



CEU

*Escuela Internacional
de Doctorado*

El control de la emisión LED sobre las personas trabajadoras, una propuesta reguladora para la administraciones nacional y europea

Tesis Doctoral

Autora: Doña Silvia Baeza Moyano

Dirigido por: Doña Sara Bueno Fernández y Don Juan Pablo Maldonado Montoya

Departamento de Derecho y Economía. 2022.

RESUMEN

Antes de que existieran las bombillas LED, las luces incandescentes y fluorescentes menos eficientes eran los pilares de la iluminación comercial y residencial. Hoy en día, la tecnología LED avanza más rápidamente que cualquier tipo de bombilla anterior. Gracias a las innovaciones LED, el uso y coste de electricidad se puede reducir en gran medida, ayudando al planeta al tiempo que ayuda a las empresas a reducir los costes generales. Este trabajo va a incidir en la investigación de las luminarias de LED (*Light Emitting Diode*) y la importancia de la iluminación en los lugares de trabajo y sus efectos en la seguridad y salud de los trabajadores.

ABSTRACT

Before LED bulbs existed, less efficient incandescent and fluorescent lights were the mainstays of commercial and residential lighting. Today, LED technology is advancing faster than any type of light bulb before it. Thanks to LED innovations, the use and cost of electricity can be greatly reduced, helping the planet while helping businesses reduce overall costs. This work will influence the investigation of LED (Light Emitting Diode) luminaires and the importance of lighting in workplaces and its effects on the safety and health of workers.

Abreviaturas empleadas

ASCII	Código Estadounidense Estándar para el Intercambio de Información
BOE	Boletín Oficial del Estado
CA	Suministro de corriente alterna
CCT	Temperatura de color correlacionada
Cd	Candela. Unidad básica del Sistema Internacional que mide la intensidad luminosa.
CD	Cronodisrupción
CE	Comunidad Europea
CECA	Comunidad Europea del Carbón y del Acero
CEE	Comunidad Económica Europea
CEI	Comité Español de Iluminación
CEN	Comité Europeo de Normalización
CIE	Comisión Internacional de Iluminación
CIP	Comisión Internacional de fotometría
Co	Uniformidad del nivel de iluminación
CRI	Color Rendering Index. Índice de rendimiento de color
CTN	Comité Técnico de Normalización
DO	Documentos Oficial
DOCE	Diario Oficial de la Comunidad Europea
EC	Consumo de energía ponderada
EN	Normas Europeas
Em	Iluminancia mantenida
HD	Documento de armonización
H-LED	Diodos emisores de luz de alto rendimiento
HPS	High-pressure sodium. Fuente luminosa de sodio de alta presión
HSE	Health and Safety Executive
IEE	Índice Eficiencia Energética
INSHT	Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo

IR	Radiación Infrarrojo
IRC	Recubrimiento reflectante de infrarrojos
ISO	International Organization for Standardization
IT	Instrucción Técnica
K	Grados Kelvin
LDT	EULUMDAT
LED	Light Emitting Diode. Diodo emisor de luz inorgánico
Lm	Lumen unidad del flujo luminoso
LPRL	Ley de Prevención de Riesgos Laborales (Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales).
Lx	Lux
mA	Mili amperio
Marcado CE	Marcado de conformidad europea
OGSHT	Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la OGSHT)
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OLED	Organic light-emitting diode. Diodo emisor de luz orgánico
OMS	Organización Mundial de la Salud
PF	Factor de potencia
Ra	Índice de reproducción cromática
RD	Real Decreto
SI	Sistema Internacional de Unidades
SPD	Distribución de potencia espectral
SSL	Productos de iluminación en Estado sólido
Tc	Temperatura de color
UE	Unión Europea
UNE-EN	Una Norma Española
UGR	Índice de deslumbramiento unificado
UV	Radiación ultravioleta
v	Voltaje
VV.AA.	Varios autores
Ww	Vatios

A mis Padres, gracias por todo

A Michael, de quien no dejo de aprender

A mis Directores que han hecho posible este trabajo

Y a todas aquellas personas que siempre me han apoyado en mi camino

ÍNDICE

RESUMEN.....	3
ABSTRACT	3
CAPITULO I. HISTORIA DE LA ILUMINACIÓN	12
1.1. LA HISTORIA DE LAS LUMINARIAS	13
1.1.1. Durante La Prehistoria	14
1.1.2. Las Lámparas de Aceite.....	15
1.1.3. Luz de Gas	16
1.1.4. Luz de Distancia	17
1.2. LA ELECTRICIDAD	18
1.2.1. La Bombilla Incandescente	21
1.2.2. La Bombilla Halógena	23
1.2.3. El Tubo Fluorescente	26
1.3. LA TECNOLOGIA LED.....	30
1.3.1. Los LED como Semiconductores	31
1.3.2. Colores y Tecnología	35
1.3.3. Parámetros de Fuentes de Luz y LED.....	38
1.3.3.1. Parámetros eléctricos.....	38
1.3.3.2. Parámetros colorimétricos	42
1.3.3.3. Parámetros fotométricos.....	45
1.3.4. Principales Problemas de las Fuentes de Luz LED.....	49
CAPÍTULO II. LA LUZ DE TRABAJO	50
2.1. CONCEPTO DE CENTRO DE TRABAJO Y LUGAR DE TRABAJO.....	51
2.2. ORIGEN DEL INTERÉS DE LOS EFECTOS DE LA ILUMINACIÓN EN EL TRABAJO	54
2.3. ILUMINACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO SEGÚN EL REAL DECRETO 486/1997, DE 14 DE ABRIL, POR EL QUE SE ESTABLECEN LAS DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO	63
2.3.1. Concepto de Lugar de trabajo	63
2.3.2. La Iluminación del Lugar de Trabajo	65
2.4. LOS LUGARES DE TRABAJO EN EL TRABAJO A DISTANCIA. LUGARES DE TRABAJO POST COVID	70
2.4.1. Acuerdo Marco Europeo sobre Teletrabajo	70
2.4.2. Regulación en España del Teletrabajo anterior a la pandemia COVID	73
2.4.3. Real Decreto-ley, 8/2020, de 17 de marzo, de medidas urgentes extraordinarias para hacer frente al impacto económico y social del COVID-19	75
2.4.4. Ley 10/2021, de 9 de julio, de Trabajo a Distancia	76
2.4.5. Normativa Europea Relativa a los Requisitos de Seguridad y Salud en el Lugar de Trabajo	83
CAPÍTULO III. LA ILUMINACION: LA SEGURIDAD Y SALUD DEL CENTRO DE TRABAJO Y SEGURIDAD DE LOS PRODUCTOS.....	86
3.1. SEGURIDAD Y SALUD DEL TRABAJO	90
3.1.1. Origen de la Salud y Seguridad en el Trabajo	90
3.1.2. La salud y Seguridad del Trabajo en la Legislación de la Unión Europea	92
3.1.3. La Directiva Marco y Principales Directivas de Seguridad y Salud en el Trabajo	99
3.1.3.1. La Directiva Marco, lugares de trabajo e iluminación	99
3.1.3.2. Directivas dirigidas a categorías especiales de trabajadores.....	102
3.2. LA ILUMINACIÓN: EFECTOS EN LA SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES	104
3.2.1. Clasificación de riesgos laborales en función del origen.....	106
3.2.2. La Iluminación, Riesgo Físico.....	111
3.2.3. La iluminación, Riesgo Ergonómico	112

3.2.4. Iluminación LED, Posibles Riesgos para la Salud de los Trabajadores	114
3.2.4.1. Efectos no visuales de la exposición a la luz artificial LED	115
3.2.4.2. Efectos visuales de la exposición a la luz artificial LED	121
3.2.4.3. Otros daños o efectos negativos para la salud	123
3.3. ILUMINACIÓN: SEGURIDAD DE PRODUCTO	124
3.3.1. Armonización de las Reglamentaciones Técnicas y Normalización: el “Nuevo Enfoque”	125
3.3.2. Certificación y Marcado de Productos	126
3.3.3. Cláusula de Salvaguarda y Responsabilidad por los Productos Defectuosos.....	128
3.3.4. Directivas de Seguridad de Producto.....	129
3.3.4. Normativa de Seguridad de Productos LED y de los Lugares de Trabajo. Directivas y Normas Armonizadas. Normas españolas.....	130
3.4. NORMATIVA LABORAL ESPAÑOLA RELATIVA A LA IMPORTANCIA DE LA ILUMINACIÓN EN LA SALUD Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES	133
3.4.1. Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL).....	135
3.4.2. Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.....	138
CAPÍTULOIV. SEGURIDAD DE PRODUCTOS DE ILUMINACIÓN LED	143
4.1. NORMATIVA EUROPEA Y ESPAÑOLA DE SEGURIDAD PARA EL CONTROL DE LOS PARÁMETROS DE LAS LAMPARAS LED	143
4.1.1. Norma EN 13032-1. Norma EN 13032-1. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 1: Medición y formato de fichero.....	144
4.1.2. Norma EN 12464-1 Iluminación de los Lugares de Trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo de Interior.....	152
4.1.3. Norma UNE EN 13032-4. Luz y Alumbrado. Medición y Presentación de Datos Fotométricos de Lámparas y Luminarias. Parte 4: Lámparas LED, Módulos y Luminarias.....	154
4.2. ETIQUETADO PRODUCTOS LED	155
4.2.1. El marcado CE	155
4.2.2. Etiquetado energético	155
4.3. ENSAYOS DE LAS LÁMPARAS LED: MEDICIÓN DE PARÁMETROS CONFORME A LAS NORMAS UNE-EN 13032-4:2016 Y UNE-EN- 62471. ANALISIS DEL ETIQUETADO CONFORME AL REGLAMENTO DELEGADO 874/2012	160
4.3.1. Ensayos Fotométricos y Cromáticos de Las Muestras Seleccionadas.....	167
4.3.1.1. Muestra Código de identificación: Lampara LED176_01.....	167
4.3.1.2. Muestra Código de identificación: Lampara LED177_02.....	176
4.3.1.3. Muestra Código de identificación: Lampara LED188_10	186
4.3.1.4. Muestra Código de identificación: Lampara LED189_11.....	194
4.3.1.5. Muestra Código de identificación: Lampara 178_03.....	198
4.3.1.6. Muestra Código de identificación: Lampara 179_04.....	207
4.3.1.7. Muestra Código de identificación: Lampara LED180_05.....	214
4.3.1.8. Muestra Código de identificación: Lampara LED184_06.....	221
4.3.1.9. Muestra Código de identificación: Lampara LED185_07	229
4.3.1.10. Muestra Código de identificación: Lampara LED186_08.....	236
4.3.1.11. Muestra Código de identificación: Lampara LED187_09.....	245
4.3.1.12. Muestra Código de identificación: Lampara 204_12.....	253
4.3.1.13. Muestra Código de identificación: Lampara LED205_13.....	260
4.3.1.14. Muestra Código de identificación: Lampara LED206_14.....	267
4.3.1.15. Muestra Código de identificación: Lampara LED207_15.....	275
4.3.2. Estudio y comparativa del etiquetado de productos Led: Marcado CE y eficiencia energética	284
4.3.2.1 Muestra Código de identificación: Lampara LED176_01.....	284
4.3.2.2 Muestra Código de identificación: Lampara LED177_02.....	286
4.3.2.3 Muestra Código de identificación: Lampara LED188_10.....	289
4.3.2.4 Muestra Código de identificación: Lampara LED189_11.....	291
4.3.2.5 Muestra Código de identificación: Lampara LED178_03.....	294
4.3.2.6 Muestra Código de identificación: Lampara LED179_04.....	296
4.3.2.7 Muestra Código de identificación: Lampara LED180_05.....	299
4.3.2.8 Muestra Código de identificación: Lampara LED184_06.....	301
4.3.2.9 Muestra Código de identificación: Lampara LED185_07.....	304

4.3.2.10	Muestra Código de identificación: Lampara LED186_08.....	307
4.3.2.11	Muestra Código de identificación: Lampara LED187_09.....	309
4.3.2.12	Muestra Código de identificación: Lampara LED204_12.....	312
4.3.2.13	Muestra Código de identificación: LED205_13.....	314
4.3.2.14	Muestra Código de identificación: LED206_14.....	316
4.3.2.15	Muestra Código de identificación: LED207_15.....	319
4.4.	CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS FOTOMETRICOS Y COLORIMETRICOS	321
4.4.1.	Análisis de la Conformidad de los Parámetros Mostrados	323
4.4.2.	Análisis de los efectos nocivos de las lámparas LED en la retina	329
4.5.-	CONCLUSIONES COMPARATIVA DE LOS EMBALAJES Y ETIQUETADOS DE LAS MUESTRAS CONFORME AL REGLAMENTO DELEGADO 874/2012 Y AL RD 1468/1988	332
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD SOBRE ILUMINACION DEL LUGAR DE TRABAJO.		334
BIBLIOGRAFÍA		361

INTRODUCCION

La luz es un elemento esencial en la vida humana y como tal los elementos generadores de energía luminosa han tenido y tienen una gran importancia en el desarrollo y bienestar de la sociedad.

La generación de luz artificial ha pasado por varias etapas culminando con la revolución que supone la generación de luz mediante dispositivos en estado sólido o LED (Light Emitting Diode).

La tecnología LED ha tenido un desarrollo vertiginoso en detrimento de otras fuentes de luz, llegando a sustituir tanto a las bombillas incandescentes como a las halógenas, para cuya eliminación del mercado la legislación Europea ha establecido unos plazos.

El espectacular desarrollo de las lámparas LED tanto tecnológico como comercial se ha producido debido a las importantes ventajas que aportan, muy superiores a las de otras fuentes de luz, para su utilización en el alumbrado tanto exterior como interior. Las principales ventajas son: mayor eficiencia energética, emisión de luz con la posibilidad de seleccionar la proporción de cada color, ventajas para el diseño, alta eficacia en función de la intensidad de corriente, gran vida útil, sin emisión de radiación ultravioleta ni infrarroja, emisión luminosa fácilmente direccionable, encendido instantáneo fácilmente regulable, mayor resistencia a golpes y vibraciones que el resto de las fuentes de luz y menos efecto contaminante. Además son las fuentes de luz que mejor se adaptan al objetivo de consecución de la eficiencia energética tanto de productos como de instalaciones.

Las características o parámetros de las fuentes de luz son comunes a las lámparas LED, pero tienen en estas una mayor eficiencia y eficacia. El estudio de investigación se ha centrado en las lámparas LED que se utilizan en los lugares de trabajo de interior y a cuya radiación artificial visible están expuestos los trabajadores durante su actividad laboral. Se han comparado los resultados de los ensayos de los principales parámetros de las luces LED, con la información obligatoria de los valores que el fabricante proporciona en los embalajes de estos parámetros y con los niveles mínimos recogidos en las normas de aplicación.

Dada la creciente importancia que se está dando en los últimos años a los efectos de la luz artificial en la salud del ser humano, resulta evidente que por el mero hecho de llevar a cabo las tareas propias de cada puesto de trabajo, los efectos visuales y no visuales de la exposición a la luz artificial afectan a la vida y a la seguridad de los trabajadores.

Los estudios científicos en los últimos años se han centrado en los efectos “no visuales” de la exposición a luz artificial. En la actualidad, dado el avance de las tecnologías permite estilos de vida cada vez más nocturnos, ya sea debido al trabajo o al ocio, haciendo que la noche esté excesivamente iluminada, mientras que pasamos la mayor parte del día en interiores deficientemente iluminados, aumentando de este modo la brecha entre nuestros hábitos y los sincronizadores naturales del sistema circadiano. Si no tenemos una adecuada exposición a la luz nuestros procesos fisiológicos pueden desordenarse. Por ello uno de los ámbitos de investigación que se ha desarrollado más en los últimos años es la relación entre luz, crono disrupción y salud, es decir la incidencia de la luz procedente de fuentes de luz artificiales en los procesos de regulación circadiana y las enfermedades sistémicas asociadas.

Los efectos de la exposición a la luz artificial LED en los lugares de trabajo en la salud y seguridad de los trabajadores, se pueden minimizar fijando los niveles de iluminación, la intensidad, la duración de la exposición y controlando la longitud de onda de las lámparas que se usen. Para ello en el trabajo de investigación se hace una propuesta de mejora de la normativa de seguridad y salud de los lugares de trabajo, en virtud de la cual los lugares de trabajo se deben dividir por áreas en función de las actividades o tareas que se desarrollan en las mismas, y asociar a cada área y tarea, los niveles mínimos de iluminancia mantenida, los límites del Índice de Deslumbramiento unificado, y los índices mínimos de rendimiento de los colores.

CAPITULO I. HISTORIA DE LA ILUMINACIÓN

“La luz es un elemento esencial en la vida humana y como tal los elementos generadores de la energía luminosa han tenido y tienen una gran importancia en el desarrollo y el bienestar de la humanidad.”¹

La generación de luz artificial y el acceso a la misma a través de un simple interruptor que active cualquier fuente de luz a nuestro alcance ha pasado por varias etapas culminando con la revolución que supone la generación de luz mediante dispositivos en estado sólido.

Desde el control de la llama hasta la emisión de luz, usando diodo de material inorgánico u orgánico, utilizando como combustible aceite o gas, la utilización de lámparas incandescentes y de descarga tras el descubrimiento de la electricidad, hasta culminar en la generación de luz mediante diodo.

En comparación con otras fuentes de luz, los LED comúnmente utilizados para iluminación presentan importantes beneficios desde el punto de vista de la sostenibilidad y la salud humana.

Con poseen prácticamente de emisión en las bandas UV e IR del espectro óptico, son fuentes de estado sólido poco susceptibles de ruptura y no contienen mercurio, si están bien instalados y diseñados permiten dirigir eficazmente la luz allí donde se necesita evitando la intrusión lumínica, y se pueden controlarse con facilidad permitiendo programar su flujo luminoso y reducirlo cuando no se necesita mediante sistemas de regulación y control inteligentes².

Debido a su mayor eficacia luminosa y cualidades deseables de reproducción de color, los diodos emisores de luz blanca (LED) han reemplazado al sodio de alta presión (HPS) para el alumbrado público. Los LED son eficientes y tienen una mayor longevidad. Además, los LED

1 GUIA IDAE 010: Guía Técnica Eficiencia Energética en Iluminación. Oficinas Madrid, junio de 2019, cap 6, pág 49.

2 VV.AA.: “Editorial” Comité Español de Iluminación. Posibles Riesgos de la Iluminación LED. Conclusiones del Grupo de trabajo Comité Español de Iluminación. Madrid, 2018, pág.56.

tienen otras dos ventajas importantes. Una es que la emisión del punto de luz se puede controlar fácilmente para varios propósitos; la otra es que su distribución de potencia espectral (SPD) se puede adaptar de forma versátil utilizando diferentes tipos de chips LED o diferentes tipos y diferentes cantidades de fósforo. Por lo tanto, la temperatura de color correlacionada (CCT) y el rendimiento de iluminación de una fuente de luz LED también se pueden adaptar fácilmente³.

El avance tecnológico que se ha producido en los últimos años en relación a las fuentes de luz LED ha supuesto una revolución en el mundo de la iluminación tanto para los fabricantes como para los usuarios y consumidores.

1.1. LA HISTORIA DE LAS LUMINARIAS

En la vida moderna es necesaria la luz eléctrica para poder llevar a cabo todo tipo de actividades. Una de las mayores invenciones llevadas a cabo para toda la sociedad ha sido la aparición de la luz eléctrica, atribuyéndose a Thomas Alva Edison en 1879.

Aunque se ha sido cuestionado, este autor fue el inventor de la luz incandescente comercial con carácter efectivo (tras el intento de 20 inventores anteriores al propio diseño que ideó Edison). Al propio Thomas Edison se le considera el inventor de la bombilla por delante de sus antecesores debido a su aportación más importante: la incandescencia, lo que permite una mayor luminiscencia que el que otros pudieron lograr y una alta resistencia que hizo que la distribución de energía de una fuente centralizada fuera económicamente viable como un mayor vacío⁴.

La bombilla de Edison pudo desarrollarse por la combinación de tres componentes: la eficiencia de la incandescencia; un mayor vacío y la alta resistencia para distribuir la energía. Gracias a esta aportación, la luz eléctrica comercial se hizo viable económicamente hablando.

3 JIN, Huaizhou, et al. *Research on the lighting performance of LED street lights with different color temperatures*. *IEEE Photonics Journal*, 2015, vol. 7, nº 6, p. 1-9.

4 Lighting Basics. History of the Light Bulb. *The Business Lighting Experts*, 2018, vol. 1, p. 12-15.

El inventor que creó por primera vez la luz eléctrica resultó ser Humphry Davy en el año 1802. De dichos experimentos con cables conectados a una batería y a un trozo de carbón, este último brilló en la oscuridad, recibiendo el nombre de lámpara de arco eléctrico, aunque no se pudo comercializar porque producía una luz demasiado brillante por un tiempo muy limitado para un uso comercial⁵.

De forma más notable, el científico británico Warren de la Rue en el año 1840 consiguió pasar electricidad en un filamento de platino a través de un tubo de vacío. El alto punto de fusión de este elemento permitió que la electricidad operara a altas temperaturas, mejorando la durabilidad de la bombilla, haciendo uso de un diseño basado en la eficiencia, aunque finalmente tuvo que ser abandonado por el alto coste que suponía el platino.

A mediados del siglo XVIII, el físico Joseph Wilson Swan fue el inventor de una "bombilla de luz" gracias al uso de filamentos de papel carbonizado dentro de una bombilla de vidrio, necesitando casi 20 años hasta tener un primer prototipo listo. No obstante, dicha invención no fue útil ya que tenía una duración muy corta para un uso comercial, aunque Swan continuó buscando la forma de mejorar el diseño de su bombilla, consiguiéndolo en 1878 con la presentación de su bombilla de hilo de algodón⁶.

Los canadienses Henry Woodward y Mathew Evans, dos amigos dedicados a la medicina, fabricaron lámparas cuyo diseño se basaba en varillas de carbono en un electrodo lleno de nitrógeno, que desafortunadamente no tuvieron éxito en el mercado, vendiendo su patente a Edison en el año 1879.

1.1.1. Durante La Prehistoria

La historia de la iluminación abarca los desarrollos en la producción de luz utilizando fuentes de luz artificial desde la prehistoria hasta el presente.

5 HOSKINS, JA *Fiat Lux—et facta est lux. Entorno interior y construido*, 2008, vol. 17, nº 5, pág. 393-394.

6 SWAN, Mary E. *Sir Joseph Wilson Swan*. E. Benn, 1929.

Hasta hace menos de un siglo, la llama de fuego era ella única forma conocida para obtener luz. Una de las fuentes de luz artificial más conocidas y desde hace muchas décadas utilizadas en Europa Central fue el Kienspan, una pieza de madera empapada de resina, hecha principalmente de pino particularmente resinoso. El nombre fue dado por la etimología de la madera de pino utilizada. La madera necesaria se crea hiriendo la corteza de un pino: el árbol produce más resina para cerrar la herida, que se endurece: los sedimentos de la madera. Si se corta este punto en trozos delgados, se obtiene una buena fuente de luz que brilla durante minutos⁷.

La antorcha se creó más adelante, a partir de madera de pino. Un tronco se enriquece artificialmente con un material particularmente ligero, como resina o brea, hasta que se forma un engrosamiento en forma de maza en el extremo superior. A partir de entonces, el tronco simplemente se convirtió en el soporte de la llama y no aquello que la alimenta⁸.

1.1.2. Las Lámparas de Aceite

En el caso de la lámpara de aceite, estas funciones están separadas entre sí. La mecha ahora se usa como punto de combustión (en lámparas usadas en la Edad de Hielo y llenas de grasa animal, hecha de intestinos de animales), y el combustible necesario para alimentarlo proviene de un contenedor de combustible separado.

Con la antorcha, las personas todavía tenían contacto con la llama de fuego y su fuerza de elemento natural destructiva, se evolucionó en controlar la llama como en el caso de la vela que arde de forma constante y lentamente o en de la llama de la lámpara de aceite que se puede regular y reducir. Se utilizaron como combustible diversas grasas, aceites y ceras vegetales y animales. El aceite de colza se produjo por primera vez en Alemania en el siglo XVI, y se creó una cierta seguridad en el suministro de combustibles ligeros. El uso de una mecha se considera la "primera revolución en la tecnología de la iluminación"⁹.

7 ÁRNASON, Jóhann Páll, et al. Elias Canetti's *counter-image of society: crowds, power, transformation*. Camden House, 2004.

8 CHAZAN, Michael. Toward a long prehistory of fire. *Current Anthropology*, 2017, vol. 58, no S16, p. S351-S359.

9 VON KHUON, Ernst (ed.). Waren die Götter Astronauten?: Wissenschaftler diskutieren d. Thesen Erich von Dänikens. *Droemer-Knaur*, 1972.

Las lámparas de aceite también tuvieron su época de apogeo, una de las más famosa fue la lámpara de Cardan, y desde 1783 el Argand tomó protagonismo.

El suizo Aimé Argand desarrolló una mecha redonda a finales del siglo XVIII, que permitió una temperatura de combustión más alta y, por lo tanto, una combustión más limpia del combustible debido al mayor suministro de oxígeno. Un cilindro de vidrio colocado sobre la fuente de calor redujo el proceso de combustión y por ende la emisión de luz, y un mecanismo permitió regular la mecha consiguiendo la intensidad de luz a gusto.

El filósofo francés Marquer admiró la lámpara Argand en 1793: “El efecto de esta lámpara es particularmente hermoso. Su luz extraordinariamente brillante, viva y casi cegadora supera a la de todas las lámparas convencionales, y no produce humo ... Además, no pude percibir el menor olor alrededor de la llama”. Después del descubrimiento de los campos petrolíferos en Pensilvania, se prefirió el petróleo como combustible más barato y limpio que el aceite orgánico. La lámpara de queroseno, que ahora se usaba mucho, ardía según el principio de Argand¹⁰.

1.1.3. Luz de Gas

En 1862, Friedrich Wöhler descubrió un método para extraer gas acetileno de cal especialmente quemada. Cuando el carburo de calcio (carburo) entra en contacto con el agua, se crea el gas inflamable (etino), que genera con una llama extraordinariamente luminosa y utiliza una lámpara de carburo como lámpara de minero. Se encontró la forma de su utilización para iluminar los oscuros trabajos en cuevas y minas. Se introduce en un generador de gas que consta de dos cámaras. La cámara superior contiene agua y la cámara inferior contiene el carburo, un tornillo regulador que controla la cantidad de agua que se encuentra con el carburo de debajo y, por lo tanto, también la cantidad de gas producido. El gas que escapa se lleva a una boquilla y arde con una llama brillante, amarilla y ligeramente hollín.¹¹

10 SCHIVELBUSCH, Wolfgang. *Disenchanted night: The industrialization of light in the nineteenth century*. Univ of California Press, 1995.

11 Wikipedia. (2022, 14 octubre). Historia de la iluminación.

La aplicación de esta fue creciendo a lo largo de varios ámbitos de uso. Iluminación para automóviles, lámparas para bicicletas, trenes, de mesa y de pared, que demostraba la versatilidad de la lámpara de carburo.

Durante el proceso de fabricación, la adición de agua conduce a la formación de monofosfina, que desarrolla un olor parecido al del ajo. Esto y el hecho de que Ethin no se quema por completo hizo que esta tecnología de iluminación apenas llegara a las salas de estar, debido a las impurezas de fosfuro de calcio

El gas de carbón resultante, de desecho de la coquización del carbón y se utilizó como combustible para el alumbrado público e industrial, era menos oloroso. Esta luz de gas, sin embargo, dependía de un sistema de tuberías solo asequible para las clases altas con poder adquisitivo de ese momento en la Inglaterra recién industrializada y poco después también en Alemania, especialmente en las ciudades¹².

Si bien la mecha todavía se consideraba como una revolución de la tecnología de iluminación como un punto de combustión en la lámpara de aceite, sin embargo, faltaba en la luz de gas.

1.1.4. Luz de Distancia

La llama de gas abierta como fuente de luz se limitó a la baja necesidad de luz debido a sus limitaciones. La luz artificial, por lo contrario, avanzó iluminando de forma incandescente y generando calor por lo que era necesaria por seguridad una distancia mínima para iluminar áreas grandes y, por lo tanto, también se la llamó luz de distancia.

Carl Auer von Welsbach transfirió el principio del brillo blanco, que Humphry Davy había descubierto en su lámpara de arco de carbono en 1800, a la tecnología de iluminación de gas. Solo se necesitaba una llama Bunsen para hacer brillar el manto de torio-cerio, lo que resultó en una salida de luz significativamente mayor con un consumo de gas mucho menor¹³.

12 MACFARLAN, J. George Dixon: Discoverer of Gas Light from Coal. *Transactions of the Newcomen Society*, 1924, vol. 5, no 1, p. 53-55.

13 MASPOCH, Daniel, et al. Radical para-benzoic acid derivatives: transmission of ferromagnetic interactions through hydrogen bonds at long distances. *Chemistry—A European Journal*, 2002, vol. 8, no 16, p. 3635-3645.

Dado que ya existía una red de suministro, la luz de gas incandescente brillante se convirtió temporalmente en un serio competidor de la luz eléctrica, nueva pero aún cara, para la cual primero tuvo que crearse una estructura de distribución. La luz de gas todavía era la tecnología de iluminación predominante en la industria y la modernidad urbana alrededor de 1900. Sin embargo, persistieron las desventajas de la inmovilidad de la fuente de luz con una red de suministro costosa, el calor extremo y el peligro de incendio, que impidieron que el uso de la luz de gas se extendiera fuera de las ciudades¹⁴.

1.2. La Electricidad

Thomas Edison inició una revolución en el sector de la iluminación en 1879. El principio del filamento de carbono bombilla que Humphry Davy tenía ya concebido en 1800, pero del que no consiguió ningún beneficio económico.

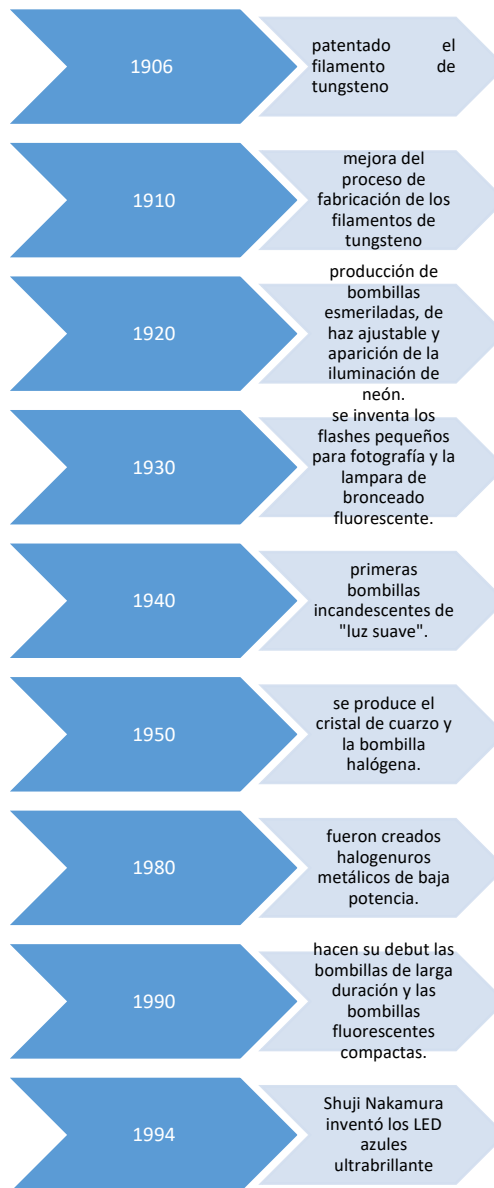
Thomas Edison fue el revolucionario inventor que aumento el tiempo de uso a 40 horas a partir de fibras de carbono de bambú. También creó un generaba y distribuía interruptores y fusibles, que permitía que todas las personas pudieran manejar la luz eléctrica y que los componentes se produjeran a escala industrial. Fue el inicio del desarrollo triunfal de la iluminación eléctrica, que sin embargo se consideró inicialmente un lujo que estaba al alcance de toda la sociedad.

El inventor Thomas Alva Edison inició una investigación en 1878 para desarrollar y mejorar las luces eléctricas en la oficina de patentes, probando diferentes filamentos de metal para mejorar su diseño. A finales de dicho año, se descubrió que el filamento de bambú carbonizado tenía una durabilidad de 1.200 horas, permitiendo que se iniciara la comercialización de bombillas a partir del año siguiente¹⁵. En el cronograma (Figura 1), se reflejan las principales fechas que fueron claves para la historia de la bombilla.

14 TOMORY, Leslie. Competition and regulation in the early history of the London gas industry, 1800–1830. *The London Journal*, 2014, vol. 39, no 2, p. 120-141.

15 SOTO LÓPEZ, Armando, et al. Modelo de servicio que potencia la experiencia entre cliente y empresa para diseño de sistema de iluminación desde el enfoque del diseño participativo. *Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano* 2021, p.11.

Figura 1. Cronograma de las innovaciones a la bombilla



Fuente: elaboración propia

- 1906 - La General Electric Company fue la compañía que, por primera vez, desarrolló un procedimiento para fabricar filamentos de tungsteno para usar en bombillas incandescentes. El propio Edison sabía que el tungsteno aun siendo la opción

existente en la época, sin embargo, la maquinaria necesaria para producir un alambre tan fino no existía¹⁶.

- 1910 - William David Coolidge de General Electric fue quien consiguió mejorar el procedimiento para fabricar los filamentos de tungsteno de mayor duración.
- Década de 1920: se fabrica la primera bombilla esmerilada y bombillas de haz de energía ajustables para faros de automóviles e iluminación de neón.
- Década de 1930: la década de 1930 vio la invención de pequeños flashes únicos para fotografía y la lámpara de bronceado fluorescente.
- Década de 1940: aparecen las primeras bombillas incandescentes de "luz suave".
- Década de 1950: se produce el cristal de cuarzo y la bombilla halógena.
- Década de 1980: se crean nuevos halogenuros metálicos de baja potencia¹⁷.
- Década de 1990: hacen su debut las bombillas de larga duración y las bombillas fluorescentes compactas.

Las luces incandescentes no son operativamente eficientes ya que menos de un 10% de la energía utilizada para ponerlas en funcionamiento se convierte en luz visible. El resto de la energía generada se pierde en forma de calor. Sin embargo, estas bombillas consideradas ineficientes todavía tenían ciertas ventajas como: su fácil uso en sistemas eléctricos; adaptabilidad a sistemas pequeños; son operativas a bajo voltaje, como el sistema por baterías; están disponibles en diversas formas y tamaños.

Desafortunadamente para la bombilla incandescente, la legislación de muchos países, incluido EE. UU., se ha ido modificando y derogando progresivamente a favor de opciones que ofrecen una mayor eficiencia energética como las lámparas fluorescentes compactas o las luces LED¹⁸. Sin embargo, ha habido mucha resistencia a estas políticas debido al bajo coste de las bombillas incandescentes, la disponibilidad instantánea de luz y la preocupación por la contaminación por mercurio con lámparas fluorescentes compactas.

16 BASCUÑÁN BLASET, Aníbal. Henri Moissan (Premio Nobel de Química, premiado en diciembre de 1906). *Educación Química*, 2006, vol. 17, no 4, p. 494-496.

17 COTO, Aparicio; ELIZABETH, Yanira; MARTÍNEZ, Astrid Ellen. La gestión de desechos de luminarias, análisis de los casos de Brasil y España. *Perspectivas para El Salvador según diagnóstico de uso y disposición*. Período 1980–2011.

18 1DADY. La UE prohíbe las bombillas halógenas, ¿y ahora qué? *Modrego Blog*, 2022.

A la hora de reemplazar la iluminación incandescente de gas predominante, se requería una lámpara más duradera. Carl Auer, que también había optimizado la luz de gas, descubrió la lámpara incandescente de filamento metálico diez años después de que Edison hiciera su gran descubrimiento. Este desarrollo se caracterizó por ser una luz más impactante y efectiva así como más duradera. Las aleaciones de tungsteno que se utilizan hoy en día provienen del estadounidense William David Coolidge, que trabajó para General Electric desde 1909. Osram (osmio y tungsteno) y Wotan (tungsteno y tantalio) compitieron en Alemania durante algunos años por la supremacía en la producción de lámparas incandescentes, hasta que los respectivos productores Siemens y AEG (con Karl Auer AG) decidieron realizar una producción conjunta con el nombre de Osram y controlaron por completo la iluminación moderna ^{19 20}.

1.2.1. La Bombilla Incandescente

Las lámparas de filamento, comúnmente conocidas como lámparas incandescentes o bombillas como se conocen de forma coloquial, generan luz artificial a través de un conductor eléctrico, en concreto de tungsteno, que se calienta mediante una corriente eléctrica hasta ponerlo al rojo blanco. Las lámparas con base de rosca, o bombillas de servicio técnicamente se denominan Lámpara AGL o Lámpara A ²¹.

La baja eficiencia de las lámparas incandescentes respecto a la tecnología LED, 10 a 22 lm/W respecto a la eficacia de los LED blancos, de 61 a 140 lm/W ha hecho de que se prohíba en muchos Estados alrededor del mundo esta tecnología obsoleta debido a que no contribuyen al ahorro energético²².

19 ANDRÉS-DÍAZ, José Ramón, et al. Tecnología de la iluminación. *Evolución y adaptación*. 2015.

20 ÜRGE-VORSATZ, Diana; HAUFF, Jochen. Drivers of market transformation: analysis of the Hungarian lighting success story. *Energy policy*, 2001, vol. 29, no 10, p. 801-810.

21 SARAF, Ninad, et al. Airfield lamp monitoring & control systems. *International Conference on Information Communication and Embedded Systems (ICICES)*. IEEE, 2013. p. 1141-1143.

22 Stegmaier, P., Visser, V. R., & Kuhlmann, S. (2021). The incandescent light bulb phase-out: exploring patterns of framing the governance of discontinuing a socio-technical regime. *Energy, sustainability and society*, nº. 11, p. 1-22.

La inestabilidad que suponían los filamentos de platino en el momento en el que se patentó la bombilla incandescente hizo que rápidamente Thomas Edison abandonara este tipo de enfoque técnico, centrándose en otras tecnologías que permitiesen un mayor rendimiento en el punto de fusión²³.

La comercialización de las primeras bombillas incandescentes llevaba un filamento de carbono que contribuía a un proceso de fabricación de mayor complejidad. No obstante y a pesar de ello, todavía es posible encontrar este tipo de bombillas gracias a la gran aceptación que tuvieron en el mercado²⁴.

La investigación sobre el proceso de fabricación de bombillas con filamentos metálicos ha sido un estudio en continua evolución que, de acuerdo con la ley de radiación de Wien, requiere una mayor temperatura de los filamentos para lograr dar paso a unas bombillas basadas en el carbono. Una fórmula intermedia para conseguirlo fue a través de los filamentos de Osmio, además del elevado nivel de brillo permitió generar menos calor, teniendo como principal desventaja la mayor fragilidad del filamento. Esto hace de las bombillas de filamento de osmio, tengan una mayor fragilidad, cambiándose rápidamente al tantalio a pesar de su gran conductividad. Es a partir del año 1903 que la producción de tantalio permitió el uso de alambres para los filamentos para un gran número de aplicaciones. Sin embargo, en el año 1910, se normalizó el uso de filamentos de tungsteno, encontrándose la forma de moldar este material, pudiendo crear alambres de metal delgados.

Al aumentar la temperatura, la salida de la luz se vincula a la potencia con la que los hilos metálicos actúan, evidenciando el uso de unas bobinas de menor tamaño, permite una reducción del tamaño de las bombillas con la misma potencia eléctrica, gracias a la convección acomodada en la capa de Langmuir/ o a la acomodación del voltaje.

23 HOWELL, John W.; SCHROEDER, Henry. The quality of incandescent lamps. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, 1923, vol. 42, p. 865-870.

24 DILAURA, David L. Farewell to the Incandescent Lamp: A Retrospective to Recount, Assess, and Honor a Passing Technology. *LEUKOS*, 2009, vol. 5, no 3, p. 183-235.

Las bobinas y las bobinas dobles producidas quedan enrolladas en hilo de tungsteno sobre hilo de molibdeno que posee un mayor diámetro, como es el caso de las bobinas dobles, en lo que respecta a los cables auxiliares, que quedan grabados.

La luminancia de la lámpara incandescente tiene un rango de 5-36 metros, siendo superado fácilmente por otras fuentes de luz artificial. Las lámparas incandescentes resultan adecuadas para ser utilizadas como faro o proyector. Es por ello por lo que su efectividad lumínica hace que sea utilizado en filamento de hélice plana o doble hélice. No obstante, se debe resaltar que los filamentos gruesos tienen mayor efectividad que los cortos.

La fabricación de las bombillas incandescentes en toda la Unión Europea se prohibió a partir del uno de septiembre del 2012, conforme a la Directiva Comunitaria 2009/125/CE²⁵, que apuesta por el diseño ecológico de los productos relacionados con la energía y fija la eliminación progresiva de estas lámparas entre 2009 y 2012.

Para reducir las emisiones contaminantes procedentes de la generación de electricidad y por su elevada ineficiencia (solo transformaba en luz el 10% de la energía que consumía), la Unión Europea prohibió la fabricación y venta de las lámparas incandescentes de más de 100 watts en septiembre de 2009 y de las de 75 watts un año después. La suspensión total se completó el

el 1 de septiembre de 2012, cuando se prohibirá la fabricación y comercialización de los modelos de menos de 60 watts.

1.2.2. La Bombilla Halógena

²⁵ Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por la que se instaura un marco para el establecimiento de requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía.

A partir de la unión de bromo a una bombilla de vidrio de cuarzo compacto, la creación de lámparas con una vida de entre 2000 y 5000 horas y con temperaturas de entre 2800k a 3100k es posible. Estas lámparas consiguen una luz blanca más intensa y una eficacia luminosa de entre 10 a 19,5 lm/W.

Las lámparas foto-halógenas especiales de hasta 35 lm / W a pesar de poseer valores más altos y consiguen valores de consumo y horas de funcionamiento mucho menores.

“El yodo reacciona (junto con el oxígeno residual) con los átomos de tungsteno evaporados del filamento y estabiliza una atmósfera que contiene tungsteno. El proceso es reversible: a altas temperaturas, el compuesto se descompone nuevamente en sus elementos: los átomos de tungsteno se depositan en el filamento.”²⁶

Las pequeñas diferencias de temperatura a lo largo del filamento solo juegan un papel secundario en la descomposición. La idea de que el tungsteno solo se deposita en las áreas delgadas y sobrecalentadas del filamento es incorrecta. En realidad, sin embargo, la condensación de los átomos de tungsteno tiene lugar en las partes más frías del filamento: se forman cristales en forma de aguja que se asemejan a bigotes. El principio es el transporte químico, que se encuentra de manera similar en el proceso de Van-Arkel-de-Boer.²⁷

Una forma de conseguir alargar la duración de las lámparas es la adición de halógeno ya que evita la precipitación de tungsteno a una temperatura de más de 250 °C con lo que el bulbo no se oscurece y este se puede reducir de tamaño consiguiendo una mayor presión de funcionamiento.

El pequeño volumen permite el llenado con gases nobles pesados para reducir la conducción de calor a un coste razonable. Las impurezas en el bulbo (por ejemplo, al tocarlo) pueden ocasionar que el vidrio de cuarzo se enturbie, ya que las sales restantes contribuyen a la desvitrificación como núcleos de cristalización y, por lo tanto, causan daños. Por lo tanto, lo ideal es que una lámpara halógena no se toque con los dedos directamente.

26 Wikipedia. (2022, 14 octubre). Historia de la iluminación.

27 MACISAAC, Dan; KANNER, Gary; ANDERSON, Graydon. Basic physics of the incandescent lamp (lightbulb). *The physics teacher*, 1999, vol. 37, no 9, p. 520-525.

Con un diseño más pequeño lo que se consigue es una temperatura mucho más alta en la pared interna de la bombilla, al haber menos espacio entre el filamento y el cristal de esta. Como consecuencia hace necesario utilizar un vidrio de sílice (cuarzo). También son usuales los espesores de pared que consiguen un grosor de alrededor de 1mm para una mayor resistencia y compresión del gas a estas temperaturas.

Como precaución, se opera detrás de un vidrio protector para atrapar las astillas de un pistón que se rompe. Alrededor de la bombilla interior se pueden instalar reflectores de vidrio prensado con placa plana pegada o de vidrio soplado.

Al igual que las bombillas no reflectantes, todas reducen la temperatura de la superficie de la fuente de luz y protegen contra las quemaduras al contacto. Los conductores de corriente estancos al gas se implementan con las bombillas de vidrio de cuarzo de las lámparas halógenas y también con los quemadores de vidrio de cuarzo de las lámparas de descarga de gas mediante tiras de láminas de molibdeno²⁸.

Las lámparas incandescentes halógenas IRC (IRC significa recubrimiento reflectante de infrarrojos) el bulbo esta recubierto especialmente lo que permite que la luz pase, pero refleja la radiación de calor sobre el filamento, un llamado espejo de calor, esto aumenta la producción de luz al reducir la pérdida de calor que se irradia.

La gran energía que consumen y el uso del xenón como gas de relleno se podría reducir significativamente en comparación con otras lámparas estándar, consideradas ineficientes, por lo que, si hablamos en verdad de lo que se puede disminuir, sería tan solo en un 20%.

Las lámparas halógenas de 230 V en el diseño estándar con base E27 ahorran aproximadamente un 20% de energía con esta tecnología IRC en comparación con las lámparas incandescentes normales. Sin embargo, aunque no fueran capaces de alcanzar la eficiencia de las

28 KÖSTLIN, H., et al. Optical filters on linear halogen-lamps prepared by dip-coating. *Journal of non-crystalline solids*, 1997, vol. 218, p. 347-353.

lámparas fluorescentes compactas y menos aún la de las lámparas LED, pudieron reemplazar la lámpara incandescente clásica después de la primera etapa del Reglamento (CE) No. 244/2009 de la Comisión Europea del 18 de marzo 2009²⁹ que se basa en la Directiva 2005/32 / CE (Directiva sobre diseño ecológico) del Parlamento Europeo³⁰.

Con el argumento de la eficiencia energética comenzó la retirada del mercado de las lámparas halógenas (de clase D) el 1 de septiembre de 2016, si bien inicialmente se quería prohibir su fabricación desde dicha fecha, la tecnología LED no estaba lo suficientemente desarrollada por lo que las autoridades comunitarias decidieron posponer su eliminación definitiva al 1 de septiembre de 2018.

1.2.3. El Tubo Fluorescente

La lámpara fluorescente es un tubo de descarga de gas de baja presión, una lámpara especial de halógenos metálicos, que está recubierta por dentro con un fósforo fluorescente. A diferencia del tubo fluorescente o del tubo fluorescente de cátodo frío, tiene cátodos calientes que emiten electrones a través del efecto Edison-Richardson (emisión luminosa)³¹.

El vapor de mercurio se utiliza como gas de relleno para emitir radiación ultravioleta y, además, habitualmente argón. El revestimiento fluorescente convierte la radiación ultravioleta en luz visible³².

29 Reglamento (CE) n. ° 244/2009 de la Comisión de 18 de marzo de 2009 por el que se aplica la Directiva 2005/32 / CE del Parlamento Europeo y del Consejo con respecto a la especificación de requisitos de diseño ecológico para lámparas domésticas con luz desagregada (texto de Relevancia para el EEE).

30 Directiva 2005/32 / CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 6 de julio de 2005, sobre la creación de un marco para la definición de requisitos para el diseño compatible con el medio ambiente de productos que utilizan energía y sobre la modificación de la Directiva 92/42 / CEE del Consejo y las Directivas 96/57 / EG y 2000/55 / EG del Parlamento Europeo y del Consejo.

31 POLLMAN, J.; VAN TONGEREN, H.; VERBECK, T. G. *Low-pressure gas discharges*. Philips Tech. Rev, 1975, vol. 35, p. 321-330.

32 COBLENTZ, W. W. Sources of ultraviolet radiation and their physical characteristics. *Journal of the American Medical Association*, 1929, vol. 92, no 22, p. 1834-1837.

El primer precursor de la lámpara fluorescente moderna es el tubo Geissler (llamado así por Heinrich Geissler, quien lo inventó en 1857). Se compone de un evacuado tubo de vidrio con un electrodo en cada extremo. El tubo se llena con un gas (por ejemplo, neón, argón o simplemente aire) a baja presión. Si se aplica un alto voltaje a los dos electrodos, el gas del interior comienza a brillar.

En la década de 1880, este tubo se fabricó en grandes cantidades. Se usó principalmente para entretenimiento, ya que no era lo suficientemente brillante para fines de iluminación.

Nikola Tesla usó tubos fluorescentes en su laboratorio y planeó equipar todos los hogares con lámparas fluorescentes que brillan de forma inalámbrica en presencia del campo electromagnético alterno de un transformador Tesla.

En 1901, Peter Cooper-Hewitt inventó la lámpara de vapor de mercurio que emite luz azul verdosa. Debido a su alta eficiencia, se utilizó en fotografía. El color de la luz tenía poca importancia en la fotografía en blanco y negro en ese momento.

En 1913, Philipp Siedler desarrolló tubos fluorescentes con relleno de gas noble³³. Edmund Germer propuso en 1926 aumentar la presión dentro del tubo y recubrir el tubo con un fósforo que convierte la radiación ultravioleta en luz visible. La General Electric Company compró posteriormente la patente de Germers y produjo lámparas fluorescentes a partir de 1938 con éxito comercial. Desde entonces, las lámparas fluorescentes se han generalizado, especialmente en la iluminación del lugar de trabajo³⁴.

Desde 1980 también existen lámparas fluorescentes compactas que, en la versión con balasto integrado y casquillo E14 o E27, sustituyen cada vez más a la lámpara incandescente en el sector doméstico. Recientemente, las fuentes de luz LED han asumido esta función cada vez con más frecuencia³⁵.

El funcionamiento de estos tubos requiere un alto voltaje de encendido para encender la lámpara, porque la corriente solo puede fluir después de que se haya ionizado el relleno de gas de las lámparas fluorescentes. El valor del voltaje de encendido requerido se puede reducir

33 Gil Novoa, o. d.; Martínez, d.; Barón González, A. J. Estudio del equipo de difracción de rayos X. *Revista Colombiana de Física*, 2006, vol. 38, no 2.

34 SHOW, Nikola Tesla, et al. Tesla Nikola Tesla and the Discovery of X-rays. *Radio Graphics*, 2008.

35 INMAN, G. E. *Characteristics of fluorescent lamps*. *Red*, 1939, vol. 3, no 3, p. 3-3.

precalentando los electrodos. Después de la ignición, el gas se vuelve eléctricamente conductor y se forma un plasma a baja presión, que se mantiene tanto tiempo como sea necesario. Se supera el caudal mínimo dependiente de la presión del gas. Incluso si cae por debajo de este nivel, el plasma necesita poco tiempo para recombinarse, de modo que cuando la lámpara funciona con corriente alterna, se retiene incluso cuando se invierte la dirección de la corriente. Esto se aplica a todos los tubos de descarga de gas³⁶.

El plasma tiene una resistencia diferencial negativa debido a la ionización por impacto. Si se aplica una corriente mayor a la lámpara, la caída de voltaje entre los electrodos disminuye. Por lo tanto, el punto de funcionamiento es inestable y si la resistencia en serie para la limitación de corriente es demasiado baja, la lámpara se destruirá. Por este motivo, las lámparas fluorescentes, como todas las demás lámparas de descarga de gas, deben funcionar con balasto. Cuando se opera con corriente alterna, se usa una inductancia en serie con la lámpara. Por lo tanto, tiene un funcionamiento directo con corriente continua, con una resistencia en serie como limitador de corriente o mediante una fuente de corriente constante³⁷.

Desde la década de 1990, las lámparas fluorescentes han funcionado a menudo con balastos electrónicos (EVG) que generan voltajes alternos de 32 kHz a más de 40 kHz. Esto generalmente elimina el parpadeo de 100 Hz, que a algunas personas les resulta molesto³⁸.

El plasma emite luz cuando los átomos de mercurio son excitados por los electrones libres acelerados y luego vuelven a caer a un nivel de energía más bajo. En el caso del gas mercurio, se emite predominantemente radiación ultravioleta con solo una pequeña proporción de luz visible. Esto se hace visible cuando el revestimiento fluorescente de una lámpara no llega hasta la tapa del extremo o se ha caído debido a las vibraciones³⁹.

36 MADER, U.; HORN, P. A dynamic model for the electrical characteristics of fluorescent lamps. In *Conference Record of the 1992 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting*. IEEE, 1992. p. 1928-1934.

37 HIROHATA, Toru, et al. Low-field breakdown and negative differential resistance in semi-insulating GaAs. *Japanese journal of applied physics*, 1993, vol. 32, no 9R, p. 3700.

38 ELSTON, Carly A.; KAZLOUSKAYA, Viktoryia; ELSTON, Dirk M. Elastic staining versus fluorescent and polarized microscopy in the diagnosis of alopecia. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 2013, vol. 69, no 2, p. 288-293.

39 GREENFIELD, S. Inductively coupled plasmas in atomic fluorescence spectrometry. A review. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 1994, vol. 9, no 5, p. 565-592.

Para aumentar el rendimiento de la luz visible, el interior del recipiente de descarga se recubre con un material fluorescente (de ahí el nombre de lámpara fluorescente), que comienza a emitir fluorescencia en el espectro visible tan pronto como se expone a la radiación UV. El fósforo convierte una gran parte de la radiación ultravioleta en luz fluorescente visible. El resto de la radiación ultravioleta es absorbida en gran parte por el vidrio de la lámpara, de modo que solo una pequeña cantidad de radiación ultravioleta dañina penetra en la lámpara de manera inofensiva. El fósforo utilizado es una mezcla de diferentes fósforos, según el color de la lámpara. El color de la luz se puede ajustar mediante la proporción de mezcla. El halofosfato solía ser común, la tecnología actual es el trifósforo⁴⁰.

Se consigue una reproducción cromática especialmente buena con los denominados fósforos de cinco bandas. No solo ocurren longitudes de onda de luz individuales, que se mezclan para formar luz "blanca", sino que hay áreas contiguas más amplias, de modo que se crea un espectro casi continuo, lo que conduce a una mejor reproducción del color. Los fósforos con un tiempo de caída de la fluorescencia de al menos 1/100 de segundo reducen el parpadeo de 100 hercios (el doble de la frecuencia de la red), pero un resplandor mucho más prolongado (> 1 s) no es deseable. Pero también hay versiones con un tiempo de resplandor de unos minutos, por ejemplo, para acortar el tiempo hasta que se enciende la iluminación de emergencia en caso de un corte de energía⁴¹.

Las lámparas fluorescentes monocromáticas también se ofrecen con fines decorativos y publicitarios. Las lámparas de luz negra, que casi solo brillan en el rango UV, también están recubiertas con una sustancia fluorescente que convierte los peligrosos rayos UV-B en el rango UV-A. Además, la bombilla de vidrio está hecha de tal manera que absorbe la mayor parte de la luz visible, excepto el ligero brillo violeta, que es causado por la débil percepción de la luz ultravioleta de onda larga ⁴².

40 PAPÚ, Omar; THOMAS, Peter; PEROSA, Mariana. *Un mito ecológico: las lámparas fluorescentes compactas (LFC)*. 2012.

41 MISSO, Ágatha Matos. Síntese e caracterização de fósforos a base de silicatos de cálcio e magnésio dopados com európio e disprósio. Tesis Doctoral. *Universidade de São Paulo*, 2016.

42 MATSON, MIGUEL VICTOR CORDOBA. Evaluación de la biomasa de *Isochrysis galbana* (clon T-ISO) estimulada con radiación monocromática. Centro de Investigaciones Biológicas del Noroeste C. S., 2011.

1.3. LA TECNOLOGIA LED

La tecnología LED tiene un impacto energético positivo si se compara con las bombillas incandescentes. Hace 20 años, 40 vatios por una bombilla incandescente era habitual, hoy en día, una bombilla de LED si consume más de 20 vatios, es considerada como ineficiente⁴³.

En 1907 se descubrió la electroluminiscencia, principio básico de los LED, por Henry Joseph Round, mientras que el 31 de diciembre de 1929, Oleg Vladimirovich Losev obtuvo la patente rusa núm. 12191 por la creación de un LED. Aunque se divulgó dicho trabajo, no se hizo uso práctico hasta décadas después⁴⁴.

La historia tras el desarrollo de la tecnología LED se produce en la década de los sesenta. En 1961, James Robert Biard y Gary Pittman inventaron una luz LED infrarroja mientras trabajaban en Texas Instruments (Aphalo, 2014).

No obstante, debido a su tamaño microscópico, no tenía una utilidad diaria desde un punto de vista práctico. Al año siguiente, en 1962, Nick Holonyak, Jr. (el "padre del diodo emisor de luz") inventó el primer LED que producía luz roja visible mientras trabajaba en la compañía General Electric. A lo largo de la década de los años 60, los investigadores e ingenieros continuaron experimentando con semiconductores con el objetivo de producir LED más eficientes.

A medida que se experimentó con diferentes sustratos químicos, se comenzaron a producir LED rojos y naranjas brillantes. Posteriormente, en 1972, M. George Craford, mientras trabajaba en Monsanto, usó un diodo rojo y uno verde para crear una luz de color amarillo pálido. Craford también inventó un LED que era unas diez veces más brillante que el de Holonyak. Monsanto se convirtió en la primera empresa en producir luces LED en masa⁴⁵.

43 TOVAR, Ingrid Liliana Jiménez; BENAVIDES, Hugo Segura. Eficiencia del ahorro energético y reducción del impacto ambiental negativo de la tecnología led. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 2015, vol. 2, no 3.

44 RABINOVICH, Oleg I., YUNOVICH, Alexander E. The discovery of semiconductor light sources (a historical account of creating light emitting diodes). *Light & Engineering*, 2014, vol. 22, no 3.

45 ZHELUEV, Nikolay. The life and times of the LED—a 100-year history. *Nature photonics*, 2007, vol. 1, no 4, p. 189-192.

Los científicos continuaron experimentando con materiales de sustrato, produciendo LED de color verde brillante, rojo anaranjado, naranja y amarillo a principios de la década de 1990. En 1994, Shuji Nakamura inventó los LED azules ultrabrillantes que sirvieron de base para los LED que se comercializan de forma habitual en la actualidad. Posteriormente, los científicos crearon LED blancos recubriendo los LED azules con fósforos fluorescentes. Esto entusiasmó al Departamento de Energía de EE. UU., Que alentó un mayor desarrollo de LED blancos para uso comercial y residencial⁴⁶.

Los LED (diodos emisores de luz) son la opción de iluminación con mayor eficiencia energética disponible. Para producir la misma cantidad de luz que una bombilla incandescente de 60 vatios, una luz LED solo usa 10 vatios. Esto se debe a que los LED utilizan casi toda su energía como luz, mientras que las lámparas incandescentes emiten la mayor parte de su energía en forma de calor. Al igual que las primeras versiones de las bombillas incandescentes y fluorescentes, en su origen resultaban caras y estaban disponibles en colores limitados. Sin embargo, el rápido avance de la tecnología ha permitido que las luces estén disponibles a precios accesibles, en una amplia gama de temperaturas de color y con índices de reproducción cromática excelentes (CRI).

La luz aparece si existe y fluye una corriente eléctrica. A partir de esto podemos deducir que el LED funciona como un diodo ya que este se bloquea en la dirección opuesta. La longitud de onda de la luz emitida depende del material semiconductor y del dopaje del diodo: la luz puede ser visible para el ojo humano o en el rango de radiación infrarroja o ultravioleta⁴⁷.

Los 30 años siguientes a su aparición al público en 1962, el LED tenía un mero uso como transmisor de señales o indicador. Con el tiempo estos se fueron perfeccionando tanto la intensidad como el color, hasta que consiguieron los LED blancos y nada más entrado el siglo XXI, estos salen al mercado. Hoy en día es una de las fuentes de luz más usadas⁴⁸

1.3.1. Los LED como Semiconductores

46 FEEZELL, Daniel; NAKAMURA, Shuji. Invention, development, and status of the blue light-emitting diode, the enabler of solid-state lighting. *Comptes Rendus Physique*, 2018, vol. 19, no 3, p. 113-133.

47 ZHELUEV, Nikolay. The life and times of the LED—a 100-year history. *Nature photonics*, 2007, vol. 1, no 4, p. 189-192.

48 ZHELUEV, Nikolay. The life and times of the LED—a 100-year history. *Nature photonics*, 2007, vol. 1, no 4, p. 189-192.

El cristal semiconductor de muchos diodos emisores de luz está soldado al fondo de un hueco cónico en un soporte metálico. El interior de este refleja de la desde los lados del bulbo y una vez unido, forman una de las conexiones al cristal. Al mismo tiempo, absorbe el calor residual que no convierte el mismo cristal en energía y por lo tanto en luz. En el caso de los cableados, el soporte está diseñado con una sección transversal rectangular, con la intención de poder transmitir la corriente. Por lo contrario, los componentes electrónicos, que contienen un cable de acero estañado y no de cobre, ya que este no tiene una conductividad térmica tan alta y no se rompe por la temperatura que alcanza el cristal cuando se instala en una placa de circuito.⁴⁹

La parte superior del cristal solo está conectada eléctricamente al segundo cable de conexión de acero mediante un cable de unión delgado, de modo que la conexión solo cubre la superficie emisora de luz de una forma mínima.

El cátodo (-) está marcado por un plano en el collar de la base de la carcasa. En los emisores de luz nuevos son más cortas las conexiones. Regla de vigilancia: $K_{athode} = k$; $URZ = K$ ante. En la mayoría es el cátodo el que refleja y rara vez al contrario. Con respecto al símbolo del circuito (ver más abajo), la regla general es que la dirección técnica de la corriente está "indicada" por la flecha que forma el ánodo (+) debido a su forma.

Los diodos emisores de luz de alta potencia (H-LED) funcionan a más de 20 miliamperios (mA). Existen requisitos especiales para la disipación de calor, expresados por un diseño especial. El calor se puede disipar a través de un cable de alimentación, un recipiente reflectante o tubos de calor, que son tubos de calor integrados en el cuerpo del LED. La mayoría de los LED de 1 W H se pueden montar en un disipador de calor. Para los LED (a diferencia de las bombillas incandescentes), las altas temperaturas reducen la eficiencia y acortan la vida útil.⁵⁰

49 NISHINAGA, Tatau (ed.). *Handbook of crystal growth: fundamentals*. Elsevier, 2014.

50 LASANCE, Clemens JM, et al. (ed.). *Thermal management for LED applications*. Springer, New York, 2014.

Otra opción es conectar el chip LED directamente a la placa de circuito impreso (Chip on Board - COB) a través de un cable y encapsularlo con silicona. Estas luces se denominan "COB-LED" en tiendas especializadas.⁵¹

Los LED multicolores constan de varios diodos en una carcasa. La mayoría de las veces comparten un ánodo o cátodo común y un tapón para cada color. En la realización de conexión dual, dos chips de LED están conectados en antiparalelo. Según la polaridad se encenderá uno u otro diodo. Se puede lograr un cambio de color casi continuo utilizando una relación de ancho de pulso de CA variable adecuada.⁵²

La estructura básica de un LED es similar a un diodo semiconductor pn. Por lo tanto, los LED comparten las mismas características básicas. Los materiales semiconductores utilizados son muy diversos. Los diodos que no emiten luz están hechos de silicio, con menos frecuencia de germanio o selenio, mientras que el material de partida de los diodos emisores de luz es un semiconductor directo, generalmente un compuesto de galio como semiconductor compuesto III-V.⁵³

Si se aplica un voltaje directo a un diodo semiconductor, los electrones migran desde el lado dopado con n a la unión pn. Después de la transición al lado dopado con p, el electrón se mueve hacia la banda energéticamente más favorable. Esta transición se llama recombinación, porque también se puede interpretar como el encuentro de un electrón en la banda de conducción con un electrón defectuoso (hueco). La energía liberada durante la recombinación normalmente se emite directamente como luz directa (fotones) dentro del semiconductor.

Además de la recombinación luminiscente directa, también pueden participar excitones y fonones, lo que da como resultado una radiación de energía ligeramente inferior (el color de la luz emitida cambia a rojizo). Este mecanismo juega un papel especial en el modo de emisión de excitones de los LED de fosforo de galio verde. Las variantes especiales que no cuentan como LED

51 JUNTUNEN, Eveliina, et al. Effect of phosphor encapsulant on the thermal resistance of a high-power COB LED module. *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, 2013, vol. 3, no 7, p. 1148-1154.

52 KUBOTA, Yoichi, et al. Deep ultraviolet light-emitting hexagonal boron nitride synthesized at atmospheric pressure. *Science*, 2007, vol. 317, no 5840, p. 932-934.

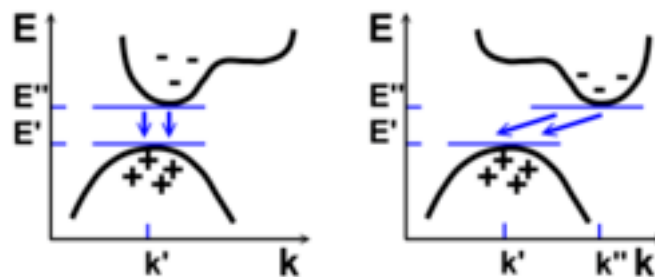
53 ZHANG, Yan; WANG, Zhong Lin. Theory of Piezo-Phototronics for Light-Emitting Diodes. *Advanced Materials*, 2012, vol. 24, no 34, p. 4712-4718.

directos, pero se basan en un principio de funcionamiento similar, son los diodos láser, los diodos emisores de luz (RCLED o RC-LED) y los diodos emisores de luz orgánicos (OLED)⁵⁴.

La estructura de la banda de energía de los semiconductores determina el comportamiento de transferencia de energía de los electrones a medida que pasan de la banda de conducción a la banda de valencia y viceversa.

La figura 1 muestra dos diagramas de estructura de bandas simplificados. Se traza la progresión de las bandas de conducción y valencia en el vector K , claramente comparable con las coordenadas espaciales recíprocas que caracterizan la transferencia de momento requerida. Se muestran dos geometrías básicas: semiconductores o transiciones de banda. Se muestran transiciones radiales de semiconductores directos a la izquierda y transiciones de semiconductores indirectos a la derecha⁵⁵.

Gráfico 1. Estructuras de banda



Fuente: Whitters et al. (2015)⁵⁶

Para semiconductores indirectos como el silicio, se requiere una transferencia de impulso adicional para mover un electrón desde la región mínima hasta la banda de valencia máxima. La transferencia de cantidad de movimiento ocurre z. B. Por emisión o absorción de fonones (vibraciones reticulares). La condición de que los estándares de partículas adicionales deben

54 GASPAR, Daniel J.; POLIKARPOV, Evgeni (ed.). OLED fundamentals: materials, devices, and processing of organic light-emitting diodes. *CRC Press*, 2015.

55 GARCÍA DÍAZ, Daniel, et al. Estudio de fósforos de iluminación de LED blanco por técnicas de espectroscopia óptica resuelta en tiempo. *Universidad de Cantabria*, 2015.

56 WITHERS, Freddie, et al. Light-emitting diodes by band-structure engineering in van der Waals heterostructures. *Nature materials*, 2015, vol. 14, no 3, p. 301-306.

participar en la transición reduce esa probabilidad. Por lo tanto, los semiconductores indirectos no son adecuados como diodos emisores de luz. Predominan las transiciones no radiactivas, como la recombinación mediada por impurezas (recombinación de Shockley-Read-Hall). Por lo tanto, los diodos rectificadores ordinarios, etc. no se encenderán.⁵⁷.

Se diferencian de los semiconductores directos y se caracterizan por una 'transición de banda directa'. Esto significa que los electrones están en la parte inferior de la banda de conducción (banda de conducción mínima) y en la parte superior de la banda de valencia (banda de valencia máxima). mismo impulso.

Esto permite una transición directa de emisión de electrones a fotones (luz) sin requerir la participación de fonones para mantener el impulso. El semiconductor directo de arseniuro de galio tiene un rendimiento cuántico de aproximadamente 0,5, mientras que el semiconductor indirecto de silicio solo tiene un rendimiento cuántico de aproximadamente $1 \cdot 10^{-5}$.

1.3.2. Colores y Tecnología

El color del LED depende principalmente de la banda prohibida del material semiconductor utilizado. Durante el proceso de fabricación, la composición del semiconductor puede cambiar la brecha de banda dentro de un cierto rango. El color del LED corresponde directamente a una determinada longitud de onda λ , es decir, H . La frecuencia de la radiación electromagnética emitida multiplicada por la velocidad de propagación⁵⁸.

Ejemplos de materiales:

- Arseniuro de aluminio y galio (AlGaAs): infrarrojo de hasta 1000 nm de longitud de onda, rojo (665 nm)
- Fosfuro de arseniuro de galio (GaAsP) y fosfuro de aluminio, indio, galio (AlInGaP): rojo, naranja y amarillo
- Fosfuro de galio (GaP) - (amarillo) verde

57 WITHERS, Freddie, et al. Light-emitting diodes by band-structure engineering in van der Waals heterostructures. *Nature materials*, 2015, vol. 14, no 3, p. 301-306.

58 POUSETT, N.; ROUGIE, B.; RAZET, A. Impact of current supply on LED colour. *Lighting Research & Technology*, 2010, vol. 42, no 4, p. 371-383.

- Nitruro de indio y galio (InGaN) / nitruro de galio (GaN): ultravioleta, violeta, azul y verde (verde verdadero)

Los LED blancos son principalmente LED azules basados en nitruro de galio. Se agrega una capa emisora de luz amarilla frente al chip LED, que actúa como un convertidor de longitud de onda y se usa principalmente en fuentes de luz. De la misma manera, pero con una capa de brillo modificada, los LED se fabrican en tonos apagados.⁵⁹

Los materiales que se utilizan raramente para los diodos emisores de luz incluyen:

- Carburo de silicio (SiC): primer LED azul comercial; apenas en uso práctico debido a la baja eficiencia
- Selenuro de zinc (ZnSe): emisor azul, pero nunca alcanzó la madurez comercial.

Tabla 1. Sistemas de materiales de LED de diferentes longitudes de onda

COLOR	LONGITUD DE ONDA λ	MATERIAL
Infrarrojo	2500 nm $<\lambda < 5000$ nm	InAs / ALSB heteroestructura
Infrarrojo	1400 nm $<\lambda < 1600$ nm	Fosfuro de indio (InP)
Infrarrojo	760 nm $<\lambda$	Arseniuro de galio (GaAs) Aluminio Arseniuro de galio (AlGaAs)
Rojo	610 nm $<\lambda < 760$ nm	Arseniuro de galio y aluminio (AlGaAs) fosfuro de arseniuro de galio (GaAsP) fosfuro de aluminio galio indio (AlGaInP) fosfuro de galio (GaP)
Naranja	590 nm $<\lambda < 610$ nm	Fosfuro de arseniuro de galio (GaAsP) Aluminio Galio Fosfuro de indio (AlGaInP) Fosfuro de galio (GaP)
Amarillo	570 nm $<\lambda < 590$ nm	Fosfuro de arseniuro de galio (GaAsP) Aluminio Galio Fosfuro de indio (AlGaInP) Fosfuro de galio (GaP)

59 TUTOR SÁNCHEZ, Joaquín Darío; BRUNO ALFONSO, Alexys. El nitruro de galio y sus aleaciones: y se hizo la luz... azul. *Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología*, 2012, vol. 5, no 1, p. 42-58.

Verde	500 nm λ <math><570</math> nm	Nitruro de indio y galio (InGaN) / nitruro de galio (GaN) fosfuro de galio (GaP) aluminio galio fosfuro de indio (AlGaInP) fosfuro de aluminio y galio (AlGaP) óxido de zinc (ZnO), en desarrollo
Azul	450 nm λ <math><500</math> nm	Seleniuro de zinc (ZnSe), indio, nitruro de galio (InGaN), carburo de silicio (SiC), silicio (Si) como portador, en desarrollo Óxido de zinc (ZnO), en desarrollo
Violeta	400 nm λ <math><450</math> nm	Nitruro de galio indio (InGaN)
Ultravioleta	230 nm λ <math><400</math> nm	Nitruro de aluminio (AlN) Nitruro de aluminio y galio (AlGaN) Nitruro de aluminio, galio e indio (AlGaInN) Diamante (C) Experimental: Nitruro de boro hexagonal (BN)

Fuente: elaboración propia a partir de KIM⁶⁰; KUBOTA ET AL⁶¹

El color de los LED determina el uso a que se destinen. La recomendación internacional de luminancia para la iluminación de carreteras es de entre 0,3 y 2 cd / m², que se encuentra en niveles de luz mesópicos. Es importante para unas condiciones de conducción más seguras y energéticamente eficientes. Si la luz es demasiado oscura, puede afectar negativamente a la seguridad vial; por otro lado, si la luz es demasiado brillante, provocará más contaminación por resplandor y desperdiciará más energía. En condiciones de iluminación mesópica, tanto los bastones como los conos están activos y participan en la respuesta visual, lo que resulta en cambios en la sensibilidad espectral. Por lo tanto, bajo la visión mesópica, el ojo del ser humano posee una mayor sensibilidad a la luz de longitud de onda corta.

60 KIM, Chul S., et al. Improved mid-infrared interband cascade light-emitting devices. *Optical Engineering*, 2017, vol. 57, no 1, p. 011002.

61 KUBOTA, Yoichi, et al. Deep ultraviolet light-emitting hexagonal boron nitride synthesized at atmospheric pressure. *Science*, 2007, vol. 317, no 5840, p. 932-934.

Por lo tanto, los LED blancos que tienen un componente de luz azul más alto tendrían una mayor eficacia luminosa bajo visión mesópica que bajo visión fotópica. Este rasgo se ha visto anteriormente como una ventaja de los LED blancos. Sin embargo, estos tipos de LED blancos, que tienen un alto componente de luz azul y un alto CCT, tienen varias desventajas:

- a) dañarán la capacidad de adaptación a la oscuridad y la percepción del color del ojo humano,
- b) tienen una penetración de niebla insuficiente
- c) producen contaminación bastante fuerte por el resplandor del cielo.

En otras palabras, pueden ser perjudiciales para la seguridad vial, la observación astronómica, la ecología nocturna y la estética del cielo nocturno⁶². Zabiliūtė y otros también han analizado el efecto de la iluminación de carreteras con LED de PC sobre la acción circadiana; los PC-LED propuestos tienen un factor de acción circadiano bajo y, por lo tanto, son ventajosos para su uso en iluminación exterior de baja luminancia que es fotobiológicamente segura⁶³.

La iluminación interior por la noche debe mantenerse lo más baja posible, utilizando fuentes de luz con bajo contenido de luz azul o sistemas variables que reduzcan la temperatura de color y los niveles de luz durante la noche.

1.3.3. Parámetros de Fuentes de Luz y LED.

Los parámetros o características básicas de las fuentes de luz en general y las luces LED se pueden clasificar en tres grupos, parámetros eléctricos, fotométricos y colorimétricos.

1.3.3.1. Parámetros eléctricos

Los principales parámetros eléctricos de las fuentes de luz LED son:

62 GASTON, Kevin J., et al. Reducing the ecological consequences of night-time light pollution: options and developments. *Journal of Applied Ecology*, 2012, vol. 49, nº 6, p. 1256-1266.

63 ZABILIŪTĖ, Akvilė, et al. LEDs convertidos en fósforo con baja acción circadiana para iluminación exterior. *Cartas de óptica*. 2014, vol. 39, nº 3, p. 563-566.

- a) Voltaje: también conocida como fuerza electromotriz, se refiere a la diferencia de fuerza longitudinal entre dos puntos cargados. Para una resistencia de flujo dada, cuanto mayor sea el voltaje, mayor será la corriente (es decir, el número de portadores de carga que pasan por un punto fijo por unidad de tiempo) a través de un medio conductor o semiconductor. El voltaje se indica con una V mayúscula o una E. La unidad de medida estándar es el voltio, indicado con una V mayúscula sin barra oblicua. Un voltio transferirá un coulomb ($6,24 \times 10^{18}$) de portadores de carga, como electrones, a través de una resistencia de 1 ohm en un segundo. El voltaje puede ser directo o alterno. Un voltaje constante siempre mantiene la misma polaridad. En corriente alterna, la polaridad invierte periódicamente la dirección. Un ciclo completo por segundo es una frecuencia medida en hercios (un ciclo por segundo), kilohercios, megahercios, gigahercios o terahercios.
- b) Corriente: La corriente es el flujo de portadores de carga eléctrica como los electrones. La corriente fluye de puntos negativos a positivos. La unidad SI para medir la corriente eléctrica es el amperio (A). Un amperio de corriente se define como un coulombio de carga eléctrica que pasa por un punto único en un segundo. La corriente eléctrica se utiliza en electrodomésticos y aparatos eléctricos de uso industrial.
- c) Vatios: la unidad estándar de potencia en el Sistema Internacional de Unidades (SI), equivalente a un joule por segundo e igual a la potencia en un circuito en el que una corriente de un amperio fluye a través de una diferencia de potencial de un voltio.
- d) Factor de potencia: El término factor de potencia es una medida de la diferencia de fase entre el voltaje y la corriente en un suministro de corriente alterna (CA). Los distintos tipos de incandescente, la tensión y la corriente no son exactamente en fase uno con el otro: por lo tanto, los voltios multiplicados por los amperios en el circuito pueden ser mayores que el Watts. En tales casos, los vatios representan la potencia activa y los voltios multiplicados por los amperios representan la potencia aparente. El factor de potencia es la relación entre el valor absoluto de la potencia

activa y la potencia aparente. Idealmente, el factor de potencia debería estar lo más cerca posible de la unidad. Un valor bajo del factor de potencia aumenta la carga de corriente y el consumo de energía. La mayoría de los circuitos de lámparas de alto voltaje están diseñados para tener un factor de potencia superior a 0,85 ⁶⁴.

Armónico: La presencia de armónicos en un sistema eléctrico significa que la corriente y el voltaje se distorsionan y se desvían de las formas de onda sinusoidales. Las cargas no lineales conectadas a un sistema de distribución de energía producen corrientes armónicas. Si la corriente consumida por la carga difiere de la forma de onda del voltaje de suministro, la carga se denomina carga no lineal. Las corrientes armónicas que fluyen a través de la impedancia del sistema crean armónicos de tensión que distorsionan la tensión de alimentación.

El desempeño de varios sistemas eléctricos y electrónicos en condiciones donde aparecen voltajes y corrientes armónicos ha sido un aspecto importante de diversas investigaciones y trabajos funcionales durante mucho tiempo. Dicho rendimiento implica minimizar los efectos adversos de los armónicos más altos en varios elementos de la infraestructura de energía. La aparición de diversas perturbaciones electromagnéticas que sobresalen de la energía eléctrica suministrada se asocia principalmente con los métodos en constante desarrollo de procesar la energía en otras formas útiles. Tanto los proveedores de electricidad como los consumidores insisten en que la energía suministrada sea de la calidad adecuada⁶⁵.

La calidad de la energía eléctrica generalmente se determina sobre la base de las condiciones relacionadas con los estándares adoptados, así como las mediciones de los parámetros descriptivos aceptados y los requisitos legales. Además, los proveedores de energía, al concluir los contratos, a menudo limitan la posibilidad de utilizar energía reactiva del sistema de energía eléctrica, lo que, al mismo tiempo, introduce una carga

64 Factor de Potencia ¿Qué es y cómo Funciona? *Factorled*, 2020.

65 CHEN, Huan Ting; TAN, Siew-Chong; HUI, S. Y. R. Analysis and modeling of high-power phosphor-coated white light-emitting diodes with a large surface area. *IEEE Transactions on Power Electronics*, 2014, vol. 30, no 6, p. 3334-3344.

financiera significativa para el receptor de energía que no cumple con los requisitos adoptados.

Actualmente, las instalaciones deben caracterizarse por una baja demanda energética para sus propias necesidades. Las instalaciones de nuevo diseño están, en la fase inicial de puesta en funcionamiento, ya adaptadas a la instalación de sistemas de dirección de control inteligente que aseguren la optimización del control, como fuentes de iluminación y climatización. En la mayoría de los casos, los usuarios de tales instalaciones están obligados a utilizar dispositivos, caracterizados por parámetros específicos que cumplen con ciertos requisitos recomendados por los diseñadores.

Sin embargo, en estas instalaciones aparece también una cantidad significativa de las fuentes de luz LED más baratas que pueden afectar significativamente las perturbaciones introducidas y la naturaleza del factor de potencia (PF). El coeficiente PF permite determinar, de manera concisa, el impacto de todos los receptores que trabajan en la red de suministro. Por otro lado, el factor de potencia fundamental determina la demanda de potencia reactiva que, en el caso de los receptores LED, es de naturaleza capacitiva. Para instalaciones equipadas con un gran número de fuentes de luz LED con potencias unitarias inferiores a 25 W, se produce la acumulación de los siguientes fenómenos: aumento del número de armónicos de corriente y tensión y generación de potencia reactiva capacitiva. Un enfoque similar se presenta, entre otros, en artículos⁶⁶ Se sabe comúnmente que un valor elevado de perturbaciones puede hacer que varios dispositivos de potencia (dispositivos de corriente residual, dispositivos de control, dispositivos de transmisión de señales) funcionen incorrectamente⁶⁷.

La gran introducción de la iluminación LED, además de la futura disminución de la demanda de energía consumida en relación con las luminarias usadas con fuentes de luz

66 ACUNA, P. C., et al. Impact of the geometrical and optical parameters on the performance of a cylindrical remote phosphor LED. *IEEE Photonics Journal*, 2015, vol. 7, no 5, p. 1-14.

67 JÄGERBRAND, Annika K. LED (Light-emitting diode) road lighting in practice: An evaluation of compliance with regulations and improvements for further energy savings. *Energies*, 2016, vol. 9, no 5, p. 357.

de descarga de gas (aproximadamente el 30%)⁶⁸, también conduce a un deterioro del factor de potencia y un aumento de la potencia reactiva capacitiva⁶⁹. Además, una serie de publicaciones contienen información sobre la seguridad del uso de iluminación basada en fuentes LED y los peligros emergentes asociados con el uso de dicha iluminación⁷⁰.

1.3.3.2. Parámetros colorimétricos

- a) Temperatura de color correlacionada: La temperatura de color (temperatura de color correlacionada, o CCT, en la jerga de la tecnología de iluminación) es esencialmente un indicador de cuán amarillo o azul aparece el color de la luz emitida por una bombilla. Se mide en la unidad Kelvin y se encuentra más comúnmente entre 2200 grados Kelvin y 6500 grados Kelvin (K). Las fuentes de luz cálidas, como las bombillas incandescentes, tienen una temperatura de color baja (2200-3000 K) y presentan más luz en el rango rojo, naranja y amarillo. Las fuentes de luz fría, como algunas lámparas HID o fluorescentes, tienen una temperatura de color alta (> 4000K) y presentan más luz en el rango azul⁷¹.

- b) Índice de reproducción cromática: El índice de reproducción cromática (CRI) es una métrica a menudo mal entendida de la calidad del color. Sin embargo, para cualquier aplicación en la que la apariencia del color sea importante, la consideración del CRI

68 DULOUT, Jérémy, et al. Multi-objective methodology to find the optimal forward current to supply light emitting diode (LED) lightings. En *2016 IEEE industry applications society annual meeting*. IEEE, 2016. p. 1-7.

69 LIU, Lixi; KEOLEIAN, Gregory A.; SAITOU, Kazuhiro. Replacement policy of residential lighting optimized for cost, energy, and greenhouse gas emissions. *Environmental Research Letters*, 2017, vol. 12, no 11, p. 114034.

70 ROZOWICZ, Antoni; BARAN, Krzysztof; WACHTA, Henryk. Radiation studies of the illumination lighting luminaires with LED technology. En *2016 IEEE Lighting Conference of the Visegrad Countries (Lumen V4)*. IEEE, 2016. p. 1-4.

71 AMES, Jeremy. What is CCT? A guide to choosing correlated color temperature for your lighting. *Regencylighting*, 2020.

es fundamental. Se mide la capacidad de una fuente de luz para reproducir con precisión los colores del objeto que ilumina. El índice de reproducción cromática (CRI) es una puntuación con un máximo de 100; El índice de reproducción cromática (CRI) se utiliza para medir fuentes de luz blanca artificial, las cuales se pueden agrupar en fuentes de luz natural o artificial, y, el índice de reproducción cromática (CRI) mide y compara el color reflejado de un objeto bajo iluminación artificial⁷².

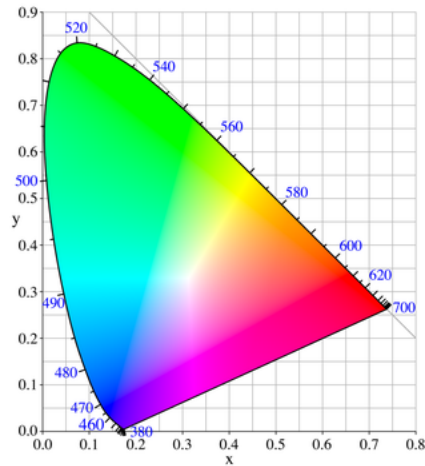
- c) Tolerancia de cromaticidad: La diferencia de cromaticidad de las fuentes de luz debe especificarse en muchos casos, por ejemplo, para la uniformidad de color angular, el cambio de color durante la vida útil (mantenimiento del color) y la variación de color individual de los productos. La diferencia de cromaticidad de los estímulos de luz, en general, se expresa por la distancia en el diagrama de escala de cromaticidad uniforme (UCS) CIE 1976 (CIE, 2004; ISO / CIE, 2009), conocido como diagrama de cromaticidad CIE (u' , v') o simplemente diagrama CIE (u' , v'), que representa el espacio de cromaticidad uniforme para los estímulos luminosos recomendado oficialmente por el CIE. El término "tolerancia de cromaticidad" no debe confundirse con la diferencia de color de los colores del objeto, que se mide como la distancia euclidiana en un espacio de color de objeto tridimensional como CIE $L^* a^* b^*$ (también llamado CIELAB) (CIE, 2004 ; ISO / CIE, 2008) o con una fórmula de diferencia de color como CIEDE2000 (ISO / CIE, 2014), que requiere una referencia blanca.
- d) Coordenadas de color: el ojo humano tiene tres tipos diferentes de receptores de color (conos) y que cada color que percibimos es una mezcla de señales de esos tres tipos de conos, que reflejan aproximadamente los tres colores diferentes rojo, verde y azul. El diagrama de cromaticidad correspondiente se muestra en la imagen de arriba. La línea curva exterior se llama locus espectral y corresponde al espectro de colores bien conocido, que se muestra con las longitudes de onda correspondientes. La línea recta en la parte inferior entre el azul y el rojo se llama línea violeta. Esta línea se

72 STAFF, W. What is CRI? The ultimate guide to the Color Rendering Index. *Waveformlighting*, 2018.

refiere a todos los colores que solo pueden mezclarse con azul y rojo que no forman parte del espectro de colores. En la Ilustración 1 se puede ver el Espacio de color CIE 1931⁷³.

73 COLBLINDOR, 2007. CIE 1931 Color Space.

Ilustración 1. Espacio de color CIE 1931



Fuente: Redacción colblindor

- e) SDCM: SDCM es un acrónimo que significa Coincidencia de color de desviación estándar. SDCM tiene el mismo significado que una "elipse de MacAdam". Una elipse de MacAdam de 1 paso define una zona en el espacio de color CIE 1931 de 2 grados (xy) dentro de la cual el ojo humano no puede discernir la diferencia de color. La mayoría de los LED están agrupados en el nivel de 4-7 pasos, en otras palabras, ciertamente puede ver diferencias de color en los LED que son aparentemente del mismo color.

1.3.3.3. Parámetros fotométricos.

- a) Flujo luminoso: La luz emitida por una fuente como una lámpara o recibida por una superficie, independientemente de la dirección. En términos simples, los lúmenes (indicados por lm) son una medida de la cantidad total de luz visible (para el ojo

humano) de una lámpara o fuente de luz. Cuanto mayor sea la clasificación de lúmenes, más "brillante" aparecerá la lámpara. Abreviatura: Lm⁷⁴.

- b) Eficiencia luminosa de salida: La eficacia luminosa indica con qué eficiencia un equipo de iluminación convierte la energía eléctrica en luz. La relación entre el flujo de luz y la potencia se expresa en lumen y se simboliza como lm / W. La eficacia luminosa se refiere a la potencia luminosa que se alcanza mediante una determinada cantidad de potencia. La capacidad de cuántos lúmenes de salida de luz puede proporcionar una fuente de luz al consumir un vatio de potencia se denomina eficacia luminosa. Cuando se hacen preferencias de iluminación, se desea un bajo consumo de energía y una alta salida de luz. El requisito de potencia se puede cambiar según el equipo de iluminación. El sector de la iluminación se renueva constantemente con tecnologías de factor de alta eficiencia. Las nuevas tecnologías brindan importantes oportunidades de uso eficiente de la energía y, por lo tanto, de ahorro energético. Si comparamos las tecnologías actuales; el rendimiento de las lámparas incandescentes es de 15 lm / W, las lámparas halógenas son de 20 lm / W, las lámparas fluorescentes son de 80 lm / W, las lámparas de vapor de sodio de alta presión son de 100 lm / W, los LED son de 120 lm / W⁷⁵.
- c) Ángulo de haz: El ángulo de haz de una lámpara es el ángulo en el que la luz se propaga o irradia. Las bombillas como las halógenas (y algunas LED) tienen un amplio rango de ángulo de 4° a 60°, con algunas bombillas halógenas más grandes de hasta 120°. Tenga en cuenta que, aunque estas abreviaturas se usan comúnmente, los ángulos asociados con ellas varían ligeramente de un fabricante a otro. Estas son abreviaturas típicas para la dispersión del ángulo del haz. SP (punto): 4-19° FL; 20-35° WFL; 36-49° VWFL; 50-120+ grados. Un ángulo de haz de 30-40 grados es suficiente para la mayoría de las luminarias LED, dadas las alturas de techo estándar y el espaciado, la distribución y el número de LED por zona. También se debe considerar la potencia y el tipo de lámpara.

74 What are Lumens? *Integral LED*, 2020.

75 Luminous Efficacy (lm/W) . *Lighting Equipment Sales*.

d) Tabla ugr: La fórmula UGR puede evaluarse para condiciones de observación realistas y excepciones específicas de la instalación, por ejemplo, características de la luminaria, disposición de la luminaria, valores de reflectancia de las superficies de los límites de la habitación, etc. Los programas informáticos correspondientes están disponibles. Los valores límite UGR definidos en la EN 12464-1 para las distintas tareas visuales no deben ser superados por la instalación de iluminación en estado nuevo y se aplican a los valores de instalación determinados mediante el método de tabla UGR⁷⁶. El método de la tabla también se basa en la fórmula UGR, pero con parámetros básicos estandarizados.

Estos parámetros básicos son:

- Condiciones de observador estandarizadas: El observador sentado (de pie) está observando la disposición de las luminarias desde la pared de la habitación a un nivel de los ojos de 1,2 m (1,7 m) sobre el suelo.
- Tamaños de habitación estandarizados x e y especificados como un múltiplo de la "altura de la luminaria H por encima del ojo del observador".
- Disposiciones estandarizadas de luminarias: Las luminarias se colocan en el techo de forma longitudinal o transversal a distancias regulares.
- Valores de reflectancia estandarizados para techo, paredes y piso.
- Características fotométricas (luminancia media de la superficie emisora de luz) de las luminarias en cuestión.

Las tablas UGR son proporcionadas por el fabricante de la luminaria.

El planificador califica la instalación de iluminación que se evaluará de acuerdo con estas especificaciones estándar y recopila el valor UGR para la dirección de visión del observador "paralela a las luminarias" o "a través de las luminarias" de las mesas. Si el valor de UGR más alto en una habitación excede el valor límite de UGR estandarizado, debe haber especificaciones sobre una disposición adecuada de las estaciones de trabajo para colocarlas en áreas libres de deslumbramiento. Se seleccionó una disposición de

76 UNE-EN 12464-1 Iluminación. *Iluminación de los lugares de...* UNE, 2012.

luminarias bastante rara y estrecha como disposición de luminarias estandarizada para determinar el valor UGR de la instalación de la manera más independiente posible de la posición del observador. Como muestra la figura, en disposiciones estrechas, más luminarias contribuyen al efecto de deslumbramiento y, por lo tanto, al valor UGR calculado que, en el caso de mayores distancias entre luminarias, sin embargo, en el último caso, el valor UGR depende más de la posición del observador. Para mantener la variación del valor UGR en relación con la posición del observador lo más pequeña posible, la tabla UGR se basa en una disposición de luminarias teórica y poco realista para luminarias más largas con distancias pequeñas de $s = 0,25 \cdot H$ en las direcciones X e Y.

e) Distribución de intensidad: Los diodos emisores de luz (LED) son dispositivos semiconductores que pueden producir radiación infrarroja, visible o ultravioleta. Sus notables propiedades los convierten en fuentes ideales para muchas aplicaciones que van desde indicadores luminosos, pantallas y sistemas de comunicación óptica hasta iluminación de estado sólido. Aunque los LED se aplican ampliamente en varias áreas de la ciencia y la tecnología, no existe un modelo radiométrico realista para la distribución de la radiación emitida. Los LED son pequeñas fuentes extendidas con ópticas adicionales agregadas al chip, lo que da como resultado una distribución de intensidad compleja difícil de modelar. Actualmente, el diseño óptico de los LED se realiza mediante métodos de trazado de rayos Monte Carlo. Estas técnicas simulan aleatoriamente de 1 a 10 millones de rayos de luz y la distribución de densidad de rayos de salida sirve como un valor indirecto para la intensidad radiante. Además del tiempo consumido por estas técnicas, la falta de una expresión analítica para la intensidad de salida y la irradiancia reduce el proceso de optimización a un procedimiento de prueba y error⁷⁷.

f) Archivos EULUMDAT: Hay dos unidades fotométricas que debemos considerar aquí, el flujo luminoso total y la intensidad luminosa. El flujo luminoso total es la

77 MORENO, Ivan. Color tunable hybrid lamp: LED-incandescent and LED-fluorescent. En *Sixth Symposium Optics in Industry*. SPIE, 2007. p. 171-177.

cantidad total de luz emitida por una fuente de luz, corregida por la respuesta espectral del ojo humano a la luz. Se mide en lúmenes. La intensidad luminosa define la cantidad de lúmenes en una dirección determinada, por ángulo sólido. Esto se mide en lúmenes por estereorradián o candela. La intensidad luminosa en un archivo fotométrico se definirá en muchas direcciones diferentes. Un archivo fotométrico típico que creamos en Photometric Testing contendrá valores de intensidad luminosa para 855 ángulos diferentes. Un archivo de datos fotométricos también contendrá la energía eléctrica de entrada que consume la fuente de luz (los Watts). El archivo fotométrico en sí es un archivo ASCII (texto delimitado). Hay tres formatos: IES; EULUMDAT; y TM-14. En 1986, la institución *Illuminating Engineering Society of North America* (IESNA) creó el estándar LM-63-86, "Formato de archivo estándar recomendado por IES para la transferencia electrónica de datos fotométricos". Se ha actualizado dos veces, en 1995 y 2002. El archivo IES es el formato más común en América del Norte, pero también se usa ampliamente en Europa. Los archivos de datos fotométricos IES tienen la extensión de nombre de archivo. ies. EULUMDAT (también conocido como LDT, por su extensión de archivo) es el archivo de datos fotométricos estándar de la industria de facto en Europa. Sin una organización de estándares reconocida para definirlo y mantenerlo, EULUMDAT se ha mantenido prácticamente sin cambios desde su introducción en 1990. Desafortunadamente, también significa que no hay ninguna publicación disponible que documente oficialmente el formato de archivo. A pesar de estos inconvenientes, los archivos LDT todavía se utilizan ampliamente y la mayoría de los clientes solicitan sus datos en ambos formatos. Los archivos de datos fotométricos LDT tienen la extensión de nombre de archivo. ldt⁷⁸

1.3.4. Principales Problemas de las Fuentes de Luz LED

Los LED tienen unas características diferenciales con respecto al resto de fuentes de luz que pueden suponer un riesgo para la salud de los trabajadores o agravar problemas de salud ya existentes. Entre ellos destacan los siguientes⁷⁹

- a) Los LED tienen luminancias muy elevadas. Debido al pequeño tamaño de su región emisora y al gran flujo luminoso que proporcionan tienen en general una alta luminancia. La luminancia de un LED sin difusor puede llegar a ser 1000 veces mayor que la de una fuente convencional. Por ello es muy importante que se diseñen y fabriquen con ópticas adecuadas para cada uso asegurando el cumplimiento de las recomendaciones contenidas en las normas EN 12464 y EN 13201 sobre el control de deslumbramiento.
- b) b) Obtener luz blanca a partir de luz azul. Los LED blancos basados en la tecnología PC-LED (Blue Conversion Phosphor) generan luz blanca a partir de un chip LED que emite luz azul con una longitud de onda de emisión máxima de 445-465 nm. Se coloca una capa de fósforo en el chip, que convierte parte de la luz azul en otros colores. Según el tipo y la cantidad de fósforo, hay disponible una amplia variedad de LED blancos con proporciones muy diferentes de luz azul a la luz total emitida. El pico del espectro en la región azul puede tener un impacto negativo en la salud humana porque se superpone con la región espectral que afecta la regulación del ritmo circadiano y puede causar daño directo a las células de la retina.
- c) Sistemas de potencia que puedan vibrar y provocar efectos estroboscópicos. Las fuentes de luz LED producen fluctuaciones a corto plazo en la intensidad eléctrica que, dependiendo de su frecuencia, amplitud y forma, se convierten en fluctuaciones en el flujo de luz emitido. Los ciclos de fluctuaciones pueden causar síntomas clínicos.

CAPÍTULO II. LA LUZ DE TRABAJO

⁷⁹ ANSES 2010. *Effets sanitaires des systèmes d'éclairage utilisant des diodes électroluminescentes (LED). Rapport d'expertise collective "Comité d'Experts Spécialisés (CES): Agents physiques, Nouvelles technologies et grands aménagements"* Octobre 2010.

Desde principios del siglo XX existió un claro interés en estudiar la importancia de la iluminación en los centros de trabajo. Los primeros estudios que se realizaron tenían como finalidad conocer los efectos de una mala iluminación en la productividad en las fábricas y como esta mala iluminación podría ser causa de accidentes de trabajo. Posteriormente, el objetivo prioritario fue el análisis de las características físicas de las luminarias con la finalidad de cuantificar la iluminación necesaria en el puesto de trabajo para evitar accidentes y adaptarse a las necesidades de visión en función de las diferentes tareas que un trabajador desempeña en su puesto de trabajo.

La iluminación es por lo tanto un factor clave en las condiciones y medio ambiente del trabajo y sus efectos en la seguridad y salud de los trabajadores.

2.1. CONCEPTO DE CENTRO DE TRABAJO Y LUGAR DE TRABAJO

En la legislación laboral se utilizan repetidamente los términos empresa y centro de trabajo, de forma indistinta, sin embargo, se induce claramente que el legislador laboral desea indicar normalmente que la empresa es un concepto mayor que el centro de trabajo.

De acuerdo con el artículo 2 del Real Decreto 171/2004⁸⁰, de 30 de enero, por el que desarrolla el artículo 24 de la Ley 31/1995⁸¹ de 8 de noviembre, de 8 de noviembre, de prevención de riesgos laborales en relación con la coordinación de la actividad económica, se determina que se entiende por centro de negocios: “Una zona de construcción donde los trabajadores deben permanecer o ingresar a trabajar independientemente.

80 Artículo 24 de la Ley 31/1995. Real Decreto 171/2004. Prevención de Riesgos Laborales. *Boletín Oficial de Estado*, 30/01/2022.

81 Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales. *Boletín Oficial Del Estado*, 2014..

El artículo 1.5 del Estatuto de los Trabajadores⁸², define Centro de trabajo como “la unidad productiva con organización específica, que sea dada de alta, como tal, ante la autoridad laboral”

Según esta definición el concepto de Centro de trabajo es abierto y tendría las siguientes características:

1º. Una unidad productiva.

Esta característica sirve para diferenciar la empresa, de un centro de trabajo, siendo este último una organización empresarial en el que se individualiza por unidades de trabajo que actúan por separado. Dicha individualización del espacio de trabajo se lleva a cabo como una parte de la actividad que se lleva dentro de la organización o se asume una fase de la producción. Puede ser total se (un centro de trabajo por actividad) o parcial (diversos centros de trabajo para realizar la misma actividad)⁸³.

2º. Que cuente con organización específica.

El centro de trabajo cumple su función como una unidad empresarial, jerarquizada dentro de una organización, que está controlada por una dirección general. Sin embargo, una unidad de producción puede ser considerada como centro de trabajo cuando tenga autonomía de organización y funcionamiento propia, esta organización específica debe existir, aunque sea mínima, sino la unidad productiva no podría ser considerada centro de trabajo.

3º. Es dada de alta por una autoridad con competencia laboral

Actualmente simplemente se requiere comunicar la apertura de un centro de trabajo a la autorización laboral sin que se requiera autorización obligatoria administrativa para poder realizar la apertura de un centro de trabajo. Esta comunicación del alta de un centro de trabajo tiene como requisito comprobar que se cumplen los estándares que eviten que el empresario no confunda cuales pertenecen al centro de trabajo y cuales no⁸⁴.

82 Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre, por el que se aprueba el texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores. *Boletín Oficial del Estado*, 2015.

83 CASTRO, Gregorio Martín. Reputación empresarial y ventaja competitiva. *ESIC Editorial*, 2008.

84 DÍAZ BERNARDO, Luis. El teletrabajo y la seguridad y salud de los trabajadores: aplicación de la normativa específica en el domicilio del trabajador y la vigilancia y control de su cumplimiento. *El teletrabajo y la seguridad y salud de los*

4º. Lugares de trabajo

El lugar de trabajo es al que el trabajador asalariado acude como establece el contrato para desempeñar sus labores profesionales, pudiendo acudir a diferentes centros de trabajo, teniendo cada uno de ellos su propia labor específica, aunque existen ciertas normas que se deben de llevar a cabo en el espacio de trabajo.

Lugar de trabajo es el espacio físico donde se llevan a cabo las distintas actividades de la Empresa mientras que Centro de Trabajo es el solicitado por una empresa para llevar a cabo su actividad.

Siguiendo lo dispuesto en el Real Decreto 486/97⁸⁵, de 14 de abril, y su guía técnica⁸⁶ se entenderá por “lugares de trabajo”⁸⁷ las áreas del centro de trabajo edificadas o no, en las que los trabajadores deban permanecer o se les permita su acceso, por razón de su trabajo.

Se consideran incluidos en esta definición los servicios higiénicos y locales de descanso, los locales de primeros auxilios y los comedores.

Por lo que independientemente del régimen de acceso a estas zonas del centro de trabajo están incluidas en la definición dada de lugar de trabajo por este Real Decreto.

En esta definición se consideran los lugares de trabajo las áreas en las que los trabajadores permanecen o se les permite acceder por razón de su trabajo. Es un concepto amplio que no incide en las diferentes actividades que se desarrollan en los lugares de trabajo.

trabajadores: aplicación de la normativa específica en el domicilio del trabajador y la vigilancia y control de su cumplimiento, 2014, p. 79-85.

85 Real Decreto 486/97, por el que Se Establecen Las Disposiciones Mínimas de Seguridad Y Salud En Los Lugares de Trabajo, Real Decreto 486/1997. *Boletín Oficial del Estado*, 14/04/2022.

86 VV.AA. Guía Técnica para la evaluación de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. 2ª edición. *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*, Madrid, 2015

87 Art.2 del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen los requisitos mínimos de seguridad de los lugares de trabajo.

2.2. ORIGEN DEL INTERÉS DE LOS EFECTOS DE LA ILUMINACIÓN EN EL TRABAJO

El interés sobre las características físicas de las luminancias y sus efectos en los ambientes de trabajo se remonta a 1914 cuando un comité de la Comisión Internacional de l'Éclairage (CIE) fue quien dictó por primera vez, las recomendaciones lumínicas para controlar los deslumbramientos y como efectuar el protocolo necesario en caso de emergencia⁸⁸.

La Comisión Internacional de Iluminación (usualmente conocida como CIE por las iniciales de su designación en francés: Commission Internationale de l'Éclairage) es la máxima autoridad a nivel internacional en el campo lumínico⁸⁹.

La CIE está reconocida como una organización que funciona de forma independiente, no tiene ánimo de lucro, y sirve a los países miembros voluntariamente. En sus orígenes fue creada a principio del siglo XX como la Comisión Internacional de Fotometría (CIP), que, debido a su reestructuración 13 años después de su fundación, adoptó el nombre CIE, debido a su carácter organizacional profesional, es reconocida a nivel internacional como la mayor autoridad del mundo en el campo lumínico y sus vertientes, siendo la única con capacidad de prestar información de los diferentes espectros que forman la luminiscencia: colorimetría; radiometría; fotometría; y, por consiguiente la iluminación.

Debido a todo ello, las aportaciones realizadas por la CIE han permitido que se desarrollen diferentes patrones que se aplican internacionalmente y que preste recomendaciones como procedimientos para actuar en el trabajo⁹⁰.

88 PAREJA RODRIGUEZ, Enrique. Legislación sobre alumbrado en el centro de trabajo: España, a años luz. *Salud y trabajo*. Madrid. nº 65, 1988; p. 26-30.

89 CORRONS, Antonio, CAMPOS, Joaquín, MELGOSA, Manuel. La Comisión Internacional de Iluminación (CIE) *Departamento de Metrología. Instituto de Física Aplicada (CSIC). Departamento de Óptica, Universidad de Granada, 18071 Granada.*

90 BASTIE, Jean. Cien años de cie y evolución de la iluminación. *Luz e Ingeniería*, 2013, vol. 21, nº 4, pág. 11-20.

La CIE está reconocida por diferentes organismos internacionales como: la Organización Internacional de Normalización (ISO), la Comisión Internacional de Pesos y Medidas (CIPM), y la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), como organismo internacional de normalización.

Los miembros que actúan en la CIE se denominan como “Comités Nacionales”, siendo representativos de diferentes estados con una mayor representatividad para que los órganos de los mismos cooperen en materia de luminiscencia en el territorio en el que actúen⁹¹.

El CIE tiene ocho departamentos, cada uno de los cuales cubre una amplia gama de temas y está dirigido por un jefe de departamento. Los directores de los ocho departamentos junto con los miembros del Directorio del CIE forman el *Consejo*.

Con la aprobación de la junta, la Cámara de Comercio establece comités técnicos bajo la supervisión del presidente para realizar las tareas específicas definidas en el mandato. Cada comité técnico consta de un grupo de expertos recomendados por el presidente del comité y aprobados por los departamentos correspondientes para tratar de reunir información diferente y opiniones actuales sobre el tema que se investiga.

Un comité técnico generalmente dura alrededor de cuatro años y finaliza con un informe después de que los miembros del comité acuerdan terminar el comité. Las opiniones y recomendaciones del comité técnico son revisadas y votadas por los miembros del departamento y luego enviadas a la junta para su publicación como un *Informe Técnico*.

Actualmente las actividades técnicas de la CIE se llevan a cabo bajo la responsabilidad de seis divisiones⁹² cada una de las cuales cubre un sector de la luz y el alumbrado, las cuales son:

División 1: Visión y color, esta parte se centra en el estudio de la respuesta de la visión a la luz y el establecimiento de normas, modelos y procedimientos normativos para las funciones de respuesta en fotometría, colorimetría, reproducción cromática, rendimiento óptico y evaluación de la luz y la iluminación.

91 POZO GUERRÓN, José Paúl. *Análisis de eficiencia energética del alumbrado público en el sector El Girón en la ciudad de Quito*. 2014. Tesis de Licenciatura. Quito, 2014.

92 CIE 2022. Commission Internacional de L'Éclairage: <https://cie.co.at/technical-work/divisions>

División 2: Mediciones físicas de luz y radiación, esta división se centra en los procedimientos estándar para evaluar las propiedades de radiación ultravioleta, visible, infrarroja y esférica y las propiedades ópticas de materiales y lámparas, y su evaluación utilizando propiedades ópticas y físicas. detectores u otros equipos.

División 3: Entorno interior y diseño de iluminación Este capítulo examina y evalúa los factores visuales que influyen en la satisfacción de los ocupantes del edificio con su entorno, teniendo en cuenta los aspectos térmicos y acústicos, y proporciona orientación sobre los criterios de diseño necesarios para el diseño y el funcionamiento de la iluminación natural y la iluminación. La técnica incluye los cálculos necesarios para iluminar el interior del edificio. El departamento incorpora los resultados de sus propias investigaciones y las de otros departamentos de CIE en las directrices generales de iluminación interior.

División 4: Transporte y aplicaciones exteriores, esta división estudia y elabora guías para el diseño de alumbrado exterior y señalización luminosa.

División 6: Fotobiología y Fotoquímica, Esta división estudia y evalúa los efectos de la radiación óptica sobre los sistemas biológicos y fotoquímicos solo de la visión.

División 8: Tecnología de la Imagen, esta división estudia procedimientos y elabora guías y normas para los aspectos ópticos, visuales y meteorológicos.

En el caso concreto de España, CIE está representada por la “Comisión Española de Alumbrado” (CEI)⁹³.

Con relación al interés por los efectos de la iluminación en el trabajo destaca el estudio llevado a cabo por George Elton Mayo entre 1927 y 1937. George Elton Mayo gran psicólogo y

93 Comité Español de Iluminación. CEISP, 2022.

sociólogo del siglo XX, realizó aportaciones que brindaron de un mayor humanismo a las organizaciones y apoyaron las condiciones de trabajo de los empleados⁹⁴ y llevó a cabo el primer experimento en una fábrica dirigido a evaluar los efectos a nivel psicológico que podían influenciar las condiciones de trabajo físicas en concordancia con la producción realizada.

De forma previa a la incorporación de George Elton Mayo, los estudios en este campo comenzaron a realizarse desde el año 1924, siendo el órgano encargado de realizarlo la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos. Esta investigación de los efectos ambientales de la luminosidad, olores, espacios, ruidos y comodidad se basaron en los efectos que tenían en la productividad, estableciendo una correlación para su estudio en el rendimiento de la mano de obra, siendo los resultados positivos en los casos de mucha luz, y menores en el caso contrario⁹⁵.

Hasta que no se demostró con los estudios de Hawthorne la correlación de la productividad gracias a la luz, hubo estudios que mostraban resultados que no aportaban realmente evidencias en el comportamiento productivo realizado por el ser humano⁹⁶.

En 1927 en los talleres de Hawthorne (Chicago) de la Western Electric Company y en colaboración con el Consejo Nacional de Investigaciones, George Elton Mayo se incorpora a los experimentos, introduciendo modificaciones en el sistema de llevarlos a cabo realizando actividades como la eliminación de las mejoras y regresando los trabajadores a la línea de producción. La productividad se incrementó, según las investigaciones de George Elton Mayo la causa estaba en los factores psicológicos y no en los fisiológicos, comprobando así que se mejora la productividad de la mano de obra como su autoestima en el lugar de trabajo⁹⁷.

Las investigaciones de George Elton Mayo no pudieron ser más relevadoras en el campo de mejora del ambiente social, por el que se consigue demostrar que la influencia de la productividad y los factores de interacción quedan unidos en el rendimiento de la mano de obra⁹⁸.

94 Elton Mayo y los experimentos de Hawthorne. EQUIPO EDITORIAL, 2018.

95 SCHWARTZ, Daniel, et al. El efecto Hawthorne y la conciencia energética. *Actas de la Academia Nacional de Ciencias*, 2013, vol. 110, nº 38, pág. 15242-15246.

96 Íbidem

97 BRANNIGAN, A., & ZWERMAN, W. (2001). The real "hawthorne effect". *Society*, 38(2), 55-60.

98 MAYO, Elton. *The social problems of an industrial civilization*. Routledge, 2014.

Los resultados de estos experimentos permitirían crear la escuela de relaciones humanas actualmente ignorada en gran medida, mostrando cuán importante es el trabajo en equipo y el cuidado de los empleados.⁹⁹

En Europa, Gran Bretaña es pionera en llevar a cabo estudios y desarrollar normativa en todo lo relativo a las condiciones de trabajo y derechos de los trabajadores en las fábricas. En 1941 en Gran Bretaña el “Factories Act” cuantifica la iluminación que debe alcanzarse en el puesto de trabajo, en sesión del Parlamento del 5 de marzo de 1941 Mr. Culverwell preguntó al ministro de Trabajo, si le había llamado la atención el párrafo 18 del Tercer Informe de la Comisión Especial de Gastos Nacionales, recomendando mejorar la iluminación de las fábricas y talleres; y ¿qué acción está tomando al respecto? (...).

Los primeros experimentos y estudios en relación con la importancia de la luz en el trabajo fueron promovidos para lograr determinar los efectos de la iluminación en la productividad y sus costes.

Según el *Health and Safety Executive* (HSE) “la mala iluminación no solo puede afectar la salud de las personas en el trabajo y causar síntomas como fatiga visual, migraña y dolores de cabeza, sino que también está relacionada con el síndrome del edificio enfermo (SBS) en edificios nuevos y renovados”.

Para el empleador, la consecuencia de esto puede suponer un mayor ausentismo LABORAL debido a problemas de salud y una reducción de la eficiencia y la productividad de la mano de obra.

La necesidad de una iluminación adecuada se detalla en numerosas leyes, incluidas las diversas regulaciones de construcción del Reino Unido y la Ley de Salud y Seguridad en el Trabajo, etc. de 1974 (HSWA) del Parlamento Británico que, a partir de 2011, define la estructura y la

99 Artículo Club Ensayos: El experimento De HAWTHORNE en la Western Electric Company, 22 de abril de 2013

autoridad fundamentales para fomentar las regulaciones que cumplan con la salud y seguridad como el bienestar de los trabajadores de ese Estado¹⁰⁰.

En España, la Orden de 31 de enero de 1940¹⁰¹ por la que se aprueba el Reglamento General de Seguridad e Higiene en el trabajo, establece en el Capítulo II, las Condiciones Generales de los locales y ambientes de trabajo. El artículo 5 queda referido a los centros de trabajo como las diferentes edificaciones a las que ampara, beneficiando a la mano de obra como a los empresarios que se adaptan a los requisitos establecidos en dicho Reglamento¹⁰².

La Orden de 31 de enero de 1940, se refiere a los centros de trabajo en un sentido amplio que incluye tanto los edificios, emplazamientos o construcciones como las instalaciones y maquinaria. En lo relativo a los locales de trabajo se establece que deben tener las dimensiones necesarias en relación con superficie y ubicación en virtud del tipo de industria que se instale en los mismos y el número de trabajadores que trabajen en ellos.

En el artículo 16 de esta Orden se recoge que los locales de trabajo tendrán la iluminación precisa según la clase de operaciones o industria de que sean tratadas debiendo satisfacer la seguridad del personal que trabaja en estos centros de trabajo.

Siempre que esté disponible, se dispondrán de las condiciones lumínicas naturales, proporcionada a la del local y clase de trabajo, quedando cumplimentadas en aquellos espacios que no resulten iluminadas adecuadamente. Cuando no sea factible la iluminación natural se sustituirá por la artificial en cualquiera de sus formas y siempre que se ofrezca una posición garantista en lo que respecta a la seguridad, no vicie la atmosfera del local o represente un peligro de incendio en el centro de trabajo o para la salud del obrero.

100 Health and Safety at Work etc. Act 1974. *Legislation.gov.uk*, 2022.

101 Orden aprobando el Reglamento General Seguridad e Higiene en el Trabajo: “*Boletín Oficial del Estado*” núm.34, de 3 de febrero de 1940. Referencia: BOE-A-1940-1173

102 Artículos 5 y 6 de la Orden de 31 de enero de 1940 aprobando el Reglamento general de Seguridad e Higiene en el Trabajo. B.O.E. 5 de febrero de 1940. BOE.es - BOE-A-1940-1173. *Boletín Oficial del Estado*.

La Orden de 31 de enero de 1940 se refiere a la intensidad de la iluminación, se debe procurar que sea uniforme en todo el local. Se permite el empleo de lámparas individuales en la maquinaria¹⁰³ u aparatos, siempre que no den lugar a fuertes contrastes o deslumbramientos directos igualmente se deberán iluminar de forma especial los lugares dentro del local que representen mayor peligro de accidente. También con la finalidad de evitar accidentes cuando las circunstancias lo aconsejen se dispondrá de un alumbrado de seguridad que funcione de forma independiente del alumbrado normal. Se hace referencia a los locales anexos a los de trabajo como pasillos, corredores y escaleras, a los que se aplicarán análogas prescripciones.

En esta norma se regula que los locales de trabajo tendrán la iluminación precisa en virtud de las operaciones o industria de qué se trate y que satisfaga la seguridad del trabajador. Se relaciona por lo tanto la iluminación con la tarea o industria en la que se trabaje, así como la necesidad de satisfacer la seguridad del trabajador. Se prioriza la iluminación natural siempre que sea posible y se introduce a través del control de la intensidad de la iluminación la necesidad de evitar los deslumbramientos y las zonas de sombra.

Posteriormente la Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OGSST), surge según el preámbulo de esta, como consecuencia de la transformación sustancial que reestructura los procesos de producción, introduciendo una serie de nuevas técnicas y metodologías que inciden en la mano de obra, provocando el aumento de accidentes, debiendo de intensificarse las medidas preventivas en los centros de trabajo¹⁰⁴.

En el Título II de la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo quedan establecidas las medidas que se impondrán en los centros laborales y de los mecanismos y medidas de protección.

103 Artículos 16, 17 y 18 de la Orden de 31 de enero de 1940 aprobando el Reglamento general de Seguridad e Higiene en el Trabajo. B.O.E. 5 de febrero de 1940. BOE.es - BOE-A-1940-1173.

104 Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. BOE-A-1971-380. *Boletín Oficial del Estado*.

El capítulo primero se refiere a la seguridad estructural de los edificios y locales, concretamente de la seguridad estructural, en lo relativo a la superficie y cubicación, se establecen las condiciones mínimas que deben reunir los locales de trabajo. Además de regular los requisitos que deben reunir los suelos, techos y paredes, pasillos, escaleras fijas y de servicio, barandillas, puertas y salidas¹⁰⁵.

La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo introduce en las condiciones generales de los centros de trabajo varios conceptos constructivos como la seguridad estructural de los locales de trabajo, tanto en edificios permanentes como provisionales que deben tener cimientos que sostengan las cargas para las que han sido calculados y otros como la altura de los locales o la cubicación mínima por trabajador.

La Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo, dedica cinco artículos a la iluminación (artículo 25 al artículo 29) estableciendo las normas generales el primero de ellos.

El Art. 25.1 de la OGSHT¹⁰⁶ dispone “Todos los lugares de trabajo o tránsito tendrán iluminación natural, artificial o mixta apropiada a las operaciones que se ejecuten (...)”, por lo que se establece que la iluminación para los lugares de trabajo debe ser apropiada a las operaciones o tareas que se ejecuten.

Es por lo tanto importante que siempre haya iluminación natural en la medida de lo posible, y en el caso de iluminación artificial o mixta que resulte oportuna de acuerdo con el trabajo que se vaya a realizar, por lo que sería fundamental determinar que se entiende por “iluminación apropiada a las operaciones que se ejecuten”¹⁰⁷.

105 Artículos 13 y 14 de la Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OGSHT). BOE-A-1971-380 Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

106 Artículos 25 de la Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OGSHT).

107 RODRIGUEZ, R.; PATTINI, A.; VILLARRUEL, C. Protocolo para la medición de la iluminación en el ambiente laboral de la Superintendencia de Riesgos de Trabajo. *Aplicación y análisis de una propuesta complementaria*. En ASADES 2013-XXXVI Reunión de Trabajo-Tucuman. 2013.

En el artículo 28 de la OGSHT se establece la intensidad de la iluminación artificial mínima en función de las zonas en la que se realice el trabajo y las necesidades de visión en virtud de los detalles de la actividad que se realice.

Las condiciones que establecen la iluminación artificial quedan reguladas de la siguiente manera:

- a) En las disposiciones comunes y sitios de paso: 20 lux
- b) Las operaciones en las que se distinguen los detalles que no sean vitales, como manipular las mercancías a granel, de gran tamaño o que resulten necesarios para pulverizar productos: 50 lux.
- c) Cuando resulte preciso distinguir los detalles, en la fabricación de productos de la industria pesada, de montaje simple, de transformación alimentaria, del departamento de empaquetado y derivado, como vestuarios, el reglamento exigirá: 100 lux.
- d) En aquellas industrias de trabajo media o los productos de transformación de la marroquinería, industria textil, carpintería metálica e industria conservera: 200 lux.
- e) Si se requiere la misma distancia en el asiento del medio o en detalles como trabajos en máquinas, tapicería de cuero, telas ligeras, trabajos de oficina en general: 300 lux.
- f) Bajo condiciones de constantes contrastes, en el que los montajes son delicados, o tengan un gran cambio tipos de trabajo como los bancos de taller, vidrio, ebanistería, trabajos de oficina, tejidos de color oscuro y aquellas que precisen el dibujo artístico o lineal, las luces como exige el reglamento serán de: 500 a 1.000 lux.
- g) Las actividades que precisen una distinción fina o extrema, siendo relacionados en aquellos trabajos como la joyería y relojería, grabados, litografías, costura en tejidos oscuro, e imprenta: 1.000 lux¹⁰⁸.

108 Artículos 25, 26, 27 y 28 de la Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OGSHT). BOE-A-1971-380 Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

2.3. ILUMINACIÓN DE LOS LUGARES DE TRABAJO SEGÚN EL REAL DECRETO 486/1997, DE 14 DE ABRIL, POR EL QUE SE ESTABLECEN LAS DISPOSICIONES MÍNIMAS DE SEGURIDAD Y SALUD EN LOS LUGARES DE TRABAJO

2.3.1. Concepto de Lugar de trabajo

El Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo¹⁰⁹, tiene como objetivo principal el establecimiento de los requisitos que deben de ser cumplidos de acuerdo con las condiciones de los locales (de construcción, de diseño o utilidad), las instalaciones (de servicio y protección) de ambiente laboral para mejorar la seguridad y condiciones de los trabajadores¹¹⁰.

En este Real Decreto se separan por primera vez las condiciones constructivas de edificios o locales y de instalaciones de estos, del ecosistema del ambiente laboral que garanticen un uso por los trabajadores seguro y saludable, introduciendo todos los elementos que puedan influir en el bienestar del trabajador.

En el Real Decreto 486/1997, se define en el artículo 2¹¹¹ el concepto de lugar de trabajo, y comprende las áreas de "lugar de trabajo" del lugar de trabajo, independientemente de si está construido o no, y en las que los empleados deben permanecer o ingresar debido a su trabajo. Bienvenido al autobús y baños. Esta definición incluye salas de emergencia y restaurantes. El término incluye también los servicios o equipos de protección asociados al lugar de trabajo y considerados parte integrante del mismo.

De acuerdo con esta definición, el Real Decreto 486/1997, se aplica a los puestos de trabajo, pertenecientes a un centro laboral, siempre y cuando haya trabajadores, a excepción de aquellos

109 Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo. BOE-A-1997-8669.

110 VV.AA.: Guía Técnica para la evaluación de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. 2ª edición, *Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo*, Madrid, 2015, pág. 10.

111 Artículo 2 del Real Decreto 486/1997, 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los lugares de trabajo.

medios de transporte en el que fueran en el exterior del centro de trabajo, como los lugares que sean definidos como medios de transporte; obras para la construcción de forma móvil o temporal, los buques de pesca, la industria de extracción, los campos de cultivo y otras formaciones terrenales que quede denominado como agrícola, pero formado a las afueras de las edificaciones¹¹².

Habida cuenta de estas excepciones, el Real Decreto 486/1997 aplica tanto en los sectores de la industria como de servicios abarcando una gran cantidad de puestos de trabajo que no afectan únicamente a las instalaciones sino a los comercios y edificios públicos. Quedan exceptuados de la aplicación de esta normativa las medidas que resulten requeridas por su actividad principal, implicando para ello una transformación voluntaria del ecosistema laboral (como la minería y la construcción), aunque sus peculiaridades inherentes del entorno en el que se desarrolle el trabajo como el campo de cultivo o el propio transporte¹¹³.

Las zonas de servicio o protección de un centro laboral sobre las que puede surgir alguna duda a la hora de entrar o no dentro de la definición del puesto de trabajo que cumple el trabajador, accediendo a ellos debido a su ocupación, son instalaciones de la empresa, que son prestantes de un servicio que resulta necesario para desarrollar su actividad profesional. Los servicios para auxiliar al trabajador y los comedores, como las áreas de descanso son indispensables para prestar servicio al trabajador¹¹⁴.

Las instalaciones de una empresa pueden ser generadores de riesgos para los trabajadores como las personas que estén alrededor, lo que da lugar a que el empresario cumpla sus obligaciones a la hora de velar con la seguridad y salud del resto, adoptando las medidas que resulten precisas para que se cumpla con las exigencias marcadas por la ley. La gestión de ellas debe de garantizar un control adecuado de los riesgos para las instalaciones presentes dentro del lugar de trabajo¹¹⁵.

112 Artículo 1.2 del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los lugares de trabajo.

113 VV.AA.: Guía Técnica para la evaluación de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. 2ª edición, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 2015, pág. 9.

114 ESTARELLA, Gemma Martínez, et al. Gestión y liderazgo de los servicios de Enfermería en el plan de emergencia de la pandemia COVID-19: la experiencia del Hospital Clínic de Barcelona. *Enfermería Clínica*, 2021, vol. 31, p. S12-S17.

115 VV.AA.: Guía Técnica para la evaluación de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. 2ª edición, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 2015, p. 13.

2.3.2. La Iluminación del Lugar de Trabajo

El Real Decreto 486/1997, recoge las condiciones lumínicas de las que los trabajadores deben disponer en su espacio de trabajo, con la finalidad de que queden adecuadas para el desarrollo de cada actividad, evitando que el trabajador desarrolle tanto fatiga visual, como problemas de concentración a consecuencia de los problemas basados en deslumbramientos o falta de disposición lumínica ¹¹⁶.

Las condiciones lumínicas de cada zona del espacio en el que desarrolle su trabajo el empleado deberán de tener unas condiciones inherentes a la actividad que se lleve a cabo. Si se tiene en cuenta estas condiciones, se dispondrá de:

- a) Los riesgos a nivel de seguridad y salubridad por parte del empleado de forma correlacionada con las condiciones que existen con visibilidad en cada puesto.
- b) La exigibilidad visual necesaria para el desempeño de cada una de las tareas realizadas por el trabajador.

En el caso de que los lugares de trabajo dispongan de unas condiciones inadecuadas para que el trabajador lleve a cabo sus tareas por falta de iluminación dentro del espacio laboral donde desarrolle sus actividades, puede suponer que el trabajador se exponga a unas condiciones insalubres e inseguras, siendo gestantes de un mayor número de accidentes y errores: debido a la fatiga y carga visual desempeñada durante el proceso de trabajo por parte del obrero afectado. El control de la iluminación y de los deslumbramientos puede minorar los efectos de una mala iluminación, mejorando la calidad de vida de los trabajadores que se hayan poder visto afectados por esta irregularidad legislativa¹¹⁷.

116 Artículo 8 del Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las Disposiciones mínimas de seguridad y salud de los lugares de trabajo.

117 FERNÁNDEZ-FIERRO, Alex Augusto, et al. Evaluación Comparativa de los Riesgos Higiénicos a los que se expone el Analista de un laboratorio Clínico Público y uno Particular. *Polo del Conocimiento*, 2022, vol. 7, no 6, p. 457-467.

Además, resulta necesario tener en cuenta que los trabajadores pueden desarrollar problemas visuales causados por las malas condiciones lumínicas manifestadas, afectando a su seguridad y requiriendo una solución para no someter un perjuicio para la empresa. Los requisitos para mejorar las condiciones de luz de la plantilla se expondrán más adelante¹¹⁸.

Desde la perspectiva de los trabajadores, la iluminación deficiente en el trabajo puede provocar fatiga visual, cansancio, dolores de cabeza, estrés y accidentes.

Por otro lado, demasiada luz también puede causar problemas de salud y seguridad, como dolores de cabeza por "deslumbramiento" y estrés. Ambos pueden provocar errores en el trabajo, mala calidad y baja productividad.

Varios estudios sugieren que una buena iluminación en el lugar de trabajo comporta mejora de la productividad y reducción de errores. Por ejemplo, en el Manual de la OIT, Mejora de las condiciones de trabajo y la productividad en la industria de la confección, se indica que la mejora de la iluminación en algunas fábricas resultó en un aumento del 10% en la productividad y una reducción del 30% en los errores.

El Anexo IV del Real Decreto 486/1997 recoge las condiciones para una iluminación natural, complementándose con una luz artificial que serán garantistas en lo que respecta a las condiciones de visibilidad del trabajador que resulten en todo momento las adecuadas.

Gracias a ello, quedarán localizadas cada tipo de fuente de acuerdo con los requisitos lumínicos que queden exigidos por la legislación competente¹¹⁹.

La mayoría de los lugares de trabajo tienen una combinación de iluminación natural y artificial. Sin embargo, parece que se presta poca atención al tipo de tarea; es como si todo el trabajo requiriera el mismo grado de iluminación.

118 VV.AA.: Guía Técnica para la evaluación de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. 2ª edición, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 2015, Anexo IV.

119 VV.AA.: Guía Técnica para la evaluación de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. 2ª edición, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 2015, Anexo IV.

Es fundamental que la luz se concentre en el trabajo en cuestión y no directa o indirectamente en los ojos de los trabajadores. Cuanto más detallada sea la tarea, más luz se necesita para que los trabajadores puedan realizar el trabajo de manera eficiente además que las luces estén colocadas en el lugar correcto para que no se adopten malas posturas en la realización del trabajo.

En el Anexo IV del Real Decreto 486/1997¹²⁰ se incluye una tabla en la que se fijan los niveles mínimos de iluminación en luxes de los lugares de trabajo, niveles que se duplicarán cuando concurren ciertas circunstancias como la existencia de riesgos laborales que se aprecien: tales como, caídas, choques frontales y otra clase de accidentes dentro del espacio de trabajo que, por su forma, son causadas por los errores visuales, causadas por una baja iluminación, suponiendo un perjuicio para el trabajador y la empresa como para los terceros que se encuentren en dicho lugar.

Se especifica a que distancia se medirá el nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea que es la altura a la que esta se realice, y en el caso de zonas de uso general 85 cm del suelo, así como las vías de circulación a nivel del suelo.

Tabla 2. Niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.o Bajas exigencias visuales	100
2.o Exigencias visuales moderadas	200
3.o Exigencias visuales altas	500
4.o Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100

120 VV.AA.: Guía Técnica para la evaluación de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. 2ª edición, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 2015, Anexo IV.

Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Fuente: elaboración propia a partir de VV. AA ¹²¹

Para conseguir unas condiciones adecuadas de iluminación en los lugares de trabajo y determinar un entorno luminoso adecuado además de cumplir con los niveles de iluminación requeridos se deben satisfacer unas necesidades cualitativas. Los parámetros que sirven para determinar un entorno luminoso adecuado son¹²²:

- Uniformidad de los niveles de iluminación
- Distribución o equilibrio de luminancias
- Deslumbramiento directo e indirecto
- Direccionalidad de la luz
- Parpadeos y efectos estroboscópicos

Si comparamos los valores mínimos de iluminación recomendada para interiores fijados por la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OGSHT) con las que se recogen en el Real Decreto 486/1997, los valores prácticamente se doblan, aunque siguen estando muy por debajo de los valores establecidos en las normas europeas.

Según el Real Decreto 486/1997¹²³, las condiciones lumínicas reservadas a los espacios de trabajo deben de permitir que el empleado pueda tener las condiciones óptimas para poder realizar sus actividades sin que por ello supongan un perjuicio para su salud y/o seguridad. Estas condiciones de visibilidad se deben conseguir combinando la luz natural con luz artificial. Para

121 VV.AA.: Guía Técnica para la evaluación de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. 2ª edición, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 2015, Tabla Anexo IV.

122 VV.AA.: Guía Técnica para la evaluación de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. 2ª edición, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 2015, Apéndice 6. Niveles de iluminación en lugares de trabajo de interiores.

123 VV.AA.: Guía Técnica para la evaluación de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. 2ª edición, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 2015, Apéndice 6. Niveles de iluminación en lugares de trabajo de interiores.

conseguir una luz artificial optima se fijan unos niveles mínimos de iluminación en luxes por zonas y tareas.

No se hace mención alguna a la necesidad de control de las luminarias que se deben instalar en cuanto a su clase y características ni a como se miden y verifican los luxes emitidos por dichas luminarias.

Además de no tener en cuenta los avances tecnológicos que hacen que los niveles mínimos de iluminación fijados en luxes como requisito para garantizar unas condiciones de visibilidad adecuadas no tenga sentido, ya que en función de las características de las fuentes de luz los valores asociados en luxes son totalmente diferentes a los recogidos en las Tablas.

Es decir, cómo podemos estar seguros de que estas fuentes de luz emiten realmente los luxes necesarios para garantizar las condiciones de visibilidad mínimas exigidas y los valores mínimos establecidos en la normativa se deberían fijar en virtud de las fuentes de luz.

Realizando una comparación entre la tabla de iluminancias recomendadas para interiores por la CIE (4) con los mínimos dictados por el art. 28 de la OGSHT y aclarando que no hay una concordancia total entre los grupos definidos en la Ordenanza y los citados en la CIE/ISO, las diferencias entre ambas son muy significativas.

Tabla 3. Iluminancias recomendadas para interiores comparativa entre la OGSHT y la CIE

Zonas de trabajo	OGSHT ¹²⁴	CIE ¹²⁵
Patios, galerías	20 lux	100-150 lux
Pequeña Distinción de detalles	100 lux	100-300 lux
Moderada distensión de	200 lux	500-1000 lux

124 Art. 28 de la Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OGSHT). BOE-A-1971-380 Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo.

125 CIE, An analytic model for describing the influence of lighting parameters upon visual performance. Technical foundations, 2ND ED., VOL 1. January 1.

Media distinción de detalles	300 lux	1000 lux
Fina distinción de detalles	500-1000 lux	2000 lux
Muy fina distinción de detalles	1000 lux	3000-20000 lux

Fuente: elaboración propia¹²⁶

Es importante mencionar el método recogido en la CIE 019.21-1981, que describe un modelo analítico integral de la influencia de los parámetros de iluminación sobre el potencial de rendimiento visual de los observadores que realizan tareas con componentes visuales significativos, y describe la evidencia utilizada para desarrollar cada fase del modelo. Es decir, se relaciona matemáticamente la actuación visual con la tarea, la persona en función de la edad y la iluminación. Este modelo fue considerado como un buen instrumento para la iluminación racional del puesto de trabajo¹²⁷.

2.4. Los Lugares de trabajo en el trabajo a distancia. Lugares de trabajo post COVID

Conforme se recoge en la exposición de motivos de la Ley 10/2021, de 9 de julio¹²⁸ de motivos sobre el teletrabajo, "Se entiende por teletrabajo el trabajo realizado fuera de las instituciones y sedes habituales de la empresa, parte del cual es teletrabajo" es el tipo de servicio prestado. nueva tecnología "

Esta norma recoge dos situaciones en relación con el trabajo a distancia que si bien tienen el mismo efecto en los trabajadores obedecen a razones bien distintas.

2.4.1. Acuerdo Marco Europeo sobre Teletrabajo

126 Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo. BOE-A-1971-380.

127 CIE 019.21-1981. An analytic model for describing the influence of lighting parameters upon visual performance. *Technical foundations* 2nd ed., vol.1, January 1, 1981.

128 Ley 10/2021, de 9 de julio¹²⁸, de trabajo a distancia sustituye al Real Decreto Ley 28/2020 de trabajo a distancia.

La regulación del trabajo a distancia en la Unión europea es originaria del Acuerdo Marco europeo sobre Teletrabajo¹²⁹ firmado el 16 de julio de 2002 y modificado el 17 de mayo de 2005. Estos interlocutores sociales europeos, la Confederación Europea de Sindicatos (ETUC), la Confederación Europea de Industrias y Empleadores (UNICE), la Asociación Europea de Empresarios y Pequeñas y Medianas Empresas (UNICE/UEAPME).) y el Centro de Empresas Públicas Europeas (CEEP).

El objeto de la ley de trabajo a distancia viene dictaminado dentro del Acuerdo Marco Europeo del teletrabajo, que tiene un impacto positivo en las condiciones de trabajo del empleado, dotándole de una mayor flexibilidad para trabajar, del mismo modo que quedan introducidas una serie de recomendaciones sin que tengan un valor legal¹³⁰, y en este sentido los trabajadores no pueden considerar que tienen derechos relacionados con lo que se menciona en este documento. Esto incluye una serie de definiciones de cómo se introducen dentro de la jerarquía organizacional, con la introducción de las tecnologías de la información (TIC) que suponen una regularización de cómo quedan ejecutado fuera del centro de trabajo. Si se tiene en cuenta que el teletrabajo cubre las necesidades de los trabajadores, los sindicatos han escogido esta definición para abarcar este modelo de trabajo desde el hogar¹³¹.

Destaca el carácter temporal del teletrabajo, ya que tiene un carácter voluntario que afecta al empleado como para el empresario, pudiendo formar parte de la descripción inicial del trabajador o ser aceptado posteriormente, aunque en ambos casos y con arreglo a la Directiva 91/533/CEE¹³², el empleador será quien facilitará toda la información escrita al empleado.

En este Acuerdo Marco queda resaltado los ámbitos fundamentales en los que se precisara las particularidades que supone el teletrabajo:

129 Acuerdo Marco Europeo sobre Teletrabajo.

130 PONS, Francisco Trujillo. Camino a una nueva ley sobre el trabajo a distancia (teletrabajo) y el derecho a la “desconexión digital en el trabajo”. *Revista Aranzadi Doctrinal*, 2020, no 8, p. 7.

131 CARRIZOSA-PRIETO, Esther. La Regulación Del Teletrabajo Estructural En Iberoamérica. *Archivos De Prevención De Riesgos Laborales*, 2022, Vol. 25, No 2, P. 162-179.

132 Directiva 91/533/CEE del Consejo, de 14 de octubre de 1991, relativa a la obligación del empresario de informar al trabajador acerca de las condiciones aplicables al contrato de trabajo o a la relación laboral.

- Las condiciones de empleo: los empleados que realicen sus labores desde el hogar, los teletrabajadores, tendrán la misma condición y derechos que trabajador que trabaje desde el local donde se desarrolle la actividad empresarial, siendo garantistas en términos legislativos, y, siendo aplicables los convenios firmados por la empresa, siendo aplicables en las mismas condiciones. No obstante, puede existir una serie de acuerdos que sean específicos para este colectivo, teniendo en cuenta la forma que se desarrolla la actividad por parte del colectivo.
- La protección de los datos: queda aplicada en el empresario, sobre todo a la hora de ser garantista en lo que respecta en la aplicación de la ley de protección de datos sobre el trabajador, quedando reservado únicamente con fines de uso profesional. El papel del empresario será el de informador para el teletrabajador a la hora de utilizar los equipos de trabajo, aportando las restricciones de uso y las sanciones aplicables si son utilizados en casos que no estén vinculados a la actividad empresarial de la empresa.
- El ámbito de la vida privada: el empresario respetará la intimidad de sus empleados, si se diera el caso de vigilar al trabajador, se proporcionará de los medios de vigilancia como viene aportado dentro de la Directiva 90/270/CEE¹³³ relativa a las pantallas de visualización.
- Los equipos para la actividad: de forma general, será el propio empresario quien facilite, instale y se ocupe del mantenimiento de los equipos para que el teletrabajador ejecute su actividad, siempre y cuando el trabajador realice su actividad con los equipos proporcionados por el empresario, en caso contrario, los gastos correrán a cargo del empleado, esto se expone en la legislación nacional de teletrabajo, como también en los convenios colectivos en los que se expone la amortización y deterioro de los equipos como de los datos utilizados por el propio teletrabajador¹³⁴.

133 Directiva 90/270/CEE del Consejo, de 29 de mayo de 1990, referente a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización (quinta Directiva específica con arreglo al apartado 1 del artículo 16 de la Directiva 89/391/CEE)

134 IRASTORZA SANMIGUEL, Blanca. Relación entre Teletrabajo y Calidad de vida. 2022.

- La salud y la seguridad: de acuerdo con la Directiva 89/391/CEE ¹³⁵, el empresario es el responsable de velar por las condiciones de salud del teletrabajador, quedando también expuestas a las directivas comunitarias, y la legislación, así como a los convenios entre sindicatos. La comprobación de todas estas disposiciones se realizará por la autoridad competente, actuando sobre el empresario. En el caso de los teletrabajadores, se llevará a cabo una notificación previa que de poder para el acceso de la visita por parte de la inspección de trabajo¹³⁶.
- La organización del trabajo: dentro del marco legislativo, en el que se incluye la normativa laboral que bajo este pretexto sea aplicable, como por parte de los convenios sindicales. La carga laboral y los criterios que se interpreten los resultados llevados a cabo por el teletrabajador son aquellos que equivaldrían a un trabajador que lleve a cabo sus actividades dentro del centro de trabajo.
- La formación de los teletrabajadores: la igualdad de condiciones de los trabajadores y teletrabajadores también se introducen en el acceso a la formación para que se pueda evaluar con las mismas condiciones, sin que suponga un perjuicio para ellos. Por tanto, se pondrá a disposición, por parte del empresario, de todos los medios que ejecuten esta formación para el teletrabajador¹³⁷.
- Los derechos colectivos de los teletrabajadores: los teletrabajadores tendrán los mismos derechos sindicales que los trabajadores que desarrollen su actividad en la empresa, sin que exista injerencias en la comunicación con los representantes sindicales¹³⁸.

2.4.2. Regulación en España del Teletrabajo anterior a la pandemia COVID

135 Directiva 89/391/CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989, relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo

136 DEL PINO, Cristina Ayala. La nueva regulación del trabajo a distancia no es la panacea. *Anuario jurídico y económico escurialense*, 2022, no 55, p. 115-140.

137 RUIZ, Iciar Alzaga. El derecho al abono y compensación de gastos en la Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia. *Revista Crítica de Relaciones de Trabajo, Laborum*, 2022, no 2, p. 11-32.

138 ZENIKAZELAIA Aldea, Aitor. La adaptación de los derechos colectivos en el trabajo a distancia. 2022.

En España la única aportación a la normativa en el teletrabajo es la mención en la Reforma Laboral del 11 de febrero de 2012¹³⁹, en su artículo seis se modifica el artículo 13¹⁴⁰ del Estatuto de los Trabajadores de la siguiente manera:

1. Quedan considerados como trabajadores a distancia aquellos que presten su actividad de forma habitual en el domicilio, o aquel que tenga el trabajador designado de por libre, desarrollando su actividad como lo haría de forma equivalente en el centro de trabajo¹⁴¹.
2. El aplicativo del artículo 8.3 de esta Ley para la copia básica del contrato de trabajo de la Ley de trabajo a distancia, establecerá que en el contrato inicial corresponderá su realización de forma escrita, cuando se realice la conversión del trabajo en el centro de trabajo al teletrabajo en el hogar o el lugar que lo designe el trabajador.
3. Los teletrabajadores prestarán sus servicios en igualdad de condiciones que de aquellos trabajadores que realicen su actividad en el centro de trabajo, siendo inherente a la prestación de sus servicios profesionales, tanto en el hogar como en el centro de trabajo, y teniendo derecho a la retribución pactada de acuerdo con su grupo profesional y a las profesiones designadas en el contrato de trabajo.

El empleador debe establecer las medidas que permitan la accesibilidad de la mano de obra a la formación profesional de carácter continuo, favoreciendo de este modo a la existencia de la promoción interna. Del mismo modo, cabe la posibilidad a que se promueva la información de los teletrabajadores sobre la existencia de vacantes, promoviendo su desarrollo presencial dentro de las instalaciones de la empresa

139 Artículo 6 del *Real Decreto-ley 3/2012, de 10 de febrero, de medidas urgentes para la reforma del mercado laboral*.

140 Artículo 13 del texto refundido de la Ley del Estatuto de los Trabajadores, aprobado por el Real Decreto Legislativo 2/2015, de 23 de octubre.

141 Cristóbal, Daniel Martínez. La protección constitucional del teletrabajador y el conflicto con los derechos fundamentales en España. *Revista Opinión Jurídica (Fortaleza)*, 2022, vol. 20, no 34, p. 114-141.

4. Según la ley núm. 31/1995, los teletrabajadores tienen el mismo derecho a la seguridad que los trabajadores que realizan actividades en el lugar de trabajo y tienen el mismo derecho a la protección integral en el ámbito de la seguridad y la salud. Reglas de desarrollo 8 de noviembre¹⁴².
5. Los trabajadores a distancia tienen el mismo derecho de representación sindical colectiva de acuerdo con la ley de trabajadores a distancia, quedando adscritos a lo acordado en el centro de trabajo¹⁴³.

Debido a la expansión de la pandemia del COVID 19, tanto las razones por las que se reguló inicialmente el teletrabajo como las diferentes realidades laborales a las que se aplicaba, cambiaron radicalmente surgiendo una nueva forma de organización del trabajo y de los lugares de trabajo.

2.4.3. Real Decreto-ley, 8/2020, de 17 de marzo, de medidas urgentes extraordinarias para hacer frente al impacto económico y social del COVID-19

El Real Decreto-ley, 8/2020, de 17 de marzo, de medidas urgentes extraordinarias para hacer frente al impacto económico y social del COVID-19¹⁴⁴, establece que se deben tomar medidas técnicas a tiempo para el trabajo a distancia en otro tipo de trabajos. Para poder adaptarse a la pandemia del COVID-19.

Lo que en el origen de la pandemia del COVID-19 podía entenderse como una situación extraordinaria y temporal con el paso del tiempo se puso en evidencia que el control de esta y sus efectos en la salud de las personas se dilataría en el tiempo y supondría más esfuerzo del esperado inicialmente afectando enormemente a las relaciones laborales y obligando a regular la nueva realidad laboral dada la evidencia de su pervivencia en el tiempo y sus efectos en la economía.

142 Suárez, Arturo Montesdeoca. El impacto del teletrabajo en la salud de las personas trabajadoras. *Relaciones Laborales y Derecho del Empleo*, 2022.

143 Fernández, Covadonga. La representación del personal en los centros de trabajo virtualizados. *Revista andaluza de trabajo y bienestar social*, 2022, no 162, p. 239-254.

144 Artículo 5. Real Decreto-ley, 8/2020, de 17 de marzo, de medidas urgentes extraordinarias para hacer frente al impacto económico y social del COVID-19.

2.4.4. Ley 10/2021, de 9 de julio, de Trabajo a Distancia

La Ley 10/2021, de 9 de julio¹⁴⁵, de teletrabajo, define nuevas situaciones y conceptos para el trabajo a distancia, es decir, el trabajo que se realiza fuera de las instalaciones de la empresa y de la sede de la empresa, cuyo subtipo es el trabajo a distancia e incluye: Prestación de servicios utilizando nuevas tecnologías.

La Organización Internacional del Trabajo reguló, en su Convenio n.º 177 y en la Recomendación n.º 184, el teletrabajo como la modalidad de trabajo que es realizada en el domicilio del empleado, siendo ajeno al centro de trabajo, estipulando una remuneración con el fin de dar un servicio o elaborar un producto de acuerdo con lo acordado en el contrato de trabajo¹⁴⁶.

La concepción clásica del trabajo a distancia regulaba el trabajo a domicilio, entendido como el trabajo realizado fuera del centro de trabajo sin que por ello exista un control de forma directa por parte de la empresa, bajo la forma, sector o por la propia geografía, de manera concreta¹⁴⁷.

Sin embargo la pandemia sanitaria ha evidenciado que el teletrabajo es el mecanismo de mayor eficacia, a la hora de asegurar de que se puede garantizar la continuidad de las actividades de forma mantenida durante el confinamiento domiciliario, lo que permitió prevenir al trabajador, en condiciones de salud y seguridad mientras continuara habiendo graves brotes de COVID-19, llegando no solo a normalizarse este tipo de trabajo sino que su utilización se ha convertido en referente al ser la única forma de trabajo que permitía mantener una regularidad en la actividad económica de las empresas¹⁴⁸.

145 Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia. «BOE» núm. 164, de 10 de julio de 2021

146 González, Graciela Alexia Alvarado; MALDONADO, Jesús Alberto Rodríguez; GONZÁLEZ, María Angélica Reséndez. Impacto del teletrabajo en las mujeres victorenses durante la pandemia COVID-19. *REVISTA DYCS VICTORIA*, 2022, p. 45-54.

147 Exposición de motivos Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia.

148 Benavides, Fernando G.; Silva-Peñaherrera, Michael. Datos y evidencias del teletrabajo, antes y durante la pandemia por COVID-19. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 2022, vol. 25, no 2, p. 133-146.

La normalización y generalización del trabajo a distancia durante la pandemia, ha supuesto que más allá de entender el trabajo a distancia, que supone un espacio en el que se puede realizar las tareas encomendadas por la empresa de forma flexible a la vez que remota, sin que por ello incurra en la necesidad de que exista un trabajador en el lugar de trabajo, generando un nuevo marco de relaciones laborales en las que las nuevas tecnologías tiene una importancia decisiva.

Hay que considerar que la necesidad inicial del trabajo remoto por razones sanitarias obligó de forma abrupta a modificar la forma que se llevarán a cabo las relaciones tipo laboral entre empleado y empleador, constatando no solo la viabilidad de esta forma de trabajo sino las consecuencias económicas del mismo, como, por ejemplo, una diferente concepción del centro de trabajo y del lugar del trabajo, de la gestión de la prevención de riesgos laborales¹⁴⁹.

La deslocalización del trabajador supone tanto ventajas como inconvenientes para los trabajadores y para las empresas, además de haber generado.

Las principales ventajas que suponen para el empleado se traducen a una flexibilización de gestionar en el trabajo y los periodos para descansar, permitiendo un mayor número de posibilidades para la gestión del trabajo desde el hogar. Para las empresas el trabajo a distancia implica que se reduzcan costes de material de oficina como los costes por desplazamientos, una mayor productividad en la que se racionalizan los horarios, fijando la población en sus espacios de trabajo, sin que resulte necesario la migración laboral, así como un mayor grado de compromiso que permita una reducción del absentismo laboral. Además, el trabajo remoto permite una importante reducción de la contaminación y ahorro de energía¹⁵⁰.

Como principales inconvenientes la forma de trabajar, resaltando la protección de datos, como el estrés y las brechas de seguridad informáticas que pueden surgir de la actividad laboral desde

149 Benavides, Fernando G.; Silva-Peñaherrera, Michael. Datos y evidencias del teletrabajo, antes y durante la pandemia por COVID-19. *Archivos de Prevención de Riesgos Laborales*, 2022, vol. 25, no 2, p. 133-146.

150 Cobreros Román, Pilar. Teletrabajo y control de la actividad laboral. 2022.

casa, tecnoestrés, horario continuo, fatiga, como la necesidad de estar conectado a la herramienta TIC de forma permanente, entre otros¹⁵¹.

Al margen de las ventajas e inconvenientes del trabajo a distancia o remoto este ha supuesto un desequilibrio proporcional a las obligaciones como los derechos por parte del empleador y del empleado, que ha sido necesario regular.

El objetivo ha sido regular en una norma única las diferentes necesidades creadas, tratando de equilibrar el uso de esta nueva forma de prestación laboral por cuenta ajena y las ventajas que supone para los trabajadores y las empresas con un marco de derechos que satisfagan los principios de igualdad de trato en las condiciones laborales, el carácter voluntario y reversible de este tipo de trabajo, las retribuciones (incluyendo los gastos compensatorios), la promoción y formación continua, salvaguardar los derechos del colectivo de trabajadores como los tiempos en los que se llevaran a cabo los descansos y la igualdad de promoción, como también la flexibilidad laboral de forma distribuida en forma de tiempo, en el que se expone la salud y seguridad del empleado ante el uso de las pantallas de las herramientas TIC¹⁵².

La Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia además ha tenido en cuenta las nuevas realidades sociales y de trabajo como la importancia a considerar que el trabajo a distancia resulta fundamental para que se permita asentar y fijar de la población en el medio rural¹⁵³, favorecer la conciliación de la vida familiar y la vida profesional de los padres y los cuidadores¹⁵⁴, para garantizar la defensa del derecho a la intimidad y uso de dispositivos TIC dentro del espacio laboral y el derecho a la desconexión digital¹⁵⁵ y por último debido a la expansión de la pandemia

151 Exposición de motivos Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia.

152 Barragán Molina, Julio Edilson; Hernández Torres, Luz Dary; González Pedroza, Mariana. Guía para el diseño del sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo para MiPymes en la modalidad de teletrabajo. 2022.

153 Directrices Generales de la Estrategia Nacional frente al Reto Demográfico, aprobadas por Consejo de ministros el 29 de marzo de 2019.

154 El Real Decreto-ley 6/2019, de 1 de marzo, de medidas urgentes para garantía de la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres en el empleo y la ocupación, modificó el artículo 34.8 del Estatuto de los Trabajadores, anticipándose al contenido de la Directiva 2019/1158 (UE) del Consejo, de 20 de junio de 2019, relativa a la conciliación de la vida familiar y la vida profesional de los progenitores y los cuidadores y por la que se deroga la Directiva UE 2010/18 del Consejo.

155 Ley Orgánica 3/2018, de 5 de diciembre, de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, *Boletín Oficial del Estado*.

provocada por el virus COVID 19, el artículo 13 del Estatuto de los Trabajadores es insuficiente para la regularización de las particularidades presentes en esta modalidad de empleo, sin que por ello suponga un perjuicio para el teletrabajador, al contrario sino que suponga la implementación de nuevas herramientas TIC.

En virtud de esta Ley la definición de lugar de trabajo se amplía¹⁵⁶, considerando que lugar de trabajo escogido para desarrollar el trabajo a distancia. Esta persona trabajadora a distancia queda adscrita a un Centro de trabajo de la empresa donde se llevará a cabo las funciones profesionales.

Siendo evidente que el lugar de trabajo de las personas trabajadoras a distancia es en su mayoría su domicilio particular, para dar cumplimiento al derecho a una adecuada protección de seguridad y salud en el trabajo¹⁵⁷ de los trabajadores ha sido necesario regular la evaluación de los riesgos y la planificación de la actividad preventiva.

Conforme se establece en la Ley 10/2021, las personas que efectúan el teletrabajo tienen el mismo derecho, como se ha dicho con anterioridad, y como se reconoce en la ley 31/1995 de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y la normativa de desarrollo a tener los mismos derechos y condiciones laborales¹⁵⁸.

La forma que se evalúa los riesgos y su correspondiente planificación, pondrán interés en los factores ergonómicos, psicosociales, accesibilidad y organizativos, dentro del espacio de trabajo del trabajador y del teletrabajador¹⁵⁹ ateniéndose a la distribución de la jornada de trabajos en tiempos de disponibilidad, siendo garantistas en los descansos y desconexiones entre jornada.

156 Artículo 7 de la Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia. *Boletín Oficial del Estado*.

157 Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales, y su normativa de desarrollo.

158 Artículo 15 de la Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia.

159 Artículo 16.1 de la Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia.

La evaluación de riesgos laborales únicamente afectará al espacio de trabajo del teletrabajador, siendo el lugar escogido por el trabajador a distancia en el que se efectuará dicha evaluación y planificación.

“La empresa deberá obtener toda la información acerca de los riesgos a los que está expuesta la persona que trabaja a distancia mediante una metodología que ofrezca confianza respecto de sus resultados, y prever las medidas de protección que resulten más adecuadas en cada caso. Cuando la obtención de dicha información exigiera la visita por parte de quien tuviera competencias en materia preventiva al lugar en el que, conforme a lo recogido en el acuerdo al que se refiere el artículo 7, se desarrolla el trabajo a distancia, deberá emitirse informe escrito que justifique dicho extremo que se entregará a la persona trabajadora y a las delegadas y delegados de prevención. La referida visita requerirá, en cualquier caso, el permiso de la persona trabajadora, de tratarse de su domicilio o del de una tercera persona física. De no concederse dicho permiso, el desarrollo de la actividad preventiva por parte de la empresa podrá efectuarse en base a la determinación de los riesgos que se derive de la información recabada de la persona trabajadora según las instrucciones del servicio de prevención”.¹⁶⁰

Resulta complicado imaginar cómo se puede llevar a cabo de forma efectiva la evaluación de riesgos en los domicilios particulares, es decir como conocer las condiciones y medio ambiente del nuevo establecimiento donde operará el teletrabajador, midiendo los efectos en salud de estos. Es evidente la existencia de riesgos físicos como el ruido, la iluminación, etc., siendo diferentes en cada domicilio o lugar de trabajo, por lo tanto, parece altamente complicado regular esta nueva realidad.

A medida que muchos trabajadores han vuelto al entorno de la oficina tras la pandemia del Covid-19, lo que ha quedado claro es que los empleadores han tenido que volver a imaginar el papel de la oficina en la vida de sus empleados. Este cambio de actitud abarca tanto la frecuencia con la que se espera que el empleado esté en la oficina, como también la forma en que la oficina está diseñada y configurada para crear un entorno de trabajo seguro y productivo. Una parte crucial

160 Artículo 16.2 de la Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia. *Boletín Oficial del Estado*.

y sensible de la reintegración de los empleados en los entornos de oficina es salvaguardar su salud mental y el diseño y la distribución de la oficina es una parte integral de este proceso. Por ello, se debe analizar la importancia de la iluminación y el impacto positivo que la iluminación inteligente puede tener en la salud y el bienestar.

A menos que los presupuestos sean infinitos, después de un período de negociación extremadamente exigente para muchas empresas, es poco probable que se realicen reajustes de oficinas completas, por lo que para muchos empleadores la estrategia se centrará en soluciones tácticas más pequeñas que puedan tener un impacto positivo. La iluminación inteligente, una solución "táctica" y asequible que tiene un papel muy importante que desempeñar en el lugar de trabajo, especialmente en esta era posterior a la pandemia, donde es probable que sigan prevaleciendo los patrones de trabajo flexibles y las capacidades reducidas dentro de los espacios de trabajo.

El panorama de las oficinas comerciales ha cambiado potencialmente para siempre, con más empleadores adoptando patrones de trabajo flexibles y combinaciones de trabajo desde el hogar y la oficina. Sin embargo, no todos los espacios de oficina estarán ocupados todo el tiempo y, si lo está, es poco probable que esté a plena capacidad. Al permitir que los sistemas de iluminación estén automatizados y bien planificados, la funcionalidad que ofrece la iluminación inteligente está en sintonía con esas necesidades cambiantes. La tecnología ofrece a las empresas un control óptimo sobre el uso de energía y, con ello, puede ofrecer enormes beneficios de ahorro de costes¹⁶¹.

La iluminación inteligente es Ideal para su uso en edificios públicos y comerciales, espacios industriales, hospitales y escuelas, así como en áreas al aire libre como pasos subterráneos para peatones y aparcamientos. Los beneficios de la iluminación inteligente se sentirán en cualquier lugar donde los requisitos de iluminación cambien con la hora del día y de acuerdo con el movimiento de sus usuarios¹⁶².

161 The importance of Smart lighting in the workplace. *Voltimum*, 2022.

162 *Íbidem*

Un detalle fundamental para adaptar las fuentes lumínicas de los puestos de trabajo es poner la fuente de iluminación artificial que resulte adecuada, en características y clases de las lámparas. Las luces utilizarán los mismos mecanismos donde quedarán acogidas las luminarias con el resto de los elementos, tales como los reflectores, pantallas, lentes y difusores, siendo denominados como alumbrado estas luminarias. Este alumbrado puede ser interior, si se encuentra en el propio lugar de trabajo, o exterior, si se halla fuera de las instalaciones¹⁶³.

En este sentido, las fuentes lumínicas corresponden a una parte fundamental de la ergonomía del puesto de trabajo, ya que es el propio ojo humano el que se adecua a las condiciones lumínicas, siendo aquellas más pobres las causantes de una mayor fatiga visual que puede suponer un perjuicio en el rendimiento del empleado, lo que supone un mayor número de accidentes y/o errores¹⁶⁴.

Un estudio adecuado sobre las características que estarán a disposición de las condiciones y los sistemas de iluminación, la acomodación a las labores que se deben efectuar y las características individuales, son cuestiones totalmente relevantes que se deben considerar.

- El alumbrado general ofrece unas condiciones lumínicas análogas sobre la zona de trabajo iluminada. Es una forma de iluminar de gran amplitud que se consigue repartiendo la iluminación de tal manera que queda regular por toda la parte alta de la estancia.
- El alumbrado general localizado suministrará una luz que no resulta local y es proyectada en el techo del espacio de trabajo. El resto de las instalaciones contarán con fuentes lumínicas más débiles para poder contribuir al ahorro de energía.
- El alumbrado que quede localizado queda empleado para cuando sea preciso una fuente de luz que sea complementaria para la realización de un trabajo en concreto. Esto queda recurrido en las instalaciones lumínicas superiores a los 1000 lux o haya impedimentos que neutralice el paso de luz. En los casos que no resulte obligatoria la contribución de

163 YÉPEZ-GARCÍA, Ariel, et al. COVID-19 y servicios de infraestructura. 2022.

164 VILLEGAS-VICENCIO, Luis Javier; TAPIA-MERCADO, Juan C.; LERMA-ARAGÓN, Jesús R. Ambiente Virtual Para El Aprendizaje De Métodos Experimentales Mediante El Uso De Tic. Virtual Environment For Learning Experimental Methods Through The Use Of Ict. *Tecnología Educativa Revista Conaic*, 2022, Vol. 9, No 1, P. 36-40.

una luz complementaria, pero que el trabajador tenga de deficiencias visuales, se vigilará por su seguridad ante los casos que hayan deslumbramientos¹⁶⁵.

2.4.5. Normativa Europea Relativa a los Requisitos de Seguridad y Salud en el Lugar de Trabajo

La Directiva “Marco” sobre salud y seguridad en el trabajo¹⁶⁶ (Dir. 89/391 CE del Consejo, de 12 de junio de 1989) establece las obligaciones de los empresarios y los derechos y obligaciones de los trabajadores en este campo.

Esta Directiva entiende como “lugares de trabajo, los lugares destinados a albergar puestos de trabajo, situados en los edificios de la empresa y/o del establecimiento, incluido cualquier otro lugar dentro del área de la empresa y/o del establecimiento al que el trabajador tenga acceso en el marco de su trabajo”.

La Directiva 1989/654/167 (Dir. 1989/654, del Consejo, de 30 de noviembre de 1989), relativa a los requisitos mínimos de seguridad y salud en el lugar de trabajo (en lo sucesivo denominada WPD) es la primera Directiva individual en el sentido del artículo 16, apartado 1. Establece requisitos básicos de seguridad y salud en los lugares de trabajo en general, con el objetivo de introducir medidas mínimas para mejorar el clima laboral y garantizar un mejor nivel de protección de la seguridad y la salud. Como lo hace la Directiva marco, la WPD brinda al empleador la oportunidad de decidir sobre las medidas de mejora que mejor se adapten al perfil

165 Arias Solis, Erika Alejandra. *Medición De La Iluminación En Emergencias Y Su Influencia En La Labor Del Personal Prehospitalario*. 2022. Tesis Doctoral.

166 Directiva 89/391 CEE, del Consejo, de 12 de junio de 1989, Directiva marco sobre salud y seguridad en el trabajo, *relativa a la aplicación de medidas para promover la mejora de la seguridad y de la salud de los trabajadores en el trabajo*. *Diario Oficial de la Unión Europea*, (BOCE, núm. 183, de 29 junio 1989, p.1-8)

167 Directiva 1989/654/CEE del Consejo, de 30 de noviembre: disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los lugares de trabajo. *Diario Oficial de la Unión Europea*, (BOCE, núm. 393, 30 diciembre de 1989, p. 5)

de riesgo de la empresa en lugar de simplemente cumplir con las prescripciones y los valores límite.

En el artículo 2, la Directiva da una definición básica de lugar de trabajo: Un lugar de trabajo en el sentido de la Directiva son “estaciones de trabajo ubicadas en las instalaciones de la empresa y / o establecimiento, y cualquier otro lugar dentro del área de la empresa a la que el trabajador tiene acceso en el curso de su empleo”.

La Directiva no se aplica a todo tipo de lugares de trabajo. Un lugar de trabajo en el sentido de esta definición debe ser temporal y espacialmente permanente, es decir, en edificios o en el sitio permanente de la empresa. De conformidad con su artículo 1, apartado 2, la Directiva no se aplica a: lugares de trabajo móviles en los medios de transporte utilizados fuera de las instalaciones de la empresa y lugares de trabajo situados dentro de los medios de transporte (por ejemplo, conductores, operadores de máquinas e inspectores de billetes); lugares de trabajo temporales; lugares de trabajo en lugares de trabajo móviles; lugares de trabajo en industrias extractivas; lugares de trabajo en barcos de pesca; lugares de trabajo en la agricultura y la silvicultura que se encuentran fuera de la explotación o de la empresa forestal (por ejemplo, en los campos, en la cosecha y en las inspecciones forestales).

El lugar de trabajo deberá estar en las instalaciones de una "empresa" o un "establecimiento". Ambos términos no están definidos legalmente en la Directiva. De otros contextos de la legislación de la UE sabemos que empresa "será cualquier entidad que lleve a cabo actividades de carácter comercial o económico" (Kohte y Faber, 2005) y "establecimiento" como "una actividad profesional de forma estable y continua".

Más importante en el contexto de la Directiva es la relación trabajador-empleador. Ambos términos se definen en el artículo 3 de la Directiva marco. Trabajador se refiere a cualquier persona empleada, incluidos los aprendices, pero excluidos los trabajadores domésticos, militares y autónomos. El Empleador es cualquier persona física o jurídica que tenga una relación laboral con un trabajador y sea responsable de la empresa y / o establecimiento. La WPD no se aplica a

los lugares de trabajo de los trabajadores que no entran en el ámbito de aplicación de la Directiva marco.

Existen disposiciones especiales con respecto a algunos de los lugares de trabajo excluidos mencionados. La Directiva general, la WPD, cubre la mayoría de los lugares de trabajo en la industria manufacturera y los servicios, mientras que otras Directivas especiales cubren lugares de trabajo específicos en sectores de alto riesgo.

Ha tenido una importancia definitiva la Norma europea sobre iluminación para interiores UNE-EN 12464, que en su Parte 1 se refiere a la iluminación de los lugares de trabajo, fijando los requisitos de alumbrado para áreas interiores según tareas y actividades.

Además las normas europeas que se refieren a iluminación de interiores y más concretamente a iluminación de lugares de trabajo y que se han redactado con el objetivo no solo de ahorrar energía sino que además establecerá las medidas y criterios para que las habitaciones iluminadas cumplan con la calidad suficiente de acuerdo a la normativa de luz y contribuyan a crear ambientes confortables¹⁶⁸, recogen unos niveles de iluminación por actividad y tarea con unos valores muy superiores a los fijados por la legislación laboral a los que deberían adaptarse, quedando por lo tanto obsoletos los valores contenidos en estas tablas.

Esta norma ha quedado anulada y sustituida por la UNE-EN 12564-1:2022¹⁶⁹, en la que se recoge explícitamente que el objeto de esta es especificar los requisitos de iluminación para los trabajadores que lleven a cabo sus tareas en espacios interiores sin prescindir del confort visual y sin que por ello afecte su rendimiento de trabajo, sobre las personas y teniendo en cuenta todas las tareas visuales habituales incluyendo los equipos con pantallas de visualización.

168 UNE 12464.1 Norma Europea sobre Iluminación para Interiores. Prólogo.

169 UNE-EN 12564-1:2022 Luz e iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores. Asociación española de normalización (AENOR). Artículo 1. Pag 9.

Esto significa aportar soluciones de iluminación en términos de calidad y cantidad para la mayoría de los lugares de trabajo interiores, pero en ningún caso se pretende especificar los requisitos de iluminación en relación con la seguridad y salud de los trabajadores.

Esta norma no especifica los requisitos de iluminación para que no menoscaben las condiciones de seguridad laboral del trabajador, como tampoco existen antecedentes que expongan la aplicación del art.169 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, aunque tal y como está redactada la norma suele resolver la mayoría de las necesidades de seguridad laboral de las personas¹⁷⁰.

CAPÍTULO III. LA ILUMINACION: LA SEGURIDAD Y SALUD DEL CENTRO DE TRABAJO Y SEGURIDAD DE LOS PRODUCTOS

En el proceso de integración europea ha tenido un especial desarrollo el tema de la seguridad y salud en el trabajo, sobre todo desde el punto de vista normativo.

Las actividades de la UE en materia de seguridad y salud en el trabajo originariamente se desarrollaron esencialmente en el campo normativo, además aunque muy incipientes en este ámbito se desarrollaron otras actividades complementarias, como por ejemplo el control del cumplimiento de la normativa por los distintos estados miembros, actividades en el área de la inspección y de la promoción y el apoyo a la prevención de los riesgos profesionales destacando la creación de la Agencia Europea de Seguridad y Salud en el trabajo.¹⁷¹

La salud y seguridad en el trabajo se consideró un tema fundamental y de extrema importancia en el proceso de integración comunitaria especialmente en aspectos normativos, intensificándose la actividad normativa de salud y seguridad en el trabajo en el periodo

170 UNE-EN 12564-1:2022 Luz e iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores. Asociación española de normalización (AENOR). Artículo 1. Pag 9.

171 Navarro, V. & Perfil, V. T. M. (2006). INTERCAMBIO de EXPERIENCIAS SINDICALES. <http://intercambioexperienciasindicales.blogspot.com>

comprendido entre 1985 y 1995, para que fuera incorporada al Derecho nacional de los Estados miembros, lo que implicó cambios muy significativos en las legislaciones de los estados miembros en virtud de la situación de partida de cada Estado en relación a este tema. Prueba de ello es que, antes de la firma en 1986 del Tratado del Acta Única (AUE), únicamente es relevante en el ámbito de la política social la creación con la constitución del Tratado de Roma (CEE) en 1957 del Fondo Social Europeo (FSE) que es el Fondo Estructural de mayor antigüedad.

En el proceso de integración comunitaria y al estar directamente relacionadas con la seguridad y salud en el trabajo, destaca el desarrollo de la política económica y de la política social. Muchas de las reglamentaciones aprobadas con relación a la integración económica tienen como objetivo la protección de la seguridad y salud de las personas tanto en relación con la protección de los consumidores y usuarios como de la protección del medioambiente, aunque no se exprese de forma específica.

Es un hecho que la integración en el área económica ha avanzado mucho más rápidamente que en el área social. Las diferentes fases para la consecución de la integración económica; la consecución del Mercado Común, la consecución del Mercado Interior y en último lugar el establecimiento de la Unión Económica y Monetaria que llevaría la adopción de una moneda única el “euro”, se desarrollaron y culminaron con éxito.

Uno de los motivos de que la integración social no haya avanzado al mismo ritmo que la integración económica, es la difícil armonización de las legislaciones nacionales de los diferentes estados miembros en materia social, ello es debido a las diferencias existentes entre los niveles de vida en los diferentes estados miembros que afectan a las condiciones de igualdad, libertad de circulación de trabajadores o formación profesional que son muy dispares entre los estados miembros.

Las normas comunitarias sobre seguridad y salud en el trabajo regulan dos áreas estrechamente relacionadas: la seguridad y salud en el trabajo y las normas sobre seguridad de los productos.

La legislación sobre seguridad y salud en el trabajo se aplica al trabajo, dirigida principalmente a los empleadores, y tiene como objetivo proteger la salud y la seguridad personal de los trabajadores mediante la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales.

responsable del mantenimiento del medio ambiente de trabajo» y luego determina las condiciones en las que se lleva a cabo el trabajo en el marco de la relación laboral.¹⁷²

Las normas de seguridad de los productos se aplican a los fabricantes que, con el fin de proteger a los consumidores o usuarios, regulan las distintas etapas del proceso de producción de acuerdo con normas europeas normalizadas específicas para cada producto y, a tal efecto, buscan únicamente productos que puedan comercializarse. Así que usa o usa productos seguros.

“Se considera que un producto es *seguro* si no pone en peligro la salud o integridad física de las personas que lo instalen, utilicen y mantengan de acuerdo con las instrucciones del fabricante. La normativa de seguridad en el producto parte de la base de que es el fabricante quien debe velar por la seguridad (de los usuarios) de sus productos, de forma que éstos no sean intrínsecamente peligrosos y vayan acompañados de la información adecuada sobre su instalación, uso y mantenimiento”¹⁷³.

El vínculo entre la seguridad del producto y la salud y seguridad de los trabajadores es claro; la mayor parte de los locales, equipos y materiales utilizados por las empresas son productos que antes eran vendidos y comprados por los empresarios y luego entregados a los usuarios, empleados.¹⁷⁴

Las normas comunitarias de seguridad de los productos se basan en el Tratado del Acta Única¹⁷⁵ y su principal objetivo es eliminar las barreras técnicas que afectan a las normas nacionales en esta materia. Desde la firma del Acta Común Europea en 1987, la legislación comunitaria en el ámbito de la seguridad y la salud en el trabajo también se ha desarrollado de forma muy significativa, principalmente por razones sociales y económicas, como promover la

172 Artículos, ponencias, comunicaciones. (s. f.). <https://ruidera.uclm.es/xmlui/handle/10578/17>

173 CAYCEDO MUÑOZ, F. (2019). Plan de implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud en el trabajo basado en la norma NTC ISO 45001: 2018 para una pyme fabricante de productos de limpieza y desinfección (Bachelor's thesis, Fundación Universidad de América).

174 CASTELLA, Jose Luis. La seguridad Y salud en el trabajo en el proceso de integración de la Unión Europea. Oficina Regional de Trabajo

175 Tratado del Acta única. *Comunidad Europea*, Luxemburgo, 1986.

competencia leal entre empresas y evitar comparaciones en las que las empresas puedan ganar ventaja. Directo. En un país que no exige normas sanitarias y de seguridad laboral como en otros estados miembros.

El Acuerdo Marco de la Comunidad Económica Europea (CEE) sienta las bases jurídicas del artículo 8, que establece la necesidad de establecer normas de seguridad de los productos, en particular el Tratado sobre el Mercado Interior, como segunda etapa del proceso de integración económica iniciado después de la firma. Derecho Europeo (1986); El artículo 100 del mismo Tratado CEE obliga a la Unión Europea a seguir armonizando las normas nacionales en este ámbito y hacerlo de manera que los usuarios se beneficien de un alto nivel de protección. Esto significa que se debe redactar un conjunto de directivas para definir los requisitos esenciales de seguridad que deben cumplir los productos para poder venderse libremente en los países de la UE y luego enviarse a los estados miembros.

La base jurídica de las normas de salud y seguridad en el trabajo incluye el artículo 118a del Tratado CEE, que establece que los Estados miembros "se esforzarán por promover la mejora de las condiciones de trabajo para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores". Lista de cuestiones en este campo"; para ello, la Comunidad Europea "adoptará las normas mínimas que introduzcan las directivas, sin perjuicio de que los Estados miembros mantengan o adopten normas que aseguren un mayor nivel de protección". Esto significa desarrollar un conjunto de directivas que describan las medidas básicas de salud y seguridad que se implementarán a nivel corporativo en cualquier sociedad.

La Directiva de seguridad del producto es un requisito "máximo", es decir, el nivel de seguridad del producto no puede ser inferior al valor especificado en la directiva, pero no se puede exigir que sea superior. Por el contrario, las Directivas de SST son normas 'mínimas' que pueden ser 'anuladas' por las reglamentaciones nacionales.

Todo producto industrial (sujeto a las exenciones pertinentes) está afectado por (al menos) la Directiva de seguridad de productos y la Directiva de seguridad y salud en el trabajo que le son aplicables.

Por ello se puede hablar de una política comunitaria de protección de la salud de los trabajadores, con dos aspectos diferenciados, pero con un único objetivo.

3.1. SEGURIDAD Y SALUD DEL TRABAJO

3.1.1. Origen de la Salud y Seguridad en el Trabajo

Centrándonos en el origen de la seguridad y salud en el trabajo, en Francia surgen las primeras leyes que protegen a los trabajadores, las *Ordenanzas de Francia* dictadas entre 1413 y 1417¹⁷⁶ velan por la seguridad de la clase trabajadora y constituyen el origen de las leyes en las se basarán los primeros avances hacia la formalización de la seguridad laboral. En 1473 en Alemania Ulrich Ellenbaf publica un panfleto acerca de algunas enfermedades profesionales causadas por el trabajo y algunas medidas de prevención, convirtiéndose en el primer documento impreso que se ocupa de la seguridad industrial. En 1700 Bernardino Ramazzini en su obra *De morbis artificum diatriba* incluye el estudio de 42 profesiones en la primera edición y en la segunda edición 54 profesiones dando, siendo el inicio de la medicina ocupacional también se le llama el padre de la salud ocupacional.

La Revolución Industrial supuso un cambio radical en la forma de trabajo y las condiciones en que este se desarrollaba. Los oficios artesanales fueron reemplazados por la producción en serie, y la migración de las personas del campo a las ciudades sobrepasando su capacidad provocaron un incremento de densidad poblacional proliferando las enfermedades y las epidemias debido al hacinamiento. Esta situación provocó que se comenzaran a implementar leyes que protegían a los trabajadores.

En 1802, el parlamento británico aprobó el Reglamento Laboral de Fábrica, que limitaba la jornada laboral y establecía normas mínimas de higiene, salud y educación para los trabajadores.

Leyes similares existen desde 1855 para la ventilación y protección de túneles en desuso, el uso de señales para calderas de vapor, manómetros y válvulas, y requisitos para herramientas y frenos en maquinaria de elevación.¹⁷⁷

176 ARIZA, Andrea. "La Higiene y Seguridad Industrial en la historia", *Timetoast*, 2014.

177 UCV. (2020, 10 mayo). Universidad César Vallejo. <https://www.ucv.edu.pe/blog/>

Max von Pettenkofer (1818-1901) funda el primer Instituto de Higiene de Munich en 1875. En 1890 se generaliza en todo el mundo, la legislación que protege la sociedad y a los trabajadores contra riesgos laborales.¹⁷⁸

Desde mediados del siglo XIX hasta el comienzo de la Primera Guerra Mundial en 1914, tuvo lugar la segunda revolución industrial. A medida que combustibles como el petróleo, el gas y la electricidad se convierten en la base económica de los países, se produce una concentración de electricidad o calor en los hogares y la industria. También aparecieron nuevos sistemas de transporte y comunicación, automóviles, aviones, teléfonos y radios.

La economía comienza a internacionalizarse, lo que afecta el trabajo, el consumo y la organización del trabajo. Las teorías y conceptos de gestión del trabajo también contribuyen a la creación de seguridad, lo que lleva a la institucionalización de la seguridad industrial.

En 1918 comenzó a funcionar la Organización Internacional del Trabajo (OIT). Otro desarrollo importante fue que el Capítulo XII del Tratado de Versalles estableció los principios que luego fueron adoptados por la Organización Internacional del Trabajo, estableciendo así la prevención de accidentes y los servicios en 1921.

El Tratado de Versalles de 1919 puso fin a la Primera Guerra Mundial, en un momento en que la Revolución Rusa, la guerra y los disturbios civiles se extendían por toda Europa.

La OIT y la Liga de las Naciones también fueron creadas como parte del Proceso de Paz, el primer intento de desarrollar la cooperación internacional para resolver los problemas políticos, sociales y económicos del mundo a través de la creación de organizaciones globales.¹⁷⁹

La OIT es un organismo especializado de las Naciones Unidas que se ocupa de temas laborales. Sus objetivos principales son promover los derechos en el trabajo, fomentar las oportunidades de empleo decente, fortalecer la protección social y reforzar el diálogo sobre asuntos de la esfera laboral.

La Comisión de Legislación Internacional del Trabajo, reunida en 1919 durante la Conferencia de Paz, elaboró la primera Constitución de la OIT. El Preámbulo de la Constitución establece los principios fundacionales de la organización. Adoptó 16 Convenios Internacionales del trabajo y 18 recomendaciones. La elaboración de normas internacionales del trabajo forma

178 Evolución de la Seguridad Industrial. *Revista Reportero Industrial*, 02/03/2014. Vol. 82. Ed.2.

179 NUC University. (2022, 17 octubre). *National Unniversity College*. <https://www.nuc.edu/>

parte de la esencia de la labor de la OIT “La justicia social y las condiciones de trabajo humanas no pueden lograrse en tanto los trabajadores sigan debatiéndose por hacer oír su voz”¹⁸⁰.

La OIT se basa en un sistema que reúne a representantes de gobiernos, empleadores y trabajadores para debatir y establecer abiertamente las normas laborales. Este sistema se llama tripartismo y es la característica definitoria de la organización.

La OIT tiene actualmente 187 estados miembros. El mantenimiento de la paz a través de la justicia social está en el centro del trabajo de la organización. En las condiciones de una rápida globalización y una grave crisis económica, la OIT continúa adhiriéndose a sus principios básicos y reafirma su importancia en el siglo XXI.

Destacamos el Convenio 155, Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio Ambiente de trabajo, de 22 de junio de 1981 (entrada en vigor: 11 de agosto de 1983)¹⁸¹ y ratificado por España el 26 de julio de 1985.

El Convenio C155 prevé la adopción de una política nacional armonizada de seguridad y salud en el trabajo y la acción de los gobiernos y las empresas para promover la seguridad y la salud en el trabajo y mejorar las condiciones de trabajo.

El Consejo alienta a cada Estado miembro, en consulta con las organizaciones de empleadores y de trabajadores más representativas interesadas, a desarrollar una política nacional coherente sobre seguridad, salud y condiciones de trabajo de los trabajadores, teniendo en cuenta las condiciones y prácticas nacionales. y revisar periódicamente

El propósito de esta política es minimizar, en la medida de lo razonable, razonable y factible, los accidentes y daños a la salud que ocurran como resultado, en relación con o durante el trabajo; es prevenir las fuentes de riesgo inherentes al mismo. ¹⁸²

3.1.2. La salud y Seguridad del Trabajo en la Legislación de la Unión Europea

180 ILO, “Sentar los cimientos de la justicia social”, 2016.

181 Convenio sobre seguridad y salud de los trabajadores y medio ambiente de trabajo. Adopción: Ginebra, 67ª reunión CIT, 22 junio 1981.

182 Art. 4 C155, *Ibíd.*

Los tratados fundacionales de la Unión Europea se refieren a la salud y seguridad de los trabajadores; el Tratado Fundacional de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA)¹⁸³, en el artículo 55 establece que la Comisión debe promover la investigación técnica y económica relacionada con la seguridad laboral en las industrias del carbón y del acero.

Dando lugar al desarrollo de varios programas de investigación en materia de seguridad y salud en el trabajo como El Primer programa conjunto de investigación (CECA) "Seguridad en las industrias europeas del carbón y del acero de la Comunidad", 1989-1993 y Quinto programa de investigación (CECA) "Control técnico de la contaminación y otros perjuicios en el lugar de trabajo y en el entorno de las instalaciones de la industria siderúrgica", 1985-1989¹⁸⁴.

El Tratado Fundacional de la Comunidad Económica Europea (CEE)¹⁸⁵ puso de manifiesto la necesidad de adoptar un enfoque global en el ámbito de la salud y la seguridad en el trabajo con la creación de la Comunidad Económica Europea (CEE) en 1957. En el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea que se firmó el 25 de marzo de 1957 y está en vigor desde el 1 de enero de 1958.

Convenio para la Protección de los Derechos Humanos y de las Libertades Fundamentales¹⁸⁶ firmado en Roma el 4 de noviembre de 1950 y su Protocolo Suplementario firmado en París el 20 de marzo de 1952; Los estados miembros del Consejo de Europa se comprometen a garantizar los derechos civiles de sus ciudadanos. los derechos y libertades políticas establecidos en estos documentos; "Considerando que el goce de los derechos sociales debe quedar garantizado sin discriminación por motivos de raza, color, sexo, religión, opinión política, proveniencia nacional u origen social; Resueltos a desplegar en común todos los esfuerzos posible para mejorar el nivel de vida y promover el bienestar de todas las categorías de sus poblaciones, tanto rurales como urbanas, por medio de instituciones y actividades apropiadas, conviene reconocer como

183 Artículo 55 del Tratado fundacional de la comunidad europea del Carbón y del Acero (CECA)

184 Resultados de investigaciones de la UE. *CORDIS*.

185 El Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea. *Parlamento Europeo*, Roma, 25 de marzo de 1957.

186 Convenio para la Protección de los Derechos Humanos y Libertades Fundamentales, Roma, 4 de noviembre de 1950 y su protocolo adicional, en París el 20 de marzo de 1952.

objetivo de su política, que habrá de seguirse por todos los medios adecuados, tanto de carácter nacional como internacional, el establecer aquellas condiciones en que puedan hacerse efectivos los derechos y principios siguientes”.¹⁸⁷

La Carta Social Europea Turín¹⁸⁸, 18 de octubre de 1961. Consejo de Europa (Estrasburgo), establece en la Parte I Artículo 3 “Todos los Trabajadores tienen derecho a la seguridad e higiene en el trabajo. Para garantizar el ejercicio del derecho a la seguridad e higiene en el trabajo, las partes contratantes se comprometen”:

1. A promulgar reglamentos de seguridad e higiene.
2. A tomar las medidas precisas para controlar la aplicación de tales reglamentos.
3. Consultar, cuando corresponda, con las organizaciones de empleadores y de trabajadores sobre las medidas para mejorar la seguridad y salud en el trabajo.

Carta comunitaria de los derechos sociales fundamentales de los trabajadores¹⁸⁹, Estrasburgo 9 de diciembre de 1989, establece “los grandes principios sobre los que se basa el modelo europeo de derecho laboral” y se aplica a los ámbitos de:

- La libre circulación de los trabajadores,
- El empleo y las retribuciones,
- La mejora de las condiciones de trabajo,
- La protección social,
- La libertad de asociación y de negociación colectiva,
- La formación profesional,

187 Consejo del Trabajo Social - Portal del. (s. f.). Consejo General del Trabajo Social. <https://www.cgtrabajosocial.es/>

188 Carta Social Europea Turín. *Consejo de Europa*, Estrasburgo, 18 de octubre de 1961.

189 Carta comunitaria de los derechos sociales fundamentales de los trabajadores, Estrasburgo, 9 de diciembre de 1989.

- La igualdad de trato entre hombres y mujeres,
- La información, la consulta y la participación de los trabajadores,
- La protección de la salud y de la seguridad en el trabajo,
- La protección de los niños, los adolescentes, las personas de edad avanzada y las personas con discapacidad.

Estos derechos sociales representan un conjunto de principios mínimos comunes a todos los estados miembros de la Unión Europea (UE). El Tratado de Lisboa¹⁹⁰ (artículo 151 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea) y la Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea¹⁹¹ heredaron las disposiciones de la Carta.

En el Tratado, posterior al Tratado de Maastricht¹⁹², en el que la Comunidad Europea y sus Estados miembros establecen la Comunidad Europea en el Capítulo XI para la provisión de política social, educación, formación profesional y juventud. La Carta firmada en Turín el 18 de octubre de 1961 y la Carta Comunitaria de Derechos Sociales Fundamentales de los Trabajadores de 1989, destinadas a promover el empleo y mejorar las condiciones de vida y de trabajo, tiene como objetivo alcanzar la igualdad a través del progreso, la adecuación de los derechos sociales. Lograr un empleo alto y sostenible y luchar contra la exclusión a través de la protección, el diálogo social y el desarrollo del talento.

Para la consecución de estos objetivos la Comunidad apoyará y completará la acción de los Estados miembros en los siguientes ámbitos: a) la mejora, en concreto, del entorno de trabajo, para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores.¹⁹³

En 1974 se creó el Comité consultivo para la seguridad, la higiene y la protección de la salud en el centro de trabajo para asistir a la Comisión (Decisión del Consejo 74/325/CEE). La plena realización del mercado único europeo requirió una serie de disposiciones mínimas en materia

190 El Tratado de Lisboa. Acuerdo Internacional que modifica los dos tratados que forman la base constitucional de la Unión Europea. *Estados Miembros de la Unión Europea*, 01/12/2009.

191 Carta de los Derechos Fundamentales. *Unión Europea, Parlamento Europeo*, 2009.

192 Tratado de Maastricht, *Unión Europea, Países Bajos*, 07/02/1992.

193 Art. 137 del Tratado constitutivo de la Comunidad Europea.

de salud y seguridad en el trabajo. Se adoptaron, por tanto, una serie de directivas, como la Directiva 82/605/CEE (sustituida por la Directiva 98/24/ CE) sobre la protección de los trabajadores contra los riesgos relacionados con una exposición al plomo metálico, la Directiva 83/477/CEE (modificada en último lugar por la Directiva 2009/148/CE) sobre el amianto, y la Directiva 86/188/CEE (modificada en último lugar por la Directiva 2003/10/CE) sobre el ruido.¹⁹⁴

Con la adopción del Acta Única Europea (AUE)¹⁹⁵ en 1987 se introdujo por primera vez la noción de salud y seguridad en el trabajo en el Tratado constitutivo de la Comunidad Económica Europea mediante un artículo por el que se establecían requisitos mínimos y se permitía al Consejo adoptar directivas en este ámbito por mayoría cualificada. Los objetivos eran: mejorar la salud y la seguridad en el lugar de trabajo, armonizar las condiciones de trabajo, prevenir el «dumping social» en vista de la realización del mercado interior, y evitar que las empresas se trasladasen a zonas con menor grado de protección para ganar en competitividad.¹⁹⁶

El Tratado de Ámsterdam (1997)¹⁹⁷ enfatizó la importancia del tema laboral al introducir el título "Trabajo" y un acuerdo sobre política social. Además, por primera vez, una directiva que establece los requisitos mínimos para la salud y la seguridad y las condiciones laborales en el trabajo debe aprobarse mediante un procedimiento de decisión conjunta del Parlamento Europeo y el Consejo.

El Tratado de Lisboa (2007)¹⁹⁸ incluye una "cláusula social" que indica que las normas sociales deben ser tenidas en cuenta en la política sindical. Con la entrada en vigor del Tratado de Lisboa, la Carta de los Derechos Fundamentales de la UE pasa a ser legalmente vinculante para los Estados miembros al aplicar la legislación de la UE.

194 European Parliament. (s. f.-b). <https://www.europarl.europa.eu/committees/en/documents/search>

195 Acta Única Europea (AUE) firmado en Luxemburgo el 17 en febrero de 1986 y en la Haya el 28 de febrero de 1986. Entrada en vigor el 1 de julio de 1987.

196 International Labour Organization. (s. f.-b). <https://www.ilo.org/global/lang--en/index.htm>

197 Tratado de Ámsterdam. *Unión Europea*, Ámsterdam, 02/10/1997.

198 Tratado de Lisboa. *Unión Europea*, Ámsterdam, 13/12/2007.

Desde la entrada en vigor del tratado de Lisboa, la carta de los derechos fundamentales de la Unión Europea es jurídicamente vinculante, por lo que se ha reforzado la importancia de la política de salud y seguridad en el trabajo dentro de la legislación de la unión.

El Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, vigente desde el 12 de junio de 1985¹⁹⁹, Revisión vigente 2013, establece en el Título X de Política Social en el artículo 151.1. “ La unión y los estados miembros teniendo presentes derechos sociales fundamentales como los que se indican en la Carta Social Europea²⁰⁰, firmada en Turín el 18 de octubre de 1961, y la Carta comunitaria de derechos sociales fundamentales de los trabajadores²⁰¹, de 1969, tendrán como objetivo el fomento del empleo, la mejora de las condiciones de vida y del trabajo, a fin de conseguir su equiparación por la vía del progreso, una protección social adecuada, algo social, el desarrollo de los recursos humanos para conseguir un nivel de empleo elevado y duradero y la lucha contra las exclusiones.

El artículo 153.1. establece “Para la consecución de los objetivos del artículo 151, la Unión apoyará y completará la acción de los Estados miembros en los ámbitos de la mejora del entorno de trabajo, para proteger la salud y la seguridad de los trabajadores y las condiciones de trabajo, entre otros”.²⁰²

En virtud del artículo 153 del Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, la UE está facultada para adoptar directivas en materia de salud y la seguridad en el trabajo.

La normativa de seguridad y salud en el trabajo se estructura en base a la Directiva marco, con su amplio ámbito de aplicación, y una serie de directivas, en su gran mayoría derivadas de la *Marco*, que rigen aspectos específicos de la salud y la seguridad en el trabajo es decir tratan

199 Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea. *Unión Europea*, 12 de junio de 1985.

200 Carta Social Europea. *Unión Europea, Turín*, 18 de octubre de 1961

201 Carta comunitaria de derechos sociales fundamentales de los trabajadores.

202 Publicaciones - UPV/EHU. (s. f.). <https://addi.ehu.es/handle/10810/21645>

de forma sistemática los múltiples temas en que puede subdividirse la prevención de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, y que constituyen las normas básicas del Derecho comunitario en materia de salud y seguridad en trabajo.

En este sentido, la Directiva marco sobre salud y seguridad en el trabajo²⁰³ (Directiva 89/391/CEE) adoptada en 1989 supuso un importante punto de inflexión para la mejora en este ámbito. La Directiva establece requisitos mínimos de salud y seguridad en toda Europa y permite a los Estados miembros mantener estos requisitos mínimos o introducir medidas más restrictivas en los Estados miembros afectados.

El Pilar Europeo de Derechos Sociales, firmado por el Consejo, la Comisión y el Parlamento Europeo en noviembre de 2017, en particular el artículo 31 de la Carta de los Derechos Fundamentales sobre la salud, la seguridad y la dignidad de los trabajadores. Como se establece en el Principio 10, los trabajadores tienen derecho a un alto nivel de protección de la salud y la seguridad en el trabajo ya un entorno de trabajo que satisfaga sus necesidades profesionales y les permita aumentar su participación en el mercado laboral. Aunque este pilar no es jurídicamente vinculante, contiene una serie de medidas legislativas y de asesoramiento destinadas a armonizar las condiciones de vida y de trabajo en la UE.

La legislación de la UE en materia de SST se basa en los términos "entorno de trabajo" y "salud". Ambos términos no están definidos en la propia legislación de la UE, pero son importantes para el contexto y la comprensión.

El término "entorno de trabajo" deriva de la tradición nórdica en materia de seguridad y salud en el trabajo y fue introducido en las negociaciones sobre política social europea por la delegación danesa. Va más allá de la prevención de accidentes y enfermedades laborales e incluye el diseño humano de los procesos de trabajo y la organización del trabajo y aspectos de promoción de la

203 Directiva 89/391 CEE, Directiva marco sobre salud y seguridad en el trabajo. *Boletín Oficial del Estado*, 2021.

salud. El Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas (TJCE) reconoció esta interpretación amplia en la sentencia C-84/94 de 12 de noviembre de 1996²⁰⁴

La “salud” también es reconocida por el TJCE en la misma decisión en la definición de la Organización Mundial de la Salud (OMS) como el “estado de completo bienestar físico, mental y social y no simplemente la ausencia de enfermedad o dolencia”

3.1.3. La Directiva Marco y Principales Directivas de Seguridad y Salud en el Trabajo

Mejorar la salud y la seguridad en el trabajo ha sido una de las principales preocupaciones de la UE desde la década de 1980 y, gracias a la adopción de legislación a nivel de la UE en esta área, se han establecido estándares mínimos de protección. Adoptar medidas más fuertes e incorporarlas a la legislación nacional.

3.1.3.1. La Directiva Marco, lugares de trabajo e iluminación

La Directiva “Marco” sobre salud y seguridad en el trabajo²⁰⁵ (Directiva 89/391 CE) establece las obligaciones de los empresarios y los derechos y obligaciones de los trabajadores en este campo. Se aplica a todos los trabajadores empleados por cuenta ajena, incluidos los funcionarios con muy pocas y bien determinadas excepciones.

Los puntos más relevantes a los que se refiere esta Directiva serían los siguientes:

- Los empleadores son totalmente responsables de proteger a sus empleados de los riesgos relacionados con el trabajo²⁰⁶. Al mismo tiempo, el empresario tiene plena

204 TJCE - Tribunal de Justicia de las Comunidades Europeas, Sentencia del Tribunal de Justicia de 12 de noviembre de 1996. Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte contra Consejo de la Unión Europea. Directiva 93/104 / CE del Consejo relativa a determinados aspectos de la organización del tiempo de trabajo. Recurso de nulidad. Asunto C-84/94.

205 Directiva 89/391 CEE, Directiva marco sobre salud y seguridad en el trabajo. *Boletín Oficial del Estado*, 2021.

206 PALOMEQUE LÓPEZ, Manuel Carlos. La protección del trabajador frente a los riesgos laborales. DS: Derecho y salud, 1996, vol. 4, no 1, p. 28-42.

autonomía en la gestión de la prevención en su empresa, si bien debe consultar a los trabajadores o a sus representantes sobre cualquier decisión importante en este ámbito.

- Directrices, como el carácter prioritario de prevenir o reducir los riesgos en su origen, la protección colectiva frente a la protección individual, etc. Al definir estándares o principios que deberían guiar, por ejemplo, las medidas preventivas, el simple consejo de expertos en prevención es fundamental.
- Una obligación comercial inicial es llevar a cabo una evaluación integral de riesgos comerciales y actualizarla. Desde este punto de vista, la directiva incluye la vigilancia de la salud de los trabajadores, la adopción de medidas de precaución en caso de emergencia, la investigación de accidentes, la formación e información de los trabajadores, etc.
- Con base en los resultados de la evaluación, el propietario debe planificar las medidas preventivas, organizarlas en el área de operación de la empresa y contar con las herramientas especiales necesarias, teniendo en cuenta el tipo y grado de riesgos existentes en la empresa.
- La directiva describe las obligaciones de los empresarios en situaciones de peligro grave e inminente; en tales casos, los trabajadores tienen derecho a ausentarse del trabajo y no serán perjudicados.
- Los empresarios deberán proporcionar a los trabajadores y sus representantes la formación e información necesaria directamente a nivel de trabajador y de empresa sobre los riesgos vigentes y las medidas preventivas o a adoptar en cada nivel de puesto de trabajo. Por regla general, la información se suele transmitir a través de los representantes de los trabajadores. Los empleadores están obligados a capacitar a los representantes de los trabajadores de forma gratuita durante el trabajo.
- La directiva establece que las personas tienen una protección especial frente a ellas, especialmente por sus características personales o condición física. La orientación a mujeres embarazadas y jóvenes refuerza el compromiso comercial ante estas circunstancias especiales.
- La directiva cubre específicamente situaciones en las que más de un empleado de la empresa trabaja en el mismo lugar de trabajo, uno de los cuales puede ser el

propietario del lugar de trabajo, y define las responsabilidades de las partes en términos de coordinación e información.

En el artículo 2 se entiende como “lugares de trabajo, los lugares destinados a albergar puestos de trabajo, situados en los edificios de la empresa y/o del establecimiento, incluido cualquier otro lugar dentro del área de la empresa y/o del establecimiento al que el trabajador tenga acceso en el marco de su trabajo. Asimismo, en los artículos 3 y 4 se hace referencia respectivamente a los lugares de trabajo utilizados por primera vez y a los lugares de trabajo ya utilizados estableciendo en ambos casos que los lugares de trabajo deben cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y salud que figuran en los anexos I y II de la Directiva.

Además, en los lugares de trabajo ya utilizados antes del 1 de enero de 1993, deberán cumplir las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que figuran en el Anexo II, a más tardar tres años después de dicha fecha.

En el Anexo I de la Directiva se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para los lugares de trabajo por primera vez haciendo referencia específica a la iluminación natural y artificial de los lugares de trabajo y estableciendo las siguientes obligaciones:

- Los lugares de trabajo deberán tener, en la medida de lo posible, luz natural suficiente y estar equipados con dispositivos que permitan una iluminación artificial adecuada para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Las instalaciones de iluminación de los locales de trabajo y de las vías de comunicación deberán colocarse de manera que el tipo de iluminación previsto no presente riesgo de accidente para los trabajadores.
- Los lugares de trabajo en que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de una intensidad suficiente.

En el Anexo II se establece que:

- Los lugares de trabajo deberán tener, en la medida de lo posible, luz natural suficiente y estar equipados con dispositivos que permitan una iluminación artificial adecuada para proteger la seguridad y la salud de los trabajadores.
- Los lugares de trabajo en que los trabajadores estén particularmente expuestos a riesgos en caso de avería de la iluminación artificial deberán poseer una iluminación de seguridad de una intensidad suficiente

3.1.3.2. Directivas dirigidas a categorías especiales de trabajadores o de trabajos.

La directiva Marco sirve de base para veinticinco directivas de desarrollo en diferentes ámbitos dirigidas a categorías especiales de trabajadores o de trabajos y para el Reglamento CE N.º 2062/94 del Consejo²⁰⁷, por el que se crea la Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el trabajo.

También ha influido en otros actos legislativos relativos a los trabajos cedidos por empresas de trabajo temporal y aspectos del tiempo de trabajo en distintas directivas.

La Directiva 89/654/CEE²⁰⁸ relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los lugares de trabajo y Directiva 92/58/CEE²⁰⁹ en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo y la Directiva 89/654/CEE sobre los "Lugares de trabajo" es el primer reglamento técnico derivado de la Directiva "Marco". Establece las condiciones generales de seguridad que deben cumplir los *centros de trabajo y sus instalaciones y servicios*. Incluye lo relativo a seguridad

207 Reglamento CE nº 2062/94, Agencia Europea para la seguridad y la salud en el trabajo. *Unión Europea*, 18 de julio de 1994.

208 Directiva 89/654/CEE, Relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los lugares de trabajo. *Unión Europea*, 30 de noviembre de 1898.

209 Directiva 92/58/CEE, Relativa a las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo. *Unión Europea*, 24 de junio de 2022.

estructural, protección contra choques y caídas, instalaciones eléctricas, instalaciones contra incendios, iluminación, temperatura y ventilación, servicios sanitarios, etc.

La Directiva 89/655/CEE²¹⁰ en versión modificada por las directivas 2001/45/CEE²¹¹ y 2009/104/CEE²¹² sobre la utilización de los equipos de trabajo. La directiva 89/656/CEE²¹³ sobre la utilización de equipos de protección individual. La directiva 90/270/CEE²¹⁴ sobre el trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización y la directiva 90/269/CEE²¹⁵ sobre manipulación manual.

Las principales Directivas por sectores son: Directivas 92/91/CEE²¹⁶ y 92/104/CEE²¹⁷ sobre el sector extractivo, mediante las directivas sobre "*Minas y canteras*" y "*Sondeos*".

Directiva 93/103/CE que afecta al sector marítimo, "*Pesca*" y "*Asistencia médica a bordo*", y de la adopción, a nivel comunitario, de las normas internacionales de *seguridad marítima*.

210 Directiva 89/655/CEE, Relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo. *Unión Europea*, 30 de noviembre de 1989.

211 Directiva 2001/45/CEE, Modificación de la Directiva 89/655/CEE. *Unión Europea*, 27 de junio de 2001.

212 Directiva 2009/104/CEE, Segunda directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado, de la Directiva 89/391/CEE.

213 Directiva 89/656/CEE, Relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual. *Unión Europea*, 30 de noviembre de 1989.

214 Directiva 90/270/CEE, Referente a las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. *Unión Europea*, 20 de mayo de 1990.

215 Directiva 90/269/CEE, Sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores. *Unión Europea*, 29 de mayo de 1990.

216 Directiva 92/91/CEE, Relativa a las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la seguridad y de salud de los trabajadores de las industrias extractivas de sondeos. *Unión Europea*, 3 de noviembre de 1992.

217 Directiva 92/104/CEE, Relativa a las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la protección en materia de seguridad y de salud de los trabajadores de las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas. *Unión Europea*, 3 de diciembre 1992.

Directiva 92/57/CEE²¹⁸ sobre las obras de construcción que presenta dos interesantes particularidades ya que se aplica no sólo a los trabajos de edificación y obras públicas, sino también a todo trabajo "temporal o móvil" (el pintado de una fachada, o la limpieza de una canalización, por ejemplo), y establece obligaciones, en materia de seguridad, tanto para los que realizan la obra como para los que la proyectan.

Las principales directivas dirigidas a grupos específicos serían Directiva 92/85/CEE sobre la traba la mujer la mujer trabajadora embarazada y la Directiva 94/33/CEE relativa a la protección de los jóvenes en el trabajo.

Instrucciones para sustancias físicas o químicas. Directiva 90/394/CEE sobre la exposición a sustancias cancerígenas y Directiva 2004/37/CEE sobre la protección de los trabajadores frente a los riesgos relacionados con la exposición a sustancias cancerígenas o mutagénicas. La Directiva 98/24 (CEE) sobre productos químicos fue modificada por la Directiva 2000/39/CEE y posteriormente por la Directiva 2009/161/UE.

Directivas sobre la exposición de los trabajadores a los riesgos derivados de los agentes físicos en relación con las vibraciones (Directiva 2002/44/CE), el ruido (Directiva 2003/10/CE), los campos electromagnéticos (Directiva 2004/40/CE), modificada por la Directiva 20113/35/CE y las radiaciones ópticas artificiales Directiva 2006/25/CE.

3.2. LA ILUMINACIÓN: EFECTOS EN LA SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES

La iluminación es un factor clave en las condiciones y medio ambiente de trabajo, en todos los sistemas legislativos existen declaraciones dirigidas a garantizar la higiene y la seguridad laboral.

La mala iluminación puede provocar accidentes y afectar al rendimiento de los trabajadores.

218 Directiva 92/57/CEE, Relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles. *Unión Europea*, 24 de junio de 1992.

Las condiciones lumínicas de cada uno de los puestos de trabajo también son un factor crítico de las “condiciones y el medio ambiente del trabajo”, siendo comparables a los atmosféricos, el ruido o las radiaciones. Existe una estrecha relación entre la calidad de la iluminación en los espacios donde se desarrolla la actividad laboral y la seguridad en los centros de trabajo. Esto es una mala iluminación del puesto de trabajo podría provocar accidentes y problemas de salud: uno por los efectos psicológicos de la mala calidad lumínica y dos contribuyendo directamente a la producción del accidente en lugares en los que las condiciones de alumbrado sean lo suficientemente malas.²¹⁹

Se requieren diferentes niveles de luz para diferentes actividades. Idealmente, la iluminación en el trabajo debería diseñarse para tareas específicas realizadas por personas dentro de ese entorno. Por ejemplo, los niveles de luz más altos son esenciales para trabajos cercanos donde la precisión es esencial, como soldar un panel de control, mientras que los niveles de luz más bajos son suficientes para los pasillos.

Es importante determinar que entendemos por buena iluminación en el trabajo, lo que englobaría determinar los tipos de luminancias a utilizar, sus características técnicas o parámetros y la disposición de estas, para garantizar la seguridad y salud de los trabajadores y por otro lado que entendemos por lugar de trabajo.

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL)²²⁰ en el artículo 4.7²²¹ establece que se entenderá como «condición de trabajo» cualquier característica de este que pueda tener una influencia significativa en la generación de riesgos para la seguridad y la salud del trabajador.

Quedan específicamente incluidas en esta definición:

219 KARWOWSKI, Waldemar. The discipline of human factors and ergonomics. *Handbook of human factors and ergonomics*, 2012, vol. 4, p. 3-37.

220 Ley 31/1995. Ley Prevención Riesgos Laborales. *Boletín Oficial de Estado*, 8 de noviembre.

221 Artículo 4.7 LPRL (Ley de Prevención de Riesgos Laborales), *Ibidem*.

1. Las características generales de los locales, instalaciones, equipos, productos y demás útiles existentes en el centro de trabajo.
2. La naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos presentes en el ambiente de trabajo y sus correspondientes intensidades, concentraciones o niveles de presencia.
3. Los procedimientos para la utilización de los agentes citados anteriormente que influyan en la generación de los riesgos mencionados.
4. Todas aquellas otras características del trabajo, incluidas las relativas a su organización y ordenación, que influyan en la magnitud de los riesgos a que esté expuesto el trabajador”.

Según el artículo 4.2²²² de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL) “se entenderá como «riesgo laboral» la posibilidad de que un trabajador sufra un determinado daño derivado del trabajo. Para calificar un riesgo desde el punto de vista de su gravedad, se valorarán conjuntamente la probabilidad de que se produzca el daño y la severidad de este”.

Considerando que los daños derivados del trabajo pueden ser tanto la posibilidad de sufrir un accidente como una enfermedad siempre que estén directamente relacionados con el puesto de trabajo. La prevención de riesgos laborales actúa tanto en la reducción de los riesgos laborales como en evitarlos, para lo que previamente hay que realizar una adecuada evaluación de los riesgos que pueden aparecer en un determinado ámbito laboral.

3.2.1. Clasificación de riesgos laborales en función del origen.

En función del origen, los riesgos se pueden clasificar de la siguiente forma.

a) Riesgos físicos

222 Artículo 4.2 LPRL (Ley de Prevención de Riesgos Laborales), Ibidem.

Un peligro físico se puede definir como el potencial de daño corporal inmediato por o sin contacto directo. Según el INSST²²³, el término "agente físico" se usa generalmente para describir diversas formas de energía que pueden representar una amenaza para la salud y la seguridad de los trabajadores.

Los riesgos físicos son los más habituales y fáciles de determinar incluyendo en los mismos, el ruido, las vibraciones, temperatura y humedad y las radiaciones ionizantes y no ionizantes, entre las que se encuentran los campos electromagnéticos y las radiaciones ópticas.

Por ejemplo, el ruido provoca problemas de audición. Si es muy fuerte y persistente, eventualmente puede conducir a la pérdida de la audición. Las vibraciones mecánicas fuertes y prolongadas pueden afectar la columna vertebral. También puede causar todo tipo de afecciones, como dolor, dolores de cabeza y migrañas.

La iluminación intensa provoca deslumbramientos, reflejos o cansancio. La mala iluminación en los lugares de trabajo tiene efectos visuales en la salud de los trabajadores. Un deslumbramiento, por ejemplo, podría producir un accidente, al igual que una mala iluminación. Es recomendable regular los niveles de luz y el tipo de lámparas que se utilizan.

Las temperaturas demasiado altas, demasiado bajas, ambientes demasiado húmedos o demasiado ionizantes son otro efecto negativo en el lugar de trabajo. Asimismo, se debe controlar la humedad para que no suba demasiado. La exposición prolongada a estas condiciones puede provocar problemas físicos permanentes.

Tareas que implican riesgo físico son aquellas en las que se emplea maquinaria pesada, se realizan en alturas elevadas o tareas propias de profesiones consideradas de riesgo.

b) Riesgos químicos

Los riesgos o peligros químicos son aquellas condiciones con elevado potencial de causar daño a la salud debido a una exposición laboral indebida a agentes químicos contaminantes. Los riesgos químicos son producidos por procesos químicos o incluso pueden ser provocados por el medioambiente.

223 Definiciones agentes físicos. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo. INSST

La exposición laboral a los riesgos químicos se estructura en dos grandes bloques los agentes y la seguridad químicos²²⁴.

Entre los principales agentes químicos a los que pueden estar expuestos los trabajadores se pueden destacar los alternadores endocrinos, cancerígenos, mutágenos y reprotóxicos, el amianto, los cosméticos, los fitosanitarios y nanomateriales.

La seguridad química recoge aspectos relacionados con accidentes de naturaleza química, evaluación de la seguridad química y medidas de control.

Las alergias y los virus se transmiten por inhalación y absorción. La manipulación o exposición a determinadas sustancias plantea serios problemas. El uso de sistemas de protección como guantes y mascarillas elimina estos riesgos. La ventilación adecuada de las áreas que rodean o separan los procesos es otra medida de seguridad. También, el establecimiento de la zona de descontaminación.

c) Riesgos biológicos

“La posibilidad de que un trabajador sufra un daño como consecuencia de la exposición o contacto con agentes biológicos durante la realización de su actividad laboral se considera riesgo biológico.”²²⁵

Los peligros biológicos son causados por patógenos como virus, bacterias, parásitos y hongos, y su contacto puede causar diversas enfermedades. Los agentes biológicos²²⁶ se dispersan en el ambiente de trabajo y se transmiten por el aire mediante aerosoles biológicos. con agua o alimentos, contaminación de superficies, herramientas, objetos (fómites) y contaminación con otros organismos (reservorios, huéspedes y/o vectores).

El personal de los centros médicos es uno de los colectivos más expuestos a este tipo de riesgos. Además, trabajadores expuestos a espacios ricos en patógenos, como sistemas de

224 Definiciones agentes químicos. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo. INSST

225 U del Istmo, carreras virtuales y presenciales | Panamá. (s. f.). Universidad del Istmo Panamá. <https://www.udelistmo.edu/>

226 Agentes biológicos. Instituto Nacional de Seguridad y Salud en el trabajo. INSST

alcantarillado, tanques de recolección o tanques fecales. Por ello, es imperativo trabajar con las medidas de protección adecuadas en este tipo de situaciones.

Como medida de precaución, recomendamos establecer un programa de atención de la salud con exámenes médicos específicos y vacunación, además del uso de equipos de protección.

d) Riesgos ergonómicos

Los riesgos ergonómicos son aquellos que pueden dar lugar a trastornos musculoesqueléticos (TME) en los trabajadores y son consecuencia de posturas forzadas, aplicación continua de fuerzas, movimientos repetitivos y manipulación manual de cargas en el puesto de trabajo. Estos riesgos son los más comunes actualmente, alrededor del 60 % de las enfermedades laborales están relacionadas con los mismos.

Una forma de clasificar estos riesgos es a través de factores ambientales como la luz, el ambiente térmico, el ruido y la vibración, y factores relacionados con la carga de trabajo como la postura de trabajo, el trabajo repetitivo, la repetibilidad, la carga manual de manejo de materiales y la carga mental.

Ocurren en una variedad de ubicaciones, pero se encuentran principalmente en espacios de trabajo como oficinas, empresas de entrega y paquetería, y empresas de limpieza y desinfección. Sentarse, realizar tareas repetitivas o levantar objetos pesados puede causar daño físico.

Una buena higiene postural es fundamental para evitar enfermedades que pueden volverse crónicas. Adoptar una postura correcta al levantar pesas, sentarse frente a una computadora o trabajar en una línea de producción es una forma de evitar problemas físicos y lesiones diversas.

e) Riesgos psicosociales

Según la OMS el riesgo psicosocial se refiere a las condiciones presentes en una situación de trabajo que afectan el bienestar y la salud de los empleados.

Desde el punto de vista de la prevención cuando las condiciones de trabajo son malas, deficientes y/o adversas, interaccionan con las expectativas y las necesidades de los trabajadores, produciendo un impacto sobre su seguridad, salud y bienestar, convirtiéndose por lo tanto en una fuente de riesgo.

Los riesgos psicosociales incluyen factores individuales para cada trabajador. Los riesgos psicológicos más habituales suelen ser el cansancio, el estrés o la monotonía. Para prevenirlos, es importante tomar un descanso de 15 minutos después de 6 horas de trabajo. También es necesario cambiar tareas y horarios de vez en cuando. Es importante no exceder las horas de trabajo prescritas y crear un ambiente de trabajo saludable.

f) Riesgos mecánicos

Los riesgos mecánicos se pueden definir como la probabilidad de que se produzcan, cortes, punciones, golpes, aplastamientos, quemaduras, entre otros, al realizar operaciones que impliquen el uso o manipulación de herramientas manuales o maquinaria así manipulación de aparatos de elevación o utilización de vehículos. Están asociados con condiciones básicas de trabajo peligrosas. Los ejemplos incluyen trabajar en alturas, usar herramientas o maquinaria en mal estado o usar equipos de trabajo inadecuados. Los riesgos de este tipo se pueden evitar revisando regularmente los materiales y observando estrictamente las medidas de seguridad cuando se trabaja con máquinas y vehículos.

g) Riesgos ambientales

Los riesgos ambientales pueden verse como factores de riesgo incontrolables, como tormentas, ráfagas, inundaciones y tormentas eléctricas. Pueden identificarse mediante la referencia cruzada de las fuentes de riesgo de una empresa con elementos del entorno natural y humano.

Todos están relacionados con las condiciones climáticas y la naturaleza. En estos casos, solo se requiere prudencia y precauciones para evitar accidentes.

h) Riesgos de seguridad vial

Los riesgos laborales también se previenen con la seguridad vial. Los operadores y conductores de transporte público están expuestos a muchos riesgos ergonómicos, ambientales y

psicológicos, como fatiga, estrés y mantener el volante en la misma posición durante largos períodos de tiempo.

Es fundamental seguir la estricta regulación de las horas de descanso para evitar accidentes en la carretera.

Traen dos tipos de consecuencias:

- Empleados que sufran daños físicos o psíquicos, y lesiones por accidentes de trabajo o enfermedades que afecten a la salud mental.
- Daños materiales en los puestos de trabajo, equipamientos o maquinarias.

Esta es la clasificación de riesgos laborales. La identificación de causas, consecuencias y acciones preventivas es fundamental para evitar accidentes.

3.2.2. La Iluminación, Riesgo Físico

La radiación óptica es una radiación no ionizante. Es decir, no tiene suficiente energía para provocar la ionización de la materia. Esta es una radiación que tiene más energía que la que se clasifica como campo electromagnético, pero menos energía que la radiación ionizante. Este grupo incluye infrarrojo, visible y ultravioleta. Todos ellos pueden ser de origen natural o artificial y están presentes en prácticamente todas las situaciones en las que se desarrolla la actividad laboral.

La iluminación artificial es una radiación óptica artificial visible, y en cuanto riesgo físico es la iluminación necesaria para la realización de la tarea.

a) Principales factores de riesgo

Los Principales factores de riesgo de la iluminación como riesgo físico son la mala iluminación de las zonas donde se realizan las tareas en los lugares de trabajo, así como los deslumbramientos, directos e indirectos

b) Medidas preventivas

Como medida preventiva se podría destacar la posibilidad de medir con aparatos específicos la intensidad de radiación visible o medir las fuentes de luz, para determinar si el nivel de iluminación es el adecuado.

3.2.3. La iluminación, Riesgo Ergonómico

En el trabajo, más del 50% de la información necesaria para realizar una tarea es visual, por lo que analizar las condiciones de iluminación es un aspecto fundamental del análisis ergonómico.

Una iluminación inadecuada puede dar lugar a situaciones indeseables a corto plazo, como errores y accidentes. Otras consecuencias asociadas a una iluminación inadecuada son el bajo rendimiento o la fatiga visual a medio plazo.

La gran capacidad adaptativa del ser humano puede enmascarar en un momento inicial las deficiencias lumínicas presentes. Ajustar la luz para realizar una tarea puede ser complicado y requiere observar parámetros como el flujo luminoso, la intensidad luminosa, el nivel de iluminancia, la luminancia, la luminancia o la temperatura de color de la luz. También deberían tenerse en cuenta las características individuales de los trabajadores.

Dado que la tecnología nos ofrece gran cantidad de soluciones técnicas, la realización de un diseño correcto, así como su buena ejecución y mantenimiento tienen una relevancia capital.

La iluminación inadecuada constituye el riesgo de que juzgar mal la posición, la forma o la velocidad de un objeto pueda conducir a errores y accidentes, principalmente debido a la falta de visibilidad o al deslumbramiento.

Del mismo modo, no tener suficiente luz puede provocar fatiga y otros trastornos visuales y oculares. Por lo tanto, la iluminación de los puestos de trabajo es necesaria para promover la visibilidad y garantizar la correcta ejecución del trabajo y la seguridad y salud de los trabajadores.

Para una correcta iluminación se deben considerar varios factores, como la intensidad de la luz que reciben los trabajadores, los posibles reflejos, el color de la luz y la ubicación del lugar de trabajo.

a) Principales factores de riesgo

A la hora de proceder al análisis ergonómico del lugar de trabajo, se deben determinar los factores de riesgo presentes.

Para ello se estudiará en primero lugar cual es la demanda visual de la tarea y las características individuales para considerar una serie de aspectos como:

- Sistema de iluminación existente: natural o artificial
- Niveles de iluminación.
- Presencia de deslumbramientos.
- Reflejos molestos.
- Desequilibrios de luminancia e iluminancia.
- Contraste de la tarea.
- Proyección de sombras.
- Parpadeos en la iluminación o efectos estroboscópicos.
- Fiel reproducción del color por parte de la iluminación.

b) Medidas preventivas

La iluminación de cada zona o parte de un lugar de trabajo deberá adaptarse a las características de la actividad que se efectúe en ella, teniendo en cuenta:

- Los riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores dependientes de las condiciones de visibilidad.

Las exigencias visuales de las tareas desarrolladas.

Por lo tanto, las medidas de precaución se basan en la adecuación del sistema de iluminación de acuerdo con la tarea a realizar. En algunos casos, el propósito es ajustar el sistema de iluminación, aumentar o disminuir el nivel de luz, en otros, es necesario considerar la correcta asignación de lámparas y luminarias.

Algunos ejemplos de medidas técnicas son:

- Ajustar los sistemas de iluminación: adaptando el número, distribución y características de las lámparas y luminarias.
- Mantener las instalaciones.
- Reducir los deslumbramientos tanto directos como indirectos y los reflejos molestos.
- Evitar los desequilibrios de luminancias, parpadeos, efectos estroboscópicos.

- Adaptar el campo visual.

3.2.4. Iluminación LED, Posibles Riesgos para la Salud de los Trabajadores

Los efectos de la exposición a la luz artificial producida por fuentes LED en la salud de los trabajadores se ha venido clasificando en efectos visuales y no visuales.

Los trastornos de carácter visual se producen al exigir al sistema visual un esfuerzo extra derivando en la aparición de la fatiga visual y con el tiempo en una posible reducción de la capacidad visual.

Los daños no visuales, se derivan de unas malas condiciones de iluminación que pueden producir fatiga visual cuya persistencia genera dolores de cabeza y estrés.

Sin embargo, esta división ha quedado superada por el avance tecnológico que suponen las luces LED y por la creciente importancia que ha ido adquiriendo el estudio de la relación entre luz y salud por cómo afecta biológica y emocionalmente al ser humano.

La luz interactúa con nuestro cuerpo de muy diferentes formas, dando lugar a una serie de fenómenos que dependen de la absorción y retorno de la energía fotónica al medio ambiente.

La exposición a la luz dependiendo de la potencia, la longitud de onda y la duración de la exposición a de la misma, puede producir en el cuerpo humano efectos fotoquímicos, efectos fototérmicos y efectos fotodisruptivos.

Las fuentes de luz LED que se utilizan actualmente en iluminación interior y exterior tienen una potencia y longitud de onda que no producen efectos fotodisruptivos.

Para valorar los efectos de la exposición a la luz artificial producida por las fuentes de luz LED sobre la salud humana es conveniente analizar²²⁷ los daños oculares que podría producir, la posibilidad de aparecer o agravar ciertas patologías, los cambios físicos, mentales y conductuales

227 Grupo de Trabajo Comité español de iluminación: posibles riesgos de la iluminación LED. LE 234-2018, pp.57.

que se pueden producir por la alteración de los ritmos circadianos, la posibilidad de dificultar la función visual y aspectos relacionados con la percepción visual y el bienestar.

3.2.4.1. Efectos no visuales de la exposición a la luz artificial LED

El estudio de los efectos no visuales de la exposición a la luz artificial ha adquirido una gran importancia en los últimos años como consecuencia del desarrollo tecnológico producido tanto en las fuentes de luz como en las posibilidades de medición y control de los parámetros de estas.

a) Alteración del sistema circadiano

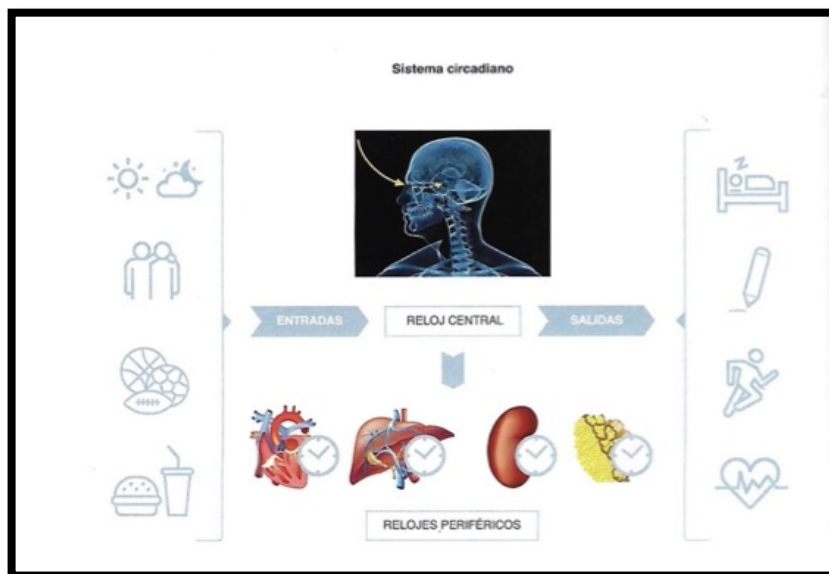
Uno de los ámbitos de investigación que se ha desarrollado más en los últimos años es la relación entre luz, crono-disrupción y salud, es decir la incidencia de la luz procedente de fuentes de luz artificiales en los procesos de regulación circadiana y las enfermedades sistémicas asociadas.

La luz es el principal sincronizador de los sistemas biológicos y debe funcionar correctamente para mantener una buena salud. Mantener un ciclo de luz completo con niveles adecuados de luz durante el día y oscuridad durante la noche ayuda a mantener sincronizado el sistema circadiano. Lo que importa no es solo la cantidad y el tipo de luz a la que estamos expuestos, sino la hora del día en que la recibimos.²²⁸

Los ritmos circadianos son los cambios físicos, mentales y conductuales de los seres vivos en función de un ciclo diario influido, especialmente, por los cambios de luz y oscuridad del ecosistema en el que viven. El sistema principal para mantener el orden temporal en mamíferos es el sistema circadiano (SC).

228 V.V.A.A. Grupo de Trabajo Comité español de iluminación: posibles riesgos de la iluminación LED. LE 234-2018, pp.58.

Figura 2 Sistema Circadiano²²⁹



El sistema circadiano (SC) incluye el reloj maestro en el núcleo supranuclear hipotalámico (SCN) y osciladores periféricos en la mayoría de las células y tejidos. Hay una vía de entrada que lleva información relacionada con el ciclo de luz-oscuridad al marcapasos y una vía de salida encargada de regular los ritmos circadianos como la melatonina. La síntesis de melatonina está controlada por NSQ pero también puede ser inhibida directamente por la luz, especialmente en longitudes de onda entre 460 y 480 nanómetros.

La melatonina también se conoce como la "oscuridad química" porque tiene efectos cronobióticos, es abundante incluso en las noches más oscuras y actúa tanto como un reloj endocrino como un calendario. Además, también tiene efectos anticancerígenos, la supresión de la melatonina es uno de los mecanismos que relacionan la luz nocturna con ciertos

229 Figura 2: Estructura general del Sistema circadiano en humanos. A) Inputs del ciclo luz-oscuridad y de otros zeitgebers no fóticos, tales como el ejercicio en horas de alimentación. B) Maquinaria del reloj formada por un marcapasos central localizado en el núcleo supraquiasmático (NSQ), otros osciladores cerebrales y osciladores periféricos en múltiples órganos y tejidos. C) Outputs, ritmos manifiestos que pueden medirse en variables fisiológicas, bioquímicas o comportamentales. Modificado por Ortiz-Tudela 2014, Tesis Doctoral Internacional.

tipos de cáncer²³⁰, y tiene efectos neuroprotectores, inmunomoduladores, antiinflamatorios, antiinflamatorios y antioxidantes.

Si no tenemos una adecuada exposición a la luz nuestros procesos fisiológicos pueden desordenarse, causando lo que conocemos como crono-disrupción.

Un trastorno del tiempo (CD) se define como un cambio relacionado con el funcionamiento de un sistema biológico. Es la cronología interna de los ritmos circadianos bioquímicos, fisiológicos y conductuales. Esta es la diferencia entre nuestro tiempo interno (tiempo establecido por nuestro reloj biológico) y el tiempo externo (tiempo establecido por las condiciones ambientales). También se cree que es una interrupción de la relación fásica normal entre el ritmo circadiano del cuerpo y el ciclo ambiental²³¹ de 24 horas, y constituye un riesgo crítico para diversas afecciones médicas.

Hoy en día, estamos adoptando cada vez más un estilo de vida nocturno, ya sea en el trabajo o en el ocio, en el que estamos excesivamente iluminados por la noche y pasamos la mayor parte del día en una habitación con poca luz.²³²

Nuestro reloj biológico es el que permite al organismo adaptarse a los cambios que se producen en su entorno de luz, temperatura, etc., regulando también nuestras funciones biológicas básicas como dormir, alimentarse, la temperatura corporal, los ritmos hormonales, las actividades metabólicas, etc. Por lo tanto, si este reloj se des coordina puede causar muchos problemas para la salud.

El principal problema es el insomnio, un trastorno del sueño que provoca problemas para conciliar el sueño, dormir y descansar adecuadamente. A la larga, el insomnio puede causar graves problemas de salud como somnolencia, fatiga, falta de concentración, ansiedad, depresión y aumenta el riesgo de accidentes graves.

230 TOUITOU Y, REINBERG A, TOUITOU D. Association between light at night, melatonin secretion, sleep deprivation, and the internal clock: Health impacts and mechanisms of circadian disruption.

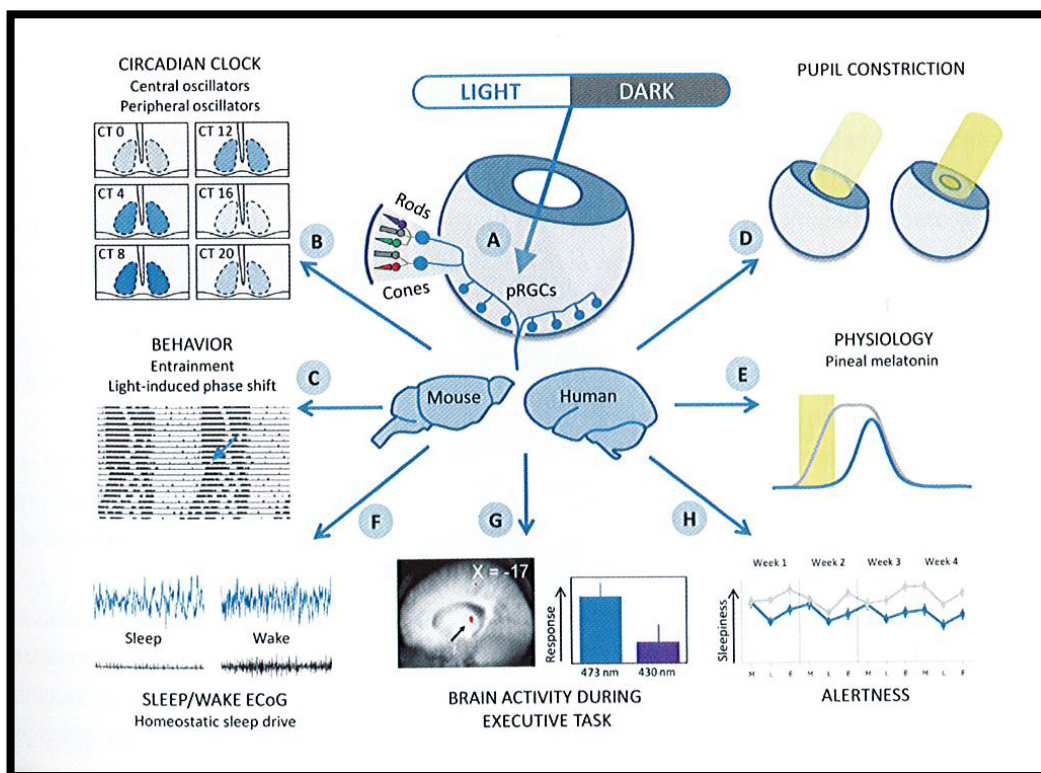
231 M. Garaulet, J.A. Madrid. Chronobiology: Influences on metabolic syndrome and cardiovascular risk. *Curr Cardio Risk Rep*, 4 (2010), pp. 15-23

232 Smolensky MH, Sackett-Lumdeen LL, Portallupi F.Nocturnal light pollution and underexposure to daytime sunlight: Complementary mechanisms of circadian disruption and related diseases, *Chronobiology International* 2015;32(8):1029-1048. Doi 10.3109/07420528.2015.1072002

Asimismo, la crono-disrupción se relaciona con la aparición de ciertas patologías o alteraciones metabólicas como la diabetes, de enfermedades cardiovasculares o de trastornos psiquiátricos. Incluso la incidencia de algunos tipos de cáncer parece estar relacionada con la crono-disrupción, a este respecto se han realizado distintos estudios epidemiológicos y experimentos en modelos animales. Además, es un importante factor de riesgo para padecer envejecimiento prematuro.

Los efectos no visuales de la luz sobre el sistema circadiano, incluyendo la inhibición de la melatonina, son más marcados cuando la luz contiene mayor proporción de azul además la exposición a la luz azul también genera mayor alerta²³³.

Figura3 ²³⁴



233 Erren TC, Reiter RJ. Preventing cancers caused by chronodisruption: blocking blue light alone is unlikely to do the trick. *Med Hypotheses*. 2009 DEC;73(6):1077-8 .

234 Figura 3. Diagrama de los efectos no visuales de la luz. La luz mediante células ganglionares intrínsecamente fotosensibles (A) induce múltiples efectos en funciones no visuales, tales como: reajuste del marcapasos circadiano

Las consecuencias de la exposición a la luz fuera de los ciclos naturales dependen entre otros aspectos del espectro de emisión, de la duración de la exposición y de la intensidad en la que se produce.

En términos de intensidad, cuando se utilizan LED en aplicaciones de iluminación general, el alto brillo de los LED puede concentrar una gran cantidad de energía en el área de la retina donde se forma la imagen, en ausencia de elementos adecuados de difusión o bloqueo.

En relación con la longitud de onda, cualquier luz con intensidad suficiente en cualquier longitud de onda puede producir efectos relevantes en el cuerpo humano, casi todos los estudios publicados coinciden en la mayor eficacia de los componentes de longitudes de onda cortas del efecto visible (luz azul) frente a las longitudes de onda largas (luz roja) a la hora de provocar efectos sobre el sistema circadiano y otros aspectos fisiológicos y comportamentales²³⁵.

La entrada de luz en la retina es detectada por conos bastones y células ganglionares fotosensibles que conectan la retina con otras áreas más profundas del cerebro produciendo los siguientes efectos no visuales:

- Múltiples efectos en funciones no visuales tales como el reajuste del marcapasos circadiano.
- Encarrilamiento de los ritmos comportamentales
- Contracción pupilar
- Inhibición de la secreción de melatonina
- Alteración en el EEG
- Activación selectiva de centros en el cerebro

(B), encarrilamiento de los ritmos comportamentales (C), contracción pupilar (D), inhibición de la secreción de melatonina (E), alteración en el EEG (F), activación selectiva de centros en el cerebro (G) y generación de alerta (H).
Reproducido de Dijk et al. 2009.

235 CAJOCHEN C, MUNCH M, KOBIALKA S, KRAUCHI K, STEINER R, OELHAFEN P, ORGUL S, and EIRZ-Justice. Hight Sensitivity of Human Melatonin, Alertness, Thermoregulation, and Heart Rate to Short Wavelength Light. The Journal of Clinical Endocrinology & Metabolism 2005;90(3):1311-1316.doi:10.1210/jc.2004-0957.

- Generación de alerta

b) Efectos psicológicos de la luz

La iluminación produce un efecto específico en las personas, que se refleja tanto en su conducta como en sus emociones.

La luz afecta el razonamiento, el estrés y el bienestar de los trabajadores. Con el control de la iluminación en el lugar de trabajo se consigue mejorar significativamente el bienestar general.

Las variaciones de color en la iluminación tienen efectos psicológicos sobre las personas, a mayor temperatura de color de las fuentes luminosas, mayor estimulación se produce en nuestros sentidos.

El color de un espacio o local iluminado artificialmente dependerá de las lámparas seleccionadas y concretamente de dos parámetros de los LED²³⁶:

- La temperatura de color (K) ordenada, es la impresión de color recibida al mirar la propia fuente de luz. Se definen tres grados de apariencia de color según la tonalidad de la luz:
 - Luz fría para las que tienen un tono blanco azulado
 - Luz neutra para las que dan luz blanca
 - Luz cálida para las que tienen un tono blanco rojizo

Temperatura de color correlacionada	Apariencia de color
Tc mayor a 5.000k	Fría
3.300- menor TC menor 5.000k	Intermedia
Tc menor a 3.300k	Cálida

236 IDAE y CIE. Guía IDAE 010: Guía Técnica Eficiencia Energética Iluminación. Oficinas Madrid, junio de 2019, p38.

- Índice de reproducción cromática (Ra), de una fuente de luz indica su capacidad para reproducir con fidelidad los colores de los objetos que ilumina.

Cuando se eligen las fuentes de luz con la intención de influir en las sensaciones de los trabajadores, no solo son importante estos dos parámetros también hay que tener en cuenta el nivel de iluminancia (lux).

La elección del color de suelos, paredes, techos y muebles también tiene repercusión en el estado anímico de las personas.

3.2.4.2. Efectos visuales de la exposición a la luz artificial LED

La radiación óptica afecta los tejidos oculares de manera diferente según su longitud de onda. Aunque la córnea absorbe preferentemente la radiación en las bandas UV-C (100-280 nm) y UV-B (280-315 nm), un alto porcentaje de la radiación en el rango visible alcanza la retina y puede causar daños. Si la intensidad de la luz y el tiempo de exposición son lo suficientemente altos.

Los colores fríos pueden crear una sensación de soledad y estrechar el espacio, pero también tienen un efecto refrescante, lo que los hace adecuados para decorar en climas cálidos. Los tonos cálidos son todo lo contrario. Están asociados con la euforia, el placer y la amplitud, aportan un aspecto acogedor al ambiente y son los preferidos en climas cálidos. En todos los casos, la presencia de elementos fríos (iluminación de lámparas o colores de objetos) en un ambiente cálido, o viceversa, suele contribuir a un resultado final más agradable y/o neutral.

Principales daños fotoquímicos en la retina producidos por las fuentes de luz LED:

- a) Fotoqueratitis
- b) Retinopatía fotoquímica producida por exposición a luz intensa y la asociada con la luz intensa.
- c) Retinopatía fotoquímica producida asociada con la luz azul.

En recientes estudios se muestran evidencias moleculares de que la luz azul sobre la retina induce daños oxidativos en los lípidos poliinsaturados anclados en moléculas de señalización de la membrana e inducen daño del DNA de las células. (Ratnayake *et al*, 1999). No discutimos la veracidad de que la luz azul puede producir dichos efectos, pero todo dependerá de la dosis recibida. Hay sólidas evidencias científicas de que la luz no es solo esencial para la visión, sino que también lleva a cabo importantes efectos biológicos en la salud humana, el comportamiento y el sentirse bien no dependen de las imágenes visuales. La luz, principalmente en el rango del azul, es el principal sincronizador del reloj biológico humano. Puede cambiar la fase de los ciclos circadianos y determina los períodos de sueño-vigilia (CIE, 2017).

Hay un amplio consenso de que el espectro de acción de la melanopsina humana tiene su pico de máxima sensibilidad alrededor de los 480 nm (Lucas *et al.*, 2014; CIE, 2015). Trivelling y colaboradores ya propusieron en un artículo publicado en 2015 (Trevelling *et al*, 2015) un innovador sistema de iluminación con LED que emitan luz blanca con un sistema capaz de suaves cambios de la Temperatura de color cambiando emisión en el rango del azul (460-480 nm).

En nuestra opinión, los artículos publicados que hacen referencia al posible daño de la luz azul que emiten las luminarias LED no demuestran de manera científica que puedan dañar la retina humana. Un exceso de luz azul puede producir daños en la retina y su falta producir alteraciones de nuestros ciclos circadianos y afectar seriamente a nuestra salud.

La capacidad actual de poder ensamblar unidades de LED con diferentes picos de emisión de luz en una luminaria y poder regular la emisión de la misma (Malik *et al*, 2018) (Malik *et al*, 2020) (Reese, *et al*, 2020) hace necesario en nuestra opinión plantearse nuevos sistemas de medición de la luz emitida por estas nuevas fuentes de luz. En un estudio publicado por Godo y colaboradores plantean que se habría de tener en cuenta la particular emisión de las nuevas fuentes de luz LED para la calibración de los luxómetros para su medición (Godo *et al*, 2020).

Se recomiendan nuevos estudios en los que irradien cultivos de acuerdo con lo que emiten las nuevas luminarias LED que hay en el mercado y nuevos estudios en los que se midan las nuevas luminarias que vayan saliendo al mercado en cada momento.

- d) Enfermedades retinarias como consecuencia de la exposición prolongada a la luz

Una exposición prolongada a la luz podría conducir a la ceguera como la degeneración macular asociada a la edad (DMAE)

3.2.4.3. Otros daños o efectos negativos para la salud

a) Importancia de la luz en la generación o agravamiento de otras patologías

La radiación en bandas espectrales también puede afectar directamente a la piel. La exposición en el rango visible, que es característico de la radiación LED, no parece presentar ningún peligro de radiación específico para la piel, y la radiación es común en las lámparas que se usan comúnmente para el alumbrado público y la iluminación interior.

Es posible que esté usando un fármaco fotosensibilizante y la exposición a la luz azul puede exacerbar los síntomas de fotosensibilidad de la piel, especialmente en personas con piel sensible. Flicker o Flickr está asociado con la exacerbación de ciertas condiciones preexistentes, como convulsiones sensibles a la luz y migrañas, pero no se sabe todavía la relevancia clínica real que puede tener el parpadeo residual de las fuentes LED actuales.

Algunas condiciones relacionadas con la luz, como la encefalomiелitis, la fibromialgia, la disnea y el autismo, pueden verse afectadas por la tecnología de iluminación que se explora con la tecnología que se encuentra en los LED.

b) Situaciones relacionadas con el uso de LED que disminuyen el rendimiento visual y que pueden suponer un riesgo para la salud

Instale siempre fuentes de luz LED para garantizar niveles aceptables de deslumbramiento en situaciones donde un sistema de iluminación mal diseñado o instalado puede reducir el rendimiento visual y causar daños a las personas. Se debe tener en cuenta que estos efectos son más severos en las personas mayores.

En el lugar de trabajo, parpadear es un factor que puede confundir el movimiento de objetos o distraer a los observadores, y puede ser inaceptable en algunos lugares de trabajo, especialmente cuando se usan máquinas.

c) Aspectos relevantes vinculados a la percepción visual y el bienestar

Para la consecución de una atmósfera agradable que garantice una aceptación social elevada de las fuentes de luz LED debe es importante tener en cuenta la relación entre la iluminancia y la temperatura de color de las fuentes de luz en las instalaciones de alumbrado.

3.3. ILUMINACIÓN: SEGURIDAD DE PRODUCTO

Ante el reto de la consecución del Mercado Interior²³⁷ y en concreto hacer efectiva la libre circulación de mercancías se debía afrontar el problema de la existencia de reglamentaciones técnicas de algunos Estados miembros que suponían una serie de barreras que no solamente implicaban un alto coste económico, sino que dificultaban el avance en la integración económica. La diversidad de las reglamentaciones técnicas nacionales existentes entre los diferentes estados miembros dificultaba cuando no hacía casi imposible la libre circulación de productos, justificando además la existencia de estas en la protección de la seguridad o salud de las personas.

Determinados estados miembros contaban con regulaciones nacionales específicas de seguridad para ciertos productos además de obligar para la importación de estos a llevar comprobaciones obligatorias de cumplimiento de la reglamentación por laboratorios o centros de certificación nacional que dificultaban en exceso la libre circulación de productos de otros estados miembros favoreciendo a los similares o iguales productos nacionales.

Los estados miembros que carecían de reglamentaciones restrictivas a la importación de productos se veían abocados a intentar desarrollar reglamentaciones nacionales más restrictivas o proteccionistas ante el riesgo de pérdida de cuota de mercado en el estado propio y ante las dificultades que se encontraban para el comercio intracomunitario de sus productos.

237 La libre circulación de mercancías es una de las piedras angulares del Mercado Único. Los mecanismos establecidos para lograr este objetivo se basan en evitar nuevas barreras al comercio, el mutuo reconocimiento y la armonización técnica

Para solucionar estos problemas era fundamental lograr de forma simultánea:

- La armonización de las reglamentaciones técnicas nacionales.
- La armonización de los procedimientos para evaluar y, en su caso, certificar la conformidad de un producto a la reglamentación comunitaria, y la regulación del "mercado" de los productos "conformes".
- La adopción de medidas contra la comercialización de productos inseguros o defectuosos.

3.3.1. Armonización de las Reglamentaciones Técnicas y Normalización: el "Nuevo Enfoque"

En una primera etapa y para alcanzar la total armonización de las reglamentaciones de los diferentes estados miembros se optó por la elaboración de una directiva para cada producto o grupo de productos homogéneo que fracasó, ya que implicaba la elaboración de cientos de directivas para cada producto, decidiendo un "nuevo enfoque"²³⁸ para agilizar el proceso normativo.

La armonización de las normas nacionales de seguridad de los productos se logra a través de un conjunto limitado de directivas en las que se establecen requisitos de seguridad comunes y un amplio conjunto de normas armonizadas para especificar los requisitos antes mencionados, describir e indicar opciones de seguimiento, pero en la práctica es casi necesario.

En la práctica, por tanto, las normas armonizadas siguen siendo parte integrante del Derecho comunitario, incluso en ausencia de tal legislación. Por lo tanto, la Comisión Europea y las autoridades nacionales deberían prestar atención y de alguna manera controlar las actividades del CEN y los organismos nacionales de normalización en esta área.

238 "Guía para la aplicación de las directivas basadas en el Nuevo Enfoque y en el Enfoque Global". Las directivas de Nuevo Enfoque se basan en los principios siguientes:

- La armonización se limita a los requisitos esenciales.
- Únicamente los productos que cumplen los requisitos esenciales pueden comercializarse y entrar en servicio.
- Se presume que las normas armonizadas cuyos números de referencia se hayan publicado en el Diario Oficial y que se hayan transpuesto a normas nacionales, son conformes con los requisitos esenciales correspondientes.

Las normas armonizadas tienen como objetivo:

- Para facilitar la interpretación por parte de los fabricantes de los requisitos generales de seguridad establecidos en la Directiva, la Comisión ha asignado al CEN el desarrollo de tantas normas como sea posible. Estas normas no vinculantes se conocen como "normas armonizadas" después de su publicación en el Diario Común de la Comunidad Europea. Se desarrollarán más de 200 estándares armonizados para el desarrollo de la Directiva de Equipos de Protección Personal. La Directiva de Maquinaria tiene más de 400, y se espera que la Directiva de Productos de Construcción, por ejemplo, tenga aún más. Esto significa que existen miles de normas (revisadas periódicamente) que reflejan los últimos conocimientos en el campo de la seguridad de los productos.
- La Directiva establece los requisitos básicos de seguridad que deben cumplir los productos para ser comercializados y circular libremente. El ámbito de aplicación de estas directivas es lo más amplio posible (por ejemplo, toda la maquinaria) y cubre una amplia gama de productos y clases de riesgo, pero el inconveniente es que los requisitos de seguridad deben ser muy generales para hacerlo.

Por regla general, salvo en el caso de productos muy peligrosos, basta con que los fabricantes sigan normas armonizadas para que puedan vender sus productos sin ser controlados por un tercero. Lo mismo puede decirse de los productos "inofensivos", incluso si no cumplen con las normas armonizadas.

Para productos peligrosos, la fabricación según normas armonizadas es una gran ventaja, demostrando la voluntad del fabricante de cumplir con los requisitos establecidos por la Directiva. En tales casos, se puede recomendar al fabricante que cumpla voluntariamente para "diluir" la responsabilidad en caso de accidente, aunque el fabricante no está obligado a pasar por el control de terceros.

3.3.2. Certificación y Mercado de Productos

La armonización de las normas y estándares nacionales en esta materia no es suficiente para que un país comunitario acepte productos importados de otros estados miembros de la UE como 'seguros'. Además, los procedimientos de evaluación de la conformidad del producto deben armonizarse con las normas anteriores y las condiciones y estándares que deben cumplir y seguir los organismos de certificación que participan en las evaluaciones anteriores.

Las normas armonizadas incluyen tanto las especificaciones de seguridad específicas que debe cumplir cada tipo de producto como los controles o pruebas a los que deben someterse los productos para evaluar el cumplimiento de la información. Una breve inspección del producto puede ser suficiente. En otros lugares, la evaluación implica ejecutar pruebas complejas que deben realizarse en un laboratorio externo.

En muchos casos, los productos se fabrican en masa y la evaluación de cada unidad producida no es posible (si la prueba es destructiva) o, a menudo, no es económicamente viable. Los fabricantes siempre deben comenzar con el diseño del producto para cumplir con las especificaciones de seguridad reglamentarias. A continuación, puede optar por fabricar un prototipo o modelo y evaluar el cumplimiento de estas especificaciones. En cualquier caso, el proceso de fabricación debe controlarse para garantizar que cada unidad producida esté "dentro de la tolerancia" para coincidir con el diseño (o prototipo).

El control de la producción se puede implementar a través de diversos sistemas basados en el control de calidad del producto final y/o el control de los factores de producción que lo afectan. Las características de estos "sistemas de calidad" están normalizadas por CEN (serie de normas 29000).

De lo anterior se puede inferir que los fabricantes cuentan con un amplio abanico de posibilidades para evaluar la conformidad de sus productos. Las posibilidades de intervención de terceros (organismos de certificación) en el proceso también son variadas: diseño, prototipo, sistema de calidad aplicado y/o inspección, aprobación y certificación del producto terminado (verificación)). La Directiva establece procedimientos de auditoría específicos que se aplican a cada tipo de producto. Esto significa definir claramente tanto el desempeño del fabricante como el desempeño del organismo de certificación que debe intervenir.

El procedimiento elegido en cada caso depende de las características del proceso de fabricación, de las características del producto y de sus potenciales peligros (cuanto mayor sea éste, más frecuente será la intervención del organismo de certificación). Los Estados miembros informarán a la Comisión de los organismos autorizados para realizar las intervenciones (ensayo, aprobación y certificación) previstas en los procedimientos de evaluación establecidos por cada Directiva. Está claro que los Estados miembros no pueden conceder la autorización "sobre la marcha". Las Normas CEN (serie 45000) sobre "Acreditación y Funcionamiento de Organismos y Laboratorios de Certificación" (serie 45000) se utilizan como base para otorgar y mantener la acreditación, armonizando condiciones, principios y prácticas. Reglas y su comportamiento. Tras

obtener la certificación exigida por las directivas pertinentes (si las hubiere), el fabricante deberá cumplir los requisitos básicos de seguridad mediante el marcado CE antes, y como condición suficiente, para comercializar libremente el producto. Esto es equivalente a "mostrar" en la declaración anterior. Si se aplica más de una directiva al producto, la marca indica el cumplimiento de todas ellas.

El control de la producción se puede implementar a través de diversos sistemas basados en el control de calidad del producto final y/o el control de los factores de producción que lo afectan. Las características de estos "sistemas de calidad" están normalizadas por CEN (serie de normas 29000).

De lo anterior se puede inferir que los fabricantes cuentan con un amplio abanico de posibilidades para evaluar la conformidad de sus productos. Las posibilidades de intervención de terceros (organismos de certificación) en el proceso también son variadas: diseño, prototipo, sistema de calidad aplicado y/o inspección, aprobación y certificación del producto terminado (verificación)). La Directiva establece procedimientos de auditoría específicos que se aplican a cada tipo de producto. Esto significa definir claramente tanto el desempeño del fabricante como el desempeño del organismo de certificación que debe intervenir. El proceso elegido en cada caso depende de las características del proceso de fabricación, de las características del producto y de sus requerimientos.

3.3.3. Cláusula de Salvaguarda y Responsabilidad por los Productos Defectuosos

No importa cuán sofisticado sea el sistema de seguridad de productos de la Comunidad, siempre existe la posibilidad de que surjan problemas y se puedan encontrar productos con la marca CE inseguros (incluso cuando se usan de acuerdo con las pautas de la Comunidad). Tenga en cuenta que, para productos potencialmente inofensivos, los fabricantes no necesitan depender de organismos de certificación y, por lo tanto, no están sujetos a control externo antes de que el producto se comercialice. Por ello, es necesario establecer procedimientos por los que los Estados miembros puedan "responder" cuando descubran que un producto ya comercializado supone un riesgo grave para la seguridad y la salud de los usuarios. Con este fin, la Directiva contiene una "cláusula de protección", en virtud de la cual los Estados miembros deben retirar el producto del mercado y notificar a la Comisión Europea si se encuentra dicho producto. Si está justificado, lo notificaremos a otros Estados miembros para que puedan hacer lo mismo. Aunque es muy fuerte, la cláusula de retirada sigue siendo una 'encrucijada' y otorga una gran responsabilidad a los Estados miembros que la utilizan.

De hecho, en todos los Estados miembros de la UE, los accidentes de trabajo (al menos graves y mortales) se investigan para determinar la responsabilidad (penal, civil, administrativa). La mayoría de estas investigaciones encontraron que las fallas en el diseño del grupo de trabajo, o las omisiones o imprecisiones en las instrucciones que las acompañaban, fueron la causa (o co-causa) de los accidentes. En tales casos, si el dispositivo ya cumple con las directivas existentes, las disposiciones de salida se aplicarán automáticamente. Sin embargo, en tales casos también se aplican las disposiciones de la Directiva sobre "Responsabilidad (civil) por daños causados por productos defectuosos". Entre otras cosas, esta directiva establece:

- El fabricante será responsable de los daños causados por los defectos de sus productos,
- El perjudicado deberá probar el daño, el defecto y la relación causal entre ambos,
- No podrá ponerse un límite a la responsabilidad del fabricante inferior a 70 millones de ecus.

En la práctica, la evaluación técnica de la naturaleza de los posibles defectos en el diseño del producto incluye elementos básicos de referencia como requisitos generales de seguridad establecidos por directivas y normas armonizadas.

3.3.4. Directivas de Seguridad de Producto

A diferencia de las normas de seguridad y salud en el trabajo, las normas de seguridad de los productos no están impulsadas por las directivas "marco" que subyacen al resto del desarrollo. Cada directiva de seguridad de productos es independiente y especifica todas las condiciones de comercialización de productos aplicables. Además, para evitar el vacío legal, es decir, la existencia de productos no regulados, se redactó una directiva de "escoba" que cubre todos los productos que no tienen su propia directiva. Esta guía, por su propia naturaleza, es un excelente ejemplo de principios y procedimientos de seguridad de productos.

Las principales familias de directivas de seguridad en el producto son:

- a) La Directiva "Productos de Construcción" se aplica a los productos destinados a ser introducidos en obras de ingeniería civil o de construcción que afecten directamente a las condiciones de seguridad y salud de futuros proyectos. Esta directiva tiene como objetivo garantizar que estos productos solo puedan venderse si van acompañados de información precisa y verificada sobre sus propiedades.
- b) La Directiva de Máquinas es una de las primeras y más importantes directivas sobre seguridad de los productos. Esto se aplica a la maquinaria industrial, la maquinaria móvil, los equipos de

elevación y, en general, a la mayoría de los tipos de maquinaria. Contiene una lista de máquinas peligrosas que requieren certificación de prototipo. Esta directiva también se aplica a los componentes de seguridad de máquinas vendidos por separado.

- c) Directivas específicas para los "*Recipientes y equipos a presión*", los "*Aparatos a gas*", el "*Material eléctrico*" y el "*Material para uso en atmósferas explosivas*".
- d) Directivas referentes a "sustancias y preparados peligrosos" Este grupo de directivas es muy amplio. Esto incluye directivas que restringen la comercialización y el uso de ciertas sustancias o preparados y directivas sobre notificación, clasificación, envasado y etiquetado de sustancias y preparados peligrosos. Además de la información provista en la etiqueta, toda sustancia o preparado peligroso debe tener un "dato de seguridad" que contenga información adicional sobre su composición, propiedades fisicoquímicas, riesgos y precauciones de uso, y el tipo de primeros auxilios requeridos en el evento.

También contiene directivas específicas, como las directivas sobre pesticidas y productos fitosanitarios y explosivos civiles. Directiva sobre el transporte de mercancías peligrosas por carretera.

- e) La Directiva de "Equipos de Protección Individual" clasifica estos equipos en tres categorías, con una correspondiente clasificación obligatoria del grado de certificación exigido, en función del grado de peligrosidad con que el equipo pueda dañarse o funcionar mal.

3.3.4. Normativa de Seguridad de Productos LED y de los Lugares de Trabajo. Directivas y Normas Armonizadas. Normas españolas.

El sector de la iluminación es el más regulado tanto a nivel europeo como español en comparación con el resto del espectro eléctrico. Los productos de iluminación ya sean luminarias, bombillas o alguno de sus componentes, tienen requisitos legales de seguridad eléctrica y mecánica, compatibilidad electromagnética, ecodiseño, etiquetado energético y eliminación de residuos. Los productos eléctricos, la eficiencia energética y los residuos que definen las actividades de las empresas que fabrican y venden productos de iluminación y sus componentes están sujetos a leyes que rigen el diseño de productos y afectan la inversión en producción y calidad. Existen directivas obligatorias.

Además de regular los productos eléctricos, como es el caso de los productos de iluminación, la instalación de estos productos también está regulada y amparada por las Especificaciones Eléctricas de Baja Tensión que requieren la publicación de una serie de normas. Se establecen inspecciones para mantener las instalaciones y equipos en perfectas condiciones.

A) Directivas y Reglamentos de la Unión Europea

Para la iluminación LED y convencional, la Directiva 2009/125/EC reemplaza a la Directiva 2005/32/EC y proporciona un marco para establecer los requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos que utilizan energía (PUE). Afecta a la Comunidad Europea y tiene otros efectos importantes sobre el medio ambiente. Esta directiva define tanto el diseño ecológico como la integración de los aspectos medioambientales en el diseño del producto para mejorar el comportamiento medioambiental de los productos durante todo su ciclo de vida o subfases sucesivas.

Por lo tanto, mejorar la eficiencia energética, incluida la capacidad de los usuarios finales para utilizar la electricidad de manera más eficiente, puede contribuir fundamentalmente a cumplir los objetivos de emisiones de gases de efecto invernadero. Establecido bajo el Protocolo de Kioto y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

La Directiva 2009/125/CE exige un diseño ecológico y de productos para mejorar el comportamiento ambiental de los productos, a partir del uso de materias primas, a lo largo del ciclo de vida del producto o a través de etapas sucesivas e interdependientes del producto. Define tanto la integración de los aspectos ambientales en hasta el procesamiento final.

Por lo tanto, mejorar la eficiencia energética, incluida la capacidad de los usuarios finales para utilizar la electricidad de manera más eficiente, puede contribuir fundamentalmente a cumplir los objetivos de emisiones de gases de efecto invernadero. Establecido bajo el Protocolo de Kioto y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.

Los productos relacionados con la energía que cumplan con las normas de diseño ecológico previstas en las medidas de aplicación de la Directiva 2009/125/CE deben llevar el "Marcado CE" y la información relacionada para poder presentarlos en el mercado nacional.

La Directiva 2009/125/CE establece los requisitos de ecodiseño de los productos LED que deben cumplir el Reglamento (UE) nº 1194/2012, de 12 de diciembre, y se aplica a las luces direccionales, LED y sus equipos. Antes de que cualquier producto LED se comercialice, se comercialice o se utilice, debe ir acompañado de un "Marcado CE" y una Declaración de conformidad CE y, en consecuencia, por parte del fabricante o su representante autorizado. el producto cumple con todas las disposiciones pertinentes de la acción coercitiva aplicable.

Reglamento (UE) 2019/2020, de 1 de octubre de 2019, por el que se establecen requisitos de diseño ecológico para las fuentes luminosas y los mecanismos de control correspondientes deroga y sustituye ente otros al Reglamento (UE) 1194 2012.

Esta nueva legislación se refiere, en particular, a los requisitos mínimos de eficiencia actualizados, refuerza los derechos de los consumidores a la reparación de productos y contribuye a la economía circular.

A partir del 1 de septiembre de 2021, los fabricantes o los importadores estarán obligados a poner a disposición de los reparadores profesionales una serie de piezas esenciales durante un mínimo de entre siete y diez años después de la introducción en el mercado de la Unión de la última unidad de un modelo.

También para los usuarios finales (es decir, para los consumidores que no sean reparadores profesionales, pero que prefieran reparar ellos mismos las cosas), los fabricantes deberán poner a disposición determinadas piezas de recambio durante varios años después de la salida de un producto del mercado. El plazo máximo de entrega para todas estas piezas será de quince días laborables después del pedido.

La Directiva 2002/91/CE²³⁹ relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios supone un avance definitivo en la iluminación de interiores. Esta Directiva de aplicación obligatoria en los países miembros obligó a la elaboración por parte de España de una norma UNE 12464-1²⁴⁰ relativa a la eficiencia energética enfocada en la iluminación de interiores en los edificios.

234 Directiva 2002/91/CE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios. *Unión Europea*
240 Norma Europea sobre la iluminación para interiores. *Unión Europea, 2002.*

En septiembre de 2002 se aceptó la redacción por parte de la Comisión de Normalización Europea de la norma UNE 12464-1 relativa a “Iluminación de los lugares de trabajo en interior” y a finales de mayo de 2003 tuvieron que retirarse todas aquellas normas nacionales que pudieran entrar en conflicto con la nueva norma.

Además del deseo de ahorrar energía, existe la obligación de cumplir con los estándares de calidad correctos para que la instalación de iluminación no solo proporcione el nivel adecuado, sino que también cumpla con todos los parámetros que contribuyen a la creación de ambiente y seguridad, no solo mejora la eficiencia y el ahorro de las instalaciones de iluminación, sino que también mejora la calidad de la iluminación al proporcionar valores mínimos como el Índice de reproducción cromática (CRI) o Ra), el Índice de luminancia uniforme (UGR), etc.

Esta norma especifica los requisitos de iluminación para lugares de trabajo en interiores para satisfacer las necesidades de rendimiento y confort visual. Se tienen en cuenta todas las tareas visuales habituales, como el equipamiento de la pantalla.

La citada norma especifica criterios de diseño de iluminación, en términos de cantidad y calidad, para la mayor parte de los lugares de trabajo en interiores, tales como iluminancias recomendadas en el área de la tarea, apantallamiento contra el deslumbramiento, límites de luminancia de luminarias, etc. Además, se dan recomendaciones sobre buenas prácticas de iluminación.²⁴¹

3.4. NORMATIVA LABORAL ESPAÑOLA RELATIVA A LA IMPORTANCIA DE LA ILUMINACIÓN EN LA SALUD Y SEGURIDAD DE LOS TRABAJADORES

En España, destaca en el ámbito de las relaciones laborales y de las organizaciones productivas el intervencionismo normativo estatal. El Decreto de 13 de septiembre de 1936, la

241 Unión Europea. (2020). Diario Oficial Legislación. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri>. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=OJ:L:2022:308:TOC>

Orden de 10 de enero de 1937, la Ley de 9 de febrero de 1939 y la ley de 23 de septiembre de 1939, son prueba de ello.

El carácter programático del Fuero del Trabajo de 1938 supone la necesidad de dictar normas que lo desarrollan salvaguardando lo contenido en sus principios. El Estado es el encargado de salvaguardar el deber de seguridad e higiene, empleando sus facultades y cumpliendo sus deberes que resultarán aplicables a la relación de trabajo, contemplando mandatos de carácter mínimo.

De toda la actividad reguladora del Estado cabe mencionar el Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 1940, Orden de 31 de enero de 1940. Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OGSST), siendo una norma de gran relevancia en el ámbito de prevención laboral y primer cuerpo jurídico de nuestro ordenamiento que busca regular la prevención de riesgos laborales (Pendás, 1987), recogiendo diferentes obligaciones para el empresario y los trabajadores en este campo. El art. 5 de dicho Reglamento contempla el deber de protección del empresario²⁴².

De este modo, esta Orden es el primer cuerpo normativo que regula las condiciones de seguridad e higiene en el trabajo en nuestro país.

El Reglamento consta de 104 artículos organizados en los siguientes capítulos: Obligaciones, Servicios de Limpieza, Instalaciones Adyacentes y Condiciones Finales.

La importancia de esta norma se encuentra en que el empresario se erige como responsable frente al Estado de sus obligaciones de seguridad, siendo colaborador necesario para que se cumple la función estatal de salvaguardar la seguridad e higiene en el trabajo, debiendo los trabajadores decididamente cumplir la normativa preventiva. Por lo tanto, el empresario está obligado a adoptar las medidas de seguridad que sean necesarias para evitar los riesgos profesionales (art. 5), requiriendo que los trabajadores cumplan las obligaciones de seguridad e higiene y se empleen los medios de protección adecuados (arts. 3, 35, 73, 84 y 88).

242 GONZÁLEZ, Guillermo García, et al. Seguridad e higiene en el trabajo durante el primer franquismo: estructuras jurídicas e institucionales. *Lex Social: Revista de Derechos Sociales*, 2017, vol. 7, no 1, p. 123-143.

Esta Ordenanza, en su título I, enumera “las funciones del Ministerio de Trabajo requeridas para el ejercicio de una acción tuitiva, más eficaz, en defensa de la vida, integridad, salud y bienestar de las personas que se recogen en el ámbito del Sistema de la Seguridad Social, en consonancia con las establecidas a otros Departamentos ministeriales, en punto a la prevención de determinados riesgos en ciertos sectores de actividad; que en él, asimismo, se desarrollen las funciones legalmente atribuidas a la Inspección Nacional de Trabajo; y que se concreten, también, aquellas que se encomiendan a los Delegados de Trabajo y a los Consejos Provinciales de Seguridad e Higiene que a título experimental iniciaron su actuación en algunas provincias, con positivos y eficaces resultados, sin perjuicio de prever, mediante las oportunas disposiciones reglamentarias que al efecto se dicten.”²⁴³.

En la Orden de 26 de agosto de 1940 se contempla la obligación de que exista una iluminación artificial adecuada en los centros de trabajo tanto desde la perspectiva de la prevención de accidentes e higiene visual del trabajador como provechoso para que la producción mejore desde el punto de vista de la calidad y rendimiento.

La Orden de 9 de marzo de 1.971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (OGSST) establece en su artículo 25 que la “iluminación de los lugares de trabajo sea apropiada a las operaciones que se ejecuten”. La OGSST dedica cinco artículos a la iluminación (25 a 29) y el primero de ellos establece las normas generales disponiendo que “Todos los lugares de trabajo tendrán iluminación natural, artificial o mixta apropiada a las operaciones que se ejecuten (...)”, sentando las bases de toda la regulación posterior al respecto y planteando la difícil pregunta ¿Qué es la iluminación apropiada a las operaciones que se ejecuten (...)?

3.4.1. Ley de Prevención de Riesgos Laborales (LPRL)

La Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales (en adelante, LPRL) contempla, en la actualidad, la regulación sobre la prevención de riesgos laborales en especial, en lo que respecta a las obligaciones del empresario para mitigar o eliminar los posibles riesgos en el

243 Enkalux - Cómo regular sistemas de iluminación led. (s. f.). <http://www.enkalux.es/noticias/151-como-regular-sistemas-de-iluminacion-led.html>

lugar de trabajo. Esta Ley deriva del art. 40.2 de la Carta Magna que encomienda a los poderes públicos velar por la seguridad e higiene en el trabajo. Este mandado constitucional supone la obligación de desarrollar una política de protección de la salud de los trabajadores a partir del desarrollo de acciones preventivas.

El art. 17.1 de la LPRL recoge de forma bastante escueta y genérica algunas de las obligaciones del empresario respecto de la utilización de los equipos de trabajo, los cuales se prevén en el art. 4.6 de la LPRL como “cualquier máquina, aparato, instrumento o instalación utilizada en el trabajo”.

Fundamentalmente se señala que el empresario ha de velar porque su utilización sea la adecuada, y esa escasez en la determinación se ha suplido con la aprobación de dos normas: el RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo, que traspone al derecho interno la Directiva 89/655/CEE, de 30 de noviembre²⁴⁴, y el RD 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo¹⁰⁸, que traspone la Directiva 89/654/CEE, de 30 de noviembre¹⁰⁹.

Con el fin de señalar las principales características de las obligaciones del empresario se mencionarán las medidas a adoptar según se tengan que materializar respecto del instrumental o aparatos que utilizan los trabajadores o respecto del lugar de trabajo dónde se lleva a cabo su prestación.

A) Medidas a adoptar en relación con el instrumental o aparatos que usan los trabajadores.

244 DOCE L 393, de 30 de diciembre. Ha sido modificada por la directiva 95/63/CEE, de 5 de diciembre. Por la transposición tardía de esta Directiva y de las que se verán posteriormente relativas a los lugares de trabajo (89/654/CEE), equipos de protección individual (89/656/CEE), manipulación de cargas (90/269/CEE), equipos que pantallas de visualización (90/270/CEE) y la relativa a las exposiciones a agentes cancerígenos (90/394/CEE), nuestro país ha sido condenado en la STJCE de 26 de septiembre de 1996 (Caso Comisión c/Reino de España. AL, 1997, nº 6). Un estudio del contenido de la misma en MARTÍNEZ GIRÓN, J.: «Apuntes sobre algunos interrogantes que suscita el nuevo Reglamento de los Servicios de Prevención de Riesgos Laborales». AL, 1997t, nº 37. En su apartado noveno de las “disposiciones mínimas generales aplicables a los equipos de trabajo” se contempla que las zonas y puntos de trabajo o de mantenimiento de un equipo de trabajo deben tener una iluminación adecuada dependiendo las tareas que deban efectuarse.

Lo primero que se determina en el RD 1215/1997 son una serie de obligaciones genéricas que, en cierta manera, ya se encuentran enunciadas en las características generales de la obligación de seguridad y que aquí se reiteran: la obligación de actualizar las condiciones de los equipos de trabajo y la de adaptación de estos a la persona (arts. 3 y 4).

Junto a ellas está la obligación de que las condiciones de uso sean las adecuadas, que se encuentra recogida con carácter general en el Anexo II del citado RD, estableciendo la obligación de que la utilización de los equipos, aparatos o instrumentos se ha de realizar conforme a las instrucciones de los fabricantes y en el caso de que ésta conlleve riesgos se han de adoptar las precauciones necesarias para que el impacto sobre el trabajador sea el mínimo.

Asimismo, se dispone que las labores de reparación, transformación, mantenimiento o conservación de esos equipos de trabajo deberán llevarse a cabo por los trabajadores que estén capacitados para ello, es decir, por personal competente para desempeñarlas, debiendo documentarse por escrito los resultados, teniéndolos a disposición de la autoridad laboral durante toda la vida útil de los equipos (arts. 17.1 *in fine* de la LPRL y 4 del RD 1215/1997).

Se han de complementar esas exigencias generales con el Anexo I que recoge disposiciones mínimas a observar, y que fundamentalmente fija obligaciones en cuanto a la parada y puesta en marcha de los aparatos, así como respecto al funcionamiento de estos.

Finalmente, y de forma paralela, se encuentran establecidas una serie de obligaciones adicionales respecto de los equipos de trabajo móviles y de los que conlleven la elevación de cargas o personas, exigiendo de estos últimos que estén instalados firmemente²⁴⁵.

B) Medidas a adoptar en relación con el lugar en que se lleva a cabo el trabajo.

Dichas medidas se encuentran recogidas en el RD 486/1997, entendiéndose por lugar de trabajo “las áreas del centro de trabajo, edificadas o no, en las que los trabajadores deban

245 SALCEDO BELTRÁN, María del Carmen, et al. Obligaciones empresariales en materia de Seguridad Social y Salud en las contratas y subcontratas de obras o servicios. 2000.

permanecer o a las que puedan acceder debido a su trabajo (entendiéndose incluidos): los servicios higiénicos y locales de descanso, los locales de primeros auxilios, los comedores, y las instalaciones de servicio o protección anejas a los lugares de trabajo” (art. 2.1 y 2).

Las medidas a seguir tienen el objetivo principal de que “la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores, o si ello no fuera posible, para que tales riesgos se reduzcan al mínimo” (art. 3).

Para llegar a la consecución de este fin se han determinado de forma concreta medidas en cuanto a las condiciones de las construcciones, limpieza y mantenimiento, señalización, instalaciones de servicio o protección, condiciones ambientales, iluminación, servicios higiénicos y locales de descanso, y material y locales de primeros auxilios, debiendo cumplir las medidas de los Anexos I a VI del RD 486/1997, que reglamentan, entre otras, las dimensiones mínimas de los lugares de trabajo, de las vías de circulación, de las rampas, escaleras fijas y de servicio, la temperatura y la humedad relativa de los mismos, los niveles mínimos de iluminación, los contenidos de los lugares de descanso (agua potable, vestuarios, duchas, lavabos y retretes) y qué debe contener el material de primeros auxilios o los locales destinados a los mismos en las empresas de más de 50 trabajadores²⁴⁶.

3.4.2. Real Decreto 487/1997, de 14 de abril, Disposiciones Mínimas de Seguridad y Salud en los Lugares de Trabajo.

La legislación sobre iluminación de oficinas y lugares de trabajo en nuestro país está definida por el Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Aborda los requisitos mínimos de salud y seguridad en el trabajo, incluida la iluminación en varios pasillos.

Este Decreto es una traducción al derecho español de la Directiva 89/654/CEE, de 30 de noviembre, y establece las disposiciones mínimas en materia de seguridad y salud en el trabajo. El

246 Ejemplos de una infracción de este tipo se encuentran en la STS (CA) de 3 de noviembre de 1998 (Ar. 8215), STS (UD) de 6 de mayo de 1999 (Ar. 4096), y en las SSTSJ de Cataluña de 11 de marzo de 1999 (Ar. 1806) y Castilla-La Mancha de 21 de abril de 1999 (Ar. 809).

objetivo principal de este decreto es establecer requisitos para las instalaciones, el equipo y el medio ambiente del lugar de trabajo. Instalaciones en su diseño, construcción y uso, instalaciones de servicio y protección, y en todo lo relacionado con el medio ambiente de trabajo, para que los trabajadores puedan utilizarlas de manera segura y saludable.²⁴⁷

Las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo que se establecen en este Real Decreto son obligatorias si los locales están contruidos a partir del 23 de julio de 1997, fecha de entrada en vigor de este, o en aquellos previos a esta fecha que se hayan sometido a modificaciones, ampliaciones o transformaciones después de dicha fecha.

Esta norma se aplica principalmente a los sectores industrial y de servicios. Sin embargo, el alcance de esta norma es un conjunto de sectores o actividades que requieren medidas específicas, como la construcción o la minería, o se deben a las características inherentes del entorno en el que se desarrollan. Creado. Negocios relacionados con medios de transporte y terrenos agrícolas.

Un lugar de trabajo es "un área dentro de un lugar de trabajo construido o no construido en el cual los trabajadores deben residir o tener acceso para trabajar... Se considerarán incluidos en esta definición los servicios de limpieza, salas de descanso, salas de primeros auxilios, comedores... Se considerará parte integrante de esta definición cualquier servicio o instalación de seguridad anexa a un lugar de trabajo o esencial para el servicio" (RD 486/1997).

Desde el ámbito de la seguridad, unos lugares de trabajo aceptables conllevan que el trabajador no deba estar expuesto a riesgos como espacios reducidos, separaciones insuficientes, malas condiciones de iluminación, mala distribución de equipos, falta de orden y limpieza, o falta de un mantenimiento periódico²⁴⁸.

Según el Anexo IV y el art. 8 del RD 486/1997, La iluminación debe ajustarse a las características de la operación, teniendo en cuenta los siguientes puntos: El Anexo IV considera

247 VV.AA.: Guía Técnica para la evaluación y prevención de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo, INSHT, Madrid 2015, pág. 10.

248 GONZÁLEZ, Guillermo García, et al. Seguridad e higiene en el trabajo durante el primer franquismo: estructuras jurídicas e institucionales. Lex Social: Revista de Derechos Sociales, 2017, vol. 7, no 1, p. 123-143.

las condiciones de iluminación que deben proporcionar las áreas funcionales. Como tal, se espera que la iluminación cambie y se adapte a las características de la acción que se realiza en un lugar en particular. Al hacerlo, siempre se tienen en cuenta dos áreas: los riesgos de seguridad y los requisitos visuales para realizar el trabajo.

“Siempre que sea posible, los lugares de trabajo deben tener una iluminación natural, que se complementa con una iluminación artificial cuando la primera, por sí sola, no asegure las condiciones de visibilidad adecuadas. En estos casos, se utiliza con prioridad la iluminación artificial general, complementada, a su vez, con una localizada cuando en zonas concretas se requieran niveles de iluminación elevados.”²⁴⁹

Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo son los establecidos en la siguiente tabla:

Tabla 4. Lugar de trabajo y nivel mínimo de iluminación²⁵⁰

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.º Bajas exigencias visuales	100
2.º Exigencias visuales moderadas	200
3.º Exigencias visuales altas	500
4.º Exigencias visuales muy altas	1.000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100

249 Test Page for the HTTP Server on Red Hat Enterprise Linux. (s. f.). <https://biblus.us.es/>

250 Tabla Anexo IV

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

(*) El nivel de iluminación de una zona en la que se ejecute una tarea se mide a la altura donde ésta se realice; en el caso de zonas de uso general a 85 cm. del suelo y en el de las vías de circulación a nivel del suelo.

Estos niveles mínimos deben duplicarse cuando concurren las siguientes circunstancias:

- a) En las áreas o locales de uso general y en las vías de circulación, cuando por sus características, estado u ocupación, existan riesgos apreciables de caídas, choques u otros accidentes.
- b) En las zonas donde se trabaje, cuando un error de apreciación visual pueda suponer un peligro para el propio trabajador o para terceros o cuando el contraste de luminancias o de color entre el objeto a visualizar y el fondo sobre el que se encuentra sea muy débil.

No obstante, lo señalado en los párrafos anteriores, estos límites no son aplicables en aquellas actividades cuya naturaleza lo impida.

La iluminación debe cumplir, además, las siguientes condiciones:

1. La distribución de los niveles de iluminación debe ser lo más uniforme posible.
2. Se deben hacer esfuerzos para mantener niveles de brillo y contraste consistentes con los requisitos visuales de la tarea, y el brillo no debe cambiar abruptamente dentro del área de operación y entre el área y sus alrededores.
3. Se debe evitar el deslumbramiento directo de la luz solar o fuentes de luz artificial de alta intensidad. En ningún caso deben colocarse frente a los trabajadores sin protección.
4. También se debe evitar el deslumbramiento indirecto causado por superficies reflectantes en o cerca del área de operación.

5. Prohibir el uso de sistemas o fuentes de luz que perjudiquen la percepción de contraste, profundidad o distancia entre objetos en el área de trabajo, den la impresión visual de parpadeo o provoquen efectos de parpadeo.

Por lo tanto, el nivel mínimo de iluminación se considera en función de las necesidades visuales. Esto se define en lux, por lo que un área que realiza tareas menos exigentes visualmente debe tener al menos 100 lux. Las ubicaciones con altos requisitos visuales deben tener al menos 1000 lux.

Del mismo modo, se establecen mínimos para áreas que se usan con poca frecuencia o durante todo el día. El primero debe ser de al menos 50 lux y el segundo de al menos 100 lux. 25 lux es suficiente para áreas con poco acceso, pero para áreas con acceso compartido, el mínimo es solo el doble a 50 lux. Sin embargo, algunos argumentan que la ley obliga a duplicar estos mínimos. Por ejemplo, las áreas tienen un riesgo significativo de caídas, impactos o accidentes debido a las funciones que allí se realizan o a la morfología del área.

También se duplica la iluminación mínima en las zonas donde los errores de calificación pueden poner en peligro a los trabajadores o a terceros. Del mismo modo, funciona cuando el contraste de luminancia entre el objeto mostrado y el fondo es muy bajo.

Por lo tanto, se debe evaluar la luz y la visibilidad para realizar las actividades laborales en condiciones óptimas de salud. Una de las formas más específicas de determinar si sus niveles son lo suficientemente buenos es con un medidor de luz. Esta es una herramienta para medir el nivel de luz real de su entorno (la percepción subjetiva puede no coincidir con la realidad). Un luminómetro sirve para medir la intensidad de la luz en lux (lx), unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para iluminancia o iluminancia.

Cabe aclarar que no existe un nivel de iluminación universal que varíe según el tipo de habitación o tarea. Así, por ejemplo, los niveles mínimos de iluminación artificial están recogidos en las Directrices Técnicas de Eficiencia Energética del Alumbrado de Oficinas de la Comisión Española del Alumbrado (CEI). Para iluminación general, el nivel de iluminación mínimo promedio es superior a 0,8. Solo campos relacionados con el trabajo. Para Alumbrado General

Local o Alumbrado General Local, la iluminancia media del área de trabajo es el 50% de la iluminancia media del área de trabajo, con un valor mínimo de aproximadamente 350 lux.

Los niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo están incluidos en el apartado ‘Iluminación de los lugares de trabajo’ del anexo IV del Real Decreto mencionado arriba.

CAPÍTULO IV. SEGURIDAD DE PRODUCTOS DE ILUMINACIÓN LED

4.1. NORMATIVA EUROPEA Y ESPAÑOLA DE SEGURIDAD PARA EL CONTROL DE LOS PARÁMETROS DE LAS LAMPARAS LED

La normativa europea que trata de la seguridad en el producto se engloba dentro del ámbito de la normativa comunitaria de seguridad y salud en el trabajo y se dirige básicamente a los fabricantes. La normativa de seguridad en el producto regula mediante las normas europeas de normalización específicas para cada producto las diferentes fases del proceso productivo teniendo como objetivo la protección de los consumidores o usuarios, buscando, a tal efecto, que sólo puedan comercializarse (y, por tanto, consumirse o usarse) productos seguros que éstos no sean intrínsecamente peligrosos y vayan acompañados de la información adecuada sobre su instalación, uso y mantenimiento.

La relación entre la seguridad en el producto y la seguridad y salud de los trabajadores resulta evidente; una gran parte de las instalaciones, equipos y materiales utilizados en la empresa son productos que han sido previamente comercializados y adquiridos por el empresario, que posteriormente los ha puesto a disposición de sus usuarios: los trabajadores²⁵¹.

El Reglamento 1194/2012 de la Comisión, aplica la Directiva 2009/125/CE en lo que atañe a los requisitos de diseño ecológico aplicables entre otras a las lámparas LED y sus equipos. El diseño de los productos debe cumplir los requisitos fijados en esta norma para su comercialización, estableciendo requisitos de eficiencia energética, requisitos de funcionalidad y requisitos de

251 www.scribd.com, p.5

información sobre el producto. El Reglamento establece los parámetros y los límites de los mismos que es necesario tener en cuenta para el cumplimiento de estos requisitos, así como la información obligatoria que debe figurar de forma visible en la propia lámpara o en el embalaje o sitios web de libre acceso. Los fabricantes estarán obligados a que en los embalajes de los productos aparezcan tanto los parámetros como los valores asignados a los mismos que deberán estar dentro de los establecidos en este Reglamento.

Los fabricantes miden los parámetros pertinentes de los productos con métodos fiables, exactos y reproductivos.

Las normas europeas que fijan los métodos de medida de estos parámetros son: la norma EN 13032-1 que establece los principios generales para la medición de los datos fotométricos y colorimétricos de las lámparas LED y la norma UNE EN 13032-4. La norma EN 62471 que especifica los límites de exposición y la técnica de medida de la radiancia y la irradiancia.

Además, los fabricantes de lámparas LED deberán cumplir la normativa que establece los requisitos relativos al etiquetado y a la información suplementaria que acompañará a las lámparas eléctricas, recogidas en el Reglamento Delegado (UE) 874/2012, de 12 de julio de 2012, derogado por el Reglamento (UE) 2019/2015, y al mercado CE.

En este capítulo se recogen los resultados de unas mediciones realizadas de los parámetros LED que aparecen en los embalajes y su comparativa con los valores fijados en la norma. Este estudio fue encargado por la Consejería de sostenibilidad de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha. En virtud de los resultados obtenidos se puede determinar si la información facilitada por el fabricante es fiable y por lo tanto en virtud de los valores de parámetros se pueden escoger las lámparas LED más adecuadas a los niveles de iluminación deseados para cada tarea.

4.1.1. Norma EN 13032-1. Norma EN 13032-1. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 1: Medición y formato de fichero.

La norma EN 13032-1 establece principios generales para la medición de datos fotométricos básicos para aplicaciones de iluminación. Establece los criterios de medición necesarios para la estandarización de datos fotométricos básicos y detalles del formato de archivo CEN para la

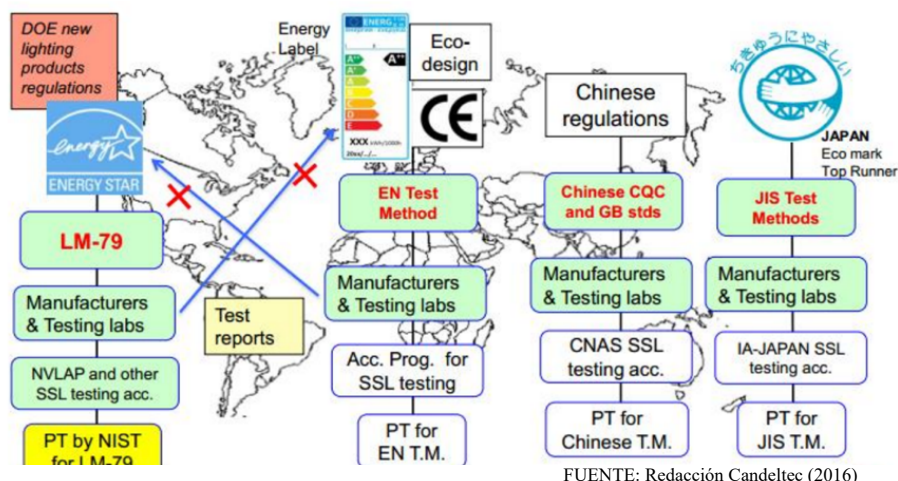
transferencia electrónica de datos. Además de ser un estándar valioso por derecho propio, este estándar se ha redactado en dos partes para proporcionar la base de la medición fotométrica en la parte 1 y las técnicas de verificación y presentación para aplicaciones de iluminación específicas en la parte 2.

La normativa europea tiene como objeto establecer los requisitos para medir las diferentes características referidas a la electricidad, la fotometría y la colometría de las lámparas de LED y sus componentes para su funcionamiento en diferentes fuentes de alimentación (AC o DC), supuestamente con equipos de control LED asociados al mecanismo. Las características fotométricas y de colometría incluidas en esta norma son el flujo luminoso total, el flujo luminoso parcial, la eficacia luminosa, la intensidad del centro del haz, la luminancia, y la distribución de la intensidad luminosa, la distribución de la luminancia, las coordenadas cromáticas, la temperatura de color correlacionada (CCT, *correlated color temperature*), el índice de reproducción cromática (CRI, *colour rendering index*), y la uniformidad angular del color.²⁵²

Los requisitos cromáticos, fotométricos y de seguridad óptica de los productos tienen como objetivo aumentar la confianza respecto a las bombillas LED. Dicha normativa se encarga de armonizar una serie de normas nacionales de las bombillas LED (Ilustración 2).

Ilustración 2. Necesidad de armonizar las normas y acreditaciones internacionales según la Norma UNE-EN 13032-1

252 docplayer.es, p.10.



La norma CIE (Comisión Internacional de Iluminación) S 025²⁵³ establece un método de ensayo unificado para armonizar los ensayos de LED sobre los productos de iluminación de estado sólido. Dicha organización es un órgano independiente y sin ánimo de lucro, quedando reconocida por la ISO como un organismo regulador de la iluminación. La CIE queda dividida en diferentes divisiones, en concreto la división de la CIE, liderado por el Dr. Yoshi Ohno, se encarga de medir los productos LED's, bajo el comité técnico CIE TC2-71²⁵⁴.

253 Este suplemento del método de prueba CIE S 025: 2015 para lámparas LED, luminarias LED y módulos LED especifica los requisitos para la medición de cantidades eléctricas, fotométricas y colorimétricas de luminarias OLED y fuentes de luz OLED. Estas fuentes no fueron cubiertas por CIE S 025: 2015 aunque son muy parecidas en cuanto a las técnicas de medición.

254 La CIE es una organización independiente, sin ánimo de lucro reconocida por la ISO como un organismo internacional de normalización en el ámbito de la iluminación. La división 2 de la CIE se ocupa de la medición de la luz. Concretamente, el comité técnico CIE TC2-71 se ocupó de trabajar en el documento para medida de productos LEDs, este grupo estaba liderado por Dr. Yoshi Ohno (NIST: National Institute of Standards and Technology. U.S. Department of Commerce)

El método de ensayo para los dispositivos SSL o Productos de iluminación de estado sólido ²⁵⁵ pionero fue la norma IES LM-79-08²⁵⁶, siendo una prueba estándar de productos SSL. No obstante, la norma LM²⁵⁷ fue desarrollada en Estados Unidos, mientras que en Europa se desarrollaría la norma EN 13032-1, sin implementar la norma LM-79.

Es por ello, que CIE S 025²⁵⁸ se basa en la experiencia de LM-79²⁵⁹, teniendo un mayor uso de instrumentos de medición para las luces LED. Este estándar proporciona requisitos para realizar mediciones fotométricas y colorimétricas reproducibles en lámparas LED, módulos LED y luminarias LED (dispositivos LED). También proporciona asesoramiento para la notificación de los datos. La disponibilidad de datos fotométricos fiables y precisos para dispositivos LED es un requisito básico para diseñar buenos sistemas de iluminación y evaluar el rendimiento de los productos. Al obtener estos datos a través de mediciones en condiciones de medición normalizadas específicas, se debe garantizar la coherencia de los datos entre diferentes laboratorios (dentro de los límites de la incertidumbre de medición declarada) y comparar diferentes productos sobre la misma base.

La norma especifica los requisitos para la medición de cantidades eléctricas, fotométricas y colorimétricas de lámparas LED, módulos LED y luminarias LED, para el funcionamiento con tensiones de alimentación corriente alterna o corriente continua, posiblemente con el equipo de

255 Productos de iluminación de estado sólido (Solid-State Lighting Products). La iluminación de estado sólido (solid-state lighting) hace referencia a una clase de iluminación en la que se utilizan dispositivos como diodos emisores de luz (LED), diodos emisores de luz orgánicos (OLED) o diodos emisores de luz basados en polímeros (PLED), como fuente de iluminación, en comparación a los sistemas que emplean filamentos o gases. El término «sólido» hace referencia al hecho de que la luz de un dispositivo de estado sólido es emitida por un objeto sólido (generalmente un semiconductor) frente a los tubos de vacío o de gas, donde la luz es emitida por un elemento en otro estado o interviene un elemento en otro estado; este es el caso de las lámparas fluorescentes y las bombillas incandescentes, utilizadas tradicionalmente en la iluminación.

256 IES LM-79-08 (Estados Unidos). Contempla los requisitos técnicos de parámetros fotométricos y eléctricos a productos de iluminación de estado sólido. Incluye LEDs y luminarios con LEDs con controlador LED incluido.

257 IES LM-79-08 fue uno de los primeros métodos de ensayo para dispositivos SSL, convirtiéndose en una prueba estándar para medir globalmente los productos SSL.

258 Método de prueba para luminarias OLED y fuentes de luz OLED (CIE S 025-SP1 / E: 2019)

259 Certificación IES LM-79. La prueba principal es la prueba de rendimiento optoelectrónica. Debido a que algunos elementos de prueba requieren el uso de un fotómetro distribuido para completarse, el fabricante promedio no tiene la capacidad de elaborar un informe completo. Esta prueba habitualmente está enfocada a todo el fabricante de lámparas.

control LED asociado. Los motores de luz LED se asimilan a los módulos LED y se manejan en consecuencia.

Las cantidades fotométricas y colorimétricas recogidas en esta norma incluyen flujo luminoso total, eficacia luminosa, flujo luminoso parcial, distribución de intensidad luminosa, intensidad del haz central, luminancia y distribución de luminancia, coordenadas de cromaticidad, temperatura de color correlacionada (CCT), índice de reproducción cromática (CRI) y uniformidad de color angular.²⁶⁰

Este estándar no cubre los paquetes de LED y los productos basados en OLED (LED orgánicos). El estándar tiene como objetivo en particular cubrir los métodos de medición para probar el cumplimiento de los dispositivos LED con los requisitos fotométricos y colorimétricos de los estándares de desempeño LED emitidos por IEC / TC 34 “Lámparas y equipos relacionados”.

El desarrollo de esta norma tiene alcance a nivel mundial. Esta normativa resulta aplicable para la CIE, de los organismos reguladores y de normalización, teniendo éstos que adoptar esta norma como estándar para medir los productos LED.

La Norma EN 13032-4:2015²⁶¹ fue elaborada por el Comité Técnico europeo CENT/ TC Luz e iluminación, cuya secretaría desempeña DIN²⁶². Para poder ser aplicada por una legislación

260 www.inacal.gob.pe, p.8.

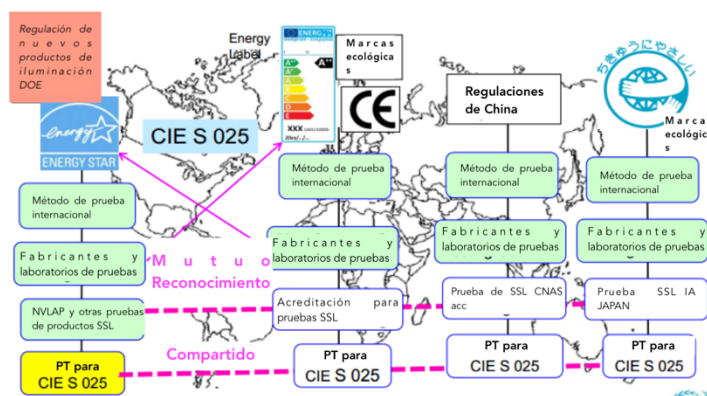
261 BS EN 13032-4: 2015 + A1: 2019. Luz e iluminación. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Lámparas, módulos y luminarias LED. Esta norma europea especifica los requisitos para la medición de cantidades eléctricas, fotométricas y colorimétricas de lámparas, módulos, motores de luz y luminarias LED, para el funcionamiento con tensiones de alimentación de CA o CC, posiblemente con los equipos de control asociados. Las cantidades fotométricas y colorimétricas cubiertas en esta norma incluyen flujo luminoso total, eficacia luminosa, flujo luminoso parcial, distribución de intensidad luminosa, intensidades del haz central, luminancia y distribución de luminancia, coordenadas de cromaticidad, temperatura de color correlacionada (CCT), índice de reproducción cromática (CRI) y uniformidad espacial de cromaticidad. Este estándar no cubre los paquetes de LED y los productos basados en OLED (LED orgánicos). NOTA Cuando se utiliza el término "producto LED, dispositivo LED o DUT (dispositivo bajo prueba)", el término cubre lámparas, módulos, motores de luz o luminarias LED.

262 Las normas DIN son los estándares técnicos para el aseguramiento de la calidad en productos industriales y científicos en Alemania.

Las normas DIN son regulaciones que actúan sobre el comercio, la industria, la ciencia e instituciones públicas respecto del desarrollo de productos alemanes. DIN es un acrónimo de 'Deutsches Institut für Normung', o bien, "Instituto Alemán de Normalización", que es la institución, con sede en Berlín y establecida en 1917, que se encarga de la normalización alemana. El DIN realiza las mismas funciones que organismos internacionales como el ISO.

nacional, se debe de publicar un texto idéntico o que fuera ratificado antes de finales de 2015, con el fin de anular las normas que diverjan de esta norma europea. Para armonizar la presente normativa, se ha contado con la ayuda del Comité CIE RC2.71, encargándose del desarrollo de la CIE S 025, la cual elaboró dos normas que son armonizadas técnicamente en el CEN y CIE. Tras este paso, la Norma EN 13032-4:2015, reconfigurándose cómo aparece en la Ilustración 3:

Ilustración 3. Reconfiguración de la norma EN 13032-4:2015



Fuente: Redacción Candeltec (2016)

De este modo, en territorio americano, europeo, y, asiático, se reconoce la norma EN 13032-4:2016. No obstante, en Asia, hay diferentes reguladoras, por lo que no se implementa la CIE S 025 (JEON, 2017).

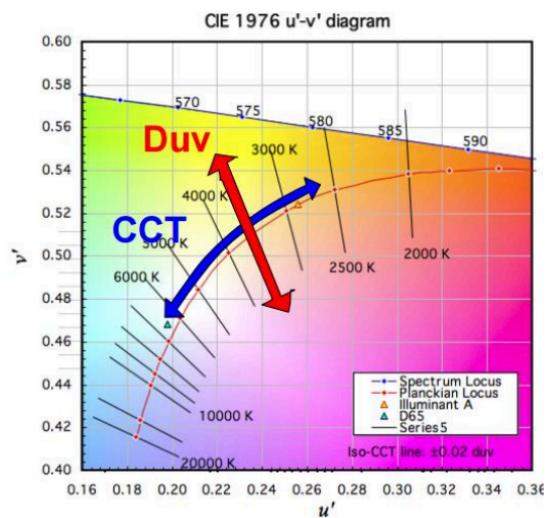
En lo que respecta a los cambios de la norma respecto a la UNE- EN 13032-1, se basa en los cambios dados en la emisión de luz y consumo con el cambio de posición de la luminaria. De este modo, se permite cualquier tipo de goniómetro, quedando como excepción los de campo cercano, siempre que queden corregidos las emisiones y consumo en función del producto de su posición de trabajo.

Gracias a este cambio, se define con claridad las condiciones dadas para medir los intervalos de tolerancia y aceptación. Esto hace que se establezca un valor de rendimiento o eficiencia de la bombilla, cuando no tenga el producto ni lámparas ni elementos modulables en el mismo. Por otro lado, el consumo de luz queda calculado con los equipos de alimentación incluidos en la bombilla. Esta distribución eléctrica de intensidad luminosa hace que tenga el producto luminario un rendimiento del 100%, proporcionando una fotometría absoluta (CD), sin embargo, los ficheros

que intercambian los datos fotométricos permiten que se mantengan los datos en fotometría relativa (cd/km).

Las principales novedades que incluye la nueva norma frente a la anterior es la medición de los datos de cromaticidad, manteniendo la referencia de las normas CIE anteriores; se evalúa la uniformidad del color. Del mismo modo, queda acompañado la temperatura del color de DUV (Desviación del color), con la distancia de la curva de Planck, dentro de la misma isolínea de temperatura de color, de forma positiva, siendo positivo para la curva de Planck y negativo para la de debajo, como se puede ver en la Figura 4.

Figura 2. Temperatura del color con el DUV



El contenido incluye algunas patentes que quedan incluidos dentro de la Norma EN 1302-4:2015. No obstante, ni el CEN ni el CENELEC se responsabilizan de identificar estos derechos de patentes. De acuerdo con esta normativa, se obliga a asumir esta legislación en los organismos reguladores de los siguientes países europeos, como aparece en la Ilustración 4:

Ilustración 4. Listado de los países adheridos al Reglamento Interno de CEN/CENELEC

Países adheridos al Reglamento Interno de CEN/CENELEC	
Alemania	Austria
República de Macedonia del Norte	Bélgica
Bulgaria	Croacia
Chipre	Dinamarca
Eslovaquia	Eslovenia
España	Irlanda
Estonia	Hungría
Finlandia	Islandia
Francia	Italia
Grecia	Letonia
Letonia	Malta
Lituania	Noruega
Luxemburgo	Países Bajos
Polonia	Rumanía
Portugal	Suecia
Reino Unido	Suiza
Republica Checa	Turquía

263 Redacción Candeltec. (2016). Requisitos fotométricos, cromáticos y seguridad óptica productos LED, *Candeltec*.

Fuente: redacción Candeltec²⁶⁴

4.1.2. Norma EN 12464-1²⁶⁵ Iluminación de los Lugares de Trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo de Interior.

Tras la redacción y publicación por el Parlamento y el Consejo Europeo de la Directiva 2002/91/C E²⁶⁶ en el año 2002, relativa a la Eficiencia Energética de los edificios, y de aplicación obligatoria en los países miembros, se produce un impulso en la consecución y la mayor eficiencia energética en las diferentes instalaciones de un edificio, entre las que se encuentra la iluminación.

La finalidad que se pretende mediante la eficiencia energética es la reducción de los consumos excesivos de energía hasta en un 22%, mediante la adopción de medidas de ahorro y recuperación energética, para lo que se aconseja la sustitución de fuentes de energía contaminantes por otras menos agresivas con el medio ambiente. En definitiva, se trata de alcanzar una mejora energética en las instalaciones de alumbrado.

En septiembre de 2002 se aceptó la redacción por parte de la Comisión de Normalización Europea de la norma UNE 12464-1 relativa a “Iluminación de los lugares de trabajo en interior” y a finales de mayo de 2003²⁶⁷ tuvieron que retirarse todas aquellas normas nacionales que pudieran entrar en conflicto con la nueva norma²⁶⁸.

Desde el año 2003, los países miembros de la UE alcanzaron un estándar común para la planificación de la iluminación de los lugares de trabajo en interiores.

La finalidad que se pretende conseguir junto con el deseo de ahorrar energía es satisfacer los criterios de calidad necesarios para que las instalaciones de iluminación proporcionen niveles

264 Íbidem

265 UNE-EN 12464-1. Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: lugares de trabajo de interior.

266 Directiva 2002/91/CE

267 UNE-EN 12464-1:2003 Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: lugares de trabajo de interior

268 www.madrid.org, p.3

suficientes de iluminación además de contribuir a crear un ambiente confortable y seguro en los lugares de trabajo.

Esta norma recomienda que se cumplan dos aspectos de la tarea visual tanto cualitativamente como cuantitativamente:

- Confort visual: Incluye el control de los deslumbramientos, tipo de luminarias en virtud de la relación entre tarea y el entorno o como evitar los deslumbramientos.
- Rendimiento de colores: No solo se refiere al mantenimiento de las instalaciones de alumbrado sino al rendimiento de los colores o que las fuentes de luz cumplan con unos índices mínimos de reproducción cromática.

En el artículo 1 de la norma UNE 12464-1 relativo al campo de aplicación de esta²⁶⁹ se aclara que si bien se pretende la consecución de lugares de trabajo confortables y seguros esta norma no se enmarca en el ámbito de la seguridad y salud de los trabajadores.

En el año 2021 se ha aprobado una nueva versión de la Norma EN 12464.1, se incluyen con respecto a la versión anterior requisitos para la iluminación en techos y paredes, así como para la iluminación cilíndrica, anteriormente los requisitos de iluminación comprendían los espacios de trabajo, pantallas de computadora y sus áreas circundantes inmediatas.

Además, se han incluido requisitos de "Brillo de la habitación", se tienen en cuenta las necesidades del usuario y se busca la adaptación de la iluminancia para tareas individuales y tipos de locales, en casos en que no haya condiciones normales de visión se especifica un requisito

269 Art.1 Esta norma europea no especifica requisitos de iluminación con respecto a la seguridad y salud de trabajadores en el trabajo y no ha sido preparada en el campo de aplicación del Artículo 137 del tratado de la CE, aunque los requisitos de iluminación, como se ha especificado en esta norma, usualmente satisfacen necesidades de seguridad. Los requisitos de iluminación con respecto a la seguridad y salud de los trabajadores en el trabajo pueden estar contenidos en Directivas basadas en el Artículo 137 del tratado de CE, en la legislación nacional de los estados miembros que ponen en práctica estas directivas o en otra legislación nacional de los estados miembros.

modificado más alto, que la iluminación debe ser regulable en las aulas, oficinas y auditorios, y se tiene en cuenta el área de trabajo real.

4.1.3. Norma UNE EN 13032-4. Luz y Alumbrado. Medición y Presentación de Datos Fotométricos de Lámparas y Luminarias. Parte 4: Lámparas LED, Módulos y Luminarias.

En España la norma armonizada para la medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias es la norma UNE EN 13032-4²⁷⁰ y la parte 4 es la relativa a lámparas LED, módulos y luminarias.

Mediante los ensayos fotométricos se mide la cantidad, el color, la calidad y la distribución espacial de la luz emitida por las lámparas LED.

Los parámetros medidos mediante los ensayos fotométricos son:

- Flujo luminoso (lm)
- Potencia de la lámpara (w)
- Eficacia (lm/w)

Los parámetros medidos mediante los ensayos colorimétricos son:

- Irradiancia y radiancia
- Índice de reproducción cromática (IRC o RA)
- Temperatura de color (TC)

270 UNE EN 13032-4:2016. Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 4: Lámparas LED, módulos y luminarias.

4.2. ETIQUETADO PRODUCTOS LED

4.2.1. El mercado CE

Antes de comercializar o introducir en el mercado o bien poner en servicio un producto LED, deberá colocarse el «mercado CE» y expedirse una declaración de conformidad CE, mediante la cual el fabricante o su representante autorizado garantice y declare que el producto cumple con los requisitos esenciales de todas las Directivas Europeas que le sean de aplicación y que desde el diseño del producto hasta la comercialización han seguido los procedimientos de evaluación de la conformidad exigidos²⁷¹.

El mercado CE permite que un producto circule libremente por la Unión Europea sin necesidad de realizar ninguna otra homologación y es consecuencia de la Política de Nuevo Enfoque²⁷² de la Unión Europea, por la que se alcanzó la armonización legislativa en relación a los Requisitos Esenciales que deben cumplir los productos y el establecimiento de requisitos técnicos comunes en todos los Estados Miembros al llevar a cabo los ensayos y certificados de dichos productos.

4.2.2. Etiquetado energético

La legislación de la UE sobre etiquetado energético y diseño ecológico ayuda a mejorar la eficiencia energética de los productos en el mercado de la UE.

El diseño ecológico establece estándares mínimos comunes en toda la UE para eliminar del mercado los productos de menor rendimiento. Las etiquetas energéticas proporcionan una indicación clara y sencilla de la eficiencia energética y otras características clave de los productos en el punto de compra. Esto hace que sea más fácil para los consumidores ahorrar dinero en las

²⁷¹ Directivas europeas de Nuevo Enfoque para el Mercado CE. (s. f.).

²⁷² La Política de Nuevo Enfoque de la Unión Europea se estableció por resolución del consejo de 7 de mayo de 1985, relativa a una nueva aproximación en materia de armonización y normalización.

facturas de energía tanto de hogares como de empresas y contribuir a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en toda la UE.²⁷³

Se ha estimado que la legislación de la UE sobre etiquetas energéticas y diseño ecológico generará ahorros de energía de aproximadamente 230 Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo) para 2030. Para los consumidores, esto significa un ahorro medio de hasta 285 € al año en las facturas de energía de sus hogares. Además, las medidas de eficiencia energética generarán 66.000 millones de euros en ingresos adicionales para las empresas europeas²⁷⁴.

Las etiquetas energéticas se dividen en al menos cuatro categorías:

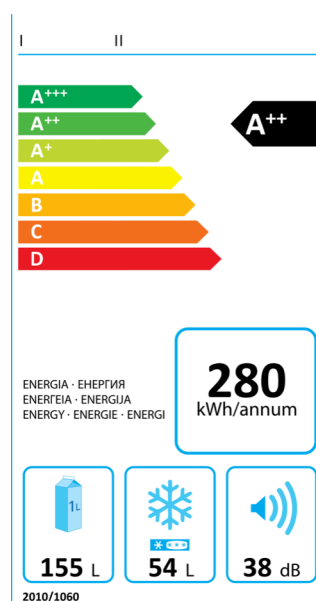
- Detalles del aparato: según cada aparato, detalles específicos, del modelo y sus materiales.
- Clase energética: un código de color asociado a una letra (de la A a la G) que da una idea del consumo eléctrico del aparato.
- Consumos, eficiencia, capacidad, etc. en este apartado se ofrece información según el tipo de aparato.
- Ruido: el ruido emitido por el aparato se describe en decibelios²⁷⁵.

273 ec.europa.eu, p.3.

274 European Commission. (s.f.). European Commission - European Commission. https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/about_es.

275 www.coursehero.com, p.3.

Ilustración 4. Categorías de etiquetas energéticas



Fuente: elaboración propia a partir de Diario Oficial de las Comunidades Europeas

Las lámparas LED se incluyen en una de las categorías de productos cuyas etiquetas energéticas han sido objeto de reajuste. A partir del 1 de septiembre de 2021 se presentaron en el mercado las nuevas etiquetas energéticas. El Reglamento (UE) 2019/2015 en lo relativo al etiquetado energético de las fuentes luminosas deroga y sustituye el Reglamento UE 874/2012.

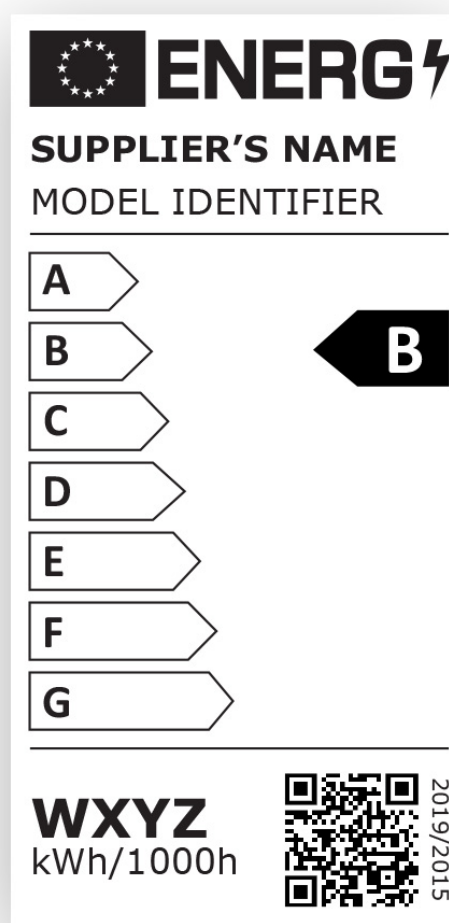
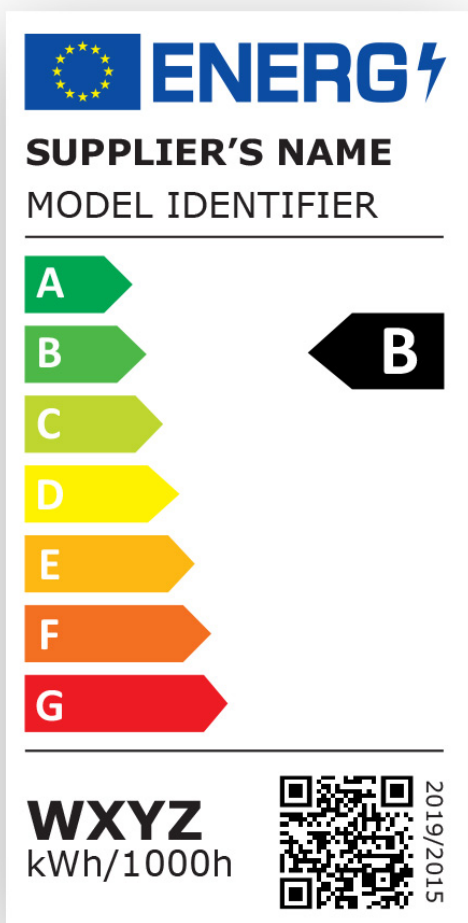
Las nuevas etiquetas tras el reescalado de la etiqueta energética de la UE para fuentes luminosas utilizan una escala A (máxima eficiencia) a G (mínima eficiencia). Debido a la mejora de la eficiencia energética en este sector experimentada en los últimos años, la mayoría de los productos con la etiqueta original había ascendido a A+ o A++, por lo que se llevó a cabo un reescalado para que el consumidor identificara de forma más fácil cuáles son los productos más eficientes del mercado. La nueva escala es más estricta y tal y como está diseñada muy pocos productos puedan alcanzar inicialmente las clasificaciones «A» o «B», lo permite que se vayan introduciendo gradualmente en el mercado productos más eficientes. Los productos más

eficientes desde el punto de vista energético que se comercializan en la actualidad normalmente irán etiquetados a partir de ahora como «C» o «D»²⁷⁶.

Las etiquetas incluyen un enlace QR a una base de datos europea para el etiquetado energético denominada (EPREL) para que los consumidores puedan acceder a más información, se proporciona información detallada sobre los modelos que se comercializan en la UE, así como información sobre el producto como el flujo luminoso, la temperatura de color y el tipo de casquillo.

El Reglamento (UE) 2019/2015, establece un período de dieciocho meses para facilitar la venta de las existencias actuales, durante el cual los productos que lleven la antigua etiqueta podrán seguir comercializándose en puntos físicos de venta al por menor, es decir hasta el 1 de marzo de 2023. Sin embargo, en el caso de las ventas “on line” y al por mayor, las antiguas etiquetas tendrán que ser sustituidas por las nuevas en un plazo de catorce días hábiles desde la entrada en vigor de la normativa.

²⁷⁶ Véase la página web oficial UE sobre la Etiqueta Energética y el Diseño Ecológico, https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/standards-tools-and-labels/products-labelling-rules-and-requirements/energy-label-and-ecodesign/about_es.



Fuente: elaboración propia a partir de Diario Oficial de las Comunidades Europeas²⁷⁷

277 Reglamento (UE) 2019/2015 de 11 de marzo de 2019, por el que se complementa el Reglamento (UE) 2017/1369 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al etiquetado energético de las fuentes luminosas y se deroga el Reglamento Delegado (UE) n.º 874/2012 de la Comisión.

4.3. ENSAYOS DE LAS LÁMPARAS LED: MEDICIÓN DE PARÁMETROS CONFORME A LAS NORMAS UNE-EN 13032-4:2016 Y UNE-EN- 62471. ANALISIS DEL ETIQUETADO CONFORME AL REGLAMENTO DELEGADO 874/2012

En este apartado se recogen los resultados de unas mediciones o ensayos realizadas de los parámetros de las lámparas LED que aparecen en los embalajes de estos y su comparativa con los valores fijados en la norma de diseño ecológico.

En virtud de los resultados obtenidos se puede determinar si la información facilitada por el fabricante coincide con los valores obtenidos en los ensayos. Lo que implica que la información obligatoria que aparece tanto en la fuente de luz LED como en el embalaje se ajusta a la normativa y en virtud de esta se pueden escoger las lámparas LED más adecuadas a los niveles de iluminación deseados para cada tarea.

Para la realización de los ensayos en primer lugar se han determinado los parámetros a medir citados en la norma UNE-EN 13032-4:2016.

Las mediciones de dichos parámetros en las luces LED se han realizado conforme a la recomendación CIE S 025/E: 2015: Test Method for LED Lamps, LED Luminaires and LED Modules y a los procedimientos fijados en las normas UNE-EN 13032-4:2016 y UNE-EN-62471-1. Las mediciones se han realizado por laboratorios de ensayo con la capacidad técnica para realizar dichas mediciones o ensayos.

Una vez fijados los parámetros a medir con los correspondientes procedimientos de medida reglamentarios y seleccionados los laboratorios de ensayo competentes para realizar dichos ensayos, se entregaron las muestras seleccionadas a los laboratorios para la realización de los ensayos.

- 1) Parámetros fotométricos y colorimétricos considerados en los ensayos

Los parámetros que se han considerado para ensayo son parámetros fotométricos y colorimétricos, no se han realizado ensayos de los parámetros eléctricos ni del ciclo de vida útil.

Los fabricantes no proporcionan información sobre la iluminancia, la curva de distribución fotométrica y la eficiencia luminosa.

Los ensayos se han realizado de acuerdo con la recomendación CIE S 025/E: 2015: Test Method for LED Lamps, LED Luminaires and LED Modules.

En esta recomendación se define, como medir tanto parámetros fotométricos como cromáticos y como se debe alimentar a los productos para medir su consumo y de este modo evaluar su eficacia.

a) A partir de esta norma se mide y calcula lo siguiente:

- Curva de distribución fotométrica.
- Flujo luminoso emitido
- Ángulo de apertura
- Consumo (potencia y factor de potencia)
- Eficacia (lm/W), es un cálculo del parámetro anterior y definido en la CIE S 025/E: 2015²⁷⁸
- Parámetros cromáticos (coordenadas cromáticas, temperatura de color, CRI), en caso de encontrar una diferencia notable entre el etiquetado y el valor obtenido al medir en una dirección, se realizará un análisis de la

²⁷⁸ CIE (2015) Publications; CIE S 025/E:2015 Test Method for LED Lamps, LED Luminaires and LED Modules. International Commission on Illumination. Vienna.

desviación cromática angular. Esto se contempla en la CIE S 025/E: 2015, haciendo referencia a la CIE 15²⁷⁹ y CIE 13.3²⁸⁰.

- Luxes según norma UNE EN 62471-1

b) Parámetros dados por el fabricante para su comparativa:

- Consumo (potencia y factor de potencia): consumo real de energía de cada luminaria.

- Emisión de luz o Flujo luminoso emitido: Medido en lúmenes.

- Índice de Reproducción Cromática (IRC) o Rendimiento de Color (Ra).

- Temperatura de color: Parámetro cromático.

- Angulo de apertura: En grados.

- Eficiencia Energética o Etiqueta de Bajo Consumo: Nivel de eficiencia.

- Intensidad luminosa: En candelas

- Otros datos como, la marca de la bombilla, el voltaje de uso, el nombre o razón social y dirección de responsable de la bombilla, el marcado CE, advertencia sobre si se puede o no utilizar con reguladores de luz, instrucciones de instalación.

c) Parámetros sobre los que el fabricante no proporciona información:

- Iluminancia: unidad fotométrica equivalente a la irradiancia. Podríamos decir que es la irradiancia (magnitud radiométrica) ponderada en función de la sensibilidad fotópica del ojo humano. Es la cantidad de luz que llega a los ojos desde la luminaria (lumen por metro cuadrado). Comprobaríamos

279 CIE (2018) Publications; CIE 15:2018 Colorimetry. International Commission on Illumination. Vienna.

280 CIE (1995) Publications; CIE 13.3:1995 Method of Measuring and Specifying Color Rendering Properties of Light Sources. International Commission on Illumination. Vienna.

si el resultado el pico de luz está acorde con lo que dice el fabricante y si la cantidad de luz azul que emite no tiene riesgos para salud.

- Curva de distribución fotométrica: Conjunto de intensidades luminosas de una lámpara en todas las direcciones de la radiación. Medido en candelas.

- Eficiencia luminosa: Relación entre el número real de lúmenes por vatio y el máximo teórico).

2) Selección de muestras para los ensayos

Para la selección de muestras se tuvo en cuenta los tipos de lámparas LED que existen en el mercado y las marcas más habituales

Los tipos de lámparas LED existentes en el mercado son:

- a) Lámpara tipo vela
- b) Lámpara esférica
- c) Dicroicas LED
- d) Reflectoras R-90
- e) Lámpara 111
- f) Down light cocina, baño o interiores
- g) Tira led

A su vez todos estos tipos se subdividen en los que poseen emisión cálida o de emisión fría.

Por el tamaño de la empresa fabricante, se pueden diferenciar en primeras marcas, marcas de segunda fila, marcas de grandes distribuidores y marcas de bazar de bajo coste.

- Primeras marcas: Phillips, Osram, General Electric, Sylvania, LED c4, Christer, ERCO, Iguzzini, Lledó Iluminación, LEP.
- Marcas segunda línea: Guli, Kiera, NUR Línea, Frinco, Unicom, Sulion, Conalux.

- Distribuidores con marcas blancas: Leroy Merlin. IKEA, AKI, CARREFOUR.
- Marcas de bazar de bajo coste.

Las muestras se seleccionaron y adquirieron de forma aleatoria, 15 luminarias LED, de diferentes fabricantes, distribuidores y comercializadores, teniendo en cuenta tanto los tipos de lámparas LED de interior, los fabricantes y el punto de venta. La selección y compra de las muestras se hizo por el personal de la Consejería de Sanidad de la Junta de Comunidades de Castilla la Mancha. Estas luminarias adquiridas se pueden usar para iluminar los lugares de trabajo y cualquier tarea que se desarrolle en los mismos.

3) Laboratorios de ensayo que han realizado las mediciones

En virtud de los ensayos que se han realizado se seleccionaron Laboratorios acreditados por ENAC (Entidad Nacional de Acreditación) para la medición de los parámetros seleccionados.

CALDENTEC, SL- Laboratorio de Ensayo acreditado por ENAC conforme a la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025, para la realización de Ensayos de características fotométricas, cromáticas y de seguridad óptica en productos para iluminación/ Photometric, chromatic and optical safety tests on lighting products, conforme al procedimiento de ensayo recogido en la UNE-EN 13032-1 CIE³⁴.

Dirección: Polígono Industrial Horta Vella, Sector I-3, Calle 8, Nave 6. Apto. Correos 68; 46117 Bétera (Valencia).

FUTURO TECNOLOGICO ESPAÑOL, SL- Laboratorio de Ensayo acreditado por ENAC conforme a la Norma UNE-EN ISO/IEC 17025, para la realización de Ensayos de medida de irradiancia efectiva, conforme al procedimiento de ensayo recogido en la norma UNE-EN 60335-2 Cap. 32.

Dirección: Calle Velázquez, 15, 1º derecha, 28001 Madrid.

4) Método y condiciones de los ensayos

a) El método de ensayo.

La distribución espectral se mide en un intervalo de [350-950] nm con un espectro radiómetro. 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. La medida se realiza en la dirección frontal de la lámpara.

Ensayo cromático según (UNE-EN 13032-4)

Parámetros cromáticos (coordenadas cromáticas, temperatura de color y CRI)

b) Métodos y condiciones de los ensayos fotométricos.

Ensayo realizado según norma UNE-EN 13032-4:2016²⁸¹. Luz y alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 4: Lámparas LED, módulos y luminarias.

Ensayo fotométrico (UNE-EN 13032-4)

- Distribución angular de intensidad luminosa
- Flujo luminoso emitido
- Ángulo de apertura
- Consumo, eficacia (lm/W) y factor de potencia

Se ha comprobado los luxes emitidos por las lámparas y su distribución espectral de tal manera que se pueda saber que no presentan riesgo retiniano por luz azul, al estar los resultados de la medición dentro de los límites del grupo exento de riesgo.

- 281 UNE-EN 13032-4:2016: Luz y Alumbrado. Medición y presentación de datos fotométricos de lámparas y luminarias. Parte 4: Lámparas LED, módulos y luminarias.

Los ensayos se realizaron el 16/09/2018.

5) Análisis del etiquetado, envases y embalajes de las lámparas LED.

Se ha analizado el etiquetado de lámparas LED y su trazabilidad con la normativa en vigor en el momento de los ensayos, el Reglamento delegado 874/2012²⁸² y del Real Decreto 1468/1988²⁸³, con la normativa de diseño ecológico del Reglamento Delegado 1194/2012²⁸⁴ y con el Reglamento UE 2017/1369²⁸⁵ por el que se establece un marco para el etiquetado de la eficiencia energética con el fin de garantizar el derecho de protección a la seguridad información del consumidor.

6) Equipos de medido utilizados y calibraciones

- Goniómetro LMT (E0033)
- Termohigrómetro digital PCE 313-A (E0019)
- Telémetro láser Bosch (E0016)
- Espectrorradiómetro International Light ILT950 (E0018)
- Termohigrómetro digital PCE 313-A (E0019)

Todos los equipos utilizados tenían vigente las correspondientes calibraciones por laboratorio internacional acreditado al efecto.

282 Reglamento delegado (UE) n° 874/2012 de la Comisión, Por el que se complementa la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al etiquetado energético de las lámparas eléctricas y las luminarias *Boletín Oficial del Estado*, 12 de julio de 2012.

283 Real Decreto 1468/1988, Por el que se aprueba el Reglamento de etiquetado, presentación y publicidad de los productos industriales destinados a su venta directa a los consumidores y usuarios. *Boletín Oficial del Estado*, 2 de diciembre.

284 Reglamento (UE) No 1194/2012 de la comisión de 12 de diciembre de 2012 por el que se aplica la Directiva 2009/125/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que atañe a los requisitos de diseño ecológico aplicables a las lámparas direccionales, a las lámparas LED y a sus equipos.

285 Reglamento (UE) 2017/1369 del parlamento europeo y del consejo de 4 de julio de 2017 por el que se establece un marco para el etiquetado energético y se deroga la Directiva 2010/30/UE.

4.3.1. Ensayos Fotométricos y Cromáticos de Las Muestras Seleccionadas²⁸⁶

4.3.1.1. Muestra Código de identificación: Lampara LED176_01

a) Muestra LED176_01

Descripción: Lámpara LED direccional con electrónica integrada, marca USUAL.

Dimensiones aproximadas: 5 cm de diámetro y 5.5 cm de alto

Referencia de la muestra: YKMR16C2V2 – 4.7W / GU10 2700 K

b) Resultados del ensayo fotométrico

286 Los ensayos realizados provienen del “Estudio de investigación sobre bombillas LED en el ámbito de la protección de la salud y seguridad de las personas consumidoras de Castilla la Mancha”. *Futuro Tecnológico Español FUTTEC SL, Velázquez 15, 28001, Madrid, España. Candeltec SL, Consejería de Desarrollo Sostenible, Dirección General de Agenda 2030 y Consumo, Castilla-La Mancha, 45071, Toledo, Spain. Autores: David Baeza Moyano, Miguel Gómez López, Silvia Baeza Moyano.*

1. Distribución angular de la intensidad luminosa (cd)

Tabla 4. Distribución angular de intensidad luminosa

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
□	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	905	13	905	13	905	13	905	13
5	932	37	849	34	794	32	800	32
10	816	33	722	29	675	27	685	27
15	556	22	494	20	441	18	451	18
20	320	13	273	11	236.7	9.5	244	10
25	184.2	7.4	143.0	5.7	119.0	4.8	119.4	4.8
30	107.7	4.3	79.3	3.2	60.7	2.4	60.7	2.4
35	60.6	2.4	41.8	1.7	31.1	1.2	31.7	1.3
40	32.6	1.3	22.17	0.89	16.39	0.66	17.17	0.69
45	17.64	0.71	12.96	0.52	10.15	0.41	10.46	0.42
50	10.62	0.43	8.43	0.34	7.34	0.29	7.34	0.29
55	7.34	0.29	6.40	0.26	5.78	0.23	5.78	0.23
60	5.62	0.23	5.00	0.20	4.68	0.19	4.68	0.19
65	4.37	0.18	3.90	0.16	3.90	0.16	3.75	0.15
70	3.43	0.14	3.12	0.13	2.97	0.12	2.97	0.12
75	2.50	0.10	2.342	0.094	2.186	0.088	2.186	0.088
80	1.561	0.063	1.561	0.063	1.405	0.056	1.405	0.056
85	0.781	0.031	0.625	0.025	0.625	0.025	0.625	0.025
90	0.1561	0.0063	0.1561	0.0063	0.1561	0.0063	0.1561	0.0063
95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
105	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
115	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
145	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
165	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
175	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
□ (°)	C180		C225		C270		C315	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	905	13	905	13	905	13	905	13
5	860	35	944	38	1000	40	988	40
10	731	29	817	33	854	34	860	35
15	484	19	538	22	559	22	566	23
20	266	11	297	12	323	13	328	13
25	138.3	5.6	166.1	6.7	194.2	7.8	196.4	7.9
30	74.2	3.0	95.1	3.8	117.2	4.7	122.4	4.9
35	39.3	1.6	52.9	2.1	66.7	2.7	70.7	2.8
40	20.92	0.84	28.7	1.2	35.8	1.4	39.0	1.6
45	12.18	0.49	15.77	0.63	19.05	0.76	21.08	0.85
50	8.12	0.33	9.84	0.39	11.24	0.45	12.18	0.49
55	6.09	0.24	6.87	0.28	7.65	0.31	8.12	0.33
60	4.84	0.19	5.31	0.21	5.78	0.23	5.93	0.24
65	3.90	0.16	4.22	0.17	4.53	0.18	4.68	0.19
70	2.97	0.12	3.28	0.13	3.43	0.14	3.59	0.14
75	2.186	0.088	2.342	0.094	2.50	0.10	2.65	0.11
80	1.249	0.050	1.405	0.056	1.561	0.063	1.717	0.069
85	0.468	0.019	0.625	0.025	0.625	0.025	0.625	0.025
90	0.1561	0.0063	0.1561	0.0063	0.1561	0.0063	0.1561	0.0063
95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
105	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
115	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

145	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
165	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
175	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2. Flujo luminoso de la lámpara e incertidumbre expandida

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	(353.5 ± 4.3) lm
------------------------------	----------------------

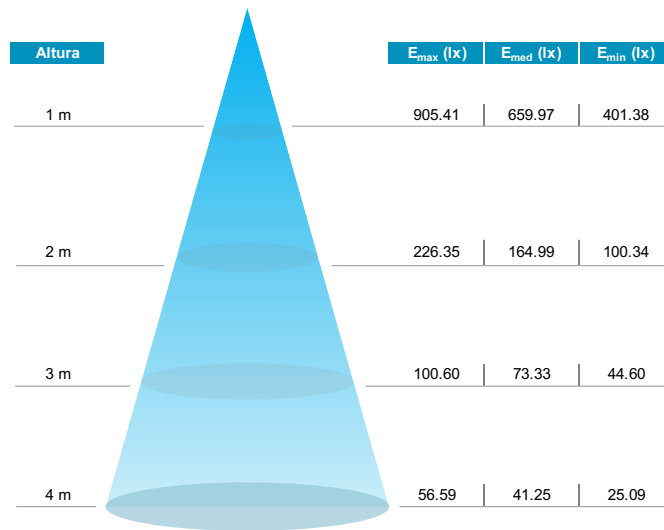
3. Ángulo de apertura del haz (°)

Es el ángulo comprendido entre dos líneas imaginarias situadas en un plano que contiene al eje óptico del haz, de forma que estas líneas pasan por el centro fotométrico de la lámpara y a través de los puntos en los que la intensidad luminosa promedio es el 50% de la intensidad emitida en el eje óptico.

Ángulo de apertura	(32.2 ± 1.1) °
--------------------	--------------------

A continuación, se representa el cono de iluminancias, que representa la iluminancia que llega a un plano dentro del diámetro que cubre su ángulo de apertura a diferentes distancias, se indica la iluminancia mínima, media y máxima en las áreas definidas por este ángulo.

	E_{max} (lx)	E_{med} (lx)	E_{min} (lx)	Diámetro (m)
1 m	905.41	659.97	401.38	0.58
2 m	226.35	164.99	100.34	1.16
3 m	100.60	73.33	44.60	1.73
4 m	56.59	41.25	25.09	2.31



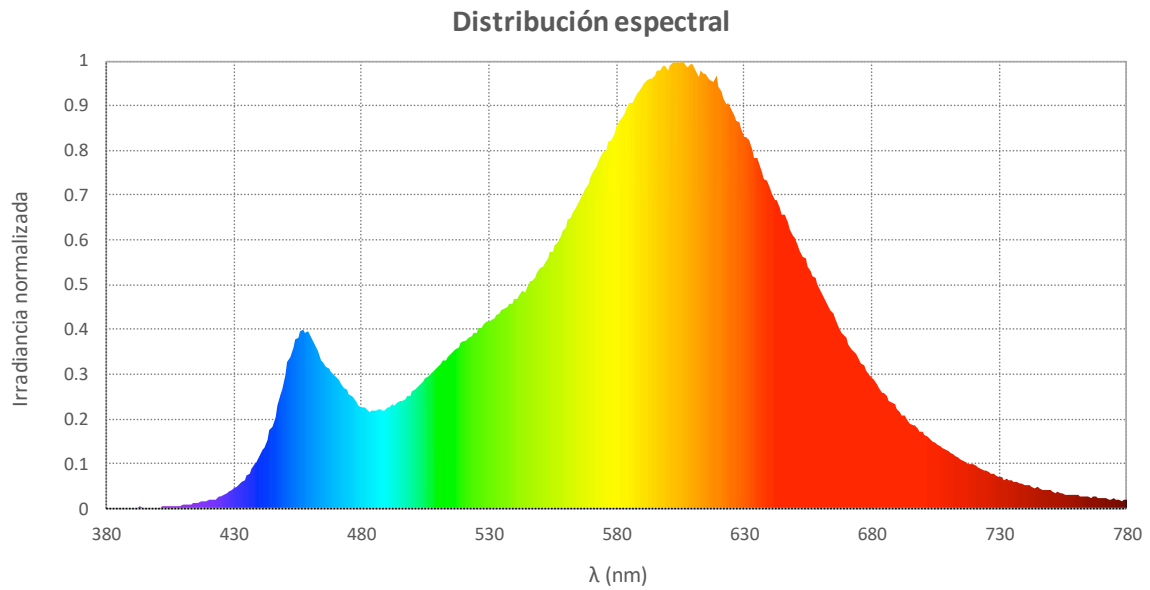
4. Potencia eléctrica, factor de potencia, eficacia de la luminaria e incertidumbres

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
4.897	0.010

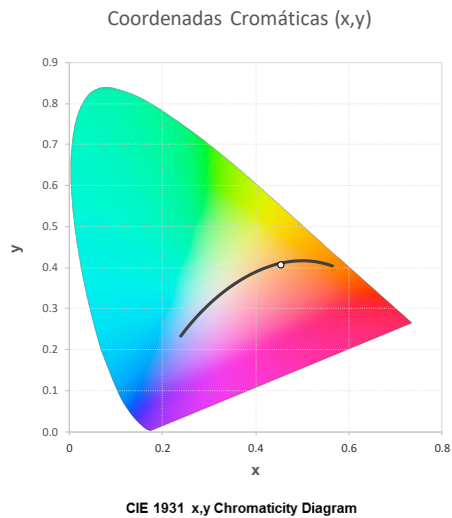
FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.545	0.010

EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
72.2	1.8

c) Resultados ensayo cromático



Coordenadas cromáticas (Observador 2° CIE)

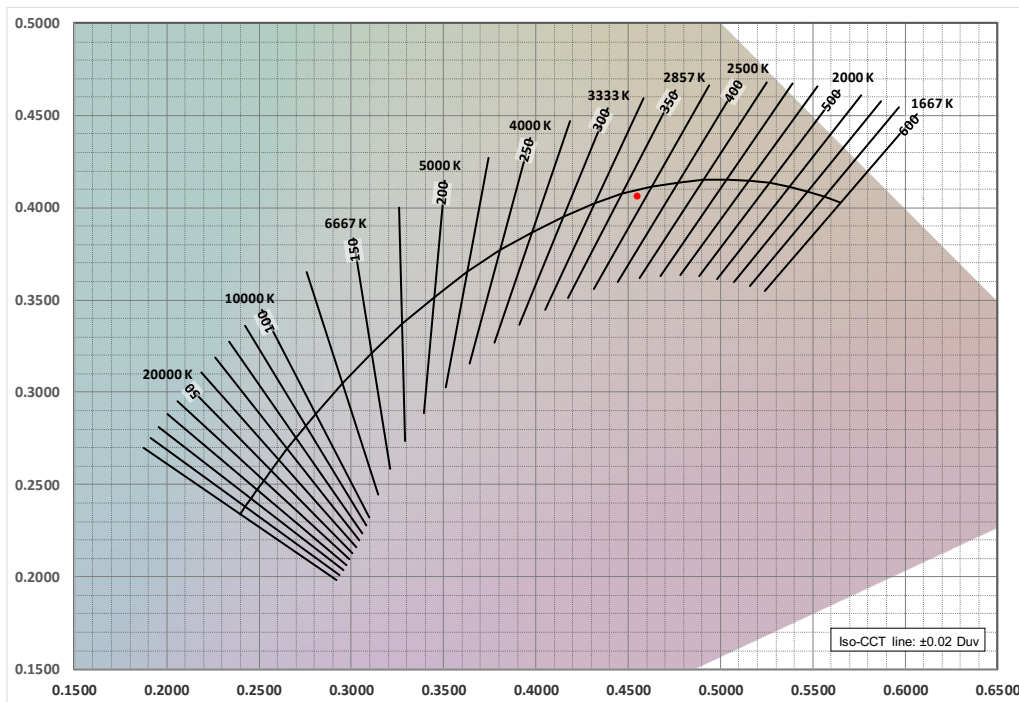


Coordenadas cromáticas		Incertidumbre expandida ⁱ	
x	y	U(x)	U(y)
0.4547	0.4064	0.0004	0.0004

1. Temperatura de color y distancia al cuerpo negro (Duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
2749	30

Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
- 0.0012	0.0009



2. Índice de reproducción cromático

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $DC=5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000K$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Iluminante de referencia: Planckian radiator (2749 K).

Índice de reproducción cromático e incertidumbre ⁱ
Ra (8)
81 ± 1

Ra1	79.5
Ra2	92.7
Ra3	92.4
Ra4	76.1
Ra5	79.9
Ra6	91.6
Ra7	79.1
Ra8	55.1

d) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

Comparativa entre los datos del etiquetado de la muestra y los calculados en el ensayo del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (Ec), según define el Reglamento Delegado (UE) No 874/2012.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A+	A+
Ec (KWh / 1000 h)	5	4.9
FLUJO LUMINOSO (lm)	350	353.5
ANGULO APERTURA (°)	36	32.24
Tc (K)	2700	2748

4.3.1.2. Muestra Código de identificación: Lámpara LED177_02

a) Muestra LED177_02

Descripción: Lámpara LED direccional con electrónica integrada, marca ExtraStar.

Dimensiones aproximadas de la lámpara: 5 cm de diámetro y 6.4 cm de alto

Referencia de la muestra: GU105X1WW

b) Resultados del ensayo fotométrico

1. Distribución angular de intensidad luminosa

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ²⁸⁷								
γ	C0		C45		C90		C135	
(°)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	1311	19	1311	19	1311	19	1311	19
5	1065	43	1069	43	1088	44	1133	45
10	653	26	657	26	665	27	712	29
15	314	13	323	13	318	13	343	14
20	154.6	6.2	153.0	6.1	151.4	6.1	159.2	6.4
25	82.7	3.3	79.6	3.2	81.2	3.3	81.2	3.3
30	46.8	1.9	45.3	1.8	45.3	1.8	45.3	1.8
35	29.7	1.2	31.2	1.3	31.2	1.3	31.2	1.3
40	20.30	0.81	20.30	0.81	20.30	0.81	21.86	0.88
45	15.61	0.63	15.61	0.63	15.61	0.63	15.61	0.63
50	14.05	0.56	14.05	0.56	12.49	0.50	14.05	0.56
55	9.37	0.38	9.37	0.38	9.37	0.38	10.93	0.44
60	6.25	0.25	6.25	0.25	6.25	0.25	6.25	0.25
65	4.68	0.19	4.68	0.19	4.68	0.19	4.68	0.19
70	3.12	0.13	3.12	0.13	3.12	0.13	3.12	0.13
75	1.56	0.06	1.561	0.063	1.561	0.063	1.561	0.063
80	1.561	0.063	1.561	0.063	1.561	0.063	1.561	0.063
85	1.561	0.063	1.561	0.063	1.561	0.063	1.561	0.063
90	1.561	0.063	1.561	0.063	1.561	0.063	1.561	0.063
95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

287 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 %)

100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
105	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
115	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
145	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
165	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
175	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ	C180		C225		C270		C315	
(°)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	1311	19	1311	19	1311	19	1311	19
5	1144	46	1183	47	1176	47	1088	44
10	732	29	779	31	767	31	664	27
15	362	15	381	15	372	15	322	13
20	170.2	6.8	173.3	7.0	173.3	7.0	153.0	6.1
25	84.3	3.4	85.9	3.4	89.0	3.6	84.3	3.4
30	45.3	1.8	48.4	1.9	50.0	2.0	48.4	1.9
35	34.3	1.4	32.8	1.3	31.2	1.3	31.2	1.3
40	21.86	0.88	23.42	0.94	21.86	0.88	20.30	0.81
45	17.17	0.69	15.61	0.63	15.61	0.63	15.61	0.63
50	14.05	0.56	14.05	0.56	14.05	0.56	14.05	0.56
55	10.93	0.44	10.93	0.44	9.37	0.38	10.93	0.44
60	6.25	0.25	6.25	0.25	6.25	0.25	6.25	0.25
65	4.68	0.19	4.68	0.19	4.68	0.19	4.68	0.19
70	3.12	0.13	3.12	0.13	3.12	0.13	3.12	0.13
75	1.561	0.063	1.561	0.063	1.56	0.06	1.56	0.06
80	1.561	0.063	1.561	0.063	1.561	0.063	1.561	0.063
85	1.561	0.063	1.561	0.063	1.561	0.063	1.561	0.063
90	1.561	0.063	1.561	0.063	1.561	0.063	1.561	0.063
95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
105	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
115	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
145	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
165	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
175	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2. Flujo luminoso de la lámpara e incertidumbre expandida²⁸⁸

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	$(280.8 \pm 4.6) \text{ lm}$
-------------------------------------	------------------------------

3. Ángulo de apertura del haz ($^\circ$)

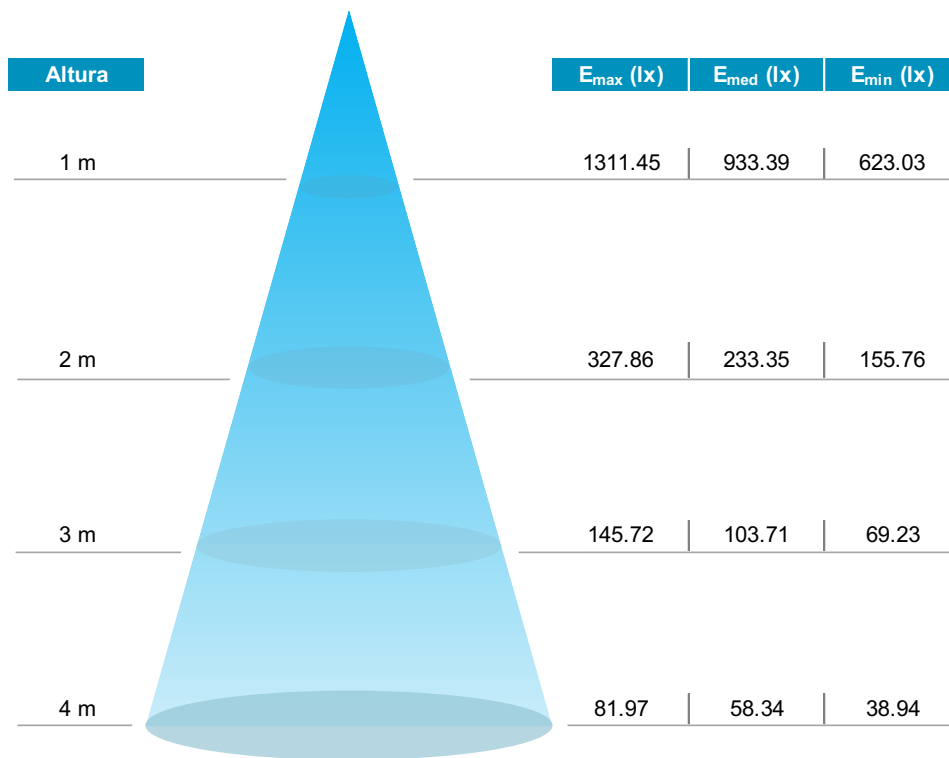
Es el ángulo comprendido entre dos líneas imaginarias situadas en un plano que contiene al eje óptico del haz, de forma que estas líneas pasan por el centro fotométrico de la lámpara y a través de los puntos en los que la intensidad luminosa promedio es el 50% de la intensidad emitida en el eje óptico.

Ángulo de apertura	$(21.10 \pm 0.88) ^\circ$
---------------------------	---------------------------

A continuación, se representa el cono de iluminancias, que representa la iluminancia que llega a un plano dentro del diámetro que cubre su ángulo de apertura a diferentes distancias, se indica la iluminancia mínima, media y máxima en las áreas definidas por este ángulo.

	$E_{\max} \text{ (lx)}$	$E_{\text{med}} \text{ (lx)}$	$E_{\min} \text{ (lx)}$	Diámetro (m)
1 m	1311.45	933.39	623.03	0.37
2 m	327.86	233.35	155.76	0.74
3 m	145.72	103.71	69.23	1.12
4 m	81.97	58.34	38.94	1.49

²⁸⁸ Todas las incertidumbres expandidas que aparecen en estos ensayos han sido calculadas siendo $K = 2$ (factor de cobertura, que para una distribución normal corresponde a una probabilidad de cobertura de aproximadamente el 95 %)



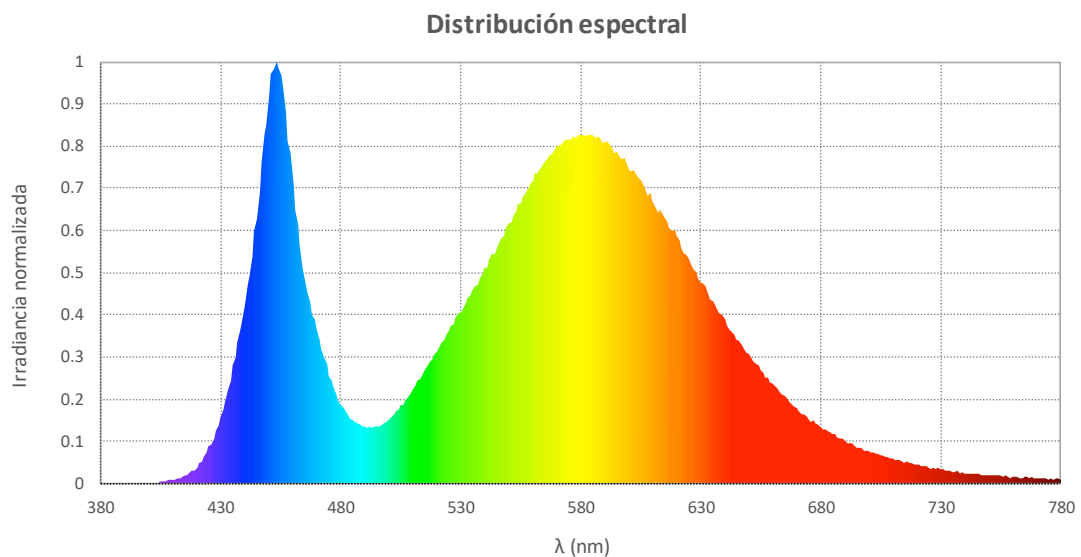
4. Potencia eléctrica, factor de potencia, eficacia de la luminaria e incertidumbres

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE(W)
4.901	0.010

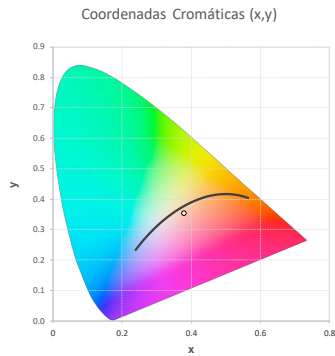
FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.494	0.010

EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
57.3	1.9

c) Resultados ensayo cromático



-Coordenadas cromáticas (observador 2º cie)

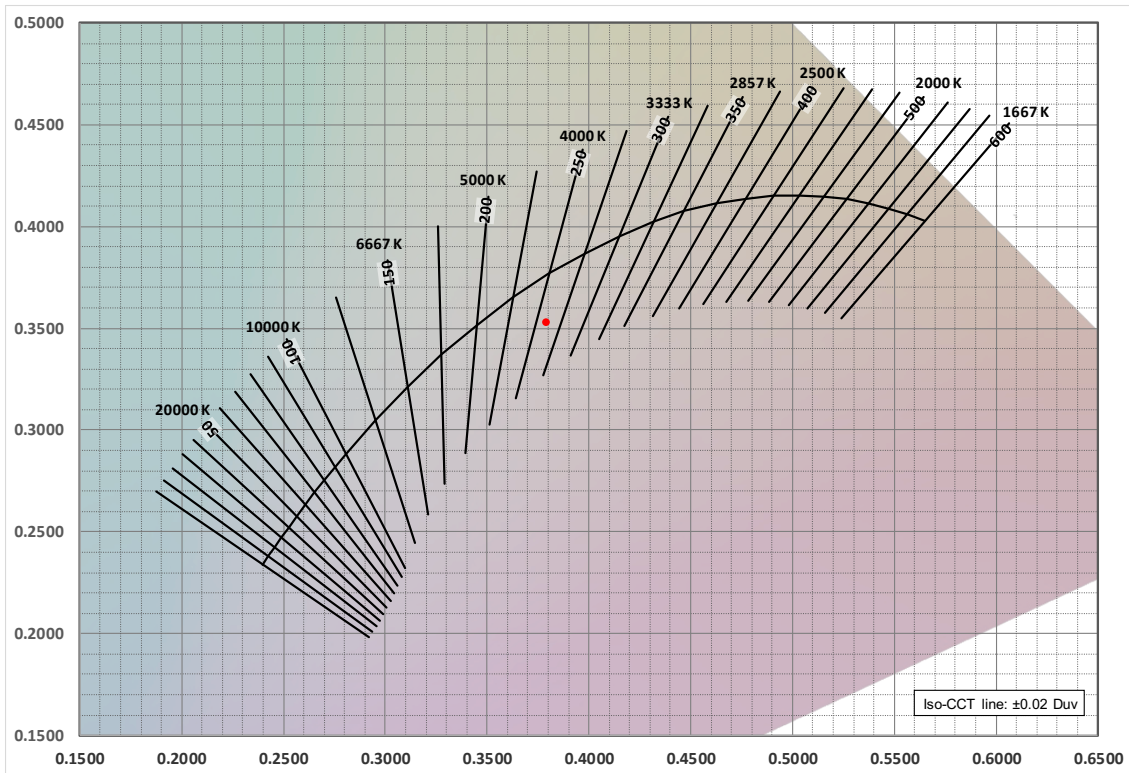


Coordenadas cromáticas		Incertidumbre expandida ⁱ	
x	y	U(x)	U(y)
0.3780	0.3530	0.0004	0.0004

Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
-0.0109	0.0010

1. Temperatura de color y distancia al cuerpo negro (duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
3860	64



2. Índice de reproducción cromático

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $DC=5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000K$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Índice de reproducción cromático e incertidumbre ⁱ	
Ra (8)	
70 ± 1	

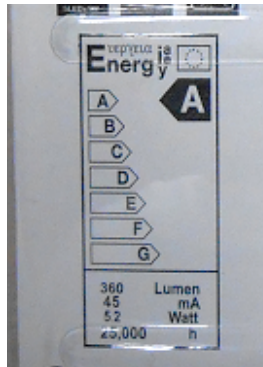
Ra1		66.6
Ra2		82.5
Ra3		89.9
Ra4		61.2
Ra5		65.8
Ra6		71.6
Ra7		75.9
Ra8		47.7

d) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

Comparativa entre los datos del etiquetado de la muestra y los calculados en el ensayo del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (E_c), según define el Reglamento Delegado (UE) No 874/2012.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A	A+
E_c (KWh / 1000 h)	NO APARECE	4.9
FLUJO LUMINOSO (lm)	360	280.81
ANGULO APERTURA (°)	30	21.10
T_c (K)	3300	3860

La etiqueta energética que aparece en el envoltorio de la lámpara no coincide con el modelo de etiqueta que indica el Reglamento. No contemplando las clases A+ y A++ y tampoco indicando el consumo de energía ponderado (E_c), aunque si indica el consumo.



- El valor de flujo luminoso medido es un 22% menor del valor del flujo luminoso declarado.
- El valor de ángulo de apertura es diferente al declarado.
- El valor de temperatura de color medido en eje es distinto al valor declarado, por lo que se realiza una medida angular de parámetros cromáticos y se calcula el dato promedio ponderado, simulando la medida de la lámpara dentro de una esfera integradora. El resultado obtenido es de (3421 ± 120) K, siendo este dato más próximo al declarado.

4.3.1.3. Muestra Código de identificación: Lámpara LED188_10

a) Muestra LED188_10

Descripción: Lámpara LED direccional con electrónica integrada, marca MEGALED, proporcionada en paquete junto con otras dos lámparas.

Dimensiones aproximadas de la lámpara: 5 cm de diámetro y 5.4 cm de alto

Referencia de la muestra: GIC10GU-20WWP3

b) Resultados del ensayo fotométrico

1. Distribucion angular de la intensidad luminosa

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ²⁸⁹								
γ (°)	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	68.72	0.97	68.72	0.97	68.72	0.97	68.72	0.97
5	68.4	2.7	68.6	2.8	68.6	2.8	68.5	2.7
10	67.9	2.7	68.0	2.7	68.1	2.7	67.7	2.7
15	66.9	2.7	66.9	2.7	66.7	2.7	66.4	2.7
20	65.0	2.6	65.2	2.6	64.9	2.6	64.5	2.6
25	62.7	2.5	62.7	2.5	62.7	2.5	62.1	2.5
30	59.9	2.4	60.0	2.4	59.6	2.4	58.9	2.4
35	56.7	2.3	56.4	2.3	55.9	2.2	55.2	2.2
40	52.6	2.1	52.4	2.1	51.9	2.1	51.1	2.1
45	47.8	1.9	47.9	1.9	47.1	1.9	46.4	1.9
50	42.3	1.7	42.4	1.7	41.9	1.7	40.8	1.6
55	36.1	1.4	36.0	1.4	35.8	1.4	35.0	1.4

²⁸⁹ 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 %)

60	29.1	1.2	29.3	1.2	29.0	1.2	28.4	1.1
65	22.51	0.90	22.90	0.92	22.17	0.89	21.19	0.85
70	15.58	0.63	16.03	0.64	15.44	0.62	14.30	0.57
75	9.48	0.38	9.74	0.39	9.41	0.38	8.74	0.35
80	5.26	0.21	5.36	0.21	5.07	0.20	4.70	0.19
85	2.56	0.10	2.58	0.10	2.389	0.096	2.155	0.086
90	0.984	0.039	0.999	0.040	0.906	0.036	0.812	0.033
95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
105	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
115	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
145	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
165	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
175	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada i								
γ	C180		C225		C270		C315	
(°)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	68.72	0.97	68.72	0.97	68.72	0.97	68.72	0.97
5	68.4	2.7	68.4	2.7	68.3	2.7	68.4	2.7
10	67.5	2.7	67.4	2.7	67.4	2.7	67.7	2.7
15	66.2	2.7	65.9	2.6	65.9	2.6	66.4	2.7
20	64.0	2.6	64.2	2.6	64.3	2.6	64.9	2.6
25	61.4	2.5	61.7	2.5	61.8	2.5	62.4	2.5
30	57.7	2.3	58.5	2.3	58.7	2.4	59.6	2.4
35	54.3	2.2	54.8	2.2	55.0	2.2	55.8	2.2
40	50.2	2.0	50.6	2.0	50.8	2.0	51.6	2.1
45	45.3	1.8	45.5	1.8	45.7	1.8	46.6	1.9
50	39.5	1.6	39.5	1.6	40.1	1.6	41.1	1.6
55	33.1	1.3	33.0	1.3	34.0	1.4	34.5	1.4
60	26.7	1.1	26.4	1.1	27.2	1.1	27.9	1.1
65	20.16	0.81	19.84	0.80	19.81	0.80	20.92	0.84
70	12.96	0.52	12.76	0.51	13.32	0.53	14.24	0.57
75	7.53	0.30	7.18	0.29	8.02	0.32	8.59	0.34
80	3.95	0.16	3.78	0.15	4.14	0.17	4.57	0.18
85	1.780	0.071	1.702	0.068	1.889	0.076	2.139	0.086
90	0.625	0.025	0.609	0.024	0.687	0.028	0.796	0.032
95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
100	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
105	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
115	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
145	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
165	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
175	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2. Flujo luminoso de la lámpara e incertidumbre expandida

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	$(188.33 \pm 0.92) \text{ lm}$
-------------------------------------	--------------------------------

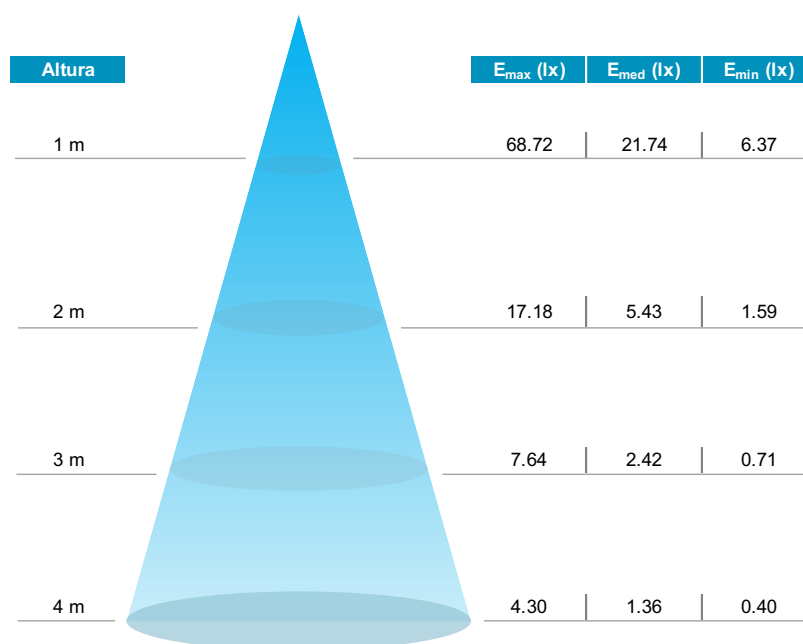
3. Ángulo de apertura del haz (°)

Es el ángulo comprendido entre dos líneas imaginarias situadas en un plano que contiene al eje óptico del haz, de forma que estas líneas pasan por el centro fotométrico de la lámpara y a través de los puntos en los que la intensidad luminosa promedio es el 50% de la intensidad emitida en el eje óptico.

Ángulo de apertura	$(110.5 \pm 1.2)^\circ$
---------------------------	-------------------------

Representación del cono de iluminancias, que representa el cono de iluminancias, que representa la iluminancia que llega a un plano dentro del diámetro que cubre su ángulo de apertura a diferentes distancias, se indica la iluminancia mínima, media y máxima en las áreas definidas por este ángulo.

	E_{max} (lx)	E_{med} (lx)	E_{min} (lx)	Diámetro (m)
1 m	68.72	21.74	6.37	2.88
2 m	17.18	5.43	1.59	5.76
3 m	7.64	2.42	0.71	8.65
4 m	4.30	1.36	0.40	11.53



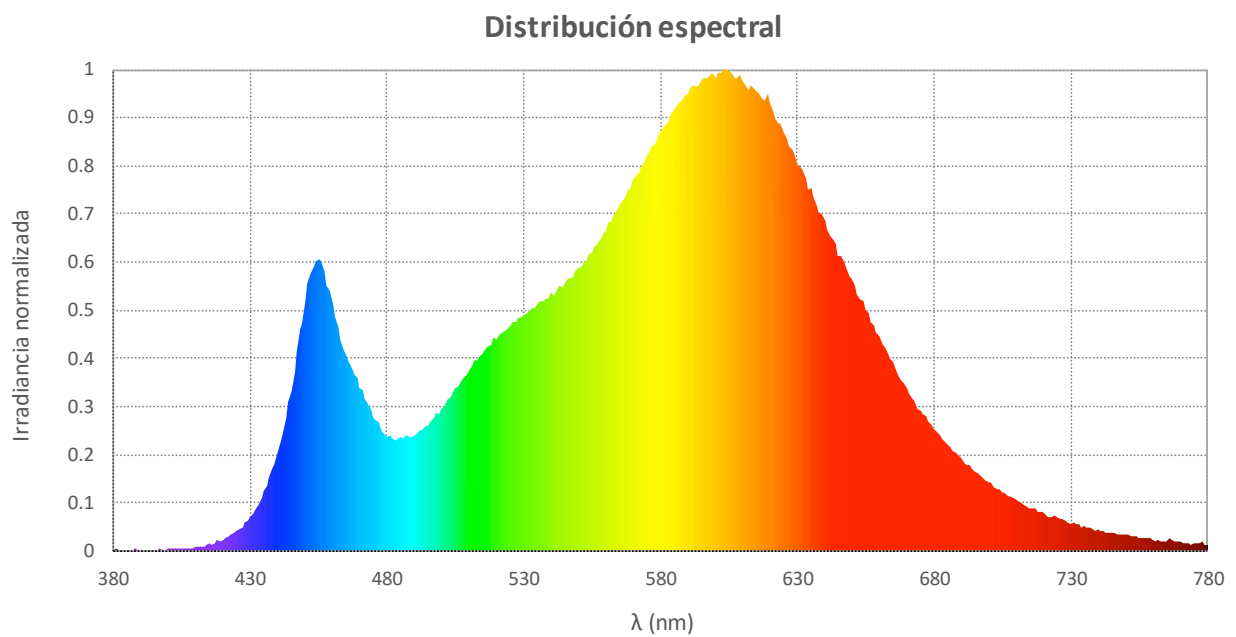
4. Potencia eléctrica, factor de potencia, eficacia de la lámpara e incertidumbres

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
2.442	0.004

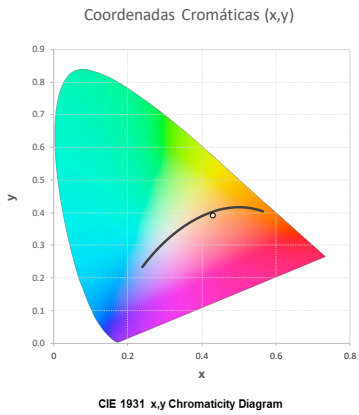
FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.416	0.010

EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
77.12	0.48

c) Resultados ensayo cromático



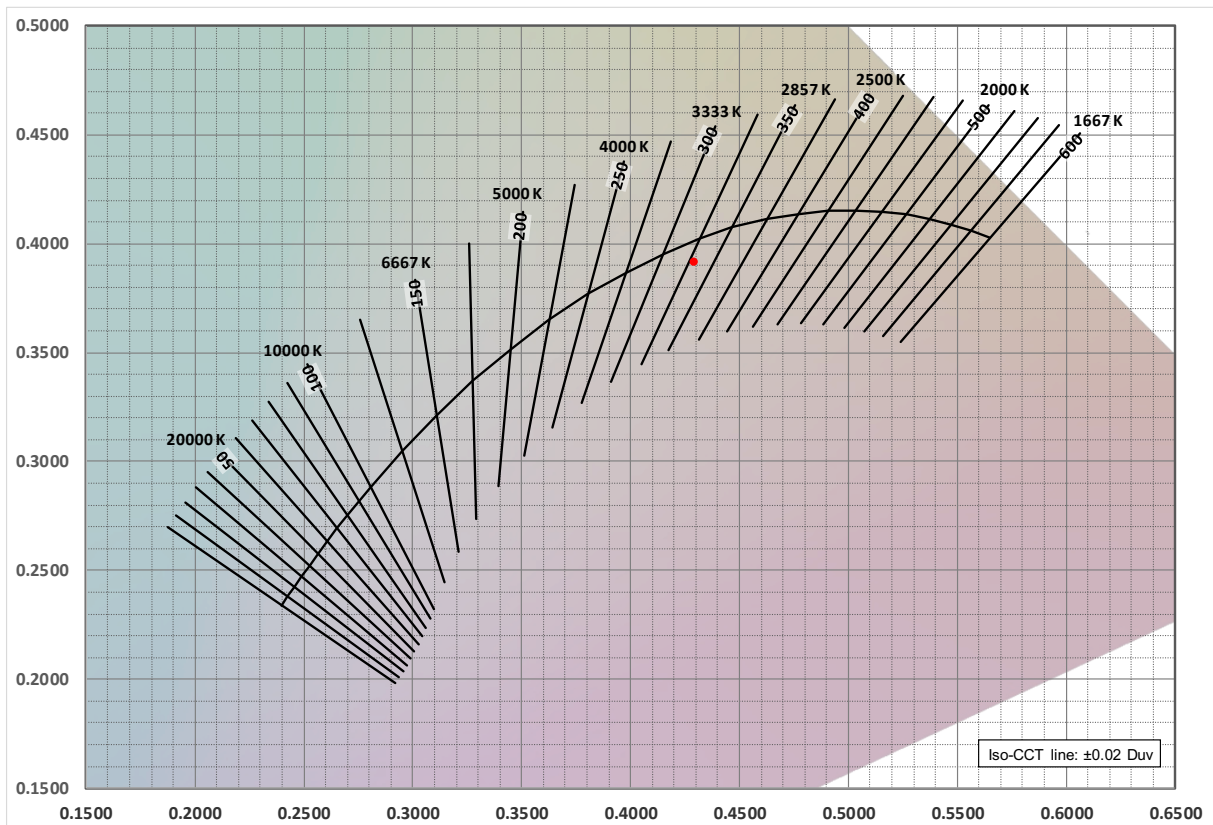
-Coordenadas cromáticas (Observador 2º CIE)



Coordenadas cromáticas		Incertidumbre expandida ⁱ	
x	y	U(x)	U(y)
0.4290	0.3923	0.0004	0.0004

1. Temperatura de color y distancia al cuerpo negro (Duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
3040	40
Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
-0.0037	0.0010











2. Índice de reproducción cromático

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $DC=5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000K$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Iluminante de referencia: Planckian radiator 3040 K

Índice de reproducción cromático e incertidumbre ⁱ	
Ra (8)	
82 ± 1	

Ra1		81.8
Ra2		93.2
Ra3		93.6
Ra4		78.9
Ra5		82.2
Ra6		91.2
Ra7		80.3
Ra8		58.5

a) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

Comparativa entre los datos del etiquetado de la muestra y los calculados en el ensayo del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (E_c), según define el Reglamento Delegado (UE) No 874/2012.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A+	A++
E_c (KWh / 1000 h)	2 KW / 1000 h	2.44 KW / 1000 h
FLUJO LUMINOSO (lm)	180 lm	188.3 lm
Ángulo de apertura (°)	120 °	110.5 °
Ra	≥ 70	82

Tc (K)	[2900 – 3200] K	3040 K
---------------	--------------------	--------

4.3.1.4. Muestra Código de identificación: Lampara LED189_11

a) Muestra LED189_11

Descripción: Lámpara LED direccional con electrónica no integrada y con advertencia expresa de no apta para iluminación de acento, necesita transformador para alimentar a 12V, marca AUCHAN.

Dimensiones aproximadas de la lámpara: 5 cm de diámetro y 4.5 cm de alto

Referencia de la muestra: LED 3W/BT GU5.3

b) Resultados del ensayo fotométrico

1. Distribución angular de intensidad luminosa

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada								
γ (°)	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	71.1	1.0	71.1	1.0	71.1	1.0	71.1	1.0
5	70.8	2.8	70.8	2.8	70.6	2.8	70.5	2.8
10	69.9	2.8	70.1	2.8	69.8	2.8	69.5	2.8
15	68.6	2.8	68.5	2.7	68.1	2.7	68.1	2.7
20	66.2	2.7	66.8	2.7	66.4	2.7	65.9	2.6
25	63.3	2.5	64.1	2.6	64.0	2.6	63.5	2.5
30	59.7	2.4	60.9	2.4	60.8	2.4	59.9	2.4
35	55.1	2.2	57.1	2.3	56.9	2.3	56.2	2.3
40	50.1	2.0	51.8	2.1	52.2	2.1	51.6	2.1
45	44.5	1.8	45.8	1.8	46.4	1.9	45.4	1.8
50	39.5	1.6	40.0	1.6	39.9	1.6	39.3	1.6
55	34.0	1.4	34.6	1.4	33.6	1.3	33.2	1.3
60	28.2	1.1	28.9	1.2	28.1	1.1	27.2	1.1

65	21.87	0.88	22.68	0.91	22.36	0.90	21.53	0.86
70	15.80	0.63	16.71	0.67	16.14	0.65	15.32	0.61
75	10.49	0.42	11.30	0.45	10.66	0.43	9.87	0.40
80	6.48	0.26	6.90	0.28	6.12	0.25	5.37	0.22
85	4.03	0.16	4.06	0.16	3.50	0.14	3.12	0.13
90	2.81	0.11	2.76	0.11	2.48	0.10	2.326	0.093
95	2.139	0.086	2.170	0.087	1.998	0.080	1.905	0.076
100	1.795	0.072	1.795	0.072	1.733	0.070	1.639	0.066
105	1.624	0.065	1.624	0.065	1.577	0.063	1.514	0.061
110	1.608	0.065	1.577	0.063	1.530	0.061	1.483	0.060
115	1.624	0.065	1.608	0.065	1.561	0.063	1.499	0.060
120	1.671	0.067	1.639	0.066	1.577	0.063	1.514	0.061
125	1.717	0.069	1.671	0.067	1.608	0.065	1.546	0.062
130	1.749	0.070	1.702	0.068	1.639	0.066	1.577	0.063
135	1.764	0.071	1.733	0.070	1.671	0.067	1.608	0.065
140	1.780	0.071	1.749	0.070	1.686	0.068	1.608	0.065
145	1.795	0.072	1.76	0.07	1.70	0.07	1.62	0.07
150	1.795	0.072	1.780	0.071	1.702	0.068	1.609	0.065
155	1.780	0.071	1.764	0.071	1.687	0.068	1.581	0.063
160	1.748	0.070	1.733	0.070	1.626	0.065	1.509	0.061
165	1.670	0.067	1.655	0.066	1.551	0.062	1.480	0.059
170	1.607	0.064	1.592	0.064	1.551	0.062	1.466	0.059
175	1.607	0.064	1.592	0.064	1.506	0.060	1.406	0.056
180	1.463	0.062	1.463	0.061	1.463	0.058	1.463	0.056

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ	C180		C225		C270		C315	
(°)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	71.1	1.0	71.1	1.0	71.1	1.0	71.1	1.0
5	70.7	2.8	70.8	2.8	70.5	2.8	70.5	2.8
10	69.8	2.8	69.5	2.8	69.4	2.8	69.8	2.8
15	68.3	2.7	67.9	2.7	67.9	2.7	68.0	2.7
20	66.2	2.7	65.6	2.6	65.7	2.6	66.1	2.7
25	63.4	2.5	62.5	2.5	62.5	2.5	63.0	2.5
30	60.4	2.4	59.3	2.4	59.5	2.4	59.4	2.4
35	56.2	2.3	55.1	2.2	55.3	2.2	54.9	2.2
40	51.2	2.1	50.2	2.0	49.9	2.0	50.2	2.0
45	45.6	1.8	44.3	1.8	44.2	1.8	44.5	1.8
50	39.0	1.6	37.5	1.5	37.7	1.5	38.3	1.5
55	33.2	1.3	31.6	1.3	31.7	1.3	32.5	1.3
60	26.9	1.1	25.8	1.0	26.4	1.1	26.9	1.1
65	21.09	0.85	19.72	0.79	20.37	0.82	20.91	0.84
70	14.72	0.59	13.86	0.56	14.41	0.58	15.05	0.60
75	9.38	0.38	8.74	0.35	9.31	0.37	10.16	0.41
80	5.28	0.21	5.07	0.20	5.60	0.22	6.35	0.25
85	3.08	0.12	3.11	0.12	3.54	0.14	3.93	0.16
90	2.311	0.093	2.311	0.093	2.53	0.10	2.72	0.11
95	1.905	0.076	1.889	0.076	1.983	0.080	2.061	0.083
100	1.655	0.066	1.655	0.066	1.702	0.068	1.717	0.06
105	1.546	0.062	1.561	0.063	1.577	0.063	1.577	0.063
110	1.499	0.060	1.546	0.062	1.561	0.063	1.546	0.062
115	1.530	0.061	1.577	0.063	1.592	0.064	1.561	0.063
120	1.546	0.062	1.608	0.065	1.639	0.066	1.624	0.065
125	1.577	0.063	1.639	0.066	1.702	0.068	1.671	0.067
130	1.608	0.065	1.671	0.067	1.733	0.070	1.717	0.069
135	1.624	0.065	1.702	0.068	1.764	0.071	1.749	0.070
140	1.639	0.066	1.717	0.069	1.764	0.071	1.764	0.071
145	1.655	0.066	1.702	0.068	1.764	0.071	1.764	0.071
150	1.640	0.066	1.687	0.068	1.749	0.070	1.749	0.070
155	1.611	0.065	1.657	0.066	1.718	0.069	1.733	0.070

160	1.538	0.062	1.581	0.063	1.656	0.066	1.702	0.068
165	1.508	0.061	1.551	0.062	1.580	0.063	1.626	0.065
170	1.494	0.060	1.536	0.062	1.580	0.063	1.564	0.063
175	1.435	0.058	1.476	0.059	1.534	0.062	1.564	0.063
180	1.463	0.056	1.463	0.056	1.463	0.059	1.463	0.060

2. Flujo luminoso de la lámpara e incertidumbre expandida ⁱ

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	(200.92 ± 0.92) lm
-------------------------------------	--------------------

3. Angulo de apertura del haz (°)

Es el ángulo comprendido entre dos líneas imaginarias situadas en un plano que contiene al eje óptico del haz, de forma que estas líneas pasan por el centro fotométrico de la lámpara y a través de los puntos en los que la intensidad luminosa promedio es el 50% de la intensidad emitida en el eje óptico.

Ángulo de apertura	(105.6 ± 1.3) °
---------------------------	-----------------

4. Potencia eléctrica, factor de potencia, eficacia de la lámpara e incertidumbres ⁱ

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
2.258	0.004

FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.682	0.010

EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)

88.98	0.44
-------	------

d) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

Comparativa entre los datos del etiquetado de la muestra y los calculados en el ensayo del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (Ec), según define el Reglamento Delegado (UE) No 874/2012.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A++	A++
Ec (KWh / 1000 h)	4 KW / 1000 h	2.48 KW / 1000 h
FLUJO LUMINOSO (lm)	240 lm	200.92 lm
Ángulo de apertura (°)	90 °	105.6 °

4.3.1.5. Muestra Código de identificación: Lampara 178_03

a) Muestra LED_178_03

Descripción para LED no direccional con electrónica integrada, marca TOSHIBA.

Dimensiones aproximadas de la lámpara: 3.9 cm de diámetro y 10.7 cm de alto

Referencia de la muestra: LDC005D2760DEU

b) Resultados del ensayo fotométrico

1. Distribución angular de la intensidad luminosa (cd)

g (°)	Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ¹							
	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	29.27	0.42	29.27	0.42	29.27	0.42	29.27	0.42
5	35.8	1.4	33.8	1.4	32.3	1.3	32.7	1.3
10	44.5	1.8	42.1	1.7	40.2	1.6	40.2	1.6
15	44.6	1.8	41.2	1.7	40.4	1.6	40.3	1.6
20	38.3	1.5	39.7	1.6	38.6	1.6	36.9	1.5
25	36.1	1.4	37.4	1.5	36.7	1.5	35.2	1.4
30	33.2	1.3	33.7	1.4	33.5	1.3	31.7	1.3
35	32.8	1.3	31.1	1.2	31.1	1.2	30.7	1.2
40	32.2	1.3	29.1	1.2	29.9	1.2	30.4	1.2
45	32.4	1.3	28.7	1.2	29.1	1.2	30.1	1.2
50	36.5	1.5	30.8	1.2	30.9	1.2	32.2	1.3
55	39.5	1.6	33.5	1.3	33.5	1.3	36.3	1.5
60	36.7	1.5	36.1	1.4	35.5	1.4	39.9	1.6
65	34.8	1.4	36.2	1.5	36.1	1.4	39.5	1.6
70	32.7	1.3	34.1	1.4	34.8	1.4	37.3	1.5
75	29.3	1.2	30.7	1.2	31.6	1.3	33.2	1.3
80	25.9	1.0	27.1	1.1	27.8	1.1	28.4	1.1
85	23.00	0.92	23.82	0.96	24.18	0.97	24.43	0.98
90	20.25	0.81	20.98	0.84	21.15	0.85	21.15	0.85
95	17.72	0.71	18.24	0.73	18.28	0.73	18.14	0.73
100	15.80	0.63	16.07	0.64	16.14	0.65	15.96	0.64
105	14.14	0.57	14.39	0.58	14.36	0.58	14.13	0.57
110	12.47	0.50	12.72	0.51	12.76	0.51	12.41	0.50
115	10.79	0.43	11.08	0.44	11.02	0.44	10.65	0.43
120	9.15	0.37	9.49	0.38	9.45	0.38	9.10	0.37
125	7.56	0.30	7.93	0.32	7.96	0.32	7.62	0.31
130	5.96	0.24	6.35	0.25	6.43	0.26	6.17	0.25
135	4.50	0.18	4.86	0.19	5.00	0.20	4.76	0.19
140	3.23	0.13	3.58	0.14	3.72	0.15	3.53	0.14
145	2.233	0.090	2.50	0.10	2.64	0.11	2.50	0.10
150	1.436	0.058	1.624	0.065	1.764	0.071	1.655	0.066
155	0.906	0.036	0.984	0.039	1.093	0.044	1.046	0.042
160	0.609	0.024	0.625	0.025	0.671	0.027	0.640	0.026

165	0.422	0.017	0.406	0.016	0.422	0.017	0.422	0.017
170	0.422	0.017	0.406	0.016	0.422	0.017	0.422	0.017
175	0.422	0.017	0.422	0.017	0.437	0.018	0.422	0.017
180	0.437	0.018	0.422	0.017	0.437	0.018	0.437	0.018

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C180		C225		C270		C315	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	29.27	0.42	29.27	0.42	29.27	0.42	29.27	0.42
5	36.1	1.4	37.4	1.5	37.5	1.5	38.0	1.5
10	39.3	1.6	39.8	1.6	41.2	1.7	41.1	1.7
15	40.8	1.6	40.0	1.6	39.4	1.6	41.6	1.7
20	36.5	1.5	37.3	1.5	37.1	1.5	38.2	1.5
25	34.8	1.4	34.8	1.4	35.6	1.4	35.5	1.4
30	32.2	1.3	31.0	1.2	35.3	1.4	32.3	1.3
35	32.0	1.3	29.4	1.2	35.1	1.4	31.3	1.3
40	31.8	1.3	28.9	1.2	33.8	1.4	29.8	1.2
45	32.4	1.3	30.5	1.2	33.8	1.4	30.5	1.2
50	37.5	1.5	33.8	1.4	35.4	1.4	33.2	1.3
55	41.5	1.7	36.8	1.5	36.9	1.5	37.3	1.5
60	41.6	1.7	38.3	1.5	37.1	1.5	37.8	1.5
65	39.8	1.6	37.4	1.5	35.7	1.4	35.0	1.4
70	37.0	1.5	34.5	1.4	32.6	1.3	31.5	1.3
75	32.5	1.3	30.2	1.2	28.5	1.1	27.7	1.1
80	27.6	1.1	26.2	1.0	24.9	1.0	24.46	0.98
85	23.68	0.95	22.76	0.91	21.98	0.88	21.78	0.87
90	20.23	0.81	19.72	0.79	19.11	0.77	18.95	0.76
95	17.74	0.71	17.44	0.70	16.94	0.68	16.81	0.67
100	15.60	0.63	15.43	0.62	15.11	0.61	14.97	0.60
105	13.80	0.55	13.63	0.55	13.43	0.54	13.43	0.54
110	11.90	0.48	11.76	0.47	11.68	0.47	11.68	0.47
115	10.18	0.41	10.09	0.40	9.99	0.40	10.04	0.40
120	8.62	0.35	8.48	0.34	8.37	0.34	8.43	0.34
125	7.09	0.28	6.90	0.28	6.79	0.27	6.84	0.27
130	5.57	0.22	5.37	0.22	5.21	0.21	5.31	0.21
135	4.22	0.17	3.98	0.16	3.84	0.15	3.93	0.16
140	3.03	0.12	2.83	0.11	2.67	0.11	2.78	0.11
145	2.076	0.083	1.874	0.075	1.764	0.071	1.842	0.074
150	1.296	0.052	1.238	0.050	1.108	0.044	1.155	0.046
155	0.812	0.033	0.749	0.030	0.749	0.030	0.765	0.031
160	0.578	0.023	0.546	0.022	0.546	0.022	0.546	0.022
165	0.422	0.017	0.406	0.016	0.406	0.016	0.406	0.016
170	0.422	0.017	0.422	0.017	0.422	0.017	0.422	0.017
175	0.422	0.017	0.422	0.017	0.422	0.017	0.422	0.017
180	0.422	0.017	0.422	0.017	0.437	0.018	0.437	0.018

2. Flujo luminoso de la lámpara e incertidumbre expandida ⁱ

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	(258.89 ±
-------------------------------------	-----------

3. Potencia eléctrica, factor de potencia, eficacia de la lámpara e incertidumbres ⁱ

Ángulo de apertura	(105.6 ± 1.3) °
---------------------------	-----------------

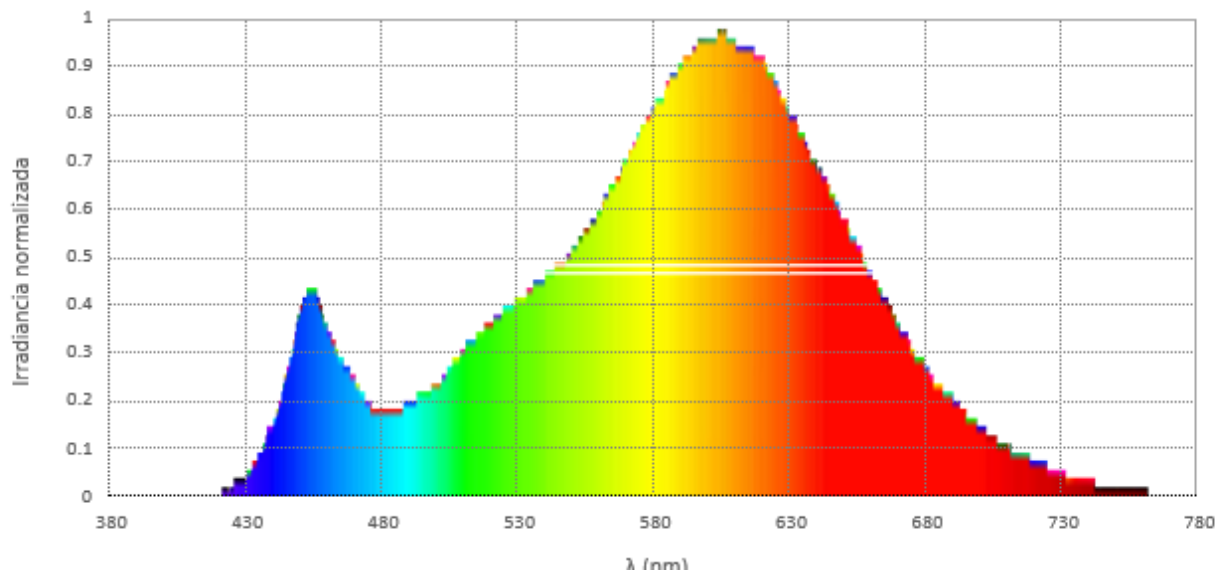
4. Potencia eléctrica, factor de potencia, eficacia de la lámpara e incertidumbres ⁱ

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
4.594	0.010

FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.783	0.010

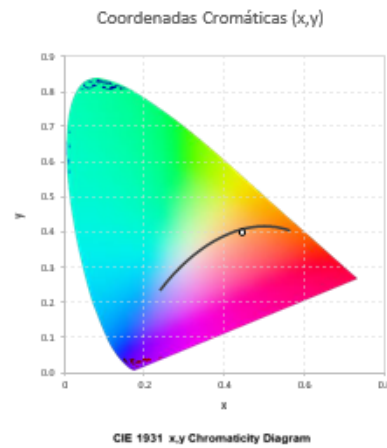
EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
56.35	0.40

c) Resultados ensayo cromático



1.-Coordenadas cromáticas_(Observador 2° CIE)

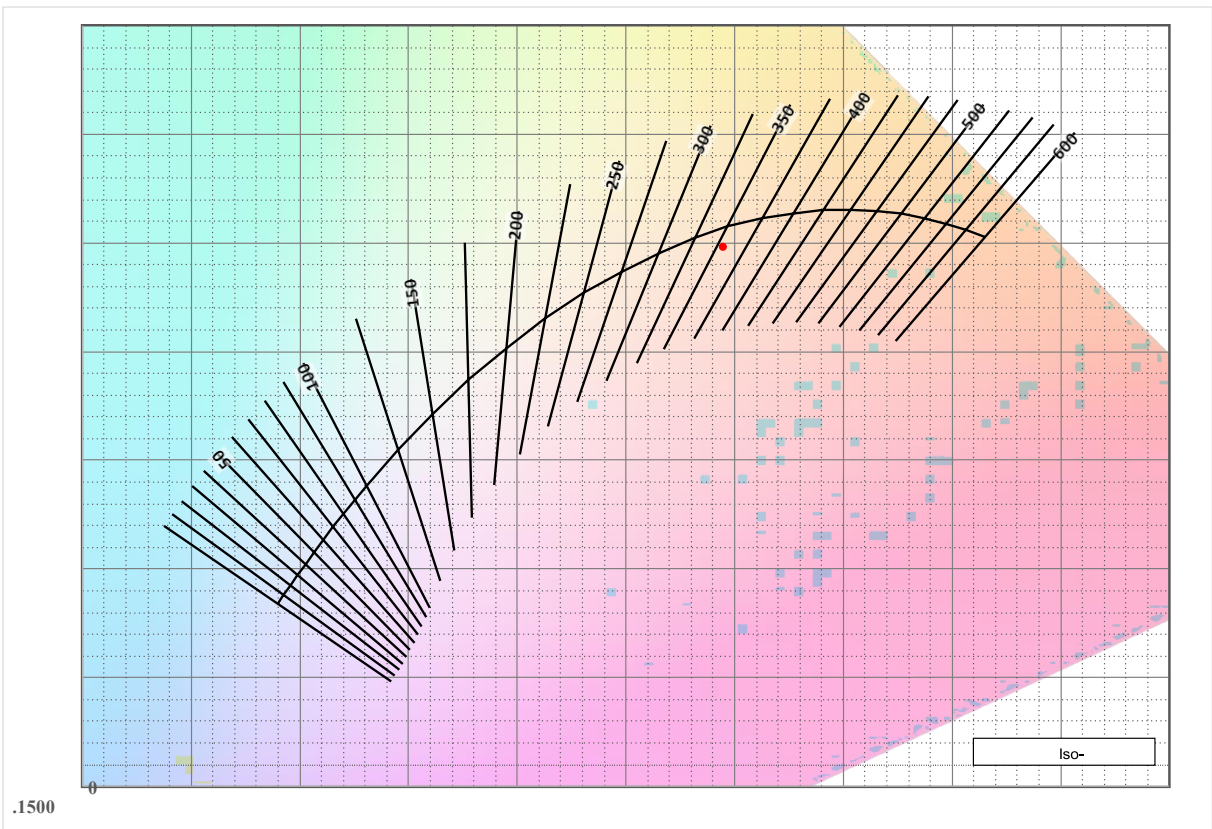
Coordenadas cromáticas		Incertidumbre expandida ⁱ	
x	y	U(x)	U(y)
0.4444	0.3985	0.0004	0.0004



2.-Temperatura de color y distancia al cuerpo negro (duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
2814	34

Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
- 0.0032	0.0006


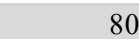

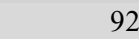

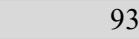

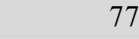

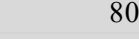

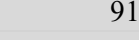

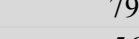




3-Índice de reproducción cromático

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $\Delta E_{00} = 5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000\text{K}$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Iluminante de referencia: Planckian radiator (2814 K).

Índice de reproducción cromático e incertidumbre ⁱ	
Ra (8)	
81 ± 1	

Ra1		80.2	
Ra2		92.4	
Ra3		93.1	
Ra4		77.4	
Ra5		80.7	
Ra6		91.1	
Ra7		79.4	
Ra8		56.1	

d) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

Comparativa entre los datos del etiquetado de la muestra y los calculados en el ensayo del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (E_c), según define el Reglamento Delegado (UE) No 874/2012.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A+	A+
E_c (KWh / 1000 h)	5	4.59
FLUJO LUMINOSO (lm)	250	258.89
CRI	80	81
T_c (K)	2700	2814

4.3.1.6. Muestra Código de identificación: Lámpara 179_04

a) Muestra LED179_04

Descripción: Lámpara LED no direccional con electrónica integrada, marca LightED. Dimensiones aproximadas de la lámpara: 4 cm de diámetro y 10 cm de alto

Referencia de la muestra: FLAMA LED E14 C37 LED LAMP E14. Code Number: 62/12

b) Resultados del ensayo fotométrico

1.Distribucion angular de la intensidad luminosa (cd)

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	56.87	0.81	56.87	0.81	56.87	0.81	56.87	0.81
5	57.1	2.3	57.0	2.3	57.2	2.3	57.6	2.3
10	58.6	2.4	58.7	2.4	58.8	2.4	59.4	2.4
15	60.9	2.4	61.2	2.5	61.8	2.5	62.1	2.5
20	63.9	2.6	64.3	2.6	65.0	2.6	65.2	2.6
25	67.1	2.7	67.7	2.7	68.3	2.7	68.6	2.8
30	70.2	2.8	71.0	2.8	71.6	2.9	71.7	2.9
35	72.7	2.9	73.8	3.0	74.4	3.0	74.2	3.0
40	74.5	3.0	75.6	3.0	76.5	3.1	75.9	3.0
45	75.3	3.0	76.6	3.1	77.5	3.1	76.7	3.1
50	75.4	3.0	76.8	3.1	77.7	3.1	76.8	3.1
55	74.5	3.0	76.0	3.0	76.8	3.1	75.9	3.0
60	72.8	2.9	74.4	3.0	75.2	3.0	74.2	3.0
65	70.3	2.8	71.8	2.9	72.6	2.9	71.8	2.9
70	67.4	2.7	68.8	2.8	69.5	2.8	68.8	2.8
75	63.8	2.6	65.3	2.6	66.0	2.6	65.3	2.6
80	60.0	2.4	61.4	2.5	62.2	2.5	61.5	2.5
85	55.8	2.2	57.3	2.3	58.0	2.3	57.3	2.3
90	51.6	2.1	53.1	2.1	53.7	2.2	53.0	2.1
95	47.5	1.9	48.7	2.0	49.3	2.0	48.8	2.0
100	43.4	1.7	44.5	1.8	45.1	1.8	44.6	1.8
105	39.2	1.6	40.3	1.6	40.9	1.6	40.4	1.6
110	35.3	1.4	36.3	1.5	36.9	1.5	36.5	1.5
115	31.2	1.3	32.3	1.3	32.8	1.3	32.4	1.3
120	27.6	1.1	28.5	1.1	29.0	1.2	28.6	1.1
125	24.04	0.96	24.9	1.0	25.4	1.0	24.9	1.0
130	20.53	0.82	21.39	0.86	21.76	0.87	21.33	0.86
135	17.14	0.69	17.92	0.72	18.28	0.73	17.85	0.72
140	13.97	0.56	14.71	0.59	15.02	0.60	14.58	0.59
145	10.94	0.44	11.60	0.47	11.88	0.48	11.52	0.46
150	8.23	0.33	8.77	0.35	9.04	0.36	8.70	0.35
155	5.82	0.23	6.26	0.25	6.46	0.26	6.21	0.25
160	3.29	0.13	4.09	0.16	4.32	0.17	4.14	0.17
165	0.749	0.030	0.687	0.028	0.687	0.028	0.687	0.028
170	0.656	0.026	0.671	0.027	0.671	0.027	0.671	0.027
175	0.656	0.026	0.656	0.026	0.671	0.027	0.656	0.026
180	0.640	0.026	0.656	0.026	0.656	0.026	0.656	0.026

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ

γ (°)	C180		C225		C270		C315	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	56.87	0.81	56.87	0.81	56.87	0.81	56.87	0.81
5	58.4	2.3	58.3	2.3	57.9	2.3	58.4	2.3
10	60.9	2.4	61.0	2.4	60.0	2.4	60.9	2.4
15	64.3	2.6	64.2	2.6	62.8	2.5	64.3	2.6
20	68.1	2.7	67.9	2.7	66.0	2.6	68.1	2.7
25	71.6	2.9	71.7	2.9	69.2	2.8	71.6	2.9
30	74.9	3.0	74.9	3.0	72.4	2.9	74.9	3.0
35	77.4	3.1	77.5	3.1	74.9	3.0	77.4	3.1
40	79.0	3.2	79.1	3.2	76.5	3.1	79.0	3.2
45	79.8	3.2	79.8	3.2	77.0	3.1	79.8	3.2
50	79.3	3.2	79.5	3.2	76.8	3.1	79.3	3.2
55	77.9	3.1	78.1	3.1	75.6	3.0	77.9	3.1
60	75.8	3.0	76.0	3.1	73.6	3.0	75.8	3.0
65	72.9	2.9	72.9	2.9	70.9	2.8	72.9	2.9
70	69.4	2.8	69.5	2.8	67.6	2.7	69.4	2.8
75	65.6	2.6	65.5	2.6	63.9	2.6	65.6	2.6
80	61.3	2.5	61.3	2.5	59.7	2.4	61.3	2.5
85	56.8	2.3	56.9	2.3	55.6	2.2	56.8	2.3
90	52.4	2.1	52.3	2.1	51.2	2.1	52.4	2.1
95	47.9	1.9	47.7	1.9	46.9	1.9	47.9	1.9
100	43.6	1.7	43.4	1.7	42.6	1.7	43.6	1.7
105	39.4	1.6	39.1	1.6	38.5	1.5	39.4	1.6
110	35.2	1.4	35.1	1.4	34.5	1.4	35.2	1.4
115	31.2	1.3	31.1	1.2	30.6	1.2	31.2	1.3
120	27.4	1.1	27.2	1.1	26.8	1.1	27.4	1.1
125	23.72	0.95	23.56	0.95	23.17	0.93	23.72	0.95
130	20.22	0.81	20.05	0.80	19.72	0.79	20.22	0.81
135	16.78	0.67	16.67	0.67	16.46	0.66	16.78	0.67
140	13.57	0.54	13.41	0.54	13.22	0.53	13.57	0.54
145	10.55	0.42	10.43	0.42	10.27	0.41	10.55	0.42
150	7.82	0.31	7.74	0.31	7.62	0.31	7.82	0.31
155	5.45	0.22	5.40	0.22	5.32	0.21	5.45	0.22
160	3.53	0.14	3.47	0.14	3.42	0.14	3.53	0.14
165	0.656	0.026	0.656	0.026	0.671	0.027	0.656	0.026
170	0.656	0.026	0.656	0.026	0.656	0.026	0.656	0.026
175	0.656	0.026	0.656	0.026	0.656	0.026	0.656	0.026
180	0.656	0.026	0.656	0.026	0.656	0.026	0.656	0.026

1. Flujo luminoso de la lámpara e incertidumbre expandida ⁱ

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	(604.25 ±
-------------------------------------	-----------

2. Potencia eléctrica, factor de potencia, eficacia de la lámpara e incertidumbres ⁱ

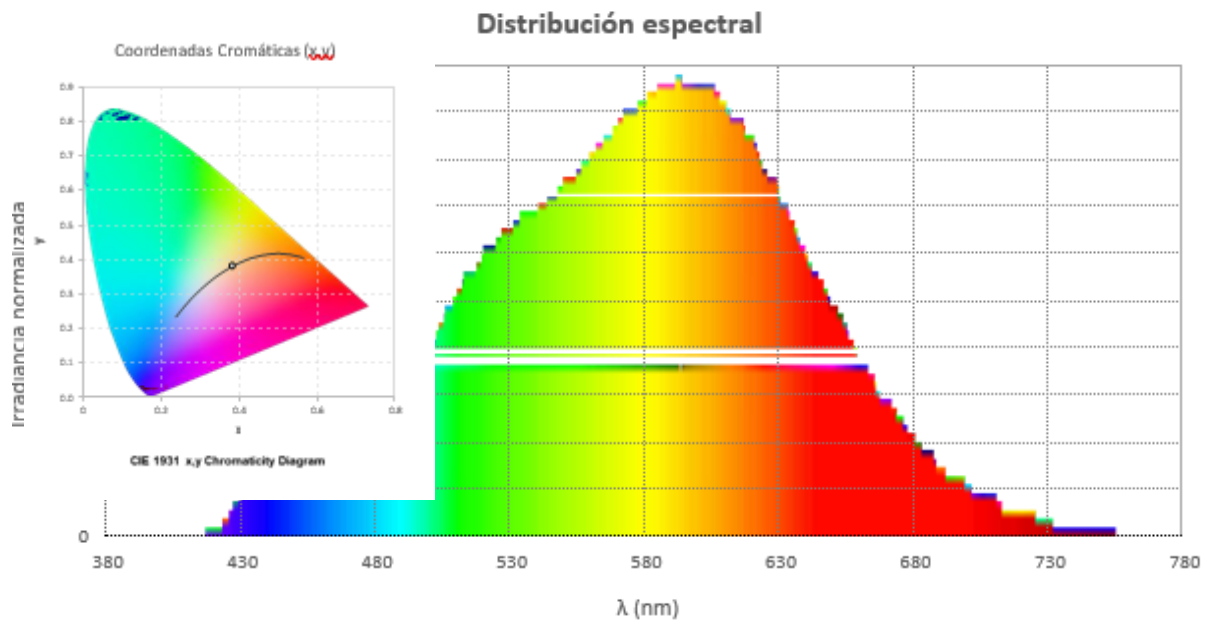
POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
6.264	0.003

FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.540	0.010

EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
96.42	0.68

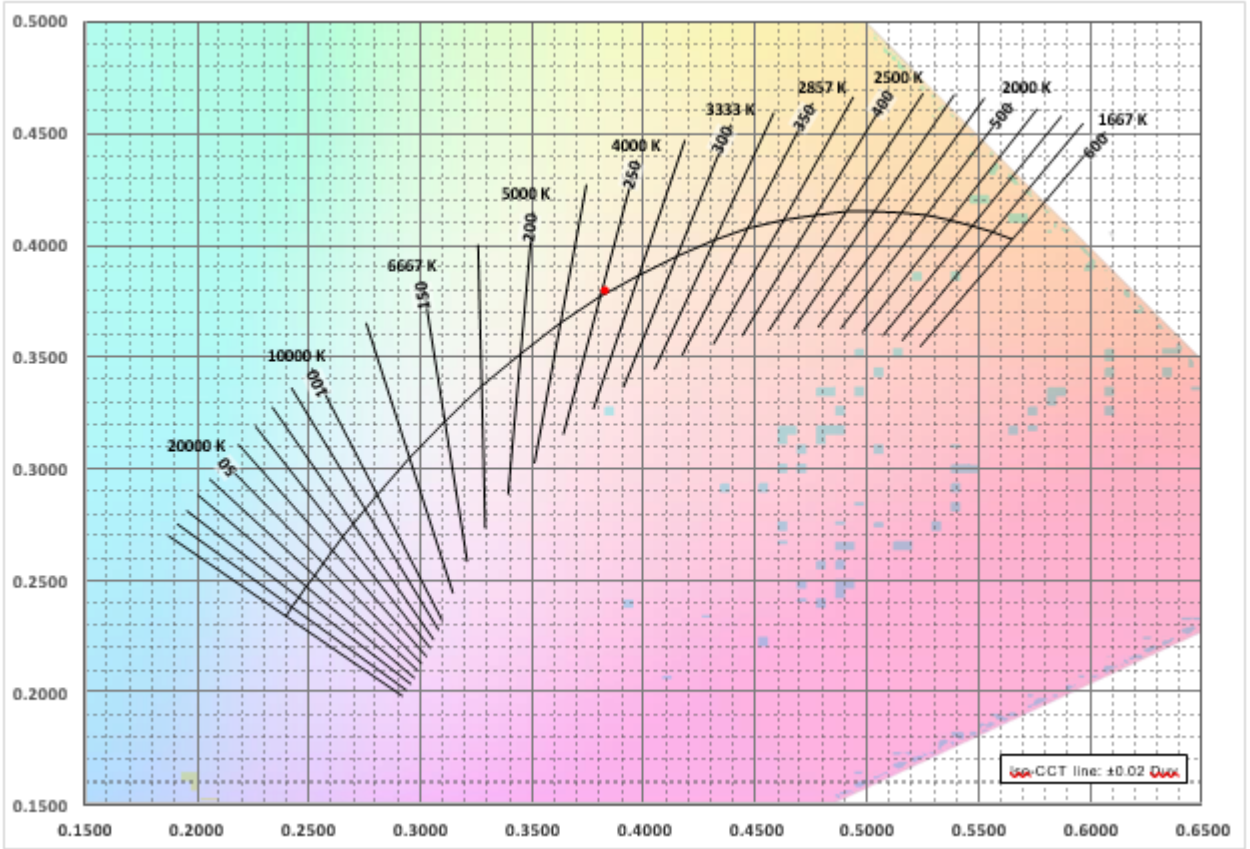
c) Resultados ensayo cromático

CROMÁTICAS (Observador 2° CIE)



1. TEMPERATURA DE COLOR Y DISTANCIA AL CUERPO NEGRO (Duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
3971	40
Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
0.00100	0.00097



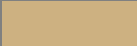

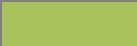






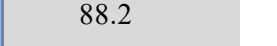



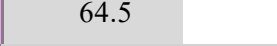


2. ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICO

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $DC=5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000K$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Iluminante de referencia: Planckian radiator (3971 K).

Índice de reproducción cromática e incertidumbre ⁱ	
Ra (8)	
84 ± 1	

Ra1		81.9	
Ra2		91.9	
Ra3		95.8	
Ra4		79.6	
Ra5		81.6	
Ra6		88.2	
Ra7		84.7	
Ra8		64.5	

d) Análisis del etiquetado energético según reglamento delegado (ue) no 874/2012

Comparativa entre los datos del etiquetado de la muestra y los calculados en el ensayo del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (Ec), según define el Reglamento Delegado (UE) No 874/2012.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A+	A+
Ec (KWh / 1000 h)	7 KW / 1000 h	6.26 KW / 1000 h
FLUJO LUMINOSO (lm)	600 lm	604 lm
Ángulo de apertura	160°	212°
Tc (K)	4000K	3971 K

4.3.1.7. Muestra Código de identificación: Lámpara LED180_05

a) Muestra LED180_05

Descripción: Lámpara LED no direccional con electrónica integrada, marca Diluxe.

Dimensiones aproximadas de la lámpara: 6 cm de diámetro y 11 cm de alto

Referencia de la muestra: AD-A60-7

b) Resultados del ensayo fotométrico

1. Distribucion angular de la intensidad luminosa (cd)

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	78.2	1.1	78.2	1.1	78.2	1.1	78.2	1.1
5	78.5	3.2	77.8	3.1	77.2	3.1	77.2	3.1
10	78.9	3.2	77.3	3.1	76.2	3.1	76.0	3.0
15	78.9	3.2	76.6	3.1	74.7	3.0	74.7	3.0
20	78.7	3.2	75.7	3.0	73.7	3.0	73.3	2.9
25	78.4	3.1	74.8	3.0	72.0	2.9	71.9	2.9
30	77.9	3.1	73.5	2.9	70.6	2.8	70.3	2.8
35	76.7	3.1	72.1	2.9	69.0	2.8	68.7	2.8
40	75.6	3.0	70.4	2.8	67.0	2.7	66.7	2.7
45	74.0	3.0	68.4	2.7	65.0	2.6	64.7	2.6
50	71.9	2.9	66.3	2.7	62.8	2.5	62.4	2.5
55	69.6	2.8	63.9	2.6	60.5	2.4	60.0	2.4
60	66.9	2.7	61.3	2.5	58.1	2.3	57.5	2.3
65	63.9	2.6	58.5	2.3	55.5	2.2	54.9	2.2
70	60.6	2.4	55.6	2.2	52.7	2.1	52.1	2.1
75	57.2	2.3	52.4	2.1	49.9	2.0	49.3	2.0
80	53.4	2.1	49.3	2.0	47.1	1.9	46.5	1.9
85	49.8	2.0	46.2	1.9	44.2	1.8	43.6	1.8
90	45.9	1.8	42.9	1.7	41.2	1.7	40.7	1.6
95	42.2	1.7	39.7	1.6	38.2	1.5	37.9	1.5
100	38.7	1.6	36.6	1.5	35.3	1.4	35.0	1.4
105	35.2	1.4	33.4	1.3	32.5	1.3	32.1	1.3
110	31.8	1.3	30.4	1.2	29.6	1.2	29.4	1.2
115	28.6	1.1	27.5	1.1	26.9	1.1	26.7	1.1
120	25.6	1.0	24.7	1.0	24.2	1.0	24.1	1.0
125	22.78	0.91	22.19	0.89	21.80	0.87	21.61	0.87
130	20.20	0.81	19.72	0.79	19.42	0.78	19.30	0.77
135	17.81	0.71	17.33	0.70	17.17	0.69	17.10	0.69
140	15.60	0.63	15.19	0.61	15.10	0.61	15.00	0.60
145	13.58	0.55	13.27	0.53	13.16	0.53	13.11	0.53
150	11.77	0.47	11.49	0.46	11.37	0.46	11.37	0.46
155	10.09	0.40	9.45	0.38	9.79	0.39	9.76	0.39
160	7.81	0.31	7.13	0.29	8.23	0.33	8.13	0.33
165	6.25	0.25	5.77	0.23	6.73	0.27	6.58	0.26
170	5.26	0.21	4.86	0.19	5.67	0.23	5.54	0.22
175	4.48	0.18	4.14	0.17	4.83	0.19	4.72	0.19
180	4.46	0.18	4.11	0.17	4.80	0.19	4.69	0.19

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C180		C225		C270		C315	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	78.2	1.1	78.2	1.1	78.2	1.1	78.2	1.1
5	77.5	3.1	78.6	3.2	79.2	3.2	79.0	3.2
10	76.8	3.1	78.6	3.2	79.9	3.2	80.0	3.2
15	76.2	3.1	78.6	3.2	80.6	3.2	80.8	3.2
20	75.2	3.0	78.4	3.1	80.9	3.2	81.0	3.3
25	74.0	3.0	78.0	3.1	81.2	3.3	81.3	3.3
30	72.7	2.9	77.3	3.1	81.1	3.3	81.1	3.3
35	71.0	2.9	76.1	3.1	80.4	3.2	80.5	3.2
40	69.4	2.8	74.9	3.0	79.4	3.2	79.5	3.2
45	67.3	2.7	72.9	2.9	78.1	3.1	78.0	3.1
50	65.0	2.6	70.9	2.8	76.0	3.1	76.2	3.1
55	62.5	2.5	68.5	2.7	73.5	3.0	73.7	3.0
60	60.0	2.4	65.7	2.6	70.8	2.8	70.8	2.8
65	57.2	2.3	62.7	2.5	67.5	2.7	67.6	2.7
70	54.2	2.2	59.4	2.4	63.8	2.6	64.2	2.6
75	51.2	2.1	56.0	2.2	60.1	2.4	60.2	2.4
80	48.2	1.9	52.3	2.1	56.1	2.3	56.1	2.2
85	44.9	1.8	48.8	2.0	51.9	2.1	52.1	2.1
90	41.9	1.7	45.3	1.8	48.0	1.9	48.0	1.9
95	38.7	1.6	41.7	1.7	43.8	1.8	44.0	1.8
100	35.7	1.4	38.1	1.5	40.1	1.6	40.0	1.6
105	32.6	1.3	34.8	1.4	36.3	1.5	36.3	1.5
110	29.8	1.2	31.5	1.3	32.7	1.3	32.7	1.3
115	27.0	1.1	28.4	1.1	29.4	1.2	29.3	1.2
120	24.2	1.0	25.4	1.0	26.3	1.1	26.2	1.1
125	21.70	0.87	22.65	0.91	23.29	0.93	23.15	0.93
130	19.34	0.78	20.11	0.81	20.61	0.83	20.51	0.82
135	17.06	0.68	17.69	0.71	18.16	0.73	18.08	0.73
140	14.91	0.60	15.52	0.62	15.92	0.64	15.74	0.63
145	13.02	0.52	13.49	0.54	13.80	0.55	13.71	0.55
150	11.27	0.45	11.65	0.47	11.96	0.48	11.85	0.48
155	9.70	0.39	9.99	0.40	10.24	0.41	10.19	0.41
160	7.63	0.31	7.81	0.31	7.99	0.32	8.09	0.32
165	5.92	0.24	5.95	0.24	6.11	0.25	6.25	0.25
170	4.98	0.20	5.01	0.20	5.15	0.21	5.26	0.21
175	4.25	0.17	4.27	0.17	4.38	0.18	4.48	0.18
180	4.22	0.17	4.24	0.17	4.36	0.17	4.46	0.18

2. FLUJO LUMINOSO DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ⁱ

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	(553.8 ±
-------------------------------------	----------

3. ÁNGULO DE APERTURA DEL HAZ (°)

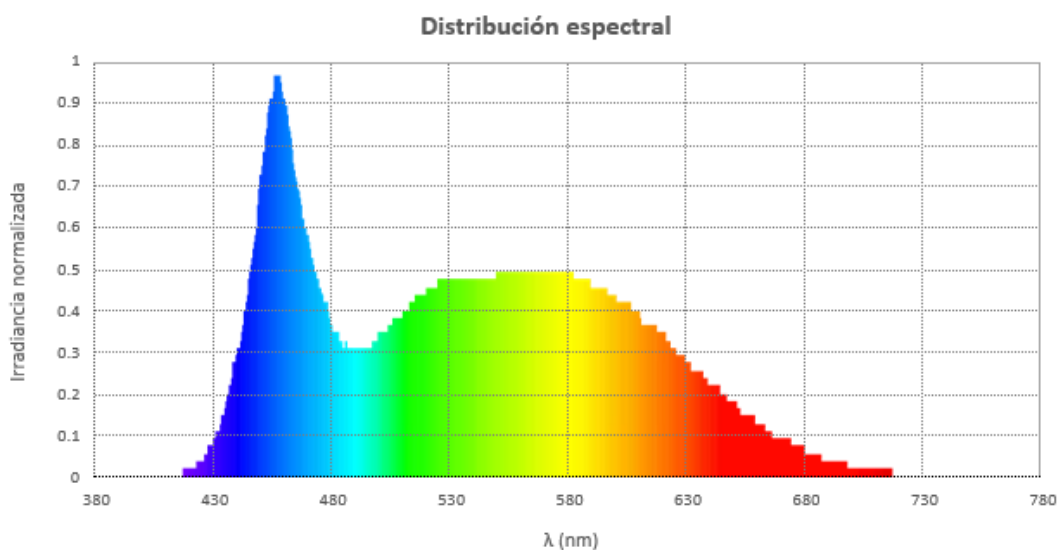
Es el ángulo comprendido entre dos líneas imaginarias situadas en un plano que contiene al eje óptico del haz, de forma que estas líneas pasan por el centro fotométrico de la lámpara y a través de los puntos en los que la intensidad luminosa promedio es el 50% de la intensidad emitida en el eje óptico.

Ángulo de apertura	(194.9 ±
---------------------------	----------

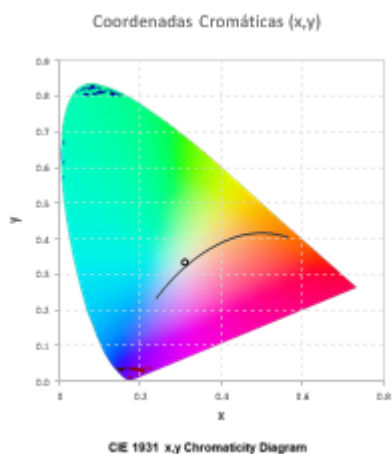
4. POTENCIA ELÉCTRICA, FACTOR DE POTENCIA, EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRES ⁱ

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
5.364	0.005
FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.419	0.010
EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
103.24	0.36

c) Resultados ensayo cromático



COORDENADAS CROMÁTICAS (Observador 2º CIE)

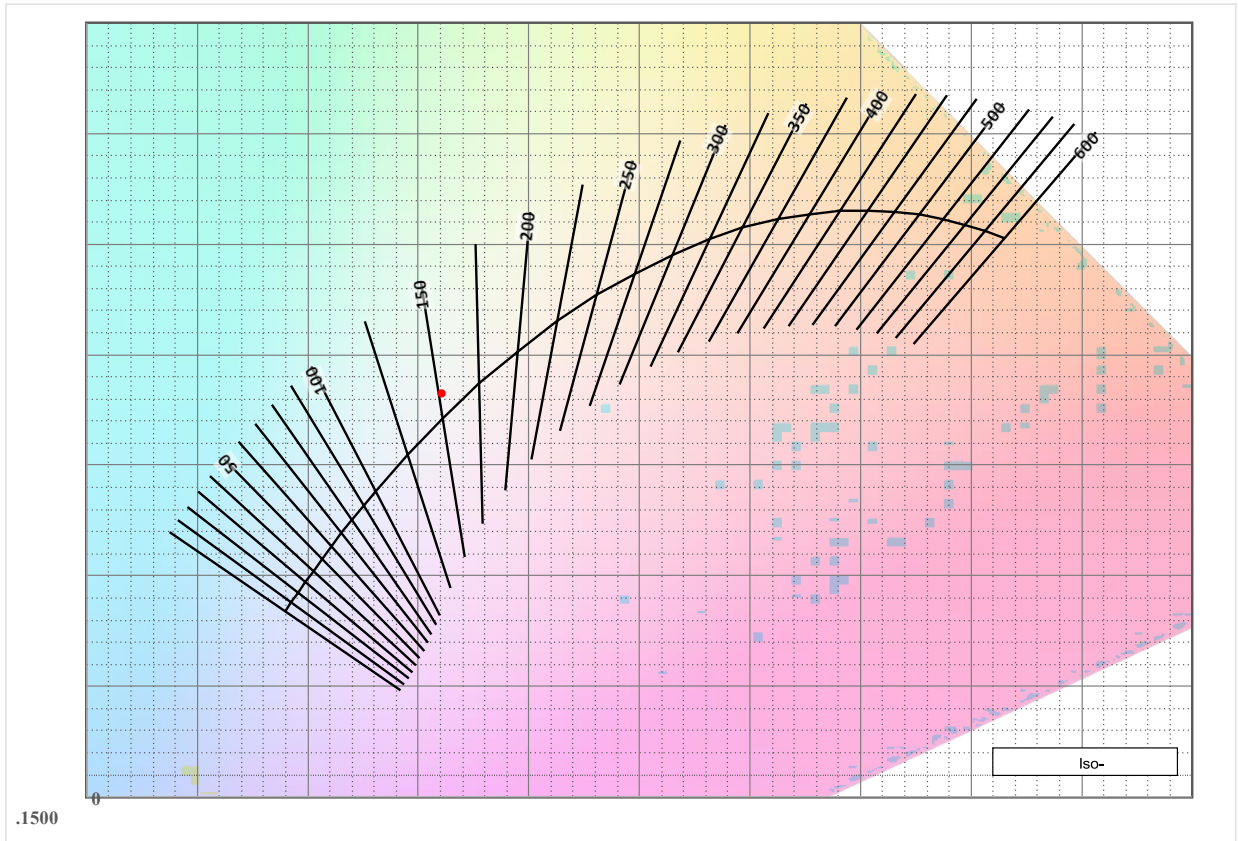


Coordenadas cromáticas		Incertidumbre expandida ⁱ	
x	y	U(x)	U(y)
0.3103	0.3330	0.0004	0.0004

1. TEMPERATURA DE COLOR Y DISTANCIA AL CUERPO NEGRO (Duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
6597	70




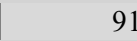

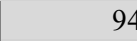

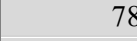

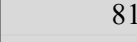

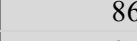

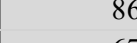


Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
0.0064	0.0013



2. ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICO

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $\Delta E_{00} = 5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000K$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Índice de reproducción cromática e incertidumbre ⁱ	
Ra (8)	
84 ± 1	

Ra1		81.2	
Ra2		91.5	
Ra3		94.1	
Ra4		78.7	
Ra5		81.4	
Ra6		86.8	
Ra7		86.3	
Ra8		67.9	

d) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

Comparativa entre los datos del etiquetado de la muestra y los calculados en el ensayo del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (Ec), según define el Reglamento Delegado (UE) No 874/2012.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A+	A+
Ec (KWh / 1000 h)	7 KW / 1000 h	5.36 KW / 1000 h
FLUJO LUMINOSO (lm)	560 lm	553.8 lm
Ángulo de apertura	180°	194.9°
Tc (K)	6400K	6597

4.3.1.8. Muestra Código de identificación: Lámpara LED184_06

a) Muestra LED184_06

Descripción: Lámpara LED no direccional con electrónica integrada, marca Diall, suministrada en caja junto con dos lámparas más.

Dimensiones aproximadas de la lámpara: 4.5 cm de diámetro y 9 cm de alto

Referencia de la muestra: Diall LED warm White

b) Resultados del ensayo fotométrico

1. Distribucion angular de la intensidad luminosa (cd)

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	26.41	0.37	26.41	0.37	26.41	0.37	26.41	0.37
5	26.3	1.1	26.3	1.1	26.4	1.1	26.4	1.1
10	26.2	1.1	26.1	1.0	26.3	1.1	26.4	1.1
15	25.9	1.0	26.0	1.0	26.0	1.0	26.2	1.1
20	25.7	1.0	25.8	1.0	26.0	1.0	26.2	1.1
25	25.6	1.0	25.7	1.0	26.0	1.0	26.2	1.1
30	25.6	1.0	25.7	1.0	26.0	1.0	26.4	1.1
35	25.7	1.0	25.8	1.0	26.1	1.0	26.4	1.1
40	25.7	1.0	25.8	1.0	26.1	1.0	26.5	1.1
45	25.7	1.0	25.7	1.0	26.1	1.0	26.5	1.1
50	25.5	1.0	25.7	1.0	26.0	1.0	26.3	1.1
55	25.4	1.0	25.5	1.0	25.8	1.0	26.1	1.0
60	25.1	1.0	25.2	1.0	25.5	1.0	25.8	1.0
65	24.78	0.99	24.8	1.0	25.1	1.0	25.3	1.0
70	24.36	0.98	24.39	0.98	24.68	0.99	24.81	1.00
75	23.82	0.96	23.86	0.96	24.12	0.97	24.21	0.97
80	23.26	0.93	23.34	0.94	23.50	0.94	23.54	0.94
85	22.65	0.91	22.70	0.91	22.84	0.92	22.81	0.92
90	21.98	0.88	22.03	0.88	22.08	0.89	22.04	0.88
95	21.30	0.85	21.26	0.85	21.30	0.85	21.25	0.85
100	20.50	0.82	20.48	0.82	20.48	0.82	20.41	0.82
105	19.69	0.79	19.66	0.79	19.67	0.79	19.52	0.78
110	18.81	0.75	18.84	0.76	18.77	0.75	18.56	0.74
115	17.97	0.72	17.95	0.72	17.88	0.72	17.67	0.71
120	17.06	0.68	17.05	0.68	16.92	0.68	16.71	0.67
125	16.13	0.65	16.11	0.65	16.00	0.64	15.77	0.63
130	15.19	0.61	15.13	0.61	15.05	0.60	14.77	0.59
135	14.21	0.57	14.18	0.57	14.05	0.56	13.77	0.55
140	13.24	0.53	13.18	0.53	13.05	0.52	12.77	0.51
145	12.19	0.49	12.21	0.49	12.07	0.48	11.82	0.47
150	11.23	0.45	11.19	0.45	11.04	0.44	10.76	0.43
155	10.36	0.42	10.33	0.41	10.20	0.41	9.94	0.40
160	9.52	0.38	9.50	0.38	9.37	0.38	9.15	0.37
165	8.78	0.35	8.75	0.35	8.63	0.35	8.43	0.34
170	7.99	0.32	7.96	0.32	7.86	0.32	7.65	0.31
175	6.61	0.27	6.60	0.26	6.51	0.26	6.34	0.25
180	6.26	0.26	6.26	0.26	6.26	0.25	6.26	0.25

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C180		C225		C270		C315	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	26.41	0.37	26.41	0.37	26.41	0.37	26.41	0.37
5	26.4	1.1	26.4	1.1	26.4	1.1	26.3	1.1
10	26.5	1.1	26.4	1.1	26.2	1.1	26.1	1.0
15	26.4	1.1	26.3	1.1	26.1	1.0	26.0	1.0
20	26.4	1.1	26.3	1.1	26.1	1.0	25.7	1.0
25	26.4	1.1	26.3	1.1	26.1	1.0	25.7	1.0
30	26.5	1.1	26.4	1.1	26.2	1.0	25.8	1.0
35	26.6	1.1	26.5	1.1	26.2	1.1	25.9	1.0
40	26.7	1.1	26.6	1.1	26.3	1.1	25.9	1.0
45	26.6	1.1	26.5	1.1	26.3	1.1	25.9	1.0
50	26.5	1.1	26.4	1.1	26.1	1.0	25.8	1.0
55	26.2	1.1	26.2	1.0	25.9	1.0	25.5	1.0
60	25.8	1.0	25.8	1.0	25.6	1.0	25.3	1.0
65	25.4	1.0	25.4	1.0	25.2	1.0	25.0	1.0
70	24.81	1.00	24.86	1.00	24.68	0.99	24.48	0.98
75	24.18	0.97	24.21	0.97	24.14	0.97	23.98	0.96
80	23.48	0.94	23.54	0.94	23.53	0.94	23.36	0.94
85	22.76	0.91	22.79	0.91	22.87	0.92	22.72	0.91
90	21.94	0.88	22.04	0.88	22.14	0.89	22.08	0.89
95	21.09	0.85	21.15	0.85	21.33	0.86	21.34	0.86
100	20.19	0.81	20.33	0.82	20.50	0.82	20.50	0.82
105	19.30	0.77	19.42	0.78	19.66	0.79	19.69	0.79
110	18.34	0.74	18.50	0.74	18.72	0.75	18.80	0.75
115	17.38	0.70	17.53	0.70	17.83	0.72	17.91	0.72
120	16.42	0.66	16.60	0.67	16.89	0.68	17.02	0.68
125	15.43	0.62	15.58	0.63	15.91	0.64	16.03	0.64
130	14.44	0.58	14.63	0.59	14.89	0.60	15.07	0.60
135	13.49	0.54	13.61	0.55	13.86	0.56	14.05	0.56
140	12.44	0.50	12.61	0.51	12.83	0.51	13.07	0.52
145	11.44	0.46	11.57	0.46	11.85	0.48	12.02	0.48
150	10.46	0.42	10.60	0.43	10.87	0.44	11.01	0.44
155	9.65	0.39	9.78	0.39	10.03	0.40	10.16	0.41
160	8.88	0.36	9.00	0.36	9.21	0.37	9.35	0.38
165	8.18	0.33	8.29	0.33	8.48	0.34	8.59	0.34
170	7.42	0.30	7.52	0.30	7.71	0.31	7.81	0.31
175	6.15	0.25	6.24	0.25	6.40	0.26	6.48	0.26
180	6.26	0.24	6.26	0.24	6.26	0.25	6.26	0.25

2. FLUJO LUMINOSO DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ⁱ

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	(258.82 ±
-------------------------------------	-----------

3. ÁNGULO DE APERTURA DEL HAZ (°)

Es el ángulo comprendido entre dos líneas imaginarias situadas en un plano que contiene al eje óptico del haz, de forma que estas líneas pasan por el centro fotométrico de la lámpara y a través de los puntos en los que la intensidad luminosa promedio es el 50% de la intensidad emitida en el eje óptico.

Ángulo de apertura	(276.9 ±
---------------------------	----------

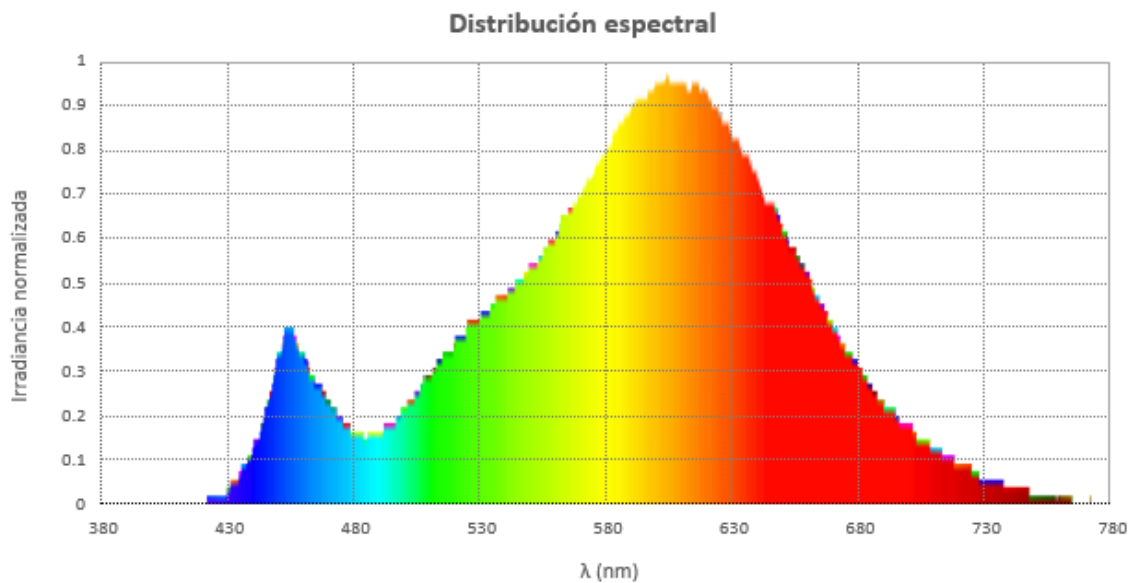
4. POTENCIA ELÉCTRICA, FACTOR DE POTENCIA, EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRES ⁱ

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
3.184	0.003

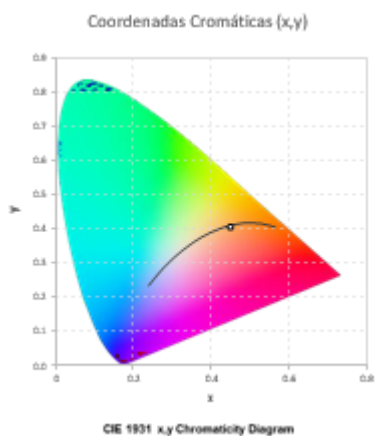
FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.515	0.010

EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
81.29	0.30

c) RESULTADOS ENSAYO CROMÁTICO



COORDENADAS CROMÁTICAS (Observador 2º CIE)

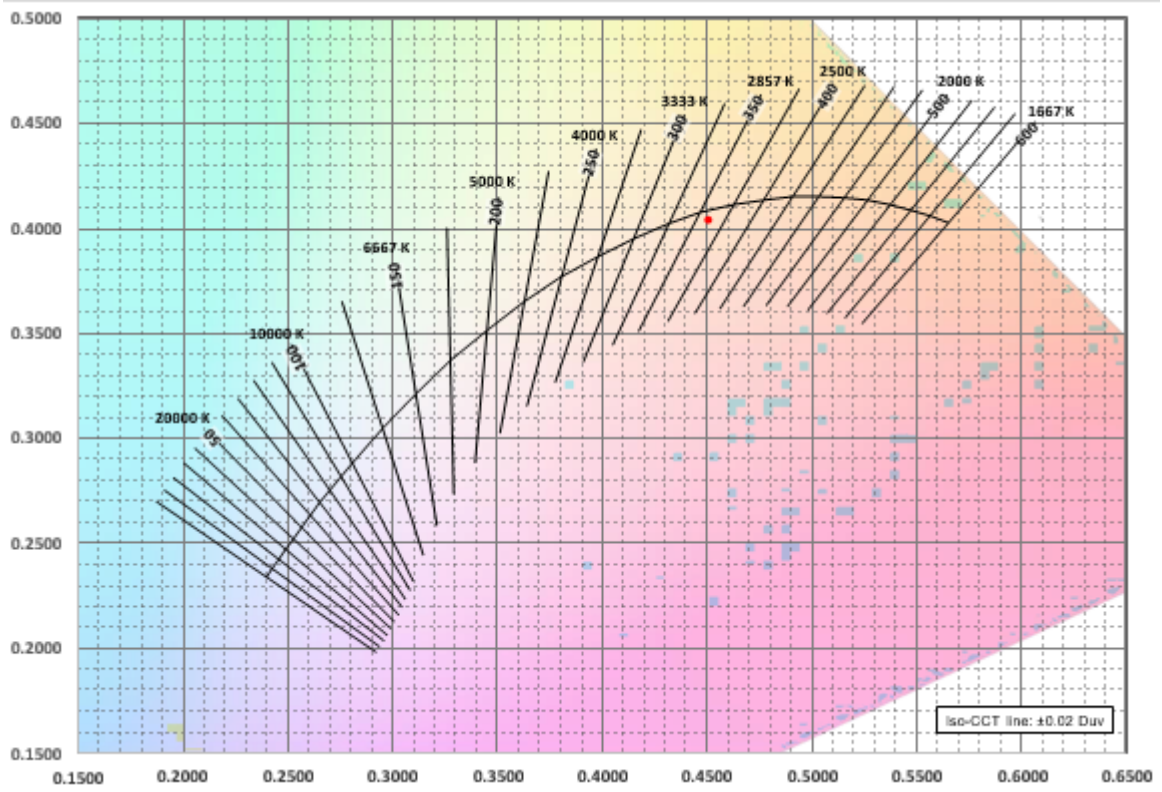


Coordenadas cromáticas		Incertidumbre expandida ⁱ	
x	y	U(x)	U(y)
0.4502	0.4045	0.0004	0.0004

1. TEMPERATURA DE COLOR Y DISTANCIA AL CUERPO NEGRO (Duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
2799	20

Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
-0.00144	0.00084


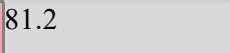


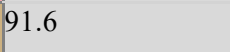

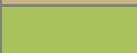
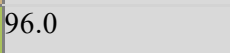


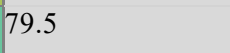

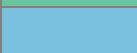
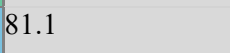


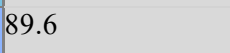


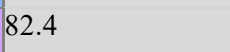


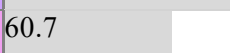



2. ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICO

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $DC=5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000K$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Iluminante de referencia: Planckian Radiator (2799 K)

Índice de reproducción cromática e incertidumbre ⁱ	
Ra (8)	
83 ± 1	

Ra1		81.2		
Ra2		91.6		
Ra3		96.0		
Ra4		79.5		
Ra5		81.1		
Ra6		89.6		
Ra7		82.4		
Ra8		60.7		

d) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

Comparativa entre los datos del etiquetado de la muestra y los calculados en el ensayo del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (Ec), según define el Reglamento Delegado (UE) No 874/2012.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A+	A+
Ec (KWh / 1000 h)	4 KW / 1000 h	3.18 KW / 1000 h
FLUJO LUMINOSO (lm)	250 lm	258.82 lm
Ángulo de apertura	270°	276.9°
Tc (K)	2700 K	2799

4.3.1.9. Muestra Código de identificación: Lámpara LED185_07

a) Muestra LED185_07

Descripción: Lámpara LED no direccional con electrónica integrada, marca OSRAM.

Dimensiones aproximadas de la lámpara: 3.7 cm de diámetro y 10.5 cm de alto.

Referencia de la muestra: LED SUPERSTAR CLASSIC B40 ADVANCED

b) Resultados del ensayo fotométrico

1. Distribución angular de la intensidad luminosa (cd)

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	80.7	1.1	80.7	1.1	80.7	1.1	80.7	1.1
5	81.0	3.2	81.0	3.2	81.0	3.3	81.0	3.3
10	81.7	3.2	81.8	3.3	81.3	3.3	80.6	3.3
15	83.0	3.3	83.0	3.3	81.8	3.3	80.6	3.3
20	84.1	3.3	83.9	3.4	82.2	3.3	80.6	3.3
25	84.7	3.4	84.4	3.4	82.3	3.3	80.3	3.3
30	84.5	3.3	84.2	3.4	81.7	3.3	79.6	3.3
35	83.6	3.3	83.3	3.3	80.5	3.3	77.9	3.2
40	81.7	3.2	81.6	3.3	78.5	3.2	75.6	3.1
45	79.3	3.1	79.2	3.2	75.8	3.1	72.8	3.0
50	75.8	3.0	75.8	3.0	72.3	2.9	69.4	2.8
55	71.5	2.8	71.2	2.8	67.9	2.7	65.2	2.7
60	65.8	2.6	65.5	2.6	62.4	2.5	59.8	2.5
65	59.4	2.4	59.1	2.4	56.2	2.3	53.6	2.2
70	52.6	2.1	52.1	2.1	49.5	2.0	47.3	1.9
75	45.7	1.8	45.2	1.8	42.9	1.7	40.9	1.7
80	39.3	1.6	38.8	1.6	36.8	1.5	35.0	1.4
85	33.4	1.3	33.0	1.3	31.1	1.3	29.6	1.2
90	28.1	1.1	27.7	1.1	26.2	1.1	24.9	1.0
95	23.57	0.93	23.18	0.93	21.91	0.89	20.81	0.85
100	19.73	0.78	19.40	0.78	18.33	0.74	17.40	0.71
105	16.52	0.65	16.24	0.65	15.36	0.62	14.56	0.60
110	13.88	0.55	13.62	0.54	12.91	0.52	12.25	0.50
115	11.73	0.46	11.50	0.46	10.92	0.44	10.36	0.42
120	9.93	0.39	9.73	0.39	9.24	0.37	8.78	0.36
125	8.43	0.33	8.26	0.33	7.85	0.32	7.47	0.31
130	7.11	0.28	6.97	0.28	6.63	0.27	6.31	0.26
135	5.93	0.23	5.83	0.23	5.54	0.22	5.26	0.22
140	4.90	0.19	4.81	0.19	4.57	0.18	4.32	0.18
145	3.95	0.16	3.89	0.16	3.69	0.15	3.48	0.14
150	3.10	0.12	3.06	0.12	2.88	0.12	2.72	0.11
155	2.371	0.094	2.320	0.093	2.183	0.088	2.062	0.085
160	1.755	0.070	1.708	0.068	1.626	0.066	1.528	0.063
165	0.949	0.038	0.862	0.034	0.805	0.033	0.794	0.033
170	0.806	0.032	0.784	0.031	0.790	0.032	0.779	0.032
175	0.822	0.033	0.799	0.032	0.790	0.032	0.779	0.032
180	0.796	0.033	0.796	0.031	0.796	0.032	0.796	0.033

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ

γ (°)	C180		C225		C270		C315	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	80.7	1.1	80.7	1.1	80.7	1.1	80.7	1.1
5	81.3	1.6	80.6	1.6	80.6	1.6	80.8	1.7
10	82.3	1.6	81.4	1.6	81.1	1.6	80.9	1.7
15	83.5	1.7	82.4	1.6	81.7	1.7	81.5	1.7
20	84.3	1.7	83.2	1.7	82.3	1.7	81.7	1.7
25	84.3	1.7	83.3	1.7	82.3	1.7	81.9	1.7
30	83.6	1.7	82.5	1.6	81.4	1.6	81.5	1.7
35	82.1	1.6	80.8	1.6	79.7	1.6	80.3	1.6
40	80.0	1.6	78.4	1.6	77.3	1.6	78.6	1.6
45	76.9	1.5	75.3	1.5	74.4	1.5	76.2	1.6
50	72.7	1.4	71.4	1.4	70.7	1.4	72.3	1.5
55	67.4	1.3	66.3	1.3	66.0	1.3	67.5	1.4
60	61.5	1.2	60.5	1.2	60.3	1.2	61.8	1.3
65	54.9	1.1	53.9	1.1	53.9	1.1	55.4	1.1
70	48.01	0.95	47.15	0.94	47.14	0.95	48.6	1.0
75	41.37	0.82	40.55	0.81	40.59	0.82	41.98	0.86
80	35.24	0.70	34.51	0.69	34.55	0.70	35.84	0.73
85	29.75	0.59	29.12	0.58	29.16	0.59	30.17	0.62
90	24.87	0.49	24.37	0.49	24.37	0.49	25.28	0.52
95	20.79	0.41	20.34	0.41	20.35	0.41	21.11	0.43
100	17.36	0.34	16.99	0.34	17.02	0.34	17.65	0.36
105	14.58	0.29	14.23	0.28	14.25	0.29	14.71	0.30
110	12.33	0.24	12.01	0.24	11.99	0.24	12.34	0.25
115	10.43	0.21	10.13	0.20	10.14	0.21	10.40	0.21
120	8.88	0.18	8.60	0.17	8.59	0.17	8.80	0.18
125	7.56	0.15	7.29	0.15	7.28	0.15	7.46	0.15
130	6.35	0.13	6.14	0.12	6.15	0.12	6.28	0.13
135	5.28	0.10	5.11	0.10	5.13	0.10	5.26	0.11
140	4.284	0.085	4.169	0.083	4.181	0.085	4.308	0.088
145	3.430	0.068	3.307	0.066	3.345	0.068	3.453	0.071
150	2.672	0.053	2.555	0.051	2.586	0.052	2.689	0.055
155	2.023	0.040	1.912	0.038	1.951	0.039	2.032	0.042
160	1.518	0.030	1.411	0.028	1.440	0.029	1.512	0.031
165	0.854	0.017	0.784	0.016	0.774	0.016	0.764	0.016
170	0.806	0.016	0.784	0.016	0.774	0.016	0.779	0.016
175	0.790	0.016	0.799	0.016	0.790	0.016	0.779	0.016
180	0.796	0.015	0.796	0.016	0.796	0.016	0.796	0.016

2. FLUJO LUMINOSO DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ⁱ

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	(438.5 ±
-------------------------------------	----------

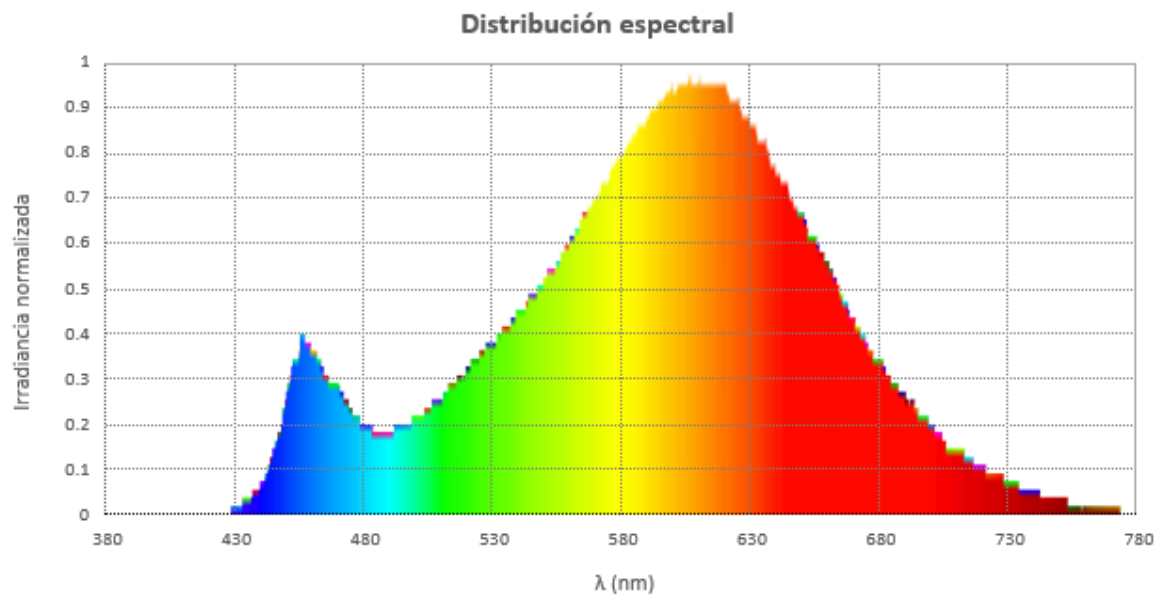
3. POTENCIA ELÉCTRICA, FACTOR DE POTENCIA, EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRES ⁱ

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
5.696	0.004

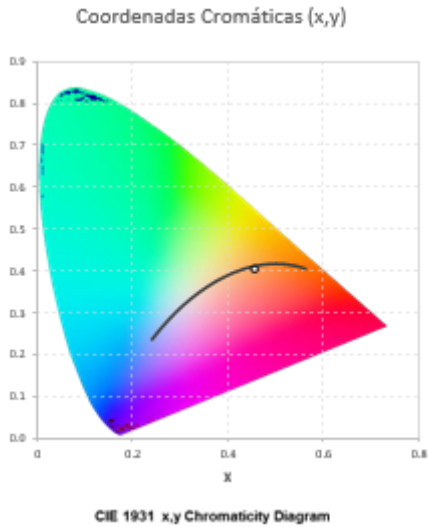
FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.856	0.011

EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
76.98	0.28

c) RESULTADOS ENSAYO CROMÁTICO



COORDENADAS CROMÁTICAS (Observador 2° CIE)

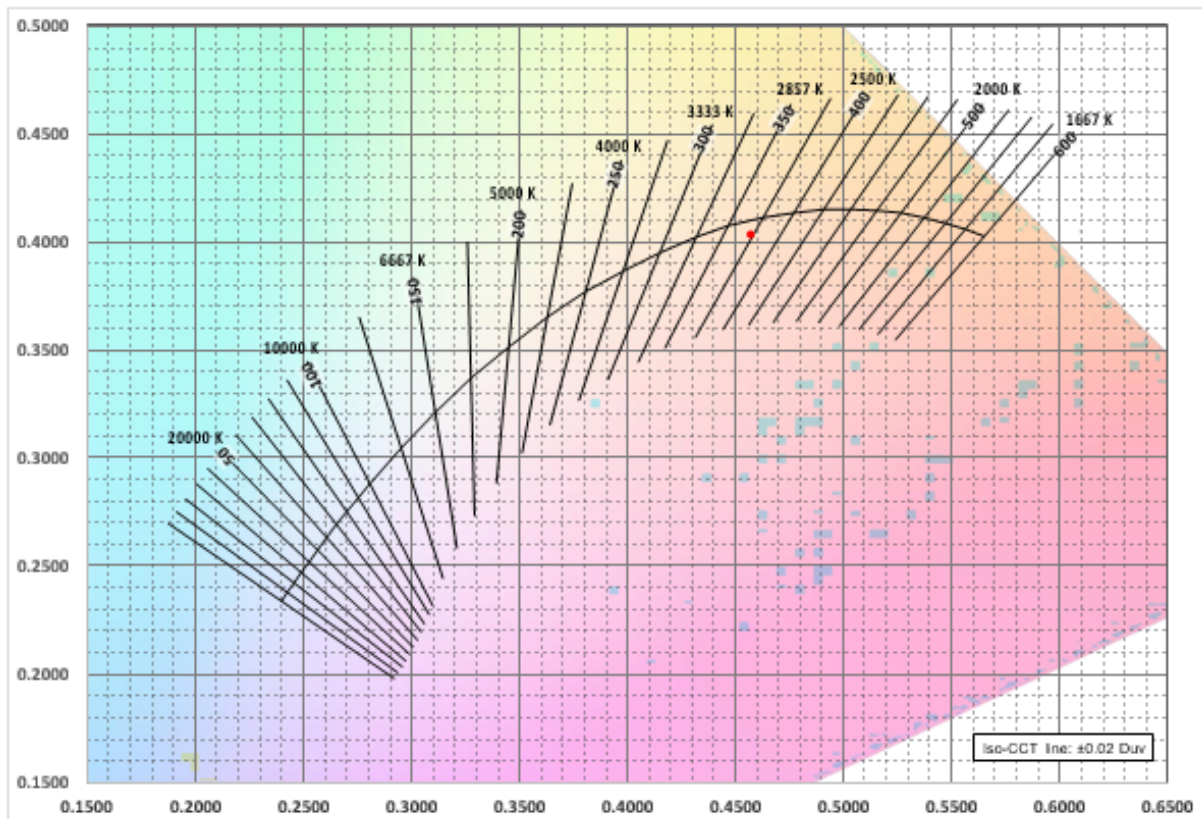


Coordenadas cromáticas		Incertidumbre expandida ⁱ	
x	y	U(x)	U(y)
0.4567	0.4040	0.0004	0.0004

1. TEMPERATURA DE COLOR Y DISTANCIA AL CUERPO NEGRO (Duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
2703	25

Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
-0.00225	0.00082


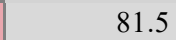


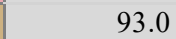
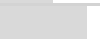

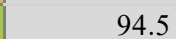
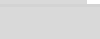

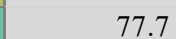


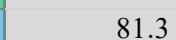


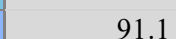
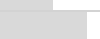
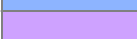
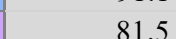


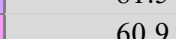



2. ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICO

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $\Delta E_{00} = 5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000\text{K}$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Iluminante de referencia: Planckian Radiator (2703 K)

Índice de reproducción cromático e incertidumbre ⁱ	
Ra (8)	
83 ± 1	

Ra1		81.5		
Ra2		93.0		
Ra3		94.5		
Ra4		77.7		
Ra5		81.3		
Ra6		91.1		
Ra7		81.5		
Ra8		60.9		

d) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

Comparativa entre los datos del etiquetado de la muestra y los calculados en el ensayo del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (E_c), según define el Reglamento Delegado (UE) No 874/2012.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A+	A+
E_c (KWh / 1000 h)	6 KW / 1000 h	5.70 KW / 1000 h
FLUJO LUMINOSO (lm)	470 lm	438.5 lm
Ra	80	83
Tc (K)	2700 K	2703 K

4.3.1.10. Muestra Código de identificación: Lampara LED186_08

a) Muestra LED186-8

Descripción: Lámpara LED no direccional con electrónica integrada, marca CRISTALRECORD, la lámpara viene en una caja donde se suministran 3 lámparas.

Dimensiones aproximadas de la lámpara: 4.5 cm de diámetro y 7.3 cm de alto

Referencia de la muestra: RLED E27 5.2W 16/230

b) Resultados del ensayo fotométrico

1. Distribución angular de la intensidad luminosa (cd)

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	68.62	0.97	68.62	0.97	68.62	0.97	68.62	0.97
5	68.8	2.8	68.7	2.8	68.5	2.8	68.4	2.7
10	68.7	2.8	68.7	2.8	68.4	2.7	68.0	2.7
15	68.6	2.8	68.5	2.7	68.1	2.7	67.7	2.7
20	68.3	2.7	68.3	2.7	67.7	2.7	67.0	2.7
25	67.7	2.7	67.7	2.7	67.0	2.7	66.3	2.7
30	66.8	2.7	66.7	2.7	66.1	2.7	65.3	2.6
35	65.5	2.6	65.5	2.6	64.9	2.6	64.0	2.6
40	64.0	2.6	63.9	2.6	63.2	2.5	62.3	2.5
45	62.1	2.5	62.0	2.5	61.3	2.5	60.5	2.4
50	59.8	2.4	59.7	2.4	59.1	2.4	58.3	2.3
55	57.3	2.3	57.1	2.3	56.6	2.3	56.0	2.2
60	54.6	2.2	54.3	2.2	53.8	2.2	53.3	2.1
65	51.7	2.1	51.4	2.1	50.9	2.0	50.4	2.0
70	48.6	1.9	48.2	1.9	47.8	1.9	47.5	1.9
75	45.5	1.8	45.0	1.8	44.5	1.8	44.4	1.8
80	42.2	1.7	41.7	1.7	41.3	1.7	41.3	1.7
85	39.0	1.6	38.5	1.5	38.1	1.5	38.2	1.5
90	35.9	1.4	35.3	1.4	34.9	1.4	35.1	1.4
95	32.7	1.3	32.1	1.3	31.8	1.3	31.9	1.3
100	29.7	1.2	29.1	1.2	28.8	1.2	29.0	1.2
105	26.7	1.1	26.2	1.0	25.9	1.0	26.1	1.0
110	24.01	0.96	23.45	0.94	23.15	0.93	23.39	0.94
115	21.42	0.86	20.92	0.84	20.59	0.83	20.83	0.84
120	18.95	0.76	18.49	0.74	18.20	0.73	18.45	0.74
125	16.67	0.67	16.25	0.65	16.02	0.64	16.22	0.65
130	14.57	0.58	14.14	0.57	13.96	0.56	14.16	0.57
135	12.55	0.50	12.22	0.49	12.07	0.48	12.21	0.49
140	10.74	0.43	10.43	0.42	10.30	0.41	10.46	0.42
145	9.07	0.36	8.81	0.35	8.73	0.35	8.87	0.36
150	7.54	0.30	7.34	0.29	7.26	0.29	7.38	0.30
155	5.91	0.24	5.28	0.21	5.73	0.23	5.85	0.23
160	4.69	0.19	3.44	0.14	4.32	0.17	4.54	0.18
165	0.603	0.024	0.603	0.024	0.603	0.024	0.603	0.024
170	0.592	0.024	0.592	0.024	0.592	0.024	0.592	0.024
175	0.573	0.023	0.587	0.024	0.573	0.023	0.573	0.023

180	0.639	0.026	0.639	0.026	0.623	0.025	0.623	0.025
-----	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ

γ (°)	C180		C225		C270		C315	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	68.62	0.97	68.62	0.97	68.62	0.97	68.62	0.97
5	68.3	2.7	68.4	2.7	68.5	2.7	68.7	2.8
10	67.9	2.7	68.0	2.7	68.1	2.7	68.5	2.7
15	67.4	2.7	67.5	2.7	67.7	2.7	68.3	2.7
20	66.6	2.7	66.7	2.7	67.3	2.7	67.8	2.7
25	65.7	2.6	65.8	2.6	66.4	2.7	67.2	2.7
30	64.6	2.6	64.9	2.6	65.5	2.6	66.2	2.7
35	63.2	2.5	63.5	2.5	64.1	2.6	64.8	2.6
40	61.6	2.5	61.9	2.5	62.6	2.5	63.3	2.5
45	59.7	2.4	60.0	2.4	60.8	2.4	61.4	2.5
50	57.5	2.3	57.9	2.3	58.7	2.4	59.2	2.4
55	55.2	2.2	55.6	2.2	56.2	2.3	56.7	2.3
60	52.7	2.1	53.1	2.1	53.6	2.2	54.1	2.2
65	49.9	2.0	50.4	2.0	50.9	2.0	51.1	2.1
70	47.1	1.9	47.5	1.9	48.0	1.9	48.1	1.9
75	44.2	1.8	44.5	1.8	44.9	1.8	45.0	1.8
80	41.1	1.7	41.5	1.7	41.8	1.7	41.8	1.7
85	38.1	1.5	38.5	1.5	38.8	1.6	38.7	1.6
90	35.1	1.4	35.4	1.4	35.6	1.4	35.6	1.4
95	32.0	1.3	32.4	1.3	32.6	1.3	32.5	1.3
100	29.1	1.2	29.4	1.2	29.6	1.2	29.5	1.2
105	26.2	1.1	26.5	1.1	26.7	1.1	26.6	1.1
110	23.50	0.94	23.81	0.96	23.98	0.96	23.87	0.96
115	20.94	0.84	21.25	0.85	21.36	0.86	21.25	0.85
120	18.52	0.74	18.86	0.76	18.92	0.76	18.83	0.76
125	16.27	0.65	16.60	0.67	16.64	0.67	16.53	0.66
130	14.22	0.57	14.47	0.58	14.52	0.58	14.43	0.58
135	12.29	0.49	12.54	0.50	12.55	0.50	12.46	0.50
140	10.51	0.42	10.73	0.43	10.71	0.43	10.62	0.43
145	8.88	0.36	9.07	0.36	9.04	0.36	8.95	0.36
150	7.42	0.30	7.56	0.30	7.54	0.30	7.45	0.30
155	5.85	0.23	5.97	0.24	5.93	0.24	5.82	0.23
160	4.56	0.18	4.78	0.19	4.74	0.19	4.60	0.18
165	0.603	0.024	0.603	0.024	0.589	0.024	0.589	0.024
170	0.592	0.024	0.607	0.024	0.592	0.024	0.592	0.024
175	0.587	0.024	0.587	0.024	0.573	0.023	0.573	0.023
180	0.639	0.026	0.639	0.026	0.623	0.025	0.623	0.025

2. FLUJO LUMINOSO DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ⁱ

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	(451.8 ±
-------------------------------------	----------

3. ÁNGULO DE APERTURA DEL HAZ (°)

Es el ángulo comprendido entre dos líneas imaginarias situadas en un plano que contiene al eje óptico del haz, de forma que estas líneas pasan por el centro fotométrico de la lámpara y a través de los puntos en los que la intensidad luminosa promedio es el 50% de la intensidad emitida en el eje óptico.

Ángulo de apertura	(183.4 ±
---------------------------	----------

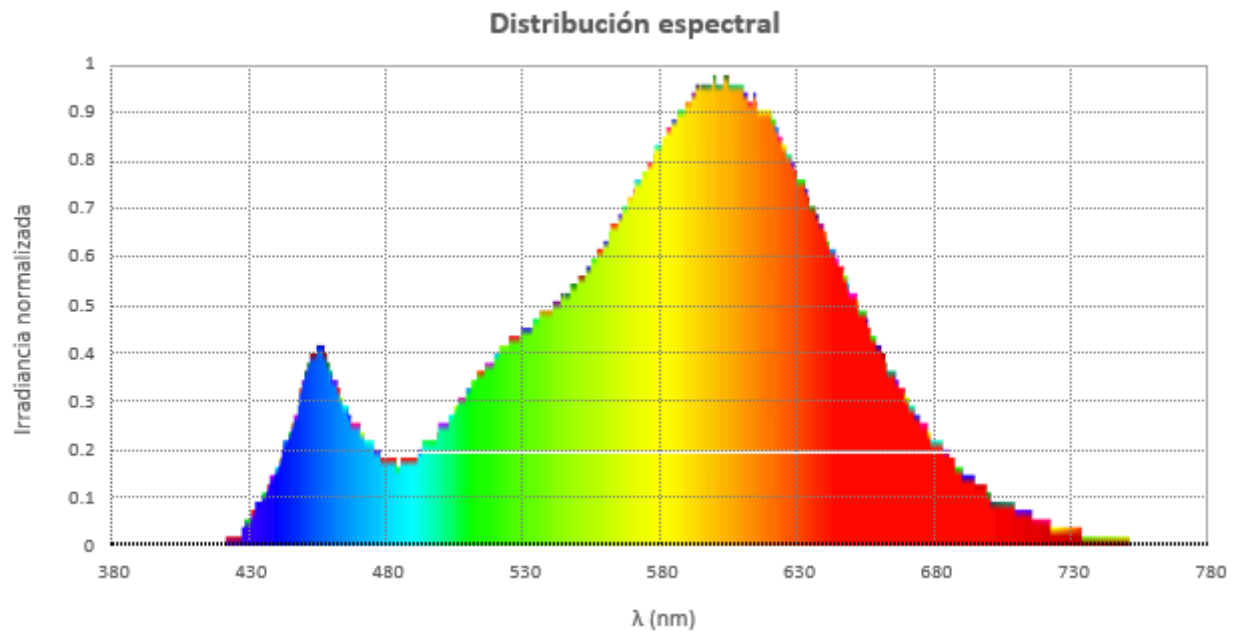
4. POTENCIA ELÉCTRICA, FACTOR DE POTENCIA, EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRES ⁱ

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
4.897	0.007

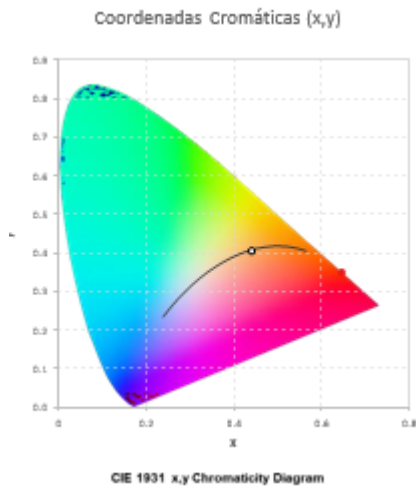
FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.568	0.011

EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
92.26	0.34

c) **RESULTADOS ENSAYO CROMÁTICO**



COORDENADAS CROMÁTICAS (Observador 2° CIE)

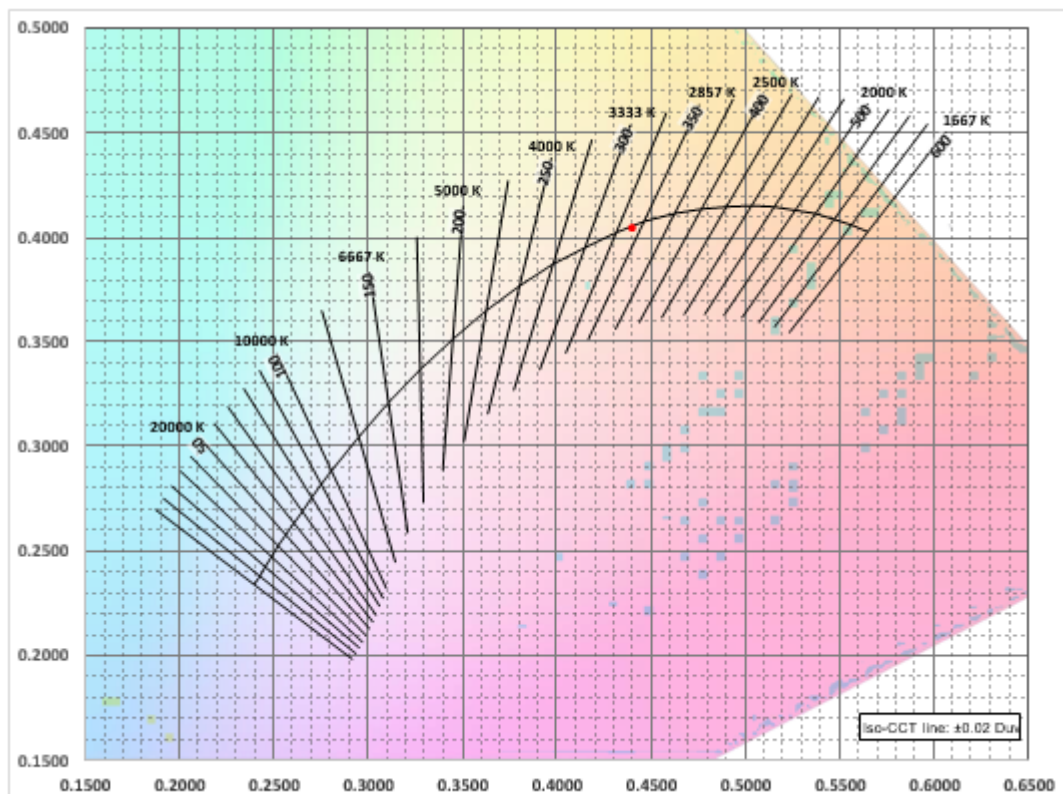


Coordenadas cromáticas		Incertidumbre expandida ⁱ	
x	y	U(x)	U(y)
0.4400	0.4049	0.0004	0.0004

1. TEMPERATURA DE COLOR Y DISTANCIA AL CUERPO NEGRO (Duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
2945	20

Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
-0.00041	0.00012



2. ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICO

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $DC=5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000K$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Iluminante de referencia: Planckian Radiator (2945 K)

Índice de reproducción cromática e incertidumbre ⁱ	
Ra (8)	
80 ± 1	

Ra1		78.0
Ra2		90.1
Ra3		95.0
Ra4		76.6
Ra5		78.2
Ra6		88.1
Ra7		80.2
Ra8		54.3

d) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

Comparativa entre los datos del etiquetado de la muestra y los calculados en el ensayo del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (E_c), según define el Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A+	A+
Ec (KWh / 1000 h)	5.2 KW / 1000 h	4.90 KW / 1000 h
FLUJO LUMINOSO (lm)	520 lm	451.8 lm
Ángulo de apertura	220 °	183.4 °
Ra	≥ 80	80
Tc (K)	3000 K	2945 K
P.F.	> 0.5	0.57

4.3.1.11. Muestra Código de identificación: Lampara LED187_09

a) Muestra LED187_9

Descripción: Lámpara LED no direccional con electrónica integrada, marca AIGOSTAR.

Dimensiones aproximadas de la lámpara: 3.6 cm de diámetro y 13 cm de alto.

Referencia de la muestra: LED T3 2U E27 7W. Serie B5

b) Resultados del ensayo fotométrico

1. Distribucion angular de la intensidad luminosa (cd)

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	6.335	0.090	6.335	0.090	6.335	0.090	6.335	0.090
5	8.13	0.33	7.53	0.30	6.89	0.28	6.53	0.26
10	11.65	0.47	10.59	0.42	9.52	0.38	8.93	0.36
15	15.86	0.64	14.71	0.59	13.33	0.54	12.85	0.52
20	20.19	0.81	19.11	0.77	17.56	0.70	17.31	0.69
25	24.54	0.98	23.65	0.95	21.94	0.88	21.98	0.88
30	28.8	1.2	28.1	1.1	26.1	1.0	26.6	1.1
35	32.7	1.3	32.2	1.3	30.2	1.2	31.0	1.2
40	36.3	1.5	36.2	1.5	33.9	1.4	35.2	1.4
45	39.6	1.6	40.0	1.6	37.4	1.5	39.2	1.6
50	42.9	1.7	43.3	1.7	40.4	1.6	42.8	1.7
55	45.3	1.8	46.3	1.9	43.2	1.7	46.1	1.9
60	47.7	1.9	49.0	2.0	45.8	1.8	49.0	2.0
65	49.5	2.0	51.1	2.0	47.6	1.9	51.5	2.1
70	50.8	2.0	53.0	2.1	49.2	2.0	53.5	2.1
75	52.1	2.1	54.3	2.2	50.4	2.0	55.2	2.2
80	52.6	2.1	55.1	2.2	51.1	2.0	56.2	2.3
85	52.9	2.1	55.5	2.2	51.4	2.1	57.0	2.3
90	52.7	2.1	55.4	2.2	51.4	2.1	57.0	2.3
95	52.0	2.1	54.8	2.2	51.1	2.1	56.5	2.3
100	51.1	2.1	53.7	2.2	50.2	2.0	55.7	2.2
105	49.4	2.0	52.0	2.1	49.0	2.0	54.3	2.2

110	47.2	1.9	49.6	2.0	47.2	1.9	52.1	2.1
115	44.7	1.8	46.7	1.9	45.0	1.8	49.4	2.0
120	41.4	1.7	43.4	1.7	42.4	1.7	46.3	1.9
125	37.9	1.5	39.8	1.6	39.3	1.6	42.7	1.7
130	33.9	1.4	36.1	1.4	35.8	1.4	38.9	1.6
135	29.8	1.2	31.8	1.3	31.8	1.3	34.8	1.4
140	25.9	1.0	27.5	1.1	27.8	1.1	30.4	1.2
145	21.94	0.88	23.03	0.92	23.93	0.96	25.8	1.0
150	17.78	0.71	18.41	0.74	19.89	0.80	21.03	0.84
155	13.26	0.53	14.10	0.57	15.78	0.63	16.56	0.66
160	8.59	0.34	9.65	0.39	11.19	0.45	12.07	0.48
165	0.281	0.011	0.297	0.012	0.312	0.013	1.030	0.041
170	0.2342	0.0094	0.250	0.010	0.250	0.010	0.250	0.010
175	0.2342	0.0094	0.2342	0.0094	0.2342	0.0094	0.2342	0.0094
180	0.2342	0.0094	0.2342	0.0094	0.2342	0.0094	0.2342	0.0094

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C180		C225		C270		C315	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	6.335	0.090	6.335	0.090	6.335	0.090	6.335	0.090
5	6.93	0.28	7.68	0.31	8.48	0.34	8.73	0.35
10	9.87	0.40	10.98	0.44	12.15	0.49	12.58	0.50
15	13.88	0.56	15.25	0.61	16.41	0.66	16.96	0.68
20	18.36	0.74	19.92	0.80	20.94	0.84	21.61	0.87
25	22.87	0.92	24.67	0.99	25.3	1.0	26.3	1.1
30	27.2	1.1	29.1	1.2	29.5	1.2	30.7	1.2
35	31.4	1.3	33.7	1.4	33.5	1.3	34.9	1.4
40	35.3	1.4	37.9	1.5	37.2	1.5	38.8	1.6
45	38.9	1.6	41.7	1.7	40.5	1.6	42.4	1.7
50	42.2	1.7	45.2	1.8	43.4	1.7	45.8	1.8
55	45.1	1.8	48.5	1.9	46.1	1.9	48.8	2.0
60	47.6	1.9	51.1	2.1	48.4	1.9	51.1	2.1
65	49.7	2.0	53.5	2.1	50.2	2.0	53.3	2.1
70	51.4	2.1	55.5	2.2	51.6	2.1	55.0	2.2
75	52.7	2.1	56.9	2.3	52.6	2.1	56.2	2.3
80	53.5	2.1	57.9	2.3	53.1	2.1	56.9	2.3
85	53.9	2.2	58.3	2.3	53.2	2.1	57.0	2.3
90	53.7	2.2	58.0	2.3	52.9	2.1	56.6	2.3
95	53.6	2.1	57.4	2.3	52.3	2.1	55.7	2.2
100	52.6	2.1	56.1	2.3	51.2	2.1	54.2	2.2
105	51.2	2.1	54.2	2.2	49.8	2.0	52.0	2.1
110	49.5	2.0	51.7	2.1	47.4	1.9	49.4	2.0
115	47.0	1.9	48.7	2.0	44.7	1.8	45.9	1.8
120	44.1	1.8	45.0	1.8	41.3	1.7	42.2	1.7
125	40.7	1.6	41.2	1.7	37.5	1.5	38.3	1.5
130	36.8	1.5	37.0	1.5	33.5	1.3	34.2	1.4
135	32.7	1.3	32.7	1.3	29.4	1.2	29.9	1.2
140	28.6	1.1	28.1	1.1	25.4	1.0	25.3	1.0
145	24.48	0.98	23.33	0.94	21.50	0.86	20.59	0.83
150	20.56	0.83	18.78	0.75	17.31	0.69	16.24	0.65
155	16.16	0.65	14.36	0.58	12.38	0.50	11.77	0.47
160	11.02	0.44	9.54	0.38	7.95	0.32	7.10	0.29
165	0.265	0.011	0.250	0.010	0.250	0.010	0.250	0.010
170	0.250	0.010	0.2342	0.0094	0.2342	0.0094	0.2342	0.0094
175	0.2342	0.0094	0.2342	0.0094	0.2342	0.0094	0.2186	0.0088
180	0.2342	0.0094	0.2186	0.0088	0.2342	0.0094	0.2342	0.0094

2. FLUJO LUMINOSO DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ⁱ

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	(518.3 ±
-------------------------------------	----------

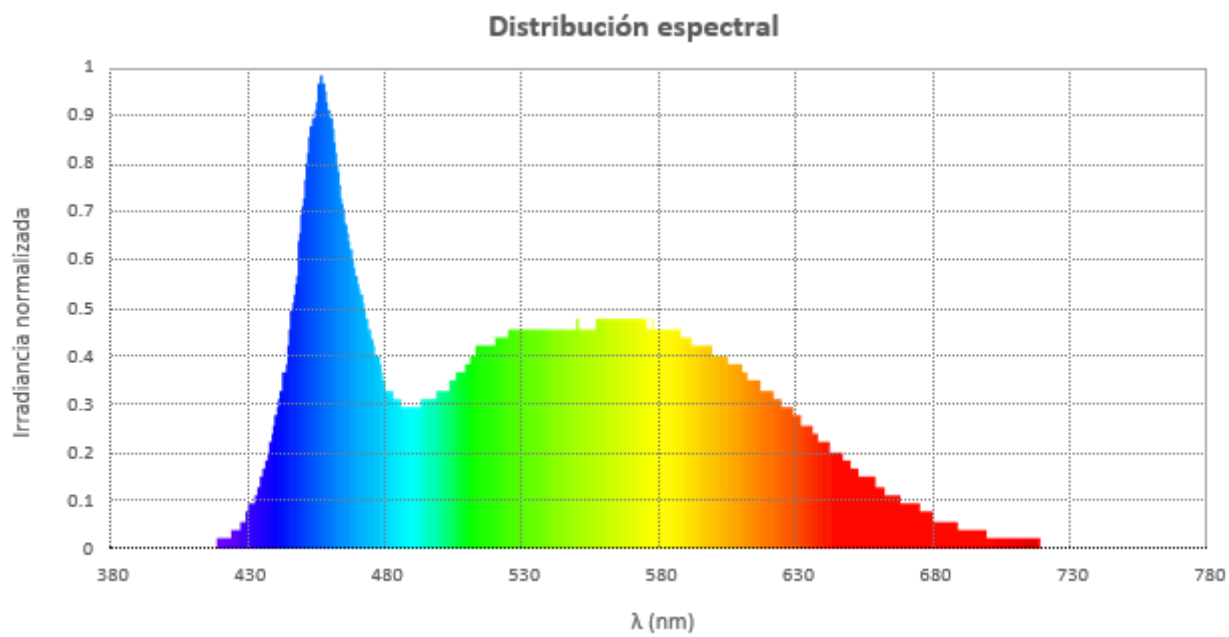
3. POTENCIA ELÉCTRICA, FACTOR DE POTENCIA, EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRES ⁱ

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
6.459	0.005

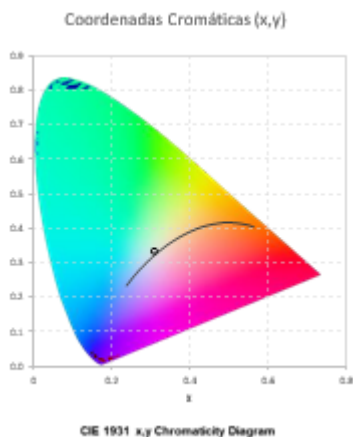
FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.565	0.010

EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
80.25	0.26

c) **RESULTADOS ENSAYO CROMÁTICO**



COORDENADAS CROMÁTICAS (Observador 2° CIE)

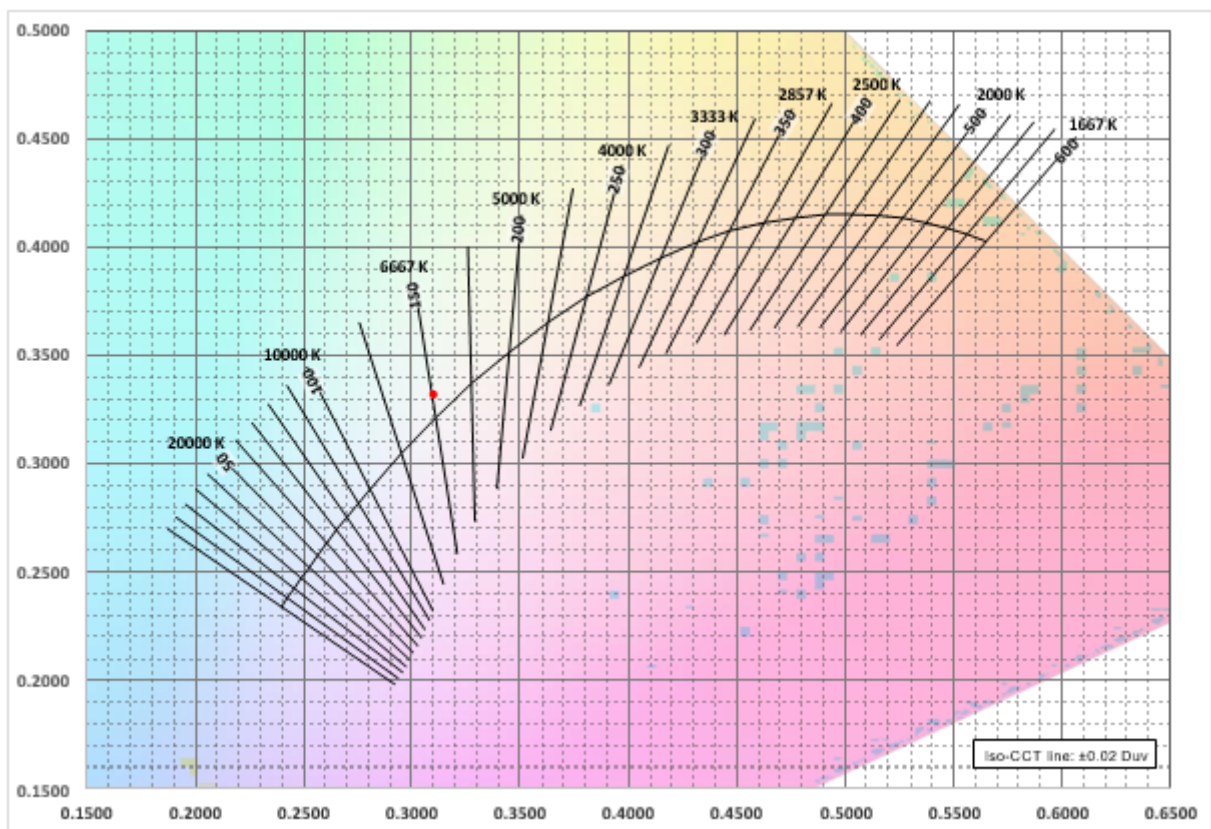


Coordenadas cromáticas		Incertidumbre expandida ⁱ	
x	y	U(x)	U(y)
0.3100	0.3323	0.0004	0.0004

1. TEMPERATURA DE COLOR Y DISTANCIA AL CUERPO NEGRO (Duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
6622	60

Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
0.0062	0.0013


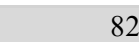


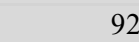

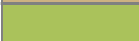
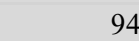


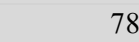


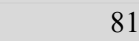


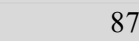


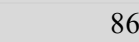

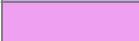
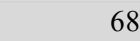



2. ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICO

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $DC=5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000K$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Iluminante de referencia: D65

Índice de reproducción cromático e incertidumbre ⁱ	
Ra (8)	
84 ± 1	

Ra1		82.0		
Ra2		92.2		
Ra3		94.0		
Ra4		78.8		
Ra5		81.9		
Ra6		87.5		
Ra7		86.2		
Ra8		68.7		

d) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

- e) Comparativa entre los datos del etiquetado de la muestra y los calculados en el ensayo del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (E_c), según define el Reglamento Delegado (UE) No 874/2012.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A+	A+
E_c (KWh / 1000 h)	7 KW / 1000 h	6.46 KW / 1000 h
FLUJO LUMINOSO (lm)	570 lm	518.3 lm
Ra	≥ 80	84
Tc (K)	6000 K	6622 K
P.F.	> 0.5	0.565

4.3.1.12. Muestra Código de identificación: Lampara 204_12

a) Muestra LED204_12

Descripción: Lámpara LED no direccional con electrónica integrada, marca OSSUN.

Dimensiones aproximadas de la lámpara: 3.8 cm de diámetro y 10.5 cm de alto

Referencia de la muestra: 2UL5 REF. 097408

b) Resultados del ensayo fotométrico

1. DISTRIBUCIÓN ANGULAR DE INTENSIDAD LUMINOSA

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	1.378	0.020	1.378	0.020	1.378	0.020	1.378	0.020
5	1.499	0.060	1.452	0.058	1.561	0.063	1.546	0.062
10	1.827	0.073	1.842	0.074	2.014	0.081	2.201	0.088
15	3.08	0.12	2.94	0.12	3.14	0.13	3.43	0.14
20	4.28	0.17	4.84	0.19	4.79	0.19	5.29	0.21
25	5.96	0.24	6.79	0.27	6.34	0.25	7.51	0.30
30	7.79	0.31	8.56	0.34	7.65	0.31	10.04	0.40
35	9.71	0.39	10.60	0.43	9.02	0.36	12.24	0.49
40	10.90	0.44	13.04	0.52	10.51	0.42	13.86	0.56
45	11.82	0.47	15.00	0.60	11.88	0.48	15.52	0.62
50	12.66	0.51	16.53	0.66	12.91	0.52	16.88	0.68
55	13.55	0.54	17.74	0.71	13.71	0.55	17.99	0.72
60	14.36	0.58	18.80	0.75	14.35	0.58	19.14	0.77
65	14.93	0.60	19.69	0.79	14.85	0.60	20.03	0.80
70	15.61	0.63	20.59	0.83	15.38	0.62	20.72	0.83
75	15.99	0.64	21.20	0.85	15.83	0.64	21.26	0.85
80	16.35	0.66	21.62	0.87	15.99	0.64	21.51	0.86
85	16.64	0.67	22.01	0.88	16.05	0.64	21.80	0.87
90	16.69	0.67	22.15	0.89	16.19	0.65	21.80	0.87
95	16.74	0.67	22.15	0.89	16.11	0.65	21.75	0.87
100	16.69	0.67	22.01	0.88	15.92	0.64	21.58	0.87
105	16.32	0.65	21.65	0.87	15.75	0.63	21.14	0.85
110	15.89	0.64	20.98	0.84	15.24	0.61	20.56	0.83
115	15.44	0.62	20.19	0.81	14.63	0.59	19.62	0.79
120	14.74	0.59	19.19	0.77	13.91	0.56	18.49	0.74
125	13.90	0.56	17.99	0.72	12.91	0.52	17.13	0.69
130	12.86	0.52	16.46	0.66	11.88	0.48	15.64	0.63
135	11.69	0.47	14.33	0.58	10.77	0.43	13.47	0.54

140	10.72	0.43	10.67	0.43	9.10	0.37	9.88	0.40
145	8.80	0.35	8.25	0.33	6.57	0.26	7.93	0.32
150	6.09	0.24	6.84	0.27	5.24	0.21	6.52	0.26
155	5.01	0.20	5.42	0.22	4.05	0.16	4.92	0.20
160	3.94	0.16	3.56	0.14	2.75	0.11	2.438	0.098
165	2.87	0.11	1.779	0.071	1.405	0.056	1.251	0.050
170	1.259	0.051	0.832	0.033	0.772	0.031	0.776	0.031
175	0.550	0.022	0.703	0.028	0.660	0.026	0.681	0.027
180	0.535	0.021	0.584	0.024	0.584	0.022	0.584	0.024

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ

γ (°)	C180		C225		C270		C315	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	1.378	0.020	1.378	0.020	1.378	0.020	1.378	0.020
5	1.405	0.056	1.343	0.054	1.390	0.056	1.483	0.060
10	1.874	0.075	1.827	0.073	2.045	0.082	1.998	0.080
15	3.14	0.13	2.81	0.11	3.40	0.14	3.39	0.14
20	4.86	0.19	4.68	0.19	4.71	0.19	5.06	0.20
25	6.23	0.25	6.15	0.25	6.54	0.26	6.92	0.28
30	7.93	0.32	8.09	0.32	7.93	0.32	8.91	0.36
35	9.48	0.38	9.90	0.40	9.40	0.38	10.76	0.43
40	10.88	0.44	11.80	0.47	10.52	0.42	12.60	0.51
45	12.02	0.48	13.74	0.55	11.60	0.47	14.07	0.56
50	12.91	0.52	15.33	0.62	12.57	0.50	15.28	0.61
55	13.77	0.55	16.74	0.67	13.60	0.55	16.49	0.66
60	14.60	0.59	18.03	0.72	14.43	0.58	17.55	0.70
65	15.22	0.61	19.00	0.76	14.97	0.60	18.27	0.73
70	15.80	0.63	19.87	0.80	15.41	0.62	19.09	0.77
75	16.14	0.65	20.42	0.82	15.88	0.64	19.70	0.79
80	16.30	0.65	20.84	0.84	16.07	0.64	20.25	0.81
85	16.47	0.66	21.00	0.84	16.24	0.65	20.48	0.82
90	16.32	0.65	21.06	0.85	16.35	0.66	20.66	0.83
95	16.17	0.65	20.92	0.84	16.27	0.65	20.64	0.83
100	16.13	0.65	20.80	0.83	16.16	0.65	20.41	0.82
105	15.96	0.64	20.36	0.82	15.78	0.63	19.92	0.80
110	15.69	0.63	19.91	0.80	15.35	0.62	19.34	0.78
115	15.13	0.61	18.98	0.76	14.80	0.59	18.63	0.75
120	14.27	0.57	18.03	0.72	14.04	0.56	17.69	0.71
125	13.29	0.53	16.63	0.67	13.27	0.53	16.41	0.66
130	12.12	0.49	15.28	0.61	12.19	0.49	15.19	0.61
135	11.04	0.44	13.77	0.55	11.08	0.44	13.24	0.53
140	9.66	0.39	11.15	0.45	9.37	0.38	10.38	0.42
145	7.54	0.30	7.64	0.31	6.76	0.27	7.15	0.29
150	4.88	0.20	6.01	0.24	5.39	0.22	5.81	0.23
155	3.70	0.15	4.61	0.18	4.16	0.17	4.65	0.19
160	2.55	0.10	2.65	0.11	2.83	0.11	3.37	0.14
165	1.060	0.043	0.800	0.032	1.445	0.058	1.305	0.052
170	0.594	0.024	0.480	0.019	0.795	0.032	0.542	0.022
175	0.594	0.024	0.560	0.022	0.679	0.027	0.469	0.019
180	0.584	0.024	0.584	0.027	0.584	0.023	0.584	0.022

2. FLUJO LUMINOSO DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ⁱ

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	(179.28 ±
-------------------------------------	-----------

3. ÁNGULO DE APERTURA DEL HAZ (°)

Es el ángulo comprendido entre dos líneas imaginarias situadas en un plano que contiene al eje óptico del haz, de forma que estas líneas pasan por el centro fotométrico de la lámpara y a través de los puntos en los que la intensidad luminosa promedio es el 50% de la intensidad emitida en el eje óptico.

Ángulo de apertura	(282.3 ±
---------------------------	----------

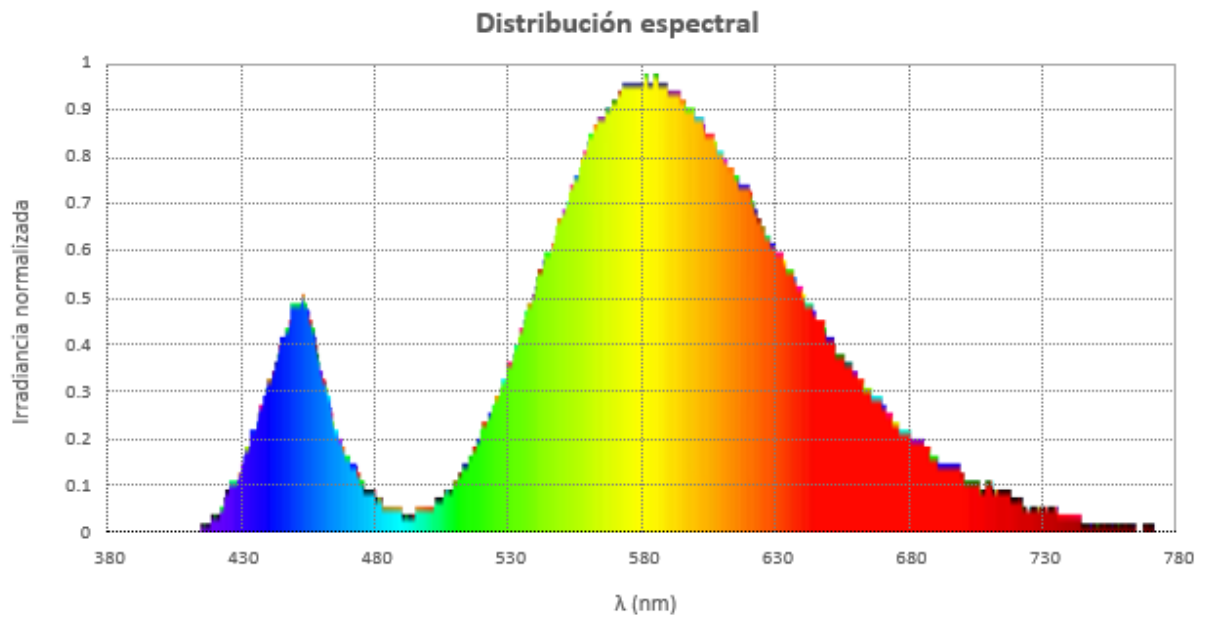
4. POTENCIA ELÉCTRICA, FACTOR DE POTENCIA, EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRES ⁱ

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
3.791	0.004

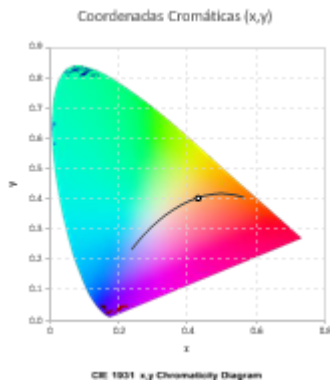
FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.431	0.010

EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
47.29	0.16

c) **RESULTADOS ENSAYO CROMÁTICO**



COORDENADAS CROMÁTICAS (Observador 2° CIE)

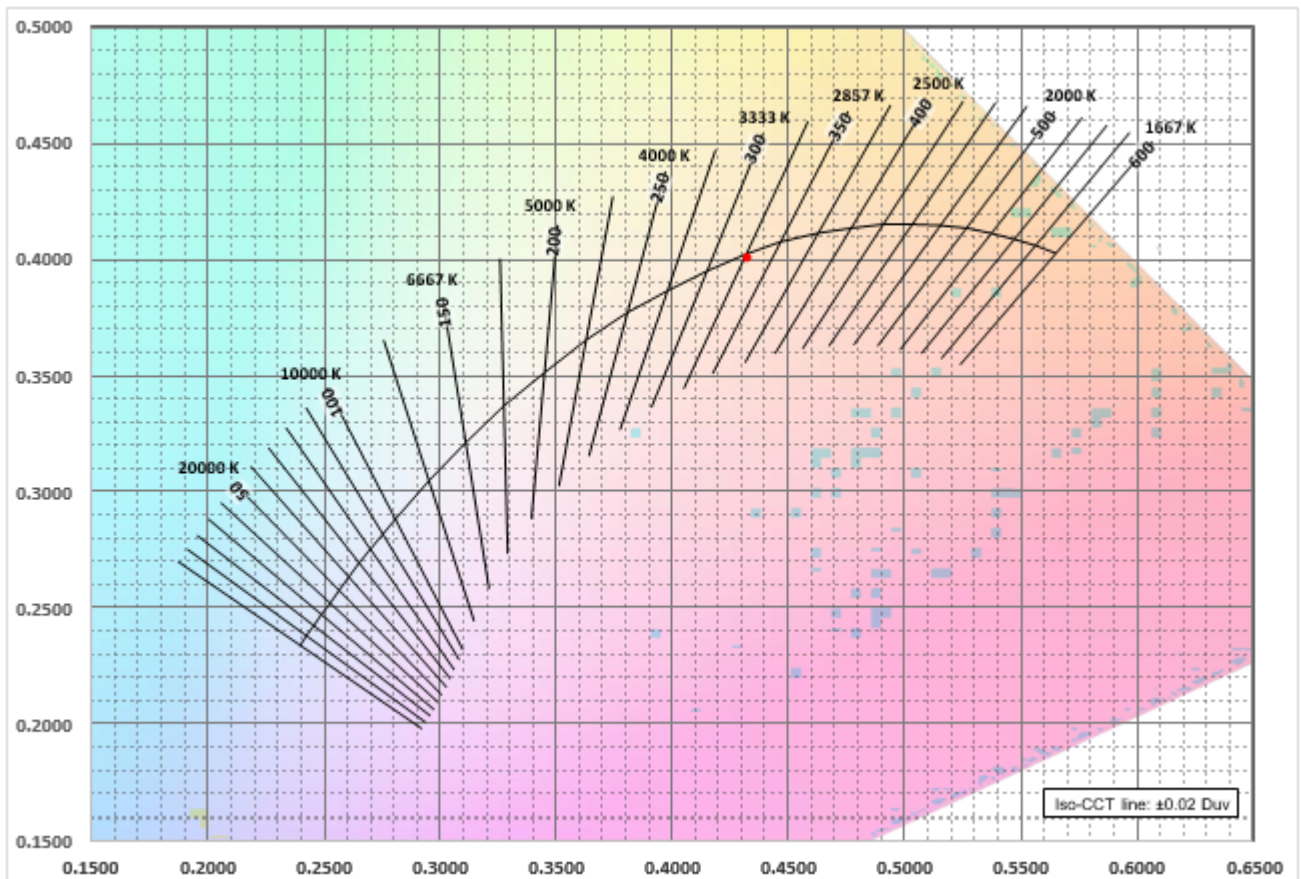


Coordenadas cromáticas		Incertidumbre expandida ⁱ	
x	y	U(x)	U(y)
0.4319	0.4011	0.0004	0.0004

1. TEMPERATURA DE COLOR Y DISTANCIA AL CUERPO NEGRO (Duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
3051	20

Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
- 0.0006	0.0007



2. ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICO

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $\Delta E_{DC} = 5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000K$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Iluminante de referencia: Planckian radiator 3051 K

Índice de reproducción cromático e incertidumbre ⁱ	
Ra (8)	
61 ± 1	

Ra1		55.3	
Ra2		73.7	
Ra3		87.3	
Ra4		51.7	
Ra5		52.3	
Ra6		58.4	
Ra7		74.8	
Ra8		37.6	

d) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

A continuación, se muestran los datos calculados del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (E_c), según define el REGLAMENTO DELEGADO (UE) No 874/2012 DE LA COMISIÓN de 12 de julio de 2012 por el que se complementa la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al etiquetado energético de las lámparas eléctricas y las luminarias.

Se muestran los datos que aparecen en el etiquetado del producto y los resultantes de los ensayos descritos en este informe.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A+++	A
E_c (KWh / 1000 h)	5 KW / 1000 h	3.79 KW / 1000 h
FLUJO LUMINOSO (lm)	500 lm	179.28 lm
Ángulo de apertura (°)	360 °	159.3 °
Ra	> 80	61
Tc (K)	3000 K	3051 K

No es posible realizar una correcta verificación de la conformidad de la lámpara, puesto que el Reglamento, indica que la verificación debe realizarse evaluando al menos en 20 lámparas, pero sí podemos decir que:

1. El valor declarado de eficiencia energética no coincide con el valor calculado partiendo de los datos medidos, el valor calculado está por debajo del valor declarado.

2. El valor de flujo luminoso medido es un 64 % menor del valor del flujo luminoso declarado. 3.- El valor de ángulo de apertura es diferente al declarado.

4. El valor de temperatura de color medido es muy próximo al declarado, aunque el índice de reproducción cromática difiere bastante de lo declarado.

4.3.1.13. Muestra Código de identificación: Lámpara LED205_13

a) Muestra LED205_13

Lámpara LED no direccional con electrónica integrada, marca HOMEPLUS. Dimensiones aproximadas de la lámpara: 3.8 cm de diámetro y 10.0 cm de alto Referencia de la muestra: 800285 Lámpara vela LED 7.5

b) Resultados del ensayo fotométrico

1. Distribucion angular de la intensidad luminosa (cd)

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	47.80	0.68	47.80	0.68	47.80	0.68	47.80	0.68
5	48.8	2.0	49.0	2.0	49.0	2.0	48.6	2.0
10	51.0	2.0	51.3	2.1	50.9	2.0	50.7	2.0
15	54.2	2.2	54.2	2.2	53.9	2.2	53.5	2.1
20	57.3	2.3	57.7	2.3	57.4	2.3	56.8	2.3
25	60.8	2.4	61.1	2.5	60.5	2.4	60.2	2.4
30	63.9	2.6	64.2	2.6	63.5	2.5	63.5	2.5
35	66.6	2.7	67.0	2.7	66.3	2.7	66.0	2.6
40	68.4	2.7	68.8	2.8	68.0	2.7	68.1	2.7
45	69.6	2.8	69.9	2.8	69.3	2.8	69.4	2.8
50	69.6	2.8	70.1	2.8	69.3	2.8	69.8	2.8
55	68.7	2.8	69.0	2.8	68.5	2.8	68.8	2.8
60	67.1	2.7	67.3	2.7	66.7	2.7	67.1	2.7
65	64.4	2.6	64.6	2.6	64.4	2.6	64.9	2.6
70	61.0	2.4	61.2	2.5	60.9	2.4	61.6	2.5
75	57.2	2.3	57.3	2.3	57.1	2.3	57.7	2.3
80	53.1	2.1	53.2	2.1	53.0	2.1	53.6	2.2
85	48.6	2.0	48.7	2.0	48.7	2.0	49.2	2.0
90	44.2	1.8	44.4	1.8	44.3	1.8	44.8	1.8
95	40.0	1.6	40.1	1.6	40.0	1.6	40.5	1.6
100	36.3	1.5	36.0	1.4	35.9	1.4	36.4	1.5
105	32.0	1.3	31.9	1.3	32.0	1.3	32.3	1.3
110	28.2	1.1	28.2	1.1	28.3	1.1	28.7	1.2
115	24.8	1.0	24.73	0.99	24.9	1.0	25.2	1.0
120	21.61	0.87	21.53	0.86	21.59	0.87	22.01	0.88
125	18.63	0.75	18.53	0.74	18.66	0.75	18.94	0.76
130	15.71	0.63	15.64	0.63	15.77	0.63	16.03	0.64
135	13.04	0.52	12.97	0.52	13.04	0.52	13.30	0.53
140	10.57	0.42	10.46	0.42	10.52	0.42	10.77	0.43
145	8.29	0.33	8.20	0.33	8.26	0.33	8.48	0.34
150	6.21	0.25	6.14	0.25	6.18	0.25	6.35	0.25
155	4.43	0.18	4.37	0.18	4.39	0.18	4.54	0.18
160	2.98	0.12	2.92	0.12	2.90	0.12	3.03	0.12
165	2.084	0.084	2.074	0.083	2.084	0.084	2.126	0.085
170	1.309	0.053	1.303	0.052	1.309	0.053	1.336	0.054
175	0.906	0.036	0.902	0.036	0.906	0.036	0.925	0.037
180	0.787	0.032	0.787	0.032	0.787	0.032	0.787	0.032

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C180		C225		C270		C315	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	47.80	0.68	47.80	0.68	47.80	0.68	47.80	0.68
5	48.4	1.9	48.3	1.9	48.2	1.9	48.6	2.0
10	50.6	2.0	49.9	2.0	49.7	2.0	50.5	2.0
15	53.3	2.1	52.4	2.1	52.1	2.1	53.2	2.1
20	56.6	2.3	55.4	2.2	54.6	2.2	56.1	2.2
25	60.1	2.4	58.5	2.3	57.6	2.3	58.9	2.4
30	63.2	2.5	61.1	2.5	60.3	2.4	61.7	2.5
35	65.8	2.6	63.7	2.6	62.5	2.5	64.4	2.6
40	67.9	2.7	65.7	2.6	64.3	2.6	66.0	2.7
45	69.2	2.8	66.6	2.7	65.3	2.6	66.8	2.7
50	69.4	2.8	66.9	2.7	65.2	2.6	66.8	2.7
55	68.6	2.8	66.1	2.7	64.5	2.6	66.0	2.6
60	67.0	2.7	64.6	2.6	62.9	2.5	64.3	2.6
65	64.4	2.6	62.2	2.5	60.6	2.4	61.7	2.5
70	61.1	2.5	59.1	2.4	57.6	2.3	58.5	2.3
75	57.3	2.3	55.4	2.2	54.1	2.2	54.9	2.2
80	53.1	2.1	51.5	2.1	50.5	2.0	50.9	2.0
85	48.8	2.0	47.4	1.9	46.6	1.9	46.9	1.9
90	44.4	1.8	43.4	1.7	42.4	1.7	42.7	1.7
95	40.1	1.6	39.3	1.6	38.4	1.5	38.6	1.5
100	35.9	1.4	35.3	1.4	34.5	1.4	34.6	1.4
105	32.1	1.3	31.5	1.3	30.9	1.2	31.0	1.2
110	28.4	1.1	27.9	1.1	27.5	1.1	27.4	1.1
115	25.0	1.0	24.57	0.99	24.11	0.97	24.17	0.97
120	21.70	0.87	21.44	0.86	21.08	0.85	20.98	0.84
125	18.67	0.75	18.44	0.74	18.16	0.73	18.00	0.72
130	15.83	0.64	15.64	0.63	15.39	0.62	15.24	0.61
135	13.15	0.53	12.96	0.52	12.77	0.51	12.61	0.51
140	10.62	0.43	10.49	0.42	10.29	0.41	10.15	0.41
145	8.31	0.33	8.21	0.33	8.01	0.32	7.92	0.32
150	6.25	0.25	6.18	0.25	6.04	0.24	5.92	0.24
155	4.47	0.18	4.40	0.18	4.28	0.17	4.20	0.17
160	2.97	0.12	2.95	0.12	2.86	0.11	2.79	0.11
165	2.101	0.084	2.071	0.083	2.041	0.082	2.016	0.081
170	1.320	0.053	1.301	0.052	1.282	0.051	1.267	0.051
175	0.914	0.037	0.901	0.036	0.888	0.036	0.877	0.035
180	0.787	0.032	0.787	0.032	0.787	0.031	0.787	0.031

2. FLUJO LUMINOSO DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ⁱ

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	(512.9 ±
-------------------------------------	----------

3. ÁNGULO DE APERTURA DEL HAZ (°)

Es el ángulo comprendido entre dos líneas imaginarias situadas en un plano que contiene al eje óptico del haz, de forma que estas líneas pasan por el centro fotométrico de la lámpara y a través de los puntos en los que la intensidad luminosa promedio es el 50% de la intensidad emitida en el eje óptico.

Ángulo de apertura	(203.4 ±
---------------------------	----------

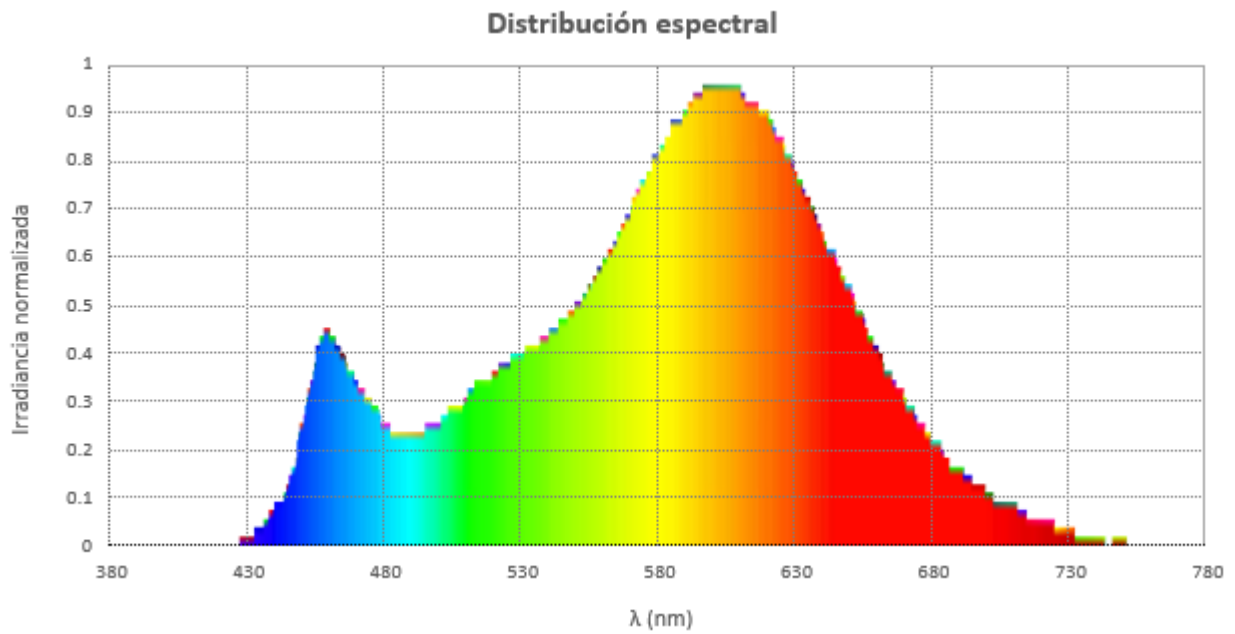
4. POTENCIA ELÉCTRICA, FACTOR DE POTENCIA, EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRES ⁱ

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
5.771	0.006

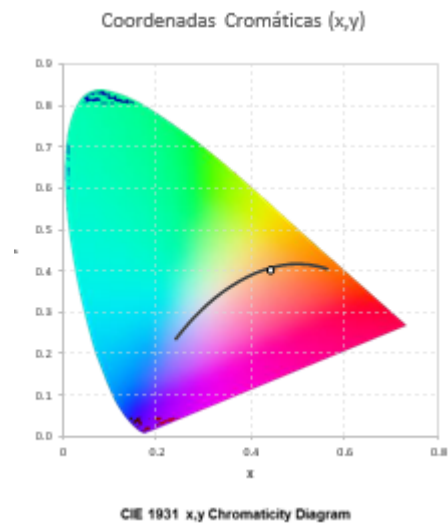
FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.464	0.010

EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
88.88	0.32

c) Resultados de los ensayos cromáticos



COORDENADAS CROMÁTICAS (Observador 2° CIE)

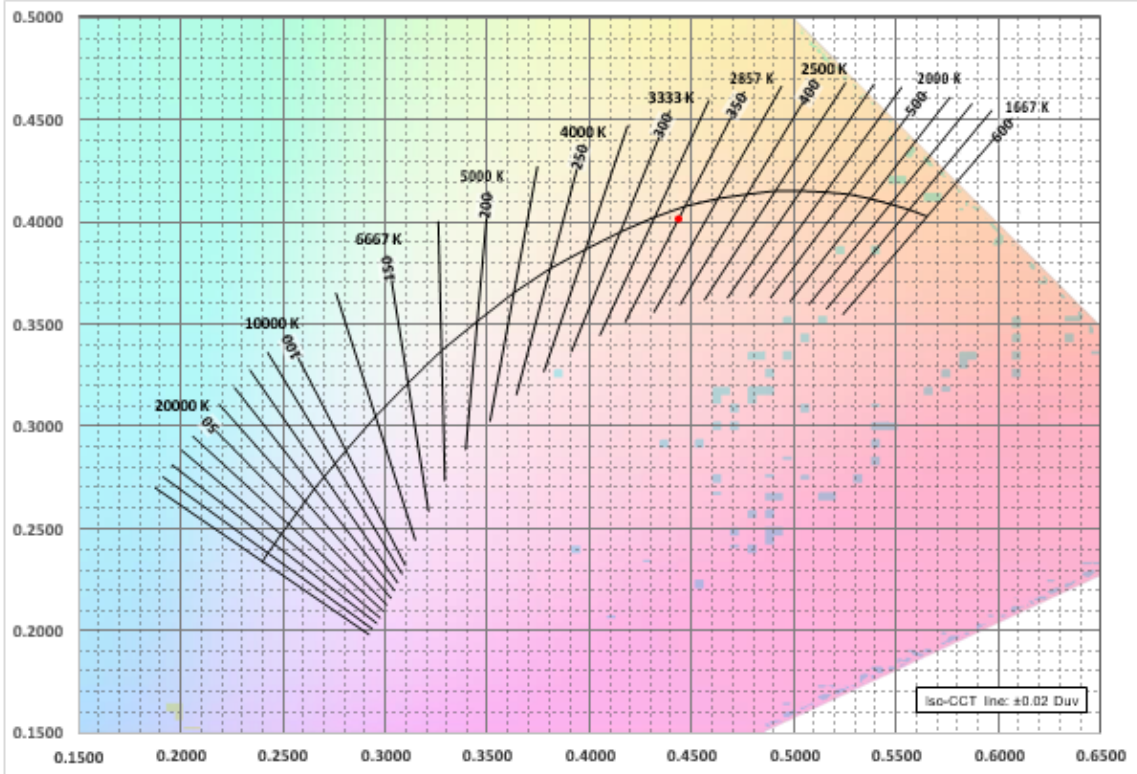


Coordenadas cromáticas		Incertidumbre expandida ⁱ	
x	y	U(x)	U(y)
0.4432	0.4015	0.0004	0.0004

1. TEMPERATURA DE COLOR Y DISTANCIA AL CUERPO NEGRO (Duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
2859	32

Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
- 0.0019	0.0006





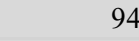


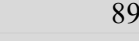


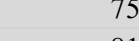


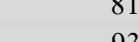


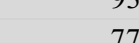


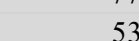






2. ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICO

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $\Delta E_{00} = 5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000\text{K}$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Iluminante de referencia: Planckian radiator 2859 K

Índice de reproducción cromático e incertidumbre ⁱ	
Ra (8)	
81 ± 1	

Ra1		80.3		
Ra2		94.5		
Ra3		89.3		
Ra4		75.6		
Ra5		81.0		
Ra6		93.7		
Ra7		77.0		
Ra8		53.1		

d) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

Comparativa entre los datos del etiquetado de la muestra y los calculados en el ensayo del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (Ec), según define el Reglamento Delegado (UE) No 874/2012.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A++	A+
Ec (KWh / 1000 h)	7.5 KW / 1000 h	5.77 KW / 1000 h
FLUJO LUMINOSO (lm)	710 lm	512.9 lm
Ángulo de apertura (°)	160 °	203.4 °
Ra	≥ 80	81
Tc (K)	3000 K	2859 K

4.3.1.14. Muestra Código de identificación: Lámpara LED206_14

a) Muestra LED206_14

Descripción: Lámpara LED no direccional con electrónica integrada, marca RTS.

Dimensiones aproximadas de la lámpara: 4.5 cm de diámetro y 7.5 cm de alto .

Referencia de la muestra: ESFÉRICA LED P45 E14 4W LUZ DÍA.

b) Resultados del ensayo fotométrico

1. Distribucion angular de la intensidad luminosa (cd)

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	59.78	0.85	59.78	0.85	59.78	0.85	59.78	0.85
5	59.7	2.4	59.6	2.4	59.5	2.4	59.6	2.4
10	59.3	2.4	59.3	2.4	59.1	2.4	59.4	2.4
15	58.8	2.4	58.7	2.4	58.6	2.4	58.7	2.4
20	58.1	2.3	57.9	2.3	57.8	2.3	57.9	2.3
25	57.0	2.3	56.9	2.3	56.8	2.3	56.9	2.3
30	55.8	2.2	55.5	2.2	55.3	2.2	55.6	2.2
35	54.2	2.2	53.9	2.2	53.7	2.2	54.0	2.2
40	52.2	2.1	52.1	2.1	51.9	2.1	52.4	2.1
45	49.9	2.0	49.9	2.0	49.9	2.0	50.2	2.0
50	47.7	1.9	47.5	1.9	47.5	1.9	48.0	1.9
55	44.8	1.8	44.7	1.8	45.0	1.8	45.2	1.8
60	41.9	1.7	41.8	1.7	42.2	1.7	42.5	1.7
65	38.8	1.6	38.9	1.6	39.2	1.6	39.8	1.6
70	35.5	1.4	35.7	1.4	36.1	1.5	36.6	1.5
75	32.3	1.3	32.3	1.3	33.1	1.3	33.4	1.3
80	29.1	1.2	29.3	1.2	30.1	1.2	30.4	1.2
85	26.1	1.0	26.4	1.1	27.1	1.1	27.5	1.1
90	23.18	0.93	23.50	0.94	24.15	0.97	24.50	0.98
95	20.55	0.82	20.91	0.84	21.55	0.86	21.73	0.87
100	18.09	0.73	18.41	0.74	19.06	0.76	19.28	0.77
105	15.91	0.64	16.25	0.65	16.75	0.67	16.99	0.68
110	13.99	0.56	14.19	0.57	14.71	0.59	14.87	0.60
115	12.21	0.49	12.46	0.50	12.80	0.51	12.94	0.52
120	10.65	0.43	10.87	0.44	11.12	0.45	11.21	0.45
125	9.20	0.37	9.40	0.38	9.63	0.39	9.68	0.39
130	7.93	0.32	8.09	0.32	8.31	0.33	8.10	0.33
135	6.78	0.27	6.95	0.28	7.09	0.28	6.93	0.28
140	5.76	0.23	5.92	0.24	6.04	0.24	5.84	0.23
145	4.87	0.20	5.01	0.20	5.09	0.20	4.87	0.20
150	4.07	0.16	4.17	0.17	4.25	0.17	4.04	0.16
155	3.39	0.14	3.47	0.14	3.50	0.14	3.33	0.13
160	2.69	0.11	2.73	0.11	2.89	0.12	2.69	0.11
165	2.202	0.088	2.241	0.090	2.369	0.095	2.202	0.088
170	1.790	0.072	1.821	0.073	1.926	0.077	1.790	0.072
175	1.435	0.058	1.460	0.059	1.543	0.062	1.435	0.058
180	1.192	0.048	1.192	0.049	1.192	0.052	1.192	0.048

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C180		C225		C270		C315	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	59.78	0.85	59.78	0.85	59.78	0.85	59.78	0.85
5	59.7	2.4	59.8	2.4	59.7	2.4	59.8	2.4
10	59.3	2.4	59.6	2.4	59.5	2.4	59.4	2.4
15	58.8	2.4	59.1	2.4	59.1	2.4	58.8	2.4
20	58.1	2.3	58.2	2.3	58.2	2.3	58.2	2.3
25	57.0	2.3	57.3	2.3	57.4	2.3	57.2	2.3
30	55.8	2.2	56.1	2.3	56.0	2.2	55.8	2.2
35	54.1	2.2	54.4	2.2	54.4	2.2	54.1	2.2
40	52.4	2.1	52.7	2.1	52.6	2.1	52.3	2.1
45	50.4	2.0	50.4	2.0	50.4	2.0	50.1	2.0
50	47.9	1.9	48.0	1.9	48.0	1.9	47.6	1.9
55	45.3	1.8	45.4	1.8	45.3	1.8	44.7	1.8
60	42.4	1.7	42.5	1.7	42.4	1.7	41.7	1.7
65	39.4	1.6	39.4	1.6	39.2	1.6	38.7	1.6
70	36.3	1.5	36.2	1.5	36.1	1.4	35.5	1.4
75	33.3	1.3	33.0	1.3	32.8	1.3	32.2	1.3
80	30.1	1.2	29.8	1.2	29.7	1.2	28.9	1.2
85	27.1	1.1	26.9	1.1	26.6	1.1	25.9	1.0
90	24.09	0.97	24.03	0.96	23.72	0.95	23.01	0.92
95	21.40	0.86	21.23	0.85	20.98	0.84	20.41	0.82
100	18.91	0.76	18.67	0.75	18.49	0.74	17.95	0.72
105	16.61	0.67	16.44	0.66	16.27	0.65	15.77	0.63
110	14.55	0.58	14.39	0.58	14.19	0.57	13.79	0.55
115	12.63	0.51	12.52	0.50	12.40	0.50	12.02	0.48
120	10.91	0.44	10.90	0.44	10.77	0.43	10.46	0.42
125	9.45	0.38	9.37	0.38	9.27	0.37	9.02	0.36
130	8.07	0.32	7.99	0.32	8.04	0.32	7.79	0.31
135	6.84	0.27	6.84	0.27	6.76	0.27	6.64	0.27
140	5.79	0.23	5.71	0.23	5.71	0.23	5.62	0.23
145	4.82	0.19	4.81	0.19	4.78	0.19	4.73	0.19
150	3.97	0.16	3.97	0.16	3.97	0.16	3.92	0.16
155	3.25	0.13	3.23	0.13	3.23	0.13	3.23	0.13
160	2.61	0.10	2.59	0.10	2.62	0.11	2.64	0.11
165	2.138	0.086	2.125	0.085	2.151	0.086	2.164	0.087
170	1.738	0.070	1.728	0.069	1.749	0.070	1.759	0.071
175	1.393	0.056	1.385	0.056	1.402	0.056	1.410	0.057
180	1.192	0.046	1.192	0.046	1.192	0.047	1.192	0.047

2. FLUJO LUMINOSO DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ⁱ

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

Flujo luminoso de la lámpara	(336.5 ±
-------------------------------------	----------

3. ÁNGULO DE APERTURA DEL HAZ (°)

Es el ángulo comprendido entre dos líneas imaginarias situadas en un plano que contiene al eje óptico del haz, de forma que estas líneas pasan por el centro fotométrico de la lámpara y a través de los puntos en los que la intensidad luminosa promedio es el 50% de la intensidad emitida en el eje óptico.

Ángulo de apertura	(159.3 ±
---------------------------	----------

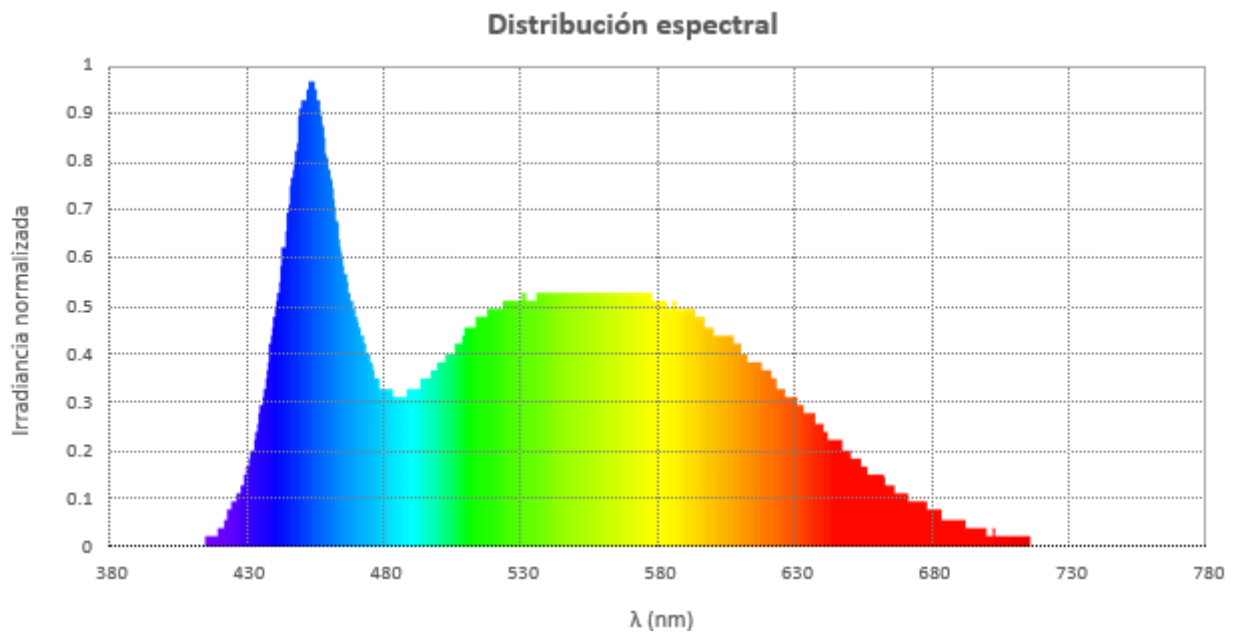
4. POTENCIA ELÉCTRICA, FACTOR DE POTENCIA, EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRES ⁱ

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
3.887	0.004

FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.547	0.010

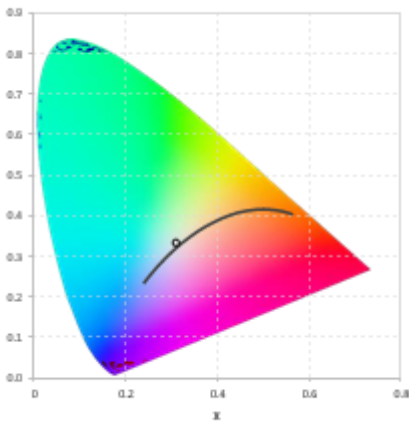
EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
86.57	0.32

c) **RESULTADOS ENSAYO CROMÁTICO**



COORDENADAS CROMÁTICAS (Observador 2° CIE)

Coordenadas Cromáticas (x,y)



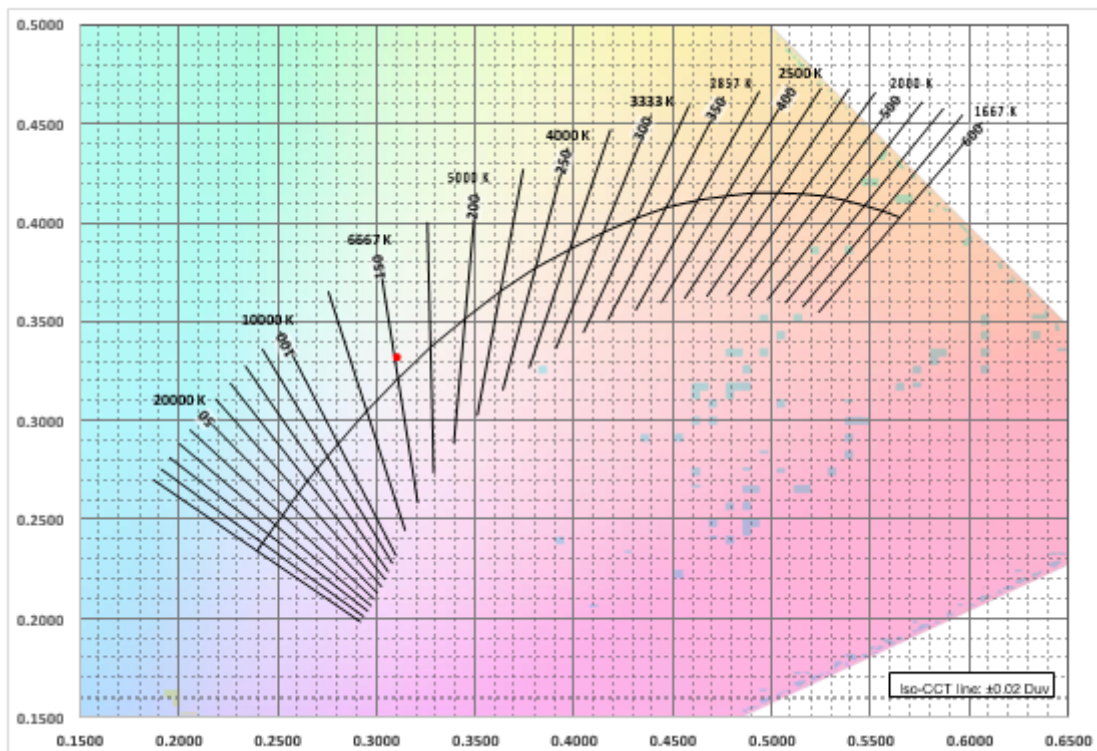
Coordenadas cromáticas		Incertidumbre expandida ⁱ	
x	y	U(x)	U(y)
0.3101	0.3325	0.0004	0.0004

CIE 1931 x,y Chromaticity Diagram

1. TEMPERATURA DE COLOR Y DISTANCIA AL CUERPO NEGRO (Duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
6614	60

Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
0.0063	0.0013


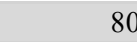


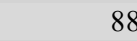
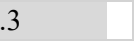

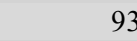
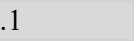

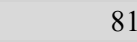
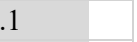

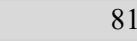
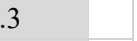

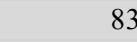
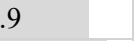

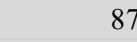


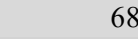



2. ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICO

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $\Delta E_{00} = 5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000K$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Iluminante de referencia: D65

Índice de reproducción cromática e incertidumbre ⁱ	
Ra (8)	
83 ± 1	

Ra1		80.1		
Ra2		88.3		
Ra3		93.1		
Ra4		81.1		
Ra5		81.3		
Ra6		83.9		
Ra7		87.9		
Ra8		68.9		

d) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

Comparativa entre los datos del etiquetado de la muestra y los calculados en el ensayo del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (E_c), según define el Reglamento Delegado (UE) No 874/2012.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A+	A+
E_c (KWh / 1000 h)	4 KW / 1000 h	3.89 KW / 1000 h
FLUJO LUMINOSO (lm)	300 lm	336.5 lm
Ángulo de apertura (°)	200 °	159.3 °
Ra	80	83
Tc (K)	6000 K	6614 K

4.3.1.15. Muestra Código de identificación: Lámpara LED207_15

a) Muestra LED207_15

Descripción: Lámpara LED direccional con electrónica integrada, marca PHILIPS.

Dimensiones aproximadas de la lámpara: 5 cm de diámetro y 5.5 cm de alto

Referencia de la muestra: CorePro LEDspot MV

b) Resultados de los ensayos fotométricos

1. Distribución angular de la intensidad luminosa (cd)

γ (°)	Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ							
	C0		C45		C90		C135	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	999	14	999	14	999	14	999	14
5	928	37	939	38	916	37	893	36
10	726	29	754	30	724	29	699	28
15	479	19	514	21	492	20	483	19
20	276	11	304	12	300	12	305	12
25	144.1	5.8	163.2	6.5	170.5	6.8	179.5	7.2
30	74.9	3.0	85.9	3.4	92.7	3.7	101.3	4.1
35	39.5	1.6	45.6	1.8	50.7	2.0	57.8	2.3
40	23.9	1.0	27.0	1.1	30.1	1.2	35.6	1.4
45	16.86	0.68	18.11	0.73	20.30	0.81	23.89	0.96
50	13.27	0.53	13.90	0.56	15.14	0.61	17.33	0.70
55	11.24	0.45	11.71	0.47	12.33	0.49	12.96	0.52
60	9.84	0.39	10.15	0.41	10.15	0.41	9.99	0.40
65	8.74	0.35	8.74	0.35	8.27	0.33	7.81	0.31
70	7.49	0.30	7.34	0.29	6.71	0.27	6.09	0.24
75	6.56	0.26	6.09	0.24	5.31	0.21	4.53	0.18
80	5.15	0.21	4.68	0.19	3.90	0.16	2.97	0.12
85	3.43	0.14	3.12	0.13	2.342	0.094	1.561	0.063
90	1.592	0.064	1.421	0.057	0.968	0.039	0.812	0.033
95	0.796	0.032	0.625	0.025	0.640	0.026	0.484	0.019
100	0.453	0.018	0.437	0.018	0.312	0.013	0.312	0.013
105	0.250	0.010	0.0937	0.0038	0.1249	0.0050	0.00	0.00
110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
115	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
145	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
165	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
175	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Intensidad luminosa (cd) e incertidumbre asociada ⁱ								
γ (°)	C180		C225		C270		C315	
	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)	I	U (I)
0	999	14	999	14	999	14	999	14
5	898	36	872	35	919	37	949	38
10	693	28	662	27	723	29	763	31
15	487	20	448	18	489	20	530	21
20	316	13	279	11	294	12	309	12
25	188.3	7.6	163.5	6.6	164.4	6.6	164.9	6.6
30	108.2	4.3	90.9	3.6	87.9	3.5	86.2	3.5
35	62.1	2.5	52.0	2.1	47.8	1.9	45.0	1.8
40	38.4	1.5	32.2	1.3	28.6	1.1	26.1	1.0
45	25.9	1.0	22.33	0.90	19.20	0.77	17.80	0.71
50	18.58	0.75	16.55	0.66	14.52	0.58	13.58	0.55
55	13.74	0.55	12.49	0.50	11.71	0.47	11.40	0.46
60	10.15	0.41	9.68	0.39	9.84	0.39	9.84	0.39
65	7.81	0.31	7.81	0.31	8.27	0.33	8.59	0.34
70	5.93	0.24	6.09	0.24	6.87	0.28	7.34	0.29
75	4.22	0.17	4.53	0.18	5.46	0.22	6.25	0.25
80	2.81	0.11	2.81	0.11	4.06	0.16	5.00	0.20
85	1.405	0.056	1.405	0.056	2.50	0.10	3.28	0.13
90	0.827	0.033	0.827	0.033	0.984	0.039	1.608	0.065
95	0.500	0.020	0.500	0.020	0.656	0.026	0.656	0.026
100	0.1874	0.0075	0.343	0.014	0.500	0.020	0.500	0.020
105	0.01561	0.00063	0.01561	0.00063	0.1717	0.0069	0.328	0.013
110	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
115	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
120	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
125	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
130	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
135	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
140	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
145	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
150	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
155	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
160	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
165	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
170	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
175	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
180	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

2. FLUJO LUMINOSO DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE EXPANDIDA ⁱ

El flujo luminoso ha sido calculado partiendo de los datos de medida de la intensidad luminosa en diferentes direcciones.

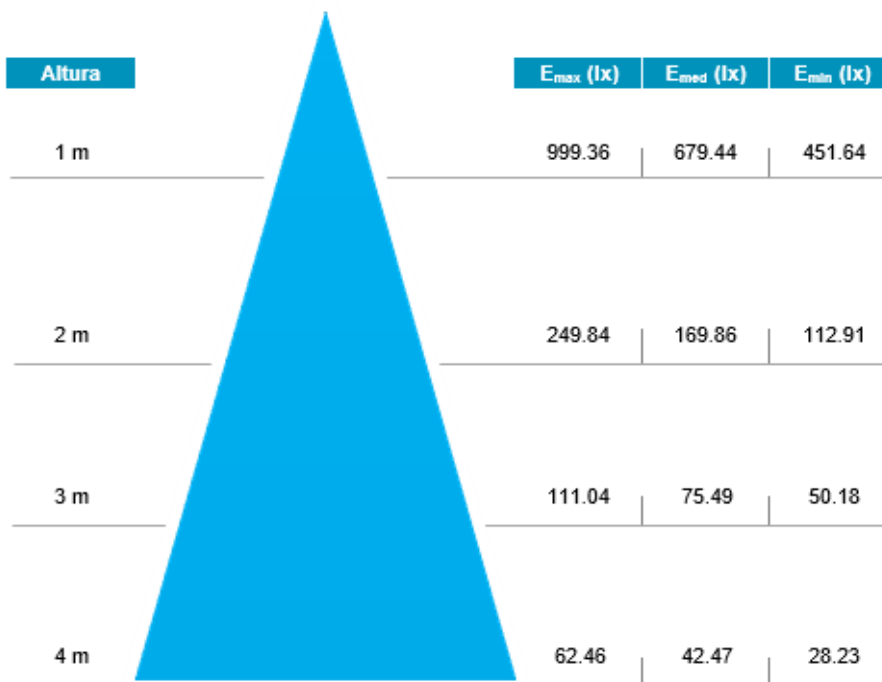
Flujo luminoso de la lámpara	(371.7 ±
-------------------------------------	----------

3. ÁNGULO DE APERTURA DEL HAZ (°)

Es el ángulo comprendido entre dos líneas imaginarias situadas en un plano que contiene al eje óptico del haz, de forma que estas líneas pasan por el centro fotométrico de la lámpara y a través de los puntos en los que la intensidad luminosa promedio es el 50% de la intensidad emitida en el eje óptico.

Ángulo de apertura	(29.6 ± 1.0)
---------------------------	--------------

A continuación, se representa el cono de iluminancias, que representa la iluminancia que llega a un plano dentro del diámetro que cubre su ángulo de apertura a diferentes distancias, se indica la iluminancia mínima, media y máxima en las áreas definidas por este ángulo.



	E _{max} (lx)	E _{med} (lx)	E _{min} (lx)	Diámetro (m)
1 m	999.36	679.44	451.64	0.53
2 m	249.84	169.86	112.91	1.06
3 m	111.04	75.49	50.18	1.58
4 m	62.46	42.47	28.23	2.11

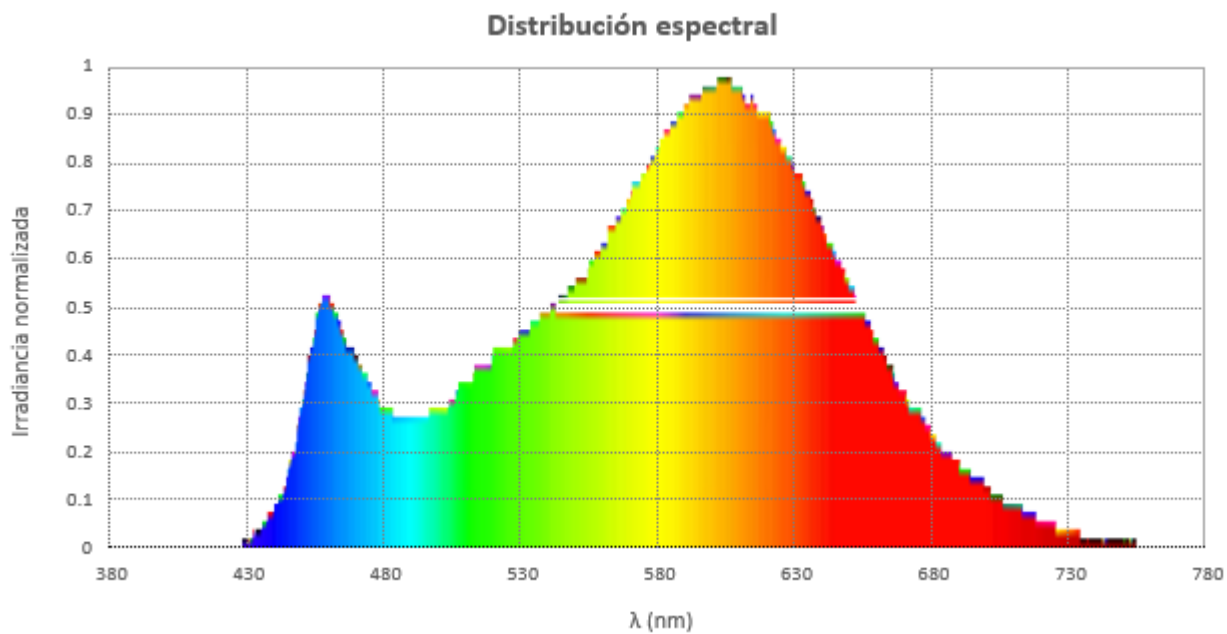
4. POTENCIA ELÉCTRICA, FACTOR DE POTENCIA, EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRES ⁱ

POTENCIA CONSUMIDA POR LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
POTENCIA (W)	INCERTIDUMBRE (W)
4.506	0.004

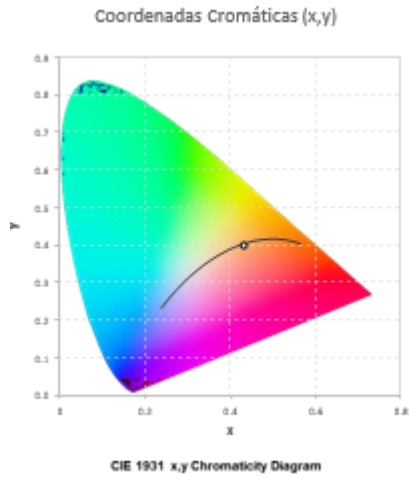
FACTOR DE POTENCIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
FP	INCERTIDUMBRE
0.456	0.010

EFICACIA DE LA LÁMPARA E INCERTIDUMBRE	
EFICACIA (lm/W)	INCERTIDUMBRE (lm/W)
82.49	0.96

c) **RESULTADOS ENSAYO CROMÁTICO**



COORDENADAS CROMÁTICAS (Observador 2° CIE)

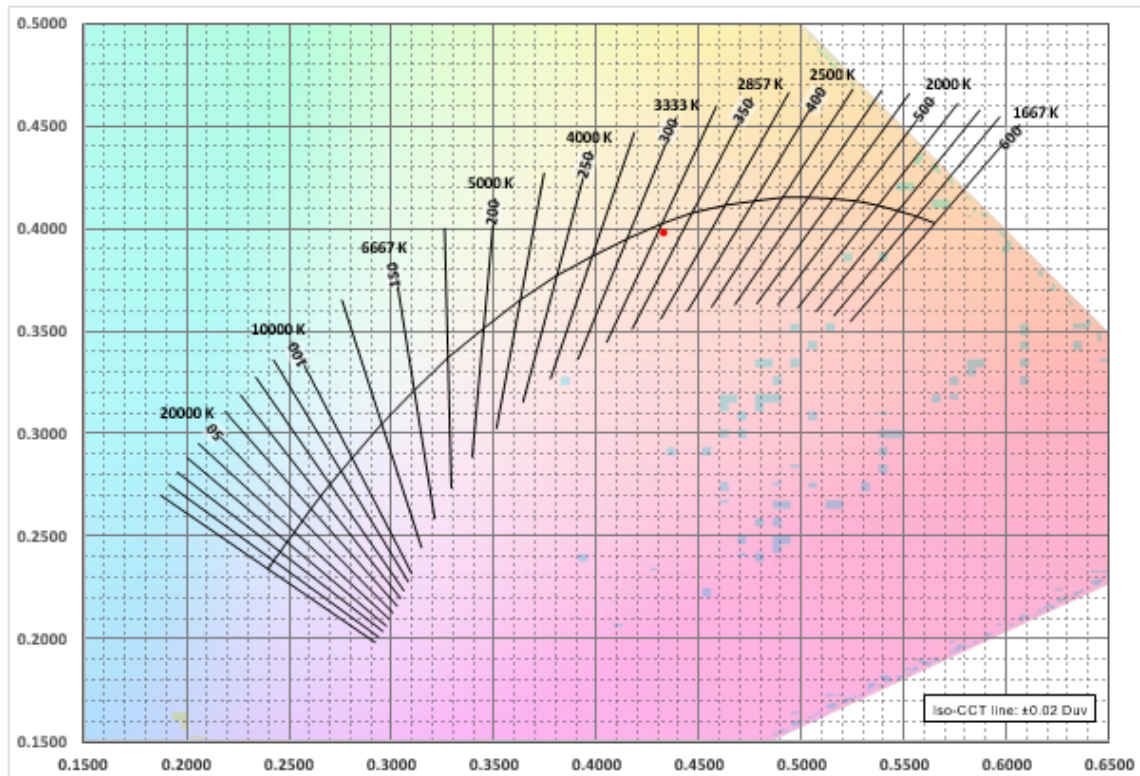


Coordenadas cromáticas		Incertidumbre expandida ⁱ	
x	y	U(x)	U(y)
0.4323	0.3987	0.0004	0.0004

1. TEMPERATURA DE COLOR Y DISTANCIA AL CUERPO NEGRO (Duv)

Temperatura de color (K)	Incertidumbre expandida (K) ⁱ
3023	22

Duv	Incertidumbre expandida ⁱ
- 0.0016	0.0006



2. ÍNDICE DE REPRODUCCIÓN CROMÁTICO

Para el cálculo del IRC se compara el espectro de la fuente con el espectro de un iluminante de referencia, de tal forma que la diferencia de color entre el iluminante de referencia y el iluminante a evaluar sea menor de la tolerancia establecida por la CIE $\Delta E_{00} = 5.4 \cdot 10^{-3}$. En el caso de que no se alcance un valor inferior a este, se compara con la fuente de referencia que minimice esta diferencia de color. Siendo $T < 5000\text{K}$, las fuentes de referencia deben ser cuerpos negros.

Iluminante de referencia: Planckian radiator 3023 K

Índice de reproducción cromático e incertidumbre ⁱ	
Ra (8)	
82 ± 1	

Ra1		82.2	
Ra2		94.9	
Ra3		90.8	
Ra4		77.8	
Ra5		82.7	
Ra6		93.6	
Ra7		79.3	
Ra8		57.6	

d) Análisis del etiquetado energético según Reglamento Delegado (UE) No 874/2012

A continuación, se muestran los datos calculados del índice de eficiencia energética (IEE) y el consumo de energía ponderado (E_c), según define el REGLAMENTO DELEGADO (UE) No 874/2012 DE LA COMISIÓN de 12 de julio de 2012 por el que se complementa la Directiva 2010/30/UE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo al etiquetado energético de las lámparas eléctricas y las luminarias.

Se muestran los datos que aparecen en el etiquetado del producto y los resultantes de los ensayos descritos en este informe.

	DATOS ETIQUETADO	DATOS CALCULADOS
IEE	A+	A++
E_c (KWh / 1000 h)	5 KW / 1000 h	4.51 KW / 1000 h
FLUJO LUMINOSO (lm)	345 lm	371.7 lm
Ángulo de apertura (°)	36 °	29.6 °
Tc (K)	3000 K	3023 K

4.3.2. Estudio y comparativa del etiquetado de productos Led: Mercado CE y eficiencia energética

4.3.2.1 Muestra Código de identificación: Lámpara LED176_01

- a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca, modelo y referencia o código del producto.
- Aparece nombre, dirección y NIF del distribuidor. Aparece el lugar de procedencia Fabricado en China.
- No aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).
- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.
- Aparece el flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.
- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.
- Si aparece el ángulo del haz luminoso nominal en grados.
- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.
- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.
- Consta de marcado CE.
- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).
- Lleva impreso el símbolo de recogida selectiva.
- No incorpora instrucciones de instalación, funcionamiento y manejo.
- Si aparece símbolo número de ciclos de conmutación.
- Aparece símbolo de no regulación de intensidad.
- No hay referencia a la garantía del producto.
- No aparece indicación de que la lámpara no contiene mercurio (HG).

- La información aparece mediante dibujos y muy poco texto que está en castellano. El tamaño de los caracteres es adecuado para la lectura.

- No lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.1 2

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están en otro lugar del embalaje.

El diseño de la etiqueta es conforme a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3, etiqueta monocromática que incluye en su interior el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 68 mm de alto.

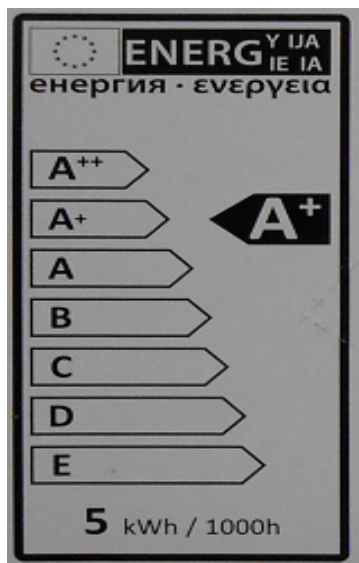
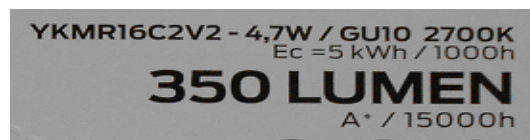
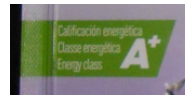
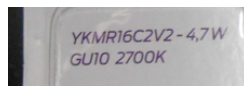
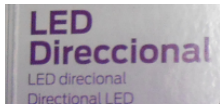
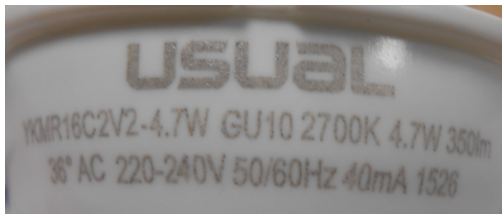
El diseño es conforme a la letra d) del punto 4) del Anexo I.

La etiqueta no se ha reducido de tamaño siendo de 36 mm de ancho y 75 mm de altura.

Destacamos que la etiqueta no tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco.

c) Pictogramas del envase





4.3.2.2 Muestra Código de identificación: Lampara LED177_02

- a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca, modelo y referencia o código del producto.
- Aparece nombre, dirección y CIF del distribuidor. Aparece el lugar de procedencia (Fabricado en China). También se incluye página web.
- No aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).
- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.
- Aparece el flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.
- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.
- Si aparece el ángulo del haz luminoso nominal en grados.
- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.
- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.
- Consta de marcado CE.
- No aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).
- Lleva impreso el símbolo de recogida selectiva.
- No incorpora instrucciones de instalación, funcionamiento y manejo en castellano.
- No aparece símbolo número de ciclos de conmutación.
- Aparece símbolo de no regulación de intensidad.
- No hay referencia a la garantía del producto.
- No aparece indicación de que la lámpara no contiene mercurio (HG).
- La información aparece mediante dibujos y muy poco texto que está en castellano. El tamaño de los caracteres es adecuado para la lectura.
- No lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.1 2

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto debería ser conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están en otro lugar del embalaje.

El diseño de la etiqueta no es conforme a ninguna de las ilustraciones del Anexo I punto 3. El diseño de esta es totalmente diferente.

No se ajusta al diseño especificado en el Anexo I punto 4) letra a), es una etiqueta monocromática, el tamaño

se ha reducido en una proporción no autorizada, es decir más del 40% en altura respecto a la dimensión normal, es decir la reducción no debe superior a 40.8 mm. La medida de la etiqueta reducida es de 32 mm por lo que no se ajusta a las medidas. La reducción del tamaño de dicha etiqueta es posible al ocupar la misma y su reborde más del 50% de la superficie de la cara más grande

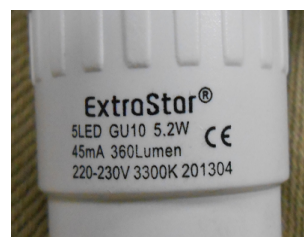
No se ajusta al diseño especificado en el Anexo I punto 4) letra d). La etiqueta no se ajusta a los puntos siguientes:

- 1- Reborde no redondeado.
- 2- Logotipo UE no conforme.
- 3- Logotipo de energía- No conforme.
- 4- La escala no es conforme.

7- No especifica el consumo de energía ponderado ni dentro ni fuera de la etiqueta.

Destacamos que la etiqueta no tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco.

c) Pictogramas





4.3.2.3 Muestra Código de identificación: Lámpara LED188_10

- a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca, modelo y referencia o código del producto.
- Aparece nombre y dirección del fabricante. Aparece el lugar de procedencia (Made in P.R.C.). También se incluye página web.
- Si aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).
- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.
- Aparece el flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.
- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.
- No aparece el ángulo del haz luminoso nominal en grados.
- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.
- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.

- Consta de marcado CE.
- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).
- Lleva impreso el símbolo de recogida selectiva.
- No incorpora instrucciones de instalación, funcionamiento y manejo en castellano.
- Si aparece símbolo número de ciclos de conmutación.
- Aparece texto en castellano de no regulación de intensidad.
- No hay referencia a la garantía del producto.
- Si aparece indicación de que la lámpara no contiene mercurio (HG).
- La información aparece mediante dibujos y muy poco texto que no está en castellano. El tamaño de los caracteres es adecuado para la lectura.
- No lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.1 2

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están en otro lugar del embalaje.

El diseño de la etiqueta es conforme a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3, etiqueta multicromática que incluye en su interior el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 68 mm de alto.

Según el punto 4 del Anexo I letra a) el tamaño de la etiqueta se ha reducido en una proporción no autorizada, es decir más del 40% en altura respecto a la dimensión normal, es decir la reducción no debe superior a 40.8 mm. La medida de la etiqueta reducida es de 39 mm por lo que no se ajusta a las medidas. La reducción del tamaño de dicha etiqueta es posible al ocupar la misma y su reborde más del 50% de la superficie de la cara más grande.

Se ajusta al diseño especificado en el Anexo I punto 4) letra d).

Destacamos que la etiqueta no tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco.

c) Pictogramas



4.3.2.4 Muestra Código de identificación: Lampara LED189_11

a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca, modelo y referencia o código del producto.
- Aparece nombre y dirección del importador. Aparece el lugar de procedencia (Made in PRC). También se incluye página web del importador.
- No aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).
- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.
- Aparece el flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.
- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.
- Aparece escrito el ángulo del haz luminoso nominal en grados.
- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.
- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.
- Consta de marcado CE.
- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).
- Lleva impreso el símbolo de recogida selectiva.
- No incorpora instrucciones de instalación, funcionamiento y manejo en castellano.
- Si aparece símbolo número de ciclos de conmutación.
- Aparece texto en castellano de no regulación de intensidad.
- No hay referencia a la garantía del producto.
- No aparece indicación de que la lámpara no contiene mercurio (HG).
- La información aparece mediante dibujos y texto parte del cual está en castellano. El tamaño de los caracteres es adecuado para la lectura.
- Lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.1 2

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están en otro lugar del embalaje.

El diseño de la etiqueta es conforme a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3, etiqueta multicromática que incluye en su interior el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 68 mm de alto.

Según el punto 4 del Anexo I letra a) el tamaño de la etiqueta se ha reducido en una proporción no autorizada, es decir más del 40% en altura respecto a la dimensión normal, es decir la reducción no debe superior a 40.8 mm. La medida de la etiqueta reducida es de 32 mm por lo que no se ajusta a las medidas. La reducción del tamaño de dicha etiqueta es posible al ocupar la misma y su reborde más del 50% de la superficie de la cara más grande.

Se ajusta al diseño especificado en el Anexo I punto 4) letra d).

Destacamos que la etiqueta no tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco.

c) Pictogramas





4.3.2.5 Muestra Código de identificación: Lampara LED178_03

- a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca, modelo y referencia del producto.
- Aparece nombre, dirección y CIF del importador. Aparece el lugar de procedencia (Made in PRC). También se incluye página web del importador.
- Aparece el nivel de tensión.
- Aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).
- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.
- Aparece el flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.
- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.
- Aparece escrito el ángulo del haz luminoso nominal en grados.
- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.

- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.
- Consta de marcado CE.
- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).
- Lleva impreso el símbolo de recogida selectiva.
- No incorpora instrucciones de instalación, funcionamiento y manejo en castellano.
- Si aparece símbolo número de ciclos de conmutación.
- No aparece símbolo y escritura de regulación de intensidad.
- No hay referencia a la garantía del producto.
- Aparece indicación de que la lámpara no contiene mercurio (HG).
- La información aparece mediante dibujos y texto traducido al castellano. El tamaño de los caracteres es adecuado para la lectura. Se acompaña a cada símbolo el texto explicativo en castellano.
- Lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.^{1 2}

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I) y II) del punto 2) están en otro lugar del embalaje.

El diseño de la etiqueta es conforme a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3, etiqueta multicromática que incluye en su interior el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 68 mm de alto.

Según el punto 4 del Anexo I letra a) el tamaño de la etiqueta se ha reducido en la proporción autorizada, es decir menos del 40% en altura respecto a la dimensión normal, es decir reducción no superior a 40.8 mm, la reducción del tamaño de dicha etiqueta es posible al ocupar la misma y su reborde más del 50% de la superficie de la cara más grande.

Destacamos que la etiqueta no tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco. La medida de la etiqueta reducida incluyendo el consumo de energía ponderado es de 42 mm por lo que se ajusta a las medidas.

Se ajusta al diseño especificado en el Anexo I punto 4) letra d).

c) Pictogramas



4.3.2.6 Muestra Código de identificación: Lampara LED179_04

a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca, modelo y referencia del producto.
- Aparece nombre y dirección del fabricante. También aparece el nombre y la dirección del distribuidor y la página web. Aparece el lugar de procedencia (Made in China).
- Aparece el nivel de tensión.
- No aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).
- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.
- Aparece el flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.
- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.
- Aparece escrito el ángulo del haz luminoso nominal en grados.
- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.
- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.
- Consta de marcado CE.
- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).
- Lleva impreso el símbolo de recogida selectiva.
- No incorpora instrucciones de instalación, funcionamiento y manejo en castellano.
- Si aparece símbolo número de ciclos de conmutación.
- Aparece símbolo de no regulación de intensidad.
- No hay referencia a la garantía del producto.
- No aparece indicación de que la lámpara no contiene mercurio (HG).
- La información aparece mediante dibujos en su mayoría y muy poco texto que no está en castellano. El tamaño de los caracteres es adecuado para la lectura.
- No lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.1 2

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están en otro lugar del embalaje.

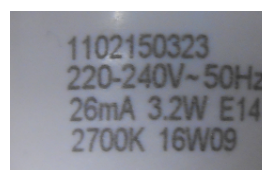
El diseño de la etiqueta es conforme a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3, etiqueta multicromática que incluye en su interior el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 68 mm de alto.

Según el punto 4 del Anexo I letra a) el tamaño de la etiqueta se ha reducido en la proporción autorizada, es decir menos del 40% en altura respecto a la dimensión normal, es decir mayor a 40.8 mm, la reducción del tamaño de dicha etiqueta es posible al ocupar la misma y su reborde más del 50% de la superficie de la cara más grande.

Destacamos que la etiqueta tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco. La medida de la etiqueta reducida incluyendo las medidas del reborde es de 64 mm por lo que se ajusta a las medidas, sin embargo, las proporciones de las letras y dibujos no se ajustan a la letra d) del punto 4) del anexo I y también se ha incluido texto en la parte inferior del reborde.

La etiqueta tiene reborde blanco y el fondo es blanco.

c) Pictogramas





4.3.2.7 Muestra Código de identificación: Lampara LED180_05

- a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca y modelo del producto. Es la única lámpara LED en la que se hace referencia al Reglamento UE (EC) 1194/2012 relativo a los requisitos de diseño ecológico aplicables a lámparas LED. En su artículo 3.1.2 aparece la información que debe figurar en el embalaje.

- Aparece nombre y dirección del fabricante. Aparece el lugar de procedencia (Fabricado en China). También se incluye página web del distribuidor y dirección atención al cliente.

- Aparece el nivel de tensión.

- Aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).

- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.

- Aparece el flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes, en caracteres al menos dos veces mayores que los utilizados en cualquier indicación de la potencia nominal.

- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.

- No aparece el ángulo del haz luminoso nominal en grados.

- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.

- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.

- Consta de marcado CE.

- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).

- Lleva impreso el símbolo de recogida selectiva.

- Aparecen incorpora instrucciones de uso y manejo en castellano.

- Si aparece símbolo número de ciclos de conmutación.

- Aparece símbolo de regulación de intensidad.

- Hay referencia a la garantía del producto en castellano.

- Si aparece indicación de que la lámpara no contiene mercurio (HG).

- La información aparece mediante dibujos en su mayoría y muy poco texto que no está en castellano, únicamente la garantía. El tamaño de los caracteres es adecuado para la lectura.

- No lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.1 2

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están en otro lugar del embalaje.

El diseño de la etiqueta es conforme a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3, etiqueta monocromática que incluye en su interior el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 68 mm de alto.

Según el punto 4 del Anexo I el tamaño de la etiqueta se ha reducido en una proporción adecuada conforme a la autorizada, es decir menos del 40% (reducción de

tamaño no superior a 40,8 mm) en altura respecto a la dimensión normal, mide 65 mm, la reducción del tamaño de dicha etiqueta es posible al ocupar la misma y su reborde más del 50% de la superficie de la cara más grande.

El diseño es conforme a la letra d) del punto 4) del Anexo I.

Destacamos que la etiqueta no tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco.

c) Pictogramas



4.3.2.8 Muestra Código de identificación: Lampara LED184_06

- a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca, modelo y referencia del producto.
- Aparece nombre, dirección y CIF del importador. Aparece el lugar de procedencia (Made in PRC). También se incluye página web del importador.
- Aparece el nivel de tensión.
- Aparece la potencia nominal individual de cada LED.
- Aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).
- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.
- Aparece el flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.
- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.
- Aparece escrito el ángulo del haz luminoso nominal en grados.
- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.
- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.
- Consta de marcado CE.
- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).
- Lleva impreso el símbolo de recogida selectiva.
- No incorpora instrucciones de instalación, funcionamiento y manejo en castellano.
- Si aparece símbolo número de ciclos de conmutación.
- Aparece símbolo y escritura de no regulación de intensidad.
- No hay referencia a la garantía del producto.
- Aparece indicación de que la lámpara no contiene mercurio (HG).

- La información aparece mediante dibujos en su mayoría y muy poco texto y aparece en castellano. Se incluye tabla de símbolos con los valores lo que podría facilitar la comprensión. El tamaño de los caracteres es adecuado para la lectura.

- Lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.^{1 2}

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están en otro lugar del embalaje.

El diseño de la etiqueta es conforme a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3, etiqueta multicromática que incluye en su interior el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 68 mm de alto.

Según el punto 4 del Anexo I el tamaño de la etiqueta se ha reducido en la proporción autorizada, es decir menos del 40% en altura respecto a la dimensión normal, la reducción del tamaño de dicha etiqueta es posible al ocupar la misma y su reborde más del 50% de la superficie de la cara más grande.

El diseño es conforme a la letra d) del punto 4) del Anexo I.

Destacamos que la etiqueta tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco. La medida de la etiqueta reducida incluyendo las medidas del reborde es de 45.2 mm por lo que se ajusta a las medidas.

c) Pictogramas



4.3.2.9 Muestra Código de identificación: Lampara LED185_07

a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca y modelo del producto.

- Aparece nombre, dirección y CIF del distribuidor responsable. Aparece el lugar de procedencia (Fabricado en China). También se incluye página web del distribuidor.
- Aparece el nivel de tensión.
- Aparece la potencia nominal individual de cada LED.
- Aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).
- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.
- Aparece el flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.
- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.
- Aparece escrito el ángulo del haz luminoso nominal en grados.
- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.
- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.
- Consta de marcado CE.
- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).
- Lleva impreso el símbolo de recogida selectiva.
- Incorpora instrucciones de uso y manejo en castellano.
- Si aparece símbolo número de ciclos de conmutación.
- Aparece símbolo de regulación de intensidad tachado.
- No hay referencia a la garantía del producto.
- Si aparece indicación de que la lámpara no contiene mercurio (HG).
- La información aparece mediante dibujos en su mayoría y muy poco texto, aparece en castellano. El tamaño de los caracteres no es adecuado para la lectura.
- Lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.1 2

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están en otro lugar del embalaje.

El diseño de la etiqueta es conforme a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3, etiqueta monocromática que incluye en su interior el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 68 mm de alto.

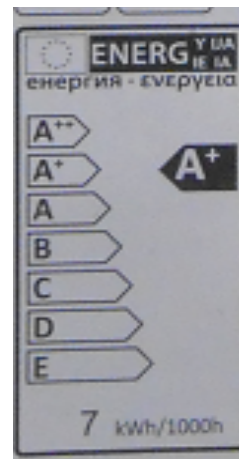
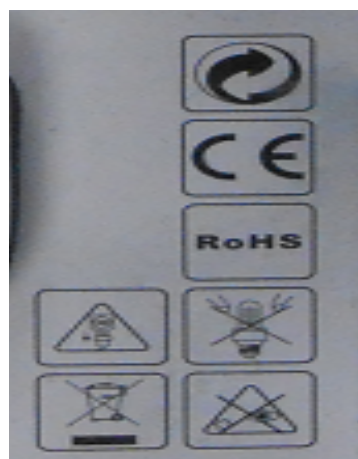
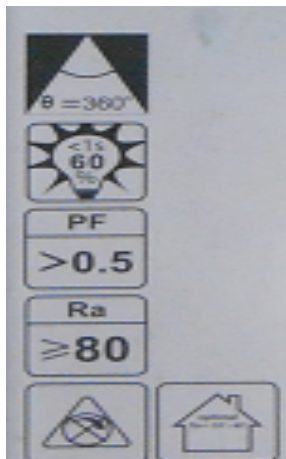
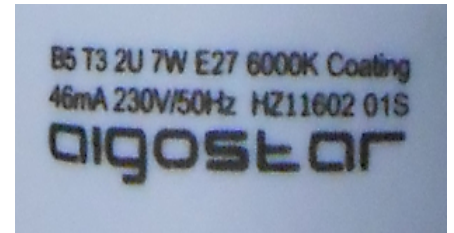
Según el punto 4 del Anexo I el tamaño de la etiqueta se ha reducido en una proporción superior a la autorizada, más del 40% (mayor a 40.8 mm) en altura respecto a la dimensión normal y es de 38 mm. La etiqueta no ocuparía más del 50% de la superficie de la cara más grande.

Si consideramos que el embalaje es demasiado pequeño como para albergar la etiqueta reducida, una etiqueta de 36 mm de ancho y de 75 mm de alto deberá ir adherida a la lámpara o embalaje, no constando dicha etiqueta ni en la lámpara ni en el embalaje.

El diseño es conforme a la letra d) del punto 4) del Anexo I.

Destacamos que la etiqueta no tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco.

c) Pictogramas



4.3.2.10 Muestra Código de identificación: Lampara LED186_08

- a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca, modelo del producto y referencia.
- Aparece nombre del fabricante y pagina web, no se incluye dirección ni más datos. No consta el lugar de procedencia.
- Aparece el nivel de tensión.

- Aparece la potencia nominal individual de cada LED.
- Aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).
- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.
- Aparece el flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.
- No aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.
- Aparece escrito el ángulo del haz luminoso nominal en grados.
- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.
- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.
- Consta de marcado CE.
- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).
- Si lleva impreso el símbolo de recogida selectiva.
- No incorpora instrucciones de instalación y manejo en castellano.
- No aparece símbolo número de ciclos de conmutación.
- Aparece símbolo de regulación de intensidad tachado.
- No hay referencia a la garantía del producto.
- Si aparece indicación de que la lámpara no contiene mercurio (HG).
- La información aparece mediante dibujos, el poco texto impreso no está en castellano. El tamaño de los caracteres es adecuado para la lectura.
- No lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.1 2

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

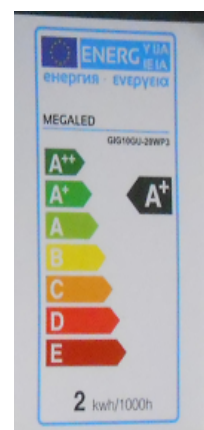
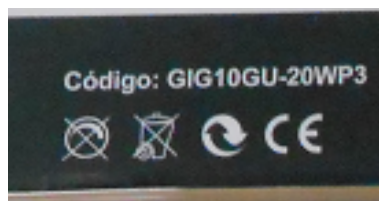
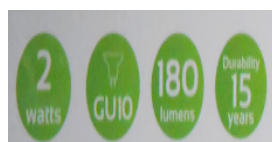
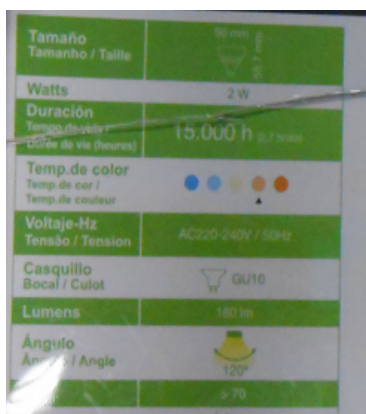
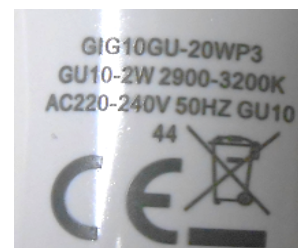
- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 4), la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están incluidos en la etiqueta.

El diseño de la etiqueta es conforme a las ilustraciones del Anexo I punto 4, etiqueta multicromática que incluye en su interior el consumo de energía ponderado, nombre o marca comercial del proveedor, identificador del modelo del proveedor y el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 75 mm de alto.

Según el punto 4 del Anexo I el tamaño de la etiqueta se ha reducido en la proporción autorizada, es decir menos del 40% en altura respecto a la dimensión normal, la reducción del tamaño de dicha etiqueta es posible al ocupar la misma y su reborde más del 50% de la superficie de la cara más grande.

Destacamos que la etiqueta no tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco. La medida de la etiqueta reducida es de 53 mm por lo que se ajusta a las medidas.

c) Pictogramas



4.3.2.11 Muestra Código de

identificación: Lampara LED187_09

a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca y modelo del producto.
- Aparece nombre y dirección del fabricante. Aparece el lugar de procedencia. Aparece el lugar de procedencia (Made in China). También se incluye página web del distribuidor y referencia al servicio de atención al cliente.
- Aparece el nivel de tensión.
- No aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).
- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.
- Aparece el flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.
- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.
- Aparece escrito el ángulo del haz luminoso nominal en grados.
- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.
- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.
- Consta de marcado CE.
- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).
- Lleva impreso el símbolo de recogida selectiva.
- No incorpora instrucciones de instalación y manejo en castellano.
- Si aparece símbolo número de ciclos de conmutación.
- Aparece símbolo de regulación de intensidad tachado.
- No hay referencia a la garantía del producto.
- No aparece indicación de si la lámpara contiene mercurio (HG).
- La información aparece mediante dibujos, el poco texto impreso no está en castellano. El tamaño de los caracteres es adecuado para la lectura.
- No lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.1 2

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están en otro lugar del embalaje.

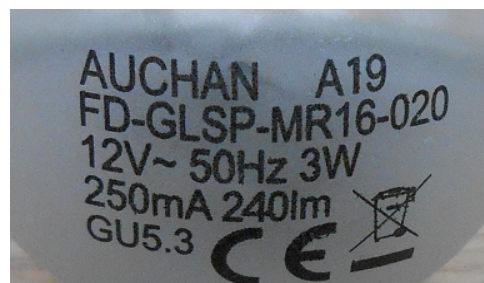
El diseño de la etiqueta es conforme a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3, etiqueta monocromática que incluye en su interior el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 68 mm de alto.

Según el punto 4 del Anexo I el tamaño de la etiqueta se ha reducido en la proporción autorizada, es decir menos del 40% en altura respecto a la dimensión normal, la reducción del tamaño de dicha etiqueta es posible al ocupar la misma y su reborde más del 50% de la superficie de la cara más grande.

El diseño es conforme a la letra d) del punto 4) del Anexo I.

Destacamos que la etiqueta tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco. La medida de la etiqueta reducida incluyendo las medidas del reborde es de 46 mm por lo que se ajusta a las medidas.

c) Pictogramas





4.3.2.12 Muestra Código de identificación: Lampara LED204_12

a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca, modelo y referencia del producto.
- Aparece el nombre, dirección y CIF del distribuidor responsable, constando el lugar de procedencia (Made in P.R.C.). También se incluye página web del distribuidor y teléfono.
- Aparece el nivel de tensión.
- Aparece la potencia nominal individual de cada LED.
- No aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).
- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.
- Aparece al flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.
- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.
- Aparece dibujo del ángulo del haz luminoso nominal en grados.
- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.
- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.
- Consta de marcado CE.

- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).

- Aparece el impreso el símbolo de recogida selectiva.

- Incorpora descripción de materiales del producto y de manejo.

- Si aparece símbolo número de ciclos de conmutación.

- Aparece símbolo de regulación de intensidad tachado.

- No hay referencia a la garantía del producto.

- Aparece indicación de que la lámpara no contiene mercurio (HG).

- La información aparece mediante dibujos y texto estando este en su totalidad en castellano. El tamaño de los caracteres no es adecuado para la lectura. Hay dificultad para la lectura y comprensión.

- Lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.1 2 3lano.

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están en otro lugar del embalaje. . El diseño de la etiqueta es conforme a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3.

El diseño de la etiqueta se debería ajustar a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3, etiqueta multicromática que incluye en su interior el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 68 mm de alto.

Según el punto 4 del Anexo I el tamaño de la etiqueta se ha reducido en una proporción superior a la autorizada (más del 40% en altura respecto a la dimensión normal es de 22 mm). La etiqueta no ocuparía más del 50% de la superficie de la cara más grande.

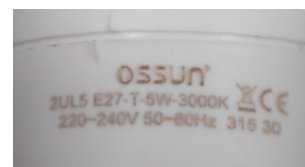
Si consideramos que el embalaje es demasiado pequeño como para albergar la etiqueta reducida, una etiqueta de 36 mm de ancho y de 75 mm de alto deberá ir

adherida a la lámpara o embalaje, no constando dicha etiqueta ni en la lámpara ni en el embalaje.

El diseño es conforme a la letra d) del punto 4) del Anexo I.

Destacamos que la etiqueta no tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco.

c) Pictogramas



4.3.2.13 Muestra Código de identificación: LED205_13

a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca, modelo y referencia del producto.
- Aparece nombre, dirección y CIF del distribuidor responsable. Aparece el lugar de procedencia (Fabricado en P.R.C.). También se incluye página web del distribuidor.
- Aparece la potencia nominal individual de cada LED.
- Aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).

- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.
- Aparece el flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.
- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.
- Aparece escrito el ángulo del haz luminoso nominal en grados.
- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.
- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.
- Consta de marcado CE.
- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).
- Lleva impreso el símbolo de recogida selectiva.
- Incorpora instrucciones de instalación y manejo en castellano.
- No aparece símbolo número de ciclos de conmutación.
- Aparece símbolo de regulación de intensidad tachado.
- No hay referencia a la garantía del producto.
- No aparece indicación de si la lámpara contiene mercurio (HG).
- La información aparece mediante dibujos y texto estando este en su totalidad en castellano. El tamaño de los caracteres es adecuado para la lectura.
- Lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.^{1 2}

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están en otro lugar del embalaje.

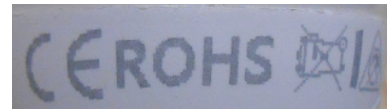
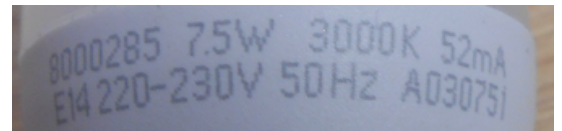
El diseño de la etiqueta es conforme a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3, etiqueta multicromática que incluye en su interior el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 68 mm de alto.

Según el punto 4 del Anexo I el tamaño de la etiqueta se ha reducido en la proporción autorizada, es decir menos del 40% en altura respecto a la dimensión normal, la reducción del tamaño de dicha etiqueta es posible al ocupar la misma y su reborde más del 50% de la superficie de la cara más grande.

El diseño es conforme a la letra d) del punto 4) del Anexo I.

Destacamos que la etiqueta tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco. La medida de la etiqueta reducida incluyendo las medidas del reborde es de 43 mm por lo que se ajusta a las medidas.

c) Pictogramas



4.3.2.14 Muestra Código de identificación: LED206_14

a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece la marca, modelo y referencia del producto.

- Aparece el nombre, dirección y CIF del distribuidor responsable, constanding el lugar de procedencia (Made in P.R.C.). También se incluye página web del distribuidor.

- Aparece la potencia nominal individual de cada LED.

- No aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).

- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.

- Flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.

- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.

- Aparece dibujo del ángulo del haz luminoso nominal en grados.

- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.

- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.

- Consta de marcado CE.

- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).

- Aparece el impreso el símbolo de recogida selectiva.

- No incorpora instrucciones de instalación, manejo y funcionamiento

- Si aparece símbolo número de ciclos de conmutación.

- Aparece símbolo de regulación de intensidad tachado.

- No hay referencia a la garantía del producto.

- No aparece indicación de si la lámpara contiene mercurio (HG).

- La información aparece en su mayor parte mediante dibujos y el texto en su totalidad está en castellano.

- Lleva impreso el pictograma ROHS. Relativo a la Restricción de ciertas Sustancias Peligrosas en aparatos eléctricos y electrónicos, adoptada en febrero de 2003 por la Unión Europea.1 2 3lano.

a) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están en otro lugar del embalaje. El diseño de la etiqueta es conforme a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3.

El diseño de la etiqueta se debería ajustar a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3, etiqueta multicromática que incluye en su interior el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 68 mm de alto.

Según el punto 4 del Anexo I el tamaño de la etiqueta se ha reducido en la proporción autorizada, es decir menos del 40% en altura respecto a la dimensión normal, la etiqueta mide 44 mm, la reducción del tamaño de dicha etiqueta es posible al ocupar la misma y su reborde más del 50% de la superficie de la cara más grande. Aunque en dicho tamaño reducido autorizado se ha incluido una información que no se corresponde con ninguno de los diseños recogidos en el Anexo I) punto 3. Si se elimina dicha información en el recuadro inferior el tamaño se habría reducido menos del 40% en altura sería de 36 mm.

El diseño es conforme a la letra d) del punto 4) del Anexo I.

Destacamos que la etiqueta no tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta no es blanco.

b) Pictogramas



4.3.2.15 Muestra Código de identificación: LED207_15

- a) Información al consumidor conforme al Reglamento 874/2012 Y RD 1468/1988.

A continuación, se detalla la información escrita, impresa o gráfica contenida en el etiquetado y embalaje que haya de ser expuesta de forma visible para el usuario final:

- Aparece el nombre y dirección del fabricante y distribuidor responsable, constando el lugar de procedencia. También aparece el número de proveedor. Se incluye página web y teléfono. Referencia al servicio de atención al cliente.

- Aparece el nivel de tensión.

- Aparece la potencia nominal individual de cada LED.

- No aparece el Índice de reproducción cromática (IRC) o rendimiento de color (RA).

- Aparece la temperatura de color expresada como valor en grados Kelvin.

- Flujo luminoso útil nominal indicado en lúmenes.

- Aparece el tiempo de encendido / calentamiento hasta el 60 % del flujo luminoso total.

- Aparece dibujo del ángulo del haz luminoso nominal en grados.

- Aparece la duración de la vida de la lámpara en horas.

- Aparece la equivalencia en vatios comparada con una lámpara incandescente.

- Consta de marcado CE.

- Si aparece un gráfico con las dimensiones de la lámpara en milímetros (longitud y diámetro máximo).

- No lleva impreso el símbolo de recogida selectiva.

- No incorpora instrucciones de instalación, manejo y funcionamiento

- Si aparece símbolo número de ciclos de conmutación.

- Aparece símbolo de regulación de intensidad tachado.

- Aparece especificada la garantía del producto.

- No aparece indicación de si la lámpara contiene mercurio (HG).

- La información aparece en su mayor parte mediante dibujos y la mayor parte del texto no está en castellano.

b) Etiqueta de eficiencia energética conforma al Anexo I Reglamento 874/2012

- La etiqueta energética que aparece en el embalaje del producto es conforme al Anexo I punto 3, la etiqueta está impresa en el embalaje y la información detallada en los incisos I), II) y IV) del punto 2) están en otro lugar del embalaje.

El diseño de la etiqueta es conforme a una de las ilustraciones del Anexo I punto 3, etiqueta multicromática que no incluye en su interior el consumo de energía ponderado, debe tener una medida de 36 mm de ancho y 62 mm de alto.

Según el punto 4 del Anexo I el tamaño de la etiqueta se ha reducido en la proporción autorizada, es decir menos del 40% en altura respecto a la dimensión normal, la reducción del tamaño de dicha etiqueta es posible al ocupar la misma y su reborde más del 50% de la superficie de la cara más grande, el tamaño es de 47 mm.

El diseño es conforme a la letra d) del punto 4) del Anexo I.

Destacamos que la etiqueta no tiene el reborde blanco y el fondo de la etiqueta es blanco.

c) Pictogramas



4.4. CONCLUSIONES DE LOS ENSAYOS FOTOMETRICOS Y COLORIMETRICOS

-Comparativa entre Parámetros mostrados en los embalajes y los que la norma exige

Se puede observar en los embalajes de los LED seleccionados, que si bien hay ciertos parámetros que muestran todos los fabricantes, otros parámetros y valores dependiendo del fabricante no se muestran.

De hecho, la media de parámetros mostrados en los embalajes de las 15 lámparas analizadas es de 5,4.

Si se analiza el detalle por cada una de las marcas analizadas, éstos serían los resultados:

MARCA	Nº
CRISTALRECORD	7
AIGOSTAR	6
MEGALED	6
OSSUN	6
HOMEPLUS	6
RTS	6
USUAL	5
ExtraStar	5
TOSHIBA	5
LightED	5
Diluxe	5
Diall	5
OSRAM	5
PHILIPS	5
AUCHAN	4
TOTAL.....	81



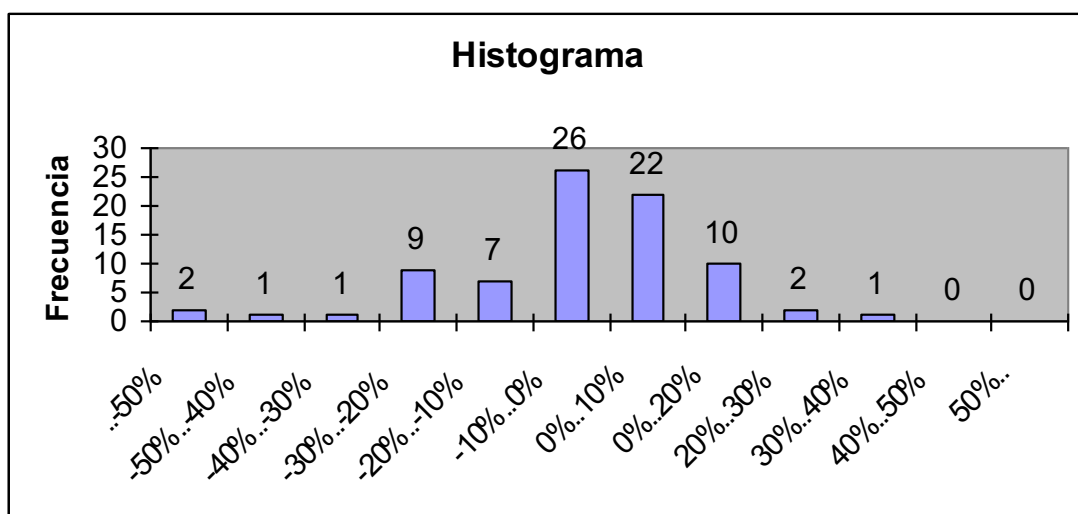
Se observa por tanto que los resultados son bastante homogéneos.

4.4.1. Análisis de la Conformidad de los Parámetros Mostrados

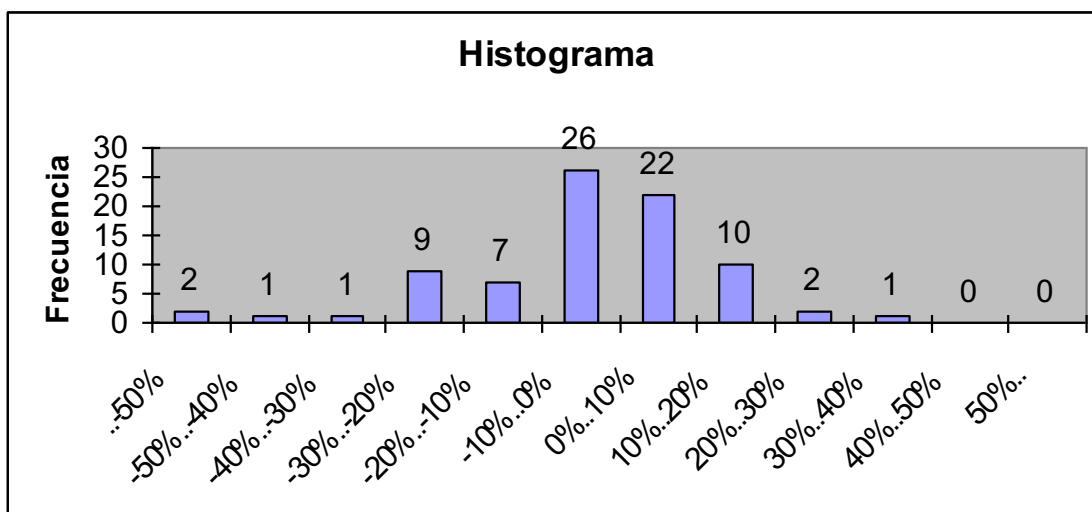
Para analizar la conformidad de los parámetros medidos se han comparado los valores de los parámetros mostrados en los embalajes de las muestras objeto de ensayo y los valores obtenidos en las mediciones y cálculos de dichos parámetros.

En el análisis de la conformidad se ha tenido en cuenta el procedimiento de verificación a efectos de vigilancia de mercado que se establece en el Reglamento 1194/2012 de la Comisión, en el que se establece un tamaño de la muestra a medir y unas tolerancias de verificación para cada parámetro, teniendo en cuenta que se refiere únicamente a la verificación de los parámetros medidos por parte de las autoridades del Estados miembros y que en ningún caso pueden ser utilizados por los fabricantes, Importadores o representantes autorizados como tolerancias permitidas para establecer los valores en la documentación ni para lograr la conformidad

En lo que se refiere a la validez de los parámetros mostrados en los envoltorios, las diferencias se pueden apreciar en el siguiente histograma de frecuencias, en la que los porcentajes de variación se consideran positivos si el valor calculado en la medidas realizadas son superiores al valor mostrado en el embalaje, y negativos en caso contrario:



Si se considera que un valor mostrado en el embalaje es correcto si el porcentaje de variación está entre el -10% y el 10% de variación, la conclusión que se obtiene es que, de los 81 parámetros mostrados, son válidos 48 de ellos, esto es, el 59,2% de los parámetros mostrados en los embalajes son correctos.



Si se cambia el criterio de validez de forma que consideremos un parámetro válido si la diferencia entre el dato mostrado y el dato medido esté entre el -20% y el 20% de variación, entonces 65 de los 81 valores son válidos, esto es, el 80,2% de los parámetros mostrados en los embalajes son correctos.

Si se consideran los parámetros que tienen una media de acierto mayor o menor, los resultados serían los siguientes:

PARÁMETRO	Nº	MEDIA DE
FACTOR	2	8,32%
Tc (K)	14	3,24%
IRC	8	1,52%
CRI	1	1,25%
IEE	15	-1,00%
ANGULO	12	-5,91%
FLUJO	15	-8,46%
Ec (KWh /	14	-11,36%

Se puede observar que el FACTOR POTENCIA y el Tc (TEMPERATURA DE COLOR) son los que más acierto tienen, mientras que el FLUJO LUMINOSO y el Ec (CONSUMO DE ENERGIA PONDERADO) son los que menos validez poseen.

Efectuando el mismo estudio considerando la marca de la lámpara se obtienen los siguientes indicadores:

MARCA	Nº	MEDIA DE
MEGALED	6	8,42%
LightED	5	4,37%
AIGOSTAR	6	1,93%
RTS	6	0,51%
TOSHIBA	5	0,17%
PHILIPS	5	-0,81%
Diluxe	6	-1,36%
OSRAM	5	-1,57%
USUAL	5	-1,93%
Diall	5	-2,15%
CRISTALRECORD	7	-4,84%
ExtraStar	4	-4,92%
HOMEPLUSS	6	-7,03%
AUCHAN	4	-9,24%
OSSUN	6	-35,19%

Se puede observar que las marcas MEGALED y LightED son los que más acierto tienen, mientras que AUCHAN y OSSUN son los que menos validez poseen.

A-Factor de Potencia (PF): ha de ser mayor o igual a 0.5. Se obtiene de la relación entre potencia activa y potencia aparente. No afecta al consumidor porque la eléctrica cobra la potencia activa.

B-Flujo luminoso (lumen): se permite una tolerancia 10%. Se ha de tener que para poder actuar sobre el producto analizado, se tendría que llevar a cabo la medición de un mínimo de 20 muestras.

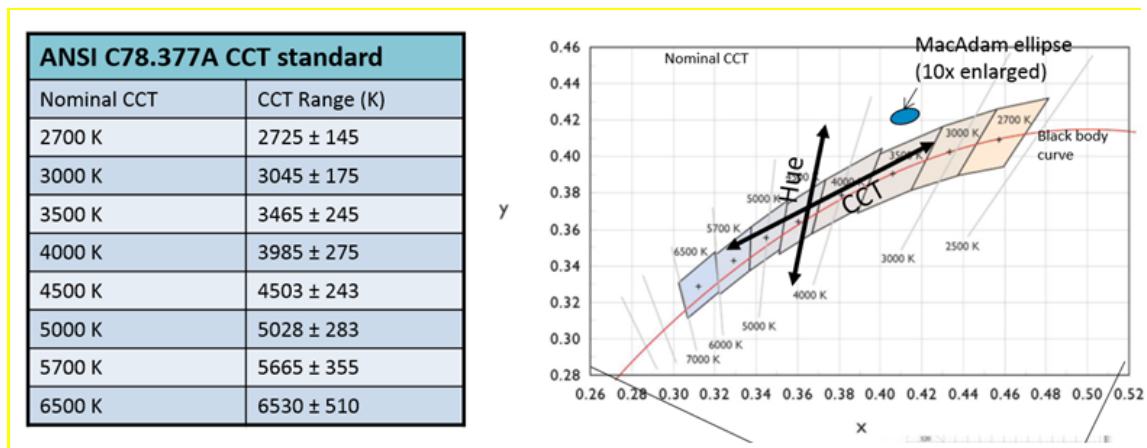
C-IRC, CRI, R_a : es *recomendable* no desviarse más de un 10%. Las muestras 177 y 204 tiene un IRC próximo a 60 en vez de 80 (las unidades del resultado de la medida obligan al valor de la decena. Por ejemplo, si al fabricante la medida de su producto le diera 69, tendría que poner en el embalaje 60). En estas dos muestras el tono de color que se obtiene es poco fiable pero, como hemos señalado previamente, no hay límites metrológicos por norma.

En un 20% de las luces LED el valor del Índice de reproducción cromática (IRC) está alejado en más de un 10% con respecto a lo que afirma el fabricante. Esto no afectaría a la salud de los trabajadores, pero la reproducción de los colores es de muy mala calidad, por lo que sí puede perjudicar a trabajadores del sector textil, del mueble o de la decoración, ya que no se aprecia la tonalidad real de los productos.

Por lo que el confort visual se ve afectado.

D-Temperatura de color:

La gráfica que se muestra a continuación nos da la consistencia en color y binning de sistemas Led, es decir, la tolerancia o desviación permitida a partir del valor que da el fabricante en el etiquetado. Hay que tener en cuenta que todos los fabricantes dan millares y decenas sin especificar decenas y unidades. Todas las muestras se encuentran de los límites (muy flexibles). La 178 es la que se encuentra más próxima al límite tolerado.



De acuerdo con la comunidad científica, la exposición a la luz influye en múltiples procesos psicológicos a través de vías no relacionadas con el fenómeno de la visión. Es importante la selección de la temperatura de color de las luces LED más adecuadas para iluminar los lugares de trabajo.

Las luminarias con una temperatura de color de alrededor de 6500°K tienen un alto porcentaje de azul en su emisión, por lo que el usuario aprecia mayor claridad. Es lo que comúnmente se denomina luz blanca. Estarían recomendadas para zonas sin luz exterior como pasillos, cocinas y una de las dos opciones de iluminación del cuarto de baño. No serían Las luminarias con una temperatura de color de alrededor de los 3000°K dan una sensación de sala cálida por su bajo porcentaje en el rango del azul. Estas luminarias LED las utilizaríamos en el salas de reuniones, zonas comunes o bibliotecas.

Las luminarias con una temperatura de color de alrededor de 4000°K sería la opción apropiada para nuestro lugar de trabajo.

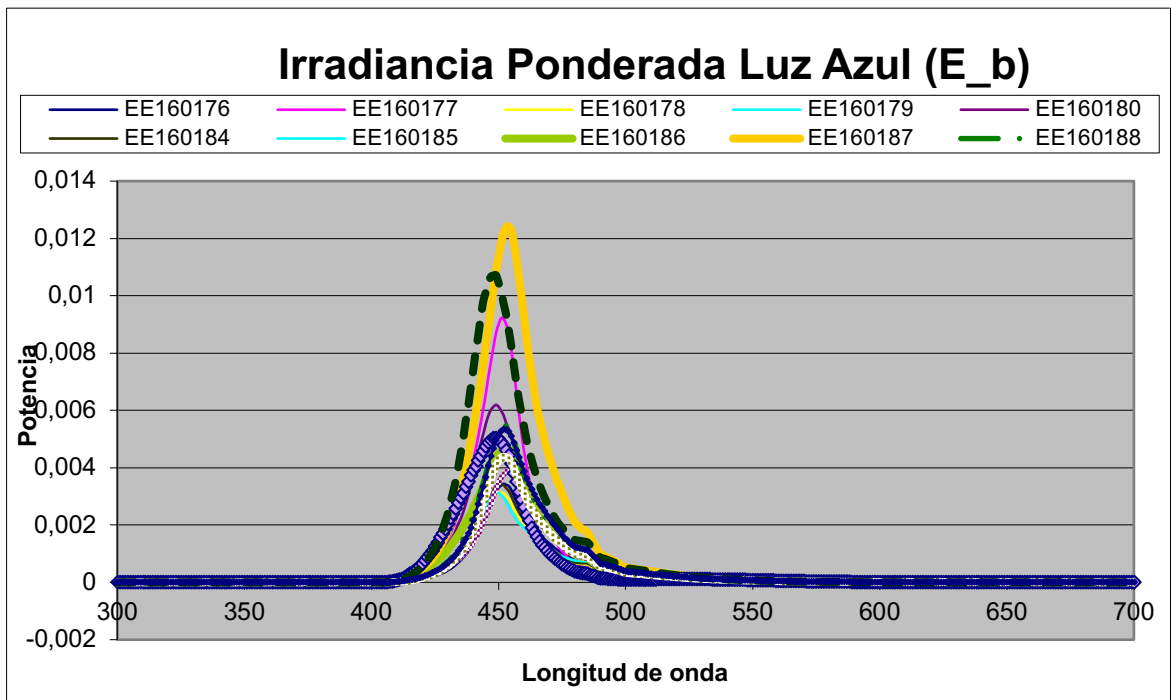
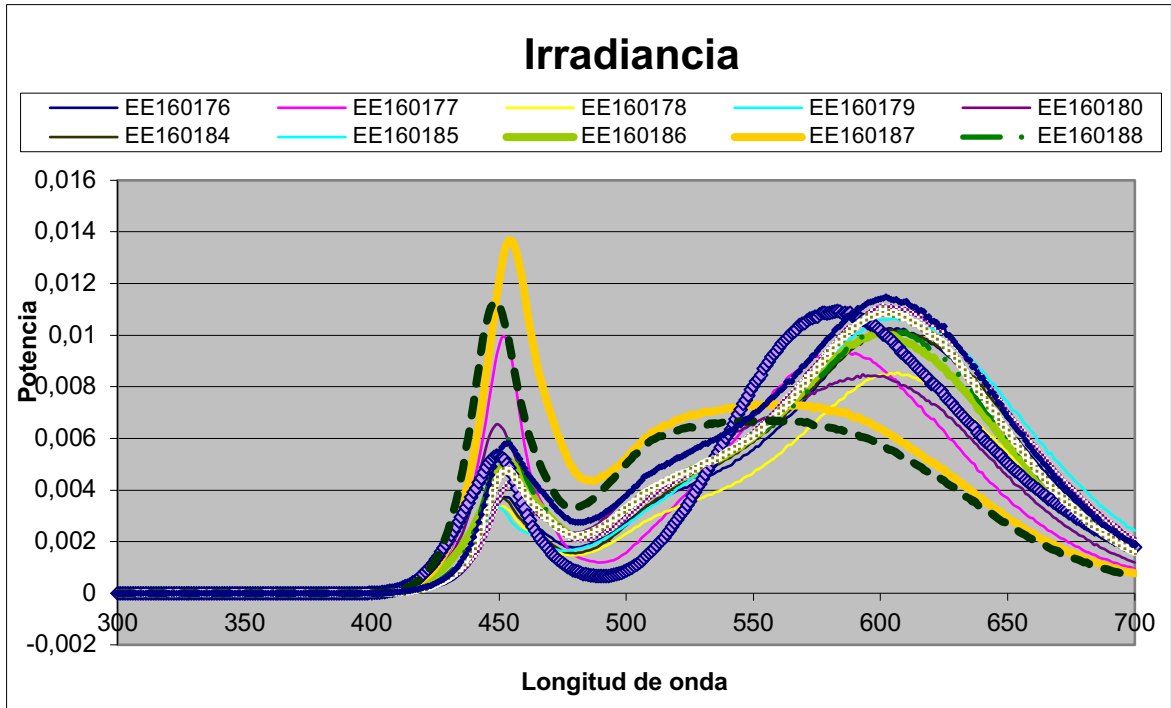
E-IEE: se permite una tolerancia 10%. Se ha de tener que para poder actuar sobre el producto analizado, se tendría que llevar a cabo la medición de un mínimo de 20 muestras. Las conclusiones en relación a las 15 muestras analizadas es el parámetro medido con menor índice de error en relación a los valores dados por el fabricante.

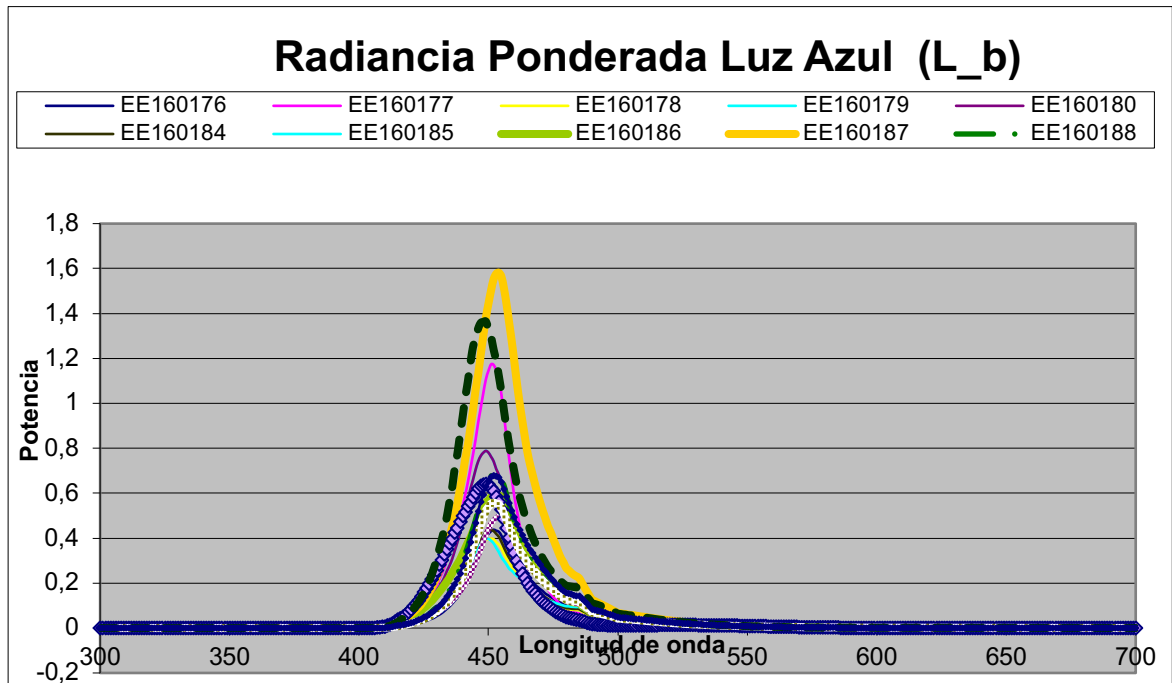
Las luces LED han superado en eficiencia energética a cualquier otra tecnología de iluminación existente, hará posible un ahorro de energía importante gracias a unos sistemas de iluminación inteligentes, bien diseñados, instalados y accionados, y esto contribuirá significativamente a reducir los niveles de CO₂ a escala europea.

4.4.2. Análisis de los efectos nocivos de las lámparas LED en la retina

Se ha efectuado la medición de la irradiancia y la radiancia de las lámparas según Norma UNE-EN-16471 para comprobar el efecto nocivo en la retina debido a la emisión de la luz azul, y se ha constatado que ninguna posee ningún riesgo en la retina por pertenecer todas ellas al Grupo Exento de riesgo.

A continuación, se muestran las gráficas de la Irradiancia espectral, la Irradiancia ponderada y la Radiancia ponderada.





En la siguiente Tabla se muestran los resultados para cada lámpara objeto del estudio:

Lámpara	E_b	Límite de	Grupo	L_b	Límite de segundos cada 10.0
176	0,11	882	Exento	14,43	69.304
177	0,23	427	Exento	29,80	33.557
178	0,11	918	Exento	13,87	72.122
179	0,20	498	Exento	25,58	39.094
180	0,20	498	Exento	25,58	39.089
184	0,12	864	Exento	14,74	67.841
185	0,11	938	Exento	13,58	73.637
186	0,17	599	Exento	21,25	47.063
187	0,38	265	Exento	48,07	20.805
188	0,17	592	Exento	21,52	46.474
189	0,13	771	Exento	16,51	60.555

204	0,17	599	Exento	21,25	47.050
205	0,15	686	Exento	18,55	53.904
206	0,33	302	Exento	42,11	23.745
207	0,18	563	Exento	22,62	44.200

Como se puede apreciar, ninguna de las lámparas posee ningún riesgo para la retina por la emisión de luz azul (grupo de riesgo Exento).

4.5.- CONCLUSIONES COMPARATIVA DE LOS EMBALAJES Y ETIQUETADOS DE LAS MUESTRAS CONFORME AL REGLAMENTO DELEGADO 874/2012 Y AL RD 1468/1988

Todos los embalajes y etiquetados de las luces LED analizadas contienen una gran cantidad de información.

Hay parámetros y datos que aparecen en todos ellos en un alto porcentaje (IEE, TC, RA/IRC, TC, Haz, KW/hora) como se ha analizado en todos los embalajes.

También podemos decir que en la totalidad de los mismos aparece la identificación del fabricante y distribuidor o importador en la Unión Europea, así como el origen del producto.

El resto de información contenida en los embalajes y etiquetados es bastante dispar tanto en la información que se ofrece como en la forma de presentarla.

Podríamos afirmar que la mayoría de los símbolos que aparecen en dichos embalajes y etiquetados no transmiten una información clara y de fácil comprensión al consumidor, al igual que normalmente el tamaño de los caracteres o de dichos símbolos no es adecuado para la vista y la lectura.

Igualmente, mucha de la información contenida en dichos embalajes y etiquetados no aparece en castellano.

Únicamente en un porcentaje pequeño de los mismos se utiliza una tabla explicativa en castellano con equivalencia de los valores asociados y con un tamaño de los caracteres adecuado.

Sería aconsejable para garantizar la protección al consumidor y su derecho a la información mejorar la información contenida en los etiquetados y embalajes con símbolos más claros o con la especificación de lo que significan dichos símbolos en castellano. También podrían acompañarse de folleto explicativos en caso de etiquetados y embalajes de reducido tamaño.

Conclusiones sobre la etiqueta de eficiencia energética conforme al anexo I del Reglamento Delegado 874/2012 que aparece en los embalajes y etiquetados.

La etiqueta de eficiencia energética aparece impresa en la totalidad de los embalajes de las lámparas LED analizadas. Por ello la totalidad de etiquetas se ajustan al punto tres del Anexo I de dicho Reglamento.

En lo relativo a las medidas y diseño de dicha etiqueta especificadas en el punto 4 del anexo I, podemos destacar las siguientes conclusiones:

- La mayoría de las etiquetas han reducido su tamaño debido a la superficie de la cara más grande de los embalajes es de pequeñas dimensiones. La mayoría han respetado la reducción máxima del 40% en altura, aunque hay algunas que no se han ajustado a ese límite.
- Algunas incorporan más información de la que debe aparecer según el punto tres del Anexo I del Reglamento.

En lo relativo al diseño podemos destacar las siguientes conclusiones:

- La mayoría de las muestras respetan el color y las esquinas redondeadas del reborde.

- Todas menos una respeta el fondo blanco de la etiqueta.
- La mayoría no tiene el reborde blanco.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA NORMATIVA DE SEGURIDAD Y SALUD SOBRE ILUMINACION DEL LUGAR DE TRABAJO.

La norma europea que regula las condiciones mínimas de seguridad y salud de los lugares de trabajo es la Directiva 89/654/CEE del Consejo de 30 de noviembre. El Real Decreto 486/1997, traspone al ordenamiento jurídico español esta directiva, estableciendo las disposiciones mínimas de seguridad que deben cumplir los lugares de trabajo para que la utilización de los mismos no origine riesgos para la salud y seguridad de los trabajadores.

En estas normas, se considera que la iluminación es un factor que constituye un riesgo para la salud de las personas trabajadoras en cuanto no garantice una visibilidad adecuada para el desarrollo de las tareas y de la seguridad de las personas trabajadoras en cuanto una mala iluminación pueda provocar accidentes.

La normativa laboral de seguridad y salud de los lugares de trabajo tanto europea como nacional, no se ha adaptado a los avances tecnológicos y científicos que se han producido en las últimas décadas en el ámbito de la iluminación y que han estado promovidos principalmente por el deseo de la consecución del objetivo de la mejora energética tanto de productos, como de edificios e instalaciones. En virtud de estos avances, la medición y control de las características de las fuentes de luz artificial y el uso y disposición de las mismas en los lugares de trabajo, se han convertido en una prioridad para crear ambientes de trabajo confortables y seguros.

El deseo de alcanzar el objetivo de eficiencia energética se ha reflejado en el gran avance normativo en la regulación técnica de las fuentes de luz y en concreto de los

LED. La normativa de diseño ecológico (Reglamento (UE) 2019/2020 de la Comisión) y etiquetado energético de los productos LED (**Reglamento** (UE) 2019/2015, de etiquetado energético) es un prioridad en el plan de trabajo de la Comisión con el compromiso de la revisión de ciertos aspectos de estas normas de forma continuada, lo que provoca continuas revisiones para la mejora de la normativa en vigor.

Al igual que la norma europea sobre la iluminación para interiores EN 12464-1, regula las instalaciones de iluminación y establece una clasificación detallada de los lugares de trabajo, las áreas en las que se realizan las tareas y las condiciones de iluminación de las mismas, en el ámbito de la eficiencia energética de los edificios.

Sin embargo, estas normas no especifican requisitos de iluminación con respecto a la seguridad y salud de las personas trabajadoras en el trabajo, por lo que se hace necesario promover la mejora de la normativa europea y nacional en el ámbito laboral.

El estudio de la iluminación y en concreto de las fuentes de luz LED de los lugares de trabajo, realizada con la finalidad de proponer la mejora en la normativa de seguridad y salud de los lugares de trabajo, ha permitido extraer las siguientes conclusiones :

PRIMERA.- Necesidad de regulación de la iluminación desde la fase de diseño, construcción y uso de los edificios

El Real Decreto 486/1997, establece que el empresario tiene la obligación de adoptar las medidas necesarias para que la utilización de los lugares de trabajo no origine riesgos para la seguridad y salud de los trabajadores. Para lo que está obligado al cumplimiento de las disposiciones mínimas establecidas en este Real Decreto, entre otras a las condiciones constructivas de los locales en lo relativo a construcción, diseño o utilidad.

Los requisitos mínimos de seguridad en relación al diseño y las condiciones constructivas de los locales se centran en aquellos aspectos que garanticen la

seguridad de los trabajadores frente a los riesgos asociados a los propios edificios y que faciliten el control de las situaciones de emergencia.

En relación a la instalación eléctrica de los lugares de trabajo, se regula únicamente que debe ajustarse a la normativa específica de aplicación, y no suponer riesgos de incendio o explosión teniendo en cuenta la tensión, los factores externos condicionantes y la competencia de las personas que tengan acceso a la instalación.

El desarrollo tecnológico llevado a cabo en los últimos años en las fuentes de luz tendente al ahorro energético, y la evolución de los estudios científicos y médicos sobre los efectos de la luz artificial en los seres humanos, han hecho que las instalaciones de iluminación se conciban actualmente de forma diferente.

Desde que se produjeron las primeras alertas científicas sobre el cambio climático en 1.980, la evolución de la eficiencia energética, promovida por normativas desde el Protocolo de Kioto y por diferentes Directivas Europeas, ha sido imparable y va dirigida a minimizar el cambio climático mediante el ahorro de energía y costes adaptados a cada actividad, utilizando instalaciones o equipos que consumen menos energía para conseguir el mismo rendimiento o realizar la misma función.

La Directiva 2002/91/CE relativa a la Eficiencia Energética de los Edificios, impulsa la consecución de la mayor eficiencia energética posible en todas y cada una de las instalaciones que concurren en un edificio, entre las que se encuentra la iluminación.

El diseño de los edificios y de los espacios de trabajo se está abordando con la intención de mejorar el bienestar y las condiciones de trabajo, creando ambientes de trabajo confortables y seguros, a la vez que maximizar el ahorro energético para la consecución de una mayor eficiencia energética.

La iluminación natural es un elemento determinante para la consecución de estos objetivos por sus importantes beneficios tanto de ahorro energético como por

el bienestar que aporta. Además, es difícil conseguir ambientes similares mediante el uso de luz artificial.

Actualmente el estudio y planificación de las instalaciones de iluminación artificial en el interior de los edificios va dirigido a la consecución de ambientes que sean lo más parecidos posibles a los existentes en el medio natural.

En el RD 486/1997 de 14 de abril, sobre disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo, se establece que los lugares de trabajo tendrán preferentemente una iluminación natural complementada por iluminación artificial cuando sea necesario para garantizar las necesidades visuales, utilizando preferentemente la iluminación artificial general.

En los proyectos de iluminación actuales, el uso de la luz natural se prioriza frente a la luz artificial, mediante el aprovechamiento de la misma con diferentes soluciones arquitectónicas dada la dificultad que existe en conseguir con luz artificial los mismos ambientes.

Con base en estas premisas los edificios se diseñan hoy instalando grandes ventanas, puertas de vidrio y otras soluciones de acristalamiento y también orientando y aproximando las áreas de trabajo a las ventanas. Los suelos y paredes son de colores claros y el mobiliario normalmente en combinaciones de materiales con colores suaves.

Frente a la iluminación artificial general se prioriza la iluminación en el área real de trabajo y las zonas circundantes, así como la iluminación en techos y paredes, la iluminación cilíndrica y la exigencia de que la iluminación sea regulable y controlada.

SEGUNDA.- Necesidad de regulación de la iluminación de las áreas de trabajo por tarea o actividad

La iluminación de los lugares de trabajo, conforme a lo establecido en el Real Decreto 486/1997, debe permitir que los trabajadores dispongan de condiciones de visibilidad adecuadas para poder circular por los mismos y desarrollar en ellos sus actividades sin riesgo para su seguridad y salud. Los lugares de trabajo se dividen en zonas o partes de uso ocasional o habitual y en zonas donde se ejecutan tareas con exigencias visuales bajas, moderadas, medias altas o muy altas.

Se hace preciso regular la iluminación de los lugares de trabajo, no solo para garantizar las condiciones de visibilidad óptimas para desarrollar las tareas correspondientes desde un punto de vista cuantitativo, sino también de una forma cualitativa para crear una atmosfera confortable y segura para los trabajadores.

La clasificación de los lugares de trabajo que establece la norma UNE-12464.1 en diferentes tipos de establecimientos y su división interior en salas o áreas en función de la actividad o tarea que se desarrolla, permite detectar las necesidades visuales de los trabajadores de una forma más precisa y adaptar las instalaciones de iluminación a dichas necesidades.

Como se aprecia en la siguiente tabla la clasificación de la norma UNE 12464.1 por ejemplo de establecimientos sanitarios, hace una clasificación exhaustiva de las salas o áreas de trabajo que a su vez se dividen por tarea o actividad para determinar los requisitos de iluminación de las mismas frente a la clasificación que hace el Real Decreto 486/1997, en virtud de las exigencias visuales de la tarea que se desarrolla.

TABLA DE ESTABLECIMIENTOS SANITARIOS

1. SALAS PARA USO GENERAL						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_{av} lux	UGR _L	U_0	R_a	OBSERVACIONES
1.1	OFICINA PERSONAL	500	19	0,6	80	
1.2	SALAS DE ESPERA	200	22	0,4	80	
1.3	PASILLOS DURANTE EL DÍA	100	22	0,4	80	Todas las iluminancias a nivel de suelo
1.4	PASILLOS DURANTE LA NOCHE	50	22	0,4	80	
1.5	SALAS DE PERSONAL	300	19	0,6	80	
2. SALAS DE GUARDIA Y MATERNIDAD						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_{av} lux	UGR _L	U_0	R_a	OBSERVACIONES
2.1	ALUMBRADO DE LECTURA	300	19	0,7	80	
2.2	ALUMBRADO GENERAL	100	19	0,4	80	· Deben impedirse luminancias demasiado elevadas en el campo de visión de los pacientes.
2.3	EXÁMENES SIMPLES	300	19	0,6	80	· Iluminancia a nivel del suelo. (2.2)
2.4	EXAMEN Y TRATAMIENTO	1000	19	0,7	90	
2.5	CUARTOS DE BAÑO Y SERVICIOS	200	22	0,4	80	
3. SALAS DE EXAMEN						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_{av} lux	UGR _L	U_0	R_a	OBSERVACIONES
3.1	ALUMBRADO GENERAL	500	19	0,6	90	· 4000 K - 5000 K
3.2	EXAMEN Y TRATAMIENTO	1000	19	0,7	90	
3.3	EXAMEN OCULAR EXTERNO	1000	-	-	90	
3.4	PRUEBAS DE LECTURA Y VISIÓN CROMÁTICA CON DIAGRAMA DE VISIÓN	500	16	0,7	90	
3.5	EXAMEN AUDITIVO	1000	-	-	90	
4. SALAS DE ESCÁNER						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_{av} lux	UGR _L	U_0	R_a	OBSERVACIONES
4.1	ALUMBRADO GENERAL	300	19	0,6	80	
4.2	ESCÁNERES CON MEJORADORES DE IMÁGENES Y SISTEMAS DE TV	50	19	-	80	· Trabajo con EPV
5. SALAS DE PARTO						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_{av} lux	UGR _L	U_0	R_a	OBSERVACIONES
5.1	ALUMBRADO GENERAL	300	19	0,6	80	
5.2	EXAMEN Y TRATAMIENTO	1.000	19	0,7	80	
6. SALAS DE TRATAMIENTO (GENERAL)						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_{av} lux	UGR _L	U_0	R_a	OBSERVACIONES
6.1	DIÁLISIS	500	19	0,6	80	La iluminación debe ser controlable
6.2	DERMATOLOGÍA	500	19	0,6	90	
6.3	SALAS DE ENDOSCOPIA	300	19	0,6	80	
6.4	SALAS DE YESOS	500	19	0,6	80	
6.5	BAÑOS MÉDICOS	300	19	0,6	80	
6.6	MASAJE Y RADIOTERAPIA	300	19	0,6	80	
7. AREAS DE OPERACIÓN						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_{av} lux	UGR _L	U_0	R_a	OBSERVACIONES
7.1	SALAS PREPARATORIAS Y DE RECUPERACIÓN	500	19	0,6	90	
7.2	SALAS DE OPERACIÓN	1000	19	0,6	90	
7.3	QUIRÓFANO			-		EM: 10.000-100.000 LUX
8. UNIDAD DE CUIDADOS INTENSIVOS						
Nº REF.	TIPO DE INTERIOR, TAREA ACTIVIDAD	E_{av} lux	UGR _L	U_0	R_a	OBSERVACIONES
8.1	ALUMBRADO GENERAL	100	19	0,6	90	A nivel de suelo
8.2	EXÁMENES SIMPLES	300	19	0,6	90	A nivel de cama
8.3	EXAMEN Y TRATAMIENTO	1000	19	0,7	90	A nivel de cama
8.4	VIGILANCIA NOCTURNA	20	19	-	90	

La fijación de los niveles mínimos de iluminación debe tener en cuenta el tipo de establecimiento y la división interior del espacio en áreas de trabajo en virtud de la

tarea o actividad a desarrollar por el trabajador, incluyendo las áreas de uso general o zonas de paso y no únicamente las exigencias visuales de las zonas donde se ejecuten tareas.

Los requisitos o necesidades de iluminación según actividad se determinan no solo para garantizar las condiciones de visibilidad adecuadas sino también para satisfacer las necesidades humanas de confort visual, prestaciones visuales y seguridad contribuyendo a crear un ambiente confortable y seguro en los lugares de trabajo.

La división del espacio interior de los lugares de trabajo en áreas reales de trabajo requerirá definir las actividades y las distintas tareas visuales que se pueden realizar en la sala en los diferentes momentos del día, para poder definir los requisitos de iluminación con respecto a la seguridad y las necesidades visuales.

Una vez identificadas las áreas y tipos de actividades que se desarrollan, se asocian los valores óptimos cuantitativos y cualitativos del área, en función del tipo de actividad que se desarrolle, tendentes a crear ambientes confortables y seguros y teniendo en cuenta las necesidades individuales de los trabajadores.

La consecución de una atmosfera confortable de las áreas de trabajo requiere tener en cuenta en las instalaciones de iluminación los parámetros que contribuyen a crear un ambiente confortable y seguro, como la relación de luminancias entre tarea y entorno, el control estricto de deslumbramientos producidos por la luz natural o por las fuentes de luz y evitar deslumbramientos reflejados en las pantallas de ordenador. Además es necesario controlar los índices de rendimiento de colores mínimos de las fuentes de luz utilizadas en las áreas de trabajo.

No solo es importante identificar cada área de trabajo con la tarea que se va a desarrollar en la misma, sino en virtud de las necesidades visuales de dicha tarea, se han de determinar los valores de los parámetros de las luces empleadas, fijando los niveles mínimos de iluminancia mantenida necesaria, el control de los deslumbramientos y el índice de reproducción cromática mínimo.

Se hace necesario regular cada área de trabajo en virtud de la actividad o tarea a desarrollar en la misma y los niveles mínimos requeridos de los parámetros de las luces utilizadas, en relación con la seguridad y salud de los trabajadores.

TERCERA. Necesidad de modificar en la regulación el método para fijar los niveles mínimos de iluminación en luxes establecidos en el RD 486/1997

El Real Decreto 486/1997, se refiere a las áreas de trabajo como las zonas en las que el trabajador debe permanecer o tiene acceso en función de su trabajo, sin diferenciar por actividad o tarea, ni dividir el área de trabajo en real y exterior.

Un área de trabajo se define ,según la norma EN 12464-1, como la parte del lugar de trabajo en la que se realizan las tareas. Para las áreas en las que se desconoce el tamaño y/o la ubicación del área de trabajo, el área donde se realizarán las tareas se considerará como el área de trabajo que generalmente consiste en todo el lugar de trabajo/escritorio.

El nivel de iluminación y su distribución en el área de la tarea y el área exterior a la misma, tiene gran impacto en la percepción y realización de la tarea visual, por ello existe una necesidad de regular las relaciones de iluminancia entre el área real y exterior.

Habría que definir en primer lugar el área exterior al área real de trabajo, determinando las superficies de la habitación relevantes alrededor del lugar de trabajo que deben iluminarse, como el área inmediata, el área periférica, los techos y paredes y determinar la necesidad de iluminancia cilíndrica.

La iluminación de las áreas circundantes garantiza el confort visual y la seguridad del trabajador

El área exterior al área real de trabajo se divide en:

a) El área circundante inmediata, que la Norma UNE 12641-1 define como una franja de al menos 0,5 m alrededor del área de trabajo. El tamaño del área circundante inmediata debe ser determinado por el técnico competente y, para tipos específicos de lugares de trabajo, puede ser necesario aumentar a un anchura superior a 0,5 m.

El tamaño del área circundante inmediata se puede aumentar, cuando el tamaño del área de trabajo es pequeño, si se produce una alta iluminancia dentro del área de trabajo o con un trabajo que implique movimiento.

b) El área circundante periférica, que se define como un área delimitada por el área circundante inmediata y una zona de un máximo de 0,5 metros de las paredes de la habitación, o a una franja alrededor del área circundante inmediata con un ancho de al menos 3 m. La iluminancia en el área circundante periférica debe ser al menos un tercio de la iluminancia dentro del área circundante inmediata.

Es necesario especificar los niveles mínimos de iluminancia de estas áreas por tareas y debe existir uniformidad en la iluminación tanto dentro del área de trabajo real en función de la tarea, como el entorno inmediato y en el entorno periférico.

También es relevante en el área exterior, la iluminación de las paredes frente a la iluminación únicamente de los techos. Los estudios realizados han puesto de manifiesto la importancia de la relación entre las luminancias del área de trabajo y las luminancias del campo de visión normal o área ambiental (superficies de pared y techos).

En los locales de oficinas, establecimientos educativos, salas de tratamiento médico y áreas de comunicación como vestíbulos, pasillos y huecos de escaleras, se requiere mayor luminosidad en los techos y paredes.

Las empresas de iluminación que realizan los proyectos de estas instalaciones utilizan programas de cálculo informático para calcular y documentar diferentes luminancias para las superficies de las habitaciones en función del establecimiento y la tarea que se desarrolle.

La norma EN 12464-1:2022, en su última versión hace referencia a la importancia de que las superficies y "espacios" en los que las personas se mueven o trabajan estén suficientemente iluminadas. Lo que se puede conseguir con niveles suficientes de iluminancia promedio cilíndrica. La iluminación cilíndrica garantiza un nivel suficiente de brillo en los objetos y, sobre todo, en los rostros de las personas, lo que es fundamental para una buena comunicación y reconocimiento visual.

Como por ejemplo en las oficinas o centros educativos, la iluminación cilíndrica es necesaria en el área real de trabajo y el área circundante inmediata.

El nivel de iluminación existente entre el área real y las circundantes debe ser uniforme y afecta a la tarea visual, por lo que es necesario que la regulación tenga en cuenta no solo el área real en la que se realiza la tarea sino el área exterior a la misma y la relación de luminancias entre estas áreas..

CUARTA. Necesidad de modificar en la regulación el método para fijar los niveles mínimos de iluminación en luxes establecidos en el RD 486/1997

La necesidad de modificar los niveles de iluminación en relación a los valores mínimos de luxes fijados, según exigencias visuales y en lo relativo a la clasificación por zonas donde se ejecutan las tareas a los que se refiere el RD 486/1997, viene determinada por el avance tecnológico experimentado por las fuentes de luz y por la necesidad de satisfacer no solo las condiciones de visibilidad sino la de crear lugares de trabajo confortables y seguros.

Conforme se establece en el RD 486/1997, los valores mínimos de iluminación se fijan en virtud de las exigencias visuales de las zonas donde se ejecutan las tareas y el uso ocasional o habitual de áreas o vías de circulación.

Tabla 5. Niveles mínimos de iluminación de los lugares de trabajo según RD 486/1997

Zona o parte del lugar de trabajo (*)	Nivel mínimo de iluminación (lux)
Zonas donde se ejecuten tareas con:	
1.o Bajas exigencias visuales	100
2.o Exigencias visuales moderadas	200
3.o Exigencias visuales altas	500
4.o Exigencias visuales muy altas	1000
Áreas o locales de uso ocasional	50
Áreas o locales de uso habitual	100
Vías de circulación de uso ocasional	25
Vías de circulación de uso habitual	50

Las fuentes de luz utilizadas en la actualidad con carácter predominante son los LED. En los ensayos realizados se ha verificado que la iluminancia mínima, media y máxima que llega a un plano dentro del diámetro que cubre su ángulo de apertura a diferentes distancias es muy superior a los valores contenidos en el RD 486/1997 y que este real decreto refiere a fuentes de luz no utilizadas en la actualidad.

Para fijar los valores en luxes por actividad o tarea, se ha de determinar la iluminancia mantenida (E_m) en la superficie de referencia que será el área interior, tarea o actividad, por cada establecimiento y actividad. En virtud de estos valores se determinarán las luminancias necesarias en la zona real, inmediata y periférica al área de trabajo.

En las tablas siguientes se comparan los valores mínimos en luxes recogidos en el Anexo IV del RD 486/1997, y los valores contenidos en la norma UNE 12464.1 para oficinas y establecimientos educativos. Como se puede observar los valores de

luminancia son muy superiores en la norma UNE 12464.1 y están clasificados según necesidades visuales por actividad detallada y área de trabajo.

La clasificación de la Norma UNE 12464.1 por establecimientos, con división interior por tareas y actividades frente a la clasificación genérica de las exigencias visuales del Real Decreto 486/1997, permite determinar de forma más precisa las necesidades visuales de los trabajadores, adaptando los sistemas de iluminación a dichas necesidades.

Tabla comparativa de los niveles de iluminación para oficinas				
Real Decreto 486/1997		Norma UNE 12464.1		
Exigencias de la tarea	Nivel mínimo requerido (lx)	N.º Ref.	TIPO DE INTERIOR TAREA ACTIVIDAD	Emlux
Bajas	100	1.1	Archivo, Copias, etc	300
Moderadas	200	1.2	Escritura, Escritura a máquina, lectura y tratamiento de datos	500
Altas	500	1.3	Dibujo Técnico	750
Muy altas	1.000	1.5	Salas de conferencias y reuniones	500
		1.6	Mostradores de recepción	300

Tabla comparativa de los niveles de iluminación para establecimientos educativos				
Real Decreto 486/1997		Norma UNE 12464.1		
Exigencias de la tarea	Nivel mínimo requerido (lx)	N.º Ref.	TIPO DE INTERIOR TAREA ACTIVIDAD	Emlux
Bajas	100	2.1	Aulas, Aulas de tutoría	300
Moderadas	200	2.3	Sala de lectura	500
Altas	500	2.4	Pizarra	500
Muy altas	1.000	2.19	Aulas comunes de estudio y aulas de reunión	200
		2.20	Salas de profesores	300
		2.22	Bibliotecas: Salas de lectura	500

En virtud de estas tablas comparativas se aprecia la necesidad, de que la normativa de salud y seguridad de los lugares de trabajo, contenga una clasificación más exhaustiva de las áreas de trabajo, incremente los índices mínimos requeridos en luxes de iluminancia mantenida para la mayoría de las tareas.

QUINTA.- Necesidad de regulación de los parámetros colorimétricos de las fuentes de luz LED en los lugares de trabajo

El tratamiento de los colores en la emisión de las fuentes de luz en las instalaciones de iluminación se ha convertido en un factor prioritario tanto desde el punto de vista del confort visual como de la seguridad, debido a los posibles efectos del color de la radiación óptica emitida por las fuentes de luz, en la salud y seguridad de los trabajadores.

El color de un área de lugar de trabajo iluminada dependerá de dos parámetros de la fuente luminosa LED seleccionada que son dependientes entre sí: el índice de reproducción cromática (Ra) y la temperatura de color (K). La finalidad de controlar estos parámetros es contribuir a diseñar y ejecutar instalaciones de iluminación más protectoras de la calidad de vida y de las condiciones de trabajo.

Tanto es así que en la norma UNE 12464.1 se plantea la posibilidad de que se prohíba el uso de las fuentes de luz que no cumplan unos índices mínimos de reproducción cromática en iluminaciones de tareas visuales o cuya temperatura de color esté por debajo de unos límites.

Además el Reglamento (UE) 2019/2020 de la Comisión, de 1 de octubre de 2019, por el que se establecen los requisitos de diseño ecológico para las fuentes luminosas y los mecanismos de control independientes, incluye parámetros colorimétricos en todos los requisitos de diseño ecológico de las fuentes de luz LED.

En los requisitos de eficiencia energética, se establece que a partir de septiembre de 2021 el consumo de energía declarado de una fuente luminosa no deberá exceder de la potencia máxima permitida (en W), definida en función del flujo luminoso útil declarado (en lm) y el índice de rendimiento de color declarado (CRI).

En los requisitos funcionales aplicables a las fuentes luminosas, entre los que destaca el rendimiento de color, fijando un valor mínimo de las mismas en función de que se utilicen en aplicaciones al aire libre, aplicaciones industriales u otras aplicaciones.

En los requisitos de información obligatoria que deben figurar tanto en la propia fuente luminosa como en el embalaje de forma visible, se hace referencia a la temperatura de color correlacionada y al índice de rendimiento de color.

Esto pone de manifiesto la importancia del color tanto en el diseño ecológico de las fuentes de luz como en las instalaciones de iluminación.

Los parámetros colorímetros de las fuentes de luz que se deben regular en relación a las áreas de trabajo y circundantes son: el índice de reproducción cromática entendido como la capacidad para reproducir con fidelidad los colores de los objetos que ilumina la fuente de luz y su rango va del 0 al 100 tomando como referencia la iluminación natural y la temperatura de color entendida como la impresión de color recibida cuando miramos la propia fuente de luz, y que tendrá valores comprendidos entre los 2800°K y 6000°K en virtud de la temperatura de color y de los tonos cálidos, neutro o fríos que se recomiendan para un espacio o tarea.

La norma UNE 12464.1 exige un índice de reproducción cromática mayor a 80 para iluminar cualquier tarea visual en salas o recintos en los que la ocupación sea de gran duración y permanente pudiendo tener un valor inferior en casos excepcionales.

Se están desarrollando trabajos de investigación cuyos autores opinan que a menudo es difícil lograr un buen nivel de precisión en las mediciones fotométricas o radiométricas de los LED debido a las incertidumbres dentro de los equipos de medición y las configuraciones de prueba inadecuadas, lo que cada vez más frecuentemente evidencia las limitaciones del índice de reproducción cromática en cuanto a su capacidad para predecir la calidad del color de las fuentes de luz, especialmente algunos LED.

Desde el punto de vista de la salud, el color de las fuentes de luz tiene efectos psicológicos en los trabajadores, efectos en el sistema circadiano y posibles efectos en la retina.

Concretamente, se ha comprobado que la luz, principalmente en el rango del azul, es el principal sincronizador del reloj biológico humano, por ello se deben utilizar fuentes de luz con bajo contenido de luz azul. Igualmente se considera que la luz azul puede provocar daños en la retina que dependerán de la dosis recibida, sin embargo las mediciones realizadas en los ensayos incluidos en este trabajo de investigación muestran que los LED en el rango de emisión medidos están exentos de riesgo.

A iguales niveles de luminancia la intensidad de los efectos negativos sobre las personas trabajadoras aumenta significativamente al aumentar la temperatura de color. Por ello se debe intentar que la iluminación no produzca efectos negativos sobre el sistema circadiano por lo que es conveniente usar fuentes de luz con bajo contenido de luz azul o sistemas variables que permitan disminuir tanto la temperatura de color como el nivel de iluminación a lo largo de la tarde-noche y alcanzar los niveles más bajos posibles en las horas nocturnas, y elevar los niveles de iluminación y la temperatura de color de las lámparas durante las horas diurnas, especialmente por la mañana, manteniendo la luminancia de los mismos dentro de límites seguros.

Existe por tanto la necesidad de regular los parámetros colorimétricos de las fuentes de luz LED de las áreas de los lugares de trabajo teniendo en cuenta la actividad que se desarrolla en las mismas y utilizando sistemas de iluminación modulables para adaptarlos a los horarios.

SEXTA.- Necesidad de regular el deslumbramiento mediante el índice de deslumbramiento unificado (UGR)

EL RD 486/1997 establece que en los lugares de trabajo se evitarán los deslumbramientos directos producidos por la luz solar o por fuentes de luz artificial de alta luminancia, que no se pueden colocar en el campo visual del trabajador sin protección. También se evitarán los deslumbramientos indirectos producidos por superficies reflectantes situadas en la zona de operación o sus proximidades.

El deslumbramiento hace referencia a la disminución de la capacidad visual o a la distorsión de la percepción ocasionada por la presencia de elevadas luminancias o un elevado contraste de las mismas en un entorno visual y se produce cuando una parte del interior es significativamente más clara que la luminosidad de la habitación en general o del exterior. En esta situación, los ojos están expuestos a una luz más fuerte que a la que normalmente están adaptados.

Se considera deslumbramiento tanto el decrecimiento objetivo de la capacidad visual como la variación subjetiva que provoca la existencia de altas luminancias o altos contrastes de luminancias en el campo visual.

El deslumbramiento se estudia actualmente dividiéndolo en dos tipos diferentes de deslumbramiento, que pueden darse de forma individual o simultánea y que se pueden producir de forma directa o indirecta: el deslumbramiento por deterioro de la visión o fisiológico en el cual se crea una disminución objetiva de la capacidad visual y deslumbramiento por incomodidad o psicológico, en el cual se crea una variación subjetiva de la percepción causada por un desequilibrio entre la luminancia y la información que se obtiene del área que se está observando.

Estos dos tipos de deslumbramiento operan de distinta manera:

a) El deslumbramiento fisiológico generalmente ocurre cuando un objeto en las cercanías de la línea de visión normal tiene una luminosidad o luminancia significativamente más alta que la que normalmente ocurre en el campo de visión. Este deslumbramiento afecta más a las personas mayores por el aumento de la opacidad del cristalino experimentado con la edad y por la reducción en la capacidad de adaptación que se produce con la edad.

La reducción de contraste puede ser suficiente para hacer invisibles detalles importantes y, al hacerlo, dificultar la realización de tareas de visión. Alternativamente, si la fuente de luz que causa el deslumbramiento está directamente en la línea de visión, esto puede causar perceptibles imágenes secundarias.

El deslumbramiento absoluto es la situación extrema del deslumbramiento fisiológico y no se puede evitar mediante un entorno más luminoso debido a que independiente del contraste de la luminancia en el entorno. Para evitar daños en los ojos, se activa un reflejo de protección que nos obliga a cerrar los ojos o inclusive a girar la cabeza.

La fuente más común de deslumbramiento fisiológico en interiores es el sol y el cielo, vistos desde una ventana o una fuente de luz mal protegida, vistos directamente o por reflejo.

b)El deslumbramiento psicológico produce una disminución objetiva de la capacidad visual. Una vez que la fuente de luz deslumbrante se superpone al patrón de luminancias de la tarea visual, perjudica a la función de percepción del ojo.

El deslumbramiento psicológico se genera una vez que la fuente de luz deslumbrante no provoca una disminución objetiva de la capacidad visual, sino sencillamente una variación subjetiva. En esta situación, la mirada se desvía repetidamente de la tarea visual hacia la fuente de luz deslumbrante, aunque esta área de luminosidad mayor no ofrezca información relevante. Al igual que un ruido molesto, la fuente de luz deslumbrante provoca un ruido óptico que llama la atención y altera la percepción.

El deslumbramiento psicológico surge de fuentes de luz o luminarias que tienen una luminancia más alta de la que los ojos pueden adaptarse.

El grado de deslumbramiento psicológico depende de la luminancia y el tamaño de la fuente de deslumbramiento, la luminancia de fondo contra la cual se ve la fuente de deslumbramiento y la posición de la fuente de deslumbramiento en relación con la línea de visión.

La adaptación constante y repetitiva del ojo a los diversos niveles de luminosidad, y a las diferentes distancias existentes entre la tarea visual y la fuente de luz deslumbrante, causa una tensión en el ojo desagradable o incluso dolorosa. Aunque la capacidad visual objetiva permanezca intacta, el deslumbramiento psicológico crea un malestar notable, dando lugar a una reducción en el rendimiento.

Los efectos del deslumbramiento se pueden minimizar reduciendo el contraste de la luminancia entre el entorno y la fuente de luz deslumbrante, aunque lo más aconsejable es evitar el deslumbramiento escogiendo luminarias con apantallamiento óptimo y disponiéndolas de la forma correcta.

El grado de deslumbramiento en instalaciones interiores se puede estimar realizando un cálculo del número de deslumbramiento según el método UGR (*Unified Glare Rating*) descrito en la publicación CIE no. 117-1995. El número de deslumbramiento UGR se especifica en una escala, que en la práctica va del 13 al 28, donde el número de deslumbramiento más alto indica el deslumbramiento más fuerte. La diferencia más baja entre los números de deslumbramiento que denotan una diferencia significativa es 3. Se debe asignar en virtud de este método un número por tarea y zona de los lugares de trabajo por ejemplo en oficinas, el valor de UGR de las zonas de escritura, lectura, salas de conferencias es de 19 y la zona de archivos es de 25. En los establecimientos educativos el valor de UGR en las aulas, salas de lectura, pizarra y biblioteca es de 19 y para las áreas de circulación, pasillos y salas de deporte el valor asignado de UGR es 25.

El problema de este método es que asume que las luminarias en la habitación están colocadas simétricamente y cuentan con una distribución de luz simétrica a través y a lo largo de la luminaria, lo que no siempre se cumple por lo que habrá que tener esto en cuenta en el diseño de las instalaciones de iluminación.

Los fabricantes de luminarias proporcionan información/tablas de datos como parte de los datos fotométricos de la luminaria para que se pueda comprobar fácilmente el número de deslumbramiento de la instalación de iluminación.

Existe por lo tanto una necesidad de regular los límites del índice de deslumbramiento unificado en las áreas de trabajo y exteriores a las mismas por actividad o tarea.

SÉPTIMA.- Necesidad de regular la crono-disrupción producida por la luz artificial en los lugares de trabajo como riesgo para salud de los trabajadores

La crono-disrupción o disrupción circadiana consiste en un desajuste entre la hora interna (la que marca nuestro reloj endógeno) y la hora externa (la que marcan las condiciones ambientales). Se considera también como la ruptura de la relación de fase normal entre los ritmos circadianos internos y los ciclos de 24-h del medio ambiente.

La crono-disrupción constituye un riesgo identificado de diversas patologías. Una inadecuada exposición a la luz artificial produce riesgos para la salud. En el ámbito de la medicina existen numerosos estudios sobre la importancia de controlar las alteraciones de los ritmos circadianos para prevenir problemas en la salud tanto físicos como psicológicos.

Los ritmos circadianos son los cambios físicos, mentales y de conducta que se producen en el organismo de un ser vivo de acuerdo a un ciclo diario, por lo que responden a los cambios de luz y oscuridad.

La introducción de variables artificiales como la luz eléctrica en los ritmos biológicos tiene consecuencias sobre la salud. La exposición a la luz artificial durante la mayor parte del día impide la absorción de vitamina D en el ser humano y la exposición durante la noche a la luz artificial tiene una influencia negativa y significativa en el sueño, lo que deriva en importantes problemas de salud.

El retraso en el inicio del sueño, la reducción de la duración del sueño así como las interrupciones del sueño, pueden provocar importantes problemas de salud, como síndrome metabólico, problemas gastrointestinales, obesidad, problemas conductuales, mayor consumo de alcohol y tabaco, afectación de la función inmunológica y algunos tipos de cáncer.

Para sincronizar el sistema circadiano y reducir el riesgo de alteraciones del mismo es fundamental el mantenimiento de ciclos adecuados de iluminación con niveles apropiados de luz durante el día y de oscuridad por la noche. Lo importante no es sólo la cantidad o el tipo de luz a la que están expuestos los trabajadores sino también lo es la hora del día en la que se recibe la luz.

Existe una necesidad de evaluar los trastornos producidos por la crono-disrupción provocada por la exposición del trabajador a la luz artificial en el desarrollo de su tarea.

El principal trastorno producido por la crono-disrupción son las alteraciones del sueño, de las que se derivarán trastornos hormonales, alteraciones metabólicas, estrés oxidativo, incluyendo síndrome metabólico, diabetes, enfermedades neurodegenerativas, y tumores.

OCTAVA.- Necesaria evaluación específica de riesgos de las luces LED utilizadas en los lugares de trabajo para adoptar medidas preventivas particulares

Los efectos de la exposición a luz artificial sobre la fisiología humana dependen de varios factores, entre ellos la intensidad, el espectro, la duración de la exposición, el momento en el que ocurre, la forma de administrar la luz, la historia de exposiciones previas y la edad de la persona.

La determinación de los niveles óptimos mediante mediciones de estos factores en las fuentes de luz LED, es fundamental para minorar los riesgos de esta exposición para la salud y seguridad de los trabajadores.

Las luces LED que se instalen en los lugares de trabajo deberán reunir unos requisitos de diseño ecológico tendentes a garantizar el confort visual y la ausencia de riesgos.

Los principales factores de riesgo a evaluar son:

a) Los niveles de iluminación de los lugares de trabajo, en cuanto que la combinación de luz natural y artificial, tanto en las horas diurnas como al anochecer, se aproxime a los niveles naturales a los que nuestra biología está adaptada.

b) La intensidad o iluminancia de las fuentes de luz LED. Las luces LED tienen iluminancias muy elevadas que pueden dar lugar a intensas concentraciones de energía en la zona de la retina.

c) El espectro de emisión o longitud de onda de las fuentes de luz LED tiene efectos en la salud humana. Los componentes de longitudes de onda cortas del efecto visible (luz azul) son más eficaces a la hora de producir efectos en el sistema circadiano que las longitudes de onda largas (luz roja). Además podría causar mayores efectos directos a las células de la retina. Por lo que las luces LED que contienen en su espectro gran cantidad de luz azul son un factor de riesgo.

Las medidas preventivas a aplicar en virtud de los factores de riesgo son:

a) En relación a los niveles de iluminación de los lugares de trabajo hay que adecuar estos niveles a los de los ciclos naturales de luz y oscuridad. Se deben aumentar los niveles de iluminación en horario diurno y reducirlos en horas nocturnas, recuperando el contraste día-noche.

Esto se puede hacer incrementando el número de luminarias en función de las características del lugar de trabajo e individualizando los sistemas de encendido, para que se adapten a la tarea a realizar y a la hora del día.

También se pueden instalar sistemas regulables de las luminarias, que permitan controlar la intensidad de emisión en virtud de las necesidades de las tareas a desarrollar y de la hora en que se realicen o la posibilidad de controlar el número de luminarias encendidas en función de la hora en la que se desarrolla la tarea.

b) La principal medida preventiva para controlar la iluminancia elevada de los LED es el uso de elementos difusores y protectores de los mismos.

Otra medida preventiva será instalar fuentes de luz LED que se hayan diseñado con ópticas adecuadas para cada uso, conforme se establece en la normativa de diseño ecológico y el cumplimiento de las recomendaciones contenidas en las normas EN 12464 y EN 13201.

c) Para controlar los espectros de emisión de las fuentes de luz LED como medida preventiva hay que exigir a los fabricantes que proporcionen los espectros de emisión en la documentación obligatoria que acompaña al producto. Los fabricantes deberían dar información suficiente sobre el espectro de las lámparas de uso general presentes en el mercado ya que facilitaría que los profesionales de la salud y en la prevención se pudieran elegir las soluciones óptimas de iluminación para cada caso. También sería importante unificar los procedimientos de medida de los fabricantes en lo relativo a determinar los espectros de emisión para conseguir una mayor homogeneidad.

Se deberían utilizar durante la noche luces LED que contengan en su espectro poca cantidad de luz azul, si el fabricante incluyera en la información obligatoria que acompaña al producto el espectro de emisión, sería posible decidir cual es la fuente de luz adecuada para cada tarea y hora del día .

NOVENA.- Necesidad de incluir en los sistemas de evaluación de las instalaciones de iluminación y de las fuentes de luz LED utilizadas en los lugares de trabajo el control de los parámetros de las luces LED

Para la identificación de los factores de riesgo derivados de las condiciones de iluminación del puesto de trabajo, no se tienen en cuenta los niveles de los parámetros de las luces LED asociados a las áreas de trabajo por actividades y cuya finalidad es crear ambientes de trabajo seguros.

Por ello se considera necesario incluir en los sistemas de evaluación de las instalaciones de iluminación de los lugares de trabajo los parámetros de las fuentes

de luz LED que sirvan para mejorar dichas instalaciones y facilitar el control de las mismas.

Se hace necesario establecer los niveles de iluminación de cada área de trabajo y circundantes fijando los niveles mínimos de iluminancia mantenida en luxes.

Se hace necesario establecer los niveles UGR de deslumbramiento por áreas y actividades

Para la eliminación de reflejos y brillos se hace necesario utilizar fuentes de luz LED

Es necesario controlar los valores de los parámetros colorimétricos de las fuentes de luz LED que previamente se hayan instalado en virtud de las necesidades visuales de la tarea o actividad a desarrollar.

Es necesario establecer un sistema para evaluar la compra de fuentes de LED que cumplan las normativa de diseño ecológico y de etiquetado de eficiencia energética en vigor.

-Reflejos molestos

Propia tarea o zona de trabajo se produce reflejos o brillos molestos en el entorno se producen reflejos o brillos molestos

-Desequilibrios de luminancia

La existencia de grandes diferencias de luminosidad entre los elementos del puesto

-Sombras molestas

Se proyectan sombras molestas en el área de trabajo donde se realiza la tarea visual

-Parpadeos molestos

Las lámparas producen parpadeos molestos de luz

El artículo 23 de la Ley de Prevención de Riesgos Laborales establece la obligación de registrar los resultados de los controles periódicos de las condiciones de trabajo, en las que se incluyen las instalaciones que forman parte del lugar de trabajo. En relación a la instalación, esta consistirá en registros documentales de las inspecciones y controles efectuados. El personal encargado de cada una de las actividades vistas deberá tener acceso fácil a la parte de la documentación que contenga información necesaria para desarrollar su función.

En la documentación que se elaborara para el control e inspecciones de las instalaciones de iluminación se debería incorporar el control de las fuentes de luz LED que se utilicen en las instalaciones de iluminación.

En el plan de prevención se debe incorporar la obligación de comprar únicamente fuentes de luz LED para su uso en los lugares de trabajo que cumplan la normativa os parámetros eléctricos y colorimétricos de las fuentes de LED que se especifican en la normativa de diseño ecológico de los mismos

Que el titular de la instalación o el responsable tuviera a disposición de la información de las fuentes de luz en relación al cumplimiento de la normativa de diseño ecológico y de eficiencia energética del LED

DECIMA.- Necesidad de evaluar la iluminación como riesgo en el trabajo a distancia para adoptar medidas preventivas particulares

El teletrabajo es un tipo de trabajo a distancia que está incluido dentro del concepto de nuevas formas de organización del trabajo. La pandemia causada por la COVID-19 y la situación de emergencia internacional que trajo consigo, obligó a reducir el número de trabajadores con presencia física en los centros de trabajo, provocando la generalización del teletrabajo.

El desarrollo de la actividad laboral mediante la modalidad del teletrabajo implica particularidades que se han de tener en cuenta desde la óptica de la prevención de riesgos laborales.

El marco legal de la prevención de riesgos laborales de aplicación al teletrabajo coincide con el contexto de la Ley 31/1995 (LPRL), el Reglamento de los Servicios de Prevención (RSP) aprobado por Real Decreto 39/1997, de 17 de enero, y por la demás normativa de desarrollo que resulte pertinente en cada caso.

Desde la perspectiva preventiva, el teletrabajo tiene características particulares, siendo la más relevante la ubicación del puesto de trabajo, que se localiza en un espacio distinto del centro de trabajo, concretamente en el domicilio de la persona trabajadora o en el lugar que esta escoja durante la jornada laboral.

Esta característica es crítica en relación con la evaluación de algunos de los riesgos relevantes del puesto y con la adopción de las medidas preventivas que se consideren necesarias.

La evaluación de riesgos laborales debe tener en cuenta los riesgos característicos de esta modalidad de trabajo, poniendo especial atención en los factores psicosociales, ergonómicos y organizativos y de accesibilidad del entorno laboral efectivo.

En relación a la iluminación y teniendo en cuenta que la evaluación de riesgos únicamente se puede hacer en la zona habilitada o lugar elegido para el desarrollo del trabajo a distancia, no extendiéndose al resto de zonas de la vivienda. No se puede hacer evaluación de riesgos de la instalación de iluminación de la vivienda, sino únicamente de la iluminación de la zona habilitada para el teletrabajo y la ubicación de esta zona en cuanto a proximidad de ventanas.

Los principales factores de riesgo relacionados con la iluminación de la zona habilitada para el trabajo son:

- Iluminación insuficiente en horario diurno
- Demasiada iluminancia en las horas nocturnas
- Instalar fuentes de luz que no cumplan la normativa de diseño ecológico
- Mala ubicación del puesto de trabajo que favorezca el deslumbramiento

-Mala iluminación en general de la habitación o zona donde esté ubicado el puesto de trabajo

-Excesivas horas nocturnas expuesto a la luz artificial en el desarrollo de su tarea laboral

Los riesgos de una mala iluminación en el teletrabajo son mayores que los que pueden existir en el centro de trabajo habitual, y podrían agravar problemas y patologías, como el insomnio y los problemas de salud que genera. Por ello la empresa deberá obtener toda la información acerca de los riesgos a los que está expuesta la persona que trabaja a distancia mediante una metodología que ofrezca confianza respecto de sus resultados, y prever las medidas de protección que resulten más adecuadas en cada caso.

Una de las medidas preventivas más importante del trabajo es la formación, y en relación a las peculiaridades de la iluminación resulta determinante dotar a la persona trabajadora de herramientas para analizar el entorno, para identificar situaciones en las que precisa un asesoramiento particular o para poder corregir “in situ” las condiciones de trabajo que así lo requieran.

Integrar las orientaciones concretas para gestionar correctamente, el puesto de trabajo, los tiempos de trabajo y la interacción con los equipos informáticos y de telecomunicación (con particular atención a los aspectos ergonómicos y psicosociales). Facilitar directrices para la identificación de cambios que puedan surgir y que requieran una reevaluación del puesto de trabajo, por ejemplo como se ha de realizar la compra de las lámparas que se usarán en el puesto de trabajo y en la sala en la que este se ubique.

Como medida preventiva se debe dar formación al trabajador relacionada con la promoción de la salud prestando especial atención al carácter sedentario de la actividad.

Se debe explicar la importancia de recurrir a tecnologías que minimicen la disrupción circadiana en el hogar, manteniendo el rendimiento visual requerido, en concreto teniendo en cuenta que la exposición a luz excesiva por la noche incluyendo la que proviene de pantallas luminiscencia puede causar disfunción en el sueño y agravar los desórdenes del mismo, se recomienda utilizar fuentes de luz con el mínimo contenido posible en la banda azul en horas nocturnas.

Durante las horas diurnas en las que no se pueda recurrir a la luz natural se recomienda elevar los niveles de iluminación y la temperatura de color de las lámparas especialmente por la mañana, manteniendo la luminancia de la misma dentro de límites seguros.

BIBLIOGRAFÍA

DADY, 2022. La UE prohíbe las bombillas halógenas, ¿y ahora qué? | Modrego Blog. Blog de Ferretería [en línea]. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.modregohogar.com/blog/la-ue-prohibe-las-bombillas-halogenas>.

AMES, Jeremy. 2020. What is CCT? A guide to choosing correlated color temperature for your lighting. Regencylighting.com [en línea]. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: <https://insights.regencylighting.com/what-is-correlated-color-temperature-cct-and-how-do-you-choose-it-for-your-lighting>.

ANDRÉS-DÍAZ, José Ramón, et al. Tecnología de la iluminación. Evolución y adaptación. 2015.

ARIZA, Andrea. “La Higiene y Seguridad Industrial en la historia”, Timetoast, 2014. Disponible en: <https://www.timetoast.com/timelines/la-higiene-y-seguridad-industrial-en-la-historia>.

ÁRNASON, Jóhann Páll, et al. Elias Canetti's counter-image of society: crowds, power, transformation. Camden House, 2004.

BARAN, Krzysztof, et al. Modeling of selected lighting parameters of LED panel. *Energies*, 2020, vol. 13, no 14.

BASCUÑÁN BLASET, Aníbal. Henri Moissan (Premio Nobel de Química, premiado en diciembre de 1906). *Educación Química*, 2006, vol. 17, no 4.

BASTIE, Jean. Cien años de cie y evolución de la iluminación. *Luz e Ingeniería*, 2013, vol. 21, nº 4.

BERSON DM, Dunn FA, Takao M. (2002) *Phototransduction by retinal ganglion cells that set the circadian clock*. *Science*. 295:1070–3.

BERSON DM. (2003) Strange vision: ganglion cells as circadian photoreceptors. *Trends Neurosci* 2003;26:314–20.

[Bullough JD](#), [Bierman A](#), [Rea MS](#). *Evaluating the blue-light Hazard from solid state lighting*. *International journal Occupational Safety Ergonomic*. 2019 Jun;25(2):311-320. doi: 10.1080/10803548.2017.1375172

BRANNIGAN, A., y ZWERMAN, W. (2001). The real “hawthorne effect”. *Society*, 38(2).

CARRIZOSA-PRIETO, Esther. La Regulación Del Teletrabajo Estructural En Iberoamérica. *Archivos De Prevención De Riesgos Laborales*, 2022, Vol. 25, No 2.

CHAZAN, Michael. Toward a long prehistory of fire. *Current Anthropology*, 2017, vol. 58, no S16.

CIE | International Commission on Illumination / Commission internationale de l'Eclairage / Internationale Beleuchtungskommission. Cie.co.at [en línea], 2022. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: <http://cie.co.at/>.

COBLENTZ, W. W. Sources of ultraviolet radiation and their physical characteristics. Journal of the American Medical Association, 1929, vol. 92, no 22.

COMITÉ ESPAÑOL DE ILUMINACIÓN. CEISP. Ceisp.com [en línea], 2022. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: <http://www.ceisp.com/>.

COTO, Aparicio; ELIZABETH, Yanira; MARTÍNEZ, Astrid Ellen. La gestión de desechos de luminarias, análisis de los casos de Brasil y España. Perspectivas para El Salvador según diagnóstico de uso y disposición. Período 1980–2011.

CRISTÓBAL, Daniel Martínez. La protección constitucional del teletrabajador y el conflicto con los derechos fundamentales en España. Revista Opinión Jurídica (Fortaleza), 2022, vol. 20, no 34.

CUTHBEAT, Michael. Preguntas y respuestas Ley de la Unión Europea 2013-2014. Routledge, 2013.

De HAWTHORNE, Artículo Club Ensayos: Experimento en la Western Electric Company, 22 de abril de 2013

Definition of harmonics - Electrical Installation Guide. www.electrical-installation.org [en línea], [sin fecha]. Disponible en: https://www.electrical-installation.org/enwiki/Definition_of_harmonics.

DEL PINO, Cristina Ayala. La nueva regulación del trabajo a distancia no es la panacea. Anuario jurídico y económico escurialense, 2022, no 55.

DILAURA, David L. Farewell to the Incandescent Lamp: A Retrospective to Recount, Assess, and Honor a Passing Technology. LEUKOS, 2009, vol. 5, no 3.

ELSTON, Carly A.; KAZLOUSKAYA, Viktoryia; ELSTON, Dirk M. Elastic staining versus fluorescent and polarized microscopy in the diagnosis of alopecia. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 2013, vol. 69, no 2, p. 288-293.

EQUIPO EDITORIAL, 2018. Elton Mayo y los experimentos de Hawthorne. *psicologia-online.com* [en línea]. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.psicologia-online.com/elton-mayo-y-los-experimentos-de-hawthorne-1951.html>.

ESTALELLA, Gemma Martinez, et al. Gestión y liderazgo de los servicios de Enfermería en el plan de emergencia de la pandemia COVID-19: la experiencia del Hospital Clínic de Barcelona. *Enfermería Clínica*, 2021, vol. 31.

Factor de Potencia ¿Que es y cómo Funciona? Blog Factorled. *Blog Factorled* [en línea], 2020. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.factorled.com/blog/es/factor-de-potencia-que-es-y-como-funciona/>.

FEEZELL, Daniel; NAKAMURA, Shuji. Invention, development, and status of the blue light-emitting diode, the enabler of solid-state lighting. *Comptes Rendus Physique*, 2018, vol. 19, no 3.

GARCÍA DÍAZ, Daniel, et al. Estudio de fósforos de iluminación de LED blanco por técnicas de espectroscopia óptica resuelta en tiempo. 2015.

GASTON, Kevin J., et al. Reducing the ecological consequences of night-time light pollution: options and developments. *Journal of Applied Ecology*, 2012, vol. 49, no 6.

GIL NOVOA, O. D.; MARTÍNEZ, D.; BARÓN GONZÁLEZ, A. J. ESTUDIO DEL EQUIPO DE DIFRACCIÓN DE RAYOS X TEL-X-OMETER, TEL. 580. *Revista Colombiana de Física*, 2006, vol. 38, no 2.

GONZÁLEZ, Guillermo García, et al. Seguridad e higiene en el trabajo durante el primer franquismo: estructuras jurídicas e institucionales. *Lex Social: Revista de Derechos Sociales*, 2017, vol. 7, no 1.

GREENFIELD, S. Inductively coupled plasmas in atomic fluorescence spectrometry. A review. *Journal of Analytical Atomic Spectrometry*, 1994, vol. 9, no 5.

HIROHATA, Toru, et al. Low-field breakdown and negative differential resistance in semi-insulating GaAs. *Japanese journal of applied physics*, 1993, vol. 32, no 9R.

HISTORY OF THE LIGHT BULB | Lighting Basics | Bulbs.com. Bulbs.com [en línea], 2022. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.bulbs.com/learning/history.aspx>.

HOSKINS, JA *Fiat Lux—et facta est lux*. Entorno interior y construido, 2008, vol. 17, nº 5.

HOWELL, John W.; SCHROEDER, Henry. The quality of incandescent lamps. *Transactions of the American Institute of Electrical Engineers*, 1923, vol. 42.

ILO, “Sentar los cimientos de la justicia social”, 2016. Disponible en: <https://www.ilo.org/infostories/es-ES/Stories/The-ILO/Laying-the-Foundations-of-Social-Justice>.

IRASTORZA SANMIGUEL, Blanca. *Relación entre Teletrabajo y Calidad de vida*. 2022.

INMAN, G. E. Characteristics of fluorescent lamps. *Red*, 1939, vol. 3, no 3.

JIN, Huaizhou, et al. Research on the lighting performance of LED street lights with different color temperatures. *IEEE Photonics Journal*, 2015, vol. 7, no 6.

JUNTUNEN, Eveliina, et al. Effect of phosphor encapsulant on the thermal resistance of a high-power COB LED module. *IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology*, 2013, vol. 3, no 7.

KIM, Chul S., et al. Improved mid-infrared interband cascade light-emitting devices. *Optical Engineering*, 2017, vol. 57, no 1.

KÖSTLIN, H., et al. Optical filters on linear halogen-lamps prepared by dip-coating. *Journal of non-crystalline solids*, 1997, vol. 218.

KUBOTA, Yoichi, et al. Deep ultraviolet light-emitting hexagonal boron nitride synthesized at atmospheric pressure. *Science*, 2007, vol. 317, no 5840.

La Comisión Internacional de Iluminación (CIE) Antonio Corróns, Joaquín Campos, Manuel Melgosa³ 1 Departamento de Metrología. Instituto de Física Aplicada (CSIC). Serrano 144, 28006 Madrid 3 Departamento de Óptica, Facultad de Ciencias (Edificio Mecenas), Universidad de Granada, 18071 Granada.

LASANCE, Clemens JM, et al. (ed.). *Thermal management for LED applications*. New York: Springer, 2014.

LÓPEZ, Manuel Carlos Palomeque. La protección del trabajador frente a los riesgos laborales. *DS: Derecho y salud*, 1996, vol. 4, no 1.

MACFARLAN, J. George Dixon: Discoverer of Gas Light from Coal. *Transactions of the Newcomen Society*, 1924, vol. 5, no 1.

MACISAAC, Dan; KANNER, Gary; ANDERSON, Graydon. Basic physics of the incandescent lamp (lightbulb). *The physics teacher*, 1999, vol. 37, no 9.

MADER, U.; HORN, P. A dynamic model for the electrical characteristics of fluorescent lamps. En Conference Record of the 1992 IEEE Industry Applications Society Annual Meeting. IEEE, 1992.

MASPOCH, Daniel, et al. Radical para-benzoic acid derivatives: transmission of ferromagnetic interactions through hydrogen bonds at long distances. Chemistry–A European Journal, 2002, vol. 8, no 16.

MATSON, MIGUEL VICTOR CORDOBA. Evaluación de la biomasa de *Isochrysis galbana* (clon T-ISO) estimulada con radiación monocromática. 2011.

MAYO, Elton. The social problems of an industrial civilisation. Routledge, 2014.

MEINKE, Ronald. Correct? [en línea], 2003. [Consulta: 9 mayo 2022]. Zeit. Disponible en: https://web.archive.org/web/20030902175619/https://www.zeit.de/2003/15/Stimmts_P_15.

MISSO, Ágatha Matos. Síntese e caracterização de fósforos a base de silicatos de cálcio e magnésio dopados com európio e disprósio. Tesis Doctoral. Universidade de São Paulo.

NISHINAGA, Tatau (ed.). Handbook of crystal growth: fundamentals. Elsevier, 2014.

PAPÚ, Omar; THOMAS, Peter; PEROSA, Mariana. Un mito ecológico: las lámparas fluorescentes compactas (LFC). 2012.

PAREJA RODRIGUEZ, Enrique: Legislación sobre alumbrado en el centro de trabajo: España, a años luz. Salud y trabajo. - Madrid. - nº 65, 1988.

POLLMAN, J.; VAN TONGEREN, H.; VERBECK, T. G. Low-pressure gas discharges. Philips Tech. Rev, 1975, vol. 35.

POLLMAN, J.; VAN TONGEREN, H.; VERBECK, T. G. Low-pressure gas discharges. Philips Tech. Rev, 1975, vol. 35.

PONS, Francisco Trujillo. Camino a una nueva ley sobre el trabajo a distancia (teletrabajo) y el derecho a la “desconexión digital en el trabajo”. Revista Aranzadi Doctrinal, 2020, no 8.

POUSSET, N.; ROUGIE, B.; RAZET, A. Impact of current supply on LED colour. Lighting Research & Technology, 2010, vol. 42, no 4.

POZO GUERRÓN, José Paúl. Análisis de eficiencia energética del alumbrado público en el sector El Girón en la ciudad de Quito. 2014. Tesis de Licenciatura. Quito, 2014.

RABINOVICH, Oleg I.; YUNOVICH, Alexander E. The discovery of semiconductor light sources (a historical account of creating light emitting diodes). Light & Engineering, 2014, vol. 22, no 3.

RIVER. www.nationalfirechiefs.org.uk [en línea], [sin fecha]. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: https://www.nationalfirechiefs.org.uk/write/MediaUploads/NFCC%20Guidance%20publications/Protection/DSFRS_Protection_Handbook.pdf.

RUIZ, Icíar Alzaga. El derecho al abono y compensación de gastos en la Ley 10/2021, de 9 de julio, de trabajo a distancia. Revista Crítica de Relaciones de Trabajo, Laborum, 2022, no 2.

SALCEDO BELTRÁN, María del Carmen, et al. Obligaciones empresariales en materia de Seguridad Social y Salud en las contratadas y subcontratadas de obras o servicios. 2000.

SARAF, Ninad, et al. Airfield lamp monitoring & control systems. En 2013 International Conference on Information Communication and Embedded Systems (ICICES). IEEE, 2013.

SCHIVELBUSCH, Wolfgang. Disenchanted night: The industrialization of light in the nineteenth century. Univ of California Press, 1995.

SCHWARTZ, Daniel, et al. El efecto Hawthorne y la conciencia energética. Actas de la Academia Nacional de Ciencias, 2013, vol. 110, nº 38, pág. 15242-15246.

SEDOPTICA. Sedoptica.es [en línea], 2022. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.sedoptica.es/>.

SHOW, Nikola Tesla, et al. Newspaper and magazine articles related to Nikola Tesla Nikola Tesla and the Discovery of X-rays. RadioGraphics, 2008.

SOTO LÓPEZ, Armando, et al. Modelo de servicio que potencia la experiencia entre cliente y empresa para diseño de sistema de iluminación desde el enfoque del diseño participativo. 2020.

STEGMAIER, P., VISSER, V. R., y KUHLMANN, S. (2021). The incandescent light bulb phase-out: exploring patterns of framing the governance of discontinuing a socio-technical regime. Energy, sustainability and society, 11(1), 1-22.

SWAN, Mary E. Sir Joseph Wilson Swan. E. Benn, 1929.

TECHOPEDIA, 2016. Current. Techopedia.com [en línea]. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: <https://www.techopedia.com/definition/4653/current>.

TOMORY, Leslie. Competition and regulation in the early history of the London gas industry, 1800–1830. The London Journal, 2014, vol. 39, no 2.

TOVAR, Ingrid Liliana Jiménez; BENAVIDES, Hugo Segura. Eficiencia del ahorro energético y reducción del impacto ambiental negativo de la tecnología led. Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información, 2015, vol. 2, no 3.

TUTOR SÁNCHEZ, Joaquín Darío; BRUNO ALFONSO, Alexys. El nitruro de galio y sus aleaciones: y se hizo la luz... azul. Mundo nano. Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología, 2012, vol. 5, no 1.

ÜRGE-VORSATZ, Diana; HAUFF, Jochen. Drivers of market transformation: analysis of the Hungarian lighting success story. Energy policy, 2001, vol. 29, no 10.

VILLEGAS-VICENCIO, Luis Javier; TAPIA-MERCADO, Juan C.; LERMA-ARAGÓN, Jesús R. Ambiente Virtual Para El Aprendizaje De Métodos Experimentales Mediante El Uso De Tic: Virtual Environment For Learning Experimental Methods Through The Use Of Ict. Tecnología Educativa Revista Conaic, 2022, Vol. 9, No 1.

Voltaje - Concepto, tipos de voltaje y cómo medirlo. Concepto [en línea], 2013. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: <https://concepto.de/voltaje/>.

VON KHUON, Ernst (ed.). Waren die Götter Astronauten?: Wissenschaftler diskutieren d. Thesen Erich von Dänikens. Droemer-Knaur, 1972.

VV.AA.: Guía Técnica para la evaluación de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. 2ª edición, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 2015.

VV.AA.: Guía Técnica para la evaluación de los riesgos relativos a la utilización de los lugares de trabajo. 2ª edición, Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo, Madrid, 2015.

WITHERS, Freddie, et al. Light-emitting diodes by band-structure engineering in van der Waals heterostructures. *Nature materials*, 2015, vol. 14, no 3.

YÉPEZ-GARCÍA, Ariel, et al. COVID-19 y servicios de infraestructura. 2022.

ZABILIŪTĒ, Akvilē, et al. LEDs convertidos en fósforo con baja acción circadiana para iluminación exterior. *Cartas de óptica*, 2014, vol. 39, nº 3.

ZENIKAZELAIA Aldea, Aitor. La adaptación de los derechos colectivos en el trabajo a distancia. 2022.

ZENO, 2022. Glhlampe. Zeno.org [en línea]. [Consulta: 9 mayo 2022]. Disponible en: <http://www.zeno.org/Pierer-1857/A/Gl%C3%BChlampe>.

ZENIKAZELAIA Aldea, Aitor. La adaptación de los derechos colectivos en el trabajo a distancia. 2022.

ZHELUDEV, Nikolay. The life and times of the LED—a 100-year history. *Nature photonics*, 2007, vol. 1, no 4.

ANEXO LEGISLATIVO

LEGISLACION ESTATAL

-Constitución Española, (BOE, núm. 311 de 29 de diciembre de 1978) especial mención refiere el art. 40.2.

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1978-31229>

-Real Decreto 1468/1988, de 2 de diciembre, por el que se aprueba el Reglamento de Etiquetado, Presentación y Publicidad de los productos industriales destinados a su venta directa a los consumidores y usuarios (BOE núm. 294, de 8 de diciembre de 1988).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1988-28089>

-Real Decreto 486/1997, de 14 de abril, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo (BOE núm. 197, de 23 de abril de 1997).

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1997-8669>

-RD 1215/1997, de 18 de julio, por el que se establecen las disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

<https://www.boe.es/buscar/pdf/1997/BOE-A-1997-16981-consolidado.pdf>

-Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de prevención de Riesgos Laborales (BOE núm.269, de 10 de noviembre de 1995).

<https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-1995-24292>

-Decreto de 13 de septiembre de 1936 (BOE, núm. 246, de 2 septiembre 1936).

<https://www.boe.es/gazeta/dias/1936/09/02/pdfs/GMD-1936-246.pdf>

-Ley de 9 de febrero de 1939 y la ley de 23 de septiembre de 1939 (BOE, núm. 824, de 9 febrero de 1939).

<https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE/1939/044/A00824-00847.pdf>

-Fuero del Trabajo de 1938 (BOE, núm. 505, de 10 marzo 1938).

<https://www.boe.es/datos/pdfs/BOE/1938/505/A06178-06181.pdf>

-Reglamento de Seguridad e Higiene en el Trabajo de 1940, Orden de 31 de enero de 1940. (BOE, núm. 34, de 3 de febrero de 1940).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1940-1173>

-Orden de 9 de marzo de 1971 por la que se aprueba la Ordenanza General de Seguridad e Higiene en el Trabajo (BOE, núm. 64, de 16 marzo de 1971).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1971-380>

-Orden de 26 de agosto de 1940 (BOE, núm. 250, de 6 septiembre de 1949).

<https://www.boe.es/gazeta/dias/1940/09/06/pdfs/BOE-1940-250.pdf>

LEGISLACION COMUNITARIA

TRATADOS

-Tratado de la Unión Europea (DOUE en BOE, núm. 83/13, de 30 de marzo de 2010).

<https://www.boe.es/doue/2010/083/Z00013-00046.pdf>

-Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea. Versiones consolidadas. (DOUE en BOE núm. 83, de 30 de marzo de 2010).

<https://www.boe.es/doue/2010/083/Z00047-00199.pdf>

-Tratado Fundacional de la Comunidad Europea del Carbón y del Acero (CECA). (DOUE en BOE núm. 261, de 22 de julio de 2021).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2021-81014>

-Tratado del Acta Única (AUE), (BOE, núm. 158, de 3 de julio de 1987).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1987-15279>

-Tratado Constitutivo de la Comunidad Económica Europea (CEE), (DOUE en BOE núm. 83, de 30 de marzo de 2010).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-Z-2010-70002>

-Tratado de Maastricht, (BOE, núm. 11, de 13 de enero de 1994)

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1994-626>

-Tratado de Ámsterdam, (BOE, núm. 109, de 7 mayo de 1999).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1999-10228>

-Tratado de Lisboa, (DOUE, en BOE, núm. 306/1, de 17 de diciembre de 2007).

<https://www.boe.es/doue/2007/306/Z00001-00271.pdf>

-Tratado de Funcionamiento de la Unión Europea, (DOUE, en BOE, núm. 83/47, de 30 marzo de 2010).

<https://www.boe.es/doue/2010/083/Z00047-00199.pdf>

Convenio sobre Seguridad y Salud de los Trabajadores y Medio Ambiente de trabajo. (BOE, núm. 187, de 4 agosto de 2009).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-2009-12933>

Convenio para la Protección de los Derechos Humanos y Libertades Fundamentales, (BOE, núm. 243, de 10 de octubre de 1979).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=BOE-A-1979-24010>

Carta comunitaria de los derechos sociales fundamentales de los trabajadores, (DOUE, en BOE, núm. 83/389, de 30 de marzo de 2010).

<https://www.boe.es/doue/2010/083/Z00389-00403.pdf>

Carta Social Europea, (BOE, núm. 139, de 11 de junio de 2021).

https://www.boe.es/diario_boe/txt.php?id=BOE-A-2021-9719

REGLAMENTOS

-Reglamento (UE) 658/2017 del Consejo, de 6 de abril de 2017, por el que se modifica el Reglamento (CE) n.º 329/2007 relativo a la adopción de medidas restrictivas contra la República Popular Democrática de Corea. Diario Oficial de la Unión Europea L 94, 7 de abril de 2017, (BOE, núm. 288, de 9 de noviembre de 2022).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2022-81634>

-Reglamento del Fondo Social Europeo, (BOE, núm. 213, de 13 de agosto de 1999).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1999-81710>

-Reglamento CE nº 2062/94 del Consejo, de 18 de julio de 1994. Agencia Europea para la seguridad y la salud en el trabajo. Unión Europea, 18 de julio de 1994. (BOE, núm. 216, 20 agosto de 1994).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1994-81322>

-Reglamento (UE) nº 1194/2012, de 12 de diciembre, (DOUE, en BOE, núm. 342/1, de 12 diciembre de 2012).

<https://www.boe.es/doue/2012/342/L00001-00022.pdf>

-Reglamento (UE) 2019/2020, de 1 de octubre de 2019, (DOUE, en BOE, núm. 315, de 5 de diciembre de 2019).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2019-81880>

-Reglamento (UE) no 874/2012, de 12 de julio. Etiquetado energético de las lámparas eléctricas y las luminarias, (DOUE, núm. 258, de 26 de septiembre de 2012).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2012-81732>

-Reglamento (UE) no 1194/2012, de 12 de diciembre. Requisitos de diseño ecológico aplicables a las lámparas direccionales, a las lámparas LED y sus equipos, (DOUE, núm. 342/1, de 12 de diciembre 2012).

<https://www.boe.es/doue/2012/342/L00001-00022.pdf>

-Reglamento (CE) nº 765/2008, de 9 de julio, por el que se establecen los requisitos de acreditación y vigilancia del mercado relativos a la comercialización de los productos, (DOUE núm. 218, de 13 de agosto de 2008).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2008-81669>

-Reglamento (UE) nº 1194/2012, de 12 de diciembre. Requisitos de diseño ecológico aplicables a las lámparas direccionales, a las lámparas LED y sus equipos. (DOUE, núm. 342/1, de 14 de diciembre de 2012).

<https://www.boe.es/doue/2012/342/L00001-00022.pdf>

-Reglamento (UE) 2015/1428 de la Comisión, de 25 de agosto de 2015, (DOUE, en BOE núm. 224, de 27 de agosto de 2015).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2019-81880>

-Reglamento (UE) 2019/2020 de la Comisión, (DOUE, en BOE núm. 315, de 5 de diciembre de 2019).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2021-80227>

DIRECTIVAS

-Directiva (UE) 2015/2376 del Consejo, de 8 de diciembre de 2015, que modifica la Directiva 2011/16/UE en lo que respecta al intercambio automático y obligatorio de información en el ámbito de la fiscalidad. Diario Oficial de la Unión Europea L 332, 18 de diciembre de 2015. (DOUE, BOE núm. 332, de 18 de diciembre de 2015).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2015-82528>

-Directiva 82/605/CEE, (DOCE, BOE núm. 131, de 5 mayo de 1998).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1998-80770>

-Directiva 89/391 CEE del Consejo, de 12 de junio de 1989. Directiva marco sobre salud y seguridad en el trabajo. Boletín Oficial del Estado, 202, (DOCE, núm. 183, de 29 de junio de 1989).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1989-80648>

-Directiva 89/654/CEE del Consejo de 30 de noviembre de 1989, Relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud en los lugares de trabajo. Unión Europea, 30 de noviembre de 1898, (DOCE, BOE núm. 393, de 30 de diciembre de 1989).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1989-81589>

-Directiva 89/655/CEE, Relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de los equipos de trabajo. Unión Europa, 30 de noviembre de 1989, (DOUE, BOE, núm. 260, de 3 de octubre 2009).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-81911>

-Directiva 2001/45/CEE, Modificación de la Directiva 89/655/CEE. Unión Europea, 27 de junio de 2001, (DOCE, BOE, núm. 195, de 19 de julio de 2001).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2001-81810>

-Directiva 89/656/CEE, Relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud para la utilización por los trabajadores en el trabajo de equipos de protección individual. Unión Europea, 30 de noviembre de 1989, (DOCE, BOE, núm. 156, de 21 de junio de 1990).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1990-80727>

-Directiva 90/270/CEE, Referente a las disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas al trabajo con equipos que incluyen pantallas de visualización. Unión Europea, 20 de mayo de 1990, (DOCE, núm. 156, de 21 de junio 1990).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1990-80727>

-Directiva 90/269/CEE, Sobre las disposiciones mínimas de seguridad y de salud relativas a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorsolumbares para los trabajadores. Unión Europa, 29 de mayo de 1990, (DOCE, BOE, núm. 156, de 21 de junio de 1990).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1990-80726>

-Directiva 92/91/CEE, Relativa a las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la seguridad y de salud de los trabajadores de las industrias extractivas de sondeos. Unión Europa, 3 de noviembre de 1992, (DOCE, BOE, núm. 348, de 28 de noviembre de 1992).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1992-81904>

-Directiva 92/104/CEE, Relativa a las disposiciones mínimas destinadas a mejorar la protección en materia de seguridad y de salud de los trabajadores de las industrias extractivas a cielo abierto o subterráneas. Unión Europea, 3 de diciembre 1992, (DOCE, BOE, núm. 404, de 31 de diciembre de 1992).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1992-82253>

-Directiva 92/57/CEE, Relativa a las disposiciones mínimas de seguridad y de salud que deben aplicarse en las obras de construcción temporales o móviles. Unión Europea, 24 de junio de 1992, (DOCE, BOE, núm. 245, de 26 de agosto de 1992).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1992-81447>

-Directiva 92/58/CEE del Consejo de 24 de junio de 1992, Relativa a las disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y de salud en el trabajo. Unión Europea, 24 de junio de 2022, (DOCE, BOE, núm. 245, de 26 de agosto de 1992).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1992-81447>

- Directiva 98/24/ CE, (DOCE, BOE, núm. 131, de 5 de mayo de 1998)

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-1998-80770>

-Directiva 83/477/CEE, (DOCE, BOE, núm. 304/64, de 25 de octubre 2011).

<https://www.boe.es/doue/2011/304/L00064-00088.pdf>

-Directiva 2009/148/CE, (DOCE, BOE, núm. 330, de 16 de diciembre de 2009).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-82425>

-Directiva 2003/10/CE, (DOCE, BOE, núm. 42/38, de 6 febrero de 2003).

<https://www.boe.es/doue/2003/042/L00038-00044.pdf>

-Directiva 2002/91/CE, del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2002, relativa a la eficiencia energética de los edificios. Diario Oficial de la Unión Europea L 1, 4 de enero de 2003, (DOCE, BOE, núm. L 1/65, de 16 de diciembre de 2002).

<https://www.boe.es/doue/2003/001/L00065-00071.pdf>

-Directiva 2009/125/CE, del Parlamento y del Consejo, de 21 octubre de 2009, por la que se insta un marco para el establecimiento de los requisitos de diseño ecológico aplicables a los productos relacionados con la energía. Diario Oficial de la Unión Europea L 285, 31 de octubre de 2009, (DOCE, BOE, núm. 285, de 31 de octubre de 2009).

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2009-82047>

-Directiva 2009/104/CEE del Parlamento y del Consejo de 16 de septiembre de 2009 Segunda directiva específica con arreglo al artículo 16, apartado, de la Directiva 89/391/CE, (DOCE, BOE, núm.L 260/5, de 16 septiembre 2009).

<https://www.boe.es/doue/2009/260/L00005-00019.pdf>

-Directiva 2010/30/UE, relativa al etiquetado energético, (DOCE, BOE, núm. 153, de 18 de junio de 2010)

<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2010-81076>

-Directiva 2010/31/UE, relativa a la eficiencia energética de los edificios, que deroga la Directiva 2002/91/CE, (DOCE, BOE, núm. L 153/1, 18 de junio de 2010)

<https://www.boe.es/doue/2010/153/L00001-00012.pdf>

- Directiva 2002/91/CE, sobre la eficiencia energética de los edificios, (DOCE, BOE, núm. 16 de diciembre de 2002).

<https://www.boe.es/doue/2003/001/L00065-00071.pdf>

-Directiva 2012/27/UE sobre eficiencia energética, por la que se modifican las Directivas 2009/125/CE y 2010/30/UE, y se derogan las Directivas 2004/8/CE y 2006/32/CE, (DOCE, BOE, núm. 315/1, de 25 de octubre de 2012).

<https://www.boe.es/doue/2012/315/L00001-00056.pdf>

NORMAS UNE

– UNE-EN 12464-1. Iluminación. Alumbrado de los lugares de trabajo interiores.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0048898>

– UNE-EN 13032-1, UNE-EN 13032-2 y UNE-EN 13032-3. Mediciones y presentación de las características fotométricas de lámparas y luminarias.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0057192>

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0057192>

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0057192>

– UNE-EN 12464-1 Iluminación. Iluminación de los lugares de trabajo. Parte 1: Lugares de trabajo en interiores.

https://tienda.aenor.com/norma-une-en-12464-1-2012-n0048898?gclid=EAIaIQobChMIgvnyq_vV-wIV1RkGAB20rgA9EAAYASAAEgL-Y_D_BwE&gclsrc=aw.ds

– UNE 72-163-84. Niveles de iluminación. Asignación a tareas visuales.

Dicha norma establece el método de determinación de la iluminancia media que especifica el nivel de iluminación que debe emplearse en un punto, superficie o volumen determinado, en los que están situados los materiales que constituyen la zona de la tarea visual para que ésta pueda realizarse con una actuación aceptable.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0006989>

– UNE 72-502-84. Sistemas de iluminación. Clasificación general.

La presente norma tiene por objeto clasificar los sistemas de iluminación teniendo en cuenta las características de las fuentes de luz empleadas, la distribución de la luz y los objetivos de la iluminación.

<https://www.une.org/encuentra-tu-norma/busca-tu-norma/norma?c=N0007004>

PUBLICACIONES DE LA COMISIÓN INTERNACIONAL DE ILUMINACIÓN

-Publicación CIE no 13/1995. Métodos de medición y especificación de las propiedades del rendimiento de color de las fuentes de luz.

<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/396/BERGES%20VALDECANTOS.pdf>

-Publicación CIE no 15/2004. Colorimetría.

https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwiy7em5-dX7AhVTTqQEHccUBykQFnoECAsQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.cdvplus.cz%2Ffile%2F3-publikace-cie15-2004%2F&usg=AOvVaw07P_buI1CouGh9VlgCTPOG

-Publicación CIE no 117/1998. Deslumbramiento molesto de la iluminación interior.

<https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/396/BERGES%20VALDECANTOS.pdf>
