

Título del trabajo/ Title of paper

FACTORES DETERMINANTES EN LA VIDA ÚTIL DE LAS LUMINARIAS
LED

Autor/es/ Author/s

Andrés Armañanzas Hermoso de Mendoza
Sandra Solán Colazet
Guillermo Redrado Salvatierra

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

ATP Iluminación

Dirección principal/ Mail adress

AVDA. DE IRÚN 33 31194 ARRE-PAMPLONA, NAVARRA

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

Guillermo Redrado Salvatierra
Teléfono:609907211
Fax: 948331222
Correo electrónico: vpo@atpiluminacion.com

Tema:

1. Científico y formación es aspectos generales de la iluminación:
visión, color, fotometría, luminotecnia.....

Factores determinantes en la vida útil de las luminarias LED

En el presente artículo se definirán correctamente los conceptos de vida útil y depreciación de flujo aplicados a las luminarias LED, y se aclarará la forma correcta de exigirle dichos datos al fabricante. Se analizará, asimismo, cuál es el componente menos longevo de las luminarias LED y se describirán los diferentes factores que inciden sobre su vida útil. Para ilustrar los detalles tratados, se estudiarán dos casos reales de cálculo de depreciación de flujo a diferentes valores de temperatura ambiente. Por último, se abordarán los mitos existentes sobre la corriente de pilotaje LED y se ofrecerán directrices para asegurar que una luminaria dada cumplirá con los requisitos pertinentes de fiabilidad y garantía.

I Vida útil, flujo lumínico y temperatura de funcionamiento

La vida útil y la depreciación del flujo lumínico son dos conceptos diferentes, y ambos deberían proporcionarse siempre acompañados de una temperatura media de trabajo definida. Entendemos por vida útil el tiempo durante el cual una luminaria LED funcionará. Por otro lado, la depreciación de flujo lumínico y su tasa de fallos, expresadas por el parámetro $LxBy$, indican el porcentaje de mantenimiento de flujo lumínico a lo largo de un tiempo (x %), y el porcentaje de población de LED usados en esa luminaria que puede estar por debajo del mantenimiento de flujo declarado (y %). Por ejemplo: "L80B10 60 000 horas para una temperatura ambiente determinada, normalmente 25°C" nos indica que a las 60 000 horas de uso puede haber un 10 % de la población de LED por debajo del 80 % del flujo inicial; no significa que el 10 % haya fallado completamente sino que están por debajo del 80% flujo, y el resto de la población estará por encima del 80 % del flujo inicial.

De este modo, al hablar de vida útil y depreciación de flujo luminoso, no nos referimos exclusivamente al número de horas de funcionamiento, sino al tiempo total que la luminaria LED puede operar ofreciendo un determinado flujo lumínico y a una temperatura ambiente concreta. Si bien son comunes los pliegos técnicos con requerimientos de vida útil de 100 000 horas, en ellos no se indica el mencionado dato de la temperatura ambiente. Esto permite que fabricantes con una gestión térmica deficiente de sus luminarias puedan alcanzar esa cifra.

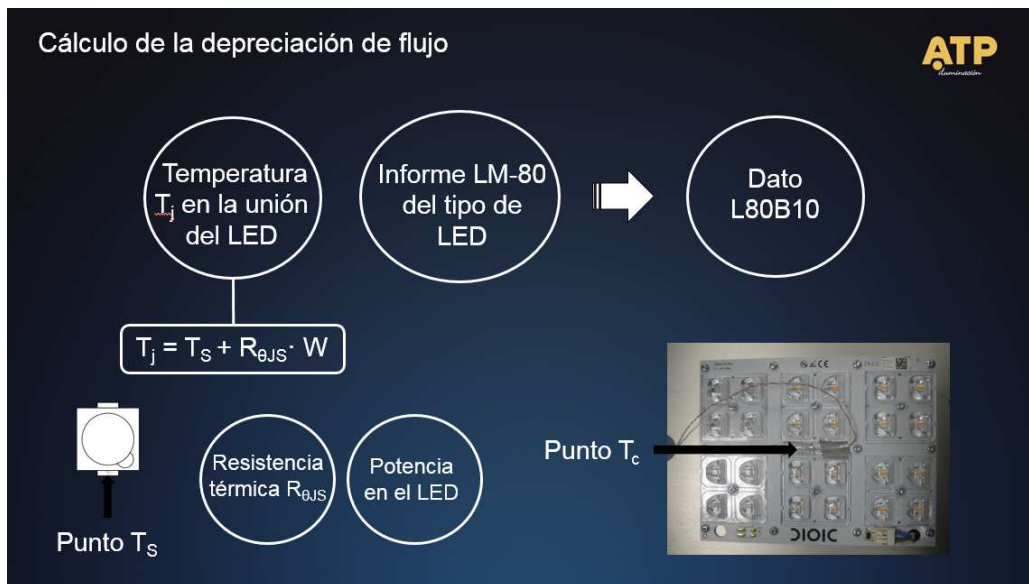
Una luminaria LED de alumbrado público está formada por diferentes elementos. En términos generales, todas ellas incluyen, aparte de los diodos emisores de luz, uno o varios equipos electrónicos –*drivers*–, el disipador del módulo LED, el difusor y los materiales del armazón. A menudo se piensa que el LED es el componente menos longevo en una luminaria, pero son los equipos electrónicos los que cuentan con una vida útil más corta. Esto se debe a que los *drivers* incorporan condensadores electrolíticos con diversas sustancias químicas que favorecen una degradación relativamente rápida.

II. Cálculo de la depreciación de flujo

La depreciación hace referencia al porcentaje de pérdida de flujo lumínico a lo largo de un tiempo dado, y suele venir acompañada de la máxima tasa de fallos. Este parámetro vendrá siempre determinado por el LED en cuestión y sus particulares condiciones de funcionamiento. Para comprender el concepto de depreciación de flujo en una luminaria LED, procede estudiar los pasos que se siguen para su cálculo.

En primer lugar, es necesario conocer la temperatura en la unión del LED (*junction temperature*, T_j). Con esta cifra y el informe de ensayo LM-80 del fabricante del LED,

podemos extraer, dado en horas, el porcentaje de depreciación de flujo L90, L80 o L70, según la tasa de fallos establecida. Lo más habitual es que los productores de luminarias no tengan medios para medir físicamente la temperatura en la unión del LED; es por eso que los fabricantes de diodos emisores de luz facilitan una fórmula que relaciona la temperatura en un punto T_s –fácil de obtener– y la temperatura T_j . Así, ya sólo se precisa saber la potencia en el LED y la resistencia térmica $R_{\theta JS}$, la cual se puede consultar en la hoja de datos del producto. Finalmente, y para hacerlo de manera más cómoda, se establece una relación entre el punto T_s y el punto T_c del módulo LED (ver infografía I. *Cálculo de la temperatura T_j*). Aplicando la fórmula proporcionada por el fabricante del LED, se consigue definir la T_j en condiciones de funcionamiento real.

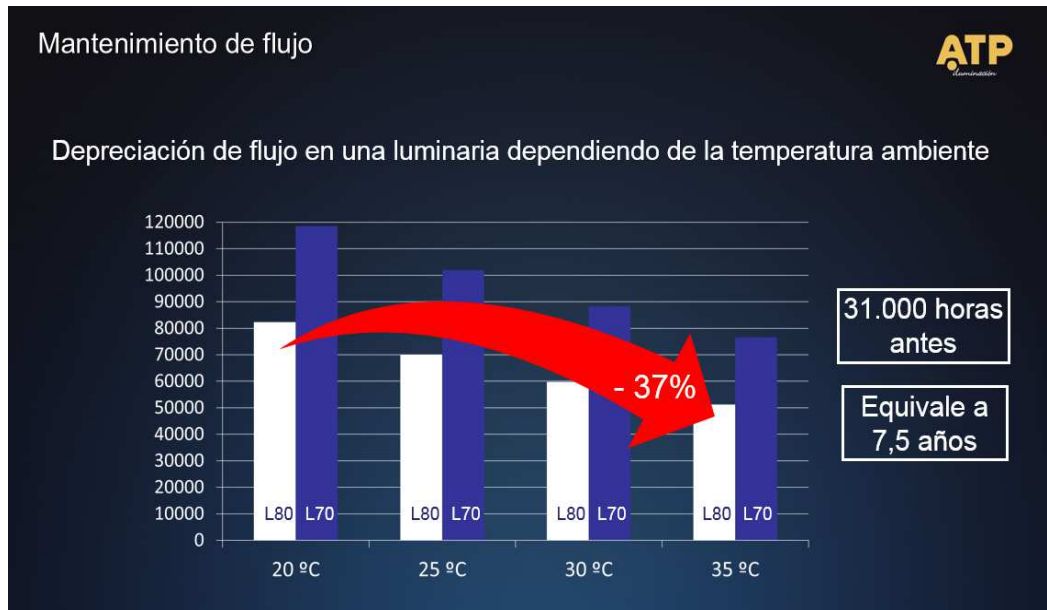


I. Cálculo de la temperatura T_j

Una vez calculado el T_j de una luminaria a una temperatura media de funcionamiento, para obtener su $L_x B_y$ sólo hay que consultar las gráficas de resultados calculadas por el fabricante del LED. Estas gráficas están disponibles en diferentes porcentajes de mantenimiento de flujo (L90, L80 y L70) y tasa de fallos (B10 y B50). Los resultados se basan en el informe LM-80. Finalmente, gracias a las operaciones explicadas se pueden obtener los datos precisos para elaborar una tabla con el valor de la depreciación de flujo y la tasa de fallos, aplicable a cada modelo de luminaria.

- **Caso práctico: Depreciación de flujo en una luminaria dependiendo de la temperatura ambiente**

Para ilustrar lo anteriormente dilucidado y con objeto de demostrar la importancia de exigir el dato de depreciación de flujo a una temperatura definida, se analiza a continuación un caso práctico a través del gráfico adjunto (ver gráfico II. *Depreciación de flujo en diferentes condiciones de temperatura de trabajo*). En él se muestra la depreciación de flujo L80B10 en la misma luminaria dependiendo de la temperatura ambiente. Si se compara el L80B10 a una temperatura media ambiente de 20 grados con el mismo parámetro a 35 grados centígrados, la depreciación de flujo del 20 % aparece unas 31 000 horas antes (lo que equivale aproximadamente a 7,5 años).



II. Depreciación de flujo en diferentes condiciones de temperatura de trabajo

A la vista de lo expuesto, resulta clave saber cómo solicitar el dato de mantenimiento de flujo con tal de obtener un dato de vida útil realista y preciso. Obtener solamente una cifra en horas no es correcto: cuando queremos valorar la fiabilidad y el correcto funcionamiento a lo largo del tiempo resulta imprescindible incluir las variables de flujo y temperatura ambiente. En concreto, los datos de vida útil y depreciación del flujo deben solicitarse siempre indicando el porcentaje máximo de depreciación y la tasa de fallos admitidos en el proyecto, a una temperatura media ambiente declarada. Finalmente, y con tal de que las cifras ofrezcan una información lo más realista posible, el L80B10 debe calcularse para cada modelo de luminaria, en todas sus potencias.

Como se puntualizaba en el primer apartado, no es extraño encontrar pliegos técnicos con requerimientos de vida útil LxBy de 100 000 horas, sin que se demanden datos de temperatura ambiente. Esto permite que cualquier fabricante, aunque su módulo LED no sea de calidad y/o muestre una gestión térmica deficiente, pueda ofrecer 100 000 horas de vida útil.

III. Influencia de la corriente de pilotaje en la depreciación del flujo de la luminaria LED

Existe un debate en el sector acerca de cuál es la corriente óptima para alimentar el LED de una luminaria para asegurar el correcto funcionamiento del módulo a lo largo del tiempo y poder garantizar la ausencia de fallos. Se han desarrollado numerosos mitos acerca de este valor. Sin embargo, aunque efectivamente se trata de un parámetro que afecta al mantenimiento de flujo de la luminaria, existe otro factor más importante que la corriente de alimentación del LED: la gestión térmica. Este último factor desempeña un papel clave a la hora de prolongar la vida útil de los dispositivos emisores de luz.

En principio, no debería limitarse la corriente de alimentación del LED, sino que convendría solicitar un mantenimiento de flujo mínimo con una determinada tasa de fallos a la temperatura media del lugar donde va a realizarse la instalación. Exigir un límite de corriente demasiado bajo conlleva riesgos que se analizarán más adelante. Se expone a continuación un caso práctico en que se puede apreciar cómo aumentar la

corriente de pilotaje de los LED penaliza escasamente los factores de vida útil y depreciación de flujo de la luminaria.

- **Caso práctico: Influencia de la corriente de pilotaje en la depreciación de flujo de una Enur Micro**

Este ensayo se realizó con el modelo Enur Micro de ATP Iluminación a una temperatura ambiente de 25 grados. Se emplearon dos conjuntos de módulos LED: uno con una PCB de 12 LED alimentado a 980 mA y otro con una PCB de 24 LED alimentado a 500 mA. El objetivo de la configuración eléctrica era conseguir el mismo consumo de potencia en ambos casos. Si bien es evidente que cuanto mayor es la corriente de pilotaje, menor eficiencia se obtiene, la intención de este ensayo era analizar la depreciación de flujo en los dos módulos. Los resultados pueden consultarse en la imagen adjunta (ver gráfico III. *Comparativa mantenimiento de flujo dependiendo de la corriente de pilotaje del LED*).



III. *Comparativa mantenimiento de flujo dependiendo de la corriente de pilotaje del LED*

Observando el L70B10, se puede constatar que ambos casos están por encima de la vida útil del equipo electrónico. Es por ello que, en lugar de establecer un límite para la corriente de alimentación del LED, resulta más apropiado y responsable pedir un LxBy con una tasa de fallos máxima permitida a una temperatura ambiente concreta para la instalación. Esta manera de proceder es la más fiable ya que, como se verá a continuación, limitar demasiado la corriente entraña ciertos riesgos.

IV. Riesgos de limitar la corriente de pilotaje

Exigir un límite de corriente demasiado bajo puede llevar a la instalación de luminarias con dispositivos LED diseñados para aplicaciones de interior. Estos LED, cuya corriente de alimentación máxima está en torno a los 180 mA, tienen una ventaja frente a los LED diseñados para usos de alta potencia: el coste lm/W es inferior. Sin embargo, ninguno de ellos es compatible con ópticas secundarias, por lo que dirigir la luz se hace extremadamente difícil. A esto hay que sumarle que la propia construcción del LED no es tan robusta frente a las condiciones extremas a las que están sometidas

habitualmente las luminarias de alumbrado público. Es por ello que los mismos fabricantes aconsejan este tipo de LED únicamente para interiores (bombillas LED, tubos LED o luminarias de oficina).

Conviene, así, proceder con cautela a la hora de establecer límites a la corriente de alimentación de los LED. Incluso puede darse la circunstancia, en caso de que dichos límites sean demasiado bajos, de tener que colocar un número tan elevado de LED de potencia para alcanzar los requisitos luminotécnicos que no haya espacio suficiente en la luminaria, o que simplemente sea imposible lograr un coste competitivo.

V. Conclusiones

Se compendian a continuación los puntos clave tratados en el artículo y las directrices para asegurar que una luminaria dada cumplirá con las exigencias pertinentes de fiabilidad y garantía.

- El concepto de vida útil va más allá del número de horas de funcionamiento; se refiere al tiempo total que la luminaria LED es capaz de operar ofreciendo unos determinados valores de flujo lumínico y a una temperatura ambiente concreta.
- Es esencial solicitar a los fabricantes el dato de vida útil y depreciación del flujo siempre indicando el porcentaje máximo de depreciación y la tasa de fallos admitidos en el proyecto, a una temperatura ambiente media determinada. Asimismo, el L80B10 debe calcularse para cada modelo de luminaria, en todas sus potencias.
- El cálculo L80B10 de una luminaria está basado en una fórmula proporcionada por el fabricante del LED, en la cual tienen cabida la temperatura a la que funciona el LED y la corriente de pilotaje.
- Limitar en exceso la corriente de pilotaje puede comprometer la fiabilidad y la viabilidad económica del LED. En lugar de ello, se debe exigir un LxBy con una tasa de fallos máxima permitida a una temperatura ambiente definida para la instalación.
- El factor que más influye en la vida útil de una luminaria es su diseño: aquí se incluyen la selección de componentes y la consecución de una buena gestión térmica.