

TRILUX
SIMPLIFY YOUR LIGHT.

RETROFIT

WHITEPAPER





En los últimos 10 años las luminarias LED se han ido imponiendo en el mercado. El desarrollo continuado de la tecnología LED ha sido rápido en sus inicios y está cada vez más cerca de alcanzar su nivel objetivo. La tecnología LED también se utiliza en las soluciones retrofit, que permiten sustituir las lámparas y seguir utilizando las luminarias. El objetivo principal de las luminarias LED retrofit es sustituir las lámparas fluorescentes que, según las directivas complementarias de la Directiva europea sobre restricciones a la utilización de determinadas sustancias peligrosas, se dejarán de comercializar gradualmente a partir de marzo de 2023. Por lo tanto se hace necesario reflexionar sobre las posibilidades actuales de sustitución de las fuentes de luz existentes.

Igual que en el caso de las luminarias LED, las características de las lámparas LED retrofit se han mejorado. Sin embargo, según el estado de la técnica (véase más adelante), las lámparas LED retrofit apenas cumplen los requisitos de iluminación, ni proporcionan una calidad de luz lo suficientemente satisfactoria, aunque en determinados casos, sí se alcanza la iluminancia si se compara con el sistema anterior basado en lámparas fluorescentes.

También es importante recordar que las lámparas retrofit se tendrán que comercializar en una amplia gama de calidades (véase Tabla 1) y con capacidad de adecuación a las diferentes condiciones técnicas marco por ejemplo, el funcionamiento HF (véase más adelante). Esto también aplica a las gamas de productos de cada fabricante de lámparas, lo que hace que dar con la opción adecuada sea difícil y confuso.

A la hora de decidir si sustituir las lámparas por lámparas LED retrofit o las luminarias por luminarias LED nuevas, se deben tener en cuenta los siguientes puntos.

- Antes de que las luminarias existentes pasen de funcionar con lámparas fluorescentes a lámparas LED hay que hacer una distinción clave: es imprescindible diferenciar entre lámparas retrofit y lámparas de conversión.
 - Si para que la lámpara funcione es necesario intervenir en los componentes eléctricos de la luminaria (por ejemplo, desactivar el balasto), se trata de una lámpara de conversión.
 - Si, por el contrario, basta con sustituir la lámpara por una lámpara LED y el arrancador de la lámpara por un dispositivo de sustitución propio de la lámpara, estamos ante una lámpara retrofit.
- Si se interviene una luminaria para su uso con una lámpara de conversión, la garantía del fabricante caduca y esta se transfiere a quien haya convertido la luminaria.
- Cuando se utilizan lámparas LED retrofit en luminarias para lámparas fluorescentes, la garantía del fabricante caduca. Esto también sucede aunque las lámparas LED retrofit que se vayan a utilizar lleven marcado VDE.
- El fabricante de la lámpara retrofit pasa a ser el responsable del producto.
- Que una lámpara retrofit cuente con marcado VDE indica que la Federación alemana de industrias eléctricas, electrónicas y de tecnología de la información ha comprobado la lámpara de conformidad con la norma europea DIN EN 62776:2015-12 (VDE 0715-16:2015-12) sin que se hayan detectado peligros inmediatos¹.
- Si se quiere utilizar una lámpara LED retrofit en el balasto electrónico de una lámpara fluorescente (el llamado funcionamiento HF), se debe tener en cuenta que los fabricantes de lámparas únicamente recomiendan, con reservas, el uso de los tipos de balasto electrónico que figuran en sus listas. Se debe por lo tanto garantizar que, como mínimo, los balastos electrónicos de todas las luminarias de la instalación aparezcan en dicha lista² (véase también la figura 1).
- Las luminarias regulables solo se pueden convertir con lámparas LED retrofit en casos especiales y teniendo en cuenta en todo momento las posibles limitaciones que figuren en la lista de compatibilidad del balasto electrónico.
- En el caso de luminarias compensadas en paralelo, las lámparas LED retrofit se pueden ajustar con un factor de potencia λ muy reducido y obtener una corriente ciega elevada en la instalación eléctrica (véase también la figura 2 y <https://www.trilux.com/de/beleuchtungspraxis/leuchten/betrieb-von-leuchten-fuer-entladungslampen/blindleistungskompensation/>).
- En el caso de los circuitos en tándem (2 lámparas fluorescentes conectadas en serie a un balasto), el tipo de conexión habitual en las luminarias multilámpara con lámparas T8 de 18 W, la posibilidad de funcionamiento de las lámparas LED retrofit se debe comprobar individualmente. Puede que resulte necesario convertir la luminaria (véase más arriba).
- El uso de lámparas LED retrofit en atmósferas con presencia de productos químicos puede dar lugar a incompatibilidades que, a su vez, pueden provocar daños y fallos en las mismas. También se pueden producir daños debido a interacciones con los componentes de la luminaria.

¹ Esta norma únicamente hace referencia a las lámparas retrofit de sustitución directa, no a las lámparas de conversión, para cuyo funcionamiento es necesario intervenir en los componentes eléctricos de la luminaria. Las lámparas de conversión no pueden recibir el marcado VDE.

² Extracto de la lista de compatibilidad de balastos electrónicos de OSRAM: «TUBOS LED OSRAM SUBSTITUBE®

Aviso importante: Este documento tiene carácter informativo y se debe considerar una recomendación. La lista de compatibilidad se basa en las pruebas realizadas por LEDVANCE en un entorno de laboratorio simulado. Hay toda una serie de factores que pueden hacer que los resultados varíen en determinadas aplicaciones. LEDVANCE no asume ninguna responsabilidad, garantía ni obligación en caso de que estos resultados no sean alcanzados durante el uso de las unidades en condiciones diferentes o si se emplean modelos sucesivos de las unidades probadas, así como modelos diferentes del mismo fabricante. El incumplimiento de las instrucciones puede provocar riesgos de seguridad en el tubo LED SubstiTUBE® o el balasto electrónico HF tales como parpadeo, ausencia de luz, sobrecalentamiento, envejecimiento prematuro, fallo de los dispositivos, etc. El flujo luminoso puede variar en función del balasto utilizado. ...»

- En aplicaciones especiales (temperaturas elevadas, esfuerzo mecánico debido a vibraciones, etc.), las lámparas LED retrofit pueden experimentar grandes desviaciones en su comportamiento de funcionamiento, incluso en comparación con el funcionamiento de las lámparas fluorescentes. En líneas generales, la consistencia cromática de las lámparas LED retrofit suele ser baja. Los fabricantes reconocidos suelen especificar un valor de la tolerancia cromática (MacAdam inicial) ≤ 6 SDCM y, en algunos productos más potentes, se utiliza un valor ≤ 5 SDCM. Pero incluso con 5 SDCM se aprecian claramente desviaciones de color.
- Las tasas de fallo de las lámparas LED retrofit no se suelen comunicar, o bien se proporciona una información muy «generosa» (por ejemplo, un fallo máximo del 10 % en 6.000 h).
- Las lámparas LED retrofit tienen un flujo luminoso significativamente inferior a las lámparas fluorescentes T8 de la misma longitud. Por tanto, la sustitución directa conlleva una reducción significativa de la iluminancia. El alumbrado deja de cumplir la normativa y no se respetan las normas en materia de seguridad laboral, a menos que la lámpara retrofit se seleccione con gran atención.
- El flujo luminoso máximo de las lámparas LED retrofit disponibles en el mercado también suele ser ajustado (por ejemplo, 3.700 lm frente a los 5.000 lm de una lámpara T8-58W; véase la tabla 1).
- Las lámparas LED retrofit tienen una característica de radiación diferente a las lámparas fluorescentes T8 que puede conducir a una menor uniformidad de la iluminancia en la sala. Por ello se debe comprobar que se cumplen las normas de seguridad laboral a este respecto.
- Las lámparas LED retrofit usadas en luminarias suspendidas con componente indirecto tienen una característica de radiación diferente a las lámparas fluorescentes T8 que provoca desviaciones considerables en la distribución de luz.
- Por lo tanto, la calidad de luz que se puede obtener será, en el mejor de los casos, similar a la anterior. No se cumplen los requisitos según el estado actual de la técnica, que se describen en la última versión (de 2021) de la norma DIN EN 12464-1. Por ello se recomienda lo siguiente:
 - Ajustar, en caso necesario, una iluminancia superior en uno o dos niveles. Esto se puede lograr mediante luminarias regulables y un sistema de gestión de la iluminación adecuado.
 - Establecer una distribución de la iluminancia adecuada con niveles mínimos en paredes y techos, algo que a menudo no se puede lograr en los edificios existentes (por ejemplo, con luminarias con óptica de distribución intensiva o luminarias de luz oscura; véase el ejemplo de «Iluminación de una oficina»).
- Las cifras de rendimiento luminoso de las lámparas LED retrofit se indican para su funcionamiento en radiación libre, sin tener en cuenta las pérdidas asociadas a su funcionamiento en una luminaria y se suelen relativizar cuando funcionan en luminarias de lámparas fluorescentes (ejemplos 1 y 3). Además, el calentamiento del interior de la luminaria puede acortar considerablemente su vida útil (ejemplo 1).
- La vida útil de las lámparas LED retrofit se suele especificar para una degradación L_{70} (disminución del flujo luminoso del 30 % hasta un flujo luminoso residual del 70 % al final de la vida útil). Por eso, desde el punto de vista de la seguridad laboral, se debe tener en cuenta que al final de la vida útil solo queda disponible el 70 % del flujo luminoso inicial, que se ha ido reduciendo. La vida útil de las luminarias LED de calidad (luminarias en las que se integran los LED de forma fija) se expresa con un flujo luminoso residual de al menos el 80 % ($L_{\geq 80}$).
- El cambio en las propiedades fotométricas de la luminaria que se produce al sustituir con lámparas LED retrofit solo se puede estimar de forma aproximada puesto que no se conocen ni el flujo luminoso disponible ni la distribución de luz resultante. Por lo tanto, las afirmaciones sobre la situación lumínica resultante tras la sustitución de las lámparas serán necesariamente limitadas.
- Las lámparas LED retrofit pueden presentar un comportamiento de parpadeo considerable que supera con creces el de las lámparas fluorescentes con balastos (véase también la figura 3.191 b) en <https://www.trilux.com/de/beleuchtungspraxis/leuchten/operation-of-luminaires-for-discharge-lamps/ballasts/inductive-ballasts/>.



Los ejemplos que aparecen a continuación ilustran los beneficios que se pueden derivar de la sustitución de la luminaria en lugar de la lámpara con una solución retrofit. Estas son algunas de las importantes ventajas de sustituir las luminarias:

- Las luminarias LED modernas, con luminotecnía optimizada, son capaces de distribuir la luz de forma mucho más selectiva de lo que era posible con las luminarias fluorescentes.
- Son especialmente eficientes desde el punto de vista energético.
- Gracias al binning de gran calidad, tienen una consistencia cromática elevada (tolerancia cromática ≤ 3 SDCM).
- Las luminarias LED modernas apenas sufren fallos a lo largo de toda su vida útil (tasa de fallos cercana a cero).
- Cumplen los requisitos actuales en cuanto a calidad de iluminación.
- Existen conjuntos de datos luminotécnicos para comprobar la iluminación resultante.
- Se pueden ajustar factores de parpadeo reducidos que evitan las perturbaciones del confort visual debidas al parpadeo de 100 hertzios.
- Los datos electrotécnicos de funcionamiento también se conocen en detalle y están garantizados por el fabricante de la luminaria, igual que la garantía del producto.
- En una sustitución con LED retrofit quizás no resulte posible sustituir los casquillos defectuosos de las luminarias existentes.
- Por todo ello, la sustitución de la luminaria LED en lugar de únicamente las lámparas por lámparas LED retrofit resulta más económica (ejemplos 1, 2 y 3).

Empleando luminarias LED en combinación con un sistema de gestión de la iluminación adecuado se logra un nivel de iluminación superior, al tiempo que se hace posible regular la iluminación, tal como se describe en la norma EN 12464-1 actual. Se abre así un potencial de ahorro de energía adicional con una mayor calidad de iluminación.

LÁMPARA LED RETROFIT PARA T8 VS. LUMINARIA LED

T8	OSRAM SubstiTUBE PRO UO UN	SubstiTUBE Value	Philips Master	CorePro
18 W 1300 lm	6,7 W 1100 lm [-15 %]	7,3 W 800 lm [-38 %]	8 W 1050 lm [-19 %]	8 W 800 lm [-38 %]
36 W 3200 lm	14,3 W 2500 lm [-22 %]	16,4 W 1800 lm [-44 %]	15,5 W 2500 lm [-22 %]	18 W 2000 lm [-38 %]
58 W 5000 lm	23 W 3700 lm [-26 %]	20 W 2200 lm [-56 %]	23 W 3700 lm [-26 %]	23 W 2700 lm [-46 %]

Tabla 1: Ejemplos de tubos LED retrofit para T8: consumo de energía y flujo luminoso

<https://www.ledvance.com/professional/products/lamps/led-tubes-c7009>

<https://www.lighting.philips.de/produkte/master-ledtubes>

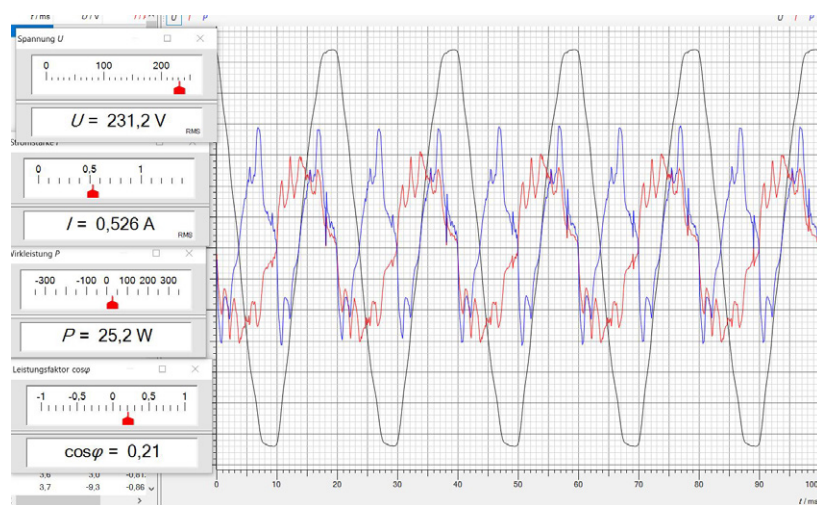


Figura 1: Medición con una lámpara LED retrofit 23 W/4000 K 1500 mm en una luminaria TRILUX con un balasto electrónico no homologado. Se requiere más energía para que la lámpara funcione (32,6 W en lugar de 23 W).

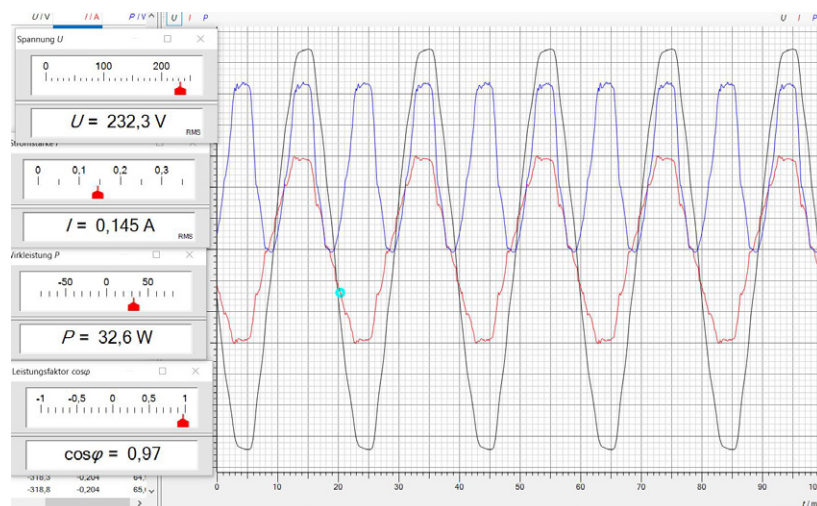


Figura 2: Medición con un SubstiTUBE T8 UN Pro Ultra Output 23 W/4000 K 1500 mm en una luminaria estancia de TRILUX (Aragon 158K, fecha de fabricación aprox. 2010) con balasto inductivo y compensación en paralelo. El factor de potencia de $\lambda = 0,21$ conduce a una corriente ciega elevada y, si se trata de una instalación de iluminación con muchas luminarias, se podría producir una carga excesiva de la línea que disparara el interruptor automático. El certificado VDE para las lámparas retrofit no tiene en cuenta estos fallos prácticos; solo evalúa la posible aparición de un riesgo de seguridad y, en este caso, esta se evita en las instalaciones adecuadas con el interruptor automático.



- **1.1 Iluminación de una nave de logística**

- Sustitución directa de lámparas T8 por lámparas LED retrofit en luminarias estancas de una sola lámpara.
- Sustitución 1:1 en luminarias TRILUX Aragon Fit

- **1.2 Iluminación de un centro de producción limpio**

- Sustitución directa de lámparas T8 como luminarias autónomas por lámparas LED retrofit
- Sustitución de los portaequipos E-Line con lámparas T8 por portaequipos LED modernos

- **1.3 Iluminación de una oficina**

- Sustitución directa de lámparas T8 en una luminaria con óptica por lámparas LED retrofit
- Sustitución 1:1 de las luminarias por luminarias Arimo Fit LED de TRILUX
- Nueva instalación/diseño con luminarias LED de TRILUX.

Inventario: 84 luminarias estancas, T8-58W, una sola lámpara

Superficie: 600 m²

Requisitos: Se requiere etiquetado D (zonas con riesgo de incendio), IP ≥ 50, Ra ≥ 65

Comparación:

1. Funcionamiento previo de las lámparas T8 en luminarias de 1 lámpara de grado de protección elevado (véase la planificación).
2. Sustitución por lámparas LED retrofit³. Ejemplos del fabricante OSRAM y Philips:
 - OSRAM ... SubstiTUBE PRO UO UN
 - Philips... MASTER LEDtube VLE 1500mm UO 24W 840 T8
3. Sustitución directa por luminarias TRILUX Aragon Fit

1: Funcionamiento previo con lámparas fluorescentes T8

Apenas se alcanza la iluminancia requerida.

2: Sustitución por lámparas LED retrofit

Una comparación del flujo luminoso disponible en cada luminaria muestra que al final de la vida útil de la lámpara (momento de mantenimiento), no es posible alcanzar la iluminancia requerida en la sala con lámparas LED retrofit.

	Lámpara fluorescente	Lámpara retrofit
Flujo luminoso de la lámpara (nueva)	5.200 lm	3.700 lm
Grado de rendimiento de la luminaria	0,8	< 0,95 ²
Flujo luminoso de la luminaria (nueva)	4.160 lm	3.515 lm
LLWF	0,8	0,7
Flujo luminoso disponible en la luminaria en el momento del mantenimiento	4.160 lm · 0,8 = 3.328 lm	3.515 lm · 0,7 = 2.461 lm

Con aproximadamente la misma distribución de la luz, la lámpara retrofit produce esta iluminancia:

$$\bar{E}_m \leq 309 \text{ lx} \cdot \frac{2.461 \text{ lm}}{3.328 \text{ lm}} = 229 \text{ lx}$$

3: Sustitución directa por luminarias TRILUX Aragon Fit

Para una iluminación óptima se puede contar con luminarias con paquetes de flujo luminoso y distribuciones de luz adecuados, por ejemplo, 4.400 lm y distribución extensiva. Las luminarias están disponibles en una versión regulable (DALI) para su funcionamiento con un sistema de gestión de la iluminación.

³ La pérdida óptica de las luminarias estancas es normalmente del 5 %



Planificación de iluminación interior DIN EN 12464-1

TRILUX-LENZE GmbH + Co KG
Heidestraße · D-59759 Arnsberg
D-59759 Arnsberg
Apartado de correos 1960
D-59753 Arnsberg

Descripción del proyecto

Nave de logística

Nave de logística con luminarias FR 1x58 W, balastos convencionales

Fecha/Autor

19/01/2012 / Ev

Nombre del proyecto

Nave de logística

Nombre del cálculo

Aragon_Lum.existente

Dimensiones del espacio

Longitud	30,00 m
Ancho	20,00 m
Altura	7,00 m
Altura del nivel de la luminaria	5,95 m

Datos del proyecto

Factor de mantenimiento	0,80
Valor de mantenimiento de la iluminancia	300 lx
Número de puntos de cálculo (x/y/z)	14 / 9 / 9

Resultados del cálculo

		Dirección visual desde la pared			
		1	2	3	4
Factor de reflexión medio		24,6	18,9	24,6	18,9
Techo	0,60				
Pared 1	0,50				
Pared 2	0,50				
Pared 3	0,50				
Pared 4	0,50				
Suelo	0,20				
Valor UGR					
Potencia conectada		5,71 KW			
Potencia conectada específica		9,5 W/m ² (') 9,5 W/m ² (')			
(Rendimiento eléctrico según la norma DIN V 18599-4)					
Demanda de energía útil		1084 kWh/a(') 1075 kWh/a(')			
(') valor real (') según el valor de mantenimiento de la iluminancia (300 lx)					
Perfil de uso según la norma DIN V 18599-10 (Em modificada):					
Almacén (tecnología, archivo)					
Valor de referencia EnEV 2009: 1239 kWh/año					

Luminarias seleccionadas

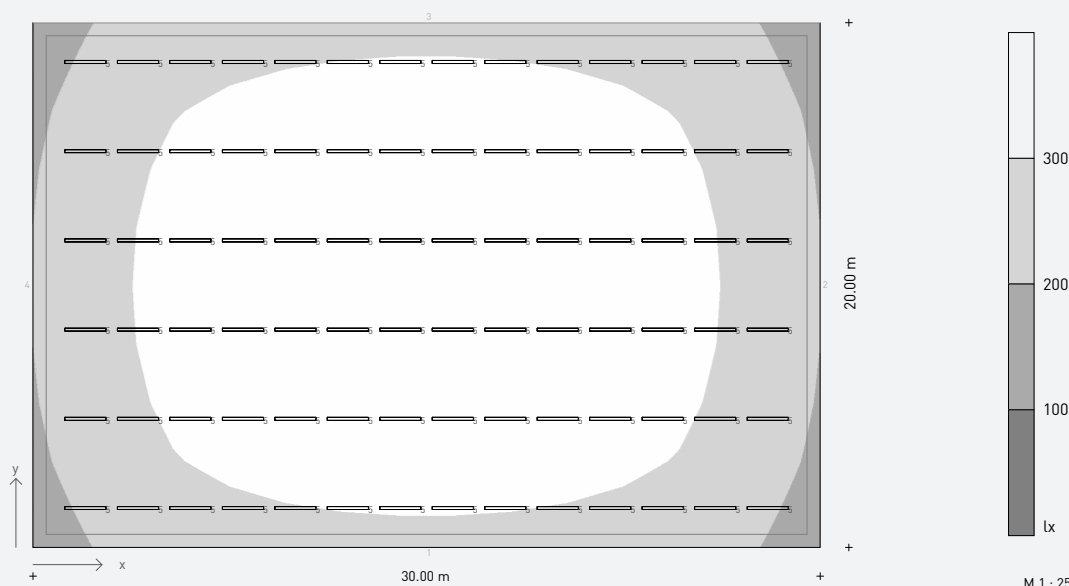
Tipo	Cantidad	Nombre de artículo de la luminaria	z*	Equipamiento	Nombre del archivo
5	84	Aragon 158	5,95 m	1 x 58 W IND G13 (Ø) - 5200 lm	TX3725.ELX

*z: Altura de suspensión de las luminarias sobre el suelo (centro de la luminaria)

Resultados del cálculo, áreas de las tareas visuales

	Área de tareas visuales		Zona circundante	
	Em/lx	Emin/Em	Em/lx	Emin/Em
1: Área de tareas visuales 1 (Eh)	309	0,65	223	0,67

Diagrama en escala de grises - Espacio total (h=0,80 m)



Los cálculos de luminotecnía se basan en los datos de la instalación proporcionados. Como consecuencia de las desviaciones relacionadas con el proceso, pueden surgir diferencias entre los resultados de la planificación y la ejecución de acuerdo con las recomendaciones nacionales e internacionales.

TX-WIN LIGHTING DESIGN SOFTWARE Versión 2.8, COPYRIGHT 2000-2012 © TRILUX GmbH & Co. KG

Instalación de iluminación existente con portaequipos E-Line de 2 lámparas con reflector blanco (véase la planificación)
Requisitos: 300 lx, IP20, Ra >80

Comparación:

1. Sustitución de las lámparas T8
2. Sustitución por lámparas LED retrofit⁴. Ejemplos del fabricante OSRAM y Philips:
 - OSRAM ... SubstiTUBE PRO UO UN
 - Philips... MASTER LEDtube VLE 1500mm UO 24W 840 T8
3. Sustitución directa de los portaequipos existentes por portaequipos TRILUX E-Line LED

1: Sustitución directa de los portaequipos existentes por portaequipos TRILUX E-Line LED

Apenas se alcanza la iluminancia requerida.

2: Sustitución por lámparas LED retrofit

Una comparación del flujo luminoso disponible en cada luminaria muestra que al final de la vida útil de la lámpara (momento de mantenimiento), no es posible alcanzar la iluminancia requerida en la nave de producción con lámparas LED retrofit.

	Lámpara fluorescente	Lámpara retrofit
Flujo luminoso de la lámpara (nueva)	2 · 5.000 lm	2 · 3.700 lm
Grado de rendimiento de la luminaria	0,72	< 0,90 ²
Flujo luminoso de la luminaria (nueva)	7.200 lm	≤ 6.660 lm
LLWF	0,8	0,7
Flujo luminoso disponible en la luminaria en el momento del mantenimiento	7.200 lm · 0,8 = 5.760 lm	6.600 lm · 0,7 = 4.662 lm

Con aproximadamente la misma distribución de la luz, la lámpara retrofit produce esta iluminancia:

$$\bar{E}_m \leq 340 \text{ lx} \cdot \frac{4.662 \text{ lm}}{5.760 \text{ lm}} = 275 \text{ lx}$$

Por tanto, puede que los requisitos de luminotecnica especificados en la normativa vigente en el momento de la puesta en marcha dejen de cumplirse.

3: Sustitución directa por portaequipos TRILUX E-Line

Para una iluminación conforme a la normativa se puede contar con luminarias con paquetes de flujo luminoso y distribuciones de luz adecuados, por ejemplo, 8.000 lm y distribución extensiva.

Los portaequipos también están disponibles en versiones regulables (DALI) y Active (DALI DT8 con temperatura de color variable) que, junto con un sistema de gestión de la iluminación, ayudan a ahorrar energía. Esto también permite tener en cuenta las recomendaciones de las normas y reglamentos vigentes, como la norma europea de iluminación DIN EN 12464-1, en su versión de 2021.

Rentabilidad

En este ejemplo concreto no es posible hacer una comparación de rentabilidad, puesto que la sustitución con lámparas retrofit no supone una solución admisible para la tarea de iluminación.

No obstante, se puede establecer una comparación hipotética suponiendo que el flujo luminoso disponible con las lámparas retrofit fuera suficiente. En ese caso, se podría considerar equivalente un portaequipos E-Line con un flujo luminoso neto de 6.500 lm. El cálculo comparativo que se realiza a continuación muestra que el uso de portaequipos nuevos tiene, además de las ventajas técnicas enumeradas anteriormente, un potencial de ahorro económico al menos idéntico al de la sustitución con lámparas retrofit.

⁴ La pérdida óptica de las luminarias con óptica es normalmente del 10 %


TRILUX
SIMPLIFY YOUR LIGHT.

**Planificación de iluminación interior
DIN EN 12464-1**

 TRILUX-LENZE GmbH + Co KG
Heidestraße · D-59759 Arnsberg
D-59759 Arnsberg
Apartado de correos 1960
D-59753 Arnsberg

Descripción del proyecto
Retrofit en una nave industrial
Luminaria existente, E-Line, T8

Fecha/Autor

19/01/2012 / Ev

Nombre del proyecto

Retrofit en una nave industrial

Nombre del cálculo

E_Line_Bestand_IP20

Dimensiones del espacio

Longitud	30,00 m
Ancho	20,00 m
Altura	7,00 m
Altura del nivel de la luminaria	6,94 m

Datos del proyecto

Factor de mantenimiento	0,80
Valor de mantenimiento de la iluminancia	300 lx
Número de puntos de cálculo (x/y/z)	14 / 9 / 9

Resultados del cálculo

Dirección visual desde la pared

1	2	3	4
23,2	23,9	23,2	23,9

Factor de reflexión medio

Techo	0,60
Pared 1	0,50
Pared 2	0,50
Pared 3	0,50
Pared 4	0,50
Suelo	0,20

Valor UGR

Potencia conectada	3,96 KW
Potencia conectada específica	6,6 W/m ² (') 6,0 W/m ² (")

(Rendimiento eléctrico según la norma DIN V 18599-4)

Demanda de energía útil 8910 kWh/a(') 8063 kWh/a(')

(') valor real (") según el valor de mantenimiento de la iluminancia (300 lx)

Perfil de uso según la norma DIN V 18599-10 (Em modificada):

Almacén (tecnología, archivo)

Valor de referencia EnEV 2009: 15328 kWh/año

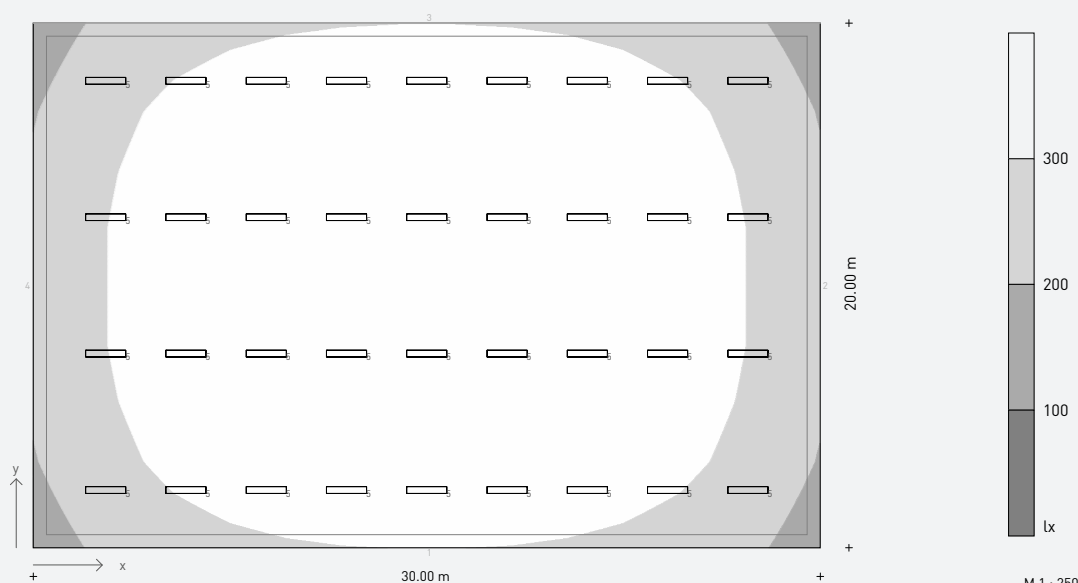
Luminarias seleccionadas

Tipo	Cantidad	Nombre de artículo de la luminaria	z*	Equipamiento	Nombre del archivo
5	36	E-Line T8 R 2x58W	6,94 m	2 x 58 W ED G13 - 10.000 lm	TX007761.ELX

*z: Altura de suspensión de las luminarias sobre el suelo (centro de la luminaria)

Resultados del cálculo, áreas de las tareas visuales

	Área de tareas visuales		Zona circundante	
	Em/lx	Emin/Em	Em/lx	Emin/Em
1: Área de tareas visuales 1 (Eh)	340	0,63	238	0,65

Diagrama en escala de grises - Espacio total (h=0,80 m)


Los cálculos de luminotecnia se basan en los datos de la instalación proporcionados. Como consecuencia de las desviaciones relacionadas con el proceso, pueden surgir diferencias entre los resultados de la planificación y la ejecución de acuerdo con las recomendaciones nacionales e internacionales.

TX-WIN LIGHTING DESIGN SOFTWARE Versión 2.8, COPYRIGHT 2000-2012 © TRILUX GmbH & Co. KG

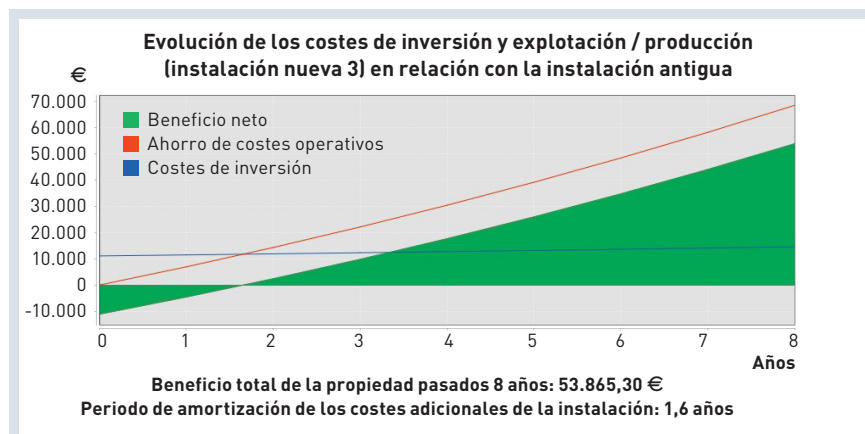
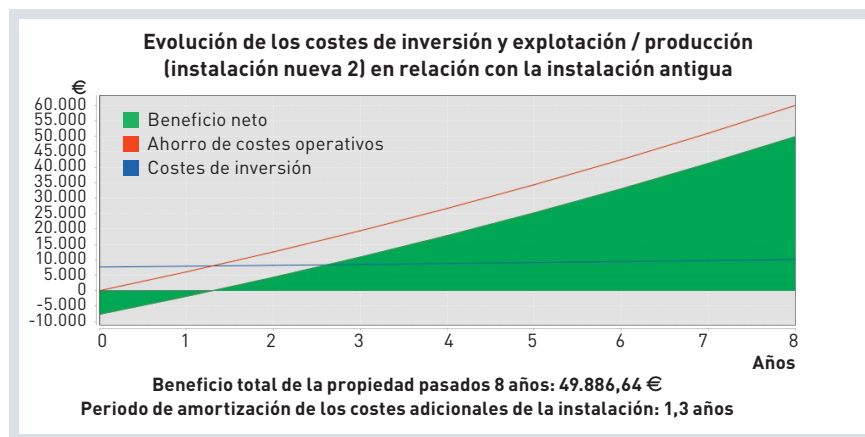
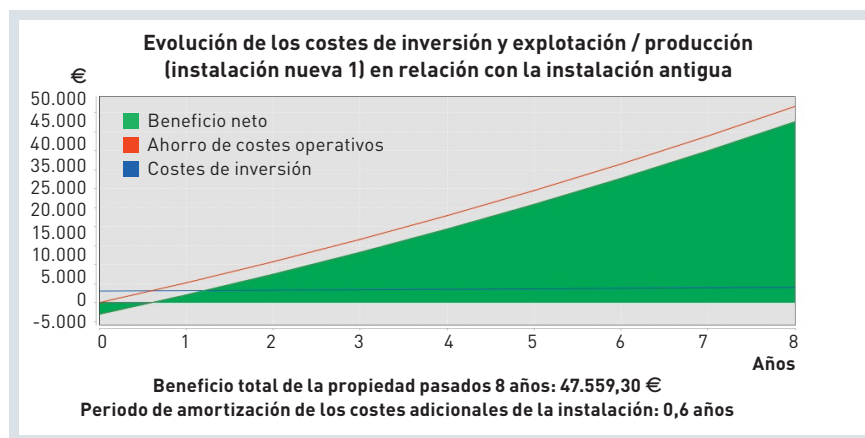
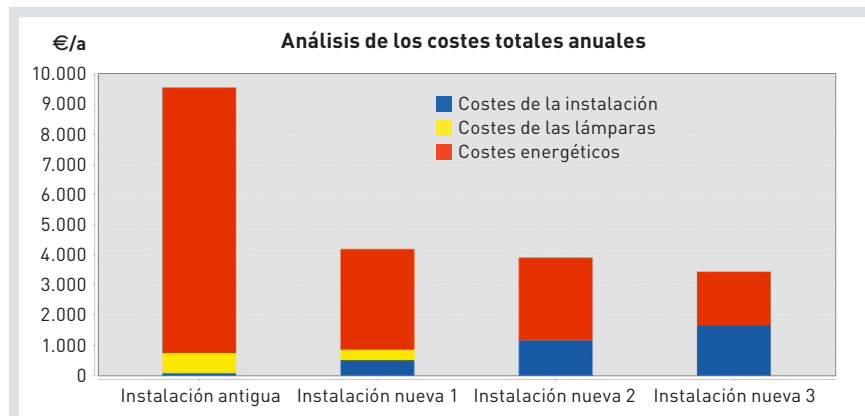
Producción

Cálculo

Selección de luminarias					
Instalación		Instalación antigua	Instalación nueva 1	Instalación nueva 2	Instalación nueva 3
Figura					
Nombre de artículo de la luminaria		E-Line T8 RW 2x58W	Retrofit Pro	7650B LED6500-840 ET	7650B LED6500-840 ETDD
Datos de la instalación y su uso					
Número de luminarias según el cálculo luminotécnico	Pcs.	36	72	36	36
Tipo de lámpara		T8	LED	LED	LED
Potencia nominal de la lámpara	W	58	0		
Número de lámparas por luminaria	Pcs.	2	1	1	1
Tipo de balasto		VVG	ET	ET	ETDD
Número de horas de funcionamiento (diarias)	Hrs.	24,00	24,00	24,00	24,00
Número de días de funcionamiento (anuales)	Días	345	345	345	345
Número de horas de funcionamiento (anuales)	Hrs./a	8.280	8.280	8.280	8.280
Vida útil prevista de la instalación	Años	8	8	8	8
Costes de la instalación					
Precio por luminaria	€	0,00	25,00	203,00	247,30
Precio de la gestión de la iluminación	€	0,00	0,00	0,00	1.600,00
Costes de montaje y conexión por luminaria	€	0,00	25,00	25,00	25,00
Costes de instalación del sistema de gestión de la iluminación	€	0,00	0,00	0,00	250,00
Costes de mantenimiento por luminaria existente	€	15,00	0,00	0,00	0,00
Inversión total	€	540,00	3.600,00	8.208,00	11.652,80
Costes de las luminarias + costes de gestión de la iluminación					
Porcentaje de amortización lineal anual	%/a	12,50	12,50	12,50	12,50
Tipo de interés sobre el capital empleado (servicio de la deuda)	%/a	3,5	3,5	3,5	3,5
Σ Costes anuales de la instalación (vida útil)	€/a	76,95	513,00	1.169,64	1.660,52
	%	100 %	667 %	1.520 %	2.158 %
Costes de lámparas y mantenimiento					
Número total de lámparas	Pcs.	72	72	36	36
Precio por lámpara	€	3,00	12,50	0,00	0,00
Costes de sustitución de lámparas por luminaria	€	15,00	25,00	8,00	0,00
Precio por arrancador	€	0,00	0,00	0,00	0,00
Vida útil de la lámpara	Hrs.	11.000	50.000	70.000	70.000
Vida útil 12B10 (ritmo de conmutación de 12 horas / 10 % de fallos), después de lo cual se deben sustituir todas las lámparas					
Lámparas incluidas en el suministro		No	Sí	Sí	Sí
Número de cambios durante la vida útil		7	1	0	0
Σ Coste medio anual de las lámparas/mantenimiento	€/a	661,50	337,50	0,00	0,00
	%	100 %	51 %	0 %	0 %
Costes energéticos					
Potencia del sistema por lámpara	W	66,0	25,0	41,0	41,0
Potencia del sistema por luminaria	W	132,0	25,0	41,0	41,0
Potencia de conexión total de la instalación de iluminación	W	4.752	1.800	1.476	1.476
Ahorro de energía previsto gracias a la gestión de la iluminación	%	0,00	0,00	0,00	35,00
Consumo anual de energía, total	kWh/a	39.347	14.904	12.222	7.944
Precio por kWh	€	0,20	0,20	0,20	0,20
Tasa de inflación anual de los costes de electricidad	%/a	3,0	3,0	3,0	3,0
Σ Costes energéticos medios por año	€/a	8.813,63	3.338,50	2.737,57	1.779,42
	%	100 %	38 %	31 %	20 %
Gastos totales anuales					
	€/a	9.552,08	4.189,00	3.907,21	3.439,94
	%	100 %	44 %	41 %	36 %

Producción

Gráficos



Aviso legal:

El contenido y los cálculos proporcionados tienen fines meramente informativos y no son legalmente vinculantes. Los resultados no provienen de mediciones, sino que se derivan de cálculos matemáticos basados en las especificaciones y supuestos de las normas DIN V 18599, DIN EN 12464, etc. El comportamiento específico de los usuarios de una instalación de iluminación puede producir resultados diferentes, al igual que la presencia de otros consumidores de electricidad en el mismo circuito eléctrico. TRILUX no asume ninguna responsabilidad ni garantía respecto a la exactitud de los supuestos y los cálculos de eficiencia. Las fórmulas de cálculo, los parámetros del producto y la información, tanto de la instalación de iluminación nueva como de la existente que se debe sustituir, se corresponden con los conocimientos disponibles en el momento de la introducción de los datos. No obstante, estos datos no pretenden ser completos ni correctos. Queda reservado el derecho a modificación y corrección de errores. Tenga en cuenta que los contratos de compra, trabajo o servicio con TRILUX no se pueden formalizar en línea y que los presupuestos no son vinculantes.

No se ha incluido el alumbrado de emergencia/seguridad y, en caso de que se desee, se deberá completar in situ.

Instalación de iluminación existente con luminarias con óptica de 4 lámparas empotradas con óptica de luz oscura
Requisitos: 500 lx, IP20, Ra >80, $R_{UGL} \geq 19$

En algunos casos, tras la sustitución de las lámparas LED retrofit, sí es posible alcanzar los criterios de iluminación exigidos en el momento de la instalación del sistema de iluminación según la versión vigente de la norma DIN EN 12464-1. En el mejor de los casos, se mantienen en el nivel anterior, que se fija para el periodo de funcionamiento de las lámparas retrofit.



a) A primera hora de la mañana y a partir de la tarde



b) Por el día, a mediodía

Figura 1: Evolución de la iluminación artificial de una oficina que adapta su temperatura de color a la luz diurna.

Con la sustitución de las luminarias se obtiene una calidad de iluminación contemporánea que tiene en cuenta el estado actual de la técnica. También se cumplen los requisitos de los criterios de iluminación según la nueva norma de iluminación DIN EN 12464-1; 2021-11. Se puede incluso optar por una iluminación controlada con efectos melanópicos que favorecen los ritmos circadianos.

Si la **sustitución de una luminaria resulta problemática por motivos estructurales**, TRILUX ofrece, bajo petición, **insertos de luminarias sin cara** basados en módulos LED. En casos concretos, se puede estudiar si también se puede sustituir el sistema óptico por luminotecnica moderna e incluir un sistema de gestión de la iluminación.