



UNIVERSIDAD  
NACIONAL  
DE COLOMBIA

# Alumbrado interior de edificaciones para entidades públicas

Guía didáctica para el  
**buen uso**  
de la energía

ISBN: 978-958-8363-00-4



Libertad y Orden

REPÚBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA

UNIDAD DE PLANEACIÓN MINERO ENERGÉTICA

## Alumbrado interior de edificaciones para entidades públicas

Ministro de Minas y Energía  
Hernán Martínez Torres

Director General UPME  
Alberto Rodríguez Hernández (E)

Subdirector de Planeación Energética  
Jairo Pedraza Castañeda (E)

Coordinador General  
Carlos Fernando Valles Franco

***Guía didáctica desarrollada por el Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad Nacional de Colombia para la Unidad de Planeación Minero Energética UPME.***

Director del Proyecto  
Fernando Augusto Herrera León

Asesores  
Francisco Amórtegui Gil  
Jesús Quintero Quintero  
Oscar Duarte Velasco

Redacción  
Camilo Guevara Garzón  
John Jairo Ramirez Echeverry  
Alicia Hinostroza Castillo  
Leonardo Enrique Bermeo Clavijo

Ilustraciones  
Lina Maria Hernandez Londoño  
Leonardo Enrique Bermeo Clavijo  
Kevin Rolando Mora Olaya

Diseño y diagramación  
Mauricio Rodríguez Ruiz

© Unidad de Planeación Minero Energética, UPME 2007  
ISBN 978-958-8363-00-4

Impresión POLIGRAMA

## Presentación

Para la Unidad de Planeación Minero Energética UPME, es satisfactorio colocar a disposición de la sociedad en general la guía didáctica de URE en iluminación para edificaciones.

Con esta publicación, esperamos aportar un instrumento ágil de consulta de los elementos que debemos tener en cuenta para realizar un uso racional de la energía en lo que a iluminación respecta en nuestras edificaciones.

Su sencillo lenguaje hace de esta cartilla una herramienta de consulta permanente que redundará en beneficio de los recursos energéticos de nuestro país. Está dirigido a todas las personas que conviven en una edificación.

En la medida que hagamos un uso eficiente de la iluminación en nuestras edificaciones tendremos significativos ahorros económicos los cuales podrán ser utilizados en otras necesidades.

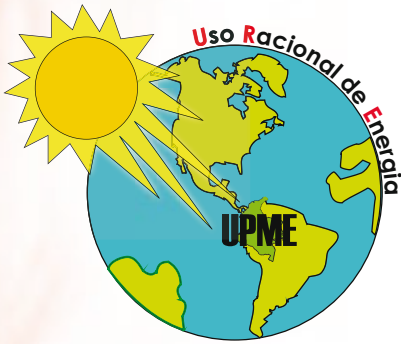
Estamos en la era de la eficiencia energética. Aportes como este brindan bienestar a la población en general.

Lo invitamos a que lea con detenimiento el contenido de esta cartilla y adopte las recomendaciones que en ésta se presentan.

ALBERTO RODRIGUEZ HERNANDEZ

Director General (E)

# Uso Racional de Energía en Edificaciones Públicas

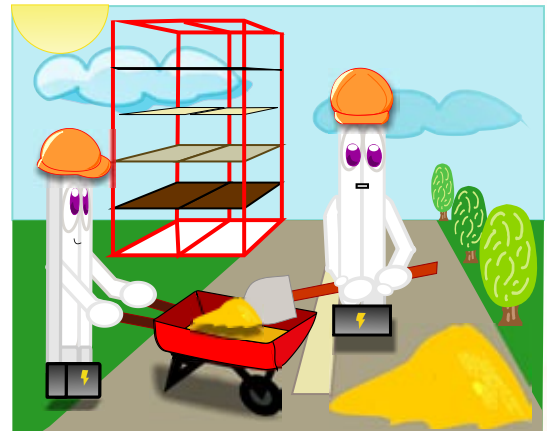


## ¿Qué es URE?

URE es uso racional de energía. Esto significa aprovechar al máximo la energía, sin perder la calidad de vida que nos brindan los servicios que recibimos de ella. Podemos seguir utilizando el computador, el automóvil o cualquier cosa que requiera de energía para funcionar, pero debemos reducir el derroche de energía y la producción de desechos contaminantes. Si todos practicáramos URE, se lograría un gran impacto con beneficios económico y ambiental.

## ¿Cuándo hacemos URE?

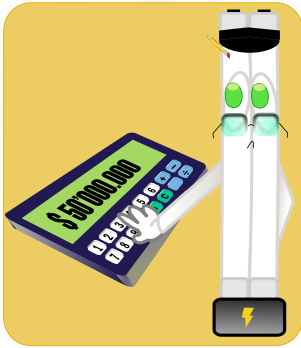
Todas las actividades que realizamos requieren alguna forma de energía, por esto el concepto URE debe estar presente en cada tarea cotidiana. Estamos haciendo URE si caminamos para ir a lugares cercanos en vez de utilizar el automóvil (100% de ahorro energético) y cuando usamos papel reciclado (50% de ahorro). Podemos practicar URE fácilmente adquiriendo hábitos con menor derroche de energía como:



- Hacerle mantenimiento regular a los electrodomésticos, maquinaria o instalaciones eléctricas. Si las mantenemos en el mejor estado posible, trabajarán como si fueran nuevas.
- Apagar los equipos que no se estén utilizando. Energía que no se usa, es energía que no se tiene que pagar.
- Separar los desechos de papel reciclable del resto de la basura.
- Adquirir productos recargables y evitar los productos de un solo uso, como los vasos desechables.

Si tomamos consciencia del URE podemos ahorrar energía de diversas maneras. En esta guía presentamos los conceptos necesarios para disminuir el gasto de energía en iluminación, la cual es un área de primer orden en el consumo en edificaciones públicas.

A continuación examinaremos algunas consecuencias a nivel de edificación pública, a nivel nacional y a nivel ambiental generadas cuando hacemos URE en la iluminación de un edificio.



**Ahorro en una edificación:** El principal consumo que influye en el costo del servicio de energía de una edificación pública es su iluminación. Por lo tanto, lo más fácil para disminuir de manera considerable el cobro de la empresa de energía eléctrica, es cambiar una bombilla por otra que nos ilumine igual con menor gasto de energía. Por ejemplo, si una edificación pública colombiana cambiara sus bombillas incandescentes de 100 W usadas durante 12 horas diarias por unas ahorradoras de 25 W que les ofrezcan la misma intensidad de iluminación, se ahorraría año cerca del 75 % de los costos.

**Ahorro nacional:** Si tan sólo cambiando las bombillas de una edificación pública logramos los ahorros mencionados. Si imaginamos lo mismo en todas las edificaciones públicas nacionales, el ahorro toma niveles sorprendentes, que pueden hacer diferencia en la economía de un país. ¡Estaríamos hablando de miles de millones!



**Impacto ambiental:** Para generar energía eléctrica en Colombia contamos con termoeléctricas, las cuales se encargan de convertir carbón en energía eléctrica. Si empezamos a hacer URE en iluminación cambiando las bombillas como se propone en el ejemplo anterior, cada año las termoeléctricas dejarían de utilizar millones de toneladas de carbón. Esto representaría cantidad considerable de toneladas de dióxido de carbono

que se dejarían de emitir a la atmósfera, el cual es uno de los principales gases causantes del efecto invernadero. De esta forma dejaríamos contribuir al calentamiento global y a las inundaciones cada vez más frecuentes en todo el planeta.



### Debes recordar que

- URE es mejora del mundo donde vivimos.
- URE en iluminación es esperanza de vivir en un mundo sin contaminación.
- Si haces el valor de la factura decrecer, haces que los gases invernadero comiencen a desaparecer.
- Si ahorras energía, obtienes una vida mejor.



# Conceptos básicos de iluminación

## Luz emitida

La luz emitida es una medida de toda la energía en forma de luz producida y entregada por una bombilla. Un salón tendrá un aspecto más iluminado cuando colocamos una bombilla con mayor emisión de luz que cuando colocamos una bombilla con poca luz emitida. La unidad de medida utilizada es el lúmen (se simboliza lm).

A medida que los lúmenes de una bombilla aumenten entregará más luz. Por ejemplo, en la figura mostramos una sala iluminada con una bombilla de 1400 lúmenes y la misma sala con una iluminación de 3250 lúmenes.



## Nivel de iluminación

La luz emitida por una bombilla finalmente incide en una superficie, por ejemplo, en el escritorio donde está la revista que leemos. Llamamos nivel de iluminación a la luz por unidad de área que incide en una superficie. Nosotros debemos ajustar el nivel de iluminación en un espacio dependiendo del trabajo realizado 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 directamente con un luxómetro.



## Distribución de luz

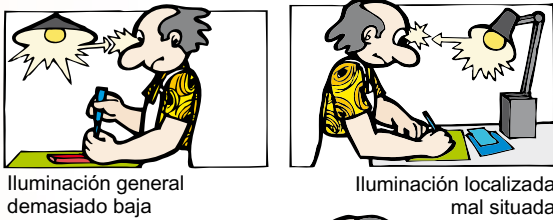
Para lograr un nivel de iluminación adecuado en un recinto amplio debemos utilizar varias bombillas. No todas las bombillas iluminan en todas las direcciones ni lo hacen con el mismo nivel de iluminación. Por lo tanto, dentro de un mismo ambiente pueden existir unos lugares oscuros y otros bien iluminados.



Existen dos criterios generales para lograr una buena iluminación en un ambiente: el primero, que se cuente con un nivel de iluminación adecuado, y el segundo, que el nivel de iluminación sea uniforme en todo lugar. Debemos repartir la iluminación de las bombillas para que veamos un ambiente homogéneo y sin grandes contrastes de luz, puesto que un gran contraste produce cansancio visual. Seguramente, no deseamos que nuestra casa u oficina parezca una obra de teatro en la cual la distribución de luz resalta sólo algunos objetos.

## Reflexión

Cuando la luz emitida por una bombilla incide sobre las paredes del ambiente que iluminamos, una parte de la luz se refleja y ayuda en la iluminación general. La cantidad de luz reflejada depende de la superficie; por ejemplo, una pared lisa reflejará mejor la luz que una pared rústica. Las paredes claras reflejan más luz que las paredes oscuras y por esta razón producen una mejor distribución de la luz en el espacio que rodean.



## Deslumbramiento

El deslumbramiento ocurre cuando en nuestro campo visual observamos un objeto con un nivel de luz de intensidad muy superior al conjunto en el cual se encuentra. En este caso sólo percibimos el objeto con mayor nivel de luz sin poder distinguir bien los demás objetos. Para evitar este problema de deslumbramiento podemos hacer varias cosas:

- Colocar las bombillas fuera de nuestro ángulo de visión.
- Colocar luminarias que difundan la luz ó usar bombillas esmeriladas.
- Evitar el brillo en las paredes.

## Temperatura de color de las bombillas

Cada bombilla genera un tono de luz diferente definido en tres posibles clases: cálido, frío ó blanco. A esta característica se le denomina temperatura de color y no tiene relación con el calor producido por la lámpara, sino con el tono del color que le da al ambiente. Un ambiente iluminado con un tono de luz blanco-rojizo se percibirá cálido y abrigador mientras uno con un tono de luz blanco-azulado se percibirá como frío. La temperatura de color de una bombilla se mide en grados Kelvin (se simboliza K); un valor más alto de temperatura de color implica una bombilla con tono de luz más frío.

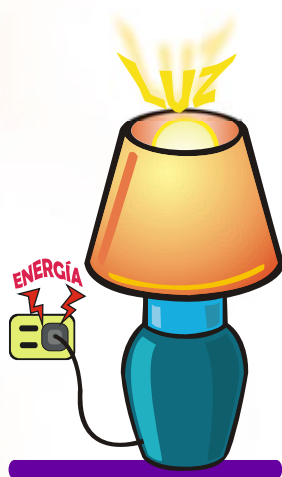
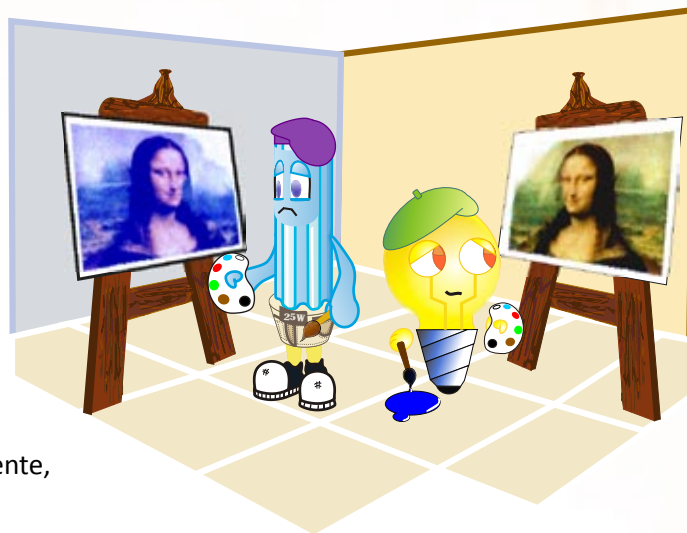


## Reproducción de color

La manera en que percibimos los colores se afecta en mayor o menor grado por la luz artificial. Una bombilla tiene buena reproducción de color cuando percibimos los colores del ambiente que ilumina de manera muy similar a como lo experimentamos con luz natural.

Las bombillas incandescentes y en especial las halógenas, permiten apreciar con mayor realismo los colores, que las bombillas fluorescentes. Esto limita el uso de las bombillas fluorescentes en actividades donde la reproducción fiel del color sea importante. Nuestro pintor Botero se llevaría una ingrata sorpresa si, después de trabajar toda la noche a la luz de una bombilla fluorescente, revisara su trabajo en la mañana.

La reproducción de color de una bombilla se mide mediante el IRC o índice de rendimiento cromático. El IRC es una medida de 0 a 100 que se utiliza para indicar el aspecto de los colores bajo fuentes de luz diferentes. En general, mientras los colores de un objeto percibido bajo luz artificial sean más parecidos a los colores vistos bajo la luz solar, mayor será el IRC de la bombilla.



## Energía

Para realizar cualquier labor como encender un computador, un sistema de aire acondicionado o una bombilla, usamos energía eléctrica. La energía eléctrica que utilizamos se mide en kilovatios-hora. La empresa de energía nos cobra una tarifa por cada kilovatio-hora (se escribe kWh) de energía que consumimos.

Para saber cuánta energía consume una bombilla debemos mirar su valor en vatios (se escribe W). Una bombilla con mayor valor en vatios consumirá más energía. Por ejemplo, si encendemos durante diez horas una bombilla de 100 W, consumiremos una energía de 1 kWh y si encendemos una bombilla de 200 W consumiremos el doble, es decir 2 kWh.

## Tensión eléctrica

La tensión (también llamada voltaje) es una de las propiedades de la energía eléctrica, que se puede cambiar, con el fin de transferir electricidad desde su punto de producción hasta el usuario final. La tensión eléctrica se mide en voltios (se escribe V) y el nivel de tensión en voltios en Colombia es 120V. Es importante fijarnos que las bombillas que compremos, sobre todo las importadas, estén fabricadas para que funcionen a este valor de tensión.





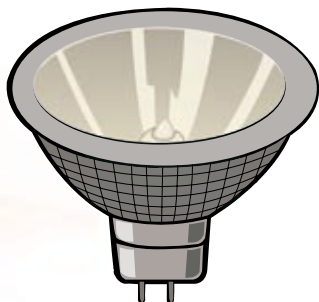
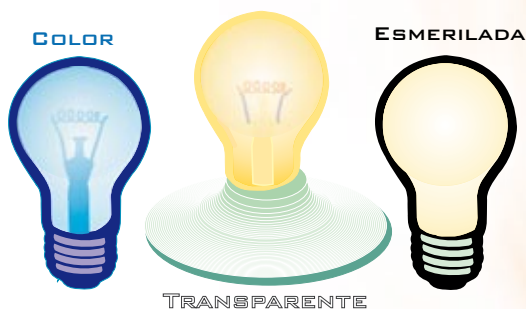
## Tipos de bombillas

Los tipos de bombillas más utilizadas en iluminación de edificaciones públicas son:

### La bombilla incandescente

Nos permite percibir los colores de manera bastante 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 genera mucho calor.

Esta bombilla tiene 3 acabados: claro, esmerilado y de color. El claro o transparente tiene la luz más brillante de todas, pero puede deslumbrar. El esmerilado y el blanco se usan para difundir mejor la luz, aunque absorben una pequeña parte de ésta.

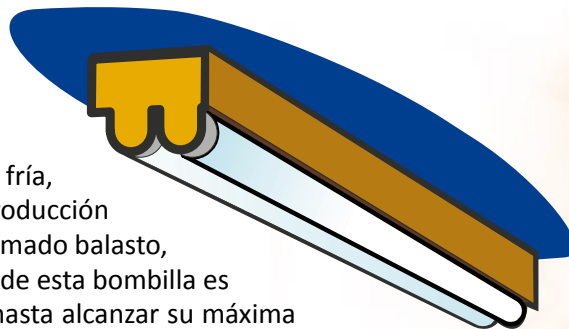


### La bombilla halógena

Emite una luz blanca y focalizada siendo la más similar a la luz del día. Por su color de luz es, entre todas las bombillas, la que permite percibir los colores con el mayor realismo. Con el mismo consumo de energía de una incandescente, la bombilla halógena puede tener una mayor emisión de luz, aunque también genera mucho calor.

### La bombilla fluorescente tubular

Emite una luz con tonalidad predominantemente blanca y fría, aunque se consiguen referencias de luz blanca cálida. Su reproducción de color no es muy buena. Tiene un sistema de encendido llamado balasto, el cual retarda un poco su activación. El consumo de energía de esta bombilla es muy bajo, pero tarda algunos minutos desde su encendido hasta alcanzar su máxima emisión de luz. Se recomiendan las que funcionan con balasto electrónico para lograr máximo ahorro energético y evitar el parpadeo que puede ser molesto.



En nuestro mercado, las bombillas fluorescentes tubulares más comunes son rectas, pero también se consiguen en forma de U o redondas. El diámetro de los tubos es de 16 mm, 26 mm y 38 mm, o su denominación en octavos de pulgada T2, T5, T8 y T12, respectivamente. Entre menor sea el diámetro, más eficaz es la bombilla, por lo tanto, la T2 es la más eficaz; además la T5 y la T8 reproducen mucho mejor los colores comparadas con la T12.

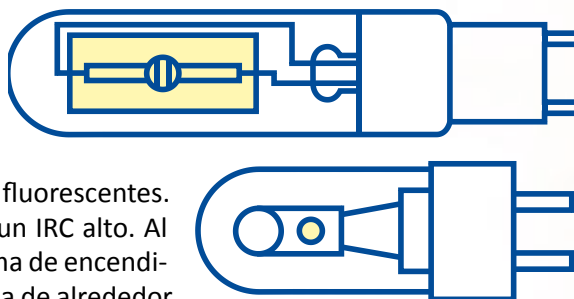


### Fluorescente compacta

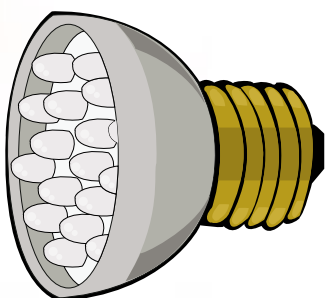
Se fabrica a partir de un tubo fluorescente retorcido, logrando el tamaño de una bombilla incandescente. Se ha procurado que su reproducción de color sea mejor que el de las tubulares y se consiguen con varias temperaturas de color; algunas tonalidades imitan el color cálido de las incandescentes. Su consumo es muy bajo y al igual que en los tubos, su máxima emisión de luz se logra después de algunos minutos. En nuestro mercado, son habituales los acabados BIAX, de globo y espiral.

### La bombilla de Halogenuro Metálico

Este tipo de bombilla que opera bajo alta presión y temperatura, requiere de una instalación especial para operar de forma segura. Generalmente son más eficientes que las lámparas fluorescentes. Es capaz de emitir luz desde muy amarilla a muy blanca, con un IRC alto. Al igual que la bombilla fluorescente tubular, necesita de un sistema de encendido llamado balasto, lo que hace que su tiempo de encendido sea de alrededor de 5 minutos, al igual que su tiempo de apagado.

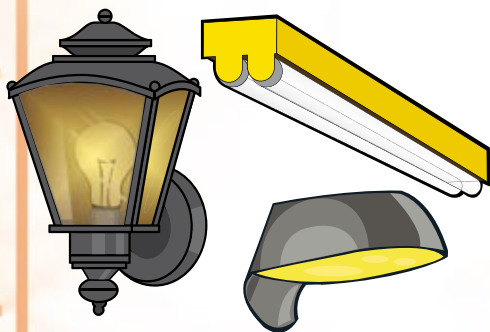


### El led



Es un dispositivo fabricado con los mismos materiales de los chips electrónicos. Aunque todavía está en desarrollo, los grandes avances en tan corto tiempo lo hacen llamar **“La iluminación del futuro”**. Tiene grandes ventajas, como poder controlar el color y tonalidad de la luz, su vida útil es cercana a los 10 años y es resistente a golpes fuertes. Aunque su eficiencia todavía no supera la de las bombillas fluorescentes, se espera que muy pronto lo haga.

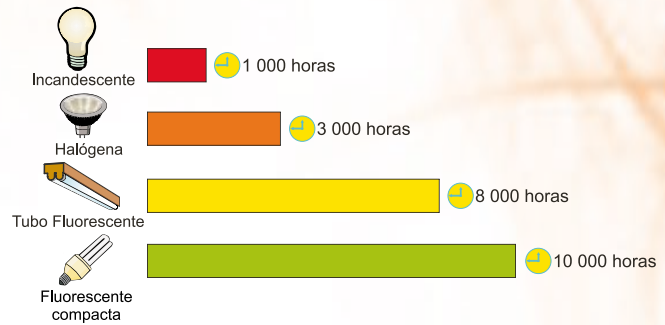
### Luminarias



El conjunto de elementos que se necesitan para ubicar y proteger cualquier tipo de bombilla en algún lugar lo llamamos luminaria. La luminaria también ayuda controlar el nivel y la distribución de la luz. La emisión de luz de la bombilla puede, en algunos casos, verse notablemente disminuida por la luminaria. Para ilustrar esto, pensemos en una luminaria de tipo **“farol”** de un material oscuro, buena parte de la emisión de luz de la bombilla se perderá en la luminaria. Por ello la selección de luminarias es un factor importante a tener en cuenta en la iluminación de un ambiente.

## Duración de las bombillas

En el momento de comprar una bombilla, nos garantizan una duración aproximada en horas. Las bombillas incandescentes son las que menos duran y las fluorescentes compactas son las de mayor duración. La duración de las bombillas disminuye cuando apagamos y prendemos con mayor frecuencia. También se acorta si la tensión (V) para la cual está diseñada la bombilla es menor que la de nuestra edificación.



## Costo inicial y reposición

Para adquirir una bombilla fluorescente compacta debemos hacer una inversión inicial alta, mientras que si compramos una bombilla incandescente debemos invertir menos. Sin embargo, habría que comprar 10 bombillas incandescentes antes de tener que reponer una bombilla fluorescente compacta durante el tiempo en que ésta funciona. Por tanto, la alta inversión inicial en la bombilla fluorescente compacta se compensa por no tener que cambiarla frecuentemente.

La inversión inicial también es alta para los tubos fluorescentes, porque necesitan una instalación eléctrica especial para su funcionamiento. En el instante en que un tubo falla no se requiere cambiar la instalación, sólo se debe cambiar el tubo, cuyo costo de reposición es aproximadamente la décima parte de la inversión inicial. Para otros tipos de bombillas no existe la posibilidad de cambiar sólo una parte y por ello el costo de reposición es comprarlas nuevamente.

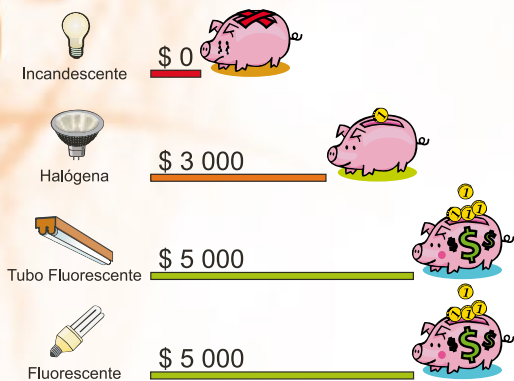


## Eficacia luminosa

Cuando prendemos una bombilla, sólo una parte de la energía eléctrica que nosotros pagamos se convierte en luz emitida, otra parte se convierte en calor. Para saber cuánta energía, de toda la que nos llega, se convierte en luz emitida, se utiliza la eficacia luminosa. Ésta se define como

$$\text{Eficacia} = \frac{\text{Lúmenes emitidos por la bombilla}}{\text{Potencia de la bombilla}}$$

Una bombilla eficaz desperdiciará menos energía, puesto que la mayor parte de la energía que recibe la transforma directamente en luz y no en calor. Supongamos que tenemos una bombilla de 100 W y otra bombilla de 30 W y que ambas emiten 1500 lúmenes. La eficacia de la primera bombilla está dada por  $1500 \div 100 = 15 \text{ lm/W}$  y la de la segunda bombilla por  $1500 \div 30 = 50 \text{ lm/W}$ . Con ambas obtendremos el mismo nivel de iluminación, pero si utilizáramos diez horas la primera bombilla consumiríamos 1 kWh, mientras que con la segunda consumiríamos



### Ahorro en la factura mensual

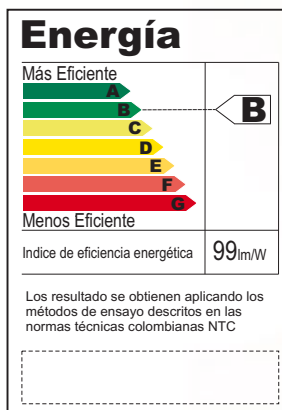
Cada bombillo encendido 3 horas diarias

0.30 kWh. Esto se debe a que la segunda bombilla es más eficaz. La eficacia luminosa se especifica en lm/W y un valor más alto caracteriza una bombilla con la que ahorramos más energía.

El costo energético es el dinero que pagamos por mantener una bombilla encendida durante cierto tiempo. Por ejemplo, al encender una bombilla de 100 W cada noche, durante 3 horas, tenemos un costo energético mensual de \$ 2300 y un costo energético anual de \$ 28 000. El costo energético mayor siempre lo tiene la bombilla menos eficaz; el más alto lo tiene la bombilla incandescente, muy cerca está la bombilla halógena y el menor costo de energía lo tienen las bombillas fluorescentes, especialmente las fluorescentes tubulares.

## Etiqueta de eficacia

En todos los empaques de bombillas se recomienda que aparezca la etiqueta que muestra la eficacia. El color verde indica que la bombilla es muy eficaz, mientras que el color rojo mostrará una bombilla de pobre eficacia. La calificación se hace con letras desde A hasta G. Si tenemos dos bombillas con la misma emisión de luz, pero una tiene calificación A en su etiqueta y la segunda F, esto significa que la primera emitirá la misma cantidad de luz usando menos energía.






## Información del empaque

El empaque de cada bombilla debe registrar las características básicas: emisión de luz, potencia, duración, eficacia y tensión. Si esta información básica no está consignada en el empaque, la bombilla es de dudosa calidad.

## Comparación de tipos de bombillas

La tabla muestra una comparación de los tipos de bombillas más usuales en nuestro medio.

Tipo de Bombilla	Rango de eficacia lm/W	Rango de potencia W (vatios)	Rango de temperatura de color °k	IRC
	6 a 20	25 a 200	Cálida 2550 a 2870	98
	25 a 104	4 a 86	Blanca- cálida a fría 3000 a 6500	49 a 82
	28 a 75	5 a 42	Cálida a neutra 2700 a 5000	82 a 86

## Tecnologías Complementarias

Existen en el mercado dispositivos que realizan automáticamente la activación de las bombillas o regulan la emisión de luz. Los más conocidos son:

El temporizador permite al usuario programar a qué hora y durante cuánto tiempo desea encender o apagar una luz.

El regulador ajustable de tensión, llamado dimmer, permite ajustar gradualmente el nivel de luz en un ambiente. No debe usarse con bombillas fluorescentes, a menos que el fabricante especifique la bombilla como dimmerizable.

El sensor de luz mide el nivel de luz natural y cuando oscurece, enciende la bombilla que funciona en combinación con él. Es ideal para pasillos y entradas exteriores que deben permanecer alumbradas. Algunas bombillas modernas tienen un sensor de luz integrado.

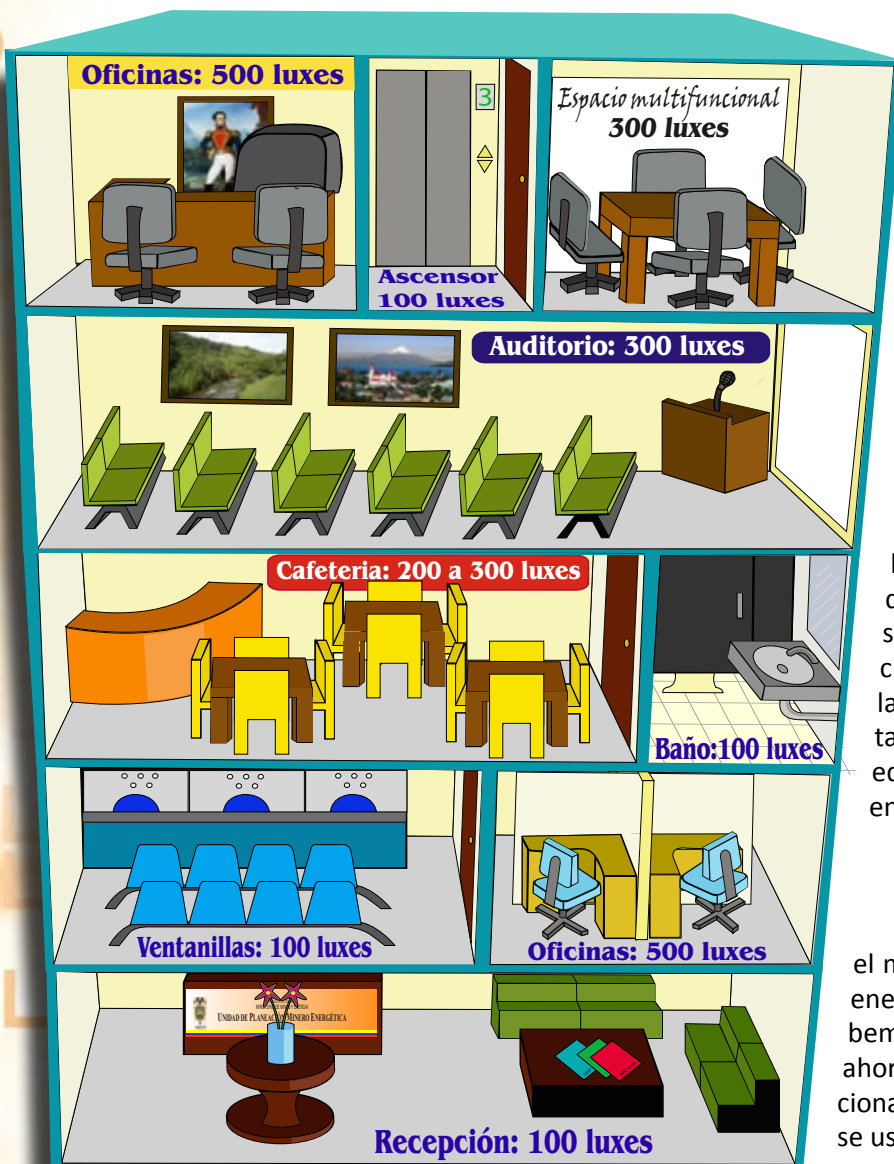
El sensor de paso detecta la presencia de personas en un ambiente para controlar el encendido de bombillas. Si el sensor detecta que el lugar está vacío apaga las bombillas o, en el caso contrario, las enciende.

## Alumbrado de emergencia

Tiene como función suministrar la iluminación necesaria para facilitar la visibilidad a los usuarios de manera que puedan abandonar el edificio en caso de emergencia, evitar las situaciones de pánico y permitir la visión de las señales indicativas de las salidas, la situación de los equipos y medios de protección existentes. Este tipo de alumbrado entra en servicio cuando el alumbrado normal falla o su tensión desciende por debajo del 70% de su valor nominal. Contar con este tipo de alumbrado en edificaciones públicas es necesario. En el desarrollo de esta cartilla no se hablará de este tipo de alumbrado por ser un tema que requiere un tratamiento especial.



## Niveles de Iluminación en una Edificación Pública



La edificación pública es un lugar que necesita mucha iluminación natural y artificial y en ambos casos debemos prestar mucha atención de cómo estamos iluminando un ambiente. Sólo así se logra un ambiente agradable y productivo. En cada ambiente realizamos actividades diferentes y por tanto la iluminación también es diferente.

Iluminar un espacio es más que poner bombillas para cuando falte la luz natural. Una correcta iluminación debe brindarnos la sensación de confort que se busca y al mismo tiempo debe ser parte del aspecto estético global del lugar que se ilumina: resaltar zonas, ampliar espacios, destacar avisos, dar personalidad a la edificación y facilitar la realización de las tareas que hacemos en ella. El dibujo del edificio nos muestra el nivel de iluminación en luxes, recomendable para cada espacio.

La iluminación, en muchos casos, implica el mayor costo que se paga por consumo de energía en una edificación, por ésta razón debemos pensar en iluminar bien y en hacerlo ahorrando energía. Para ello debemos seleccionar adecuadamente el tipo de bombilla que se usa en cada espacio.

## Recomendaciones Generales En La Iluminación De Una Edificación Pública

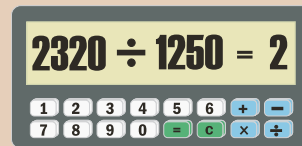
- En lo posible, debemos reemplazar bombillas incandescentes por fluorescentes, la eficacia de éstas es mucho mayor, lo que significa ahorrar energía con el mismo nivel de iluminación.

Para reemplazar bombillas incandescentes por bombillas fluorescentes, no debemos fijarnos tanto en la información del empaque, donde se dice la bombilla que reemplaza (por ejemplo REEMPLAZA UNA BOMBILLA DE 100 W), sino fijémonos en la emisión de luz de la bombilla incandescente que queremos reemplazar. En La tabla se consigna la emisión de luz en bombillas incandescentes según la norma colombiana del RETIE.



Potencia Incand.	Emisión de luz (lm)
60 W	760
100 W	1400
150 W	2320
200 W	3350

Por ejemplo, vamos a reemplazar una bombilla incandescente de 150 W que emite 2320 lúmenes por una bombilla ahorradora cuya etiqueta dice que emite 1250 lúmenes, hacemos la división



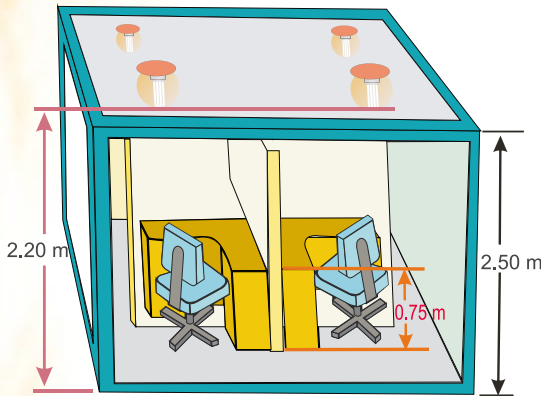
Debemos usar dos bombillas ahorradoras de 1250 lúmenes, para lograr el mismo nivel de iluminación que tenemos con la incandescente de 150W.

- La mejor medida que se puede tomar para ahorrar energía consiste en apagar las luces cuando no se necesitan.
- Limpiar cada seis meses bombillas y lámparas evita que al cubrirse de polvo no emitan la misma cantidad de luz. En el caso de lugares como la recepción o espacios contiguos a calles con alto flujo vehicular es conveniente limpiar las bombillas con una frecuencia mayor.
- Utilizar reguladores (dimmers) y fotoceldas de encendido automático solo para bombillas halógenas o incandescentes. Las bombillas fluorescentes se pueden dañar al usarse en combinación con estos dispositivos, a menos que sean “dimmerizables”.

## Uso o cambio de fluorescentes tubulares T12 por T5 o T2

Utilizando el software LUMENES, que viene con esta guía, mostraremos algunos ejemplos del efecto económico que tiene el uso de los tipos de bombillas y del ahorro económico que se puede esperar si colocamos bombillas fluorescentes en los espacios de mayor uso y alto nivel de iluminación. Para otros espacios de una edificación pública, a excepción del archivo, los cálculos tienen resultados similares. Invitamos al lector a usar el software LUMENES y a consultar la versión electrónica de esta guía, donde están los ejemplos numéricos para cada espacio.

## Ejemplo de iluminación en un grupo de oficinas



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, así el trabajador se encontrará cómodo y podrá ser más eficiente.

Las tareas más comunes que realizamos en una oficina incluyen trabajar en el computador y revisar documentos. Para trabajar en el computador bastará con una iluminación general (comúnmente proporcionada por bombillas fluorescentes tubulares) que fije el nivel de iluminación del lugar en 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 y así poder reforzar la iluminación.

compactas o halógenas de baja potencia en cada puesto de trabajo y así poder reforzar la iluminación.

En estos ambientes debemos contar con una luz de IRC mayor o igual al 70% que permita dar claridad al área donde estamos realizando el trabajo. La temperatura de color, aunque no haya una norma para este tipo de espacio, es importante escogerla adecuadamente, pues de ésta depende el ambiente que damos a la oficina.

Teniendo en cuenta un espacio como el que mostramos aquí, veremos qué pasaría con la energía eléctrica y nuestro dinero si lo invertimos en iluminar durante 10 años el ambiente con bombillas incandescentes, bombillas fluorescentes compactas o bombillas fluorescentes tubulares. Contar con 500 luxes sobre la superficie de trabajo, que en este caso es el escritorio, será suficiente para desempeñarse bien en el trabajo (rara vez se trabaja por debajo de esta altura).

Los resultados de este ejemplo muestran que se podrán instalar 50 bombillas incandescentes de 200 W, o alternativamente, 62 bombillas fluorescentes compactas de 42 W o 48 bombillas fluorescentes tubulares de 35 W.

Con la bombilla incandescente tenemos los mayores costos, ya que debemos invertir bastante dinero en la energía eléctrica para su funcionamiento. En el caso de la bombilla fluorescente compacta, los costos son prácticamente la tercera parte de los costos de la bombilla incandescente y aunque el mayor costo sigue siendo la energía eléctrica, el costo de reposición también constituye parte importante de los costos totales. Por otro lado, la bombilla fluorescente tubular representa apenas una sexta parte de los costos de la bombilla incandescente. En este caso, para un grupo de oficinas, el costo de reposición y de valor inicial de la bombilla es pequeño en comparación con el costo energético.



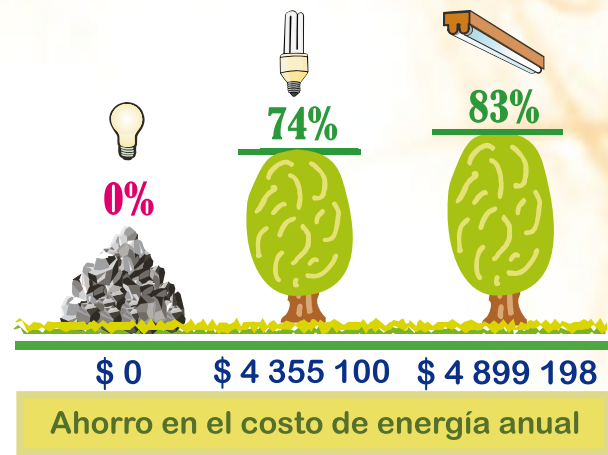





## Recomendaciones para la iluminación de Edificaciones Públicas

Lo anterior permite concluir que si ahorramos energía eléctrica, los costos totales disminuyen en mayor proporción que si ahorramos en los otros dos costos.

La gráfica muestra el porcentaje de ahorro anual de energía con cada tipo de bombilla y el costo total en pesos de la energía eléctrica que el usuario debe pagar por iluminar el espacio de oficinas con cada tipo de bombilla.

Con la bombilla incandescente no ahorramos energía, pues de las tres bombillas que tenemos en cuenta, es la que más energía consume. Con las bombillas fluorescentes la situación es diferente, la bombilla fluorescente compacta nos permite ahorrar 74% con respecto a la incandescente y la bombilla fluorescente tubular nos permite ahorrar un 83%. Esto nos muestra que con este tipo de bombillas no sólo ahorramos dinero sino también cuidamos nuestro medio ambiente.



Bombilla	Precio /unidad	Duración en horas	Eficacia	Emisión de luz
 150 W	1375	1000	17 lm/W	3450
 20 W	30000	6000	66 lm/W	2800
 28 W	35000 instalación +3000 tubo	20000	104 lm/W	3650

Como se nota, el factor más relevante en el ahorro de energía y en el ahorro económico es la eficacia luminosa. Entre más eficaz sea una bombilla, más se ahorra. Como un segundo factor importante a mirar, está la vida útil. Mientras más dura una bombilla, menos se gasta en su reposición, así que la inversión inicial que se haga por la bombilla, pronto se verá compensada por el monto que se deja de pagar en la factura.

### Recomendaciones

En los cálculos presentados, solamente mostramos lo que sucede con la iluminación general si ésta permaneciese encendida en su totalidad durante las horas de trabajo de la oficina. Como no siempre es necesario que mantengamos todas las luces prendidas, es importante tener en cuenta que es posible:

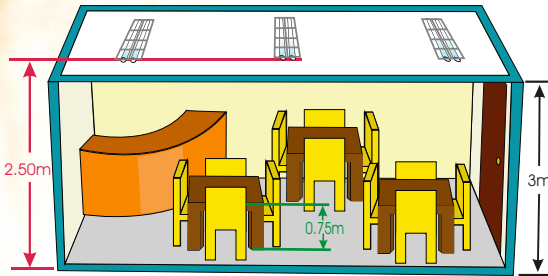
Instale sistemas de regulación y control que permitan adaptarse al mayor número de usos posibles o necesidades distintas. Algunos de estos mecanismos son:

- Sectorizar la oficina a iluminar, separando circuitos de alumbrado.
- Disponer de la opción de encendido parcial de los puntos de luz que permitan una iluminación diferenciada en distintas zonas de un mismo espacio en función de las necesidades.

Además, también es importante cuidar el ambiente de trabajo, por lo que no se nos debe olvidar:

- Evite contrastes de luz en torno al puesto de trabajo.
- Ubique la luminaria de tal forma que tenga un reflejo mínimo en la pantalla de los computadores.

## Restaurantes, cafeterías, comedores



La iluminación de los establecimientos encargados del servicio de comida y bebida varía dependiendo de los requerimientos del lugar; por ejemplo, un establecimiento de autoservicio tiene diferente iluminación que un restaurante gourmet.

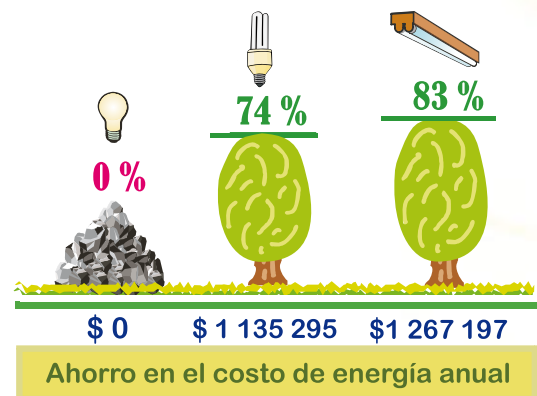
En esta zona debemos contar con 200 luxes para poder comer a gusto y con 300 luxes cuando se va hacer el aseo del lugar. Contar con un IRC mayor o igual a 80 resulta muy importante en este ambiente, pues este nivel asegura que el comensal vea la comida rica y apetitosa. Por lo general, el color de luz utilizado es un blanco cálido o blanco neutral así que

tener bombillas fluorescentes compactas o tubulares es ideal para estos ambientes. Además hay que considerar que el nivel de brillo de las mesas debe ser mayor que el de sus alrededores. Si para lograr esto utilizamos luminarias colgantes, es necesario que las ubiquemos alrededor de 60 cm por encima de la mesa para evitar deslumbramiento.

Usando bombillas fluorescentes tubulares, en 10 años gastamos casi la sexta parte del dinero que con bombillas incandescentes y un poco más de la mitad del dinero que gastaríamos con bombillas fluorescentes compactas, teniendo en cuenta los costos iniciales, de reposición y de energía eléctrica de las bombillas.



En cuanto a energía eléctrica al año para estos espacios, calculamos las cifras en pesos que aparecen en la gráfica, encontrando un ahorro del 83% y 74% con las bombillas fluorescente tubular y fluorescente compacta, respectivamente, con respecto a las bombillas incandescentes.



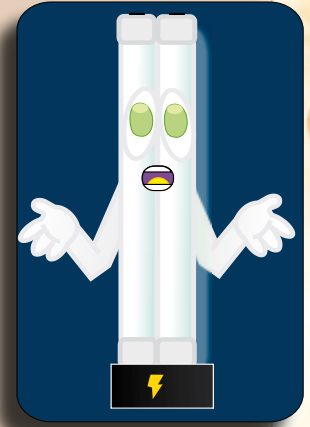
Al igual que en el caso de iluminación de un grupo de oficinas, el factor más relevante en el ahorro de energía y en el ahorro económico, es la eficacia luminosa. Entre más eficaz sea una bombilla, hay más ahorro. Como un segundo factor importante que debemos mirar, es la vida útil; mientras más dura una bombilla, menos gasto en su reposición. No fijarnos adecuadamente en la etiqueta al momento de adquirir las bombillas puede hacer que gastemos más dinero del presupuestado y más energía de la necesaria.

Bombilla	Precio /unidad	Duración en horas	Eficacia	Emisión de luz
200 W	1375	750	16 lm/W	3390 lm
42 W	30000	6000	66 lm/W	2800 lm
28 W	35000 instalación +3000 tubo	20000	104 lm/W	2900 lm

## Recomendaciones

Hemos considerado las tres tecnologías de bombillas para comparar entre ellas, pero en restaurantes o comedores de edificaciones públicas no se suele utilizar las bombillas incandescentes, a menos que las usemos como elementos decorativos. Además, es importante prestar atención a la altura a la cual colocamos las luminarias. No debemos olvidar que es bueno:

- Reduzca la altura de montaje de las lámparas que se encuentran muy elevadas. Este tipo de rediseño nos permite colocar menor número de bombillas sin afectar el nivel de iluminación.
- Limpie, desconectando de la corriente, los aparatos de iluminación y las lámparas para evitar que el polvo pueda provocar una reducción de luz.

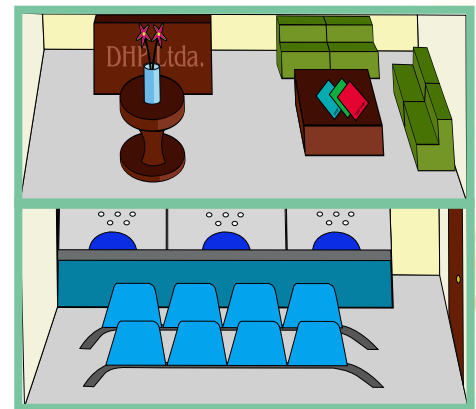


## Iluminación en recepción y ventanillas

La recepción es un lugar donde la iluminación juega un papel con prioridad del sentido estético más que de rendimiento lumínico. Es por ello que en este espacio se suelen instalar bombillas con fines de iluminación básica para poder desarrollar las tareas visuales típicas de estos espacios, y en algunos puntos muy concretos se instalan lámparas de baja potencia para reforzar la iluminación y dar realces de tipo decorativo.

Una recepción típica en una edificación pública se encuentra dividida en cuatro partes. La zona de acceso donde se suelen emplear lámparas halógenas incandescentes de baja potencia y lámparas de halogenuro metálico. La zona de espera o pública donde se emplean bombillas fluorescentes compactas, halógenas incandescentes bañadores de pared o lámparas reflectoras; todas con el fin de ofrecer confort visual. La zona de mostrador donde se emplean lámparas fluorescentes compactas o tubulares junto con arreglos adicionales de bombillas para realzar el espacio y dar la idea de zona de encuentro. Y por último, la zona de oficina donde se emplean lámparas fluorescentes compactas o tubulares. La iluminación necesaria en un área destinada a atención por ventanillas es comparable a la zona de espera o pública y a la zona de mostrador de una recepción.

En esta área se recomienda un nivel de iluminación de 100 luxes. Para estos espacios los resultados de los cálculos realizados son similares a los de grupos de oficinas y restaurantes, cafeterías y comedores, razón por la cual no se presentan. Sólo debemos tener siempre en cuenta que la mejor opción para el ahorro de energía y de dinero es contar con bombillas fluorescentes tubulares o compactas.





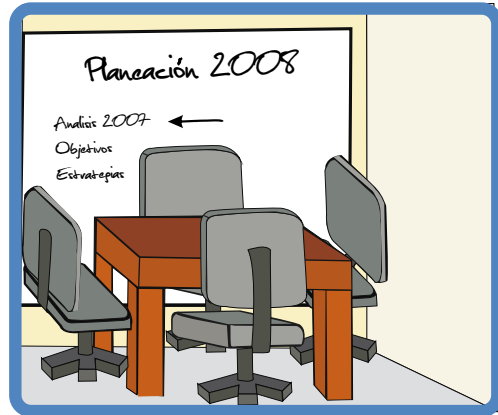
## Recomendaciones

- En interiores, use reguladores de luz, temporizadores o detectores de ocupación/movimiento.
- Para las áreas que no necesitan nitidez de color, ilumine con lámparas de vapor de sodio de alta ó baja presión, que reducen el consumo de energía eléctrica hasta en 65%.

## Espacios multifuncionales, sala de conferencias, sala de reuniones

Los espacios multifuncionales, como su nombre lo dice, los utilizamos para cumplir varias funciones, como sala de reuniones, charlas, sesiones de seminarios y presentaciones en un círculo reducido. Como su uso es variado, la iluminación debe poder adaptarse a todas las actividades que se realicen.

Para la iluminación de reuniones y charlas es esencial que equilibremos la iluminación general con la iluminación vertical, lo cual nos permite mantener una conversación en un ambiente agradable con el interlocutor. En estos casos es común combinar el uso de bombillas fluorescentes tubulares con bombillas halógenas o incandescentes cuyo flujo luminoso se pueda regular. Para la realización de presentaciones, la iluminación vertical la debemos reducir hasta el nivel mínimo aceptable para poder tomar notas mientras la iluminación general permanece apagada. En estos casos, las paredes frontales, donde realizamos la presentación, se pueden iluminar con bombillas fluorescentes tubulares (bañadores de pared empotrables). El nivel recomendado de iluminación para esta área es de 300 luxes.



## Recomendaciones

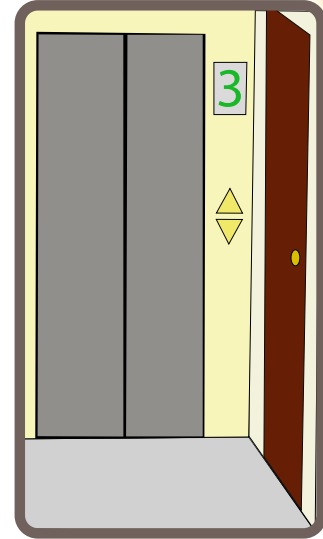
- Use lámparas de escritorio siempre que sea posible.
- Redistribuya los circuitos de alumbrado de tal manera que las lámparas ubicadas cerca de las ventanas se puedan encender y apagar por medio de un interruptor sencillo, a fin de aprovechar la luz solar.
- Instale bombillos en grupos sobre diferentes circuitos, permitiendo así el encendido independiente de acuerdo con las necesidades. En sectores de uso de iluminación no muy frecuente utilice dos circuitos, uno con iluminación mínima encendido y el otro con sensores de movimiento que se activen cuando sea necesario.



## Ascensores, corredores, escaleras

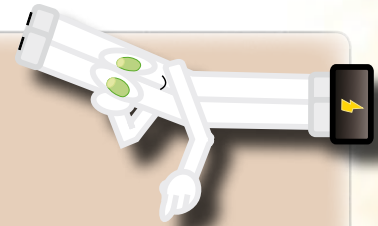
Estas son áreas de circulación, por tanto debemos mantener la concordancia de la iluminación entre estos tres ambientes para que no se presenten saltos en la luminosidad o se produzca deslumbramiento. También debemos acentuar puntos de entrada y salida, y puertas hacia otros espacios para que el usuario pueda ubicarse fácilmente. En el caso de las escaleras, es necesario iluminar bien los escalones y los puntos potencialmente peligrosos para evitar posibles accidentes.

Debido a que estas áreas tienen que permanecer la mayor parte de tiempo iluminadas, utilizar lámparas fluorescentes tubulares es una buena opción, ya que ayudan a ahorrar energía. Además, en los últimos años, con el desarrollo de la iluminación con leds, se ha evidenciado que iluminar los ascensores con esta tecnología proporciona un ahorro energético del 45%. No debemos, sin embargo, olvidar que ésta es todavía una tecnología en desarrollo. Para estas áreas el nivel de iluminación debe ser de 100 luxes.

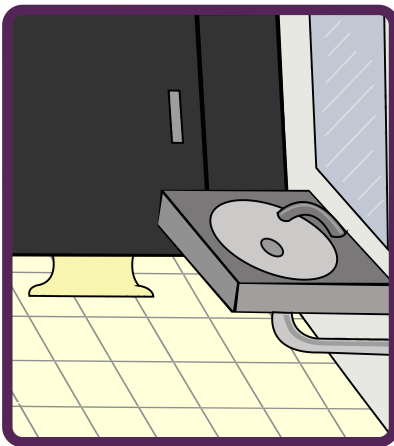


### Recomendaciones

- En interiores, use reguladores de luz, temporizadores o detectores de ocupación/movimiento.
- Previo análisis costo-beneficio, se recomienda la instalación de controles automáticos de luz, como los sensores infrarrojos, sónicos u otros; especialmente en pasillos.



## Baños



Los baños en una edificación pública son espacios utilizados durante corto tiempo. Éstos deben contar con una iluminación pareja y abundante, para que las personas que lo utilicen no esfuercen su vista al verse al espejo. La tonalidad de la luz comúnmente utilizada en estos espacios es fría o neutra, con un buen índice de rendimiento cromático. Una buena opción para iluminar es utilizar bombillas embudidas o luminaria sobrepuesta, cuidándonos en todos los casos, que el nivel de iluminación sea de 100 luxes.

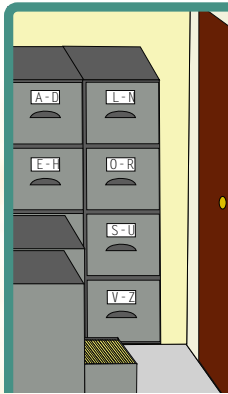
La bombilla comúnmente utilizada en estos espacios, a pesar de no ser decorativa como la halógena, es la fluorescente tubular, ya que resulta más ahorradora que la bombilla fluorescente compacta y que la incandescente, además de su facilidad para mantener un control en contra de robos por su elevado tamaño con respecto a una bombilla pequeña como la halógena o incandescente.



## Recomendaciones

- Pinte las paredes y los techos con colores claros porque esto ayuda a un mejor aprovechamiento de la luz que entregan las bombillas, logrando el mismo resultado con menor consumo.
- Evite dejar lámpara quemadas o desconectadas intencionalmente, pero unidas al balasto, ya que así sigue consumiendo energía eléctrica, del orden del 20% de la potencia de la lámpara. Por otra parte, si un balasto está conectado a dos lámparas y una de ellas fue desconectada, la lámpara en funcionamiento reducirá su vida útil.

## Archivo



Para el trabajo de archivo la luz natural resulta fundamental, puesto que requiere centrar la atención en el contenido de los documentos. En caso que la luz natural no sea suficiente, se debe contar por lo menos con dos tipos de iluminación artificial: directa y semi-indirecta. La directa es la más corriente y supone la instalación de bombillas sobre cada uno de los archivadores y/o muebles que se consulten, además de luces a determinada distancia en el resto del local. La semi-indirecta se logra con pantallas reflexivas que envían la luz al techo, se usa como acompañamiento, pues nunca es suficiente para una cómoda lectura.

Supongamos que el archivo lo utilizamos durante media hora o menos a la semana. El cálculo con el software LUMENES nos muestra los costos con diferentes tipos de bombillas necesarias para la iluminación de 100 luxes que requiere este espacio.

Con respecto al costo total, usando bombillas fluorescentes compactas, en 10 años gastamos 57% más dinero del que gastaríamos con bombillas incandescentes. Con bombillas fluorescentes tubulares, el costo total es casi el mismo que con las bombillas incandescentes.

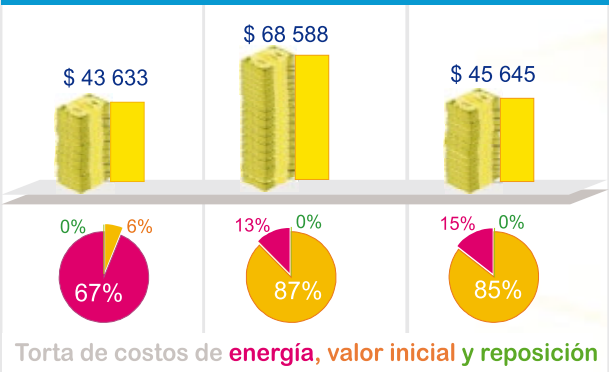
Si lo que se tiene en cuenta es la inversión inicial, las bombillas fluorescentes compactas y tubulares tienen un mayor costo con respecto a las bombillas incandescentes.

Si se mira el costo energético, las bombillas fluorescentes compactas y tubulares son más económicas con respecto a las bombillas incandescentes, por lo que si se trata de hacer URE, se recomienda utilizar las bombillas fluorescentes.

### Bombillos necesarios para el archivo

 2 de 200 W	 2 de 42 W	 1 de 80 W
--	---	---

### Costo total de la iluminación en diez años



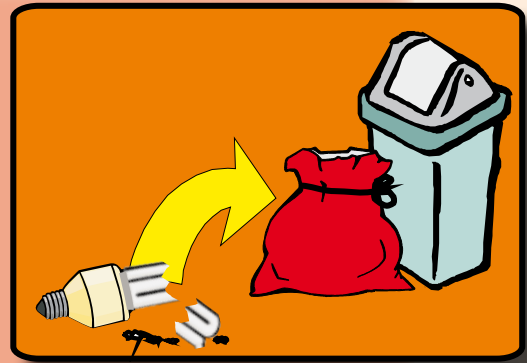
## Recomendación

Usemos bombillas fluorescentes en espacios pequeños que se iluminen menos de media hora a la semana, si queremos hacer URE. Usemos bombillas incandescentes en este tipo de espacios si no queremos hacer URE, debido a que los costos totales son ligeramente menores.

## CUIDADO

¿Qué hacer si una bombilla fluorescente se rompe?

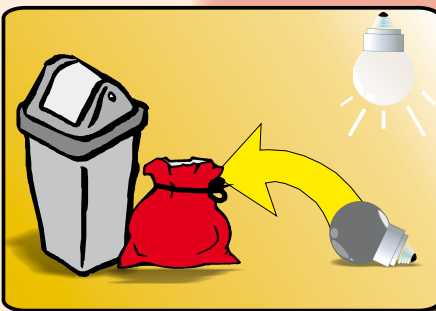
- No pisemos los fragmentos de vidrio regados en el piso.
- No usemos aspiradora para limpiar porque esta, al succionar, podría propagar gotas de mercurio tóxico en la casa.
- Usemos guantes de caucho para barrer los escombros en un recogedor.
- Recojamos los escombros en una bolsa de plástico que después sellamos.
- No coloquemos la bolsa con los escombros en la basura normal del hogar.
- Tratemos de no inhalar el polvo de la bombilla rota.



## CUIDADO

¿Qué hacer si una bombilla fluorescente se funde?

- Ponga la bombilla usada en una bolsa de plástico y séllela.
- No ponga la bolsa con la bombilla fluorescente usada en la basura normal del hogar.
- Pregunte a las autoridades competentes en el tema (empresas de aseo, ministerio de medio ambiente, entre otras) para el manejo o sitios de reciclaje para este tipo de desperdicios.



## Información para consulta adicional

### Libros

- ENCICLOPEDIA DE SALUD Y SEGURIDAD EN EL TRABAJO, Juan Guasch Farrás, Capítulo 46 (Iluminación), Ministerio de Trabajo y Asuntos Sociales de España, 2001.
- CÓMO PLANIFICAR CON LUZ, Rüdiger Ganslandt y Harald Hofmann, ERCO Iluminación S.A.

### Artículos

- THE FUNDAMENTALS OF LIGHTING, Acuity Lighting Group Inc, 2005.
- GUÍA DE AHORRO DE ENERGÍA, Greenpeace México, 2007.
- CÓMO AHORRAR ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL HOGAR, Comisión Nacional para el ahorro de Energía, 2002.
- LÁMPARAS AHORRADORAS DE ENERGÍA, Revista del Consumidor, PROFECO, 2003.
- CARACTERIZACIÓN DEL CONSUMO DE ENERGÍA FINAL EN LOS SECTORES TERCIARIO, GRANDES ESTABLECIMIENTOS COMERCIALES, CENTROS COMERCIALES Y DETERMINACIÓN DE CONSUMOS PARA SUS RESPECTIVOS EQUIPOS DE USO DE ENERGÍA FINAL, UPME y Universidad Nacional de Colombia, 2007.
- DETERMINACIÓN DEL CONSUMO FINAL DE ENERGÍA EN LOS SECTORES RESIDENCIAL URBANO Y COMERCIAL Y DETERMINACIÓN DE CONSUMOS PARA EQUIPOS DOMÉSTICOS DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y GAS, UPME y Universidad Nacional de Colombia, 2006.

### Normas y decretos

- DECRETO NUMERO 2331 DE JUNIO 22 DE 2007 (Sustitución de Bombillas Incandescentes por LFC de alta eficiencia en Entidades Oficiales), Ministerio de Minas y Energía de Colombia, 2007.
- Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas – RETIE, Ministerio de Minas y Energía de Colombia, 2007.
- BOMBILLAS ELÉCTRICAS DE FILAMENTO DE TUNGSTENO PARA USO DOMÉSTICO Y USOS SIMILARES DE ILUMINACIÓN EN GENERAL, Norma Técnica Colombiana NTC 186, ICONTEC, 2006.
- EFICIENCIA ENERGÉTICA. BOMBILLAS FLUORESCENTES COMPACTAS. RANGOS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO Y ETIQUETADO, Norma Técnica Colombiana NTC 5101, ICONTEC, 2002.
- EFICIENCIA ENERGÉTICA. BOMBILLAS FLUORESCENTES DE DOS CASQUILLOS. RANGOS DE DESEMPEÑO ENERGÉTICO Y ETIQUETADO, Norma Técnica Colombiana NTC 5102, ICONTEC, 2002.