

Manual de Iluminación Eficiente



EFICIENCIA ENERGÉTICA
URUGUAY EFICIENTE

¿Qué es Eficiencia Energética?



Es el uso racional de energía. Esto significa aprovechar al máximo la energía, sin sacrificio de la calidad de vida que nos brindan los servicios que recibimos de ella.

Podemos seguir utilizando el computador, el automóvil o cualquier equipo que requiera de energía para funcionar, pero evitando el derroche de energía y, en consecuencia, reduciendo la producción de desechos contaminantes.

Si todos somos eficientes, se logrará un gran impacto en la sociedad, con beneficios económicos y ambientales para todos.

Todas las actividades que realizamos requieren de alguna forma de energía, por esto debemos ser cuidadosos en como la usamos.

La iluminación, tanto de espacios públicos como en los hogares, juega un rol fundamental en la eficiencia energética ya que representa un importante consumo de energía eléctrica.

Es posible reducir el consumo de energía en iluminación sin reducir el nivel de confort, de producción o la seguridad.

La combinación de la luz natural, proveniente del sol, con el uso de la tecnología actualmente disponible de iluminación artificial eficiente, permite que se obtengan niveles de iluminación adecuados.



El impacto ambiental general

Estamos siendo eficientes si utilizamos siempre que sea posible la iluminación natural, manteniendo abiertas las cortinas y persianas durante el día.

Podemos ser eficientes fácilmente adquiriendo hábitos que implican menor derroche de energía.

Energía y medioambiente

Los problemas ambientales globales son aquellos de la civilización moderna, cuyo origen es disperso y afectan a todo el planeta en mayor o menor medida.

Uno de ellos es el aumento de la temperatura media de la Tierra a causa del incremento de los llamados gases efecto invernadero (GEI).

En los últimos años las actividades humanas han generado un aumento en la emisión de estos gases, lo cual está afectando la forma en que la energía solar interactúa con la atmósfera, teniendo como consecuencia la modificación del sistema climático mundial.

Los gases de efecto invernadero son vitales ya que actúan regulando la temperatura, evitando que el calor emitido por la Tierra se transmita hacia el espacio exterior.

Por causas antropogénicas la concentración de estos gases, principalmente la de dióxido de carbono (CO_2), ha aumentado a partir de la revolución industrial.



Ver la luz de otra manera



Este aumento se debe fundamentalmente a la deforestación y la combustión de recursos fósiles como el carbón, petróleo y gas natural.

La iluminación también puede ser parte del derroche.

Luz emitida

La luz emitida o flujo luminoso es la totalidad de la luz producida por una lámpara o fuente de luz.

Una habitación resulta más luminosa cuanto más luz emita la lámpara que coloquemos en ella, es decir, cuanto mayor sea el flujo luminoso.

La luz emitida se mide en lúmenes (lm).

Nivel de iluminación

La luz que emite una lámpara finalmente incide en una superficie. Por ejemplo, en un escritorio donde está la revista que leemos.

El nivel de iluminación es la cantidad de luz por unidad de superficie.

El lux (lx) es la unidad derivada del Sistema Internacional de Medidas para la iluminancia o nivel de iluminación.

Un lux equivale a un lumen por metro cuadrado ($1 \text{ lx} = 1 \text{ lm} / \text{m}^2$).

Debemos ajustar el nivel de iluminación en un



espacio dependiendo del trabajo que realizamos en él.

Cuando estamos trabajando en la oficina es importante tener un nivel de luz (cantidad de luxes) suficiente para poder hacerlo cómodamente.

Por ejemplo, en una oficina el nivel de luz recomendado es de 300 luxes, a diferencia de un baño que necesita 100 luxes, o de un pasillo para el cual se recomiendan 50 luxes.

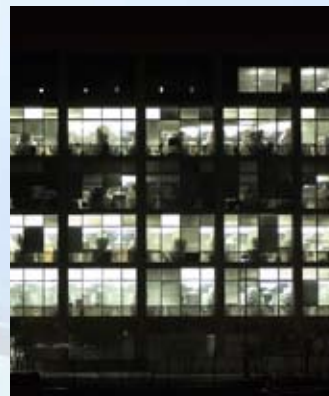
La medida del nivel de iluminación se puede realizar con un luxómetro.

El Nivel de Iluminación se ve influenciado no solamente por el flujo luminoso que emite la lámpara o fuente luminosa, sino también por la luminaria y las características del ambiente.

La luminaria absorbe parte de la luz emitida por la lámpara instalada en ella. Cuanto más eficiente sea la luminaria, menor es la luz absorbida y mayor la entregada al ambiente.

Por otra parte, el ambiente a través de las características reflexivas de paredes y techos influye en la cantidad de luz que finalmente llega a la superficie de trabajo. Paredes y techos claros, aumentan la eficiencia del sistema de iluminación.

Finalmente, el buen mantenimiento de la luminaria y del local favorece que se mantenga el flujo inicial en mejores condiciones.





Distribución de luz

Existen dos criterios generales para la correcta iluminación de un ambiente:

Primero, que se cuente con un nivel de iluminación adecuado en el plano de trabajo.

Segundo, que el nivel de iluminación sea uniforme en el lugar.

Cuando prendemos una lámpara, sólo una parte de la energía eléctrica que consume se convierte en luz emitida, otra parte se convierte en calor y otras radiaciones no visibles.

Para saber cuánta energía, de toda la que consume, es emitida en forma de luz, se utiliza la eficacia luminosa.

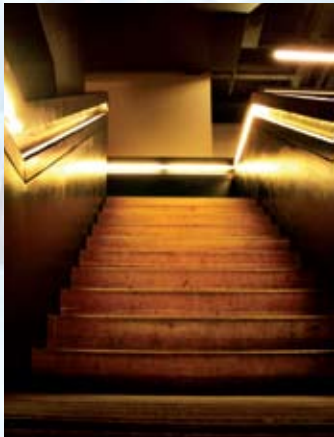
Una lámpara eficaz desperdiciará menos energía, puesto que la mayor parte de la energía que recibe la transforma en radiaciones visibles o luz.

- Supongamos que tenemos una lámpara de 100 W y otra de 30 W y que ambas emiten 1.500 lúmenes.

La eficacia de la primera lámpara está dada por $1.500 \div 100 = 15 \text{ lm/W}$ y la de la segunda por $1.500 \div 30 = 50 \text{ lm/W}$.

Con ambas obtenemos el mismo nivel de iluminación, pero si utilizamos diez horas la primera lámpara, consumimos 1 kWh, mientras que con la segunda consumimos 0,30 kWh.

Eficacia Luminosa



Clasificación de las fuentes luminosas

Esto se debe a que la segunda lámpara es más eficaz.

La eficacia luminosa se especifica en lúmenes por vatio (lm/W) y un valor más alto caracteriza una lámpara más eficiente y, por lo tanto, con la que ahorramos más energía.

Se las puede clasificar **según el principio de funcionamiento** en:

Termorradiación o incandescencia

Consiste en calentar un sólido hasta su punto de incandescencia. Para esto se hace circular una corriente eléctrica por el filamento de la lámpara hasta que se alcanza una temperatura elevada a la que emite radiaciones visibles por el ojo humano.

En esta categoría se encuentran las **lámparas incandescentes convencionales y las halógenas**.

Luminiscencia

Consiste en la radiación luminosa emitida por un material por efecto de la excitación de los átomos del mismo. Las principales lámparas disponibles comercialmente utilizan **la electroluminiscencia y la fotoluminiscencia**.

La **electroluminiscencia** se produce por el pasaje de una descarga eléctrica a través de un gas, el cual excita los átomos del mismo, produciéndose radiaciones de diferentes longitudes de onda según el gas en cuestión. Los gases más frecuentemente





utilizados son el mercurio, el sodio y los gases nobles (argón, neón, helio, kriptón y xenón).

En esta categoría se encuentran las lámparas de sodio y de mercurio, muy utilizadas en alumbrado público, las lámparas de mercurio con haluros metálicos, y los tubos y placas luminiscentes utilizadas para anuncios publicitarios e iluminación decorativa.

La **fotoluminiscencia** se produce por la acción de otras radiaciones que inciden en un material, excitando los átomos del mismo, los cuales a su vez emiten radiaciones en el espectro visible.

En particular, **los tubos fluorescentes y las lámparas fluorescentes compactas**, utilizan **la electroluminiscencia y la fotoluminiscencia**.

La descarga en el tubo produce radiaciones por electroluminiscencia, algunas de las cuales se encuentran en el visible. Otras, principalmente ultravioletas, excitan los polvos que recubren el tubo, los cuales emiten radiaciones en el visible a través de la luminiscencia.

Si bien existen múltiples agentes excitadores que pueden producir la luminiscencia (por ejemplo, fenómenos químicos que dan lugar a la quimioluminiscencia o fenómenos radioactivos que dan lugar a la radioluminiscencia), la mayoría de las lámparas disponibles comercialmente utilizan la **descarga en gas**, es decir la electroluminiscencia (pudiendo utilizar además, o no, la fotoluminiscencia).

Este tipo de lámparas son de extenso uso hoy en



día por ser una alternativa más eficiente que las lámparas incandescentes.

En la **mayoría de los casos, las lámparas de descarga requieren de elementos auxiliares para su funcionamiento**, como ser balastos y arrancadores o ignitores.

Dentro de las lámparas de descarga en gas se encuentran además las lámparas de inducción y las lámparas de descarga de alta intensidad (HID es la sigla en inglés por High Intensity Discharge). Estas últimas son las de mayor eficacia y más larga vida útil.

LED

LED es la sigla en inglés por Light Emitting Diode.

Consiste en un material semiconductor (juntura p-n) que emite radiación cuando se lo somete a una diferencia de potencial (terminal positivo conectado al ánodo y el negativo al cátodo). Al circular la corriente eléctrica, las cargas positivas y negativas se combinan en la juntura produciendo fotones.

El color de la luz emitida depende del tipo de material semiconductor, siendo los colores usuales, el rojo, el verde, el azul y el amarillo. Sin embargo, se pueden obtener lámparas de otros colores de luz combinando los anteriores.

Las lámparas de LED se caracterizan por una gran vida útil siendo ideales para aplicaciones de señalización luminosa.



Algunas Características generales de las lámparas

Vida útil

Una de las características a considerar de cada tipo de lámpara es la vida útil o la duración aproximada en horas.

Durante este período se garantiza el mantenimiento del flujo luminoso.

En el caso de la iluminación interior, las lámparas incandescentes son las de menor vida útil y las fluorescentes compactas, las de mayor.

La vida útil de las lámparas disminuye cuando se las apaga y prende con mayor frecuencia.

También se reduce si la tensión (V) de la red eléctrica es mayor que aquella para la cual está diseñada la lámpara.

Temperatura de Color Correlacionada (TCC)

La apariencia de color de una fuente luminosa se describe por su temperatura de color correlacionada.

La TCC es definida como la temperatura absoluta a la que un cuerpo negro emitirá el mismo nivel de radiación, o sea, provocando la misma apariencia de color.

La TCC es medida en grados Kelvin, y varía de 1.500K, cuya apariencia es anaranjada/roja, hasta 9.000K cuya apariencia es azul.

Las fuentes de luz con temperatura de color igual



o inferior a 3.100 K son denominadas “cálidas” y presentan una apariencia amarillenta.

Las “frías” son aquellas con temperatura de color mayor a 4.000K y de apariencia azulada.

Las lámparas con temperatura de color entre 3.100K y 4.000K son llamadas de apariencia “neutra”.

La **luz blanca natural** es aquella emitida por el sol en cielo abierto a medio día, cuya temperatura de color es de 5.800K.

Índice de Reproducción Cromática (IRC)

Indica la capacidad de una fuente de luz en reproducir los colores de un objeto en comparación con una fuente de referencia.

El índice de reproducción cromática (Ra) varía de 0 a 100, siendo 100 el que se obtiene para la luz de referencia.

Las lámparas incandescentes son las que presentan mejor IRC (100) ya que tienen un espectro de emisión continuo.

Depreciación del flujo luminoso

El flujo luminoso de una lámpara corresponde al valor medido luego de 100 horas de funcionamiento.

Este valor va disminuyendo con el tiempo de funcionamiento.



Tipos de Lámparas



Deslumbramiento

Es una sensación producida, dentro del campo visual del observador, por una luminancia significativamente mayor o menor que aquella a la cual los ojos se habían adaptado y que causa molestias, incomodidad o pérdida temporal de la visibilidad.

Incandescente

Permite percibir los colores de manera fiel y emite un color de luz cálido en el ambiente. Se enciende instantáneamente y dispersa uniformemente la luz.

Por otra parte, consume una gran cantidad de energía y disipa mucha de ésta en forma de calor. Usualmente se utilizan para iluminación interior y para decoración.

La existencia de alternativas tecnológicas más eficientes, de tamaños comparables a las incandescentes y con gran variedad de formas decorativas, han impulsado a oficinas, industrias, comercios y hogares al remplazo de las lámparas incandescentes.

Dado su alto consumo energético y la baja eficacia, son en la actualidad un símbolo de la iluminación ineficiente y su uso debe siempre evitarse.

Halógena

Estas lámparas son de tipo incandescente pero contienen en el interior del bulbo un gas halógeno y un revestimiento interno con una película



que refleja el calor, lo que permite mantener el filamento de tungsteno a altas temperaturas con menor consumo de energía.

En esta categoría se encuentran las lámparas con reflector dicróico (conocidas popularmente como lámparas dicróicas).

Emiten una luz blanca y focalizada siendo la más similar a la luz del día. Por su color de luz es, entre todas las lámparas, la que permite percibir los colores con mayor realismo.

Si bien, con el mismo consumo de energía de una incandescente, la lámpara halógena emite más luz, también disipa como calor gran parte de la energía consumida.

Estas lámparas son adecuadas para la iluminación interior localizada y, al igual que en el caso de las lámparas incandescentes comunes, se encuentran en el mercado alternativas tecnológicas más eficientes.

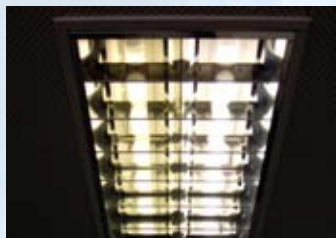
Fluorescentes

Éstas son lámparas de descarga a baja presión.

Constan de un bulbo o tubo de descarga con vapor de mercurio en su interior y recubierto de polvos fluorescentes en la pared interior del tubo.

La descarga eléctrica que se da en la atmósfera de mercurio a baja presión excita el gas provocando que éste emita principalmente radiación ultravioleta (UV).





Esta radiación estimula los polvos fluorescentes que convierten la radiación UV en luz visible.

Fluorescente Tubular

Tiene un sistema de encendido llamado balasto, el cual retarda un poco su activación.

El consumo de energía es muy bajo, pero tarda algunos minutos desde su encendido hasta alcanzar su máxima emisión de luz.

En general son muy utilizados para la iluminación interior de grandes espacios como ser oficinas, comercios y naves industriales.

La tecnología de los tubos fluorescentes ha evolucionado hacia equipos más eficientes, así en el mercado se encuentran los denominados T5, T8 y T10 de menor diámetro y mayor eficacia luminosa que los tradicionales T12.



Fluorescente Compacta (LFC)

Se fabrica a partir de un tubo fluorescente retorcido, logrando el tamaño de una lámpara incandescente.

La luz es producida por el pasaje de una corriente a través de mercurio y gas inerte.

Requieren de balasto para regular la corriente de operación y producir un pico de voltaje para el encendido, el cual puede venir incorporado en la lámpara o ser exterior. Se utilizan balastos especiales para permitir el uso de dimmers en lámparas fluorescentes.



Mejoras en la tecnología han resultado en LFC con temperaturas de color e índices de reproducción de colores comparables a las lámparas incandescentes.

Hoy en día existen LFCs de diferentes potencias, color, tamaños y formas similares a las incandescentes, lo que las convierte en el reemplazo ideal.

Estas lámparas consumen 4 veces menos y tienen una vida útil de 5 a 15 veces la de la incandescente.

En sus varias formas, dominan las aplicaciones comerciales e industriales.

Su prolongada vida útil y alta eficacia las hace ideales para el uso en interiores durante períodos prolongados, en lugares de difícil acceso para el reemplazo de la lámpara, excepto aquellos con alta frecuencia de encendido.



Tienen amplias aplicaciones en edificios, oficinas, escuelas, hospitales, supermercados, etc.

En los últimos 20 años, la llegada de diversos modelos de lámparas fluorescentes compactas ha aumentado las posibilidades de aplicación a hogares, comercios y otros usos donde una menor dimensión es deseada.

Al mismo tiempo la disponibilidad de modelos de distintas temperaturas de color y de altos índices de reproducción cromática aumenta las aplicaciones de estas lámparas.



Sodio de Baja Presión

Éstas son similares a las de mercurio de baja presión o fluorescentes, salvo que contienen vapor de sodio en el interior de la ampolla.

Son más eficaces que las lámparas fluorescentes pero no permiten discriminar los colores, con una apariencia monocromática de color amarillo.

La vida útil puede llegar hasta 18.000 horas.

Requieren de hasta 10 minutos para alcanzar el flujo luminoso nominal y precisan un tiempo de enfriamiento una vez que son apagadas.

Generalmente se utilizan para la iluminación de carreteras, túneles o puentes, aplicaciones en que la discriminación de colores no se considera un factor importante y en que permanecen largos períodos encendidos.



Inducción

Estas lámparas no tienen electrodos para iniciar la descarga, sino que usan un campo electromagnético generado desde fuera del tubo con un equipo de radio frecuencia.

El campo electromagnético es generado por el pasaje de una corriente eléctrica a través de una bobina enrollada en un núcleo metálico o plástico. Este campo excita el gas de mercurio contenido dentro de la ampolla, el que emite radiación ultravioleta.

Esta radiación excita la capa de fósforo que cubre la ampolla, produciendo luz visible.



Emiten luz blanca cálida y tienen un alto índice de reproducción de colores.

Son de larga vida útil, lo que las hace adecuadas para aplicaciones de difícil acceso como ser ambientes con altos cielorrasos.

Tratándose de una tecnología relativamente nueva, su costo aún es elevado en comparación con otras lámparas.

Descarga de Alta Intensidad (HID)

Incluyen las lámparas de mercurio a alta presión, de halogenuro metálico y de sodio de alta presión.

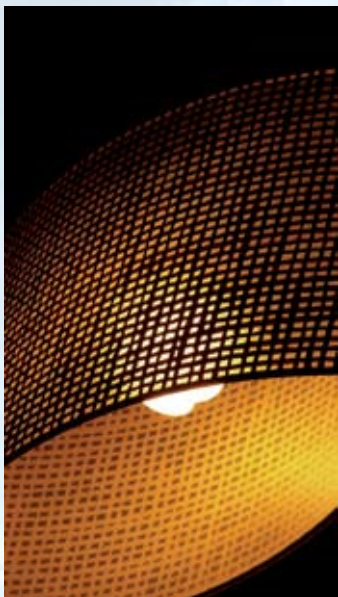
Producen luz mediante una descarga eléctrica de arco en un tubo de descarga el que a su vez está dentro de un bulbo o ampolla exterior.

El tubo de descarga contiene electrodos y un gas de encendido que se ioniza a baja presión y temperatura, generalmente el gas es argón, xenón o una mezcla de argón, neón o xenón.

El tubo contiene además metales o compuestos de halogenuros metálicos que, al evaporarse en la descarga, producen energía radiante.

Cada tipo de lámpara HID produce luz de acuerdo al tipo de metal que contiene.

La ampolla exterior cumple las funciones de proteger el tubo de descarga de corrientes de aire y cambios de temperatura exterior, contener un gas inerte que previene la oxidación de las



partes internas de la lámpara y actúa de soporte para el recubrimiento de fósforo.

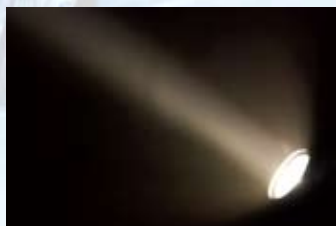
Mercurio de Alta Presión

Estas lámparas son el tipo más antiguo de lámpara HID. Requieren de dispositivos auxiliares para su encendido y tardan unos minutos en alcanzar el flujo nominal.

Son clasificadas como luz fría y tradicionalmente se utilizaban para el alumbrado público y de exteriores, actualmente se tiende a sustituirlas por lámparas de vapor de sodio de alta presión por su mayor eficacia. En aplicaciones como plazas, jardines o iluminación de interiores, son remplazadas por lámparas fluorescentes y de halogenuros metálicos que, si bien tienen menor vida útil, ofrecen mejor reproducción de colores y son más eficientes.

Luz Mixta

Estas lámparas son una combinación entre las lámparas de mercurio de alta presión y las lámparas incandescentes, ya que además del tubo de descarga en gas de mercurio poseen en su interior un filamento de tungsteno. Este filamento cumple dos funciones: emitir luz con el mismo principio que la lámpara incandescente, y estabilizar el arco de la descarga en gas (de la misma forma que el balasto o impedancia lo hace en las lámparas de descarga en general). En consecuencia, no necesitan de dispositivos auxiliares externos para su encendido pero, al igual que las lámparas de descarga tardan unos minutos en alcanzar su flujo nominal y, una vez apagadas demoran también algunos minutos



en reencender. Presentan una eficacia luminosa intermedia entre las lámparas incandescentes y las de mercurio de alta presión, un tipo de luz blanco cálido y una reproducción cromática aceptable. Son utilizadas principalmente en locales industriales, talleres, depósitos e iluminación exterior, aunque están siendo sustituidas cada vez más por lámparas de mayor eficacia luminosa, como las fluorescentes, las de mercurio de alta presión y las de halogenuros metálicos.

Halogenuros Metálico

Estas lámparas requieren de una instalación especial para operar de forma segura.

Generalmente son de alta potencia y son más eficientes que las lámparas fluorescentes.

Producen una luz blanca y brillante y, entre las lámparas HID, son las de mejor índice de reproducción de colores.

Se utilizan para la iluminación interior de shoppings, comercios y gimnasios, y la iluminación exterior de escenarios deportivos, fachadas y monumentos.



Sodio de Alta Presión

Son más eficientes, de mayor vida útil y presentan menores tiempos de encendido que las lámparas de mercurio de alta presión.

Producen luz blanca cálida y, al igual que las lámparas de mercurio de alta presión, tienen bajo índice de reproducción cromática.



Presentan buena resistencia a choques, vibraciones y a la exposición a la intemperie.

Son ideales para la iluminación de grandes espacios interiores y la iluminación exterior de vías públicas, túneles, plazas y fachadas, aplicaciones donde el ahorro de energía y el bajo mantenimiento son prioridades y en que la reproducción de colores no es un factor importante.

Led

Es un dispositivo fabricado con los mismos materiales de los chips electrónicos.

Son ideales para aplicación en señales de tránsito o iluminación decorativa.

Se caracterizan por una larga vida útil y con el transcurso del tiempo han logrado aumentar su eficacia lumínica.



Características de lámparas

LÁMPARA	Eficacia (lm/W)	Vida Útil (hr)	CRI	Temp. de color	Aplicación
Incandescente	10 a 17	1.000	98 a 100	2.700 a 2.800	Int / Ext
Halógena	12 a 22	2.000 a 4.000	98 a 100	2.900 a 3.200	Int / Ext
Tubo Fluorescente	30 a 110	7.000 a 24.000	50 a 90	2.700 a 6.500	Int / Ext
Fluorescente Compacta	50 a 70	10.000	65 a 80	2.700 a 6.500	Int / Ext
Sodio de Baja Presión	60 a 150	12.000 a 18.000	< 44 pobre	1.800	Ext
Inducción	48 a 80	10.000 a 100.000	80	2.700 a 4.000	Ext
Mercurio de Alta Presión	50	9.000 a 15.000	70	3.700	Int / Ext
de Halogenuro Metálico	70 a 115	5.000 a 20.000	75 a 90	3.200 a 7.000	Ext
Sodio de Alta Presión	50 a 140	16.000 a 24.000	25	2.100	Ext
Led	20 a 80	50.000 a 100.000	< 70	2.500 a 8000	Int / Ext

Equipos Auxiliares

Para que las lámparas de descarga funcionen correctamente es necesario, en la mayoría de los casos, la presencia de elementos auxiliares: **arrancadores (cebadores o ignitores) y balastos.**

Estos son necesarios dado que las lámparas de descarga no son capaces de arrancar ni de controlar por sí solas la corriente de circulación.

Adicionalmente, se necesitan capacitores para el control del factor de potencia.

Los **cebadores** o ignitores son dispositivos que suministran un breve pico de tensión entre los electrodos del tubo, necesario para iniciar la descarga y vencer así la resistencia inicial del gas a la corriente eléctrica.

Tras el encendido, continúa un periodo transitorio durante el cual el gas se estabiliza y que se caracteriza por un consumo de potencia superior a la nominal.

Los **balastos**, por el contrario, son dispositivos que sirven para limitar la corriente que atraviesa la lámpara, estabilizando el circuito.

De lo contrario, se daría un exceso de electrones circulando por el gas que aumentaría el valor de la corriente hasta producir la destrucción de la lámpara.

Este equipamiento auxiliar depende de la potencia de la lámpara a alimentar y cumple un importante rol en las condiciones de servicio,





duración y eficacia de las mismas.

Estos elementos tienen un consumo eléctrico que puede representar entre un 15% y un 30% del consumo de la lámpara a servir.

Según su principio de funcionamiento, los balastos pueden ser de diferente tipo y de diferente eficiencia: **balastos electromagnéticos** y **balastos electrónicos**.

El balasto **electromagnético** fue el primer tipo que se utilizó en las lámparas fluorescentes.



Son fabricados para trabajar conectados a la línea de suministro eléctrico de corriente alterna de 50 o 60 hertz (Hz) de frecuencia, dependiendo de la red de cada país.

Los balastos **electrónicos** han superado a los electromagnéticos al operar a altas frecuencias (25 a 32 kHz) evitando así el parpadeo de la luz en las lámparas de descarga (efecto estroboscópico).

Por otro lado, la lámpara operando a alta frecuencia tiene una mayor emisión de flujo luminoso, con el mismo consumo eléctrico.



Este funcionamiento óptimo de la lámpara reduce su consumo y la sobrecarga a la cual se ve sometida, por lo que aumenta su vida y eficacia.

Los balastos electrónicos por sí mismos,

consumen a su vez menos energía eléctrica y poseen un alto factor de potencia.

Si bien estos balastos generan armónicos, los mismos son suprimidos con filtros en el propio equipo.

Métodos de Control

La correcta utilización de métodos de control en la iluminación contribuye también al ahorro de energía y a crear el ambiente más adecuado en cada caso.

Reguladores o atenuadores de iluminación

El **regulador lineal o dimmer**, permite regular el flujo luminoso de las fuentes (incandescentes o de descarga) de acuerdo a las condiciones de servicio.



La atenuación se especifica en un porcentaje del flujo luminoso sin atenuación y algunos productos que se ofrecen en plaza declaran capacidades de 0 al 100%, o sea regulación total.

Las posibilidades que esto brinda son mucho más amplias que las obtenibles vía conmutación de grupos de lámparas o luminarias, sin afectar la regularidad.

Los atenuadores aprovechan las ventajas que la electrónica y la técnica de alta frecuencia ofrecen, siendo en muchos casos una prestación incorporada en los propios balastos electrónicos.



Reguladores electrónicos HF

Son balastos electrónicos controlables que proporcionan a las lámparas fluorescentes o fluorescentes compactas una alimentación de alta frecuencia, permitiendo variar el flujo luminoso en un rango de 3 % al 100 % del valor máximo.

Permiten un arranque de la lámpara sin parpadeo y evitan el efecto estroboscópico.

Normalmente cuentan con entradas digitales de control que permiten integrar el equipo a sistemas inteligentes.

La utilización de estos equipos puede producir ahorros importantes en el consumo de energía eléctrica de la instalación.



Dimmer autorregulado por señal horaria

Está diseñado para instalaciones cuyo nivel de iluminación se desea variar según un programa horario preestablecido. Tal es el caso de sistemas de alumbrado de calles que modifican la potencia de la lámpara, según la variación horaria del flujo de tránsito. O en la iluminación perimetral, para diferenciar horarios de circulación y horarios en donde solo se necesita luz por razones de seguridad.

La señal es aportada por un timer electrónico incorporado al equipo, y el flujo se regula en uno o varios escalones, en cada lámpara.



Se destacan las ventajas de estos sistemas frente al método convencional consistente en apagar grupos de luminarias, afectando la regularidad de la iluminación.

Sensores de presencia

Son detectores Infrarrojos Pasivos que permiten la conmutación de lámparas en zonas en donde no se detecta la presencia de personas durante un lapso de tiempo.

Detectores de presencia de luz diurna

Se trata de fotocélulas que captan la iluminación de una parte del local, censando la cantidad de luz que llega del exterior para así proceder a atenuar la iluminación artificial de esa zona.

Tiene la finalidad de disminuir el consumo de energía y los resultados dependen de la cantidad de iluminación natural que se disponga.



Sistemas automáticos de control

La integración de sensores ocupacionales, sensores de luz diurna, atenuadores lineales y otros dispositivos de supervisión y control en una sola unidad (Sistema Automático de Control), utilizados para la realización de un mejor manejo energético de las instalaciones de iluminación parecería ser el tema del futuro.

Existe suficiente cantidad de información sobre instalaciones reales que usan estos sistemas.



Los resultados, medidos en términos económicos dependen del tipo de instalación, del derroche y desaprovechamiento de la energía previo a la instalación y del diseño de Sistema que se haga.

Luminarias



Al conjunto de elementos que se necesitan para ubicar y proteger una o más lámparas de cualquier tipo y los elementos auxiliares, en caso que corresponda, se lo denomina luminaria.

Es importante considerar el tipo de luminaria a utilizar, ya que ésta influye sobre el nivel de iluminación y la adecuada distribución del flujo luminoso.

Una luminaria debe cumplir con las siguientes funciones:

- Distribuir adecuadamente la luz en el espacio
- Evitar toda causa de molestia provocada por deslumbramiento o brillo excesivo
- Satisfacer las necesidades estéticas y de ambientación del espacio al que están destinadas
- Optimizar el rendimiento energético, aprovechando la mayor cantidad de flujo luminoso entregado por las lámparas
- Proteger adecuadamente la lámpara, el sistema fotométrico y el equipamiento auxiliar de las condiciones ambientales



Existen además prácticas sencillas con las que mejorar la reflectividad de las luminarias existentes, simplemente agregando placas de aluminio pulido, en la parte posterior de la luminaria, se obtiene una mejora del nivel de iluminación.

Índice IP

Corresponde al grado de protección contra cuerpos sólidos y agua que da la luminaria al grupo óptico (que incluye la lámpara) y al receptáculo para el equipamiento auxiliar (puede ser diferenciado para ambas partes de la luminaria).

El índice se compone de **dos dígitos IP XY**.

El **primer dígito** refiere a la protección contra objetos sólidos y varía de 0 a 6. Las clases 5 y 6 indican hermeticidad al polvo.

El **segundo dígito** refiere a la protección contra la penetración de agua y humedad. El índice varía entre 0 y 8, los números 3 al 6 indican protección contra lluvia y chorro de agua y, 7 y 8 protección frente a la inmersión.

Las luminarias con IP más bajo indican que la luminaria es más abierta, y requieren períodos de mantenimiento más cortos.



Alumbrado de emergencia



Este tipo de alumbrado entra en servicio cuando el alumbrado de uso usual falla o su tensión desciende por debajo del 70% del valor nominal.

Tiene como función iluminar lo necesario para permitir la visión de las señales indicativas de las salidas, la situación de los equipos, los medios de protección existentes, evitar las situaciones de pánico y para permitir a los usuarios que abandonen las instalaciones en caso de emergencia.

Contar con este tipo de alumbrado en edificios es recomendable por temas de seguridad.

Recomendaciones para una Iluminación Eficiente



Iluminar un espacio es más que poner lámparas para cuando falte la luz natural.

Una correcta iluminación debe brindar la sensación de confort que se busca y al mismo tiempo debe ser parte de la estética global del lugar que se ilumina: resaltar zonas, ampliar espacios, destacar avisos y facilitar la realización de las tareas que se desarrollan en ella en forma segura.

La iluminación, en muchos casos, implica un costo importante por consumo de energía, por ésta razón debemos pensar en iluminar correctamente y sin derrochar energía.

Para ello se debe seleccionar adecuadamente el tipo de lámpara a usar en cada espacio de acuerdo a las tareas que serán desarrolladas en éstos.



Consejos Generales:



- Apagar las luces cuando no se utilicen, o cuando la iluminación natural lo permita.
- En el caso de lámparas fluorescentes evitar el apagado y encendido frecuente ya que esto reduce su vida útil.
- Seleccionar los niveles de iluminación apropiados de acuerdo a las tareas a desarrollar en cada área. Utilizar la iluminación apropiada para cada necesidad.
- En espacios en que se desarrollan diversas tareas es conveniente contar con iluminación focalizada sobre las áreas o superficies de trabajo y mantener un nivel de iluminación más bajo en el resto del ambiente.
- Seleccionar el tipo de lámpara y luminaria más adecuado considerando la eficacia tanto de la lámpara como de la luminaria. Considerar la temperatura de color y el índice de reproducción cromática de la lámpara.
- Utilizar “dimmers” para regular el nivel de iluminación al mínimo necesario. Las lámparas fluorescentes se pueden dañar al usarse en combinación con estos dispositivos, a menos que se especifique en el empaque que son regulables (puede que se indique como “dimmerizable”).
- Sectorizar los controles de iluminación por áreas de forma que permita encender las áreas en que sea necesario y evitarlo en las que no lo es.
- Etiquetar los controles de iluminación, esto facilita a las personas el encendido o apagado del área que lo requiera.
- En espacios de trabajo, designar una persona responsable de apagar las luces al final de la jornada.





- Realizar el mantenimiento periódico del sistema de iluminación. Al envejecerse el flujo luminoso decae, ya sea por la depreciación de la lámpara, o por la acumulación de polvo sobre la luminaria, lámpara o superficies de reflexión. La limpieza de estos componentes debe realizarse periódicamente.
- Pintar las superficies con colores claros y mantenerlas limpias. Esto ayuda a aprovechar mejor la luz, tanto la natural como la artificial.

Iluminación de Oficinas y Edificios Públicos

Los edificios de oficinas son lugares que **necesitan mucha iluminación natural y artificial.**

En ambos casos se debe prestar mucha atención a cómo se iluminan los ambientes para que resulten agradables y productivos.

En cada ambiente se realizan actividades diferentes y por tanto la iluminación requerida también es diferente.

Las oficinas son espacios donde se dan no sólo encuentros de carácter laboral sino además un considerable flujo de personas.

Por esto es esencial contar con una buena iluminación que se adapte adecuadamente a la gran variedad de tareas visuales que se desarrollan, de esta manera el trabajador se encontrará cómodo y podrá ser más eficiente en su trabajo.



Las tareas más comunes que se realizan en una oficina incluyen trabajar en el computador y leer documentos.

Para trabajar en el computador bastará con una iluminación general (comúnmente proporcionada por lámparas fluorescentes tubulares) que fije el nivel de iluminación del lugar en 300 - 500 luxes, normalmente con una distribución uniforme de luz.

Para la revisión de documentos es mejor contar con lámparas fluorescentes compactas o halógenas de baja potencia en cada puesto de trabajo para así reforzar la iluminación.

La lámpara incandescente presenta los mayores costos de utilización, ya que consume mucha energía para su funcionamiento.

En el caso de la lámpara fluorescente compacta, los costos de utilización son prácticamente la cuarta parte que los de la incandescente y, por más que la inversión inicial es significativamente mayor, ésta se compensa con el ahorro de energía.

Algunos consejos:

- Sectorizar las oficinas a iluminar, separando los circuitos de alumbrado.
- Evitar contrastes de luz en torno a los puestos de trabajo.
- Ubicar la luminaria de forma tal de minimizar el reflejo en las pantallas de los computadores.
- Utilizar reguladores (dimmers) y controladores de encendido automático por horario o por





presencia en las lámparas que lo permitan.

- Limpiar cada seis meses lámparas y luminarias evita que al cubrirse de polvo emitan menos luz. En el caso de lugares como recepciones o espacios contiguos a calles con alto flujo de personas y/o de vehículos, es conveniente limpiar las lámparas con mayor frecuencia.

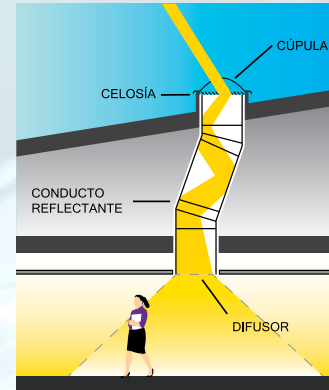
Iluminación Interior de Grandes Espacios

En grandes espacios, como pueden ser naves industriales, al igual que en oficinas, es importante considerar a la hora del diseño del sistema de iluminación las características del local e identificar los niveles de iluminación requeridos en las distintas áreas de acuerdo a las tareas que serán desarrolladas en ellas.

La adecuada iluminación de los espacios de trabajo no solo brinda confort a las personas, sino que además mejora la productividad y contribuye a evitar accidentes laborales.

Algunos consejos:

- Aprovechar la iluminación natural. Instalar circuitos perimetrales que controlen en forma independiente el encendido de las lámparas próximas a fachadas con ventanas. El encendido de estos circuitos puede automatizarse por medio del uso de fotocélulas o incluso incorporar balastos “dimmerizables” para regular la iluminación.



Tubo de Luz Solar

- Disponer de la opción de encendido parcial de los puntos de luz en distintas zonas de un mismo espacio en función de las necesidades, de forma que permitan una iluminación diferenciada.
- Asegurar uniformidad en la iluminación y evitar el deslumbramiento de los trabajadores, éste puede generar situaciones peligrosas.
- En espacios de techos altos no es conveniente instalar las luminarias a nivel de techo, sino colocarlas a un nivel más cercano al plano de trabajo. Esto evita que se iluminen espacios innecesarios.
- Explorar la incorporación de alternativas como ser los tubos de luz solar. Estos consisten en pequeñas claraboyas situadas en las cubiertas de los locales las que colectan la luz y la direccionan hacia el interior con conductos altamente reflectantes.

Iluminación de Exteriores

En iluminación de exteriores es tan importante la selección de la lámpara a utilizar como la luminaria adecuada para la misma.

La luminaria debe garantizar el correcto funcionamiento de la lámpara asegurando así su vida útil.

Las luminarias deben ser de un tamaño tal que evite las altas temperaturas en su interior.

Para hacer un uso eficiente de la iluminación de exteriores es conveniente el uso de controles automáticos, como ser fotocélulas, sensores de movimiento o reguladores del





nivel de iluminación de modo de aprovechar lo más posible la iluminación natural disponible.

En grandes espacios abiertos como playas de estacionamiento, muelles y depósitos, pueden utilizarse postes altos o torres. Ésta solución implica un número menor de estructuras, permitiendo mayor movilidad en los espacios iluminados. Por otro lado esta solución es más económica en comparación a los postes convencionales principalmente por el costo de los postes, lámparas, luminarias y cables, e incluso en la reducción de mano de obra.

En la iluminación de áreas exteriores debe considerarse:

- Cantidad, altura y distribución de los focos de luz. Postes muy altos pueden implicar mayores costos y dificultades de acceso para los equipos de mantenimiento.
- El deslumbramiento, la selección de la luminaria y la ubicación pueden contribuir a minimizar el deslumbramiento. En general el deslumbramiento disminuye al aumentar la altura de montaje.
- Al iluminar zonas de tránsito es importante proveer una iluminación uniforme para evitar el deslumbramiento de los transeúntes.
- El tipo de lámparas a utilizar. En general las lámparas de descarga de alta intensidad del tipo de sodio a alta presión son las más adecuadas para aplicaciones en que la reproducción de los colores no sea un factor importante, de lo contrario se utilizan lámparas de halogenuro metálico.



Iluminación en el Hogar

Para iluminar convenientemente cada espacio de la casa se debe tener en cuenta el uso que se les da a los espacios y las tareas a realizar en los mismos.

La selección del tipo de lámpara adecuado a cada espacio y actividad permitirá iluminar en forma apropiada y eficiente.

Para realizar esta selección es importante considerar la eficacia lumínica, la temperatura de color, es decir si es fría o cálida, y el índice de reproducción cromática de la lámpara.

El consumo de energía para iluminación del hogar se puede disminuir por un lado, incorporando tecnologías eficientes, y por otro simplemente adoptando comportamientos eficientes que eviten el derroche de energía.

A continuación se brinda una lista de consejos para disminuir el consumo de energía en iluminación en el hogar.

- Apagar las luces cuando no se necesiten, al retirarse de un ambiente y al salir del hogar. Esta es la mejor medida que se puede tomar para ahorrar energía.
- En lo posible, reemplazar lámparas incandescentes y halógenas por tubos fluorescentes o lámparas fluorescentes compactas, ya que son más eficientes. Para el reemplazo, no sólo hay que considerar la equivalencia de lúmenes, sino también la temperatura de color y el índice de reproducción de color.





Auditoría Energética en el Hogar



- Comprar lámparas de buena calidad y con alta eficacia lumínica, preferentemente lámparas que cuenten con la etiqueta de eficiencia energética y sean clase A. Esta clase indica que son las más eficientes.
- Utilizar siempre que sea posible la iluminación natural, manteniendo abiertas las cortinas y persianas durante el día.
- Realizar el mayor número de actividades aprovechando la luz solar. Hacer una lista de todo lo que se pueda realizar durante el día y no dejarlo para la noche. Por ejemplo, es mejor realizar las tareas de escritorio durante el día con luz natural.
- Limpiar cada seis meses lámparas y luminarias. El depósito de polvo y grasa bloquea la emisión de luz y reduce su eficacia lumínica. En el caso de la cocina es conveniente limpiar con una frecuencia mayor.

Una buena práctica para conocer la incidencia de la iluminación en el consumo de energía del hogar, es realizar una auditoría de iluminación.

Una auditoría consiste en realizar un relevamiento de las lámparas del hogar y estimar el régimen de utilización de éstas. Esto permite realizar un cálculo aproximado del consumo de energía.

¿Cómo hacer una auditoría?

Recorre los ambientes del hogar y registra en una planilla la cantidad de lámparas por tipo y potencia que hay en cada ambiente.

A cada lámpara asigne un régimen de uso,



Ejemplo:

es decir las horas por semana o por mes que permanece encendida.

La energía que consume cada conjunto de lámparas se calcula multiplicando la cantidad de lámparas por la potencia en W y por las horas de uso al mes. Para obtener el consumo en kWh/mes divide entre 1.000.

Tipo de lámpara	Cantidad	Potencia (W)	Horas de uso / mes	Consumo kWh/mes
Incandescente (1)	1	60	120	7,2
Incandescente (2)	3	60	25	4,5
Incandescente (3)	1	100	70	7,0
LFC (1)	1	15	120	1,8
LFC (2)	4	14	60	3,4
LFC (Tubo Circular)	2	14	45	1,3
Dicroica	2	50	40	4,0

Consumo Total (kWh/mes) 29,1

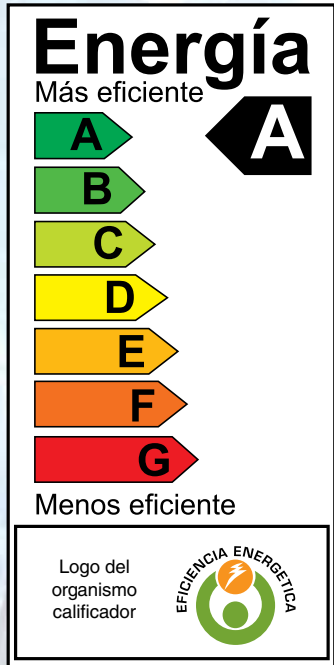
Si en el hogar del ejemplo se sustituyeran todas las lámparas por lámparas fluorescentes compactas, manteniendo el mismo nivel de iluminación, el consumo total disminuye a 12,5 kWh/mes, es decir se ahorra más del 50% de la energía consumida en iluminación.

Esta auditoría no solo permite calcular en forma aproximada el consumo del hogar en iluminación.

Si se completa la tabla por ambiente o por uso, se obtendrá el consumo diferenciado. De esta forma la auditoría permite identificar aquellos espacios que representan un mayor consumo con el objetivo de tomar medidas para mejorar la situación.



Etiquetado de Eficiencia Energética



¿Qué es una etiqueta de EE?

Las etiquetas de Eficiencia Energética se adhieren a los productos para brindar información a los consumidores sobre el desempeño energético del equipamiento que consume energía.

Esta información permite incorporar el consumo energético dentro de las variables que inciden en la decisión de compra de los consumidores.

En general, las etiquetas incluyen información adicional como ser la cantidad de energía que consume el equipo, la eficiencia energética del mismo y/o su capacidad de aislamiento térmico o trasmittancia.

Las Etiquetas en Uruguay

El sistema nacional de etiquetado está basado en etiquetas de comparación.

Los productos se clasifican según su desempeño energético en una escala representada por letras.

Algunas etiquetas incluyen, además de la clase de eficiencia a la que pertenece el equipo, información sobre el fabricante, el modelo y las características técnicas del equipo.

Las etiquetas del programa nacional de etiquetado se identifican por la presencia del logo:

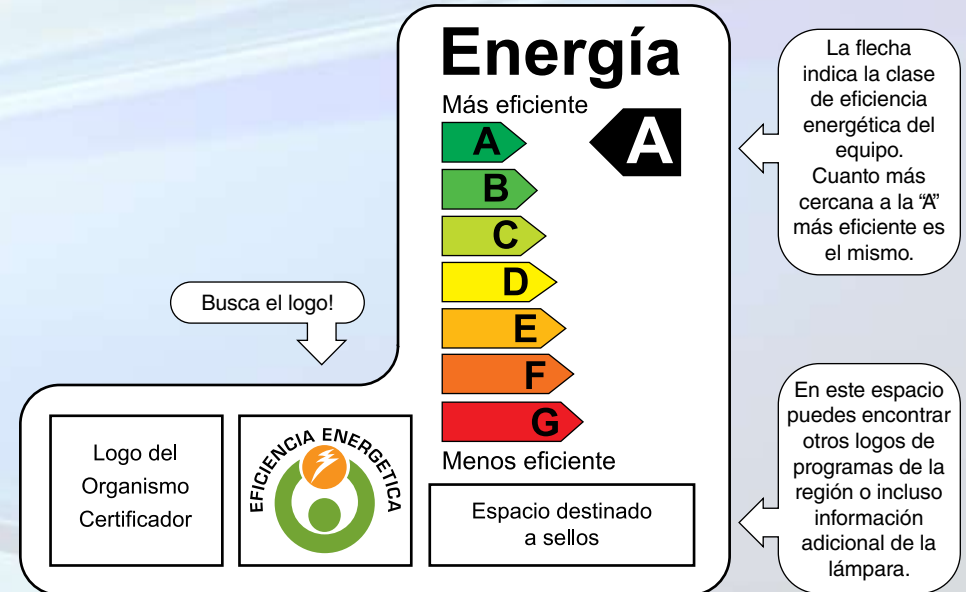


¿Cómo se leen las etiquetas?

Cada nivel sobre la izquierda representa una clase de eficiencia energética. Los equipos que pertenecen a la clase A son los más eficientes y, los que pertenecen a la F o G son los menos eficientes.

La flecha ubicada sobre el lado izquierdo de la etiqueta indica la clase de eficiencia energética del equipo en cuestión.

Esta etiqueta se encontrará en los empaques de lámparas fluorescentes compactas. Puede figurar impresa en colores o en escala de grises. Junto al logo de Eficiencia Energética se ubica el de un Organismo Certificador nacional.





EFICIENCIA ENERGETICA
URUGUAY EFICIENTE



MIEM

MINISTERIO DE INDUSTRIA,
ENERGÍA Y MINERÍA



MIEMDNETN

DIRECCIÓN NACIONAL DE ENERGÍA Y TECNOLOGÍA NUCLEAR



Banco Mundial



GEF