



PHILIPS

Luminarias LED

Informe

Evaluación del rendimiento de

luminarias basadas en LED

Evaluación del rendimiento de luminarias basadas en LED

Evite comparar manzanas y peras

Durante los últimos años, se ha dado un aumento significativo del uso de luminarias basadas en LED. Inicialmente no estaba disponible ningún estándar internacional para medir o comparar el rendimiento de productos de iluminación basados en LED. Esta situación se ha visto agravada por la entrada masiva en el mercado de participantes nuevos y desconocidos, algunos de los cuales realizan afirmaciones dudosas sobre el rendimiento de sus productos. Entre los clientes hay mucha confusión sobre qué productos LED elegir.

A este respecto, el principal reto para el mercado profesional consiste en mejorar la manera en que los usuarios de luminarias basadas en LED, tales como los especificadores, los diseñadores de iluminación, los ingenieros técnicos y los responsables políticos, evalúan las declaraciones sobre rendimiento de diferentes fabricantes de luminarias LED al preparar proyectos de iluminación o especificaciones de licitación. Actualmente, es frecuente que comparen, sin querer, manzanas con peras.



El propósito de este informe es aportar claridad y hacer posible la evaluación de las declaraciones sobre rendimiento de los fabricantes mediante la explicación de los diferentes criterios de rendimiento "inicial" y "a lo largo del tiempo" para luminarias LED establecidos en los recientes estándares de rendimiento de la Comisión Electrotécnica Internacional (IEC), de acuerdo con el [informe guía de la IEC](#) publicado por LightingEurope (Enero 2018, Evaluating performance of LED based luminaires).

Creemos en un enfoque de 3 pasos para crear una transparencia completa en el mercado:

1. Proporcionar especificaciones de rendimiento de productos de conformidad con estándares de la IEC adecuados;
2. Crear sensibilización entre los usuarios de luminarias basadas en LED sobre cómo pueden ayudar los criterios de calidad a comparar y establecer confianza;
3. Trabajar para una verificación del rendimiento de las luminarias basadas en LED por terceros independientes.



Figura 1: Enfoque de 3 pasos

1. Criterios de calidad estandarizados: llevar orden a la confusión

Tal como están las cosas, la evaluación del rendimiento de los productos LED resulta compleja. Existen dos motivos para ello:

- a. Diferentes fabricantes utilizan diferentes definiciones técnicas para describir el rendimiento de sus productos, lo que dificulta su comparación.
- b. El diseño técnico de un producto puede provocar una diferencia enorme en cuanto a rendimiento. Aunque dos luminarias estén basadas exactamente en los mismos LED, su rendimiento puede ser extremadamente diferente debido a las decisiones que se hayan tomado en su diseño.

Si, por ejemplo, observamos la eficacia (expresada en lúmenes por vatio) en la tabla siguiente, podemos ver que el diseño del producto puede provocar una gran diferencia en el rendimiento del sistema de la luminaria. La efectividad de la gestión del calor, el controlador y la óptica pueden mejorar o malograr la eficacia de toda la luminaria basada en LED.

Chip de LED	Características térmicas atemporal	Controlador	Óptica	Mantenimiento lumínico a las 5000 h	Eficiencia después de 2 años
160 lm/W	95% 152 lm/W	90% 137 lm/W	85% 116 lm/W	98%	114 lm/W
160 lm/W	85% 136 lm/W	70% 95 lm/W	50% 48 lm/W	60%	29 lm/W

Figura 2: Decisiones de diseño que afectan al rendimiento. Los números que se indican en la tabla son solo ilustrativos.

Nuestro enfoque recomendado para evaluar las declaraciones de rendimiento de diferentes fabricantes es el siguiente:

1. Aplicar un conjunto estandarizado de criterios de calidad para la comparación;
2. Evaluar solo productos que se hayan medido de conformidad con estándares de la IEC adecuados.

Esto permitirá juzgar las declaraciones de rendimiento sobre una misma base homogénea: manzanas con manzanas, por decirlo así, en lugar de manzanas con peras.

2. Criterios de rendimiento de la IEC

Es necesario evaluar tanto el rendimiento "inicial" como "a lo largo del tiempo" para conocer con confianza cómo será el rendimiento de las luminarias basadas en LED y cuánto tiempo conservarán sus características nominales a lo largo de años de funcionamiento. A menudo, puede ser difícil saber en quién confiar o qué creer.

La estandarización de los requisitos de rendimiento es un primer paso importante hacia la transparencia total respecto al rendimiento de las luminarias basadas en LED que se utilizan en el mercado profesional. En consecuencia, la IEC ha desarrollado y publicado estándares de rendimiento específicos para luminarias basadas en LED.

Estos estándares describen cómo medir el rendimiento "inicial" y proporcionan una métrica de vida útil para el rendimiento "a lo largo del tiempo".

Cabe señalar que las especificaciones iniciales de los productos se **medirán** normalmente, mientras que el rendimiento a lo largo del tiempo se **calculará** con la métrica de vida útil de la IEC para productos de iluminación basados en LED.

Tipo de producto	Norma de seguridad	Estándar de rendimiento
Luminarias LED	IEC 60598-1 Ed.8.0 Publicación 2014	IEC 62722-2-1 Ed.1.0 Publicación 2014

Figura 3: Información general de los estándares de la IEC para luminarias basadas en LED

Lo que publicamos sobre rendimiento inicial

De acuerdo con el enfoque recomendado y la orientación proporcionada por la IEC, las especificaciones de rendimiento inicial para todas las luminarias para iluminación profesional Philips basadas en LED se miden de conformidad con los estándares de rendimiento adecuados de la IEC:

1. Potencia de entrada nominal inicial (en W)
2. Flujo del sistema luminoso nominal inicial (en lm)
3. Eficacia de la luminaria LED inicial (en lm/W)
4. Distribución de intensidad luminosa
5. Temperatura de color correlacionada inicial (CCT) en K
6. Índice de reproducción cromática nominal inicial (CRI)
7. Valor de coordenada de cromacidad nominal inicial y tolerancia esperada $(x,y) < x$ SDCM

Las especificaciones iniciales de todas las luminarias basadas en LED se especifican a una temperatura ambiente de rendimiento T_q de 25 °C (se pueden publicar datos de rendimiento dependientes de la aplicación a una T_q adicional).

2.1 Criterios de rendimiento "a lo largo del tiempo" de la IEC

Hay dos valores "a lo largo del tiempo" relevantes que hay que considerar respecto a la degradación de una luminaria basada en LED en su vida útil.

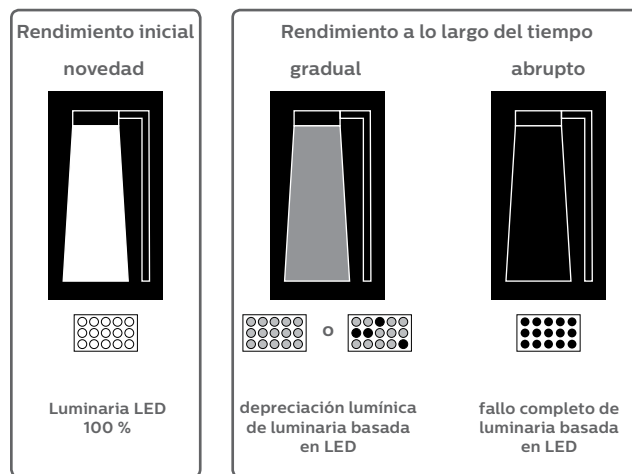


Figura 4: Rendimiento inicial y a lo largo del tiempo

La **degradación gradual del flujo luminoso** está relacionada con el mantenimiento lumínico de una luminaria a lo largo del tiempo. Describe cuánto del flujo luminoso inicial de salida de las fuentes de luz de la luminaria está disponible después de un cierto período de tiempo. La depreciación del flujo luminoso puede deberse a una combinación de LED individuales que produzcan menos luz y LED individuales que no produzcan luz en absoluto. (Nota: Aún no hay estándares disponibles para la evaluación de la degradación de componentes ópticos a lo largo del tiempo)

La **degradación abrupta del flujo luminoso** describe la situación en la que la luminaria basada en LED ya no produce luz en absoluto porque el sistema, o uno de sus componentes críticos, ha fallado.

La métrica de vida útil de la IEC para luminarias basadas en LED especifica Vida útil y Tiempo hasta fallo abrupto.

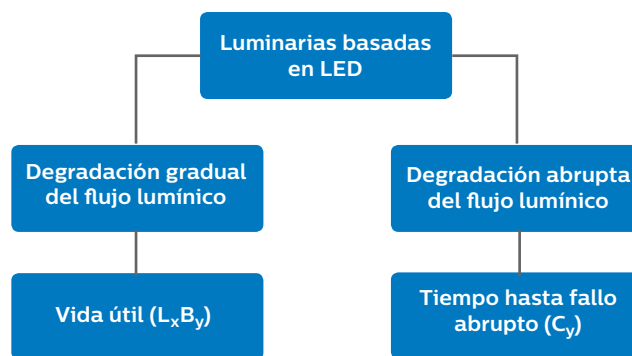


Figura 5: Métrica de vida útil antigua de la IEC

2.2.1 Vida útil y vida útil media



Una disminución gradual del flujo luminoso y pérdida de eficiencia

En cualquier momento dado, la degradación gradual del flujo luminoso de una población de luminarias basadas en LED se denomina Vida útil; en general, se expresa como $L_x B_y$. La población solo incluye luminarias basadas en LED; los productos no operativos se excluyen.

La Vida útil expresa la edad a la que un percentil dado de luminarias basadas en LED (y) no alcanza el factor de mantenimiento lumínico x . Un flujo luminoso inferior al factor de mantenimiento del flujo luminoso x se denomina flujo degradado, porque producen menos luz pero continúan funcionando.

Para comparar datos de vida útil de manera inequívoca, la IEC introdujo la Vida útil media (L_x). La Vida útil media es el tiempo en el que el 50 % (B_{50}) de una población de luminarias basadas en LED tienen flujo degradado. Por ejemplo, una Vida útil media de L90 se entiende como el período de tiempo durante el cual el 50 % (B_{50}) de una población de luminarias basadas en LED del mismo tipo han degradado su flujo a menos del 90 % (L_{90}) de su flujo luminoso inicial pero aún están en funcionamiento.

Además del valor medio (B_{50}), existen en el mercado otros valores como B_{10} . Aunque B_y es una característica de rendimiento definida, el estándar IEC 62722-2-1 no incluye ninguna explicación técnica de cómo se debe verificar o aplicar este parámetro. Los estándares de diseño de aplicaciones de iluminación tampoco dan ninguna orientación. En consecuencia, es necesaria una evaluación técnica más detallada.

Cabe esperar que alrededor de una distribución de productos vaya a haber una proporción por encima y una proporción por debajo del valor de rendimiento nominal. En el gráfico siguiente se muestra un ejemplo de la distribución normal para un producto con la calificación L90, que ilustra la diferencia de un valor B_{10} o B_{50} .

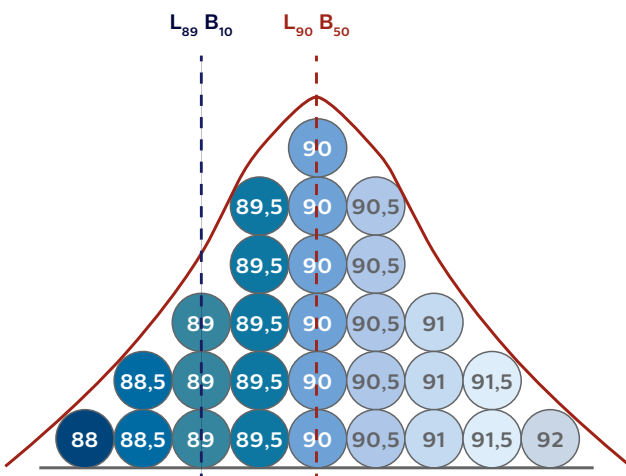


Figura 6: Ejemplo de distribución normal para un producto con la calificación L90

El análisis detallado por parte de varios fabricantes de LightingEurope de datos de productos de luminarias basadas en LED muestra que, cuando se proyecta una vida útil de instalación de hasta 100 000 horas, la diferencia en degradación de flujo entre B_{10} y B_{50} es de aproximadamente un 1 %.

En la práctica, para el ejemplo L90 en 100 000 horas, esto significa que un flujo luminoso inicial de 10 000 será de 9000 lúmenes en el caso de B_{50} . Si la misma luminaria se califica como B_{10} , el valor correspondiente sería de 8910 lúmenes. Si se tiene en cuenta que los datos nominales de flujo luminoso tanto de los LED como de las fuentes de luz tradicionales están sujetos a tolerancias típicas de hasta el 10 %, esta diferencial en la práctica se puede considerar despreciable.

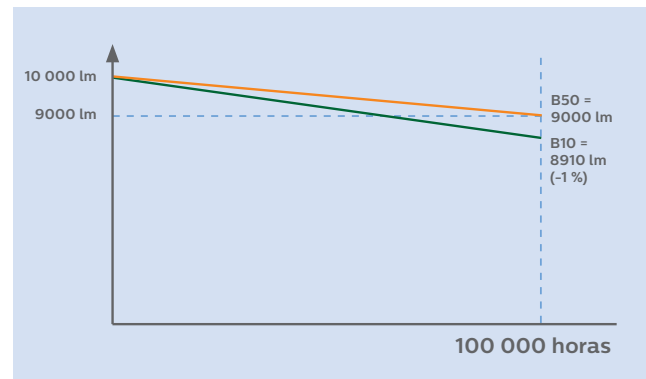


Figura 7: Análisis de datos de productos de un ejemplo de luminaria basada en LED

Dado que B_{10} y B_{50} están tan cercanos entre sí, la dispersión debida a la depreciación es baja y el valor medio (B_{50}) representa con precisión el comportamiento de devaluación de varios productos en la vida útil proyectada (en este ejemplo, 100 000 horas). Este proceso de medición para B_{50} está estandarizado y goza de mayor aceptación que cualquier otro B_y .

Estadísticamente, el valor medio (B_{50}) representa con un grado de precisión suficiente el comportamiento de devaluación de una población de luminarias basadas en LED en la vida útil proyectada. Por este motivo, LightingEurope recomienda promover y expresar la Vida útil media como L_x sin notificación de B_{50} .

Nosotros respaldamos la orientación de LightingEurope y publicaremos las especificaciones de vida útil de acuerdo con esta.

2.2.2 Tiempo hasta fallo abrupto y Valor de fallo abrupto



Una reducción abrupta del flujo lumínico debida a la avería o el fallo del producto o de cualquiera de los componentes del sistema

Un parámetro importante que se debe tener en cuenta respecto a la esperanza de una larga vida útil es la fiabilidad del sistema. Una luminaria basada en LED durará tanto como dure el componente utilizado con la vida útil más corta. Hay varios componentes críticos de una luminaria basada en LED que afectan a la fiabilidad del sistema.



Figura 8: Componentes críticos de luminaria basada en LED

La degradación del material óptico puede provocar que el flujo luminoso se reduzca en lugar de degradarse abruptamente. El fallo de uno de los componentes principales restantes suele conducir al fallo completo de la luminaria basada en LED. Esto no se tiene en cuenta en la Vida útil media nominal. En consecuencia, los fallos abruptos deben considerarse por separado durante las fases de ingeniería y planificación de la iluminación. Este es el motivo por el que la métrica de vida útil de la IEC especifica también el tiempo hasta el fallo abrupto, puesto que tiene en cuenta modos de fallo de los componentes principales del diseño de la luminaria basada en LED.

La degradación abrupta del flujo luminoso de una población de luminarias basadas en LED en un momento dado se denomina Tiempo hasta fallo abrupto y, en general, se expresa como C_y . Expresa la edad a la que un porcentaje dado (y) de luminarias basadas en LED han fallado abruptamente.

Para simplificar la evaluación de los datos de rendimiento de los fabricantes, la IEC introdujo el Valor de fallo abrupto (AFV, por sus siglas en inglés) de una población de luminarias basadas en LED. El Valor de fallo abrupto es el porcentaje de luminarias basadas en LED que no funcionan en la Vida útil media (L_x). Por ejemplo, un AFV del 10 % indica que el 10 % de la población de luminarias basadas en LED que funcionaban inicialmente deja de producir ningún flujo luminoso en la Vida útil media.

Los estándares de la IEC actuales no describen por completo qué modo de fallo de los componentes principales se deben incluir en los cálculos del Valor de fallo abrupto (AFV). Dado que la mayoría de los fallos abruptos que se producen en la práctica están relacionados con el equipo de control de LED, LightingEurope recomienda especificar el índice de fallos esperado del equipo de control como el AFV indicado por la Vida útil media de la luminaria basada en LED.

Nosotros respaldamos esta recomendación y publicaremos los valores de fallo abrupto del equipo de control en consecuencia.

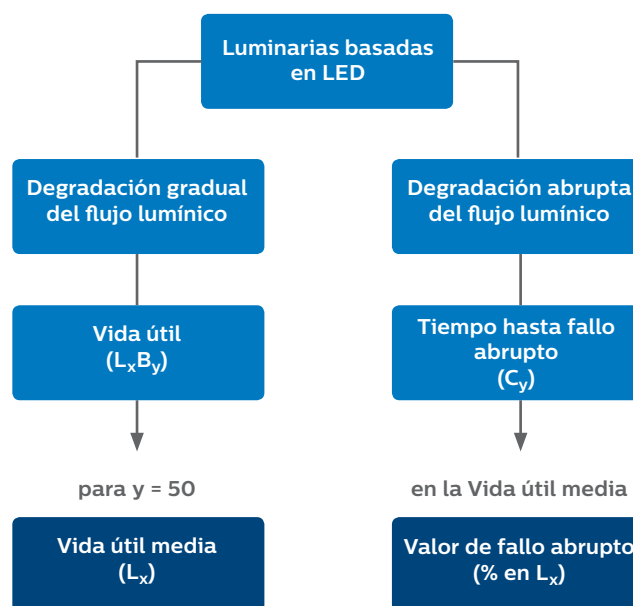


Figura 9: Métrica de vida útil nueva de la IEC

2.2.3 Por qué la vida útil no siempre es un factor crítico

En la práctica, los datos de vida útil de las luminarias basadas en LED suelen ser una carrera por el número de horas para la Vida útil media L80B50. Tenemos que ser conscientes de que, en el mercado profesional, los requisitos son específicos de la solución de iluminación dentro de la aplicación y que debe realizarse un diseño de iluminación. La entrada suele ser la vida media de la instalación, lo que sugiere que el número más alto de horas no es un factor discriminatorio relevante al seleccionar una luminaria basada en LED.

Para investigar sobre este tema con más profundidad, se ha calculado la vida media de la instalación para diferentes aplicaciones de interior y de exterior, sobre la base de las horas de funcionamiento anuales y del tiempo medio hasta la remodelación de un producto en una aplicación específica. Hay que tener en cuenta que es posible que estos valores no sean realistas en todas las situaciones. Un ejemplo sería el uso de controles de iluminación automáticos o una aplicación que requiera iluminación ininterrumpida.

Aplicaciones de interior	Horas de funcionamiento anuales predeterminadas (EN15193)	Tiempo medio hasta la remodelación	Vida media de instalación
	t _o	años	funcionamiento
Oficinas	2500	20	50.000
Educación	2000	25	50.000
Hospitales	5000	10	50.000
Hoteles	5000	10	50.000
Restaurantes	2500	10	25.000
Instalaciones deportivas	4000	25	100.000
Comercios	5000	10	50.000
Fabricación	4000	25	100.000

Tabla 1: Posibles ejemplos de vida media de instalación para diferentes aplicaciones de interior



Aplicaciones de exterior	Horas de funcionamiento anuales predeterminadas (EN13201-5)	Tiempo medio hasta la remodelación	Vida media de instalación
	t _o	años	funcionamiento
Calle	4000	25	100.000
Túnel (entrada)	4000	25	100.000
Túnel (interior)	8760	12	100.000
Deporte (recreativo)	1250	20	25.000
Área	4000	25	100.000

Tabla 2: Posibles ejemplos de vida media de instalación para diferentes aplicaciones de exterior



Para concluir, para los productos utilizados en la mayoría de las aplicaciones de interior, la vida media de instalación no superará las 50 000 horas. Para los productos utilizados en la mayoría de las aplicaciones de exterior, la vida media de instalación no superará las 100 000 horas.

Además, creemos que el "número de horas" no debe ser un factor discriminador dominante al seleccionar luminarias basadas en LED para aplicaciones profesionales. Para el diseño de iluminación, es mucho más relevante el flujo luminoso mantenido en la vida de instalación media para una aplicación específica; además, puede respaldar el ahorro de energía a través de la reducción del exceso de diseño responsable de las pérdidas.

De acuerdo con el informe guía de LightingEurope, recomendamos no especificar ni declarar datos de vida media que superen las 100 000 horas, a menos que las aplicaciones de iluminación específicas lo requieran claramente y que se verifiquen mediante un período de prueba de vida.

Publicaremos los valores Lx relativos tanto a aplicaciones de interior como de exterior donde se pueda usar el producto (consulte la Tabla 1 y la Tabla 2, respectivamente).

2.2.3 En resumen: rendimiento a lo largo del tiempo

La vida de la luminaria es siempre una combinación de degradación gradual y abrupta de la luz. Tenga en cuenta que las afirmaciones sobre la vida útil de las luminarias deben especificarse siempre junto con una temperatura ambiente específica, un número de horas de funcionamiento y los ciclos de conmutación asociados.

Como ya se ha mencionado, el diseño de la luminaria basada en LED puede tener un impacto significativo sobre el rendimiento de la luminaria, lo que incluye su vida útil.

En consecuencia, es importante darse cuenta de que los datos proporcionados por los proveedores de LED o placas de LED no pueden traducirse simplemente uno a uno como datos de rendimiento de luminarias basadas en LED. Por lo tanto, necesitamos cautela ante informaciones como que "estas luminarias utilizan los mismos LED, así que su rendimiento (a lo largo del tiempo) es el mismo".

También es importante recordar que los valores de rendimiento a lo largo del tiempo son predicciones, en lugar de mediciones. Dado que la Vida útil y el Tiempo hasta fallo abrupto de las luminarias basadas en LED son tan largos, los fabricantes no pueden medirlos antes de lanzar nuevos productos. En su lugar, utilizan mediciones más cortas y las extrapolan para obtener predicciones.

Dado que aún no hay ningún estándar vigente que describa cómo deben hacerse estas predicciones o extrapolaciones, la calidad de estas predicciones varía mucho. La IEC solo describe una métrica de vida útil para productos basados en LED en este momento: qué parámetros deben declararse en cuanto a Vida útil y Tiempo hasta fallo abrupto, pero no cómo calcularlos.

Hemos desarrollado una herramienta excelente para calcular la Vida útil y el Tiempo hasta fallo abrupto para luminarias basadas en LED. Los cálculos se basan en datos de prueba de resistencia de la vida real, pruebas aceleradas de componentes críticos y una comprensión profunda de qué parámetros de diseño son críticos para ampliar la vida útil de las luminarias.

Nuestras afirmaciones sobre rendimiento a lo largo del tiempo para luminarias basadas en LED tienen en cuenta mediciones de rendimiento de módulos LED individuales, parámetros de diseño térmico, parámetros de degradación óptica y posibles modos de fallo de todos los componentes críticos del diseño de luminarias basadas en LED.



Lo que publicamos sobre rendimiento a lo largo del tiempo

Las especificaciones de rendimiento "a lo largo del tiempo" de las luminarias basadas en LED Philips se calculan utilizando la métrica de vida útil de la IEC para productos de iluminación basados en LED y de acuerdo con el informe guía de LightingEurope sobre "Evaluación del rendimiento de luminarias basadas en LED". Las afirmaciones sobre vida útil se especifican a una temperatura ambiente T_q de 25 °C.

Para luminarias basadas en LED **de interior** publicaremos dos criterios de calidad conformes con la IEC:

1. Mantenimiento lumínico con una vida útil media:
 - para todos los productos a las 50 000 horas
 - para productos industriales, además, a las 100 000 horas
2. Índice de fallo abrupto del equipo de control (%) en la vida útil media.

Para luminarias basadas en LED **de exterior** publicaremos dos criterios de calidad conformes con la IEC:

1. Mantenimiento lumínico con una vida útil media:
 - para la mayoría de los productos a las 100 000 horas
 - dependiendo de la aplicación (p. ej., deportes) para algunos productos se publica un número de horas inferior (35 000, 50 000 o 75 000 horas)
2. Índice de fallo abrupto del equipo de control (%) en la vida útil media.

