

## COMPARATIVA **Tubo LED** Vs. **Tubo Fluorescente**

Analizamos los **inconvenientes de los tubos fluorescentes** y las **ventajas que ofrece la nueva tecnología de Tubos LED** desde los siguientes aspectos:

1. COMPONENTES Y MATERIALES
2. DURACION y FUNCIONAMIENTO
3. CONSUMOS, EFICIENCIA y AHORRO ENERGETICO
4. DESVENTAJAS DE LOS TUBOS FLUORESCENTES

### 1. COMPONENTES Y MATERIALES

El fluorescente tradicional está formado por un **tubo de vidrio** revestido interiormente con una sustancia que contiene **fósforo** y otros elementos que emiten luz al recibir una **radiación ultravioleta** de onda corta. El tubo contiene una pequeña **cantidad de vapor de mercurio** y un gas inerte, habitualmente **argón o neón**.

**La eficacia oscila entre los 38 y 91 lm/W.**

Las lámparas fluorescentes son lámparas de **vapor de mercurio** a baja presión (0.8 Pa). En estas condiciones, en el espectro de emisión del mercurio **predominan las radiaciones ultravioletas**. Para que estas radiaciones sean útiles, se recubren las paredes interiores del tubo con polvos fluorescentes que convierten los rayos ultravioletas en radiaciones visibles. De la composición de estas sustancias dependerán la cantidad y calidad de la luz, y las cualidades cromáticas de la lámpara.

El revestimiento fosforoso interior de la lámpara tiene la función de filtrar y convertir **la luz ultravioleta** en visible. La coloración de la luz emitida por la lámpara depende del material de dicho recubrimiento interno.

**El Tubo de Leds** está fabricado con **componentes electrónicos, aluminio y plástico acrílico, sin gases ni vapores tóxicos** en su interior, esto último **facilita su reciclado** frente a los fluorescentes que según la normativa vigente deben ser retirados bajo condiciones especiales.

**La eficacia oscila entre los 55 y 95 lm/W.**

### Componentes electrónicos del tubo LED:

Básicamente se trata del **chip LED, el circuito PCB y el driver** de regulación. De la calidad de estos elementos depende la duración del tubo. Es por ello que existen en el mercado grandes variaciones de precio desde los tubos mas económicos con componentes de bajo coste y inferior calidad hasta tubos que pueden durar hasta 80.000 horas manteniendo el nivel de luz prácticamente durante toda su vida útil. Conviene rehuir del uso de tubos led extremadamente económicos porque generalmente están fabricados con componentes de pésima calidad y circuitos con muy pocos componentes.

En cuanto al **chip led (luz sólida)**, es muy importante, además de la calidad del mismo, que todos los leds tengan el mismo tono de color (bin) ya que una variación de color entre los leds se traducirá en una luz no uniforme, tanto en un solo tubo como en diferentes tubos. Esto encarece el tubo ya que

obliga a una selección previa de los leds pero garantiza una calidad de luz superior. **El led emite en una sola longitud de onda y esta libre al 100% de radiaciones ultravioletas.**

El **circuito pcb** que aloja los leds debe ser de un material con una buena disipación/transmisión del calor y un grosor adecuado. En el pcb debe haber una resistencia para cada led, algunos tubos led de bajo coste utilizan una resistencia mayor para regular 3 leds al mismo tiempo y reducir el numero de componentes para bajar costes pero de este modo no se puede controlar que a cada led llegue la misma intensidad provocando que algunos leds estén insuficientemente alimentados y otros sobrealimentados reduciendo la vida del tubo considerablemente.

El **driver interno** es un circuito que gestiona la entrada de corriente de red (110-220V corriente alterna) para ajustarla a las necesidades del circuito de leds (corriente continua). En gran medida la vida útil del tubo led depende de calidad de los componentes de este circuito.

La **cubierta acrílica** protege los leds, disipa y homogeniza la luz y da un aspecto de tubo fluorescente al tubo de leds. **El acrílico ofrece una resistencia al impacto 10 veces superior al vidrio,** es altamente resistente a la intemperie y a los rayos ultravioleta del exterior. No tiene un envejecimiento apreciable en 10 años de exposición exterior. El acrílico de la cubierta es un material muy ligero en comparación con el vidrio (aproximadamente la mitad), presenta una dureza similar a la del aluminio. No produce ningún gas tóxico por lo que lo podemos considerar un producto muy seguro para elementos próximos a las personas. Se puede mecanizar en frío (serrado, esmerilado, acuchillado, pulido, etc.) y doblar aplicando calor.

**Trasera de Aluminio.** La parte trasera del tubo led esta conformada en aluminio y realiza la función de disipación del calor generado por la electrónica. Cuanto mas puro sea este aluminio mejor será su conducción térmica y disipación. Del mismo modo es importante tanto la masa como la superficie de este disipador para extraer el máximo calor de la electrónica y los leds.

## 2. DURACION y FUNCIONAMIENTO

### *Duración*

**La vida útil del tubo fluorescente** es mayor que la de las lámparas de incandescencia, pudiendo variar con facilidad desde **5000h a mas de 10000h,** lo que depende de diversos factores, tales como el tipo de lámpara fluorescente o el equipo complementario que se utilice con ella.

Su vida termina cuando el desgaste sufrido por la sustancia emisora que recubre los electrodos impide el encendido al necesitarse una tensión de ruptura superior a la suministrada por la red.

Este desgaste se incrementa con el número de encendidos. **Por esta razón se recomienda usar la iluminación fluorescente en regímenes continuos y no como iluminación intermitente.** Además de esto, hemos de considerar la depreciación del flujo provocada por la pérdida de eficacia de los **polvos fluorescentes y el ennegrecimiento de las paredes del tubo** donde se deposita la sustancia emisora.

Hay dos aspectos básicos que afectan a la duración de los fluorescentes.

El primero es la depreciación del flujo. Este se produce por ennegrecimiento de la superficie de la superficie del tubo donde se va depositando el material emisor de electrones que recubre los electrodos. En aquellas lámparas que usan sustancias fluorescentes otro factor es la pérdida gradual de la eficacia de estas sustancias.

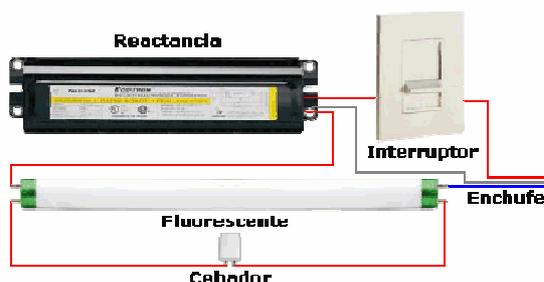
El segundo es el deterioro de los componentes de la lámpara que se debe a la degradación de los electrodos por agotamiento del material emisor que los recubre. Otras causas son un cambio gradual de la composición del gas de relleno y la degradación del fósforo.

Los tubos de leds, partiendo de la vida estimada de un chip led que es de 100.000 horas, tienen una vida útil estimada de entre 35.000 y 80.000 horas (de 3 a 8 veces más que los tubos fluorescentes) que depende de la calidad de los componentes electrónicos que gestionan la corriente y el voltaje que alimentan a los leds.

En los tubos led la vida depende de la duración de los componentes electrónicos que conforman el tubo, y la vida de estos componentes solo es afectada principalmente por la temperatura. Para garantizar una larga duración de los tubos es esencial que sus componentes estén bien dimensionados, sean de máxima calidad para asegurar un buen funcionamiento sin sobre calentamientos y los elementos disipadores (aluminio) estén bien dimensionados y cuenten con suficiente masa y superficie para extraer el calor.

## Funcionamiento

Los tubos fluorescentes necesitan para su funcionamiento la presencia de elementos auxiliares. Para limitar la corriente que atraviesa el tubo de descarga utilizan el balasto y para el encendido un cebador. El cebador se utiliza para calentar los electrodos antes de someterlos a la tensión de arranque.



En esta figura se distinguen, aparte de la propia lámpara, dos elementos fundamentales: el cebador (también llamado "arrancador", "partidor" o starter) y la reactancia inductiva.

El elemento de reactancia inductiva está constituido por una bobina enrollada sobre un núcleo de chapas de acero, el cual recibe el nombre de balasto o balastro. Los filamentos, al calentarse, desprenden electrones que ionizan el gas argón que llena el tubo, formando un plasma que conduce la electricidad. Este plasma excita los átomos del vapor de mercurio que, como consecuencia, emiten luz visible y ultravioleta.

La consecuencia de esto es que la luz emitida por el fluorescente no es blanca. Por lo tanto, la capacidad de reproducir los colores de estas fuentes de luz es, en general, peor que en el caso de las lámparas incandescentes o Led que tienen un espectro continuo. Es posible, recubriendo el tubo con sustancias fluorescentes, mejorar la reproducción de los colores y aumentar la eficacia de las lámparas convirtiendo las nocivas emisiones ultravioletas en luz visible.

Hay en el mercado distintos modelos de tubos fluorescentes con diferentes temperaturas de color. Su temperatura de color está comprendida generalmente entre los 3000 K y los 6500 K (del Blanco Cálido a Luz Día Frío). Su índice de rendimiento de color habitualmente va de 62 a 93, siendo el valor de 100 la representación correcta de colores en los objetos iluminados y 70 un valor considerado aceptable.

Los factores externos que más influyen en el funcionamiento de los fluorescentes son la temperatura ambiente y la influencia del número de encendidos.

Los tubos de leds se conectan directamente a la red y no necesitan arrancadores, reactancias o elementos auxiliares que encarecen la instalación y aumentan el consumo eléctrico además del mantenimiento.

El tubo de leds, al tratarse de un circuito electrónico que trabaja con pequeñas corrientes eléctricas sin descargas de arranque, permite el encendido y apagado instantáneo sin aumentar consumos ni afectar a la vida del tubo.

El tubo de leds puede construirse en cualquier color simplemente seleccionando el tipo de led por lo que podemos obtener tubos además de en diversas tonalidades de blanco en muchos otros colores.

Los estándares de mercado respecto al color blanco van desde el blanco cálido de 2800K-3500K hasta el blanco frío de 6500K a 7500K pasando por diversos tonos entre estos extremos denominados con varios nombres como blanco natural, blanco comercial, blanco día... para temperaturas de color entre los 4000K y 5000K.

El índice de reproducción del color de los tubos led depende del chip led utilizado y se sitúa entre los 80 y los 95 puntos sobre 100.

### ***Encendido***

Los tubos fluorescentes necesitan de unos momentos de calentamiento antes de alcanzar su flujo luminoso normal, por lo que es aconsejable utilizarlas en lugares donde no se están encendiendo y apagando continuamente. Por otro lado, como se ha dicho, los encendidos y apagados constantes acortan notablemente su vida útil.

Las lámparas fluorescentes consumen más electricidad y ven reducida su vida útil si son encendidas y apagadas de manera continuada, visto que su acción de encender les cuesta mucho más trabajo que mantenerse encendidas.

Por el contrario los tubos led pueden encenderse y apagarse instantáneamente sin que ello afecte a la vida de la luminaria. Combinando estos tubos led con sensores de proximidad para el encendido y apagado automático conseguimos un ahorro aun mayor de energía eléctrica. Este tipo de instalación

no es viable con tubos fluorescentes tradicionales ya que al realizarla aumentamos el consumo y reducimos la vida de los fluorescentes.

### 3. CONSUMOS, EFICIENCIA Y AHORRO ENERGETICO

El consumo de los tubos fluorescentes depende de su tamaño, como mayor es la distancia entre los electrodos mayor energía se requiere para generar el arco eléctrico.

Longitud	Fluorescente	LED	Ahorro LED
60 cm	18W (+balasto)	8 - 14W	22-75%
120 cm	36W (+balasto)	16 - 34W	10-74%
150 cm	58W (+balasto)	20 - 40W	31-70%

El ahorro energético substituyendo los fluorescentes por tubos led depende tanto de la calidad del fluorescente a sustituir como del tipo de tubo led seleccionado en función de los requisitos de luminosidad deseados, del consumo de la reactancia que siempre acompaña al fluorescente y los tiempos de encendido y apagado (arranque del fluorescente).

Generalmente, en la práctica, obtenemos un ahorro de energía eléctrica cercano al 40%.

Además hay que tener en cuenta la hora de estudiar el ahorro energético en una instalación de fluorescentes que los balastos como elemento eléctrico consumen corriente eléctrica aumentando entre un 5 y un 20% el consumo real de la instalación con fluorescentes.

Por ello es siempre recomendable desinstalar el balasto y conectar los tubos Led directos a la corriente de red evitando así un consumo innecesario.

Al establecer la eficacia de este tipo de lámparas hay que diferenciar entre la eficacia de la fuente de luz y la de los elementos auxiliares necesarios para su funcionamiento que depende del fabricante.

La eficacia de los fluorescentes oscila entre los 38-91 lm/W sin contar con el consumo de la reactancia. Este valor fluctúa mucho dependiendo de la calidad y el precio de los fluorescentes. Los tubos leds de máxima calidad superan el rendimiento de los fluorescentes y la mayoría de ellos ofrecen en sus valores mínimos casi el doble de rendimiento respecto a los tubos fluorescentes.

Tipo de lámpara	Eficiencia
Fluorescente	38-91 lm/W (sin balasto)
Tubo LED	55-95 lm/W

#### 4. DESVENTAJAS DE LOS TUBOS FLUORESCENTES

Las lámparas fluorescentes no ofrecen una luz continua, sino que muestran un parpadeo que depende de la frecuencia de la corriente eléctrica aplicada (por ejemplo: en España, 50Hz para corriente alterna). Esto no se nota mucho a simple vista, pero una exposición continua a esta luz puede dar dolor de cabeza.

Este parpadeo puede causar el efecto estroboscopio, de forma que un objeto que gire a cierta velocidad podría verse estático bajo una luz fluorescente. Por tanto, en algunos lugares (como talleres con maquinaria) no es recomendable esta luz.

El flickering o parpadeo, aunque imperceptible, afecta severamente la salud de algunas personas con algunos tipos migrañas, epilepsia y en algunos casos su efecto es tan devastador para la salud que hay quienes que con esta luz quedan excluidas completamente de todo ámbito de socialización (estudio, trabajo, deportes).

El parpadeo es también causa problemas con las cámaras de vídeo, ya que la frecuencia a la que lee la imagen del sensor puede coincidir con las fluctuaciones (oscilaciones) en intensidad de la lámpara fluorescente.

Las lámparas fluorescentes con balasto antiguo no pueden conectarse a un atenuador normal o dimmer (un regulador para controlar el brillo). Hay lámparas especiales (de 4 contactos) y controladores especiales que permiten usar un interruptor con regulador de intensidad.

Los leds emiten luz en una única longitud de onda de manera constante y sin parpadeos, esta luz es muy recomendable para la visión humana ya que reduce considerablemente el esfuerzo de los ojos y evita la vista cansada. Los tubos led tienen una regulación electrónica que es muy flexible, esto permite la dimerización en algunos modelos.

Cabe anotar que la luz fluorescente, que es difusa, no es aconsejable para la lectura (lo que incluye las tareas o trabajos escolares) u otro tipo de trabajos "finos" debido a que impide una adecuada y eficiente fijación de la vista sobre el objeto. El efecto difuso de la luz fluorescente hace que los contornos de elementos mínimos o "finos" tiendan a desaparecer impidiendo la fijación visual adecuada, lo cual genera fatiga visual que podría conducir al estrés y a un rendimiento deficiente en la labor emprendida.

Las cataratas oculares son presentadas según su etiología, sistemas de protección oxidativa en los ojos y exposición ocular a la radiación ultravioleta. Bajo emisores de luz ultravioleta se recomienda la protección de los ojos con dispositivos diseñados a tal efecto contra las radiaciones ultravioletas cataratogénicas y se justifica la utilización de nutracéuticos y medicamentos que permitan prevenir, retrasar o detener la opacificación del cristalino ocular.

## COMPARATIVA FLUORESCENTE TRADICIONAL VS. TUBO DE LEDS

	Tubo Fluorescente	Tubo LED
<b>Dimensiones</b>	T8 120cm	T8 120cm
<b>Potencia consumida por el tubo</b>	36 Watts	24 Watts
<b>Eficiencia luminosa inicial</b>	40~100 lúmenes/vatio	56 lúmenes/vatio
<b>Factor de Potencia</b>	0.6	0.94
<b>Consumo Total incluyendo electrónica, balasto y cebador.</b>	60W	25.5W
<b>Ahorro energético</b>	--	57%
<b>Vida Útil</b>	10,000 ~ 20,000 hrs	35,000 ~ 80,000 hrs
<b>Perdida luminosa (lúmenes) en función del tiempo</b>	Perdida del 20% durante las primeras 3.000 horas	Menos del 30% después de 35.000 horas.
<b>Eficacia Luminosa</b>	Solo el 70% de luz eficaz utilizando un reflector de alta calidad.	No es necesario reflector ya que la luz es dirigida.

	Tubo Fluorescente	Tubo LED
<b>Materiales</b>	Contactos de aluminio tubo de cristal	Contactos de aluminio Tubo de aluminio
	Gases: halogenuros y fosfuros	Cubierta de Acrílico
	Vapor de Mercurio de 3 a 46mg	LEDs / Diodos Zener / PCB
	Metal	IC, MOSFET, diodos, Condensadores, Resistencias, Inductores
	Plásticos	Cables Eléctricos
<b>RoHS compliance</b>	?	Certificado RoHS

<b>Costes</b>	<b>Toxico &amp; Peligroso</b>	<b>Limpio y seguro</b>
Elevado coste de mantenimiento y sustitución	Elevados costes de mantenimiento y sustitución de tubos y cebadores por trabajo en altura y difícil acceso además de riesgo eléctrico en áreas de producción, almacenes, túneles, aeropuertos, hospitales y luces de señalización	Duración de más de 3 veces sobre el mantenimiento de fluorescentes tradicionales.

<b>Coste de las luminarias</b>	<b>Coste del balasto y el cebador</b>	<b>No es necesario balasto ni cebador</b>
<b>Mantenimiento</b>	<b>Tubo Fluorescente</b>	<b>Tubo LED</b>
coste de adquisición	Muy bajo	Coste elevado pero amortizable con el ahorro en energía y mantenimiento
<b>Destellos 50 / 60 Hz</b>	<b>emite destellos</b>	<b>Sin destellos</b>

<b>Temperatura de trabajo</b>	los fluorescentes trabajan bien cerca de 20 grados. Los gases son altamente sensibles a temperaturas extremas.  A temperaturas muy bajas o muy altas la eficiencia decrece. A temperaturas bajo cero pueden no arrancar	Sin problemas a temperaturas ambiente de -25 a 36 °C  Largo rango de temperatura de trabajo. Optimas condiciones de luminosidad dentro de todo el rango
-------------------------------	---	---

**Tiempo de calentamiento**

**Tarda algunos segundos en llegar al color adecuado**

**Luz instantánea al encender**

**Efectos de arranque/paro continuo**

Un encendido/apagado continuado reduce la vida del fluorescente considerablemente en una media del 14% de la vida en 10 ciclos de encendido/apagado en 24horas

Los componentes electrónicos utilizados no son susceptibles a ciclos continuos de encendido/apagado