

Tabla 10. Lámparas de LED integradas omnidireccionales forma BA, C, CA, F y G.

Intervalo de flujo luminoso total nominal (lm)
Menor o igual que 150
Mayor que 150 y menor o igual que 300
Mayor que 300

Tabla 11. Lámparas de LED integradas direccionales forma AR111, BR, ER, MR, PAR y R

Diámetro (cm)
Menor o igual que 6,35
Mayor que 6,35

12.5.4. Vigencia de los certificados de cumplimiento del producto.

12.5.4.1. Tres años a partir de la fecha de su emisión, para los certificados de la conformidad con verificación mediante pruebas periódicas al producto.

12.5.4.2. Tres años a partir de la fecha de emisión, para los certificados de la conformidad con verificación mediante el sistema de aseguramiento de la calidad de la línea de producción.

12.5.5. Verificación

12.5.5.1. El organismo de certificación para producto debe realizar la verificación del cumplimiento con la NOM, de los productos certificados, como mínimo una vez durante el periodo de vigencia del certificado, tanto de manera documental como por revisión y muestreo del producto certificado.

12.5.5.1.1. En la modalidad con seguimiento mediante pruebas periódicas al producto: La verificación se debe realizar en una muestra tomada por el organismo de certificación como se especifica en el inciso 12.5.3, en la fábrica, bodegas o en lugares de comercialización del producto en el territorio nacional una vez al año. Las muestras deben presentarse al laboratorio de pruebas seleccionado por el solicitante.

12.5.5.1.2. En la modalidad con certificación por medio del sistema de aseguramiento de la calidad de la línea de producción: La verificación se debe realizar en una muestra tomada como se especifica en el inciso 12.5.3, en la fábrica, bodegas o en lugares de comercialización del producto en el territorio nacional y la verificación del sistema de aseguramiento de la calidad de la línea de producción, con los resultados de la última auditoría efectuada por un organismo de certificación de sistemas de aseguramiento de la calidad acreditado. La verificación se realizará al menos una vez durante la vigencia del certificado.

12.5.5.2. La muestra para verificación, debe integrarse por miembros de la familia diferentes a los que se probaron para la certificación. Para las pruebas de verificación se debe tomar una muestra por cada cinco modelos diferentes, sin considerar la potencia eléctrica ni la temperatura de color correlacionada y se deben evaluar las pruebas eléctricas, fotométricas y radiométricas, la resistencia al choque térmico y a la conmutación y la de resistencia a las sobretensiones transitorias de la NOM. En el caso de que algún espécimen quede inhabilitado para el desarrollo de las pruebas se puede tomar alguno de los especímenes que forman parte de la segunda muestra, la cual consiste de tres especímenes para evaluar eficacia.

12.5.5.3. De los resultados de la verificación correspondiente, el organismo de certificación para producto dictaminará la suspensión, cancelación o renovación del certificado de cumplimiento del producto.

12.6. Diversos

12.6.1. La lista de los laboratorios de prueba y los organismos de certificación pueden consultarse en la página de Internet de la entidad mexicana de acreditación y en la dependencia competente.

13. Sanciones

El incumplimiento de esta Norma Oficial Mexicana, será sancionado conforme a lo dispuesto por la Ley de Metrología y Normalización, la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, sus reglamentos y demás disposiciones legales aplicables.

14. Bibliografía

ANSI NEMA ANSLG C78.377-2008	Specifications for the Chromaticity of Solid State Lighting Products.
ANSI/IEEE C.62.41-2002	IEEE Recommended Practice on Characterization of Surges in Low-Voltage (1000 V and Less) AC Power Circuits.
ANSI/IEEE C.62.45-2002	IEEE Recommended Practice on Surge Testing for Equipment Connected to Low-Voltage (1000 V and Less) AC Power Circuits.
CALIPER Program	Special Summary Report: Retail Replacement Lamp Testing.
CALIPER Program	Performance of Incandescent A-Type and Decorative Lamps and LED Replacements.
Energy Star	Program Requirements for integral LED lamps - Version 1.1.
Fasdf IEC 61000-4-12 Second Edition 2006-09	Testing and measurement techniques- Ring Wave immunity test.
IEC/PAS 62612	Self-ballasted LED-lamps for general lighting services - Performance requirements.
IEC/TM 62504	General lighting – LEDs and LED modules – Terms and definitions.
IESNA TM-16-05	Technical Memorandum on Light Emitting Diode (LED) Sources and Systems.
IESNA LM-79-08	Approved method: Electrical and photometric measurements of solid-state lighting products.
IESNA LM-80-08	Approved method: for measuring lumen maintenance of LED light sources.
NMX-I-204-NYCE-2009	Electrónica – Componentes - Módulos LED para iluminación general - Especificaciones de seguridad.
NMX-J-198-ANCE-2005	Iluminación - Balastos para lámparas fluorescentes - Métodos de prueba.
NMX-J-610/3-2-ANCE-2010	Compatibilidad electromagnética (EMC) parte 3-2: límites-límites para las emisiones de corriente armónica de aparatos con corriente de entrada 16 A por fase.
NOM-017-ENER/SCFI-2008	Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastadas. Límites y métodos de prueba.
NOM-028-ENER-2008	Eficiencia energética de lámparas para uso general. Límites y métodos de prueba.
NOM-Z-109	Términos generales y sus definiciones referentes a la normalización y actividades conexas.

15. Concordancia con normas internacionales

Con relación a la eficiencia energética, al momento de la elaboración de esta Norma Oficial Mexicana, no se encontró concordancia con ninguna norma internacional.

16. Transitorios.

Primero. Esta Norma Oficial Mexicana entrará en vigor 60 días naturales después de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Segundo. Los productos, comprendidos en el campo de aplicación de esta Norma Oficial Mexicana y fabricados o importados antes de la entrada en vigor de la misma podrán ser comercializados en el territorio nacional, dentro de los siguientes 120 días naturales.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 5 de junio de 2012.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía, **Emiliano Pedraza Hinojosa**.- Rúbrica.

Apéndice A**Normativo****Mediciones eléctricas, fotométricas y radiométricas para lámparas de LED integradas.****A.1 Objetivo**

Este Apéndice normativo tiene como objetivo establecer los requisitos técnicos mínimos que se deben cumplir para medir las características eléctricas, fotométricas y radiométricas de lámparas de LED integradas, tanto cuando se emplee una esfera de integración luminosa, como cuando se use un gonio-fotómetro.

A.2. Aparatos e instrumentos de medición**A.2.1. Fuente de alimentación.****A.2.1.1. Forma de onda.**

La distorsión total de armónicas de la tensión eléctrica de alimentación, no debe de exceder el 3% de la suma de las componentes armónicas, considerando hasta la 49.

A.2.1.2. Regulación de tensión eléctrica.

La tensión eléctrica de alimentación en c. a. (tensión RCM) aplicada al espécimen bajo prueba, debe tener una regulación de $\pm 0,2\%$, bajo carga.

A.2.2. Instrumentos de medición eléctricos.

El wáttmetro, vóltmetro y ampémetro deben ser capaces de obtener lecturas del tipo valor eficaz verdadero y deben estar de acuerdo con la forma de onda y la frecuencia de operación del circuito de medición.

A.2.2.1. Exactitud.

La exactitud del vóltmetro y el ampémetro, debe de ser $\leq 0,5\%$.

La exactitud del wáttmetro debe ser $\leq 0,75\%$

Los instrumentos de medición antes mencionados se calibran con un nivel de confianza de 95% y un factor de cobertura $k=2$.

A.2.3. Instrumentos de medición fotométricos y radiométricos.**A.2.3.1. Lámparas de referencia.**

Las lámparas de referencia deben contar con el informe de calibración correspondiente, que indique el valor de flujo luminoso total.

A.2.3.2. Esfera de integración luminosa.

La reflectancia de las paredes interiores de la esfera de integración luminosa, debe de ser mayor o igual que 80% y que puedan montarse las unidades bajo prueba sin causar la interferencia de las múltiples reflexiones de la luz. El intervalo de trabajo del espectrorradiómetro debe cubrir al menos de 380 nm a 720 nm; y su resolución debe ser de al menos 5 nm.

A.2.3.3. Gonio-fotómetro.

Los pasos angulares del mecanismo de posicionamiento del Gonio-fotómetro deben ser como máximo $0,5^\circ$ con una velocidad angular adecuada al tiempo de respuesta del detector fotométrico. La desviación de la responsividad espectral relativa del detector fotométrico (f_1'), no debe de exceder el 10%.

A.2.4. Calibración

El sistema de medición, debe proveer trazabilidad metrológica a unidades del sistema internacional de unidades.

A.3. Preparación y acondicionamiento de las muestras**A.3.1. Condiciones ambientales.**

Las mediciones fotométricas, radiométricas y eléctricas de las lámparas de LED integradas son sensibles a los cambios de la temperatura ambiental, a los flujos de aire y a las reflexiones indeseables.

Las pruebas deben realizarse en un cuarto libre de corrientes de aire y manteniendo la iluminación ambiental en niveles que no produzcan reflexiones indeseables.

Las mediciones deberán realizarse a una temperatura ambiental de $25^\circ\text{C} \pm 1^\circ\text{C}$, medida a la misma altura y a no más de 1 m del espécimen de prueba; y con humedad relativa de 65% como máximo.

A.3.1.1. Condiciones térmicas para el montaje.

Los soportes que se utilicen en el montaje del espécimen bajo prueba en la esfera de integración luminosa, deben ser de baja conductividad térmica y también se debe cuidar que dichos soportes usados no causen perturbaciones al flujo de aire.

A.3.2. Posición del espécimen.

El espécimen bajo prueba debe ser instalado en la posición especificada por el fabricante, cuando no se especifica una posición éste debe ser instalado base arriba, la estabilización y las mediciones eléctricas, fotométricas y radiométricas, deben realizarse con dicha posición.

A.3.3. Tensiones monofásicas de prueba.

Todas las pruebas deben realizarse con la lámpara conectada a un circuito de suministro de frecuencia de 60 Hz y la tensión eléctrica de prueba debe ser la indicada en la Tabla A1.

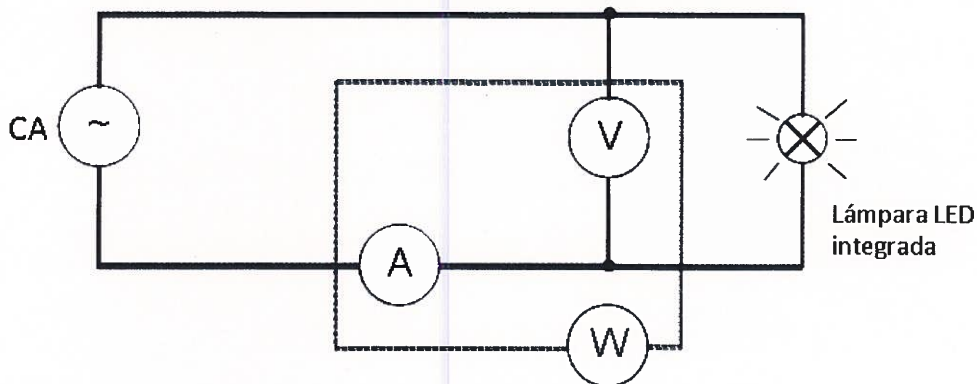
Tabla A1. Tensiones monofásicas de prueba

Tensión eléctrica nominal	Tensión eléctrica de prueba (V)
Menor o igual que 120 V	120±1
Mayor que 120 V hasta 140 V	127±1
Mayor que 140 V hasta 220 V	220±2
Mayor que 220 V hasta 240 V	240±2
Mayor que 240 V hasta 254 V	254±2
Mayor que 254 V hasta 277 V	277±2

Si una lámpara de LED integrada está marcada con un intervalo de tensión eléctrica, se debe considerar como tensión eléctrica nominal el valor de la tensión eléctrica menor normalizada.

A.3.4. Circuito de medición.

La conexión debe de hacerse entre la fuente de alimentación y el espécimen de prueba, como se muestra en la Figura A.1.

Figura A.1. Circuito de prueba para Lámparas de LED integradas**A.3.5. Estabilización.**

Durante el periodo de estabilización el espécimen debe operar bajo las condiciones establecidas en el inciso A.3.1., así como con la posición especificada en el inciso A.3.2., y operarse durante 30 min, o hasta que la potencia eléctrica en watts se estabilice, la medición de potencia eléctrica se debe tomar cada 15 min (0, 15 y 30 min) y no debe existir una variación mayor que 0,5% entre dos lecturas consecutivas.

No se deben tomar mediciones antes de que el espécimen bajo prueba alcance la estabilización.

A.3.6. Envejecimiento de los productos.

Las lámparas de LED integradas deben de ser probadas sin envejecimiento.

A.3.7 Las mediciones fotométricas y radiométricas

Las mediciones de flujo luminoso total, temperatura de color correlacionada e índice de rendimiento de color pueden llevarse a cabo con cualquiera de las siguientes opciones:

A.3.7.1 Mediciones mediante gonio-fotómetro

El flujo luminoso total se determina a partir de la integración de la distribución espacial de la iluminancia, medida por el detector fotométrico, el cual debe cubrir el ángulo sólido completo, donde emite luz el espécimen bajo prueba.

A.3.7.2 Mediciones en esfera de integración luminosa

El flujo luminoso total se calcula midiendo la iluminancia en una sola posición y considerando este valor como un promedio válido para toda el área de la superficie interna de la esfera de integración luminosa.

Con este método se tiene la salida de luz total con una sola medición. Las corrientes de aire deben ser mínimas y la temperatura debe estar sujeta a lo establecido en el inciso A.3.1.

Para conocer algunas configuraciones típicas de las esferas de integración luminosa, véase el Apéndice H.

A.4. Procedimiento

Con el circuito de medición establecido en el inciso A.3.4, tómese, lo más rápidamente posible entre ellas, las lecturas de intensidad de corriente eléctrica, tensión eléctrica y potencia eléctrica en los instrumentos correspondientes, también determínese el flujo luminoso total, temperatura de color correlacionada e índice de rendimiento de color, considerando las correcciones respectivas.

A.4.1. Fuentes de error

Las fuentes de error que intervienen en la medición del flujo luminoso total pueden ser:

- Espectrales (diferencias entre espectros de emisión de la lámpara patrón y bajo prueba, reproducción de la curva de respuesta fotométrica del fotodetector, auto-absorción de las lámparas, la reflectancia de la esfera de integración luminosa, etc.)
- Espaciales (luz extraviada, distribuciones espaciales de las lámparas patrón y bajo prueba, uniformidad espacial de la reflectancia de la esfera de integración luminosa, etc.)
- Instrumentales (tiempo de respuesta del sistema de detección, posicionamiento del fotodetector, errores sistemáticos de los instrumentos de medición, etc.)
- Valores de referencia (intensidad luminosa, responsividad espectral, responsividad fotométrica, flujo luminoso total, iluminancia, etc.).

A.4.1.1. Las fuentes de error que se pueden presentar cuando se mide con gonio-fotómetro.

- La deformación de las partes mecánicas del gonio-fotómetro.
- La distancia entre la superficie sensible del detector fotométrico y la fuente luminosa.
- La posición del detector fotométrico.
- La rotación del gonio-fotómetro.
- El tamaño del paso angular.
- Los valores de responsividad espectral, o el valor de responsividad fotométrica, del detector fotométrico.
- La velocidad angular del gonio-fotómetro.
- El flujo luminoso no detectado.
- Las sombras y la luz extraviada.

A.4.1.2. Las fuentes de error que se pueden presentar cuando se mide con esfera de integración.

- La diferencia entre las distribuciones espectrales de la lámpara de referencia y de la fuente luminosa.
- La diferencia entre las distribuciones espaciales de los flujos luminosos de la lámpara de referencia y de la fuente luminosa.

- La diferencia entre las propiedades de absorción, tamaños, formas y materiales, de la lámpara de referencia y de la fuente luminosa.

- El cambio en la reflectancia del recubrimiento de la superficie interna de la esfera de integración luminosa.

- Los valores de responsividad espectral, o el valor de responsividad fotométrica, del detector fotométrico.

El flujo luminoso total que se obtenga como resultado de la medición debe ser corregido, utilizando para ello los valores más significativos de las correcciones o de los factores de corrección.

Apéndice B

Normativo

Medición del flujo luminoso total mínimo mantenido y temperatura de color correlacionada mantenida para las lámparas de LED integradas

B.1 Objetivo

Este Apéndice normativo tiene como objetivo establecer los requisitos técnicos mínimos que se deben cumplir para medir y comprobar el flujo luminoso total mínimo mantenido, así como la temperatura de color correlacionada mantenida para las lámparas de LED integradas

B.2 Acondicionamiento de la prueba

B.2.1. Condiciones Ambientales.

La temperatura ambiente del cuarto donde se envejecen los especímenes, para la prueba de mantenimiento del flujo luminoso total y temperatura de color correlacionada, debe ser como máximo 45°C.

B.3 Fuente de alimentación

B.3.1. Forma de onda.

La distorsión total de armónicas de la tensión eléctrica de alimentación, no debe de exceder el 3%, de las componentes armónicas considerando hasta la 49.

B.3.2. Regulación de tensión eléctrica.

La tensión eléctrica de alimentación en c. a. (tensión RCM) aplicada al espécimen bajo prueba, debe tener una regulación de $\pm 10\%$, bajo carga.

B.3.3. Tensiones eléctricas monofásicas de prueba

Todas las pruebas deben realizarse con la lámpara conectada a un circuito de suministro de frecuencia de 60 Hz y la tensión eléctrica de prueba debe ser la indicada en la Tabla B.1

Tabla B.1 Tensiones eléctricas monofásicas de prueba

Tensión eléctrica nominal	Tensión eléctrica de prueba (V)
Menor o igual que 120 V	120 \pm 1
Mayor que 120 V hasta 140 V	127 \pm 1
Mayor que 140 V hasta 220 V	220 \pm 2
Mayor que 220 V hasta 240 V	240 \pm 2
Mayor que 240 V hasta 254 V	254 \pm 2
Mayor que 254 V hasta 277 V	277 \pm 2

Si una lámpara de LED integrada está marcada con un intervalo de tensión eléctrica, se debe considerar como tensión eléctrica nominal el valor de la tensión eléctrica menor normalizada.

B.4. Posición y ubicación del espécimen

El espécimen bajo prueba debe instalarse en la posición especificada por el fabricante, cuando no se especifica una posición o si existe más de una posición, la lámpara debe probarse en la posición en la que se utilice en la aplicación. La estabilización, las mediciones fotométricas, radiométricas y eléctricas, deben realizarse en dicha posición.

El estante de prueba debe diseñarse con la menor cantidad de componentes estructurales, para dejar espacio suficiente entre cada espécimen bajo prueba, que permita el flujo de aire entre ellos y alcanzar las temperaturas de prueba.

B.5. Método para el Mantenimiento del flujo luminoso total y temperatura de color correlacionada

B.5.1. Duración de la prueba

El tiempo que debe durar la prueba de envejecimiento de lámparas, para la medición de mantenimiento del flujo luminoso total y temperatura de color correlacionada, deberá ser equivalente al 25% de la vida útil declarada de la lámpara, con una duración máxima de 6 000 h.

Se recomienda una recopilación de datos cada 1 000 h, con el propósito de mejorar el modelo predictivo. Si en la recopilación de datos no cumple con los incisos 6.1.4 y 6.2.4, se suspende la prueba.

B.5.2. Registro de fallas

Se debe verificar por observación visual o supervisión automática las fallas de las lámparas en un intervalo de tiempo no mayor a 30 h.

En caso de falla se debe investigar qué la originó, para asegurar que es una falla atribuible a la lámpara y que no es causado por funcionamiento inadecuado de los instrumentos o equipos auxiliares utilizados en la prueba o por el portalámparas.

B.5.3. Medición del flujo luminoso total y la temperatura de color correlacionada

Al término del tiempo establecido en el inciso B.5.1., se debe de medir el flujo luminoso total y la temperatura de color correlacionada de los especímenes de prueba, de acuerdo con lo establecido en el Apéndice A.

Apéndice C

Normativo

Prueba de resistencia al choque térmico y a la conmutación

C.1 Objetivo

Este Apéndice normativo tiene como objetivo establecer los requisitos técnicos mínimos que se deben cumplir para comprobar la resistencia al choque térmico y a la conmutación de las lámparas de LED integradas.

C.2. Prueba de ciclos de choque térmico

Los especímenes bajo prueba de choque térmico no deben estar energizados.

C.2.1. Número de ciclos de choque térmico

Al final de cada ciclo de choque térmico, se debe de iniciar inmediatamente con otro ciclo, hasta completar 5 ciclos.

C.2.2. Ciclos de choque térmico

El ciclo comienza introduciendo los especímenes en un gabinete con una temperatura mínima de -10°C por un periodo de 1 h. Mover inmediatamente los especímenes dentro de otro gabinete, el cual debe tener una temperatura de $+50^{\circ}\text{C}$ durante 1 h.

C.3. Prueba de conmutación

Inmediatamente después de la prueba de ciclos de choque térmico, los especímenes deben de ser instalados en la posición especificada por el fabricante, cuando no se especifica una posición o si existe más de una posición, la lámpara debe probarse en la posición en la que se utilice en la aplicación, en el gabinete de prueba, el cual debe diseñarse con la menor cantidad de componentes estructurales, para dejar espacio suficiente entre cada espécimen bajo prueba, que permita el flujo de aire entre ellos.

La temperatura ambiente para la prueba de conmutación, debe ser de $25^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, y los especímenes bajo prueba deben estar energizados, de acuerdo con lo establecido en el inciso B.3.

C.3.1. Número de ciclos de operación

El número de ciclos de operación, debe de ser igual a la mitad de la vida útil declarada del producto en horas. (Ejemplo: diez mil ciclos si la vida asignada de la lámpara es 20 000 h).

C.3.2. Ciclos de operación

Las lámparas deben operarse de acuerdo con la siguiente secuencia:

Encender las lámparas durante 30 s y mantenerlas apagadas por 30 s, hasta completar el número de ciclos indicado en C.3.1.

C.3.3. Registro de fallas

Se debe verificar por observación visual o supervisión automática las fallas de las lámparas en un intervalo de tiempo no mayor 10 h.

Apéndice D

Normativo

Prueba de resistencia a las sobretensiones transitorias

D.1. Objetivo

Este apéndice normativo tiene como objetivo establecer los requisitos técnicos mínimos que se deben cumplir para comprobar la resistencia a las sobretensiones transitorias de las lámparas de LED integradas.

D.2. Instrumentos y equipos

D.2.1. Generador de onda sinusoidal amortiguada (ring wave)

D.2.1.1. Características y desempeño del generador de prueba:

El generador de prueba es un generador de ondas sinusoidales amortiguadas, que cumple con las características siguientes, medidas a la salida de la red de acoplamiento/desacoplamiento.

a) Especificaciones generales:

- Producir un solo evento por disparo.
- La salida del generador debe estar galvánicamente aislada (flotada) de la alimentación del propio generador como de la fuente de alimentación para la unidad bajo prueba.
- Debe integrar una red de acoplamiento/desacoplamiento así como las provisiones necesarias para prevenir la inyección de la onda de prueba generada a la red de suministro de c. a. (que alimenta al mismo generador) o a la fuente de alimentación de c. a. (que alimenta a la unidad bajo prueba); evitando la posible influencia en los resultados de la prueba además de salvaguardar la integridad de la fuente de alimentación.

b) Especificaciones particulares de la forma de onda sinusoidal amortiguada (ring wave), véase figura D.1.

- i. El tiempo de frente de la onda de tensión (T_1), debe de ser de $0.5 \cdot 10^{-6} \text{ s} \pm 25\%$ (circuito abierto).
- ii. El tiempo de frente de la onda de corriente debe de ser de $\leq 1.0 \cdot 10^{-6} \text{ s} \pm 10\%$ (cortocircuito)
- iii. La frecuencia de la oscilación de tensión debe de ser $100 \text{ kHz} \pm 10\%$.

NOTA- La frecuencia de oscilación se define como el recíproco del periodo entre el primero y el tercer cruce por cero posteriores al pico inicial. Este periodo se identifica como T en la figura D1.

iv. Los amortiguamientos de la onda de tensión deben ser los siguientes (véase figura D1):

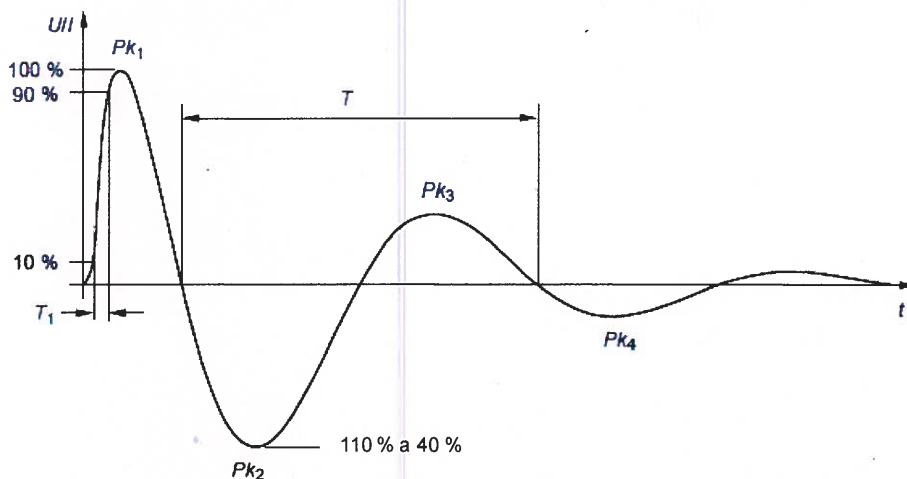
- $0.4 < \text{Relación de } P_{k_2} \text{ a } P_{k_1} < 1.1$
- $0.4 < \text{Relación de } P_{k_3} \text{ a } P_{k_2} < 0.8$
- $0.4 < \text{Relación de } P_{k_4} \text{ a } P_{k_5} < 0.8$
- No hay requisitos para los picos subsecuentes

v. La capacidad de repetición de eventos debe ser de 1 a 60 eventos por minuto.

vi. La impedancia de salida debe de ser seleccionable para 12Ω y $30 \Omega \pm 20\%$, véase figura D2.

NOTA- La impedancia de salida se calcula dividiendo la tensión de salida a circuito abierto entre la corriente de salida en cortocircuito.

Figura D1.- Forma de onda sinusoidal amortiguada (ring wave)



En donde:

T1 es el tiempo de frente de la onda de tensión o corriente.

T es el periodo de la frecuencia de la oscilación de tensión.

- vii. Tensión de salida a circuito abierto (valor Pk_1 , véase figura D1) debe ser ajustable desde 250 V hasta 4.0 kV $\pm 10\%$.
- viii. Corriente de salida en cortocircuito (valor Pk_1 , figura D1) debe ser:
 - 333 A $\pm 10\%$ para una impedancia de salida de 12 Ω ,
 - 133 A $\pm 10\%$ para una impedancia de salida de 30 Ω .
- ix. La relación de fase con la frecuencia de la fuente de alimentación de c.a., debe ser ajustable dentro del intervalo de 0° a 360° relativo al ángulo de fase de la fuente de alimentación de tensión alterna (c.a.) para el unidad bajo prueba con una tolerancia de $\pm 10\%$.
- x. La polaridad del primer medio periodo debe de ser positiva y negativa.

D.2.1.2. Características y desempeño de la red de acoplamiento/desacoplamiento:

La red de acoplamiento/desacoplamiento proporciona la habilidad de aplicar la tensión de prueba de la sobretensión transitoria en las terminales de alimentación de c.a. de la unidad bajo prueba, sin modificar las características de la forma de onda, y al mismo tiempo previene que la tensión de prueba de la sobretensión transitoria afecte a la tensión de suministro del generador mismo o a la fuente de alimentación de c.a. que alimenta a la unidad bajo prueba.

- o Debe estar provista con capacitores de acoplamiento acorde a la impedancia de salida del generador de prueba.
 - 3×10^{-6} F (mínimo) para una impedancia de salida del generador de 30 ohms.
 - 10×10^{-6} F (mínimo) para una impedancia de salida del generador de 12 ohms.
- o El aguante del dieléctrico a la tensión, de la red de acoplamiento, debe ser de 5 kV, con una forma de onda 1.2/50 μ s.
- o La atenuación de la red de desacoplamiento, en modo común, debe ser 20 dB como mínimo.
- o La atenuación de la red de desacoplamiento, en modo diferencial, debe ser 30 dB como mínimo.
- o La corriente nominal debe ser de 16 A por fase.
- o El número de fases de la red debe ser 2.

D.2.2. Osciloscopio.

- o Digital, con memoria y ancho de banda mínimo de 20 MHz.
- o Puntas para medición de alta tensión eléctrica.

- o Transformador de aislamiento de 5 kV para la tensión de alimentación del osciloscopio.
- o Puede utilizarse una sonda diferencial de alta tensión en vez de las puntas de alta tensión y el transformador de aislamiento.

D.2.3. Fuente de alimentación de c.a.

- o La forma de onda de la fuente debe cumplir con una distorsión armónica total de tensión no mayor que 3%, considerando la suma de las componentes armónicas desde la fundamental hasta la de orden 49.
- o La tensión de salida debe ser ajustable para suministrar los valores que se indican en la Tabla A1; con una frecuencia de 60 Hz.
- o La tensión de la fuente de alimentación de c. a. aplicada a la unidad bajo prueba, debe mantenerse dentro del $\pm 2.0\%$, con una carga de 16 A.
- o La frecuencia de 60 Hz de la fuente de alimentación de c. a. aplicada a la unidad bajo prueba, debe mantenerse dentro del $\pm 0.5\%$.

D.2.4. Voltmetro

El voltmetro debe ser capaz de obtener lecturas del tipo valor eficaz verdadero y estar de acuerdo con la forma de onda y la frecuencia de operación del circuito de medición. La exactitud del voltmetro debe de ser $\leq 0,5\%$.

D.2.5. Cronómetro.

- o Capacidad de registro mínimo de 30 minutos.
- o Resolución de 1.0 segundos.

D.3. Acondicionamiento de la muestra

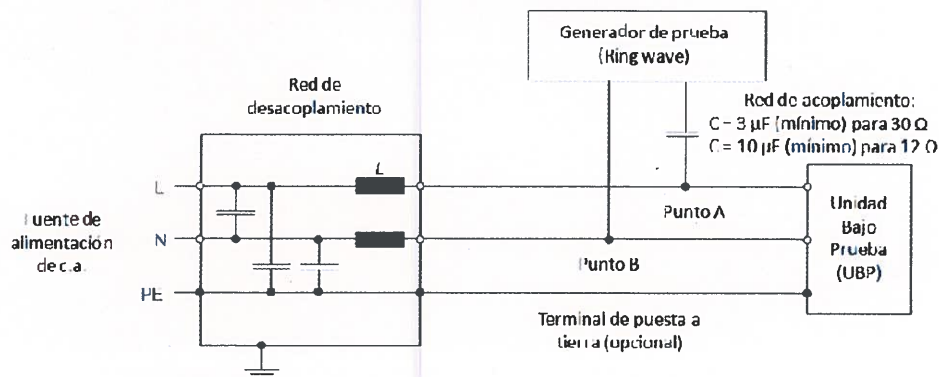
No se requieren condiciones ambientales especiales, únicamente registrar la temperatura al momento de la prueba.

D.4. Procedimiento.

D.4.1. Realizar la configuración de prueba siguiente:

- Conectar la unidad bajo prueba, fuente de alimentación de c.a. red de acoplamiento/desacoplamiento y generador de prueba de acuerdo con el circuito de la figura D2.
- Las conexiones se realizan con los equipos y muestra completamente desenergizados.
- La unidad bajo prueba debe configurarse de acuerdo con lo siguiente:
 - Se utiliza una mesa aislante de 80 cm de alto, sobre ésta se coloca un plano de tierra de referencia.
 - El plano de tierra debe ser de cobre o aluminio de 0.25 mm de espesor, puede ser de otro material metálico; sin embargo, el espesor debe mínimo debe ser 0.65 mm (éste se conecta al sistema de puesta a tierra y al generador de prueba).
 - Sobre el plano de tierra de referencia se coloca un soporte aislante de 10 cm de alto y sobre el soporte se coloca la unidad bajo prueba.

Figura D2.- Esquemático de la configuración de prueba para la conexión de fase a neutro (modo diferencial)



D.4.2. Energizar la fuente de alimentación de c.a., así como el generador de prueba.

D.4.3. Seleccionar el modo de aplicación diferencial (fase a neutro), utilizando el control respectivo en el generador de prueba o mediante las conexiones necesarias.

D.4.4. En el generador de prueba configurar lo siguiente:

a) Ajustar el nivel de prueba de acuerdo con lo que se indica en el inciso 6.3.1;

b) Ajustar el número de transitorios (eventos) de acuerdo con lo que se indica en el inciso 6.3.1, ajustar el tiempo entre transitorios a 30 s;

c) Ajustar el ángulo de aplicación de la sobretensión transitoria en 90° , respecto del cruce por cero de la fuente de alimentación de c.a.;

d) Seleccionar la impedancia de salida del generador de prueba en 30Ω

D.4.5. Preparar el osciloscopio con el disparador dispuesto para captar un solo evento.

D.4.6. Conectar las puntas de medición del osciloscopio en las terminales de alimentación de c.a., puntos A y B.

D.4.7. Verificar la existencia de la forma de onda, antes de aplicar las sobretensiones transitorias a la unidad bajo prueba, se desconecta la unidad bajo prueba de los puntos A y B, como se muestra en la figura D.2., así como la fuente de alimentación. Una vez realizada la verificación conectar nuevamente la unidad bajo prueba, así como la fuente de alimentación de c.a.

D.4.8. Conectar el voltmetro en las terminales de alimentación de c.a. de la unidad bajo prueba, puntos A y B, como se muestra en la figura D.2.,

D.4.9. Ajustar la fuente de alimentación de c.a. para energizar la unidad bajo prueba de acuerdo con los parámetros establecidos en el apéndice A inciso A.3.3, Tabla A.1. Tensiones monofásicas de prueba, seleccionando el valor de tensión para la unidad bajo prueba. Una vez ajustada la tensión de alimentación, desconectar el voltmetro.

D.4.10. En el generador, iniciar la ejecución de 7 eventos con un tiempo de repetición de 30 s entre ellos. Al concluir la generación de los eventos, la prueba se detiene manual o automáticamente (según las características del generador de prueba).

D.4.11. La unidad bajo prueba debe permanecer encendida en el transcurso de la ejecución de la prueba. Si se llegase a apagar durante la ejecución de algunos de los eventos y no se encendiese (por sí misma) nuevamente antes de que fuese ejecutado el evento siguiente; la prueba se da por terminada y se registra que la unidad bajo prueba no cumple con los requisitos establecidos en el inciso 6.3.1.

D.4.12. Si la unidad bajo prueba permanece encendida al concluir la ejecución del séptimo evento; y continúa encendida hasta concluir el lapso de 15 minutos; la prueba se da por terminada y se registra que la unidad bajo prueba cumple con los requisitos establecidos en el inciso 6.3.1.

Apéndice E

Normativo

Medición de la distorsión armónica total

E.1. Objetivo

Este apéndice normativo tiene como objetivo establecer los requisitos técnicos mínimos que se deben cumplir para realizar la medición de distorsión armónica total en la intensidad de corriente eléctrica.

E.2. Instrumentos y equipos.

E.2.1. Fuente de poder

La distorsión total de armónicas de la tensión de alimentación, no debe de exceder el 3%, de la suma de las componentes armónicas considerando hasta la 49.

E.2.2. Analizador de potencia

El equipo de medición debe ser capaz de medir hasta la componente armónica 49, con una exactitud de $\leq 0,5\%$.

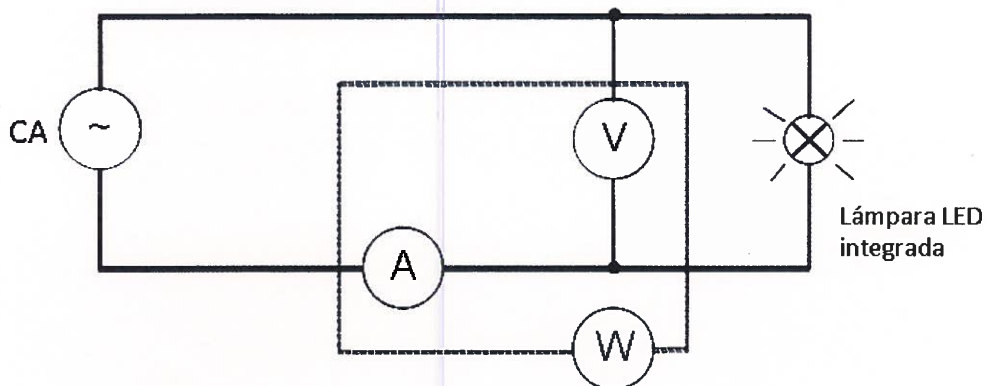
E.3. Preparación y acondicionamiento de las muestras

La preparación y el acondicionamiento de la muestra se deben hacer de acuerdo a lo establecido en el inciso A.3, del Apéndice A Mediciones eléctricas, fotométricas y radiométricas para lámparas de LED integradas.

E.3.1. Circuito de medición.

La conexión debe de hacerse entre la fuente de alimentación y el espécimen de prueba, como se muestra en la Figura E.1.

Figura E.1. Circuito de prueba para Lámparas de LED integradas.



E.4. Procedimiento

Las mediciones de distorsión de armónicas total deben realizarse simultáneamente con las mediciones eléctricas, fotométricas y radiométricas.

Tómese, lo más rápidamente posible entre ellas, las lecturas de distorsión armónica total en intensidad de corriente eléctrica y tensión eléctrica en los instrumentos correspondientes.

Apéndice F Informativo

Representación de la lámpara omnidireccional y direccional con base arriba

Figura F.1. Lámpara omnidireccional

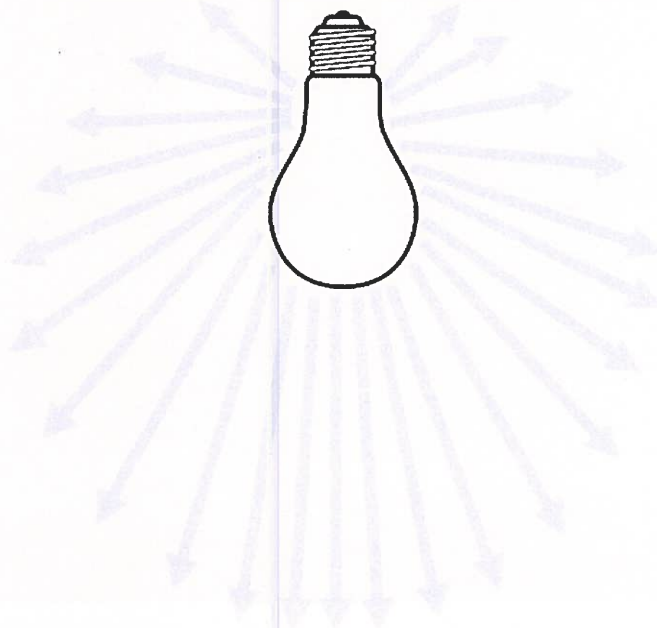
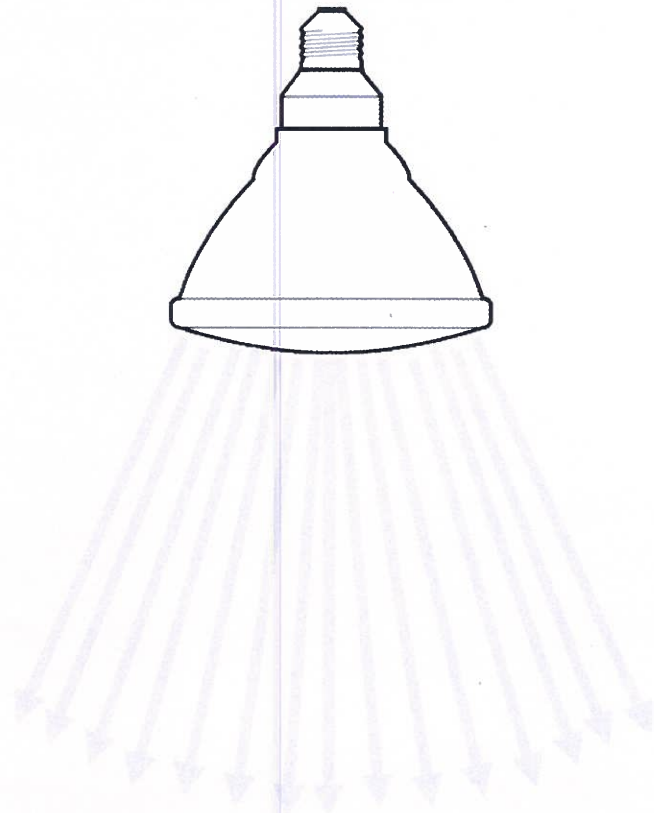


Figura F.2. Lámpara direccional

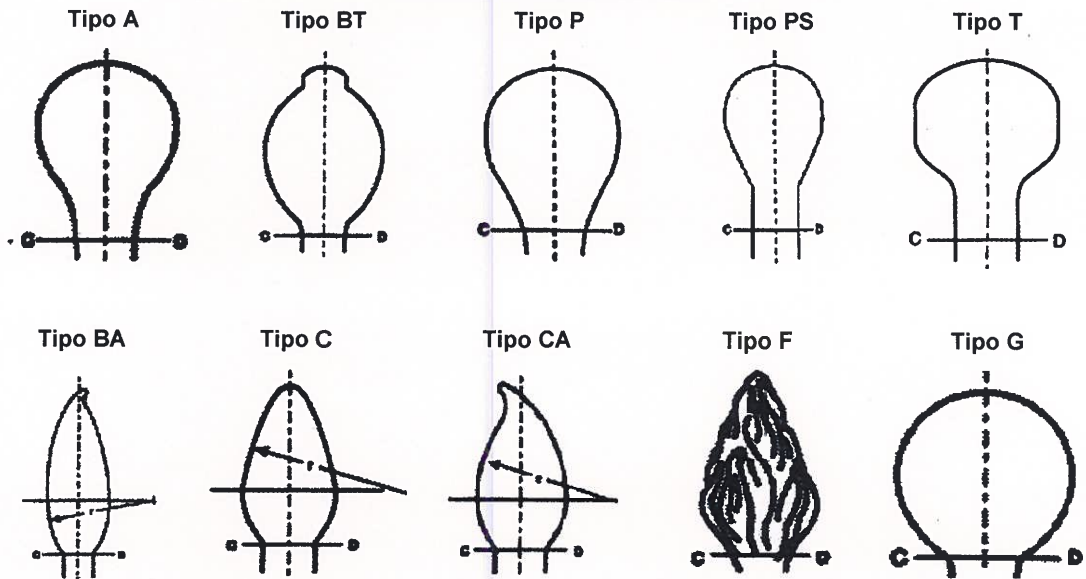


Apéndice G

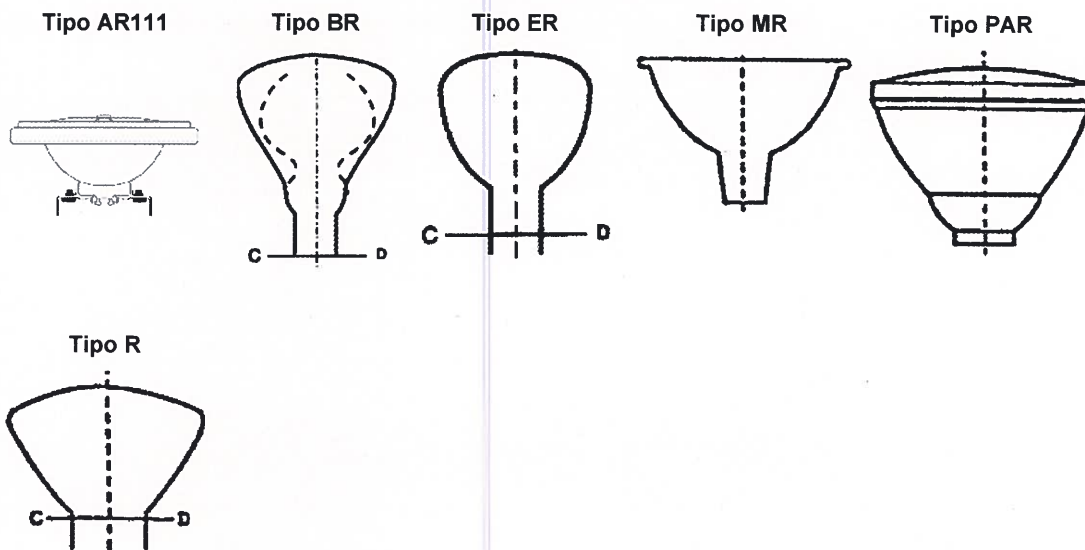
Informativo

Tipos de bulbos

Lámparas omnidireccionales



Lámparas direccionales.



Apéndice H

Informativo

Recomendaciones para la medición con esfera integradora

H.1. Configuración de la esfera de integración luminosa.

De acuerdo al tipo de distribución de luz de las lámparas de LED integradas (omnidireccionales y direccionales), se recomienda utilizar las siguientes geometrías en la esfera de integración luminosa:

- a) La configuración 4π se utiliza para todas las mediciones fotométricas de lámparas de LED integradas omnidireccionales y direccionales (véase la Figura H.1.).
- b) La configuración 2π se utiliza para todas las mediciones fotométricas de lámparas de LED integradas direccionales (véase la Figura H.2.).

Figura H.1. Configuración de la esfera integradora 4π

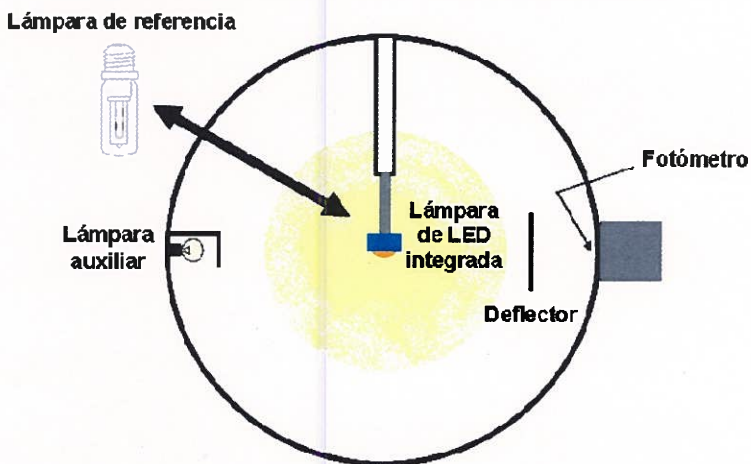
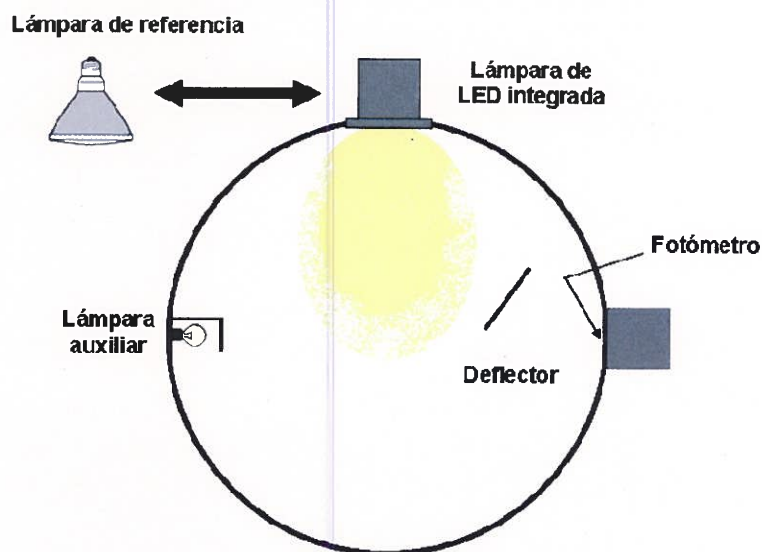


Figura H.2. Configuración de la esfera integradora 2π 

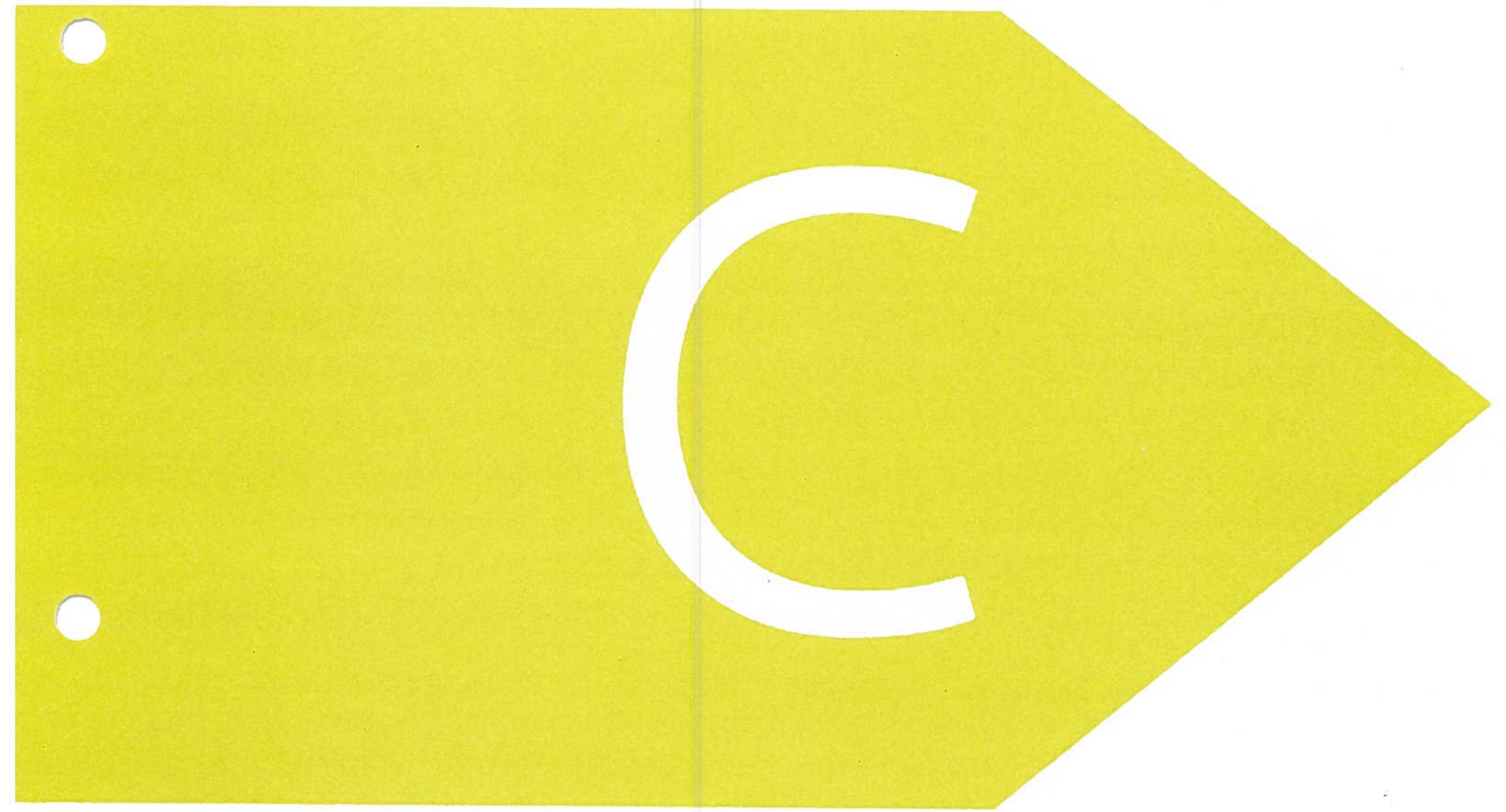
Apéndice I Informativo

Tipos de bases para lámparas de LED integradas

Para el correcto funcionamiento de las lámparas de LED integradas omnidireccionales y direccionales, deben contar con la base adecuada para operar en el intervalo de tensiones eléctricas de alimentación de 100 V a 277 V c. a., como se muestra en la Tabla I.1.

Tabla I.1 Tipos de Bases para Lámparas LED integradas

Tipo de base de la lámpara	100 V a 277 V
G4	Uso Incorrecto
GU4	Uso Incorrecto
G5.3	Uso Incorrecto
GU5.3	Uso Incorrecto
GX5.3	Uso Incorrecto
G6.35	Uso Incorrecto
GX6.35	Uso Incorrecto
GY6.35	Uso Incorrecto
GZ6.35	Uso Incorrecto
G53	Uso Incorrecto
E12	Uso Correcto
E14	Uso Correcto
E26	Uso Correcto
E27	Uso Correcto
E39	Uso Correcto
E40	Uso Correcto
G9	Uso Correcto
GU10	Uso Correcto
GZ10	Uso Correcto



LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA

Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Presidencia de la República.

FELIPE DE JESÚS CALDERÓN HINOJOSA,
Presidente de los Estados Unidos Mexicanos, a sus habitantes sabed:

Que el Honorable Congreso de la Unión, se ha servido dirigirme el siguiente

DECRETO

“EL CONGRESO GENERAL DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, D E C R E T A:

ARTÍCULO ÚNICO. Se expide la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, para quedar como sigue:

LEY PARA EL APROVECHAMIENTO DE ENERGÍAS RENOVABLES Y EL FINANCIAMIENTO DE LA TRANSICIÓN ENERGÉTICA¹

Capítulo I.- Disposiciones Generales

Artículo 1o.- La presente Ley es de orden público y de observancia general en toda la República Mexicana. Tiene por objeto regular el aprovechamiento de fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias para generar electricidad con fines distintos a la prestación del servicio público de energía eléctrica, así como establecer la estrategia nacional y los instrumentos para el financiamiento de la transición energética.

Se excluye del objeto de la presente Ley, la regulación de las siguientes fuentes para generar electricidad:

- I. Minerales radioactivos para generar energía nuclear;
- II. Energía hidráulica de fuentes con capacidad de generar más de 30 megawatts;
- III. Residuos industriales o de cualquier tipo cuando sean incinerados o reciban algún otro tipo de tratamiento térmico, y
- IV. Aprovechamiento de rellenos sanitarios que no cumplan con la normatividad ambiental.

Artículo 2o.- El aprovechamiento de las fuentes de energía renovable y el uso de tecnologías limpias es de utilidad pública y se realizará en el marco de la estrategia nacional para la transición energética mediante la cual el Estado mexicano promoverá la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.

El Reglamento de esta Ley establecerá los criterios específicos de utilización de las distintas fuentes de energías renovables, así como la promoción para la investigación y desarrollo de las tecnologías limpias para su aprovechamiento.

Artículo 3o.- Para los efectos de esta Ley se entenderá por:

- I. **Comisión.-** La Comisión Reguladora de Energía;
- II. **Energías renovables.-** Aquellas reguladas por esta Ley, cuya fuente reside en fenómenos de la naturaleza, procesos o materiales susceptibles de ser transformados en energía aprovechable por la humanidad, que se regeneran naturalmente, por lo que se encuentran disponibles de forma continua o periódica, y que se enumeran a continuación:
 - a) El viento;

¹ Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 28 de noviembre de 2008

- b) La radiación solar, en todas sus formas;
 - c) El movimiento del agua en cauces naturales o artificiales;
 - d) La energía oceánica en sus distintas formas, a saber: maremotriz, maremotérmica, de las olas, de las corrientes marinas y del gradiente de concentración de sal;
 - e) El calor de los yacimientos geotérmicos;
 - f) Los bioenergéticos, que determine la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, y
 - g) Aquellas otras que, en su caso, determine la Secretaría, cuya fuente cumpla con el primer párrafo de esta fracción;
- III. **Externalidades.-** Los impactos positivos o negativos que genera la provisión de un bien o servicio y que afectan a una tercera persona. Las externalidades ocurren cuando los costos o beneficios de los productores o compradores de un bien o servicio son diferentes de los costos o beneficios sociales totales que involucran su producción y consumo;
- IV. **Estrategia.-** La Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía;
- V. **Generador.-** Persona física de nacionalidad mexicana o persona moral constituida conforme a las leyes mexicanas y con domicilio en el territorio nacional, que genere electricidad a partir de energías renovables;
- VI. **Ley.-** La Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética;
- VII. **Programa.-** El Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables;
- VIII. **Secretaría.-** La Secretaría de Energía, y
- IX. **Suministrador.-** Aquel que establece la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica.

Artículo 4o.- El aprovechamiento de los cuerpos de agua, los bioenergéticos, el viento y los recursos geotérmicos, así como la explotación de minerales asociados a los yacimientos geotérmicos, para la producción de energía eléctrica, se sujetará y llevará a cabo de conformidad con las disposiciones jurídicas aplicables en la materia.

Capítulo II.- De la Autoridad

Artículo 5o.- El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, ejercerá las atribuciones conferidas por esta Ley.

Artículo 6o.- Corresponde a la Secretaría:

- I. Elaborar y coordinar la ejecución del Programa;
- II. Coordinar el Consejo Consultivo para las Energías Renovables, cuyo objetivo será conocer las opiniones de los diversos sectores vinculados a la materia. El Reglamento de esta Ley establecerá los términos en los que se constituirá y operará dicho Consejo;
- III. En coordinación con la Secretaría de Economía, definir las políticas y medidas para fomentar una mayor integración nacional de equipos y componentes para el aprovechamiento de las energías renovables y su transformación eficiente;
- IV. Observar los compromisos internacionales adquiridos por México en materia de aprovechamiento de las energías renovables y cambio climático, cuyo cumplimiento esté relacionado con esta Ley;
- V. Observar lo establecido en los programas nacionales en materia de mitigación del cambio climático;

VI. Establecer y actualizar el Inventario Nacional de las Energías Renovables, con programas a corto plazo y planes y perspectivas a mediano y largo plazo comprendidas en el Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables y en la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía, y

VII. Las demás que en esta materia le otorguen esta Ley u otros ordenamientos.

Artículo 7o.- Sin perjuicio de las que su propia ley le otorga, la Comisión Reguladora de Energía tendrá las atribuciones siguientes:

- I. Expedir las normas, directivas, metodologías y demás disposiciones de carácter administrativo que regulen la generación de electricidad a partir de energías renovables, de conformidad con lo establecido en esta Ley, atendiendo a la política energética establecida por la Secretaría;
- II. Establecer, previa opinión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público y la Secretaría de Energía, los instrumentos de regulación para el cálculo de las contraprestaciones por los servicios que se presten entre sí los Suministradores y los Generadores;
- III. Solicitar al Suministrador la revisión y, en su caso, la modificación de las reglas de despacho, para dar cumplimiento a las disposiciones de esta Ley;
- IV. Solicitar al Centro Nacional de Control de Energía la adecuación de las reglas de despacho para garantizar el cumplimiento de la Ley;
- V. Expedir las metodologías para determinar la aportación de capacidad de generación de las tecnologías de energías renovables al Sistema Eléctrico Nacional. Para la elaboración de dichas metodologías considerará la información proporcionada por los Suministradores, las investigaciones realizadas por institutos especializados, las mejores prácticas de la industria y demás evidencia nacional e internacional;
- VI. Expedir las reglas generales de interconexión al Sistema Eléctrico Nacional que le deberán proponer los Suministradores, escuchando la opinión de los Generadores, y
- VII. Expedir los procedimientos de intercambio de energía y los sistemas correspondientes de compensaciones, para todos los proyectos y sistemas de autoabastecimiento, cogeneración o pequeña producción por energías renovables, que estén conectados con las redes del Sistema Eléctrico Nacional.

Artículo 8o.- El Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría de Energía podrá suscribir convenios y acuerdos de coordinación con los gobiernos del Distrito Federal o de los Estados, con la participación en su caso de los Municipios, con el objeto de que, en el ámbito de sus respectivas competencias:

- I. Establezcan bases de participación para instrumentar las disposiciones que emita el Ejecutivo Federal de conformidad con la presente Ley;
- II. Promuevan acciones de apoyo al desarrollo industrial para el aprovechamiento de las energías renovables;
- III. Faciliten el acceso a aquellas zonas con un alto potencial de fuentes de energías renovables para su aprovechamiento y promuevan la compatibilidad de los usos de suelo para tales fines;
- IV. Establezcan regulaciones de uso del suelo y de construcciones, que tomen en cuenta los intereses de los propietarios o poseedores de terrenos para el aprovechamiento de las energías renovables, y
- V. Simplifiquen los procedimientos administrativos para la obtención de permisos y licencias para los proyectos de aprovechamiento de energías renovables.

Artículo 9o.- La Secretaría de Economía, en coordinación con la Secretaría de Energía, definirá las políticas y medidas para fomentar una mayor integración nacional de equipos y componentes para el aprovechamiento de las energías renovables y su transformación eficiente.

Artículo 10.- La Secretaría de Energía, con la opinión de la Secretaría de Hacienda y Crédito Público, de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales y de la Secretaría de Salud, elaborará una metodología para valorar las externalidades asociadas con la generación de electricidad, basada en energías renovables, en sus distintas escalas, así como las acciones de política a que se refiere esta Ley, relacionadas con dichas externalidades. A partir de esa metodología y acciones de política, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales diseñará mecanismos de regulación ambiental para el aprovechamiento de energías renovables.

Capítulo III.- De la Planeación y la Regulación

Artículo 11.- La Secretaría de Energía elaborará y coordinará la ejecución del Programa, para lo cual deberá:

- I. Promover la participación social durante la planeación, aplicación y evaluación del Programa, de conformidad con lo establecido por la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y los demás ordenamientos aplicables;
- II. Establecer objetivos y metas específicas para el aprovechamiento de energías renovables, así como definir las estrategias y acciones necesarias para alcanzarlas;
- III. Establecer metas de participación de las energías renovables en la generación de electricidad, las cuales tenderán a aumentar sobre bases de viabilidad económica. Dichas metas se expresarán en términos de porcentajes mínimos de capacidad instalada y porcentajes mínimos de suministro eléctrico, e incluirán metas para los Suministradores y los Generadores;
- IV. Incluir la construcción de las obras de infraestructura eléctrica necesarias para que los proyectos de energías renovables se puedan interconectar con el Sistema Eléctrico Nacional;
- V. Incluir en las metas la mayor diversidad posible de energías renovables, tomando en cuenta su disponibilidad en las distintas regiones del país y los ciclos naturales de dichas fuentes, con el fin de aumentar su aportación de capacidad al Sistema Eléctrico Nacional;
- VI. Asegurar la congruencia entre el Programa y los otros instrumentos de planeación del sector energía;
- VII. Definir estrategias para fomentar aquellos proyectos que a partir de fuentes renovables de energía provean energía eléctrica a comunidades rurales que no cuentan con este servicio, estén o no aislados de las redes eléctricas, y
- VIII. Definir estrategias para promover la realización de proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables preferentemente para los propietarios o poseedores de los terrenos y los sujetos de derechos sobre los recursos naturales involucrados en dichos proyectos.

El Programa será de observancia obligatoria para las Entidades y Dependencias de la Administración Pública Federal, en el ámbito de sus respectivas competencias, y deberá ser difundido al público.

Artículo 12.- En la elaboración del Programa, la Secretaría considerará los beneficios económicos netos potenciales de generarse por el aprovechamiento de las energías renovables.

Artículo 13.- La Secretaría de Energía considerará los beneficios a que se refiere el artículo 12 de la presente Ley, en la evaluación económica de los proyectos de aprovechamiento de energías renovables que realicen los Suministradores.

Artículo 14.- La Comisión, previa opinión de las Secretarías de Hacienda y Crédito Público y de Energía, determinará las contraprestaciones máximas que pagarán los Suministradores a los Generadores que utilicen energías renovables. Dichas contraprestaciones deberán incluir pagos por los costos derivados de la capacidad de generación y por la generación de energía asociada al proyecto.

Las contraprestaciones podrán depender de la tecnología y de la ubicación geográfica de los proyectos.

Artículo 15.- La Comisión expedirá las directrices a que se sujetarán los modelos de contrato entre los Suministradores y los Generadores que utilicen energías renovables.

Artículo 16.- Los Suministradores deberán celebrar contratos de largo plazo con los Generadores que utilizan energías renovables que cuenten con un permiso de la Comisión, conforme a las directrices que expida la misma Comisión.

Artículo 17.- En el caso de venta de la energía que sobra racionalmente después del autoconsumo de la producción, de conformidad con lo establecido en la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica de proyectos de autoabastecimiento con energías renovables o de cogeneración de electricidad, las contraprestaciones se fijarán de acuerdo con la metodología que a tal efecto apruebe la Comisión.

Artículo 18.- El Sistema Eléctrico Nacional recibirá la electricidad producida con energías renovables excedentes de proyectos de autoabastecimiento o por proyectos de cogeneración de electricidad, de conformidad con lo establecido en el artículo 36 bis de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica y conforme a lo señalado en el presente ordenamiento.

Los Generadores se sujetarán a las condiciones que establezca la Comisión para los servicios de conducción, transformación y entrega de energía eléctrica, de conformidad con lo dispuesto por la Ley de la Comisión Reguladora de Energía.

Artículo 19.- Los Suministradores recibirán los excedentes razonables de conformidad con las condiciones de operación y de economía del sistema eléctrico, así como de distribución geográfica y de variabilidad en el tiempo de las distintas tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables.

Artículo 20.- Las atribuciones de la Comisión, referidas en el artículo 7o. de la presente Ley, se aplicarán a los sistemas de cogeneración de electricidad aunque no utilicen energías renovables, de acuerdo con las definiciones establecidas en el artículo 36, fracción II, de la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, siempre y cuando dichos sistemas cumplan con el criterio de eficiencia que establezca la propia Comisión.

Artículo 21.- Los proyectos de generación de electricidad a partir de energías renovables con una capacidad mayor de 2.5 Megawatts, procurarán:

- I. Asegurar la participación de las comunidades locales y regionales, mediante reuniones y consultas públicas convocadas por las autoridades municipales, ejidales o comunales; en dichas reuniones deberán convenir la participación de los proyectos en el desarrollo social de la comunidad;
- II. Según se convenga en el contrato respectivo, pagar el arrendamiento a los propietarios de los predios o terrenos ocupados por el proyecto de energía renovable; la periodicidad de los pagos podrá ser convenida con los interesados, pero en ningún caso será inferior a dos veces por año;
- III. Promover el desarrollo social en la comunidad, en la que se ejecuten los proyectos de generación con energías renovables, conforme a las mejores prácticas internacionales y atender a la normatividad aplicable en materia de desarrollo rural sustentable, protección del medio ambiente y derechos agrarios.

Capítulo IV.- De la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía

Artículo 22.- Se establece la Estrategia como el mecanismo mediante el cual el Estado Mexicano impulsará las políticas, programas, acciones y proyectos encaminados a conseguir una mayor utilización y aprovechamiento de las fuentes de energía renovables y las tecnologías limpias, promover la eficiencia y sustentabilidad energética, así como la reducción de la dependencia de México de los hidrocarburos como fuente primaria de energía.

Artículo 23.- La Estrategia, encabezada por la Secretaría, tendrá como objetivo primordial promover la utilización, el desarrollo y la inversión en las energías renovables a que se refiere esta Ley y la eficiencia energética.

Artículo 24.- Con el fin de ejercer con eficiencia los recursos del sector público, evitando su dispersión, la Estrategia comprenderá los mecanismos presupuestarios para asegurar la congruencia y consistencia de las acciones destinadas a promover el aprovechamiento de las tecnologías limpias y energías renovables mencionadas en el artículo anterior, así como el ahorro y el uso óptimo de toda clase de energía en todos los procesos y actividades, desde su explotación hasta su consumo.

La Estrategia, en términos de las disposiciones aplicables, consolidará en el Presupuesto de Egresos de la Federación las provisiones de recursos del sector público tendientes a:

- I. Promover e incentivar el uso y la aplicación de tecnologías para el aprovechamiento de las energías renovables, la eficiencia y el ahorro de energía;
- II. Promover y difundir el uso y la aplicación de tecnologías limpias en todas las actividades productivas y en el uso doméstico;
- III. Promover la diversificación de fuentes primarias de energía, incrementando la oferta de las fuentes de energía renovable;
- IV. Establecer un programa de normalización para la eficiencia energética;
- V. Promover y difundir medidas para la eficiencia energética, así como el ahorro de energía, y
- VI. Proponer las medidas necesarias para que la población tenga acceso a información confiable, oportuna y de fácil consulta en relación con el consumo energético de los equipos, aparatos y vehículos que requieren del suministro de energía para su funcionamiento.

Artículo 25.- El Ejecutivo Federal, al enviar a la Cámara de Diputados el proyecto de Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal que corresponda, consolidará los recursos del sector público que proponga establecer dentro de la Estrategia.

El monto mínimo de recursos a ser programado para los subsecuentes ejercicios fiscales será actualizado cada tres años, considerando entre otros, el crecimiento real de la economía y el crecimiento real del gasto programable del sector público, de conformidad con las disposiciones que se establezcan en el Presupuesto de Egresos de la Federación correspondiente.

Artículo 26.- Cada año la Secretaría llevará a cabo la actualización de la Estrategia y presentará una prospectiva sobre los avances logrados en la transición energética y el aprovechamiento sustentable de las energías renovables, incluyendo un diagnóstico sobre las aplicaciones de las tecnologías limpias y las energías renovables, así como sobre el ahorro y uso óptimo de toda clase de energía.

Artículo 27.- Se crea el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

El Fondo contará con un comité técnico integrado por representantes de las Secretarías de Energía, quien lo presidirá, de Hacienda y Crédito Público, de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, de Medio Ambiente y Recursos Naturales, de la Comisión Federal de Electricidad, de la Compañía de Luz y Fuerza del Centro, del Instituto Mexicano del Petróleo, del Instituto de Investigaciones Eléctricas y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología.

El comité emitirá las reglas para la administración, asignación y distribución de los recursos en el Fondo, con el fin de promover los objetivos de la Estrategia.

Asimismo, con el propósito de potenciar el financiamiento disponible para la transición energética, el ahorro de energía, las tecnologías limpias y el aprovechamiento de las energías renovables, el comité técnico a que se refiere este artículo, podrá acordar que con cargo al Fondo se utilicen recursos no recuperables para el otorgamiento de garantías de crédito u otro tipo de apoyos financieros para los proyectos que cumplan con el objeto de la Estrategia.

Artículo 28.- Los recursos de la Estrategia deberán ser ejercidos con base en los principios de honestidad, legalidad, productividad, eficiencia, eficacia, rendición de cuentas, transparencia gubernamental y máxima publicidad.

Artículo 29.- La Estrategia se sujetará a los mecanismos de control, auditoría, evaluación y rendición de cuentas que establezcan las disposiciones legales, a fin de asegurar el cumplimiento de los principios enumerados en el artículo precedente.

Artículo 30.- El Ejecutivo Federal, los gobiernos de las entidades federativas, del Distrito Federal y de los Municipios, podrán firmar convenios con los Suministradores con objeto de que, de manera conjunta, se lleven a cabo proyectos de aprovechamiento de las energías renovables disponibles en su territorio.

Artículo 31.- El Ejecutivo Federal diseñará e instrumentará las políticas y medidas para facilitar el flujo de recursos derivados de los mecanismos internacionales de financiamiento relacionados con la mitigación del cambio climático.

Dichas políticas y medidas promoverán la aplicación de los mecanismos internacionales orientados a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, de conformidad con la legislación ambiental aplicable. Asimismo, las Dependencias, entidades competentes, o a quien designen éstas, podrán desempeñar al igual que los Suministradores, el papel de intermediarios entre los proyectos de aprovechamiento de las energías renovables y los compradores de certificados de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en el mercado internacional.

Transitorios

Primero. La presente Ley entrará en vigor el día siguiente al de su publicación en el Diario Oficial de la Federación.

Segundo. La Cámara de Diputados proveerá lo necesario en el Presupuesto de Egresos de la Federación para que la Secretaría de Energía cuente con los recursos humanos y materiales para dar cabal cumplimiento a las atribuciones conferidas con motivo del presente Decreto.

Tercero. En un plazo no mayor de seis meses a partir de la publicación de la presente Ley, la Secretaría someterá, de acuerdo con las disposiciones aplicables, el Programa a la consideración y aprobación del Presidente de la República.

Cuarto. En un plazo no mayor de seis meses a partir de la publicación de la presente Ley, el Ejecutivo Federal constituirá el mecanismo referido en su artículo 31 y publicará sus reglas de operación.

Quinto. En un plazo no mayor a ocho meses posteriores a la publicación de la presente Ley, el Ejecutivo Federal publicará el Reglamento respectivo.

Sexto. En un plazo no mayor de seis meses a partir de la publicación de la presente Ley, la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales publicará los mecanismos establecidos en su artículo 10.

Séptimo. En un plazo no mayor de nueve meses a partir de la publicación de la presente Ley, la Secretaría publicará las disposiciones establecidas en la fracción III del artículo 6o.

Octavo. En un plazo no mayor de nueve meses a partir de la publicación de la presente Ley, la Comisión expedirá los modelos de contrato referidos en el artículo 15.

Noveno. En un plazo no mayor de nueve meses a partir de la publicación de la presente Ley, la Secretaría publicará la metodología establecida en su artículo 10.

Décimo. La Secretaría, para el establecimiento de las metas de participación de las energías renovables, considerará los recursos financieros previstos por las convenciones y tratados de los que México sea parte, así como los programas internacionales de financiamiento que se hayan diseñado o puesto en marcha antes de la fecha de publicación de la presente Ley.

Décimo Primero. En el Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2009, se destinarán tres mil millones de pesos para el Fondo para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

Antes del 30 de junio de 2009, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público consolidará la información sobre las provisiones de recursos del sector público incluidas en el Presupuesto de Egresos de la Federación para el Ejercicio Fiscal 2009, a que se

refiere el artículo 24 de esta Ley. Con base en dicha información se establecerá el monto mínimo de recursos a ser programado en los subsecuentes ejercicios fiscales. La información antes señalada se enviará al Congreso de la Unión para su conocimiento.

Además, para cada uno de los ejercicios fiscales del 2010 y 2011, el monto propuesto en el proyecto de Decreto de Presupuesto de Egresos de la Federación para el Fondo a que se refiere el artículo 27 de esta Ley será de tres mil millones de pesos. El monto anterior deberá actualizarse por la variación esperada del Índice Nacional de Precios al Consumidor entre 2009 y el año que se presupuesta.

Décimo Segundo. A más tardar el 30 de junio de 2009, el Ejecutivo Federal, por conducto de la Secretaría, presentará públicamente la Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía.

México, D.F., a 28 de octubre de 2008.- Sen. **Gustavo Madero Muñoz**, Presidente.- Dip. **César Horacio Duarte Jáquez**, Presidente.- Sen. **Renán Cleominio Zoreda Novelo**, Secretario.- Dip. **Jacinto Gómez Pasillas**, Secretario.- Rúbricas.”

En cumplimiento de lo dispuesto por la fracción I del Artículo 89 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, y para su debida publicación y observancia, expido el presente Decreto en la Residencia del Poder Ejecutivo Federal, en la Ciudad de México, Distrito Federal, a veintisiete de noviembre de dos mil ocho.- **Felipe de Jesús Calderón Hinojosa**.- Rúbrica.- El Secretario de Gobernación, **Fernando Francisco Gómez Mont Urueta**.- Rúbrica.



Iniciativas Internacionales que promueven Sistemas Eficientes de Iluminación en Vialidades (SEAD)



28 Febrero 2014



SEAD es una colaboración gubernamental multinacional cuyo objetivo principal es acelerar la transformación del mercado global hacia productos energéticamente eficientes



Las medidas tomadas por los participantes de SEAD desde su lanzamiento en el 2010 podrían ahorrar 600 TWh de electricidad al año en el 2030*

* = Energía producida por 200 plantas generadoras de electricidad de tamaño mediano alimentadas con carbón





SEAD acelera el ritmo de transformación del mercado hacia productos energéticamente eficientes



Premios

Mostrando los líderes en eficiencia energética

Incentivos

Aumentando la demanda de productos eficientes

Adquisición

Liderando con ejemplo, herramientas y buenas prácticas

Normas y Etiquetas

Garantizando un rendimiento eficiente desde el punto de vista energético

Análisis Técnico

Proporcionando las bases para el éxito de esta política

Asistencia Técnica

Apoyando la implementación



Información general del grupo de trabajo para la adquisición de bienes y servicios

- **Quién:** Canadá, México, India, Sudáfrica, Suecia, el Reino Unido y los Estados Unidos.
- **Qué:** Utilizar el poder adquisitivo al por mayor del sector público y privado para fomentar el uso de dispositivos y equipos eficientes desde el punto de vista energético a nivel global
- **Cómo:** Participar en programas y políticas de soporte, forjar asociaciones estratégicas para alcanzar las metas
- **Por qué:** Los programas de adquisiciones públicas pueden liderar con el ejemplo y concientizar al consumidor. Las adquisiciones del sector público son lo suficientemente importantes como para transmitir la necesidad de productos eficientes en el mercado y la cooperación puede acelerar la transformación de éste.





Por qué SEAD y Alumbrado Público

- El alumbrado público es una de las fuentes de consumo de energía más importantes bajo control directo de un municipio
- Se pueden conseguir importantes ahorros de energía al involucrar a un número relativamente pequeño de compradores



La iluminación de vías y áreas públicas puede representar hasta el 40 % de la electricidad consumida por los municipios, y entre el 1 y 3 % de la demanda total de electricidad (The Climate Group, 2012).



EL rol de SEAD: Ayudando a que los municipios comprendan luminarios eficientes y apropiados

- Herramienta de SEAD para el alumbrado público - Gratuita y está disponible para ser descargada en www.superefficient.org/sltool
 - Proporciona a los municipios una manera rápida y fácil de reducir su consumo de energía y los costos de ciclo de vida asociados a posibles sustituciones de sistemas de alumbrado público ineficientes por más eficientes
- Facilitar la Colaboración
 - SEAD trabaja con asociados internacionales para mejorar el proceso de transición a sistemas de alumbrado público más eficientes



Canadian
URBAN
Institute



**ALLIANCE TO
SAVE ENERGY**
Creating an Energy-Efficient World



Asociados y Trabajo de SEAD: Programas

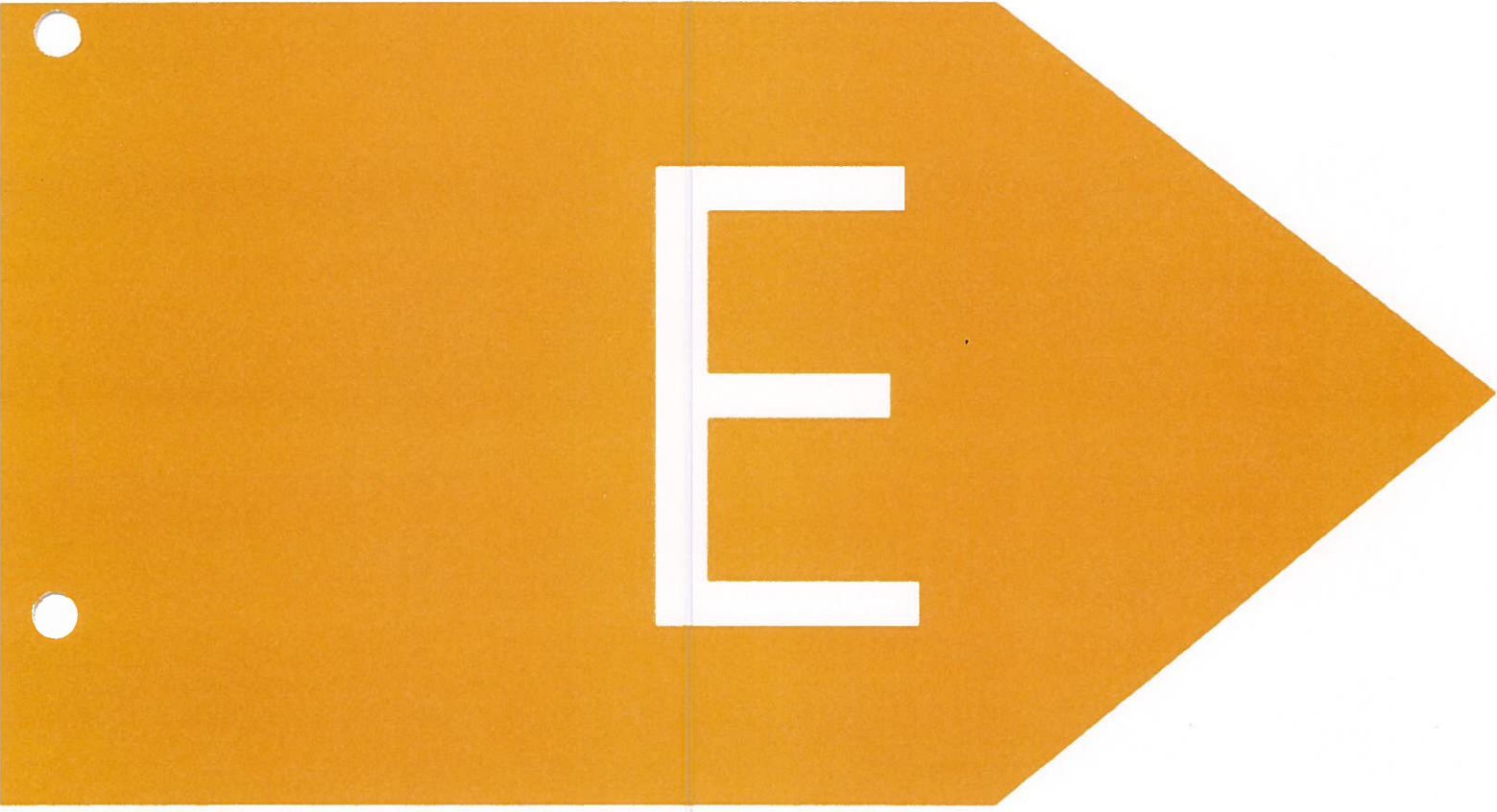
- SEAD comparte buenas prácticas y recursos desarrollados por sus asociados y respalda su adopción para uso a nivel internacional:
 - The US Municipal Solid State Lighting Consortium (El Consorcio de Alumbrado Público Municipal de Estados Unidos)
 - Un modelo de colaboración entre municipios para compartir experiencias y aprovechar recursos en la transición al alumbrado tipo LED
 - The Design Lights Consortium (El Consorcio de Diseño de Iluminación)
 - Gestiona la lista de productos calificados como productos LED de alta eficiencia en el sector comercial.
 - Incluye productos disponibles en los EE.UU y Canadá
 - LightSaver's Canada
 - Desarrolló un modelo de pre-calificación de productos con el fin de garantizar la selección de los productos adecuados para una aplicación en particular



Asociados y Obra de SEAD: Gobiernos

- Natural Resources Canada (NRCan) (*Recursos Naturales de Canadá*)
 - NRCan respalda el uso de la herramienta y la está promocionando a nivel nacional
 - SEAD ha llevado a cabo tres sesiones de capacitación práctica, auspiciadas por los asociados de la herramienta, para municipalidades, empresas públicas de electricidad y fabricantes
- Oficina de Eficiencia Energética de la India (BEE)
 - SEAD se asoció con BEE y la Asociación de Fabricantes de Componentes y Lámparas Eléctricas de la India (ELCOMA) con el fin de adaptar la herramienta para que pudiera utilizarse en los municipios de la India e integrar la herramienta a los procesos de adquisición de bienes y servicios locales
 - SEAD ha sido invitado por sus asociados para brindar capacitación en la herramienta en la India
- La Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía de México
 - SEAD está trabajando con CONUEE para adaptar la herramienta para uso en México y para su aplicación en el Proyecto Nacional de Eficiencia Energética en Alumbrado Público Municipal.





Improving Luminous Efficacy of LED Lamps to Propel the LED Lighting Market

Reference Code: **GDAE0138VPT**Publication Date: **September 2012**

1 Table of Contents

1	Table of Contents.....	1
1.1	List of Tables.....	1
1.2	List of Figures.....	1
2	Summary	1
3	Improving Luminous Efficacy of LED Lamps to Propel the LED Lighting Market	1
3.1	Overview	1
3.2	Lamp Market, Global, Market Share by Lamp Type, 2011 2	2
3.3	Lamp Market, Global, Comparison of Lighting Efficacy, 1995-2010	2
3.4	Lamp Market, Global, Comparison of Lighting Cost, 2011 3	3
3.5	LED Market, Global, Revenues by Application, 2011 - 2020 4	4
3.6	About Light Emitting Diode Lamps	5
4	Appendix.....	6
4.1	Abbreviations.....	6
4.2	Bibliography.....	6
4.3	Methodology.....	7
4.4	Contact Us.....	7
4.5	Disclaimer.....	8

1.1 List of Tables

Table 1:	Lamp Market, Global, Market Share by Lamp Type, %, 2011	2
Table 2:	Lamp Market, Global, Comparison of Lamp Efficiency by Lamp Type, lm/W, 1995–2010	3
Table 3:	Lamp Market, Global, Comparison of Lighting Cost, \$/lm, 2011.....	3
Table 4:	LED Lamp Market, Global, Average Luminous Efficacy and Cost of Lighting, 2005–2020	4
Table 5:	LED Market, Global, Revenues by Application, 2011 - 2020	4
Table 6:	LED Lamp Market, Global, Average Luminous Efficacy and Cost of Lighting, 2005–2020	6
Table 7:	Abbreviations.....	6

1.2 List of Figures

Figure 1:	Lamp Market, Global, Market Share by Lamp Type, %, 2011	2
Figure 2:	Lamp Market, Global, Comparison of Lamp Efficiency by Lamp Type, lm/W, 1995–2010	2
Figure 3:	LED Lamp Market, Global, Average Luminous Efficacy and Cost of Lighting, 2005–2020	4
Figure 4:	LED Market, Global, Revenues by Application, 2011–2020	4
Figure 5:	LED Lamp Market, Global, Value Chain.....	6

2 Summary

The Light Emitting Diode (LED) lamp market is in the nascent stages, and contributed around 0.7% to global lamp sales in 2011. Sales volume of LED lamps increased from 96 million in 2010 to 122 million in 2011 (Johnson, B, 2012). Energy savings and high efficacy are major drivers for the increased sale of LED lamps. An LED lamp consumes 30–80% less electricity than an incandescent lamp and has a luminous efficacy of 100 lumen per Watt (lm/W). The growth of the LED market is restricted by factors such as high initial cost of the lamp and lack of knowledge of the advantages of the technology. Although LED lamps have high initial costs, the low energy consumption decreases the cost per lumen. The average life span of an LED lamp is around 50,000 hours, which will reduce the cost of lighting. The overall cost (the cost of investment for purchasing the lamp and the cost of usage) of lighting for an LED lamp is the lowest when compared with other lighting sources such as the Compact Fluorescent Lamp (CFL), halogen and incandescent bulbs. The cost of lighting for a LED was approximately \$0.09/lumen (lm) in 2011 and it is expected that the cost of lighting will further decrease to \$0.05lm/W by 2020 as the luminous efficacy is expected to further increase from 100lm/W to 120lm/W by 2020.

3 Improving Luminous Efficacy of LED Lamps to Propel the LED Lighting Market

3.1 Overview

The Light Emitting Diode (LED) lamp market is in the nascent stages in terms of lamp sales. Global sales of LED lamps amounted to around 122 million in 2011, increasing from around 96 million in 2010 (The Climate Group, 2012). In 2011, LED lamps contributed a little more than 0.5% to global lamp sales. The factors inhibiting the growth of the LED lighting market are the high cost of the lamp and lack of knowledge of the advantages of the technology. For manufacturers, the high cost of manufacturing increases the payback period of the lamp. The payback period of LED lamps is eight to 10 years, whereas for incandescent lamps it is only two to three years, making medium-sized manufacturers unwilling to invest in LED technology. In order to recover costs, companies sell LED lighting at four times the cost of manufacture, which is substantially higher for end-users, especially those in the residential sector, who may focus more on price than quality. However, the price is expected to continue to fall in the future, which will create opportunities in the LED lighting market.

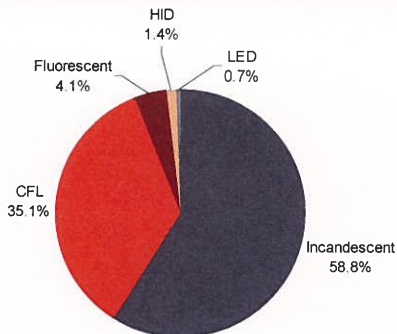
LED lamps are the most efficient lighting source in comparison to other commonly used lighting sources such as incandescent lamps and Compact Fluorescent Lamps (CFLs). LEDs have the least average cost per unit light compared to other lamp types such as incandescent lamps, CFLs and High Intensity Discharge (HID) lamps. Even though LED lamps have a high initial cost, high luminous efficacy and the long life span decrease the cost of the unit amount of light produced over the life span of the LED lamp product.

Lighting consumes approximately a fifth of the total power consumption in the world. The use of efficient lighting systems will help to decrease power consumption. Governments around the world are taking measures to phase out inefficient lighting and replace it with more efficient forms, thus giving a strong boost to the LED lighting industry. The increasing price of electricity is also aiding its development and market penetration, and higher power consumption for commercial and outdoor lighting will also save additional costs.

3.2 Lamp Market, Global, Market Share by Lamp Type, 2011

In 2011, incandescent lamps were the most popular lamps in the world, contributing more than 58% of the general lighting market. CFL lamps followed incandescent lamps with a share of around 35% in 2011. Fluorescent lamps, HID and LEDs contribute a minor share to the general lighting market. With many developed countries phasing out incandescent lamps in the near future, the shares held by other lighting sources are expected to increase rapidly during the phase out period.

Figure 1: Lamp Market, Global, Market Share by Lamp Type, %, 2011



Source: GlobalData

Table 1: Lamp Market, Global, Market Share by Lamp Type, %, 2011

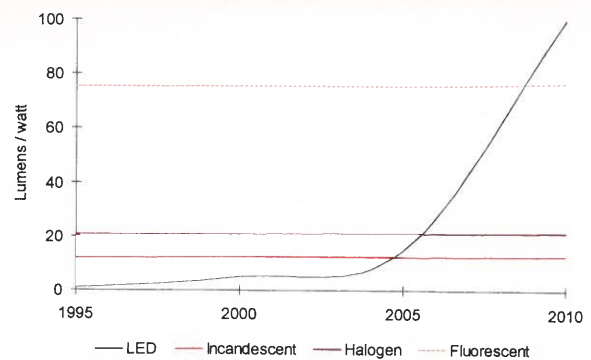
Lamp type	Global share
Incandescent	58.7%
CFL	35.1%
Fluorescent	4.1%
HID	1.4%
LED	0.7%

Source: GlobalData

3.3 Lamp Market, Global, Comparison of Lighting Efficacy, 1995-2010

LED lamp technology has been developing rapidly over recent years. These technological developments have resulted in substantial increases in LED lamp efficacy. The efficacy of traditional lamps such as incandescent lamps and halogens has remained the same for the last two decades. The efficacy of LED lamps increased from 1.1 lumen per watt (lm/W) in 1995 to around 100lm/W in 2010 (The Climate Group, 2012). However, the efficacy of other lamps did not change much during the period. The increase in efficacy will result in LED lamps becoming more economical in terms of life span compared to other lamp types. Figure two illustrates the efficacy of LED, incandescent, halogen and fluorescent lamps between 1995 and 2010.

Figure 2: Lamp Market, Global, Comparison of Lamp Efficiency by Lamp Type, lm/W, 1995-2010



Source: GlobalData; The Climate Group, 2012

Table 2: Lamp Market, Global, Comparison of Lamp Efficiency by Lamp Type, lm/W, 1995–2010

Year	LED	Incandescent	Halogen	Fluorescent
1995	1.1	12.1	20.6	75.2
2000	5.2	12.2	20.8	75.2
2005	15	12.3	21	75.4
2010	100	12.7	21.3	76.4

Source: GlobalData; The Climate Group, 2012

3.4 Lamp Market, Global, Comparison of Lighting Cost, 2011

Purchasing price is the most significant barrier obstructing the deployment of efficient lighting. CFLs, High Intensity Discharge (HID) lamps and LEDs are expensive compared to incandescent lamps. An 100 W incandescent lamp costs around \$0.5, whereas the equivalent 21 W CFLs and 15 W LEDs used for the same purpose and emitting an equivalent amount of light cost approximately \$4 and \$35 respectively. However, the overall cost of energy efficient lighting for a longer usage period as compared to incandescent lamp is much lower, since efficient lighting consumes 30–80% less electricity than incandescent lamps.

Table three compares 100 W incandescent lamp, 12 W CFL, 15 W LED and 75 W halogen lamps that emit of equivalent amount of light. The lamps are compared in relation to a usage period of 60,000 hours. The number of lamps required for 60,000 hours of lighting is highest for incandescent lamps, as these lamps have a low average life span. For lighting the same number of hours, only 1.2 LEDs are required, as the LEDs have an average life span of around 50,000 hours. Higher average life span decreases the investment on replacing lamps enormously. With a high luminous efficacy of close to 100lm/W, LED lamps consume a much lower amount of electricity compared to incandescent lamps, which further decreases the cost of lighting. The overall cost – calculated on the basis of the cost of investment of lamp and the cost of usage – of lighting for LED lamps is around \$0.09/lm, compared to \$0.18/lm, \$1.2/lm and \$1.6/lm for CFL, halogen lamps and incandescent lamps respectively.

Table 3: Lamp Market, Global, Comparison of Lighting Cost, \$/lm, 2011

	Incandescent lamps	CFL	LED lamps	Halogen lamps
Wattage (W)	100	21	15	75
Initial cost per lamp (\$)	0.5	4	35	6
Lifespan (hours)	1,000	10,000	50,000	4,000
Average luminous efficacy (Lm/W)	15	70	100	20
Electricity charge (\$ per unit kWh)	0.1	0.1	0.1	0.1
Energy consumed in 60,000 hours (kWh)	6,000	1,260	900	4,500
Energy cost over 60,000 hours (\$)	600	126	90	450
Number of lamps used over 60,000 hours	60	6	1.2	15
Lamp replacement cost over 60,000 hours (\$)	30	24	42	90
Total cost of lamp for lighting for 60,000 hours (\$)	2,400	270	140	1,800
Cost of unit light (\$/lumen)	1.6	0.18	0.09	1.2

Source: GlobalData

Figure three compares the average luminous efficacy and the cost of lighting for an LED lamp between 2005 and 2020. The cost of lighting decreased from \$0.338/lm in 2005 to \$0.086/lm in 2010, as luminous efficacy had increased during the period. With luminous efficacy expected to further increase from 100lm/W to 120lm/W by 2020, the cost of lighting will decrease further to 0.05lm/W by 2020.

4.5 Disclaimer

All Rights Reserved.

No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system or transmitted in any form by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher, GlobalData.

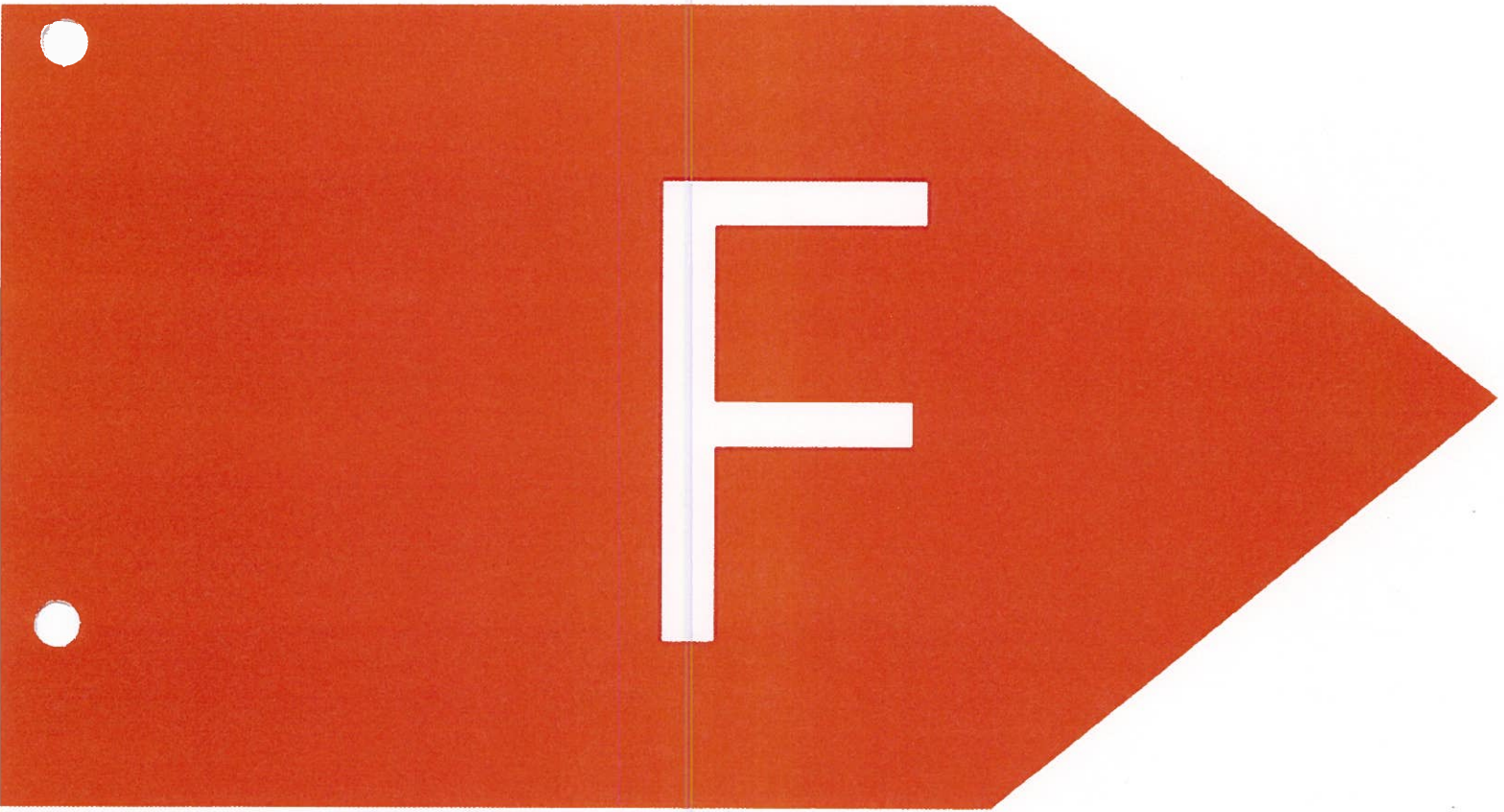
The facts of this report are believed to be correct at the time of publication but cannot be guaranteed. Please note that the findings, conclusions and recommendations that GlobalData delivers will be based on information gathered in good faith from both primary and secondary sources, whose accuracy we are not always in a position to guarantee. As such GlobalData can accept no liability whatever for actions taken based on any information that may subsequently prove to be incorrect.

This report is a licensed product and should not to be reproduced without prior permission.

The information in this document has been extracted from Alternative Energy eTrack by a registered user.

GlobalData holds no responsibility for the loss of original context and for any changes made to information following its extraction.

All information was current at the time of extraction, although the original content may have been subsequently updated.



GUÍA

ILUMINACIÓN EFICIENTE EN EL HOGAR


Tecnología actual:

Foco incandescente



X Desaparece
por ineficiente

Foco de Halógeno



¡¡NUEVO!!

LFC




¡¡PERMANECE POR AHORRADOR!!

Tecnología del futuro (alguna ya disponible)

Halógeno (mayor ahorro)



Diodos



Diodos



Objetivo de la guía

No es posible concebir el mundo actual sin el uso de la iluminación artificial.

Todas las actividades que llevamos a cabo requieren iluminación: en nuestra casa, cuando nos transportamos, en la oficina y hasta cuando nos divertimos.

Dada la importancia que la iluminación representa en el consumo de electricidad y el avance tecnológico en la materia, los fabricantes ya ofrecen una gran variedad de "focos". Antes, íbamos a la tienda y pedíamos un foco de 100, 75, 60 o 40 watts. Ahora nos preguntamos ¿Qué modelo? ¿Cuántos watts? ¿De qué color? ¿Dónde lo voy a poner? entre otros.

Esta guía tiene por objeto ayudarnos a elegir el "sistema de iluminación", considerando:

- Los tipo de "focos" actualmente disponibles en el mercado, y
- Cuál es el espacio que queremos iluminar.

Recordemos que la energía eléctrica, particularmente en México, proviene de la quema del petróleo en más del 70%. Esta situación presenta problemas graves a todos: acabamos con nuestros recursos naturales no renovables, emitimos a la atmósfera gases llamados de efecto invernadero, con el respectivo daño al ambiente.

Si seguimos los consejos y sugerencias que se muestran en esta guía, ahorraremos energía y también dinero. En efecto, si consumimos menos energía el "recibo de luz" será más barato y entonces pagaremos menos.

A partir del 1 de enero del año 2011 entrará en vigor una Ley que prohíbe la venta de focos incandescentes, que son los que estamos acostumbrados a comprar.

Por tal motivo y con objeto de facilitar a los usuarios la selección del foco adecuado, los focos incandescentes que serán eliminados del mercado estarán marcados con una cruz (X), para que seleccionemos el equivalente que esta disponible en el mercado.

Contenido

Objetivo de la guía

Sistemas de iluminación

- Sistemas de iluminación actuales
- Nuevo los sistema de iluminación
- Características de los sistemas de iluminación
- Equivalencias entre sistemas de iluminación
- ¿Cómo me beneficio al usar un foco ahorrador?

¿Cómo seleccionar un sistema de iluminación?

- Cómo identificar el foco que necesito
 - Qué es la temperatura de color
- Relación entre temperatura y grados Kelvin
 - Qué es CRI
 - Qué es un Lux

¡Sabías qué!

- Preguntas frecuentes
- Qué es el foco incandescente y cual su historia
- Algunos chistes sobre los focos incandescentes
- Qué es el foco de halógeno
- Qué es la lámpara fluorescente compacta, LFC
- Acerca de los LED's

La iluminación y el consumo de energía

- Consumo de la energía eléctrica en los hogares
- Uso de la iluminación artificial en las viviendas
 - Usos finales de la energía eléctrica
- Emisiones a la atmósfera por la generación de energía eléctrica
 - Pérdidas por transmisión de la energía eléctrica

Consejos para ahorrar energía en iluminación

Tecnología del futuro (algunas ya disponibles)

Diodos

Focos de halógeno más eficientes






Información típica en un envase (caja), que contiene una lámpara ahorradora

Sistemas de iluminación

Sistemas de iluminación actuales

De manera indiscriminada se usa la palabra foco o lámpara cuando se hace referencia a los sistemas de iluminación.

En el caso de la iluminación en los hogares, a continuación se muestran los sistemas más comunes, en función del lugar en el que se utilizan.

Espacio	Tipo de luminaria	
Cocina		
	Tubo de gas neón	Lámpara circular
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Los tubos de gas neón y las lámparas circulares son tecnologías muy antiguas ▪ Este tipo de luminaria se utiliza en áreas de trabajo, donde se requiere más iluminación, como es la cocina ▪ Estas lámparas están clasificadas como ahorradoras, pues consumen poca energía ▪ A diferencia de los focos incandescentes, este tipo de luminaria emite luz blanca 		
Resto de la casa	 <p style="color: red; font-size: 1.2em; font-weight: bold;">X Desaparece por ineficiente</p>	
	<p>Foco incandescente</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ El foco incandescente es el sistema de iluminación más común en las casas ▪ Se vende desde hace más de 100 años ▪ Se adquiere en cualquier tienda ▪ Su costo es bajo ▪ Cuando se compra, se pide por los watts que consume: 100 watts, 75 watts, 60 watts, 40 watts ▪ Entre más watts, proporciona más iluminación ▪ Produce mucho calor y es imposible tocarlo ▪ Estos focos son muy baratos pero consumen mucha energía, pues la mayoría de ésta la convierten en calor y muy poco en luz 	
		
	<p>Lámpara fluorescente compacta</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Las Lámparas Fluorescentes Compactas, más conocidas como focos ahorradoras, se empezaron a vender en el mercado hace poco más de 15 años ▪ Al principio eran muy caras, pero actualmente su precio se ha reducido de manera importante ▪ Un problema que tenían era su tamaño, pero actualmente se hacen muy pequeñas, pues en lugar de ser los “tubos largos” (foto lado izquierdo) son “tubos enroscados” (foto lado derecho) ▪ La gran ventaja de estas lámparas es que consumen muy poca energía y casi toda la convierten en luz ▪ Estas lámparas emiten luz de diferentes tonos o “colores”: <ul style="list-style-type: none"> ○ Luz blanca como los tubos de gas neón ○ Luz cálida como los focos incandescentes 	

Nuevo sistema de iluminación



La iluminación es en los hogares, el principal consumidor de energía eléctrica (no considerando el equipo de aire acondicionado).

Por tal motivo, a partir del año 2011 se prohibirá la venta de los focos incandescentes.

En su lugar, se venderán los llamados Focos de Halógeno Ahorradores, los cuales son idénticos en apariencia a los focos incandescentes pero que ahorran mucha energía. Hay dos modelos, uno que ya está disponible en el mercado de manera comercial y que ahorra el 30% de la energía, dando el mismo nivel de iluminación que el foco incandescente tradicional. Su costo será del orden de cuatro veces al de un foco incandescente y dura el doble de tiempo (dos mil horas).

Asimismo, continuarán vendiéndose las Lámparas Fluorescentes Compactas, también conocidas como LFC o ahorradoras, las cuales reducen el consumo de energía eléctrica hasta en un 75%, manteniendo el mismo nivel de iluminación. Estas cuestan 10 o 15 veces más y duran de 5 a 10 veces más que un foco incandescente.

En la siguiente figura se muestran las formas de los focos, donde puede observarse que el foco de halógeno es idéntico en su perfil al foco incandescente, pero un poco más pequeño físicamente.

Foco incandescente	Foco de halógeno	Lámpara fluorescente compacta
 <p style="text-align: right; color: red; font-size: 2em;">X</p> <p style="text-align: center; color: red; font-weight: bold;">DESAPARECE</p> <p style="text-align: center; color: red; font-size: 3em;">X</p>	 <p style="text-align: center; color: green; font-weight: bold;">!!!NUEVO!!!</p> <p style="text-align: center; color: green; font-weight: bold;">SUSTITUYE AL FOCO INCANDESCENTE Y ES AHORRADOR</p>	 <p style="text-align: center; color: green; font-weight: bold;">PERMANECE</p> <p style="text-align: center; color: green; font-weight: bold;">!!!POR AHORRADOR!!!</p>

Características de los sistemas de iluminación

En la siguiente tabla se presentan las principales características técnicas y económicas de los sistemas de iluminación más típicos en los hogares. Se considera como referencia un foco de 100 watts.

Si se analizan los tres sistemas de iluminación, vemos que los tres proporcionan el mismo flujo luminoso (1,560 lúmenes), es decir, los tres sistemas nos proporcionan el mismo nivel de iluminación, por lo cual, técnicamente, un sistema puede reemplazar a cualquiera de los otros dos.

Foco incandescente	Foco de halógeno	Lámpara fluorescente compacta
--------------------	------------------	-------------------------------

			
Concepto			
Flujo luminoso (lúmenes)	1,560	1,560	1,560
Consumo (watts)	100	70	23
Eficacia (lúmenes/watt)	15	22	69
Costo (pesos) 1	4.00	18.00	60.00
Costo de iluminación por hora 2	20 ¢	14 ¢	4.6 ¢
(1) El costo es aproximado y sirve únicamente como referencia.			
(2) Se supone un costo del kilowatt hora de \$ 2.00			

Concepto	Definición	Unidades
Nivel de iluminación:	Cantidad de flujo luminoso que incide sobre una superficie	Lúmenes
Potencia:	Cantidad de energía que se consume en un tiempo determinado	Kilo watts hora
Eficacia:	Capacidad de lograr el efecto que se desea. Para un mismo flujo luminoso, entre menor sea la eficacia, mayor es el ahorro (obtenemos los mismos lúmenes con menos watts)	lúmenes/watt
Tiempo de vida:	Duración, en horas, que la lámpara dura encendida	Horas

Si queremos saber cuál es el sistema de iluminación que tiene mayor eficacia, es decir el que nos proporciona el mismo nivel de iluminación con el menor consumo, vemos que es la lámpara fluorescente compacta.

Si analizamos el tiempo de vida, que no es otra cosa que las horas que dura el sistema antes de fundirse, vemos que la lámpara fluorescente compacta es también la que más dura: 3 veces más que el foco de halógeno y 6 veces más que un foco incandescente.

Cuando comparamos el costo del sistema, vemos que el foco incandescente es el más barato, seguido del foco de halógeno (4.5 veces) y la más cara es la lámpara fluorescente compacta (15 veces).

Si analizamos cuanto nos cuesta mantener encendida la luz una hora, vemos que el sistema más caro es el foco incandescente (20 centavos), seguido del foco de halógeno (14 centavos) y el más barato es la lámpara fluorescente compacta (solo 4.5 centavos por hora).

En resumen, podemos hacer muy diferentes análisis y cálculos, y siempre llegaríamos a la conclusión de que el mayor ahorro se alcanza con la lámpara fluorescente compacta, aunque es la que requiere un mayor gasto cuando la compramos.



Equivalencias entre los sistemas de iluminación

Posiblemente, este es el aspecto más delicado para los usuarios con la nueva tecnología ¿cómo selecciono el foco que necesito?

Entonces, en este proceso de cambio de focos incandescentes por focos ahorradores, la forma de hacerlo es considerando dos aspectos:

- Los watts (potencia del foco)
- El color de la luz

La siguiente tabla muestra dicha equivalencia en potencia.

Nivel de iluminación (en lúmenes)	Foco incandescente	Foco de halógeno	Lámpara fluorescente compacta
		 X	 nuevo
	Potencia (en watts)		
1300	100	70	18 – 23
930	75	52	13 – 18
720	60	42	11- 12
420	40	28	7 – 8
220	26	18	5 – 7

Notas:

- a) Los lúmenes pueden variar, un poco, dependiendo del fabricante
- b) Los watts para los focos halógenos y las lámparas fluorescentes compactas son de referencia y dependen de los fabricantes; estos valores corresponden a consumos típicos comerciales
- c) En el caso de las LFC, el consumo puede cambiar, dependiendo de si incluye o no el balastro; como una referencia, el mayor valor de la LFC muy posiblemente ya incluya el consumo del balastro. Así, una LFC de 23 watts equivale, en nivel de iluminación, a un foco de 100 watts

Respecto al “color de la luz”, éste se selecciona en función de dónde la vamos a utilizar.

Hay dos colores “típicos”: luz cálida (amarilla) y luz blanca (o fría).

Los focos que proporcionan luz cálida, suministran una luz de color amarillo, y se utilizan normalmente en áreas donde requerimos confort, como es la sala y las recámaras. Como referencia, este color es el mismo que produce un foco incandescente y por ende, si compramos un foco ahorrador de halógeno, el color será el mismo, pues también es incandescente pero más eficiente.

Los focos que emiten una luz de color blanca, también conocida como luz fría, se utilizan normalmente en áreas de trabajo, como la cocina, las oficinas, etc.

Para un conocimiento detallado y una selección correcta del color de las lámparas fluorescentes compactas, LFC, se recomienda leer la sección de esta Guía: ¿cómo seleccionar un sistema de iluminación?

¿Cómo me beneficio al usar un foco ahorrador?

Guía: Iluminación eficiente en el hogar




En la siguiente tabla se presenta el análisis beneficio costo de los tres sistemas de iluminación, donde se puede observar que la LFC es la mejor de todas, aunque el foco de halógeno también es más económico que el foco incandescente.

Sistema de iluminación		Foco Incandescente	Foco de Halógeno	Lámpara Fluorescente Compacta
Potencia (watts)		100	70	25
Costo del foco (pesos)		4.00	22.00	60.00
Tiempo de vida (horas)		1,000	2,000	5,000
Tiempo de uso promedio diario de la lámpara (horas)		3.5		
Costo del kWh (pesos)		2.00		
Costo de la energía	Mensual	\$ 21.42	\$ 15.86	\$ 6.51
	Anual	\$257.04	\$ 190.26	\$ 78.12
Ahorro en pesos	Mensual	Referencia	\$ 5.57	\$ 14.91
	Anual		\$66.78	\$ 178.92

¿Cómo seleccionar un sistema de iluminación?

¿Cómo identificar el foco que necesito?

Con la aparición de las lámparas fluorescentes compactas, LFC, es necesario tener un mayor cuidado cuando seleccionamos un sistema de iluminación. La razón es que las LFC pueden fabricarse para que la luz que emite sea blanca o cálida, como se muestra en la siguiente tabla.

Sistema de iluminación		Color de la luz
Foco incandescente		Cálida
Foco incandescente o Foco de halógeno		Cálida
Lámpara fluorescente compacta		Blanca y cálida

La pregunta entonces sería ¿qué color de luz seleccionar para los diferentes espacios.

La respuesta es simple:

- La luz blanca, también conocida como fría, se recomienda para áreas de trabajo, como por ejemplo la cocina y el estudio; y
- La luz cálida, también conocida como amarilla, se recomienda utilizar en áreas de descanso (confort), como por ejemplo las recámaras y la sala.

La siguiente figura muestra cómo se ve la iluminación en las diferentes áreas de una casa



Nota: todos los colores se obtuvieron con lámparas fluorescentes compactas.

¿Qué es la Temperatura de color?

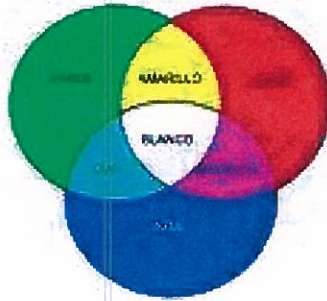
La Temperatura de color de una fuente de luz se define comparando su color, dentro del espectro luminoso, con el de la luz que emitiría un Cuerpo Negro calentado a una temperatura determinada. Por esta razón se le llama temperatura de color y se expresa en Kelvin, a pesar de no ser una medida de temperatura.

La siguiente figura muestra la representación, aproximada, de la temperatura de ciertos colores.

Se dice coloquialmente que, entre más caliente es la luz su temperatura es menor pues es de color rojo, y que, entre más fría es la luz su temperatura es mayor pues es de color azul.



Otra forma de observar la formación de colores se muestra en la siguiente figura.



La siguiente tabla muestra algunos ejemplos, aproximados, de temperatura de color.

Temperatura (K)	Ejemplos de temperatura de color
1700	Luz de un cerillo
1850	Luz de una vela
2800	Luz de un foco incandescente -tungsteno- (iluminación doméstica convencional)
3200	Luz de un foco de tungsteno (iluminación profesional)
5500	Flash electrónico (de color llamado luz de día)
5770	Color de la luz del sol (pura)
6420	Lámpara de Xenón
9300	Pantalla de televisión convencional (CRT, Tubo de Rayos Catódicos)
28,000 – 30,000	Relámpago

En otras palabras, la temperatura de color es una medida que refiere a la apariencia o tonalidad de la luz que emite la fuente luminosa. La forma en que vemos cierto ambiente depende de la tonalidad de luz de la lámpara y es crucial para establecer una atmósfera de confort o frescura.

La clasificación más genérica es la siguiente:

- Luz cálida
- Luz blanca o fría
- Luz de día

No obstante, puede haber distintos grados de "calidez" y "frialidad", por lo que se requiere una medida más cuantitativa. A continuación se presenta una descripción mayor.

Luz cálida:

Las fuentes de luz que percibimos rojizas o amarillentas tienen una temperatura de color abajo de los 3400°K y se denomina "luz cálida", se usan en lugares donde se requiera un ambiente de hospitalidad y confort (soft warmer), como por ejemplo, tiendas de ropa, hogar (sala, recámara, lámpara), restaurantes, etc.

Esta iluminación la proporciona una iluminación más cálida comparada con la luz tradicional de la lámpara incandescente, así como el foco ahorrador de halógeno.

Luz blanca o fría

Las fuentes de luz que percibimos blancas y brillantes o azuladas tienen una temperatura de color arriba de los 3600°K (grados Kelvin) y la luz se denomina “luz fría”, se usan en aplicaciones industriales, oficinas, hospitales, etc.

Si se quisiera hacer una mayor clasificación de las fuentes de luz, podría incluirse otra que podría clasificarse como neutral, la cual estaría entre la luz cálida y la luz fría. Esta temperatura de color está “muy cerca” de la luz clasificada como blanca o fría, su temperatura de color es de 3500°K, pero se pueden considerar neutras y comúnmente son usadas en lugares de trabajo incluyendo oficinas, salas de conferencias, bibliotecas, escuelas.

Luz de día

La luz de día recibe este nombre por su semejanza a la iluminación exterior, comparable a condiciones de medio día. Esta llamada también luz diurna, es la que imita a la que entra por una ventana.

La siguiente figura presenta, para los distintos colores de iluminación, las aplicaciones recomendadas.

Temperatura de color	Grados Kelvin	Efectos ambientales asociados	Aplicaciones recomendadas
Calido	2600-3400°K	Amigable Intimo Personal Exclusivo	Restaurantes Lobbies Boutiques Librerías Tiendas de ropa
Neutral	3500°K	Amigable Invitante	Recepciones Salón de exposiciones Librerías Oficinas
Frio	3600-4900°K	Fresca Limpia Eficiente	Oficinas Salón de Conferencias Escuelas Hospitales Tiendas comerciales
Luz de día	5000°K	Impersonal Dinámico Limpio	Joyerías Consultorios Imprentas Hospitales

Fuente: Philips

¿Cómo se relaciona el color de la Luz con los grados Kelvin?

Otra forma para definir el color de la luz es medirla en grados Kelvin.

Lo que ocurre es que se hace una referencia, al color que emitiría un hierro, que es calentado a una temperatura determinada. Por ejemplo, un hierro que está a una temperatura de 6,000 grados Kelvin, su flama se ve de color blanco, y si está a 3,000 grados Kelvin el color de su flama es amarillo.

Entonces, la temperatura de color correlacionada, medida en grados Kelvin, es una medida científica para describir el nivel de "calidez" o "frialidad" de una fuente lumínica y se basa en el color de la luz emitida por una fuente incandescente.

Al calentar una pieza de metal, cambia el color, dependiendo de la temperatura, desde rojizo, después naranja, pasando por amarillo y blanco, hasta alcanzar un color blanco azulado. Es entonces por esta relación que se usa esta medida para describir el color de una fuente de luz por, su "temperatura de color".

Cuando decimos que una lámpara tiene una temperatura de color de 3.000 grados Kelvin, significa que un metal ardiente a 3.000 grados Kelvin produciría una luz del mismo color que la lámpara. Si el metal se calienta hasta 4.100 grados Kelvin, genera una luz mucho más blanca. La luz solar directa corresponde a unos 5.300 grados Kelvin, mientras que la luz diurna, mezclada con la luz del cielo, es de unos 6.000 grados Kelvin o más. Una lámpara incandescente convencional tiene un filamento a 2.700 grados Kelvin, y por definición una temperatura de color de 2.700 grados Kelvin.

¿Qué es el índice de rendimiento de color o CRI?

El Índice de Rendimiento de Color (CRI, Colour Rendering Index, por sus siglas en inglés) se refiere a la capacidad que tiene la lámpara o fuente luminosa, de reproducir los colores del objeto que ilumina. El foco incandescente y el foco de halógeno tienen un CRI de 100%. Ahora, un CRI de 85% es bueno.

La siguiente tabla muestra los Índices de Rendimiento de Color recomendado, según la aplicación y el aspecto cromático.

Índice de Rendimiento de Color (CRI)	Aspecto cromático	Ejemplos de aplicación
CRI ≥ 85	Calida	Casas, hoteles restaurantes
	Intermedia	Tiendas, hospitales, escaparates comerciales
	Fría	Imprentas, industrias textiles y de pinturas
70 ≤ CRI < 85	Calida	Clima frío
	Intermedia	Clima templado
	Fría	Clima cálido
70 > CRI		Interiores donde la discriminación cromática no es importante

La siguiente tabla muestra la relación entre la temperatura de color y el aspecto cromático (color de la luz) e indica donde se puede utilizar el tipo de iluminación.

Temperatura de color (°K, grados Kelvin)	Aspecto cromático	Observaciones
Menos de 3,300	Cálido (blanco rojizo)	Lámparas incandescentes o fluorescentes confortables de color reflejante. Ambas se mezclan bien entre si pero no con luz de día
De 3,300 a 5,000	Intermedio (blanco)	Este tipo de lámparas se utilizan para instalaciones suplementarias con la luz diurna o donde requiera un ambiente fresco natural
Más de 5,000	Frío (blanco azulado)	Lámparas utilizadas para comparar colores o para conseguir un alumbrado particularmente frío en zonas calientes

Unidad Luxes

la unidad que técnicamente corresponde a este concepto es el Lux. Como referencia se puede establecer que la iluminación del sol sobre la superficie de la tierra en un día claro excede los 100 000 luxes y en días nublados decae hasta 10, 000 luxes, la iluminación de la luna, sobre la superficie de la tierra llega a ser de hasta 0.1 lux. Curiosamente, si la luz de la luna es de un Lux, podemos alcanzar a leer.

¡Sabías qué!

Preguntas frecuentes

¿También van a cambiar los focos de ornato, como por ejemplo los de flama?

No. Estos permanecerán dado que se usan muy pocas veces y entonces, el tiempo de recuperación de la inversión para el usuario podría tomar varios años.

¿Los focos de los refrigeradores ¿también van a cambiar?

No. Los focos de los refrigeradores presentan dos situaciones. La primera es que se utilizan muy poco tiempo y la inversión tardaría muchos años en recuperarse. Y la segunda, es que las LFC no pueden utilizarse en el refrigerador por dos razones: no operan a bajas temperaturas y segundo, los balastos son electrónicos, por lo que si se humedecen podría presentar corto circuito en el foco.

¿Son dimeables las Lámparas Fluorescentes Compactas?

Solo unas cuantas de las LFC son dimeables, es decir, se puede “modular”(cambiar) la intensidad de la luz. La razón es que tienen un mayor costo pues requieren más tecnología. Es posible que en poco tiempo estén disponibles en todos los comercios. Por el momento, se recomienda ir a tiendas especializadas o revisar muy bien las cajas de empaque de las LFC, las cuales tienen la información respectiva.

¿Pueden ocasionar las Lámparas Fluorescentes Compactas algún problema de salud?

Ninguno. Las LFC emiten una luz constante, libre de parpadeo y sin efecto estroboscópico.

¿Cómo opera un foco incandescente?

El foco incandescente también conocido como lámpara incandescente es un dispositivo que produce luz mediante el calentamiento de un filamento metálico, en la actualidad de wolframio. Al paso de la corriente eléctrica el filamento se calienta instantáneamente, hasta alcanzar un color rojo blanco. El filamento está en el interior de una “bombilla o ampolla de vidrio” en la que se ha hecho el vacío, para que el filamento no se dañe.

¿Cómo opera un foco de halógeno?

Este foco es idéntico al incandescente, excepto que la “bombilla o ampolla” tiene en su interior, en lugar de vacío un gas inerte (halógeno), el cual evita que el filamento se funda a las altas temperaturas que alcanza.

La “bombilla o ampolla” varía de tamaño con la potencia de la lámpara, puesto que la temperatura del filamento es muy alta y, al aumentar la potencia el calor es mayor, por lo que es necesario aumentar el área de enfriamiento.

¿Cómo operan las Lámparas Fluorescentes Compactas?

Las LFC son una fuente de luz, generada mediante una descarga eléctrica, al interior de un tubo que contiene gas, el cual a su vez excita los polvos fluorescentes que producen la iluminación. Es importante

indicar que las LFC operan a alta frecuencia, de 30,000 a 50,000 ciclos por segundo (Hertz), por lo que no se presenta el fenómeno llamado estroboscópico, el cual consiste en que se observen efectos de centello o variación de velocidad, lo cual si ocurre en los tubos de gas neón, pues estos operan a la frecuencia de la energía eléctrica (60 Hertz).

¿Cómo operan los tubos de gas neón?

Los tubos de gas neón operan de la misma manera que las LFC, es decir, son una fuente de luz, generada mediante una descarga eléctrica, en el gas que se encuentra al interior del tubo, excitando a su vez a los polvos fluorescentes.

Sin embargo, esta fuente de luz no debe utilizarse en áreas de trabajo donde hay equipos en movimiento, como es el caso de los motores, debido a que si los observamos, podría parecer que el motor (flecha) está detenido (parada), cuando en realidad está en movimiento.

La causa de este fenómeno es simple de entender: el gas al interior del tubo que produce la fuente de luz, se prende y se apaga cada vez que la energía eléctrica pasa por el valor de cero. Recordemos que la energía alterna, la que proporciona la empresa eléctrica, es de 60 ciclos por segundo (Hertz) y en consecuencia, cada vez que pasa por cero el tubo de gas neón se apaga y esto ocurre sesenta veces por segundo.

Sin embargo, esta velocidad es tan rápida que el ojo humano no alcanza a percibir este cambio y ve la luz de manera continua, excepto en partes en movimiento.

Por esta razón, no se recomienda el uso de tubos de gas neón en áreas donde puedan existir efectos de centello, inmovilidad aparente o hasta la inversión de la dirección del movimiento. En caso de ser necesaria su utilización, se recomienda preguntar a un técnico, para suprimir los efectos estroboscópicos, mediante la técnica conocida como desfase o por algún otro medio.

¿Las LFC se encienden de manera instantánea?

No. Efectivamente, las LFC toman desde unos segundos y hasta un minuto en alcanzar su nivel de iluminación.

¿Se recomienda usar las LFC en baños?

No. La razón es que el tiempo que permanece encendido un foco en el baño es muy poco, lo que hace que se recupere la inversión en mucho tiempo.

¿Es conveniente utilizar LFC con sensores de presencia en áreas donde normalmente no hay mucha circulación?

No. Hay tres razones: la primera es que, dado que la LFC tarda en alcanzar el nivel de iluminación y el área que se ilumina es de paso, no iluminará adecuadamente el área. Segundo, dado que el tiempo de utilización es muy corto (posiblemente del orden de segundos), aunque se utilice varias veces al día, tardará mucho tiempo en recuperarse la inversión. Y tercero, posiblemente su tiempo de vida disminuya de manera importante, dado que cuando una LFC reduce su vida por el número de veces que se enciende o se apaga.

¿Es cierto que las LFC reducen su vida si se prenden o se apagan con mucha frecuencia?

Si. En efecto, si se prenden y apagan con mucha frecuencia se reduce su tiempo de vida. En consecuencia, cuando se requiere iluminar por ejemplo: áreas de paso, baños, bodegas, las cuales se iluminan unos cuantos minutos al día, se recomienda utilizar focos de halógeno ahorradores.

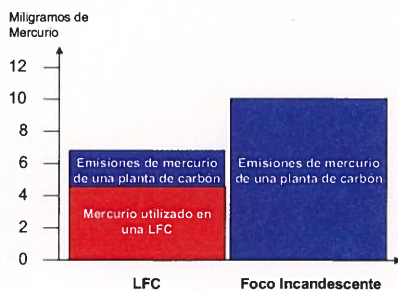
Es de comentarse que las pruebas a las LFC se llevan a cabo manteniéndolas encendidas 3 y media horas de manera continua, y no prendiéndolas y apagándolas.

¿Dan la misma luz todos los focos?

Si. Lo que se tiene que tener cuidado es el seleccionar el sistema de iluminación adecuado: luz calida (color amarillo) o luz blanca (también conocida como fría).

¿Las LFC contienen mucho mercurio?

No. En realidad los niveles son muy bajos. Las lámparas que se comercializan en la actualidad contienen niveles muy inferiores a las primeras que se fabricaron. Las normas limitan la cantidad de mercurio, la cual debe ser inferior a 5 miligramos. Es de comentarse que las plantas de generación de energía eléctrica que generan a partir de carbón emiten más mercurio que el que se utiliza en las LFC por lo que, al utilizar LFC para iluminación, se reducirán las emisiones de mercurio a la atmósfera. Como una referencia, una amalgama dental contiene 500 miligramos y una batería 50 miligramos.



¿Son muy grandes las LFC?

No. Las primeras lámparas en el mercado eran muy grandes pero en la actualidad las fabrican de muy diferentes tamaños. Las primeras eran tecnología llamada T5, lo que quiere decir que el tubo tiene un diámetro de 5/8 de pulgada. Ya hay en el mercado T4 y T2, lo que las hace más pequeñas y comparables a los focos incandescentes actuales. Otra ventaja con las lámparas actuales es que no son largas sino que se fabrican en forma de "churritos", lo que también reduce significativamente su tamaño.

¿Existen luminarias especiales para las LFC?

No. Actualmente se fabrican LFC muy pequeñas que pueden reemplazar a los focos incandescentes. Sin embargo, cuando el espacio sea muy pequeño y no se pueda colocar una LFC, se sugiere utilizar una lámpara de halógeno, la cual también es ahorradora y además es un poco más pequeña que la incandescente equivalente (en watts).

¿Existen LFC para exteriores fríos?

Si. Los usuarios deben preguntar en las tiendas especializadas por las LFC que pueden operar a muy bajas temperaturas. Asimismo, para estos casos, se pueden utilizar las lámparas de halógeno.

¿Afecta el bajo Factor de Potencia de las LFC?

No. Mucho se ha hablado de que el FP de las LFC provoca problemas a la red eléctrica. Sin embargo, diversos estudios han mostrado que no tiene impacto, debido a que existen otras cargas diferentes conectadas a la red eléctrica, inductivas como motores –refrigeradores, bombas, etc- o capacitivas –como televisiones, computadoras, LFC, etc.-, que en general compensan las cargas. Es de mencionarse que las líneas de la red eléctrica tienden a ser más inductivas por la cantidad de motores que hay conectados y

normalmente hay que compensar con sistemas de capacitores para compensar las cargas. Finalmente, los estudios indicaron que se requería, como máximo de un 5% de compensación, cuando no están presentes valores inductivos; es de comentarse que dicho valor que ya se considera permisible en el sistema eléctrico actual.

¿Existe algún efecto de campo electromagnético usando LFC?

No. Es cierto que las LFC generan campos electromagnéticos pero no están cerca del cuerpo humano. Asimismo, no existen evidencias de que los campos electromagnéticos (EMF, electromagnetic fields, por sus siglas en inglés) tengan efectos sobre la salud de las personas. Sin embargo, si alguna persona tiene temor se le sugiere utilizar las lámparas halógenas que también son ahorradoras.

Qué es un foco incandescente

El foco, técnicamente conocido como lámpara incandescente está formado por un filamento encerrado en una bombilla o bulbo, al vacío. Al aplicársele voltaje, la corriente que circula a través del filamento eleva la temperatura de este hasta el punto de la incandescencia, emitiéndose energía radiante en forma de luz y calor.

El foco, conocido técnicamente como lámpara incandescente está formado por un filamento de wolframio, también llamado tungsteno, muy fino, encerrado en una ampolla de vidrio en la que se ha hecho el vacío, o se ha rellenado con un gas inerte, para evitar que el filamento se volatilice por las altas temperaturas que alcanza. Se completa con un casquillo metálico, en el que se ubican las conexiones eléctricas.

Energéticamente, el foco incandescente es uno de los sistemas más ineficientes, pues del total de la energía que consume, solo un 5 % se convierte en iluminación y el restante 95 % se convierte en calor.

Por otro lado, el foco incandescente tiene muchos nombres. En México se le conoce como foco o lámpara incandescente. En otros países se le conoce como bombillo o ampolleta.

Breve historia del foco incandescente

1802. El químico inglés Sir Humphry Davy logró inducir una corriente entre dos pedazos de carbón separados cuatro pulgadas y propiciar el primer arco de una lámpara.

1840. El científico Warren de la Rue ideó un prototipo de foco colocando un alambre de platino dentro de un tubo de vidrio, creando vacío en su interior. Cuando hizo circular corriente a través del metal, este brillaba.

1854. El Relojero Heinrich Gobel, Alemán nacionalizado Americano, usó un filamento de bambú carbonizado en un tubo de vidrio. Dado que la luz no permaneció durante mucho tiempo no pudo obtener la patente.

1878. El inglés Sir Joseph Wilson Swan usó un filamento de algodón, logrando que permaneciera encendido durante 13 horas.

1879. Thomas Alba Edison patentó el foco similar en América. Un año después creó el primer foco comercial que usaba un filamento de bambú que podía permanecer encendido durante mil doscientas horas.

1934. Dos filamentos enrollados proporcionaban una mejor luz y duraban más tiempo.

1970. Aparece las lámparas fluorescentes compactas.

Algunos chistes sobre los focos incandescentes

¿Cuántos psiquiatras se necesitan para cambiar un foco?

Solo uno, pero se requiere que el foco quiera cambiar.....

¿Cuántos oficiales de policía se necesitan para cambiar un foco?

Veinte. Uno para cambiar el foco y diez y nueve para hacer el papeleo.

¿Cuántos hombres requiere una ama de casa para cambiar un foco?

Justo uno, pero primero lo tiene que regañar durante un mes.....

¿Cuántos Marxistas se necesitan para cambiar un foco?

Ninguno. La bombilla contiene las semillas de su propia revolución

¿Cuántos escritores de misterio se necesitan para cambiar un foco?

Dos. Uno para desenroscarlo casi en su totalidad y otro para darle un giro sorpresivo al final.

¿Cuántos sindicalizados se necesitan para cambiar un foco?

Cinco. Uno para informar que el foco se fundió, otro para llevar la escalera, uno más para llevar el foco, otro para cambiarlo y uno más para hacer el reporte. En el caso de que sea en otro edificio se requiere uno más, que es el conductor de la camioneta que los llevará para que cambien el foco.

¿Cuántos paranoicos se necesitan para cambiar un foco?

¿Quién quiere saber?

Qué son las lámparas fluorescentes compactas, o LFC

La lámpara fluorescente compacta (Compact Fluorescent Lamp, CFL por sus siglas del inglés) es un tipo de lámpara que, se utiliza indistintamente como un foco incandescente, pero que tiene varias ventajas:

- Consume hasta el 75% menos de su equivalente incandescente
- Proporciona el mismo nivel de iluminación
- Tiene una vida útil mayor, que varía de 6,000 y hasta 10,00 horas dependiendo del modelo

También tiene algunas desventajas que, en el tiempo, están siendo menores:

- Tienen un costo mayor
- Algunas veces “no caben” en la luminaria (soporte) que se quiere instalar

Estos focos ahorradores como también se les conoce, se empezaron a producir de manera generalizada a principios de los años ochenta, aunque la tecnología tiene casi un siglo de haber aparecido. Hay que recordar que el principio de operación es la misma que los tubos de gas neón, ampliamente utilizados.

Es de mencionarse que el más importante avance en la “tecnología de las fluorescentes” ha sido el reemplazo de los balastos magnéticos por los del tipo electrónico, dado que ha permitido, además de los beneficios tecnológicos de parpadeo, reducir el tamaño de las lámparas.

Existen básicamente dos modelos de LFC. Uno, casi en desuso y que fue el primero, donde se puede comprar por separado la base con el balastro y por separado la luminaria. El segundo, que es el que se encuentra actualmente en cualquier lugar, se refiere a las lámparas que ya tienen integrado el balastro, es decir son una sola pieza.

Las lámparas fluorescentes compactas se fabrican para uso con corriente alterna, típico en las casas, o para corriente directa, cuando se utilizan los focos en sistemas energizados a partir de energía solar, es decir paneles fotovoltaicos.

Qué son los focos de halógeno

Las lámparas de halógeno son una tecnología disponible y ampliamente utilizada, hasta hace poco en alguna de las formas que se muestran en siguiente figura (izquierda y centro), pero que ha sido adaptada para reemplazar a los tradicionales focos incandescentes (foto de la derecha).



Las lámparas de halógeno son tecnología similar a las lámparas o focos incandescentes. Su comercialización se inició en los años ochentas.

Estas lámparas son de un tamaño menor que las lámparas incandescentes pero de una eficiencia mayor para el mismo nivel de iluminación (lúmenes).

La diferencia entre las lámparas incandescentes y las halógenas es el gas en que se mantiene el filamento al interior de la bombilla. En efecto, la lámpara incandescente usa normalmente vacío mientras que la lámpara halógena usa gas halógeno, que es de donde toma su nombre.

Esta situación permite elevar la corriente del filamento lo que produce una mayor iluminación.

Actualmente, como se mayormente se comercializan las lámparas halógenas ("cacaahuates", como los mostrados en la figura anterior), son a 115 volts o a 12 volts. En este último caso requieren de un transformador para conectarse a la corriente eléctrica.

Una nueva tecnología que utiliza gas Xenon en lugar de halógeno, permite incrementar más aún la eficiencia, hasta en al menos un 30%.

Otra tecnología más moderna es poner una cubierta infrarroja a la cápsula que aloja a la lámpara de halógeno, lo cual incrementa su eficiencia energética hasta en un 45 %, comparada con una lámpara incandescente tradicional. Actualmente solo están disponibles en sustitución de los focos incandescentes de 60 watts, debido a que tecnológicamente no se ha logrado reducir el gran calor que produce la lámpara y que afecta la operación del transformador que tiene integrado. Una vez que esto sea posible se tendrá una tecnología más eficiente, que actualmente está en estudio y se espera tener ampliamente disponible en 3 o 4 años como máximo.

Es de mencionarse que las lámparas halógenas son exactamente de la misma calidad de iluminación que las incandescentes, dado que es el mismo principio de operación. Esto es una buena cosa cuando se tiene la percepción que las lámparas ahorradoras no producen la misma calidad de luz.

La iluminación y el consumo de energía

Consumo de energía eléctrica en los hogares.

El consumo de energía es función tanto del nivel y tipo de equipamiento, como del clima de la región.

La siguiente tabla muestra el total de usuarios residenciales en el año 2007, clasificados por tarifa eléctrica (1, 1A, 1B, 1C, 1D, 1E, 1F y DAC). Las tarifas se clasifican en función del clima. Así, la tarifa 1 corresponde a un clima templado, mientras que las tarifas 1A a 1F corresponden a climas cálidos, donde la tarifa 1F es la de mayor temperatura. La tarifa DAC corresponde a los usuarios denominados como Domésticos de Alto Consumo. Para un mayor detalle sobre las tarifas se recomienda visitar la página de CFE "Conoce tu Tarifa": <http://www.cfe.gob.mx/casa/ConocerTarifa/Paginas/Conocetutarifa.aspx>

Tarifa	Número de usuarios	Consumo anual (MWh)	Consumo promedio por usuario (kWh)	Consumo para climatización (kWh)	Consumo total anual por climatización (MWh)
1	15,073,572	16,579,531	1,100	0	0
1A	1,567,356	1,853,996	1,183	83	114,231
1B	3,148,951	4,812,267	1,528	428	1,316,931
1C	4,149,595	9,170,625	2,210	1,110	4,564,575
1D	1,077,547	2,213,700	2,054	954	1,017,623
1E	1,064,701	3,511,004	3,298	2,198	2,329,186
1F	823,890	3,937,590	4,779	3,679	3,023,072
DAC	570,128	3,756,170	6,588	5,488	3,123,328
Total	27,475,740	45,834,883	1,668		15,488,946

Una alternativa simple, para inferir el consumo de energía por climatización, es calcular la diferencia entre los usuarios que viven en clima templado (tarifa 1) y los que viven en clima calido (1A a 1F). Bajo este supuesto, el 34% del consumo de energía se utiliza en climatización.


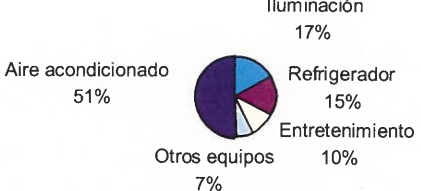

Estudios indican que, los viviendas en climas templados consumen, en promedio, del 35 al 40% en iluminación, del 30 al 35% en la conservación de alimentos, del 15 al 20 % en entretenimiento y de un 10 al 15 % en otros equipos.

Si a estos valores se les incluye el consumo del equipo para climatización, el consumo por usos finales de energía eléctrica en el sector residencial en México es como se muestra en la siguiente tabla (año 2007).

Usos finales	Consumo doméstico	
	Por ciento	(MWh/año)
Climatización	34.00	15,488,946
Iluminación	26.27	12,138,375
Refrigerador	19.86	9,103,781
Entretenimiento	13.24	6,069,187
Otros	6.62	3,034,594
Total	100.00	45,834,883

En la siguiente tabla se muestran los rangos y los promedios de consumo de energía por usos finales, en diferentes zonas climáticas del país.

Clima y tarifa	Consumo promedio por usos finales
----------------	-----------------------------------

<p>Templado (tarifa 1A)</p> <p>Iluminación: 35 a 40%</p> <p>Refrigerador: 30 a 35 %</p> <p>Entretenimiento: 15 a 20%</p> <p>Otros equipos: 10 a 15%</p> <p>Climatización: 0%</p>	<p>Clima templado</p>  <p>Otros equipos 15%</p> <p>Iluminación 35%</p> <p>Refrigerador 30%</p> <p>Entretenimiento 20%</p>
<p>Clima calido (tarifa 1C)</p> <p>Iluminación: 17 a 20%</p> <p>Refrigerador: 15 a 18 %</p> <p>Entretenimiento: 10 a 12%</p> <p>Otros equipos: 7 a 10%</p> <p>Climatización: 40 a 50%</p>	<p>Clima calido medio</p>  <p>Iluminación 17%</p> <p>Refrigerador 15%</p> <p>Entretenimiento 10%</p> <p>Otros equipos 7%</p> <p>Aire acondicionado 51%</p>
<p>Calido extremo (tarifa 1F)</p> <p>Iluminación: 8 a 12%</p> <p>Refrigerador: 7 a 10 %</p> <p>Entretenimiento: 5 a 8%</p> <p>Otros equipos: 3 a 5%</p> <p>Climatización: 35 a 77%</p>	<p>Clima calido extremo</p>  <p>Iluminación 8%</p> <p>Refrigerador 7%</p> <p>Entretenimiento 5%</p> <p>Otros equipos 3%</p> <p>Aire acondicionado 77%</p>

Uso de la iluminación artificial durante el día.

La intensidad con que se usa la iluminación en las casas depende principalmente de la hora del día. La siguiente figura muestra en forma esquemática el por ciento de uso de la iluminación artificial a lo largo del día.

Si se analiza el consumo de energía eléctrica desde el punto de vista intensidad, al levantarnos en la mañana usamos del orden del 20%, mientras que la máxima demanda se da alrededor de las 10 de la noche, hora en que los mexicanos acostumbramos, en promedio, irnos a dormir.

Si se analiza desde el punto de vista consumo, en las mañanas se consume el 10 % de la energía utilizada en iluminación, en las noches 70 % y el restante 20 % se consume a la largo de todo el día, incluyendo la energía de los focos que quedan encendidos en la noche.



Usos finales de la energía eléctrica

La distribución aproximada del consumo de energía eléctrica por usos finales en los diferentes sectores, se muestra en la siguiente tabla.

Principales Usos finales	Sector					Subtotal
	Industrial	Residencial	Comercial y Servicios	Agrícola	Municipal	
Motores	36%	3%	-	5%	1%	45%
Iluminación	4%	6%	3%	-	3%	16%
Refrigeración	7%	6%	2%	-	-	15%
Aire acondicionado	-	6%	2%	-	-	8%
Aire comprimido	10%	-	-	-	-	10%
Subtotal	57%	21%	7%	5%	4%	94%
Otros	2%	4%	-	-	-	6%
Total	59%	25%	7%	5%	4%	100%

En esta tabla se puede observar que la iluminación representa el 16% del consumo total de energía en el país y que las viviendas consumen el 6% de la energía en iluminación.

Emisiones por la generación de energía eléctrica

La generación de electricidad produce emisiones de CO₂ a la atmósfera. En promedio, se producen 0.6674 Toneladas de CO₂ por cada mil kilo watts hora de energía eléctrica (kWh).

Pérdidas en las líneas de transmisión

Adicional al ahorro por el consumo de la energía eléctrica, es necesario considerar las pérdidas en las redes por transmisión y distribución, la cual es del orden del 17%.