

## Portafolio de Tecnologías Ahorradoras de Energía y Recursos

Servicios para la Autoconstrucción, S.A. de C.V., denominado Patrimonio Hoy agradece a la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH (cooperación técnica alemana) por la colaboración y asistencia técnica en la elaboración del presente documento. La colaboración de la GTZ se realizó bajo el marco del "Programa de Energía Sustentable en México" el cual se implementa por encargo del Ministerio Federal Alemán de Cooperación Económica y Desarrollo (BMZ). Las opiniones expresadas en este documento son de exclusiva responsabilidad del/ de los autor/es y no necesariamente representan la opinión de Servicios para la Autoconstrucción, S.A. de C.V. denominado Patrimonio Hoy y/o de la GTZ. Se autoriza la reproducción parcial o total, siempre y cuando sea sin fines de lucro y se cite la fuente de referencia.

Servicios para la Autoconstrucción, S.A. de C.V. denominado Patrimonio Hoy / GTZ  
Portafolio de Tecnologías Ahorradoras de Energía y Recursos, México, D.F., diciembre del 2009

Edición y Supervisión: Wiebke Mai, Carolina Quiroz, Ernesto Feilbogen  
Autor: Ing. Javier Ortega Solís  
Diseño: GTZ México

Servicios para la Autoconstrucción, S.A. de C.V.  
Denominado Patrimonio Hoy  
Calzada Central No. 289  
Col. Ciudad Granja  
C.P. 45010 Zapopan, Jalisco  
T +52 33 30 44 10 00

© Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH  
Cooperación Técnica Alemana  
Dag-Hammerskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn/Alemania  
[www.gtz.de](http://www.gtz.de)

Oficina de Representación de la GTZ en México  
Torre Hemicor, Piso 11  
Av. Insurgentes Sur No. 826  
Col. Del Valle  
Del. Benito Juarez  
C.P. 03100, México, D.F.  
T +52 55 55 36 23 44  
F +52 55 55 36 23 44  
E [gtz-mexiko@gtz.de](mailto:gtz-mexiko@gtz.de)  
I [www.gtz.de/mexico](http://www.gtz.de/mexico)

México, D.F. Diciembre 2009

## Tabla de Contenido

<b>1</b>	<b>Introducción .....</b>	<b>12</b>
<b>2</b>	<b>Descripción de Tecnologías Ahorradoras de Energía .....</b>	<b>15</b>
2.1	Illuminación.....	15
2.1.1	Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC) .....	15
2.1.2	Descripción .....	16
2.1.3	Foco incandescente (lámpara ineficiente) .....	18
2.1.4	Ventajas en el empleo de LFC .....	18
2.1.5	Normatividad y Certificación .....	19
2.1.6	Cálculo de ahorros energéticos .....	21
2.1.7	Ficha Técnica .....	23
2.2	Refrigerador .....	25
2.2.1	Descripción .....	26
2.2.2	Refrigeradores ineficientes o antiguos .....	27
2.2.3	Ventajas .....	27
2.2.4	Normatividad y Certificación .....	28
2.2.5	Cálculo de ahorros energéticos .....	32
2.2.6	Ficha Técnica .....	33
2.3	Calentador para agua de gas tipo instantáneo .....	35
2.3.1	Descripción .....	35
2.3.2	Calentador de agua de almacenamiento .....	37
2.3.3	Ventajas en el empleo del calentador de agua instantáneo .....	37
2.3.4	Normatividad y Certificación .....	37
2.3.5	Cálculo de ahorros energéticos .....	39
2.3.6	Ficha Técnica .....	40
2.4	Calentador solar de agua .....	42
2.4.1	Descripción .....	42
2.4.2	Ventajas .....	45
2.4.3	Normatividad y Certificación .....	45
2.4.4	Cálculo de ahorro energéticos .....	47
2.4.5	Ficha Técnica .....	48
2.5	Inodoro ahorrador (sistema dual) .....	50
2.5.1	Descripción .....	50

2.5.2	Ventajas .....	51
2.5.3	Normatividad y Certificación .....	51
2.5.4	Cálculo de ahorros de agua.....	52
2.5.5	Ficha Técnica .....	54
2.6	Sistemas de consumo de agua (Regadera y Lavabo) .....	56
2.6.1	Descripción .....	57
2.6.2	Ventajas .....	57
2.6.3	Normatividad y Certificación .....	58
2.6.4	Cálculo de ahorros de agua.....	60
2.6.5	Ficha Técnica .....	61
<b>3</b>	<b>Anexo 1: Listado de fabricantes y distribuidores.....</b>	<b>63</b>
<b>4</b>	<b>Bibliografía .....</b>	<b>73</b>

## Lista de Tablas

Tabla 1: Comparativo de foco por LFC a sustituir.....	17
Tabla 2: Comparativo de flujo luminoso de un foco con una LFC .....	17
Tabla 3: Límites de eficacia de NOM para las LFCA (Sin envolvente).....	19
Tabla 4: Límites de eficacia de Sello FIDE para las LFCA (Sin envolvente) .....	21
Tabla 5: Cálculo de ahorro de energía eléctrica en iluminación.....	22
Tabla 6: Límites de consumo de energía máximos para refrigeradores y congeladores (Emáx), establecidos en la NOM y Sello FIDE .....	29
Tabla 7: Ahorros obtenidos por aplicación de NOMs en refrigeradores domésticos .....	31
Tabla 8: Cálculo de ahorro de energía eléctrica en refrigeradores domésticos.....	32
Tabla 9: Eficiencia térmica mínima para calentadores domésticos y comerciales, con base al poder calorífico inferior.....	38
Tabla 10: Cálculo de ahorro de gas LP al instalar un calentador de agua instantáneo .....	39
Tabla 11: Cálculo de ahorro de gas LP en una vivienda al instalar colector solar de agua .....	47
Tabla 12: Cálculo de ahorro de agua en una vivienda al instalar un inodoro de doble flujo .....	53
Tabla 13: Clasificación de las regaderas de acuerdo a su intervalo de presión .....	59
Tabla 14: Gasto mínimo y máximo especificado de acuerdo al tipo de regadera.....	59
Tabla 15: Cálculo de ahorro de agua en una vivienda al instalar regadera y obturadores ahorradores.....	60

## **Lista de Figuras**

Figura 1: Emisiones mundiales y nacionales de CO <sub>2</sub> .....	12
Figura 2: Escala gráfica de flujo luminoso para LFC.....	20
Figura 3: Esquema del funcionamiento del refrigerador.....	26
Figura 4: Ejemplo de la distribución de la información en la etiqueta de refrigeradores y congeladores .....	29
Figura 5: Ahorros de energía generados por aplicación de las normas mexicanas para refrigeradores domésticos .....	30
Figura 6: Formas de instalación de un calentador de agua instantáneo .....	36
Figura 7: Ejemplo de distribución de la información de la etiqueta de un calentador de agua.....	38
Figura 8: Funcionamiento de un sistema de calentamiento solar de agua.....	43
Figura 9: Colecitor solar plano.....	44
Figura 10: Ejemplo de la etiqueta de un colector solar .....	46
Figura 11: Sistema dual.....	50
Figura 12: Inodoro con sistema dual.....	51
Figura 13: Distribución del uso de agua en la vivienda.....	56

## Listado de Abreviaturas

ANFAD	Asociación Nacional de Fabricantes de Aparatos Electrodomésticos
CEMEX	Cementos Mexicanos
CFC	Clorofluorocarburo o Clorofluorocarbono
CNA	Comisión Nacional del Agua
CONAVI	Comisión Nacional de Vivienda
CONUEE	Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía
DIT	Dictamen de Idoneidad Técnica
FIDE	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
GE	General Electric
GEI	Gases de Efecto Invernadero
GLP	Gas Licuado de Petróleo
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (Cooperación Técnica Alemana)
GWh	Giga Watt hora
HCFC	Hidroclorofluorocarburo o Hidroclorofluorocarbono
INFONAVIT	Instituto del Fondo Nacional de la Vivienda para los Trabajadores
INE	Instituto Nacional de Ecología
LFC	Lámpara Fluorescente Compacta
LFCA	Lámpara Fluorescente Compacta Autobalastrada
l	Litros
lm	Lumen
MW	Mega Watt
NOM	Norma Oficial
NMX	Norma Mexicana
PH	Patrimonio Hoy
PPP (Inglés)	Cooperación Público-Privado
SEMARNAT	Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales

VA	Volumen Ajustado
W	Watt

## Definiciones

- Absorbedor:** Componente del colector solar que recibe la radiación solar incidente y la transforma en energía térmica.
- Alabeo:** Grado de separación de una superficie plana y lisa en las partes que entran en contacto con paredes y pisos de un mueble sanitario
- Balastro:** Dispositivo electromagnético, electrónico o híbrido que por medio de inductancias, resistencias y/o elementos electrónicos (transistores, tiristores, etc.), solos o en combinación limitan la corriente de lámpara y cuando es necesario la tensión y corriente de encendido. Los balastros electromagnéticos e híbridos tienen una frecuencia de salida de 60 Hz. Los balastros electrónicos son aquellos que internamente tienen al menos un convertidor de frecuencia.
- Cámara de Combustión:** Espacio del calentador en donde se lleva a cabo la combustión.
- Capa de ozono:** Se encuentra en la estratosfera, cumple una función muy importante en el desarrollo de la vida del planeta: la absorción de un gran porcentaje de la radiación ultravioleta que llega a la tierra protegiendo a los seres vivos de quemaduras y evitando el sobrecalentamiento de la atmósfera al evitar que llegue demasiada radiación a la tierra.
- Carga Térmica:** Cantidad de calor que absorbe una determinada masa de agua en el calentador, para elevar su temperatura en un cierto intervalo.
- Colector solar:** Dispositivo que absorbe la radiación solar incidente, la convierte en energía térmica y la transfiere al fluido que pasa por él.
- Combustión:** Reacción de oxidación rápida de un combustible durante la cual se produce calor y luz como productos principales.
- Compresor:** Dispositivo empleado para comprimir aire u otro tipo de gases, elemento principal en algunos sistemas de refrigeración; extrae el refrigerante vaporizado del evaporador a una presión relativamente baja y lo comprime, para descargarlo en el condensador.
- Eficacia:** Es la relación entre el flujo luminoso total emitido por una fuente y la potencia total consumida, expresada en lumen por watt (lm/W).
- Eficiencia:** La eficiencia de una fuente de luz es simplemente la fracción de la energía eléctrica convertida en luz, es decir, los vatios de luz visible producidos por cada vatio de energía eléctrica, independientemente de la longitud de onda en que se irradia la energía. Por ejemplo, una lámpara incandescente convierte un 7% de la energía eléctrica en luz, mientras las lámparas de descarga convierten un 25% a un 40% de la energía en luz.

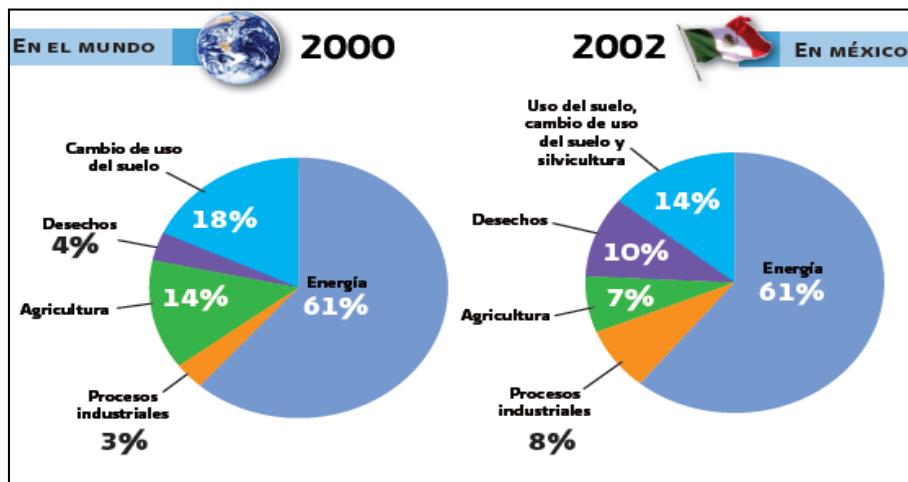
<b>Eficiencia Térmica:</b>	Es la relación existente entre el calor absorbido por el agua y el calor liberador por el combustible, expresado en porciento.
<b>Encendido Instantáneo:</b>	Tipo de balastro diseñado para encender las lámparas fluorescentes tan pronto como se conecta energía. Las lámparas fluorescentes extraplanas sólo funcionan con circuitos de encendido instantáneos.
<b>Evaporador:</b>	Parte del sistema de refrigeración en el cual se vaporiza el refrigerante para producir el efecto de refrigeración.
<b>Factor de Potencia:</b>	Medida de la diferencia de fase entre el voltaje y la corriente atraída por un dispositivo eléctrico, como un balasto o motor. Los factores de potencia pueden estar entre 0 y 1,0, siendo este último valor el idóneo. El factor de potencia se expresa en ocasiones como un porcentaje. Las lámparas incandescentes tienen factores de potencia cercanos a 1,0, puesto que son cargas "resistivas" sencillas. El factor de potencia de un sistema de lámparas fluorescentes y de descarga de alta intensidad está determinado por el balasto utilizado. Un factor de potencia "alto" indica normalmente una clasificación de 0,9 o superior. Las compañías de energía pueden penalizar a los usuarios por utilizar dispositivos con un factor de potencia bajo.
<b>Fluxómetro</b>	Es una válvula automática que dosifica y controla en una sola operación el agua que requiere la taza de inodoro para su funcionamiento.
<b>Gases de Efecto Invernadero</b>	Por gases de efecto invernadero se entiende aquellos componentes gaseosos de la atmósfera, tanto naturales como antropógenos (de origen humano), que absorben y reemiten radiación infrarroja". Debido a que estos gases tienen la capacidad de retener el calor emitido por la superficie terrestre, actúan a manera de un gigantesco invernadero que mantiene y regula la temperatura en la Tierra, cumpliendo funciones primordiales, ya que sin su existencia la Tierra sería demasiado fría para albergar la vida.
<b>Lúmenes:</b>	Medida del flujo lumínico o la cantidad de luz emitida por una fuente. Por ejemplo, una vela proporciona unos 12 lúmenes. Una lámpara incandescente blanco suave de 60 vatios proporciona unos 840 lúmenes (lm).
<b>Luminario:</b>	Unidad de iluminación completa formada por una o más lámparas y uno o más balastos, junto con las partes diseñadas para distribuir la luz, colocar y proteger las lámparas y conectarlas al suministro de energía.
<b>Lámpara Fluorescente</b>	Las lámparas fluorescentes más habituales son un tubo lineal. Normalmente son rectilíneas aunque también se encuentran en forma de U o redondas. El diámetro de los tubos puede ser de 6.3 mm, 15.87mm o 25.4 mm. Se conocen por su denominación en octavos de pulgada: T2 (2/8 in), T5 (5/8 in) y T8 (8/8 in).

<b>Quemador:</b>	Dispositivo que se utiliza para efectuar la mezcla aire-combustible y realizar la combustión, con el fin de aprovechar el calor liberado.
<b>Rendimiento Térmico:</b>	Es la relación de la energía térmica útil que el colector solar entrega, respecto de la energía de radiación solar que incide sobre su Área de Apertura, tomando en cuenta las características de la salida térmica del colector solar, determinadas por las pruebas a las que se sometió y que se especifican en esta Norma.
<b>Refrigerante:</b>	Líquido que tiene la cualidad de evaporar a una temperatura baja.
<b>Serpentín:</b>	Tubo o arreglo de tubos y sus accesorios dentro del cual fluye el agua a calentar y que se encuentra en contacto con la corriente de gas de combustión.
<b>Sistema Dual:</b>	Se refiere a un dispositivo para la descarga total o parcial de un tanque de inodoro, por medio de un activador de descarga, tal como una botonera, pulsador o palanca.
<b>Volumen Ajustado (VA):</b>	Es el volumen del compartimiento de alimentos más el volumen del compartimiento congelador afectado por el factor de ajuste que corresponda.
<b>Pie [ft]:</b>	Medida de longitud equivalente a 12 pulgadas [in] o a la tercera parte de una yarda [yd].
<b>Pin:</b>	En electrónica se denomina pin, palabra inglesa que significa 'clavija', terminal o patilla a cada uno de los contactos metálicos de un conector o de un componente fabricado de un material conductor de la electricidad. Estos se utilizan para conectar componentes sin necesidad de soldar nada, de esta manera se logra transferir electricidad e información.
<b>Piloto:</b>	Dispositivo donde se produce una llama pequeña que se utiliza para encender el quemador.
<b>Protocolo de Montreal:</b>	Es un tratado internacional diseñado para proteger la capa de ozono a través del control de producción de las sustancias que se creen responsables del agujero de la capa de ozono. La firma del Protocolo de Montreal fue el 16 de septiembre de 1987.
<b>Watt o Vatio:</b>	El <b>vatio</b> o <b>watt</b> (símbolo <b>W</b> ), es la unidad de potencia del Sistema Internacional de Unidades. Es el equivalente a 1 julio sobre segundo (1 J/s) y es una de las unidades derivadas. Expresado en unidades utilizadas en electricidad, el <b>vatio</b> es la potencia producida por una diferencia de potencial de 1 voltio y una corriente eléctrica de 1 amperio (1 VA)

## 1 Introducción

Es muy común que cada día escuchemos sobre problemas ambientales y emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), así como de sus consecuencias: el cambio climático. Sin embargo, pocas veces los asociamos con nuestras actividades diarias y cómo éstas contribuyen a incrementar el problema. México contribuye con el 27.3% de las emisiones en América Latina y el Caribe, esto es, un índice de 1.1 toneladas de carbono por habitante por año y se encuentra en la posición número 12 a nivel mundial.<sup>1</sup> Las cifras anteriores, revelan la importancia que tienen los combustibles fósiles, ya que son la principal fuente de energía para nuestros autos y autobuses, así como para muchas de las plantas que generan la electricidad que consumimos para la producción del cemento para la construcción, para la producción de los alimentos y de otros tantos bienes y servicios que consumimos a diario. Son, por tanto, la fuente de energía más importante para la humanidad, por arriba de la energía que se obtiene del sol, viento, agua, y de la energía nuclear, sin embargo, tienen su lado amargo: su combustión genera una gran cantidad de GEI, responsables del cambio climático global que vive el planeta.<sup>2</sup>

Figura 1: Emisiones mundiales y nacionales de CO<sub>2</sub>



Fuente: SEMARNAT; Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones.

Ante este panorama nosotros podemos, a nivel individual, en nuestra familia y en nuestra comunidad formar parte de la solución a la mitigación de GEI mediante acciones que no involucran gastos adicionales en tu economía o la de tu familia, que te pueden permitir reducir de manera importante las emisiones de GEI, e incluso te permitirán ahorrar dinero.

Tu hogar, como todos los del planeta, contribuye al calentamiento global. En general, las viviendas emiten GEI por dos fuentes: por el consumo de electricidad y por la quema de gas natural y otros combustibles. Las emisiones de GEI por el uso de energía eléctrica puede ocurrir muy lejos de tu casa, directamente en las plantas donde ésta es generada utilizando para esto combustibles fósiles. Por eso, cuando prendas un foco o la televisión, acuérdate que indirectamente emites GEI a la atmósfera.

Participar en la reducción de emisiones de GEI por medio del ahorro de energía eléctrica y gas es una tarea muy simple, por ejemplo:

<sup>1</sup> Fuente; INE; Cambio Climático: una visión desde México

<sup>2</sup> Fuente: SEMARNAT; Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones

- Sustitución de focos.- Se calcula que los focos incandescentes pierden como calor alrededor del 95% de la electricidad que utilizan, y que tan sólo 5% se transforma en luz. Por su parte, las lámparas fluorescentes consumen 75% menos electricidad e iluminan igual que los focos incandescentes. Por tanto, si cambias tus focos incandescentes por lámparas fluorescentes no habrá todo ese desperdicio de energía. Para que te des una idea del ahorro de energía eléctrica, una lámpara fluorescente de 26 Watts ilumina lo mismo que un foco incandescente de 100 Watts, y una de 11 Watts ilumina igual que uno incandescente de 40 Watts.
- Sustitución de refrigeradores.- Elegir el refrigerador que consuma menos electricidad. ¿Cómo puedes saberlo? Por medio de las etiquetas que señalan el cumplimiento con la Norma Oficial Mexicana de eficiencia energética y especifican cuál es el ahorro de energía del aparato. Ten en cuenta que los modelos nuevos consumen menos energía que modelos viejos con muchos años de uso. Por ejemplo, un refrigerador nuevo en promedio gasta 65%<sup>3</sup> menos electricidad que uno viejo del mismo tamaño con 8 o más años de uso.
- Calentador de agua instantáneo.- Se recomienda utilizar un calentador para viviendas habitadas por 4-5 miembros, de una capacidad térmica de 10 kW. Se obtiene agua caliente sin límites y sin tiempo de espera de calentamiento; ahorro de gas, toda vez que funciona sólo al solicitar agua caliente. De acuerdo con algunos fabricantes el ahorro en gas es cercano al 40%<sup>4</sup> en comparación con un calentador de agua de almacenamiento.
- Calentadores solares de agua.- Estos sistemas usan la energía solar para calentar agua. Por la insolación que tenemos en México, un calentador solar de un metro cuadrado puede recibir diariamente la energía equivalente a un metro cúbico de gas natural o 1.3 litros de gas licuado de petróleo.
- Inodoros ahorradores de agua.- Los nuevos inodoros de 6 litros ocupan menos espacio e incluso resultan más baratos, al ser más pequeños que los inodoros convencionales que usan entre 13 y hasta 20 litros por descarga<sup>5</sup>, dependiendo del modelo. Además, los inodoros tienen un sistema dual que permite realizar descargas parciales (2 ó 3 litros), cantidades que son suficientes para eliminar la orina. Correctamente utilizados, los inodoros consumen apenas un tercio de agua respecto a los antiguos.
- Sistemas ahorradores de agua.- Para disminuir el consumo de agua portable doméstica se pueden usar dispositivos para regaderas y grifos. Actualmente existen diversos modelos y marcas de cebolletas ahorradoras que permiten al usuario ahorrar de un 40% hasta un 50%<sup>6</sup> del agua. Las regaderas de bajo consumo utilizan hasta 10 litros de agua por minuto de operación; manteniendo a la vez, el confort demandado por las personas al bañarse.

El sector vivienda en México ha sido reconocido como un elemento fundamental en la estructura de demanda energética, ya que consume más de una cuarta parte de la electricidad total, y un porcentaje mayoritario del gas LP y gas natural. Para satisfacer las necesidades de los individuos en este sector, es indispensable el consumo de electricidad para contar con iluminación y el uso de equipos electrodomésticos, así como el uso de combustibles como el

---

<sup>3</sup> véase Tabla 8. Cálculo de ahorro de energía eléctrica en refrigeradores domésticos

<sup>4</sup> Fuente: [http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj\\_2006/bol27\\_calentadores.asp](http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2006/bol27_calentadores.asp)

<sup>5</sup> Fuente. <http://www.drh.go.cr/.../Fichas/.../7%20Inodoros%20Eficientes.pdf>

<sup>6</sup> Fuente: CONAVI; Programa específico para el desarrollo habitacional sustentable ante el cambio climático

gas LP y el gas natural, que permiten el calentamiento de agua para aseo personal y la cocción de alimentos. En este contexto, el consumo excesivo de energía eléctrica y gas, son consecuencia de un mal diseño en la vivienda y de la instalación de baja calidad de los equipos y materiales utilizados. Como se comentó previamente, este consumo excesivo de recursos causa emisiones de GEI injustificables. Además, las repercusiones son a largo plazo, llegando a acumularse durante la vida útil de la vivienda. De esta manera, la vivienda es un sector clave para reducir las emisiones de GEI causantes del calentamiento global. De hecho, la participación de la vivienda en el inventario de emisiones de nuestro país irá creciendo con el tiempo. Hoy en día, sus emisiones directas de GEI alcanzan 3% del total, pero sumadas a las emisiones indirectas producto del consumo de electricidad, la participación de la vivienda ronda el 8% del total nacional.<sup>7</sup> De esta forma, es necesario que en México se defina la aplicación de elementos tecnológicos para que en la vivienda se logren reducciones significativas de emisiones de gases de efecto invernadero con respecto a las típicas construcciones de vivienda.

Cementos Mexicanos (CEMEX), por medio de Patrimonio Hoy (PH) se ha planteado como objetivo fundamental, la mejora de la calidad de vida de las familias de bajos ingresos a través de soluciones sustentables. Propone resolver sus necesidades de vivienda, mediante acceso a materiales, crédito y asesoría en construcción. Para lograrlo, PH cuenta con una red establecida de asesores y promotores de vivienda con presencia en 21 de los 32 estados de la República Mexicana. Por su parte, la Cooperación Técnica Alemana (GTZ) a través de su Programa Energía Sustentable en México tiene entre sus objetivos implementar programas de promoción de tecnologías ahorradoras de energía en el sector vivienda. De esta forma y empleando un instrumento de cooperación conocido como alianzas público-privado (PPP, por sus siglas en inglés), PH de CEMEX y GTZ han decidido trabajar en forma conjunta para aprovechar las fortalezas de ambas instituciones y coadyuvar en la promoción del uso de tecnologías ahorradoras a nivel nacional en un segmento poblacional con poca capacidad de acceso a ofertas tecnológicas de vanguardia.

Como apoyo a este trabajo de cooperación, se cuenta con evaluaciones realizadas por organismos e instituciones (CONUEE, CONAVI, FIDE) que promueven la sustentabilidad de la vivienda, y que han determinado el tipo de equipamientos de mayor consumo que se utilizan en la vivienda convencional, como son: focos incandescentes, refrigeradores de alto consumo, calentadores de agua de almacenamiento, inodoro con tanque de descarga de 16 litros<sup>8</sup> en promedio y sistemas de suministros de agua para lavabo y regaderas de alto flujo de agua. Por lo tanto se ha definido un portafolio de tecnologías ahorradoras que se describirán en este documento:

- Lámparas fluorescentes compactas (LFC)
- Refrigerador doméstico
- Calentador de gas tipo instantáneo para agua (rápida recuperación)
- Colector solar de agua plano con cubierta y de tubos evacuados
- Inodoro con consumo certificado máximo de 6 litros con sistema dual que usa 3 litros para descargas líquidas y 6 litros para sólidos
- Sistemas ahorradores de agua para lavabos y regadera

---

<sup>7</sup> Fuente: CONAVI; Programa específico para el desarrollo habitacional sustentable ante el cambio climático.

<sup>8</sup> Fuente: CONAVI; Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales

## 2 Descripción de Tecnologías Ahorradoras de Energía

En esta sección se plantean las opciones más relevantes en materia de los componentes tecnológicos eficientes disponibles en el mercado, orientado a la reducción de emisiones de GEI. Se abordan aquellos relacionados con la iluminación, refrigeración, caleamiento del agua, y sistemas ahorradores de agua. En cada caso, se definirán las opciones convencionales y las tecnologías más accesibles tendientes a la reducción de GEI.

### 2.1 Iluminación

El método más común de obtener luz es generar previamente calor, como ocurre cuando encendemos una antorcha con la rama de un árbol, una vela o una lámpara de queroseno. Thomas Alva Edison patentó la lámpara incandescente en 1879 y millones de hogares en todo el mundo se alumbran todavía con las mismas, a pesar de que desde finales de los años 30 del siglo pasado existen otros tipos de lámparas con similares o mejores características y menor consumo energético. Entre esas lámparas se encuentran, por ejemplo, los tubos rectos y circulares de lámparas fluorescentes y, de aparición más reciente, las lámparas fluorescentes compactas (LFC) ahorradoras de energía.

#### 2.1.1 Lámparas Fluorescentes Compactas (LFC)<sup>9</sup>

Las lámparas ahorradoras de energía denominadas LFC son una variante mejorada de las lámparas de tubos rectos fluorescentes, que se utilizan para iluminar espacios como oficinas o centros comerciales. La empresa norteamericana General Electric (GE) creó en 1976 una lámpara fluorescente compuesta por un tubo de vidrio alargado y de reducido diámetro, que dobló en forma de espiral para reducir sus dimensiones para tener el tamaño aproximado de una lámpara incandescente. En la práctica el rendimiento de las LFC es mucho mayor al de las lámparas incandescentes; tienen similares propiedades de iluminación pero consumen menos energía eléctrica y el calor que disipan al medio ambiente es prácticamente nulo. Las lámparas incandescentes aprovechan sólo el 5% para generar luz y 95% son perdidas de calor. En cambio la LFC utiliza el 95% de la energía eléctrica para producir luz y solamente el 5% son perdidas por calor.



Fuente: DMS



Fuente: Genertek

<sup>9</sup> Fuente: <http://www.asifunciona.com>

## 2.1.2 Descripción<sup>10</sup>

Las LFC son dispositivos propios para la emisión de luz y funcionan en forma modular con un balastro, tienen un casquillo igual al de las lámparas incandescentes, lo cual permite instalarlas igual que aquellas directamente a la red de alimentación. Las LFC han tenido un impresionante desarrollo en los últimos años ya que son la mejor alternativa para ahorrar energía y disminuir el impacto al medio ambiente. Su vida útil varía entre 6,000 y 15,000 horas.

En los últimos años se han desarrollado una infinidad de modelos y formas, desde las emuladoras de lámparas incandescentes hasta los globos y las espirales (helicoidales). Las espirales tienen la ventaja de ser muy compactas, aún más pequeñas que las lámparas incandescentes, por lo que se supera el problema de espacio en luminarios existentes. Los tubos de las LFC son cada día más delgados, donde el diámetro del bulbo se expresa en octavos de pulgada, pasando de T5 a T4, T3 y recientemente las T2, con desempeño superior.

El funcionamiento de una lámpara fluorescente ahorradora de energía es el mismo que el de un tubo fluorescente. La LFC está formada por un tubo fino de vidrio revestido interiormente con una sustancia que contiene fósforo y otros elementos que emiten luz al recibir una radiación ultravioleta de onda corta. El tubo contiene una pequeña cantidad de vapor de mercurio y un gas inerte, habitualmente argón o neón, sometidos a una presión ligeramente inferior a la presión atmosférica y en los extremos del tubo existen dos filamentos hechos de tungsteno. El encendido es inmediato tan pronto se acciona el interruptor, pero con una luz débil por breves instantes antes de que alcancen su máxima intensidad de iluminación

- LFC Modulares.- Son lámparas que se pueden desacoplar del balastro y que generalmente tienen un arrancador en una base de 2 patillas o pines de contactos eléctricos externos, operando en el modo precalentamiento. En algunos modelos el balastro es del tipo magnético con bajo factor de potencia y se aloja en un contenedor con una base roscable compatible con un socket tipo Edison que también tiene una entrada especial para conectar a la lámpara.
- LFC Integradas.- Son lámparas que tienen el balastro integrado. El balastro puede ser magnético ó electrónico y no puede desacoplarse de la lámpara por lo que también se les conoce como "lámparas autobalastradas". El encendido puede ser en modo rápido ó instantáneo. La tendencia actual es preferir la opción electrónica que puede trabajar en alta frecuencia para aprovechar los beneficios en eficacia y con un factor de potencia que generalmente es adelantado.
- LFC Dedicadas.- Son sistemas que pueden contener una ó más LFC modulares ó integradas, pero que además incluyen un luminario con un diseño térmico y fotométrico que ofrece en conjunto resultados superiores a los de las LFC independientes. Pueden usar balastros electrónicos o magnéticos y alojar de 1 a 3 LFC por luminario.



LFC Modulares



LFC Integradas



LFC Dedicadas

Fuente: Genertek

<sup>10</sup> Fuente: Genertek; Curso de Iluminación

Para uso residencial la LFC autobalastrada es el artículo adecuado. La Comisión Nacional de Vivienda (CONAVI), está instrumentando el Programa Específico de Desarrollo Habitacional Sustentable ante el Cambio Climático, en donde establecen los elementos que son prerequisito para los desarrollos habitacionales. Asimismo, se definen los criterios e indicadores para los desarrollos habitacionales sustentables, en donde se deben instalar LFC con una potencia de 20 Watts para interiores y 13 Watts para exteriores. Para cada foco existe una lámpara ahorradora que la puede sustituir.

**Tabla 1: Comparativo de foco por LFC a sustituir**

Foco Convencional Watts	Lámpara Ahorradora Watts	Ahorro Watts	Ahorro %
60	15	45	75 %
75	20	55	73 %
100	23	77	77 %

Fuente: FIDE.

La luz que emite una lámpara ahorradora es igual o superior conforme su equivalencia con un foco convencional.

**Tabla 2: Comparativo de flujo luminoso de un foco con una LFC**

Foco	60 Watts	75 Watts	100 Watts
Flujo Luminoso	820	1.070	1.560
Lámpara	15 Watts	20 Watts	23 Watts
Flujo Luminoso	800	1,170	1,550

Fuente: FIDE.

### 2.1.3 Foco incandescente (lámpara ineficiente)<sup>11</sup>

La lámpara incandescente se compone de un filamento de alambre encerrado en un bombillo ó bulbo relleno de determinado gas ó simplemente al vacío. Cuando se aplica voltaje a la lámpara la corriente que circula por el filamento eleva la temperatura de éste hasta el punto de incandescencia, emitiéndose de esta forma, energía radiante en forma de luz y calor.

Debido a ese fenómeno físico, el 95% del total de la energía eléctrica que consume una lámpara incandescente para emitir luz se pierde por disipación de calor al medio ambiente, sin que esa pérdida reporte ningún beneficio útil. En la práctica, durante todo el tiempo que permanece encendida una lámpara incandescente disipa más radiaciones infrarrojas (no visibles, pero que se perciben en forma de calor), que ondas electromagnéticas de luz visible para el ojo humano. Su eficacia es la más baja del mercado y tienen una vida útil muy corta, generalmente menor de 1,000 horas.



Fuente: FIDE.

### 2.1.4 Ventajas en el empleo de LFC<sup>12</sup>

- Son compatibles con los portalámparas o “sockets” de las lámparas incandescentes y no requieren de ningún otro dispositivo adicional para funcionar.
- Vida útil más larga. La vida útil aproximada de una LFC es entre 6,000 y 15,000 horas, en comparación con 1,000 horas que ofrecen las lámparas incandescentes.
- Ahorro en el consumo eléctrico. Consumen sólo la 1/5 parte de la energía eléctrica que requiere una lámpara incandescente para alcanzar el mismo nivel de iluminación. Es decir, consumen un 75% menos para igual eficacia en lúmenes por watt de consumo (lm/W).
- Generan 80% menos calor que las incandescentes, siendo prácticamente nulo el riesgo de provocar incendios por calentamiento si por cualquier motivo llegarán a encontrarse muy cerca de materiales combustibles.
- Ocupan el mismo espacio que una lámpara incandescente.
- Tienen un flujo luminoso mucho mayor en lúmenes por watt (lm/W) comparadas con una lámpara incandescente de igual potencia.
- Se pueden adquirir con diferentes formas, bases, tamaños, potencias y tonalidades de blanco.

---

<sup>11</sup> Fuente: Genertek; Curso iluminación

<sup>12</sup> Fuente: <http://www.asifunciona.com>

## **2.1.5 Normatividad y Certificación<sup>13</sup>**

El 26 de agosto de 2008, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Norma Oficial Mexicana NOM-017-ENER/SCFI-2008, Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastradas. Límites y métodos de prueba.

El objetivo de esta Norma Oficial Mexicana es establecer los límites mínimos de eficacia para las lámparas fluorescentes compactas autobalastradas (LFCA), así como las especificaciones de seguridad al usuario y los métodos de prueba aplicables para verificar dichas especificaciones. Asimismo, establece el tipo de información que deben llevar los productos que se comercialicen dentro del territorio de los Estados Unidos Mexicanos y de igual forma, atiende la necesidad de que dichos productos propicien el uso eficiente y el ahorro de energía. Las LFC deben cumplir con la eficacia mínima establecida en la Tabla 3.

**Tabla 3: Límites de eficacia de NOM para las LFCA (Sin envolvente)**

Intervalos de Potencia	Eficacia mínima (lm/W)
Menor o igual que 7 W	40,5
Mayor que 7 W y menor o igual que 10 W	44,5
Mayor que 10 W y menor o igual que 14 W	46,0
Mayor que 14 W y menor o igual que 18 W	47,5
Mayor que 18 W y menor o igual que 22 W	52,0
Mayor que 22 W	56,5

Fuente: CONUEE; NOM-017-ENER/SCFI-2008

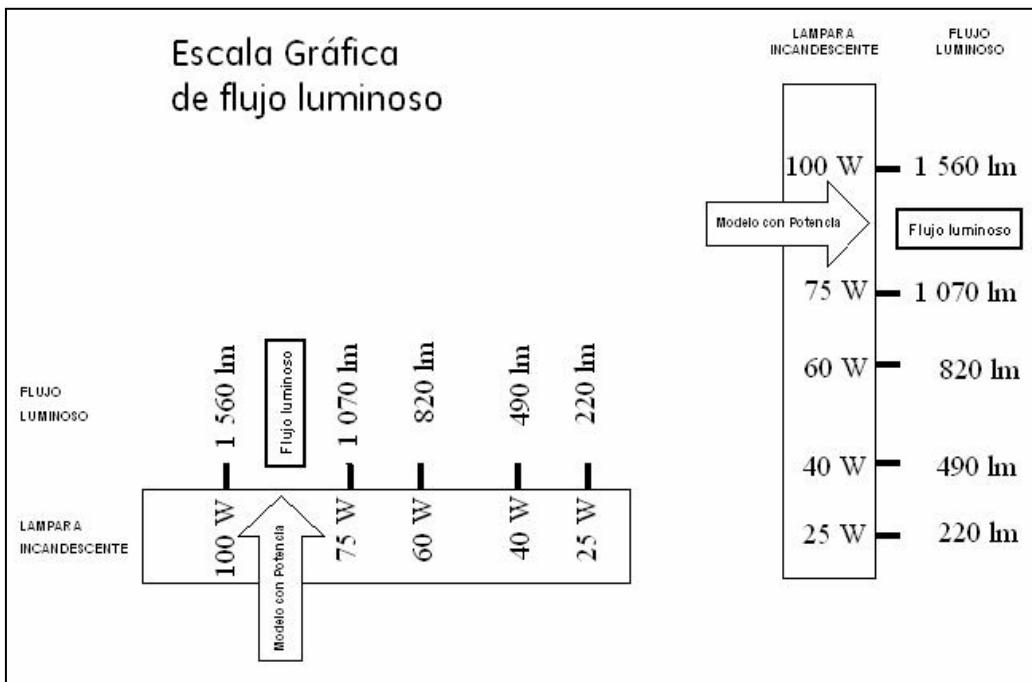
---

<sup>13</sup> Fuente: CONUEE; NOM-017-ENER/SCFI-2008

**Forma etiquetado:** Se debe mostrar la escala gráfica comparativa que indique la equivalencia en potencia y flujo luminoso, respecto a las lámparas incandescentes que sustituye, con excepción de las lámparas tipo reflector.

En la figura 2 se muestran las dos posibles opciones de etiquetado para LFC.

Figura 2: Escala gráfica de flujo luminoso para LFC



Fuente: CONUEE; NOM-017-ENER/SCFI-2008

El “**Sello FIDE**”<sup>14</sup> es un programa voluntario desarrollado por el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) que tiene la finalidad de identificar los equipos eléctricos de alta eficiencia que constituyan una opción para quienes emplean equipo eléctrico y buscan, no sólo el ahorro del fluido, sino también, beneficios económicos para sus bolsillos y sus empresas.

El “Sello FIDE”, de aquellos equipos, materiales y tecnologías garantiza un alto grado de eficiencia en el consumo de electricidad, por lo que pueden considerarse como ahorradores, con tecnología de punta. Es importante hacer mención que los equipos de más alta eficiencia tienen también una vida útil superior a las de sus equivalentes convencionales, por lo que el ahorro económico se refiere, tanto a lo que se deja de pagar por consumo, como por una disminución en los costos de mantenimiento y reposición.

Para obtener el “Sello FIDE” las LFCA deben cumplir con la eficacia mínima establecida en la Tabla 4.

**Tabla 4: Límites de eficacia de Sello FIDE para las LFCA (Sin envolvente)**

Intervalos de Potencia	Eficacia Mínima (lm/W)
Menor o igual que 7 W	44,0
Mayor que 7 W y menor o igual que 10 W	49,0
Mayor que 10 W y menor o igual que 14 W	50,0
Mayor que 14 W y menor o igual que 18 W	42,5
Mayor que 18 W y menor o igual que 22 W	57,5
Mayor que 22 W	60,0

Fuente: FIDE; Especificación Sello FIDE

## 2.1.6 Cálculo de ahorros energéticos

A continuación se presenta el cálculo de ahorro de energía eléctrica que se puede obtener en una vivienda tipo económica, que en promedio tiene 4 focos incandescentes.

Sea el caso de una vivienda tipo económica, donde se pretende sustituir 4 lámparas incandescentes de 75 [Watts] cada una, lo que da un total de 300 [Watts], por 4 lámparas fluorescentes compactas autobalastradas de 20 [Watts] cada una, lo que da una potencia total de 80 [Watts]. Para efectuar el cálculo del ahorro de consumo de energía eléctrica, se supone una operación promedio de 3.5 horas al día, lo que arroja un total de 106 horas promedio al mes. Se considera un “mes de cálculo” de 30.4 días, lo que surge de dividir 365 [días/año] por 12 [meses/año]. Para la estimación del ahorro económico, se emplea el costo por kWh de acuerdo a la Tarifa 1A-2008, el cual es de 0.9517 [\$/kWh].

Al comparar el funcionamiento de la casa con las 4 lámparas incandescentes frente a la alternativa de reemplazarlas por las 4 lámparas fluorescentes, vemos una disminución en el consumo de energía eléctrica de 22.24 [kWh/mes], lo que equivale a un ahorro económico de 21.16 [\$/mes]. La disminución en el consumo de energía eléctrica provoca también una merma en la emisión de GEI, de 12.68 [kg CO<sub>2</sub>/mes].

---

<sup>14</sup> Fuente: FIDE; Sello FIDE

El precio promedio de una lámpara ahoradora es de \$45.00<sup>15</sup> por lo tanto un usuario tendría que invertir \$180.00, obteniendo como resultado recuperar la inversión en 0.71 años por los ahorros económicos generado por la disminución del consumo de la energía eléctrica.

**Tabla 5: Cálculo de ahorro de energía eléctrica en iluminación**

<b>Cálculos de iluminación</b>			
No. de lámparas	<b>4</b>		
60 w	<b>0</b>	0.0000	
75 w	<b>4</b>	0.3000	
Precio Medio de Energía \$/kWh	<b>0.9517</b>	Tarifa 1A - 2008	
días de operación	<b>30.4</b>	1,278	horas/año
horas de operación promedio	<b>3.5</b>	106	horas/mes
factor de ajuste	<b>0.95</b>		
Consumo = No. Lamp. * Potencia,kW * días de op. * horas = kWh			
Consumo de Energía 60W	<b>0</b>	<b>kWh/mes</b>	
Consumo de Energía 75W	<b>30</b>	<b>kWh/mes</b>	
LFC's	<b>0</b>	Capacidad watts	13
LFC's	<b>4</b>	Capacidad watts	20
Potencia, kW	0.0000		
Potencia, kW	0.0800		
	0.0800		
Precio Medio de Energía \$/kWh	<b>0.9517</b>	Tarifa 1A - 2008	
días de operación	<b>30.4</b>		
horas diarias de operación promedio	<b>3.5</b>	106	horas mensuales
factor de ajuste	<b>0.95</b>		
Consumo = No. Lamp. * Potencia,kW * días de op. * horas = kWh			
factor de coincidencia	<b>0.5</b>		
Consumo de Energía 13	<b>0</b>	<b>kWh/mes</b>	
Consumo de Energía 20	<b>8</b>	<b>kWh/mes</b>	
<b>Inversión LFC</b>	<b>\$180</b>		
Ahorro en demanda 60 =	<b>0.000</b>	<b>KW/mes</b>	
Ahorro en demanda 75 =	<b>0.110</b>	<b>KW/mes</b>	
Ahorro en demanda Total =	<b>0.110</b>	<b>KW/mes</b>	
Ahorro en consumo =	<b>0.00</b>	<b>KWh/mes</b>	
Ahorro en consumo =	<b>22.24</b>	<b>KWh/mes</b>	
Ahorro en consumo =	<b>22.24</b>	<b>KWh/mes</b>	
Mitigación Emisiones contaminantes	<b>12.68</b>	kg CO <sub>2</sub> /mes	
Ahorro económico =	<b>\$21.16</b>	\$/mes	
Valor Presente Neto VNA =	<b>925.72</b>	\$	
Periodo Recuperación	<b>0.71</b>	años	

Fuente: DMS

<sup>15</sup> Fuente: DMS; Investigación de Mercado

## 2.1.7 Ficha Técnica

<b>Lámpara Fluorescentes Compactas (Autobalastradas)</b>											
	<b>Descripción General – Lámpara Fluorescente Compacta</b>										
<p>Las lámparas fluorescentes compactas (LFC), son dispositivos propios para la emisión de luz y funcionan en forma modular con un balastro, tienen un casquillo igual al de las lámparas incandescentes, lo cual permite utilizarlas directamente a la red de alimentación.</p> <p>Las LFC han tenido un impresionante desarrollo en los últimos años ya que es la mejor alternativa para ahorrar energía y disminuir el impacto sobre el medio ambiente. Llegan a tener una vida útil entre 6,000 y 15,000 horas.</p> <p>De acuerdo a los criterios e indicadores para los desarrollos habitacionales sustentables emitidos por la CONAVI, se establecen que en las viviendas se deben instalar LFC de 20 Watts para interiores y 13 Watts para exteriores</p>											
<b>Normas y Certificaciones</b> <i>Las LFC deben cumplir con: NOM-017-ENER/SCFI-2008 y de forma voluntaria Sello FIDE</i> <i>(Se recomienda que las LFC's tengan una vida útil promedio de 8,000 horas)</i>	<b>NOM-017-ENER/SCFI-2008</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="background-color: #cccccc; text-align: center;">Intervalos de Potencia</th><th style="background-color: #cccccc; text-align: center;">Eficacia Mínima (lm/W)</th><th style="background-color: #cccccc; text-align: center;">Eficacia Mínima (lm/W)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Mayor que 10 W y menor o igual que 14 W</td><td style="text-align: center;">46,0</td><td style="text-align: center;">50,0</td></tr> <tr> <td style="text-align: center;">Mayor que 18 W y menor o igual que 22 W</td><td style="text-align: center;">52,0</td><td style="text-align: center;">57,5</td></tr> </tbody> </table>	Intervalos de Potencia	Eficacia Mínima (lm/W)	Eficacia Mínima (lm/W)	Mayor que 10 W y menor o igual que 14 W	46,0	50,0	Mayor que 18 W y menor o igual que 22 W	52,0	57,5	<b>SELLO FIDE</b>
Intervalos de Potencia	Eficacia Mínima (lm/W)	Eficacia Mínima (lm/W)									
Mayor que 10 W y menor o igual que 14 W	46,0	50,0									
Mayor que 18 W y menor o igual que 22 W	52,0	57,5									
<b>Diversas Presentaciones y Capacidades - LFC</b> <p>En la actualidad existe una gran variedad de modelos y formas (por ejemplo, tipo globo y espirales) que son muy compactas, así como tipo modulares, integrales (autobalastradas) y dedicadas. Los tubos son cada día más delgados, pasando por la T5 y recientemente las T2, con un desempeño superior.</p> 											
Fuente: Genertek; Curso Iluminación											

### **Descripción Tecnología ineficiente- Foco Incandescente**

Se compone de un filamento de alambre encerrado en un bombillo; cuando se aplica voltaje a la lámpara, la corriente que circula por el filamento eleva la temperatura hasta alcanzar la incandescencia, emitiéndose de esta forma, energía radiante en forma de luz y calor.

Entre el 90 y el 95% de esta energía se disipa al medio ambiente en forma de calor por conducción, convección y radiación y un mínimo porcentaje se convierte en luz, por lo que se les considera muy ineficientes. Solo tienen una vida útil de alrededor de 1,000 horas.



Fuente: Genertek;Curso iluminación

### **Ventajas y Beneficios**

Ahorro en el consumo eléctrico del 75 % de la que requiere una lámpara incandescente para alcanzar el mismo nivel de iluminación.

Tiene una vida útil aproximado entre 6,000 y 15,000 horas, en comparación con las 1,000 horas que ofrecen las lámparas incandescentes.

Generan 80% menos calor que las incandescentes.

### **Ahorros**

<b>Instalación de 4 LFC</b>	<b>Económico:</b> \$ 21.16 /mes	<b>GEI:</b> 12.68 kg CO <sub>2</sub> /mes	<b>Precio: Promedio</b> \$45.00 pesos <b>Periodo Recuperación promedio:</b> 0.71 años
Ahorro en potencia: 0.110 kW Ahorro en Consumo: 22.24 kWh/mes			

### **Garantías e Instalación**

Al igual que las lámparas incandescentes, sólo hay que enroscarlas en el portalámparas, pues no requieren ningún otro dispositivo adicional para funcionar. Son de encendido inmediato tan pronto se acciona el interruptor, aunque la luz es débil por breves instantes antes de que alcancen su máxima intensidad de iluminación.

## **2.2 Refrigerador**

Desde siempre, la conservación de los alimentos ha sido un tema de interés para todas las culturas del mundo, por ejemplo, los antiguos chinos, construyeron cámaras subterráneas para evitar quedarse sin suministros, por su parte, los antiguos pueblos europeos bajaban nieve de las montañas para conservar sus carnes. Se considera que en 1784 se construyó la primera máquina para enfriar, aunque el gran paso para la invención de los refrigeradores fue en 1834 gracias a la fabricación de hielo artificial en Londres. En 1923 fue inventado el frigorífico eléctrico, y en 1927 GE introdujo el montaje de compresor. En 1930 se inventó el gas freón (R-12), un clorofluorocarburo (CFC) que se utilizó como refrigerante y que sustituyó gases tóxicos que se utilizaban para tal fin. Sin embargo, con el paso de los años, estos compuestos conocidos como CFC, han demostrado ser la principal causante de la destrucción de la capa de ozono, produciendo un agujero detectado en la Antártida. Para restringir el uso de estos compuestos se firmó en 1987 el Protocolo de Montreal. Según este Protocolo, la fabricación de CFC debía finalizar al final de 1995 para sustituirlas por los hidroclorofluorocarbonos (HCFC). Los HCFC no dañan la capa de ozono pero producen GEI. Actualmente ha sido sustituido el R-12 por su equivalente ecológico el R134a (HCFC) en sistemas herméticos de refrigeración. México por su parte, asumió compromisos en el marco de este Protocolo, por lo cual, cerró su producción de CFC en 2005. Estos gases eran utilizados en refrigeradores, aires acondicionados, aerosoles y en la producción de espumas de poliuretano.<sup>16</sup>

El refrigerador es el electrodoméstico más común en el mundo. En el caso de México, no es distinta la situación, de acuerdo a estudios diversos realizados por instituciones y organismos sobre el parque de refrigeradores, se estima que alrededor del 92%<sup>17</sup> de los usuarios que cuentan con servicio de energía eléctrica usan un refrigerador.

Como equipo individual, el refrigerador es uno de los mayores consumidores de electricidad de los electrodomésticos, pues su utilización es intensiva a lo largo del día. La CONUEE informa que el refrigerador representa un 14%<sup>18</sup> del consumo de energía eléctrica en viviendas de clima cálido y el 29%<sup>19</sup> en viviendas de clima templado. Dada esta situación se recomienda sustituir los refrigeradores con antigüedad igual o mayor a 8 años, por uno de alta eficiencia con lo que se puede obtener ahorros en promedio de 65%<sup>20</sup> del consumo de energía eléctrica en cualquiera de los dos climas.

---

<sup>16</sup> Fuente: SEMARNAT; Implementación del Protocolo de Montreal en México

<sup>17</sup> Fuente: DMS; Análisis de Inversiones para el Sector Residencial

<sup>18</sup> [http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio\\_aparatos](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio_aparatos)

<sup>19</sup> Ídem

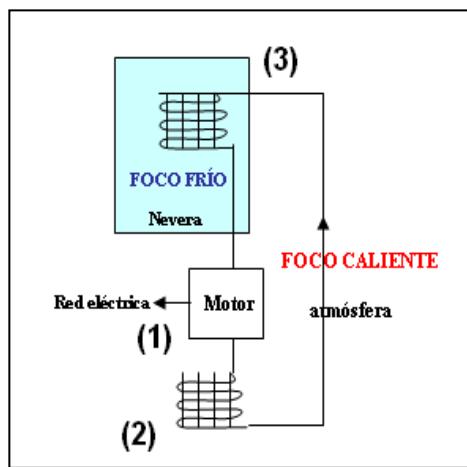
<sup>20</sup> véase Tabla 8. Cálculo de ahorro de energía eléctrica en refrigeradores domésticos

## 2.2.1 Descripción

Un refrigerador funciona por medio de un circuito por el cual circula el líquido refrigerante siempre que el motor (compresor) esté en marcha. Una parte del circuito está en el interior –por él circula el refrigerante evaporándose y absorbiendo calor- y otra en el exterior – por él circula el refrigerante que, a través del compresor, se convierte en líquido. El fluido refrigerante se mueve en un circuito cerrado por los tres componentes del refrigerador (señalados en el dibujo con números):

1. Compresor (motor)
2. Condensador (tubo con forma de serpentín)
3. Evaporador (también un tubo con forma de serpentín, en el interior del refrigerador).

Figura 3: Esquema del funcionamiento del refrigerador



Fuente: [www.todointeresante.com](http://www.todointeresante.com)

Los tamaños de los refrigeradores varían desde un poco menos de 9 pies cúbicos hasta 30 pies cúbicos o más. Para una familia típica de cuatro integrantes, un refrigerador de 9 a 13 pies cúbicos es suficiente y se encuentran de tipo: manual, semiautomático, parcialmente automático, automático, etc.

Los refrigeradores eficientes tienen las siguientes características:

- Sello magnético de puertas
- Fibra de vidrio a poliuretano
- Controles de deshielo electrónicos
- Compresores más eficientes
- Aumento de espesores de aislante
- Aceite de menor viscosidad
- Espumado en contrapuertas.
- Control de detección de fugas

## **2.2.2 Refrigeradores ineficientes o antiguos**

De acuerdo a estudios realizados por diversas instituciones se determinó que prácticamente la mitad de los usuarios poseía un refrigerador anterior a 1997, año en que entró en vigor la NOM 015 ENER 1997 encontrándose refrigeradores de más de 30 años de antigüedad. Esto debido a que son muy confiables y no se desechan fácilmente, pero los equipos de más de 10 años de antigüedad son ineficientes por sus altos consumos de energía eléctrica.

Es importante señalar que antes de la publicación de la primera Norma Oficial Mexicana establecida en México para refrigeradores domésticos en 1994, no existía un límite de consumo máximo para la fabricación de este tipo de tecnologías. Al entrar en vigor la Norma se logró que los equipos nuevos generaran un ahorro de energía eléctrica del orden del 44.5%<sup>21</sup> en comparación con los fabricados antes de 1993.

## **2.2.3 Ventajas**

- Un refrigerador nuevo gasta en promedio 65%<sup>22</sup> menos electricidad que uno viejo del mismo tamaño con 8 o más años de uso.
- Reducción en el pago del servicio de la energía eléctrica.
- Protección del medio ambiente por dejar de emitir emisiones contaminantes.

Refrigeradores Domésticos Eficientes



Fuente: FIDE

---

<sup>21</sup>Fuente: Figura 4. Ahorros de energía generados por aplicación de las Normas Mexicanas de refrigeradores domésticos

<sup>22</sup> Fuente: Tabla 8. Cálculo de ahorro de energía eléctrica en refrigeradores domésticos

## **2.2.4 Normatividad y Certificación**

La Norma para refrigeradores fue publicada por primera vez en México, en septiembre de 1994 y entró en vigor en enero de 1995, bajo la designación NOM-072-SCFI-1994. En julio de 1997 se publicó la actualización con entrada en vigor en agosto del mismo año, bajo el código NOM-015-ENER-1997 (Secretaría de Energía, 1997). La NOM-015-ENER-2002 fue publicada en enero de 2003, entró en vigor en marzo del mismo año y actualmente sigue vigente (esta última ya está armonizada totalmente con las normas de Estados Unidos y Canadá, en cuanto a los niveles máximos de consumo de energía eléctrica).<sup>23</sup>

La presente Norma Oficial Mexicana establece la actualización de los límites de consumo de energía máximos para refrigeradores, refrigeradores-congeladores, y congeladores. Esto ha sido como resultado de los avances tecnológicos y las condiciones del mercado nacional e internacional. Esta Norma permite, además de responder a las necesidades de promover el ahorro de energía, contribuir a la preservación de recursos naturales no renovables de la nación.

Esta especificación es aplicable a los modelos de refrigeradores y congeladores electrodomésticos operados por motocompresor hermético, con tensión nominal de alimentación de 127 Volts a una frecuencia de 60 Hertz, con cualquiera de los siguientes tipos de deshielo.

- Manual
- Semiautomático
- Parcialmente automático
- Automático
- Automático de larga duración
- Automático ajustable

---

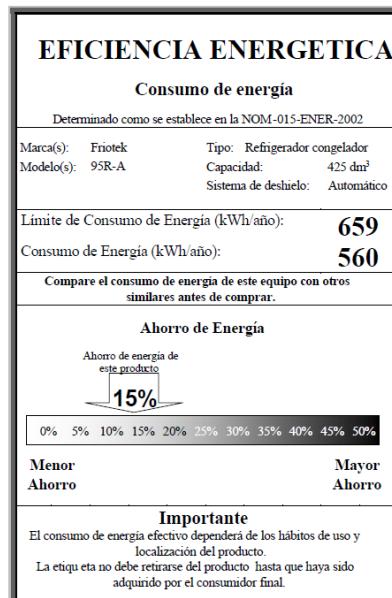
<sup>23</sup>Fuente: CONUEE; NOM-015-ENER-2002

**Tabla 6: Límites de consumo de energía máximos para refrigeradores y congeladores (Emáx), establecidos en la NOM y Sello FIDE**

Alcance	Parámetro	Unidades	Límites Energéticos	
			NOM-015-ENER-2002	SELLO FIDE
Refrigerador-Congelador con deshielo automático y congelador montado en la parte superior, sin despachador de hielo, y refrigeradores solos con deshielo automático	Consumo Máximo Anual	kWh/año	0.35 VA + 276.0 <sup>24</sup>	0.333 VA + 262.2 <sup>25</sup>

Fuente: FIDE; Estudio de Refrigeradores.

**Figura 4: Ejemplo de la distribución de la información en la etiqueta de refrigeradores y congeladores**



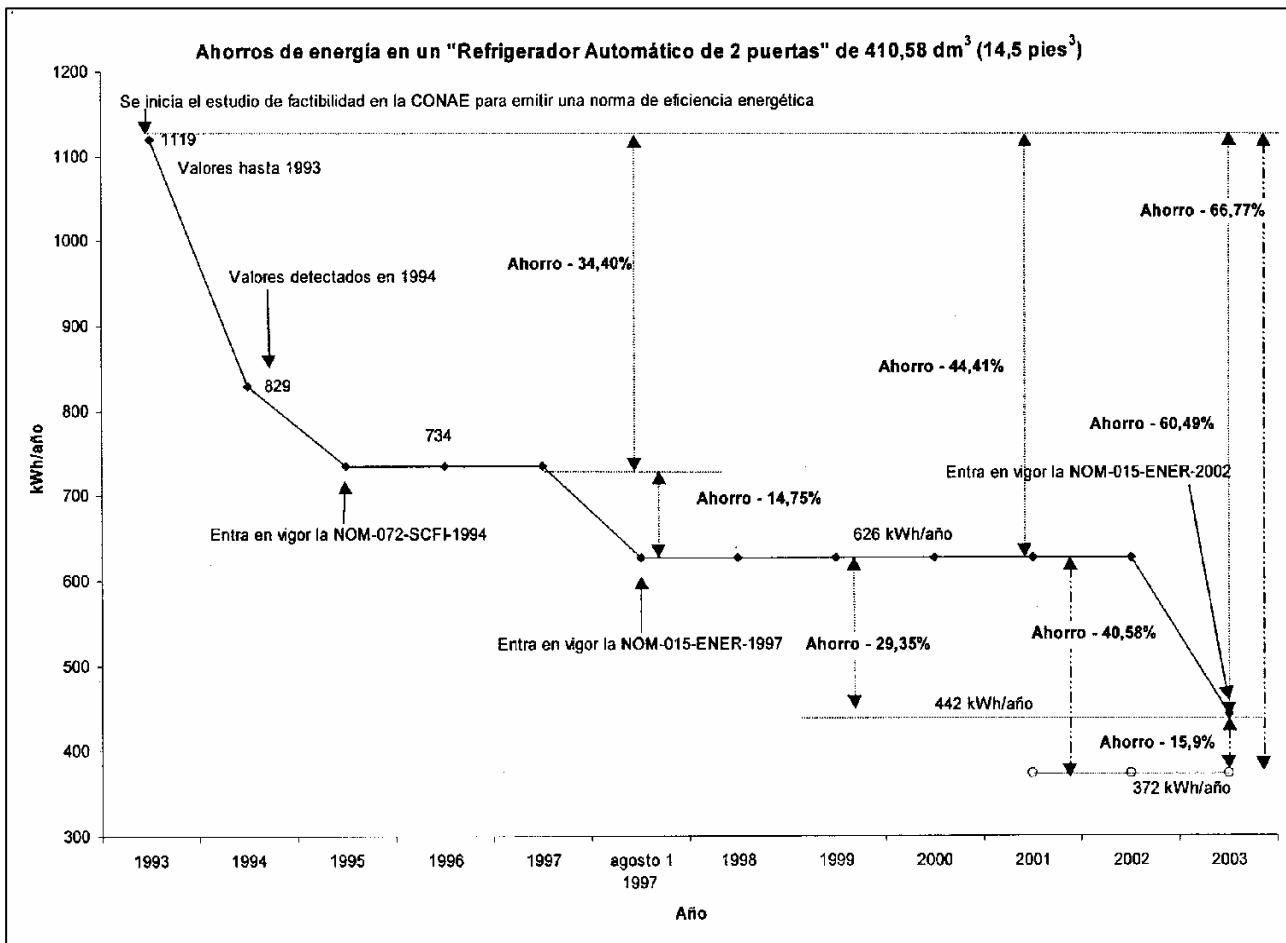
Fuente: CONUEE; NOM-015-ENER-2002

<sup>24</sup> Es la fórmula para calcular el consumo de energía de un refrigerador de acuerdo a su tamaño en pies cúbicos. En la tabla 8 se mencionan las estimaciones de consumo de energía eléctrica de los refrigeradores domésticos.

<sup>25</sup> Es la fórmula para calcular el consumo de energía de un refrigerador de acuerdo a su tamaño en pies cúbicos. En la tabla 8 se mencionan las estimaciones de consumo de energía eléctrica de los refrigeradores domésticos.

En 2003, se actualizó la NOM 015, en la que se establecieron nuevos valores máximos de consumo para los refrigeradores y congeladores domésticos, logrando obtener ahorros de energía eléctrica del orden del 30% (ver figura 5) en comparación con los equipos fabricados con la Norma de 1997, tal y como se muestra en la siguiente grafica.

**Figura 5: Ahorros de energía generados por aplicación de las normas mexicanas para refrigeradores domésticos**



Fuente: FIDE

En la tabla 7 se muestran los ahorros energéticos en diferentes capacidades de acuerdo a la aplicación de las Normas y el Sello FIDE.

**Tabla 7: Ahorros obtenidos por aplicación de NOMs en refrigeradores domésticos**

Capacidad (pies <sup>3</sup> )	Consumo			
	Estudio ANFAD	NOM-015-ENER- 1997	NOM-015- ENER-2002	Con Sello FIDE
		kWh/Año	kWh/Año	kWh/Año
9	1.052,0	526,0	382,1	363,2
10	1.076,0	536,4	388,6	369,3
11	1.100,0	573,5	411,6	391,2
12	1.124,0	583,6	417,9	397,0
13	1.148,0	598,3	427,0	405,8
14	1.172,0	599,4	427,7	406,5
15	1.200,0	624,8	443,4	421,5
16	1.220,0	638,3	451,8	429,5
17	1.240,0	675,4	474,8	451,4
18	1.260,0	680,2	477,8	454,2

Fuente: FIDE; Estudio de Refrigeradores.

## 2.2.5 Cálculo de ahorros energéticos

A continuación se presenta los ahorros de energía eléctrica que se pueden obtener por la sustitución de refrigeradores domésticos fabricados antes de la NOM-015-ENER-1997 por equipos nuevos con Sello FIDE.

En la tabla se marca el caso de un refrigerador de 11 pies cúbicos de capacidad, el cual presentaba un consumo original de 1,100 kWh/año antes de la puesta en vigencia de la NOM-015-ENER-1997. Si esta unidad fuera reemplazada por otra de similar capacidad pero de mayor eficiencia, la cual respete el límite establecido por el sello FIDE (391.2 kWh/año), se obtendría un ahorro de 708.8 kWh/año. Tomando un costo para la energía eléctrica, según la Tarifa 1A-2008 (0.9517 \$/kWh), se obtiene un ahorro de 56.21 \$/mes. La disminución en el consumo de energía eléctrica se traduce a su vez en una merma en la emisión de GEI de 33.68 kg CO<sub>2</sub> / mes.

**Tabla 8: Cálculo de ahorro de energía eléctrica en refrigeradores domésticos**

Refrigerador Doméstico Ahorros en Consumo Antigüedad de 10 años								
Capacidad (pies <sup>3</sup> )	Consumo		Ahorros			Ahorros		
	Antes de la NOM-015-ENER-1997	Con Sello FIDE	kWh/Año	kWh/Mes	%	kW	\$/mes	kg CO <sub>2</sub>
	kWh/Año	kWh/Año						
9	1,052.0	363.2	688.8	57.4	65.5	0.10	\$54.63	32.73
10	1,076.0	369.3	706.7	58.9	65.7	0.10	\$56.04	33.58
11	1,100.0	391.2	708.8	59.1	64.4	0.11	\$56.21	33.68
12	1,124.0	397.0	727.0	60.6	64.7	0.11	\$57.66	34.55
13	1,148.0	405.8	742.2	61.8	64.6	0.13	\$58.86	35.27
14	1,172.0	406.5	765.5	63.8	65.3	0.14	\$60.71	36.38
15	1,200.0	421.5	778.5	64.9	64.9	0.14	\$61.74	36.99
16	1,220.0	429.5	790.5	65.9	64.8	0.15	\$62.69	37.57
17	1,240.0	451.4	788.6	65.7	63.6	0.16	\$62.54	37.47
18	1,260.0	454.2	805.8	67.1	64.0	0.17	\$63.91	38.29
Precio Medio de Energía \$/kWh		0.9517	Tarifa 1A - 2008					

Fuente: DMS

## 2.2.6 Ficha Técnica

<b>Refrigerador Doméstico</b>																			
 Fuente: DMS	<b>Descripción General - Refrigerador – Congelador</b>																		
<p>Es un aparato electrodoméstico para conservar los alimentos. Enfria por medio de un sistema refrigerante alimentado con energía eléctrica y por lo menos tiene un compartimiento congelador independiente. Su consumo corresponde al 29% de la energía total de la vivienda (viviendas de clima templado), ya que su utilización es intensiva a lo largo del día. Esto lo coloca como el segundo electrodoméstico consumidor de energía en el hogar. Los refrigeradores nuevos utilizan refrigerante R-134a el cual no contiene cloro y por lo tanto no daña la capa de ozono. El refrigerador cuenta con: sello magnético en puertas, controles de deshielo electrónicos, compresor más eficiente, aumento de espesores de aislante, aceite de menor viscosidad y control de detección de fugas, entre otras.</p>																			
<b>Normas y Certificaciones</b> Los refrigeradores deben cumplir con: <b>NOM-015-ENER-2002</b> y de forma voluntaria.  <b>Sello FIDE</b> (Se recomienda utilicen refrigerante HCFC R-134a)	<b>NOM-015-ENER-2002</b> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; background-color: #cccccc;">Descripción</th><th style="text-align: center; background-color: #cccccc;">Capacidad Pies<sup>3</sup></th><th style="text-align: center; background-color: #cccccc;">Consumo Máximo (kWh/año)</th><th style="text-align: center; background-color: #cccccc;">Consumo Máximo (kWh/año)</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Refrigerador-Congelador con deshielo automático y congelador</td><td style="text-align: center;">9</td><td style="text-align: center;">382</td><td style="text-align: center;">363</td></tr> <tr> <td></td><td style="text-align: center;">11</td><td style="text-align: center;">411</td><td style="text-align: center;">391</td></tr> <tr> <td></td><td style="text-align: center;">13</td><td style="text-align: center;">427</td><td style="text-align: center;">405</td></tr> </tbody> </table>			Descripción	Capacidad Pies <sup>3</sup>	Consumo Máximo (kWh/año)	Consumo Máximo (kWh/año)	Refrigerador-Congelador con deshielo automático y congelador	9	382	363		11	411	391		13	427	405
Descripción	Capacidad Pies <sup>3</sup>	Consumo Máximo (kWh/año)	Consumo Máximo (kWh/año)																
Refrigerador-Congelador con deshielo automático y congelador	9	382	363																
	11	411	391																
	13	427	405																
<b>Diversas Presentaciones y Capacidades – Refrigerador Eficiente</b> Los tamaños de los refrigeradores varían desde un poco menos de 9 pies cúbicos hasta 30 pies cúbicos o más, para una familia típica de cuatro integrantes, uno de 9 a 13 pies cúbicos es suficiente. Es importante asegurarse de medir cuidadosamente el ancho, la profundidad y la altura del espacio disponible, para seleccionar el refrigerador adecuado a cada cliente.																			

### **Descripción Tecnología ineficiente - Refrigerador Antiguo**

De acuerdo a estudios realizados por diversas instituciones se determinó que prácticamente la mitad de los usuarios poseía un refrigerador fabricado antes de 1997, año en que entró en vigor la NOM 015 y se encontró con refrigeradores de más de 30 años de antigüedad. Esto debido a que son muy confiables y no se desechan fácilmente, pero los equipos de más de 10 años de antigüedad se consideran ineficientes por sus altos consumos de energía.

Es importante mencionar que los sistemas de enfriamiento y aislamiento de los refrigeradores domésticos utilizaban el diclorodifluorometano conocido como R-12, el cual es una gran amenaza para el medio ambiente por su papel en la destrucción de la capa de ozono.



Fuente: DMS

### **Ventajas y Beneficios- Refrigerador Eficiente**

- Ahorro en el consumo eléctrico hasta un 65 % de equipos que fueron fabricados y comercializados antes de la aplicación de la NOM 015 ENER 1997.
- Ahorro en el gasto de energía eléctrica.
- Protección del medio ambiente por reducción de emisiones GEI.
- El refrigerante no daña la capa de ozono.

### **Ahorros**

<b>Refrigerador 11 pies<sup>3</sup></b>	<b>Económico:</b>	<b>GEI:</b>	<b>Precio: alrededor de</b>
Potencia: 0.11 kW	\$ 56.21 /mes	33.68 kg CO <sub>2</sub> /mes	\$5,500.00
Consumo: 59.1 kWh/mes			

### **Garantías e Instalación – Refrigerador Eficiente**

El refrigerador debe estar en firme y a nivel del piso. No debe estar cerca del fuego o altas temperaturas ya que ocasiona deficiencia en el enfriamiento e incrementa el consumo eléctrico. Un lugar con buena ventilación para el refrigerador con el espacio especificado ayuda a mejorar la eficiencia del enfriamiento y el ahorro en consumo eléctrico.

## 2.3 Calentador para agua de gas tipo instantáneo

El calentador de agua también llamado boiler, es un aparato que utiliza energía para elevar la temperatura del agua de manera continua para alcanzar una temperatura uniforme, al pasar el agua por uno o más intercambiadores de calor instalados en este equipo. En México el uso de calentadores de agua que funcionan con gas LP o gas natural son los más comunes. Para transferir calor al agua, el gas se quema en una cámara de combustión y el calor que de allí resulta es transferido por radiación infrarroja y por convección de los gases calientes generados, al intercambiador de calor por donde circula el agua o al tanque donde está almacenada (como es el caso de los calentadores de almacenamiento).

Hay tres tipos de calentadores de agua que funcionan con gas:

- El calentador de almacenamiento calienta el agua contenida en un depósito de almacenamiento.
- El calentador instantáneo calienta el agua de manera continua a una temperatura uniforme al paso del agua por un serpentín.
- El calentador de rápida recuperación calienta el agua de manera continua a una temperatura uniforme, al pasar el agua por uno o más intercambiadores de calor.

### 2.3.1 Descripción

El calentador de agua instantáneo funciona según la demanda de agua caliente. Si se abre una llave de agua caliente, fluye agua fría por los serpentines del calentador, el flujo de agua abre la válvula de gas y los quemadores se encienden con la llama del piloto. Los serpentines absorben el calor generado por los quemadores y lo transfieren al agua. Cuando la llave de agua caliente se cierra, la válvula de gas se cierra también automáticamente, y los quemadores se apagan. La llave del agua caliente es una llave de ignición que produce el encendido del calentador de agua, lo que le permite controlar su consumo de energía para agua caliente. Cada vez que cierre la llave del agua caliente, se apaga el calentador de agua.

Las cuatro partes principales del aparato de gas son:

Cuerpo de agua: posibilita el encendido automático del quemador principal en función de la demanda de agua caliente realizada al abrir una llave de la instalación de agua caliente.

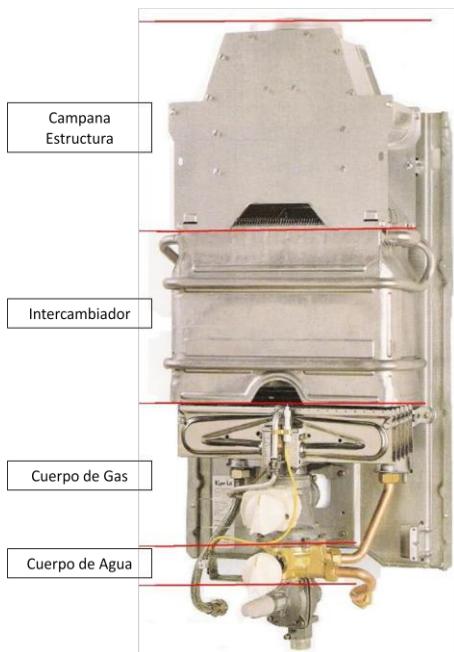
Cuerpo de gas: determina el funcionamiento del quemador principal en función de si es modulante o fijo. Incorpora elementos de seguridad y de encendido.

Intercambiador: es el cuerpo donde se realiza el intercambio térmico entre los gases de la combustión del quemador principal y el agua que circula por el interior del serpentín.

Campana: extractora de productos de la combustión, tolva de acero que recoge los gases para su evacuación.



Fuente: Infonavit

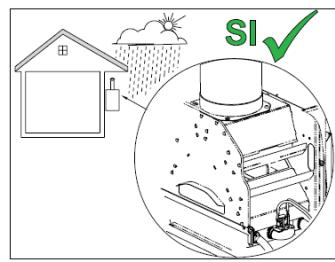


El aparato utiliza como combustible gas LP o gas natural y puede tener un control de temperatura automático (termostático), semiautomático, con o sin aislamiento térmico. Se recomienda utilizar un calentador para viviendas habitadas por 4 - 5 miembros de una capacidad térmica de 10 (kW).

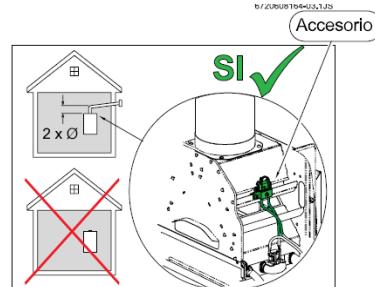
Antes de la instalación asegúrate que las condiciones de distribución locales (naturaleza y presión del gas) y el ajuste del calentador sean compatibles. Montar el calentador en un sitio bien ventilado y, en caso de instalarlo en interiores, con un tubo de evacuación para los gases quemados. El calentador no debe instalarse en baños o dormitorios, ni en sitios donde exista corriente de aire fuerte. Debe estar instalado a una altura de aproximadamente 1.5 m por encima del nivel del suelo con un espacio de mínimo 0.5 m de cualquier superficie del techo. El aparato puede trabajar en el exterior, pero protegido de agentes climáticos tales como lluvia y viento.

Fuente: <http://www.scribd.com>

**Figura 6: Formas de instalación de un calentador de agua instantáneo**



El aparato está suministrado para trabajar en el exterior. Proteger de agentes climáticos tales como lluvia y viento.



No instalar aparatos en el interior sin dispositivo para gases de combustión (Dispositivo de gases de combustión disponible como accesorio). Estos deben tener un tubo de salida de gases conectado al exterior.

Fuente: BOSCH; Manual de instalación y uso de calentadores de agua de paso instantáneo a gas

### 2.3.2 Calentador de agua de almacenamiento

Este aparato consiste en un depósito en donde el agua se va calentando lentamente hasta llegar a una temperatura determinada (esto puede tardar hasta 90 min dependiendo de la capacidad del tanque, la temperatura inicial y final del agua). El calentador cuenta con un termostato, que gobierna el apagado y encendido del sistema cuando la temperatura del agua alcanza el valor deseado o baja del mismo respectivamente. Debido a las pérdidas de calor del recipiente de almacenamiento de agua y al modo de operación descrito, el sistema consume combustible durante todo el día para mantener la temperatura fijada aún sin que se consuma agua. Estas pérdidas son las que hacen que el calentador sea ineficiente, requiriendo más energía y por lo tanto más combustible.



Fuente: <http://mercadolibre.com.mx>

### 2.3.3 Ventajas en el empleo del calentador de agua instantáneo

- Se obtiene agua caliente sin límites y sin tiempo de espera de calentamiento.
- Ahorro de gas hasta alrededor del 40%.<sup>26</sup>
- Ahorra espacio debido a que miden de 50 a 80 cm ya que son más pequeños que los de tanque de almacenamiento.

### 2.3.4 Normatividad y Certificación

El 1 de septiembre de 2000, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Norma Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2000, Eficiencia térmica para calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.

La elaboración de la Norma responde a la necesidad de incrementar el ahorro de energía y la preservación de recursos energéticos; además de proteger al consumidor de productos de menor calidad que pudieran ingresar al mercado nacional. El objetivo de la Norma es la de establecer los niveles mínimos de eficiencia térmica que deben cumplir los calentadores de agua para uso doméstico y comercial y el método de prueba que debe de aplicarse para verificarlos. Establece además los requisitos mínimos para información al público sobre los valores de eficiencia térmica de estos aparatos.<sup>27</sup>

<sup>26</sup> Fuente: [http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj\\_2006/bol27\\_calentadores.asp](http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2006/bol27_calentadores.asp)

<sup>27</sup> Fuente: CONUEE; NOM-003-ENER -2000

La eficiencia térmica de los calentadores establecidos para esta Norma debe ser como se indica en la tabla 9.

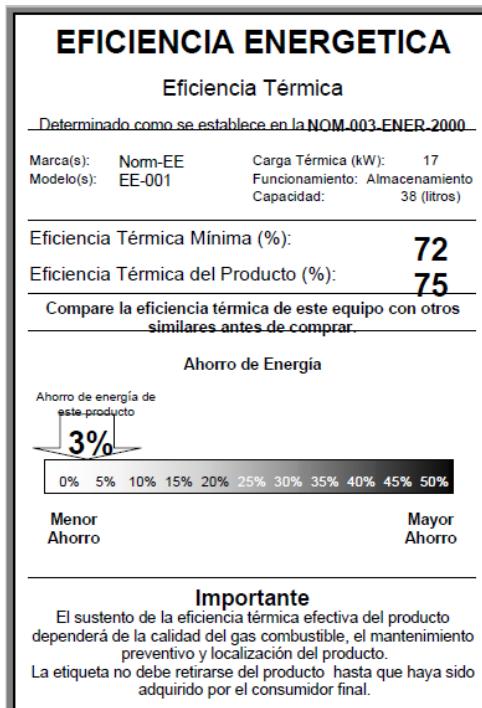
**Tabla 9: Eficiencia térmica mínima para calentadores domésticos y comerciales, con base al poder calorífico inferior.**

Año	Eficiencia Térmica ( % )
	Doméstico
2000	72,0
2002	74,0

Fuente: CONUEE; NOM-003-ENER-2000

Asimismo, el calentador doméstico, debe cumplir con la función de calentar agua con una carga térmica (véase Definiciones) máxima de 35,0 kW.

**Figura 7: Ejemplo de distribución de la información de la etiqueta de un calentador de agua**



Fuente: CONUEE; NOM-003-ENER-2000

### 2.3.5 Cálculo de ahorros energéticos

A continuación se presenta los ahorros de gas LP que se pueden obtener por la instalación de un calentador de agua instantáneo en una vivienda donde habiten 4 personas.

La unidad original presentaba un consumo de GLP de 30.47 kg/mes, el cual se reduce en un 30% (9.14 kg/mes) como consecuencia de la instalación del calentador instantáneo. Considerando un costo del GLP de 4.95 \$/litro y realizando las conversiones necesarias, se llega a estimar un ahorro de 90.01 \$/mes. La disminución en el consumo de gas tiene a su vez una correlación con una disminución en la emisión de gases efecto invernadero del orden de unos 22.67 kg de CO<sub>2</sub> /mes. Si consideramos además, que una unidad como la utilizada en el ejemplo, tiene un costo cercano a los \$ 1,500.00<sup>28</sup> podemos estimar un periodo de recuperación de la inversión de alrededor de los 1.39 años con el ahorro económico generado por el menor consumo de gas.

**Tabla 10: Cálculo de ahorro de gas LP al instalar un calentador de agua instantáneo**

Cálculos calentador de agua instantaneo de gas		
Cantidad	1	
No. De habitantes	4	
Pago mensual \$	\$300	
Precio GLP \$/litro	\$5.12	01/09/2009
Consumo GLP litros/mes	58.6	14.65
Consumo kg/mes	30.47	litros GLP/persona/mes
Ahorro en consumo	30 %	
Ahorro en consumo	9.14 kg/mes	
Ahorro \$ / mes	\$90.01	
Precio calentador de gas instantaneo	\$1,500.00	
Ahorro Gas =	9.14 kg/mes	
Ahorro Gas =	17.58 litros/mes	
Mitigación Emisiones contaminantes	22.67 kg CO <sub>2</sub> / mes	
Ahorro economico =	\$90.01 \$/mes	
Valor Presente Neto VNA =	3,623.01 \$	
Periodo Recuperación	1.39 años	

Fuente: DMS

<sup>28</sup> Fuente: DMS; Investigación de Mercado

## 2.3.6 Ficha Técnica

<b>Calentador de Agua instantáneo de Gas</b>								
	<p><b>Descripción General - Calentador de Agua Instantáneo de Gas</b></p> <p>Comúnmente llamado boiler, es un aparato que utiliza gas LP o natural para elevar la temperatura del agua de manera continua a una temperatura uniforme, al pasar el agua por uno o más intercambiadores de calor.</p> <p>El calentador de agua instantáneo funciona según la demanda de agua caliente. Si se abre una llave de agua caliente, fluye agua fría por los serpentines, el flujo de agua abre la válvula de gas y los quemadores se encienden con la llama del piloto. Los serpentines absorben el calor generado por los quemadores y lo transfieren al agua. Cuando la llave de agua caliente se cierra, la válvula de gas se cierra automáticamente, y los quemadores se apagan. La llave del agua caliente es una llave de ignición que produce el encendido del calentador de agua, lo que le permite controlar su consumo de energía para agua caliente. Cada vez que se cierra el grifo del agua caliente se apaga el calentador de agua.</p>							
<b>Normas y Certificaciones</b>  Los calentadores de gas instantáneo para agua refrigeradores deben cumplir con:  <b>NOM-003-ENER-2000</b>	<p><b>NOM-003-ENER-2000</b></p> <table border="1"><thead><tr><th>Descripción</th><th>Carga Térmica Máxima</th><th>Eficiencia Térmica</th></tr></thead><tbody><tr><td>Eficiencia térmica mínima para calentadores domésticos y comercial, con base al poder calorífico inferior</td><td>35.0 kW</td><td>74 %</td></tr></tbody></table>		Descripción	Carga Térmica Máxima	Eficiencia Térmica	Eficiencia térmica mínima para calentadores domésticos y comercial, con base al poder calorífico inferior	35.0 kW	74 %
Descripción	Carga Térmica Máxima	Eficiencia Térmica						
Eficiencia térmica mínima para calentadores domésticos y comercial, con base al poder calorífico inferior	35.0 kW	74 %						
<p><b>Diversas Presentaciones y Capacidades – Calentador de Agua Instantáneo de Gas.</b></p> <p>El aparato utiliza como combustible gas LP o gas natural y puede tener un control de temperatura automático (termostático), semiautomático, con o sin aislamiento térmico. Se recomienda utilizar un calentador para viviendas habitadas por 4-5 miembros de una capacidad térmica de 10 kW.</p>								

### **Descripción Tecnología Ineficiente - Calentador de Agua de Almacenamiento**

Este aparato consiste en un depósito en donde el agua se va calentando lentamente hasta llegar a una temperatura determinada (esto puede tardar hasta 90 min, dependiendo de la capacidad del tanque, la temperatura inicial y final del agua). El calentador cuenta con un termostato, que gobierna el apagado y encendido del sistema cuando la temperatura del agua alcanza el valor deseado o baja del mismo respectivamente. Debido a las pérdidas de calor del recipiente de almacenamiento de agua y al modo de operación descrito, el sistema consume combustible durante todo el día para mantener la temperatura fijada aún sin que se consuma agua. Estas pérdidas son las que hacen que el calentador sea ineficiente, requiriendo más energía y por lo tanto más combustible.



Fuente:  
<http://mercadolibre.com.mx>

### **Ventajas y Beneficios - Calentador de Agua Instantáneo**

Se obtiene agua caliente sin límites y sin tiempo de espera de calentamiento; permite el ahorro de gas, toda vez que funciona sólo al solicitar agua caliente. De acuerdo con algunos fabricantes, se puede alcanzar un ahorro de gas, mínimo del 40%, además, ahorra espacio debido a que miden de 50 a 80 cm.

### **Ahorros**

<b>Habitantes 4 personas</b>	<b>Económico:</b> Consumo gas: 9.14 kg/mes	<b>GEI:</b> 22.67 kg CO <sub>2</sub> /mes	<b>Precio: alrededor de \$1,500.00</b> <b>Periodo de Recuperación:</b> 1.39 años

### **Garantías e Instalación - Calentador Agua Instantáneo**

Antes de la instalación asegúrese que las condiciones de distribución locales (naturaleza y presión del gas) y el ajuste del calentador sean compatibles. Montar el calentador en un sitio bien ventilado y con tubo de evacuación para los gases quemados, adicionalmente, no deben existir corrientes de aire fuerte. Se recomienda una altura de aproximadamente 1.5m por encima del nivel del suelo con un espacio mínimo de 0.5m de cualquier superficie del techo y no instalarlo en baños o dormitorios

## 2.4 Calentador solar de agua

El sol es una poderosa fuente de energía. La energía solar es la fuente principal de vida en la tierra, y puede ser aprovechada de modos diversos. Además de las formas simples empleadas para secar productos, calentar agua o calefacción de edificios (lo que se conoce como energía térmica solar), podemos utilizar la energía del sol para producir electricidad.

Uno de los principales usos finales de la energía es el calentamiento de fluidos, principalmente aire y agua. En el sector residencial se aplica, fundamentalmente, para calentar el agua para la higiene personal, el lavado de ropa y/o para la preparación de alimentos.

El calentamiento de agua es un proceso relativamente simple que se obtiene, predominantemente, con la quema de combustibles fósiles, en el sector residencial, con gas LP, gas natural y leña, esto último en zonas rurales o periurbanas, mientras que en los sectores productivos, se logra con gas LP, gas natural, combustóleo y/o diesel. El calentamiento solar de agua es un proceso que puede ser más económico que los procedimientos que utilizan combustibles fósiles, además de que sus impactos al medio ambiente son prácticamente nulos.

**Colector solar plano**



**Colector solar de tubos al vacío**



### 2.4.1 Descripción<sup>29</sup>

Un calentador solar de agua es un sistema que utiliza la energía térmica del sol para el calentamiento de agua sin utilizar gas o electricidad. Un sistema típico consta básicamente de tres componentes:

- colector solar: capta la energía solar y la transfiere al agua
- termotanque: almacena el agua caliente
- sistema de tuberías y válvulas: "transporta" el agua entre colector, termotanque y sistema sanitario mediante el efecto termosifón<sup>30</sup>

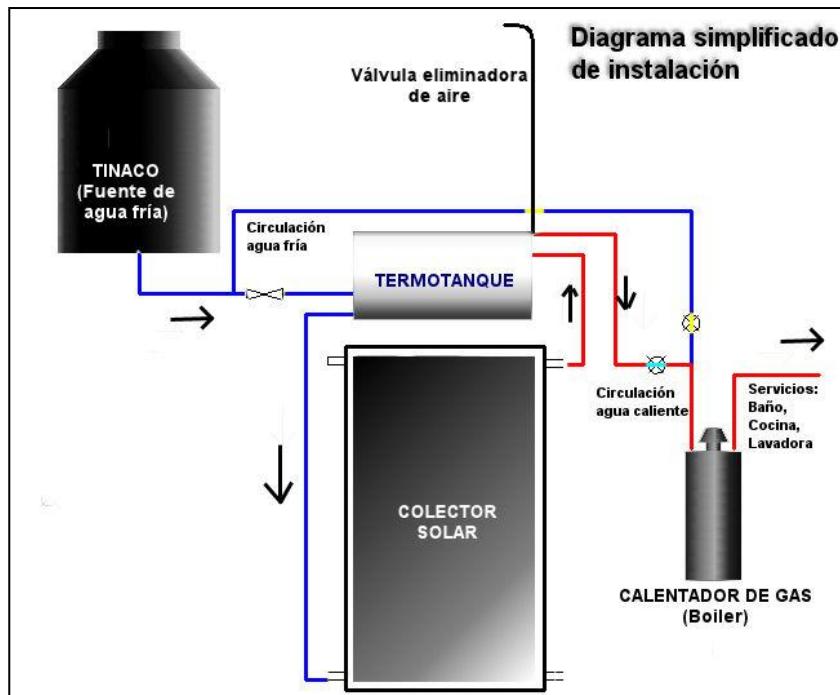
---

<sup>29</sup> Fuente: [www.procalsol.gob.mx](http://www.procalsol.gob.mx)

<sup>30</sup> En un sistema termosifónico, el agua circula de manera natural y sin necesidad de una bomba entre el captador y el termotanque. Este efecto se debe a la diferencia de densidades (el agua caliente es más ligera que el agua fría y por eso tiende a subir) que, a su vez, son producto de la diferencia de las temperaturas del agua.

El colector solar tiene una superficie especial que capta el calor de los rayos solares y lo transfiere al agua que circula por su interior hasta al termotanque, donde se almacena para su disposición final.

**Figura 8: Funcionamiento de un sistema de calentamiento solar de agua**



Fuente: [www.calentamientosolar.org](http://www.calentamientosolar.org)

El colector solar se instala en el techo o en un área bien soleada y se orienta de tal manera que logre la mayor captación de la radiación solar. Dependiendo de los requerimientos del usuario, un sistema de calentamiento de agua puede componerse de uno o más colectores solares interconectados. En México, para el caso de una vivienda con 3 a 4 personas, un sistema típico tiene una superficie de aproximadamente 2 m<sup>2</sup> y una capacidad del termotanque de 150 l. Para asegurar que siempre haya agua caliente, también durante días nublados o durante la noche, el sistema solar normalmente está conectado al calentador de gas o calentador eléctrico, que respalda el sistema solar.

El mantenimiento del calentador solar es en general sencillo y se reduce a pocas acciones. Entre ellas podemos destacar:

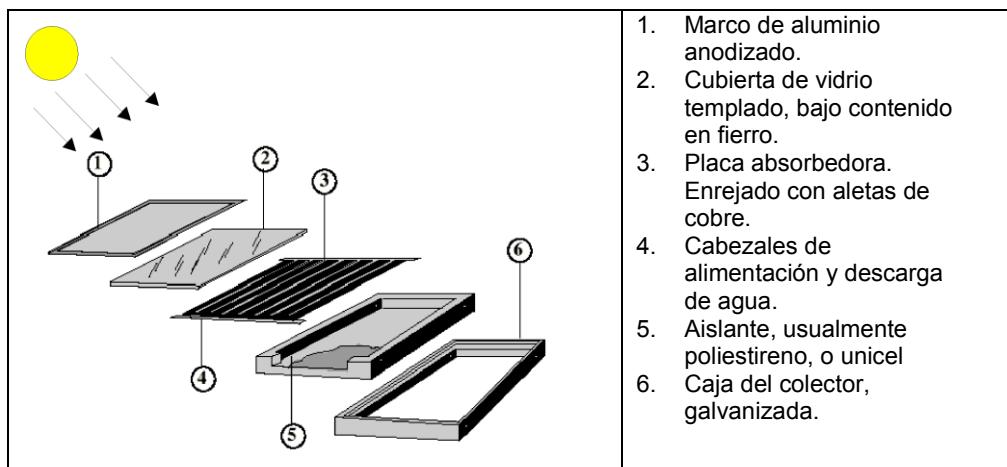
- **Limpiar la superficie colectora.** Es conveniente realizar una limpieza de vez en cuando, sobretodo en la estación seca, para evitar que el polvo se acumule e impida a los rayos solares llegar al absorbedor. En caso de no hacerse se restará algo de eficacia al colector.
- Limpieza a fondo. Dependiendo de la dureza del agua del lugar, es conveniente limpiar a profundidad para quitar las incrustaciones de cal en los conductos. En caso de no hacerse y si el agua de la zona es muy dura, la instalación perderá eficacia progresivamente pudiendo llegar a quedar inutilizable. Estas limpiezas las realizará de preferencia la empresa instaladora.
- Vaciar y cubrir los colectores. En los períodos de vacaciones (períodos de no utilización de la instalación), es importante vaciar y cubrir los colectores para que no les dé el sol.

Durante estos periodos, la temperatura del agua que no se utiliza aumenta su temperatura, con lo cual puede llegar a hervir y aumentar su presión peligrosamente; esto puede arruinar la instalación.

Hay diversos tipos de calentadores solares; para uso residencial hay dos diferentes tecnologías que se podrían utilizar:

- Los colectores solares planos (son de los más comunes) pueden ser diseñados y utilizados donde se requieren temperaturas que no rebasan los 100 °C.

Figura 9: Colector solar plano



Fuente: <http://www.conuee.gob.mx>

Está formado por una superficie metálica plana a la cual se le instalan –en contacto– una serie de tubos (en paralelo o serpentín), típicamente de cobre, estando todo el conjunto revestido de pintura negra absorbente selectiva.

Algunas de sus características son:

- rendimiento hasta 70 %
- vida útil de aproximadamente 20 años
- requieren de un mantenimiento mínimo a lo largo de su vida útil
- accesibles costos de inversión
- Los colectores de tubo de vacío (entre los tipos de colectores solares más eficientes). Estos colectores se aprovechan al máximo en aplicaciones que requieren temperaturas entre 50 °C y 95 °C, y/o en climas muy fríos. Los colectores de tubos evacuados se caracterizan por su superficie captadora aislada del exterior por un doble tubo de vidrio al vacío. El tubo exterior es transparente y permite que pasen los rayos solares a través de él con un mínimo de reflexión de la misma. El tubo interior está cubierto con una capa especial de material selectivo, que sirve a la absorción de la radiación solar, con un mínimo de reflexión de la misma.

Algunas de sus características son:

- alta eficiencia, por minimizar las pérdidas de calor al ambiente
- aptos para alcanzar temperaturas elevadas
- costos accesibles

## 2.4.2 Ventajas

México cuenta con gran abundancia y calidad de horas de sol durante todo el año y un muy reducido o nulo riesgo de heladas en la mayoría de las poblaciones. Estas características permiten que este simple y eficaz sistema pueda ser ampliamente usado.

Un buen calentador solar de agua debe funcionar hasta 15 ó 20 años, es decir, varios años más que un “boiler”. Los beneficios del uso de los calentadores solares de agua los podemos clasificar en dos: económicos y ambientales.

- Económicos.- Se puede satisfacer la mayor parte de los requerimientos de agua caliente de nuestra casa, sin tener que pagar combustible; con los ahorros que se obtienen por dejar de consumir gas, podemos recuperar nuestra inversión del costo inicial de un calentador solar de agua. El porcentaje de sustitución de gas por energía solar para calentar el agua se estima en torno al 75% cuando esta correctamente dimensionado.
- Ambientales.- El uso de los calentadores solares permite mejorar en forma importante nuestro entorno ambiental, contribuyendo al mejoramiento de la calidad del aire dejando de emitir gases de efecto invernadero.

En la inmensa mayoría de los hogares se reúnen las condiciones adecuadas para poder colocar un calentador solar. Lo requisitos básicos son:

- Un lugar en que se pueda colocar los colectores orientados al sur en el hemisferio norte.
- Que en dicho lugar no existan sombras que puedan perjudicar a la instalación, por ejemplo causada por edificios cercanos.
- Que exista una altura del tinaco (depósito que suministra agua a la red de la casa) adecuada con respecto al calentador solar, para que el equipo trabaje con una presión adecuada. El tinaco debería estar instalado por encima del calentador solar.

## 2.4.3 Normatividad y Certificación

El 14 de octubre del 2005, entró en vigor la Norma Mexicana NMX-ES-001-NORMEX-2005, para determinar el Rendimiento Térmico y Funcionalidad de Colectores Solares para Calentamiento de Agua. Métodos de Prueba y Etiquetado.

La Norma Mexicana es elaborada para disminuir el consumo de combustibles fósiles y su consecuente emisión de contaminantes, utilizando la radiación solar como fuente alterna de energía primaria, para calentamiento de agua de uso sanitario. La Norma establece los métodos de prueba para determinar el rendimiento térmico y las características de funcionalidad de los colectores solares que utilizan como fluido de trabajo agua, comercializados en los Estados Unidos Mexicanos. El colector solar al cual aplica esta Norma distingue a los siguientes cuatro tipos:

- **Colector solar metálico cubierto.**- El colector solar metálico cubierto consiste de un elemento que actúa como absorbedor, el cual generalmente está cubierto con un material que permite una máxima absorción de la energía solar. Éste se encuentra dentro de una caja que lo protege del ambiente, además de darle rigidez. Cuenta con un aislamiento térmico en la parte inferior y las caras laterales de la caja. La parte superior es una cubierta transparente que permite el paso de la radiación solar y evita las pérdidas de calor por convección del viento sobre el absorbendor.

- **Colector solar metálico descubierto.**- El colector solar metálico descubierto es un elemento fabricado de lámina metálica en el cual la superficie que absorbe la radiación solar es esencialmente la superficie del colector solar.
- **Colector solar de plástico cubierto.**- El colector solar de plástico descubierto es un elemento fabricado de plástico en el cual la superficie que absorbe la radiación solar es esencialmente la superficie del colector solar.
- **Colector solar de plástico descubierto.**- El colector solar de plástico cubierto es un elemento con absorbedor de plástico y cubierta transparente.

El rendimiento de un colector solar operando bajo condiciones de estado estables puede ser descrito con la siguiente ecuación: este cociente está invertido<sup>31</sup>

$$\eta_g = \frac{\text{EnergiaSolarIncidenteSobreElcolector}}{\text{EnergiaEntregadaPorElcolector}}$$

**Figura 10: Ejemplo de la etiqueta de un colector solar**

RENDIMIENTO Y EFICIENCIA TÉRMICA										
Fabricar	Martín Gómez y Asociados S.A. C.V.			Modelo	B-727			ECUACION DE EFICIENCIA TERMICA		
Marca				Tel.				$h = 0,691 - 3,5 X - 12,2 X^2 ; X = (Tin - Ta)/G$		
Área de apertura	1,8 m <sup>2</sup>			Fecha de prueba				Flujo recomendado del colector solar	2,5 l/min	
Presión máxima de operación	400 Kpa									
** Temperatura para uso típico en °C	Alberca	Calor útil al día/m <sup>2</sup>		Capacidad de Calentamiento						
		Mega Joules/(día·m <sup>2</sup> )		litros/(día·m <sup>2</sup> )*						
		Tropical	Templado	Semidesértico	Tropical	Templado	Semidesértico			
30		7,2-11,1	7,7-9,3	5,5-12,3	N.A.	N.A.	N.A.			
50	Doméstico	6,5-10,4	6,6-8,2	4,5-11,5	67-109	46-58	39-104			
70	Industrial	5,1-9,1	5,6-7,3	3,2-10,3	19-36	21-28	11-41			
Símbolos: h > Eficiencia, Tin > Temperatura de entrada °C, Ta > Temperatura ambiente °C G > Irradiancia solar W/m <sup>2</sup>										
*Los valores de la temperatura del agua fría de entrada se consideran variables de acuerdo a la norma.										
** Temperatura típica de operación N.A. No aplica										

Fuente: NMX-ES-001-NORMEX-2005

El 23 de abril de 2007, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Declaratoria de vigencia de la Norma Mexicana NMX-ES-002-NORMEX-2007, Energía Solar-Definiciones y terminología.

Esta Norma Mexicana establece los vocablos, simbología y la definición de los conceptos más usados en el campo de la investigación y el desarrollo de la tecnología para el mejor uso de la radiación solar como fuente alternativa de la energía.<sup>32</sup>

El 24 de Julio de 2008, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Declaratoria de vigencia de la Norma Mexicana NMX-ES-003-NORMEX-2008, Energía solar-Requerimientos mínimos para la instalación de sistemas solares térmicos, para calentamiento de agua.

<sup>31</sup> Fuente: CONUEE; NMX-ES-001-NORMEX-2005

<sup>32</sup> Fuente: <http://www.ordenjuridico.gob.mx>; NMX-ES-002-NORMEX-2007

Esta Norma Mexicana se extiende a todos los sistemas mecánicos, hidráulicos, eléctricos, electrónicos y demás que forman parte de las instalaciones de sistemas termo-solares de más de 500 litros, para sistemas menores de 500 litros se aplica lo establecido en el apéndice normativo I, y es complementario a los reglamentos municipales, estatales y federales de las materias aplicables en cada caso.

#### **2.4.4 Cálculo de ahorro energéticos**

A continuación se presenta los ahorros de gas LP que se pueden obtener por la instalación de un calentador solar de agua, en una vivienda donde habiten 4 personas.

La unidad original presentaba un consumo de GLP de 30.47 kg/mes, el cual se reduce en un 58% (17.67 kg/mes) como consecuencia de la instalación de un calentador solar de agua. Considerando un costo del GLP de 4.95 \$/litro y realizando las conversiones necesarias, se llega a estimar un ahorro de 174.02 \$/mes. La disminución en el consumo de gas tiene a su vez una correlación con una disminución en la emisión de gases efecto invernadero del orden de unos 43.83 kg de CO<sub>2</sub> /mes. Si consideramos además, que una unidad como la utilizada en el ejemplo, tiene un costo cercano a los \$ 8,000<sup>33</sup> podemos estimar un periodo de recuperación de la inversión de alrededor de los 3.83 años con el ahorro económico generado por el menor consumo de gas.

**Tabla 11: Cálculo de ahorro de gas LP en una vivienda al instalar colector solar de agua**

<b>Cálculos calentador solar de agua</b>			
Cantidad	1		
No. De habitantes	4		
Pago mensual \$/litro	300		
Precio GLP \$/litro	\$5.12	01/09/2009	
Consumo GLP litros/mes	58.6		14.65
Consumo kg/mes	30.47		litros GLP/persona/mes
Ahorro en consumo	58	%	
	17.67	kg/mes	
Ahorro \$ / mes	\$174.02		
Precio calentador solar de agua	\$8,000.00		
<b>Ahorro Gas =</b>	<b>17.67</b>	<b>kg/mes</b>	
<b>Ahorro Gas =</b>	<b>33.99</b>	<b>litros/mes</b>	
<b>Mitigación Emisiones Contaminantes</b>	<b>43.83</b>	<b>kg CO<sub>2</sub> / mes</b>	
<b>Ahorro económico =</b>	<b>\$174.02</b>	<b>\$/mes</b>	
<b>Valor Presente Neto VNA =</b>	<b>11,740.71</b>	<b>\$</b>	
<b>Periodo Recuperación</b>	<b>3.83</b>	<b>años</b>	

Fuente: DMS

<sup>33</sup> Fuente: DMS; Investigación de Mercado

## 2.4.5 Ficha Técnica

<b>Calentador Solar de Agua</b>	
	<p><b>Descripción General - Calentador Solar de Agua</b></p> <p>Un calentador solar es un dispositivo que capta la radiación solar, la transforma en energía térmica y la transfiere a un fluido de trabajo, generalmente agua.</p> <p>El calentamiento solar de agua es un proceso que puede ser más económico que los procedimientos que utilizan combustibles fósiles, además de que sus impactos al medio ambiente son prácticamente nulos.</p>
<p>Fuente: <a href="http://www.textoscientificos.com/energia/solar/calentadores">http://www.textoscientificos.com/energia/solar/calentadores</a></p> 	
<p><b>Normas y Certificaciones</b></p> <p>Los calentadores solares de agua deben cumplir con:</p> <p><b>NMX-ES-001-NORMEX-2005</b></p> <p><b>NMX-ES-002-NORMEX-2007</b></p> <p><b>NMX-ES-003-NORMEX-2008</b></p>	<p><b>NMX-ES-001-NOMEX-2005</b></p> $\eta_g = \frac{EnergiaSolarIncidenteSobreElcolector}{EnergiaEntregadaPorElcolector}$
<b>Diversas Presentaciones y Capacidades- Calentadores Solares.</b>	
<p>Los calentadores solares pueden clasificarse en dos tipos distintos:</p> <p><b>Colectores solares planos:</b> captan la energía del sol en placas captadoras conectadas térmicamente a tubos por donde circula el fluido a calentar</p> <p><b>Calentadores solares de tubos evacuados:</b> están integrados por elementos compuestos de dos tubos concéntricos de vidrio que corren paralelos a otros elementos iguales y que están conectados a cabezales comunes en los extremos. Cada elemento consiste de un tubo exterior y uno interior. El tubo interior está cubierto con una capa especial que absorbe la energía solar; al interior de este tubo pasa el fluido a calentar.</p>	

### **Descripción Tecnología Ineficiente - Calentador de Agua de Almacenamiento**

Este aparato tiene un depósito en donde el agua se va calentando lentamente hasta llegar a una temperatura determinada (esto puede tardar hasta 90 min dependiendo de la capacidad del tanque, la temperatura inicial y final del agua). El calentador cuenta con un termostato, que gobierna el apagado y encendido del sistema cuando la temperatura del agua alcanza el valor deseado o baja del mismo respectivamente. Debido a las pérdidas de calor del recipiente de almacenamiento de agua y al modo de operación descrito, el sistema consume combustible durante todo el día para mantener la temperatura fijada, aún sin que se consuma agua. Estas pérdidas son las que provocan que el calentador sea ineficiente, requiriendo más energía y por lo tanto más combustible.



Fuente:  
<http://mercadolibre.com.mx>

### **Ventajas y Beneficios - Calentador Solar de Agua**

Un buen calentador solar de agua puede durar hasta 15 ó 20 años, es decir, varios años más que un “boiler”. Los beneficios del uso de los calentadores solares de agua los podemos clasificar en económicos y ambientales.

**Económicos.**- Se puede satisfacer la mayor parte de los requerimientos de agua caliente de nuestra casa pagando menos combustible; con los ahorros que se obtienen por dejar de consumir gas podemos recuperar nuestra inversión del costo inicial de un calentador solar de agua. El porcentaje de sustitución de gas por energía solar para calentar el agua se estima en torno al 80% cuando esta correctamente dimensionado.

**Ambientales.**- El uso de los calentadores solares permite mejorar en forma importante nuestro entorno ambiental, ya que contribuyen al mejoramiento de la calidad del aire al dejar de emitir gases de efecto invernadero.

### **Ahorros**

<b>Habitantes 4 personas</b>	<b>Económico:</b> Consumo gas: 17.67 kg/mes	<b>GEI:</b> 43.83 kg CO <sub>2</sub> /mes	<b>Precio: alrededor de</b> \$8,000.00 <b>Periodo de Recuperación:</b> 3.83 años

### **Garantías e Instalación - Calentador Solar de Agua**

El **calentador solar de agua** y el “boiler” se instalan “en serie”, es decir, uno después del otro, por lo que el “boiler” respalda al sistema solar y siempre habrá agua caliente.

En la mayoría de los hogares se reúnen las condiciones adecuadas para poder colocar un calentador solar: se debe tener un lugar en que se pueda colocar los colectores orientados al sur en el hemisferio norte, es importante que no existan sombras que puedan perjudicar a la instalación. El tinaco debe estar por encima del calentador solar, para que el equipo trabaje con una presión adecuada.

El mantenimiento del calentador solar es en general sencillo y se reduce a pocas acciones. Entre ellas podemos destacar: Limpieza de la superficie colectora y realizar una limpieza a fondo para quitar las incrustaciones de cal en los conductos (cada dos años, la frecuencia depende de la dureza del agua del lugar). En periodos de vacaciones hay que vaciar el tanque y cubrir los colectores para que no les dé el sol.

## 2.5 Inodoro ahorroador (sistema dual)

El uso del agua dentro de la vivienda esta notablemente concentrado en la regadera y en el sanitario. Alrededor de un 70%<sup>34</sup> del consumo total de agua se utiliza en el baño y la regadera. Actualmente la creciente demanda del recurso hidráulico ha provocado el deterioro de las fuentes de abastecimiento, disminuyendo la disponibilidad de agua, agravado esto por fugas, deficiencias de operación y mantenimiento, así como por el uso indiscriminado del recurso que se hace en hogares, oficinas, comercios e industrias en general.

En estudios e investigaciones se ha demostrado que el desperdicio en baños y sanitarios es significativo, existiendo el mayor porcentaje precisamente en inodoros de tipo doméstico. Los inodoros tradicionales funcionan mediante la evacuación de volúmenes de agua ubicados en un rango que va desde los 13 hasta los 20 litros.<sup>35</sup>

### 2.5.1 Descripción

El inodoro es un elemento sanitario utilizado para recoger y evacuar los excrementos humanos hacia la instalación de saneamiento. Debido a la problemática suscitada por el gran consumo de agua que representa un inodoro en un hogar, se han creado tecnologías eficientes, como el caso del inodoro dual. Este tipo de inodoro cuenta con un pulsador doble en el tanque, el primer pulsador sirve para evacuar los desechos sólidos, por lo cual, descarga completamente los 6 litros de agua contenidos en el tanque, el segundo pulsador sirve para evacuar los desechos líquidos, por tanto, descarga parcialmente en el orden de 2 a 3 litros del tanque del inodoro. Adicionalmente, ya existen modelos de doble pulsador e incluso electrónicos, accionados por detectores de presencia o células fotoeléctricas. Otras de las ventajas de los nuevos modelos es que cuentan con:

- elementos elaborados a base de plástico: eliminan los problemas derivados de la corrosión.
- válvulas de descarga: permiten seleccionar la cantidad de litros a usar y en general evita fugas en el tanque

Figura 11: Sistema dual



Fuente: CONAVI; Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales

La mejora en el diseño de las tazas, que se limpian mejor con menos agua, ha sido una de las claves que explican el éxito de los nuevos modelos, ya que utilizan apenas un tercio de agua

<sup>34</sup> Fuente: CONAVI; Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales

<sup>35</sup> Fuente. <http://www.drh.go.cr/.../Fichas/.../7%20Inodoros%20Eficientes.pdf>

respecto a los inodoros convencionales e incluyen sistemas de descarga presurizada (que no requieren cisterna, ya que funcionan mediante un grifo de cierre automático que suministra directamente agua de la red). Este es un buen ejemplo de las posibilidades que nos ofrecen las mejoras de diseño de los elementos domésticos para avanzar hacia un uso más eficiente del agua.

En cuanto a la instalación, un inodoro nuevo se instala en dos etapas: primero la taza y después el tanque. La parte más difícil de la instalación es colocar la taza en su lugar, ya que es pesada y se tiene que poner de tal manera que los tornillos del piso estén directamente alineados con las perforaciones de la base del inodoro. Cuando se trabaja con artículos pesados de porcelana como inodoros se debe evitar golpearlos contra cualquier objeto. La porcelana es resistente hasta cierto punto, ya que si se raja no se puede usar.

Figura 12: Inodoro con sistema dual



Fuente: <http://ecolosfera.com>

## 2.5.2 Ventajas

- Los inodoros de 6 litros ocupan menos espacio que los inodoros convencionales.
- Los nuevos inodoros “ecológicos” consumen menos de 5 litros por descarga.
- Ahorro de alrededor de 67% de agua.
- Ahorros económicos familiares por gastos reducidos en agua.
- Por usar menos agua se reduce el consumo de electricidad (menor bombeo) que implica una reducción en emisiones GEI.

## 2.5.3 Normatividad y Certificación

El 2 de agosto del 2001, se publicó en el Diario Oficial de la Federación, la Norma Oficial Mexicana NOM-009-CNA-2001<sup>36</sup>, Inodoros para uso sanitario - Especificaciones y métodos de prueba. Esta Norma es aplicada a productos de 6 litros de consumo de agua por descarga, convirtiéndose en instrumentos adecuados para asegurar la utilización racional del recurso y reducir el desperdicio de agua. Con la reducción del gasto en inodoros a 6 litros por descarga, se logró un uso de agua más eficiente.

<sup>36</sup> Fuente: SEMARNAT; NOM-009-CNA-2001

El objetivo esta Norma Oficial Mexicana es establecer las especificaciones y métodos de prueba que deben cumplir los inodoros, con el fin de asegurar el ahorro de agua en su uso y funcionamiento hidráulico.

Es importante señalar que el 3 de julio del 2009 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo mediante el cual se modifica los numerales 2, 7.1, 7.2 Y 10.1 y se adiciona el numeral 6.11 BIS a la Norma Oficial Mexicana NOM-009-CONAGUA-2001. A continuación se especifican los numerales: 2 - Campo de Aplicación, 7.1 y 7.2 - Muestreo, 10.1 - Vigilancia para el cumplimiento de la Norma y se adiciona el numeral 6 Bis - Los inodoros para uso sanitario se considerarán “ecológicos” aquellos cuyo consumo de agua sea menor a 5 litros por descarga.

Los inodoros objeto de esta Norma se clasifican en dos tipos y dos grados de calidad: Tipo I.- Con tanque acoplado o separado del mueble, asistido o no por presión (Incluyen los de una sola pieza). Tipo II.- Taza de inodoro para adaptarle un fluxómetro. Grado Calidad A – Es para aquellos inodoros que cumplen con los valores admisibles en su acabado y cumplen con los requerimientos establecidos en la Norma. Grado Calidad B – Exceden los límites del grado calidad A en acabados.

Las características establecidas para dar cumplimiento a los acabado de Calidad A, son: tipos de superficies, si es opaca (Cascaron de huevo), grado de superficies onduladas, grado permitido del alabeo, no tener fracturas, ninguna protuberancia, así como no más de 10 defectos en un cuadro específico y 15 en toda la pieza, los cuales son clasificados: Manchas de 3,0 mm máximo, ampollas menores de 3,0 mm, burbujas de 0,8 mm máximo, poros de 0,5 mm máximo, etc.

## 2.5.4 Cálculo de ahorros de agua

A continuación se presenta los ahorros de agua que se pueden obtener por la instalación de un inodoro de doble flujo, en una vivienda donde habiten 4 personas.

Para este caso se considera que la vivienda presenta un consumo de agua de unos 33.8 m<sup>3</sup>/mes. De este total un 40%<sup>37</sup> se destina a la operación del inodoro, lo que arroja un consumo de 13.52 m<sup>3</sup>/mes. La instalación de un inodoro de doble flujo, permite disminuir el consumo de agua en un 67%, o sea en unos 9.06 m<sup>3</sup>/mes. El consumo de agua está asociado a un consumo de energía eléctrica, la cual se emplea para bombear el fluido y lograr que circule por la instalación domiciliaria. Considerando un consumo de energía de 1.89 kWh/m<sup>3</sup>, y un costo de la misma de 1.40 \$/kWh, se llega a un costo unitario de 2.52 \$/m<sup>3</sup>, lo que multiplicado por el ahorro de agua logrado, nos muestra un ahorro económico de 22.83 \$/mes. Finalmente si consideramos que un inodoro de doble flujo tiene un costo cercano a los \$ 1,100.00<sup>38</sup> la inversión se recupera en 4.02 años.

La disminución en el consumo de energía eléctrica, por tener que bombear menos agua, tiene a su vez una correlación con una disminución en la emisión de gases efecto invernadero del orden de unos 16.27 kg de CO<sub>2</sub> /mes.

---

<sup>37</sup> Fuente: CONAVI; Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales

<sup>38</sup> Fuente: DMS; Investigación de Mercado

**Tabla 12: Cálculo de ahorro de agua en una vivienda al instalar un inodoro de doble flujo**

<b>Cálculos ahorro inodoro doble flujo</b>			
Cantidad	<b>1</b>		
No. De habitantes	<b>4</b>		
Dotación promedio litros por dia	278	Promedio nacional por persona	
consumo por vivienda	1.11	m <sup>3</sup> /dia	
días de operación mensual	30.4	mes	
consumo por vivienda	33.8	m <sup>3</sup> /mes	
Precio Medio \$/kWh	1.40		
Consumo unitario de energía KWh/m <sup>3</sup>	1.89	promedio enero-2009	
Precio de Agua \$/m <sup>3</sup>	2.52		
Ahorro en consumo	67%	%	40%
	<b>9.06</b>	m <sup>3</sup> /mes	Inodoro
Ahorro \$/mes	\$22.83	usuario	perdidas Red
Ahorro en consumo del sistema	<b>15.10</b>	m <sup>3</sup> /mes	
Precio indoros	\$1,100.00		
<b>Ahorro Agua =</b>	<b>15.10</b>	m <sup>3</sup> /mes	
<b>Ahorro Energía Eléctrica =</b>	<b>28.54</b>	kWh/mes	
<b>Mitigación Emisiones contaminantes</b>	<b>16.27</b>	kg CO <sub>2</sub> / mes	
<b>Ahorro economico =</b>	<b>\$22.83</b>	\$/mes	
<b>Valor Presente Neto VNA =</b>	<b>1,507.56</b>	\$	
<b>Periodo Recuperación</b>	<b>4.02</b>	años	

Fuente: DMS

## 2.5.5 Ficha Técnica

<b>Inodoro Ahorrador de Agua</b>	
	<p><b>Descripción General –Inodoro Ahorrador de Agua</b></p> <p>El inodoro es un elemento sanitario utilizado para recoger y evacuar los excrementos humanos hacia la instalación de saneamiento.</p> <p>El llamado pulsador doble (Dual) para tanques de inodoros, tiene un primer pulsador para la descarga completa (6 litros) del tanque del inodoro y un segundo pulsador para la descarga parcial (2-3 litros) del tanque del inodoro.</p>
<p><b>Normas y Certificaciones</b></p> <p>Los inodoros deben cumplir con:</p> <p><b>NOM-009-CNA-2001</b></p>	<p><b>NOM-009-CNA-2001</b></p> <p>Los inodoros deben funcionar con un consumo de agua máximo de 6 litros por descarga y se considerarán “ecológicos” aquellos cuyo consumo de agua sea menor a 5 litros por descarga.</p> <p>Las características establecidas para dar cumplimiento al acabado de Calidad A son: Tipo de superficie, grado de superficie ondulada, grado permitido del alabeo, no tener fracturas, ninguna protuberancia, así como no más de 10 defectos en un cuadro específico y 15 en toda la pieza, los cuales son clasificados como: Manchas de 3,0 mm máximo, ampollas menores de 3,0 mm, burbujas de 0,8 mm máximo, poros de 0,5 mm máximo, etc.</p>
<p><b>Diversas presentaciones y capacidades Indoros Ahorradores de Agua.</b></p> <p>Existen en el mercado gran variedad de modelos y marcas, la gran mayoría elaborados a base de plástico, eliminando problemas derivados de la corrosión. Tienen una válvula de descarga que permite seleccionar la cantidad de litros a usar y que además, evita fugas en el tanque, ya que por su diseño y funcionamiento descarga con mayor peso.</p>	
<p><b>Descripción Tecnología Ineficiente – Indoro con tanque promedio de 16 litros</b></p> <p>Los inodoros tradicionales funcionan mediante la evacuación de volúmenes de agua ubicados en un rango que va desde los 13 hasta los 20 litros.</p>	 <p>Fuente: <a href="http://www.mma.es/ceneam">http://www.mma.es/ceneam</a></p>
<p><b>Ventajas y Beneficios –Indoro ahorrador de agua</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Los inodoros de 6 litros ocupan menos espacio que los inodoros convencionales.</li></ul>	

- Los nuevos inodoros se considerarán ecológicos aquellos cuyo consumo de agua sea menor a 5 litros por descarga.
- El sistema dual permite descargas completas y parciales.
- Ahorro de alrededor de 67 % de agua.
- Ahorros económicos familiares por gastos reducido en agua.
- Por usar menos agua se reduce el consumo de electricidad (menor bombeo), que a su vez implica una reducción en emisiones GEI.

### **Ahorros**

<b>Habitantes 4 personas</b>	<b>Económicos:</b>	<b>GEI:</b>	<b>Precio: alrededor de \$1,100.00</b>
Consumo agua sistema: 15.10 m <sup>3</sup> /mes	\$ 22.83 /mes	16.27 kg CO <sub>2</sub> /mes	<b>Periodo de Recuperación:</b> 4.02 años

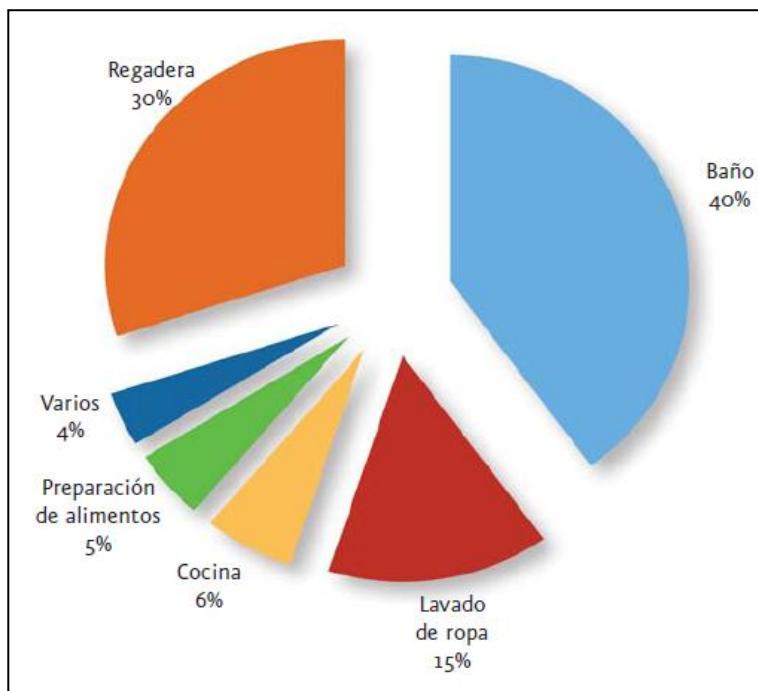
### ***Garantías e Instalación – Inodoro Ahorrador de Agua***

Un inodoro nuevo se instala en dos etapas: primero la taza y después el tanque. La parte más difícil de la instalación es colocar la taza en su lugar, ya que es pesada y se tiene que poner de tal manera que los tornillos del piso estén directamente alineados con las perforaciones de la base del inodoro. Una vez que se termina esta parte, se ha completado la parte más difícil de la instalación. Cuando se trabaja con artículos pesados de porcelana como inodoros se debe evitar golpearlos contra cualquier objeto (la porcelana es resistente hasta cierto punto), ya que, si se raja no se puede utilizar.

## 2.6 Sistemas de consumo de agua (Regadera y Lavabo)

La explosión demográfica y el crecimiento del sector vivienda, han resultado en un incremento en la demanda de agua, lo que a su vez afecta su disponibilidad, principalmente en los acuíferos. Esta situación ha impactado fuertemente la infraestructura hidráulica existente. En promedio una persona usa 278 litros<sup>39</sup> de agua potable al día, de los cuales, tan solo la regadera y el lavabo representan alrededor del 45%<sup>40</sup> del consumo del agua total dentro de la vivienda, lo que hace imperativo promover ahí dispositivos de ahorro.

Figura 13: Distribución del uso de agua en la vivienda



Fuente: CONAVI; Programa específico para el desarrollo habitacional sustentable ante el cambio climático.

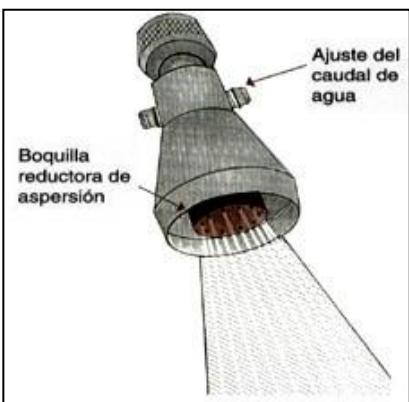
Ante el crecimiento de la población ha sido necesario adaptar las tecnologías para que con el menor consumo de energía o de cualquier otro insumo, se produzcan los mismos beneficios o condiciones de satisfacción esperadas. Bajo estos criterios, hoy día se cuenta con los llamados artefactos de bajo consumo de agua.

---

<sup>39</sup> Fuente: DMS ; Estudio Bombeo Municipal

<sup>40</sup> Fuente: CONAVI; Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales; El consumo de agua en la regadera y lavabo se considera, regadera 30%, cocina 6%, preparación de alimentos 5% y varios 4%, lo que nos da un total de 45%

## 2.6.1 Descripción<sup>41</sup>



Para reducir el consumo de agua en la vivienda, sin restar comodidad al usuario se pueden instalar sencillos economizadores en los grifos y regaderas que permiten ahorrar alrededor de un 40% del agua potable doméstica. Estos impiden la salida de un caudal excesivo de agua, agregando por contrapartida distintos mecanismos que aumentan su velocidad de flujo. Algunos de los accesorios ahorradores de agua más comunes en el mercado son los siguientes:

**Perlizadores:** Son elementos dispersores que incrementan la velocidad de salida al disminuir el área hidráulica, pero aumentan la pérdida

de carga, reduciendo de este modo el consumo de agua. Por perlizadores o aireadores se conocen propiamente los dispositivos reductores de caudal que mezclan aire con el agua dándole a las gotas de agua la forma de perlas. Su instalación es sencilla pues basta con quitar el difusor del grifo o bien en el caso de la ducha situarlo entre el grifo y el flexo de la alcachofa. Consiguen un ahorro de entre el 40 y el 60 % según la presión de la red.



Perlizadores de Flujo de Agua

**Obturadores:** Estos elementos limitan el flujo de agua en la tubería y permiten la salida de una menor cantidad de líquido (10 l/min), además, mantienen la temperatura del agua y son fáciles de instalar.

**Regadera:** Para disminuir el consumo de agua en la regadera se puede cambiar la cebolleta entera. Las regaderas de bajo consumo son las que utilizan menos de 10 litros de agua por minuto (l/min) de operación, manteniendo a la vez, el confort demandado por las personas al bañarse. Actualmente existen diversos modelos y marcas de cebolletas ahorradoras que permiten al usuario ahorrar de un 40% hasta un 50% del agua, sin reducir la presión. Las cebolletas elaboradas a base de plástico endurecido no se oxidan e inclusive evitan la acumulación de sarro. En la actualidad existen ya diversos modelos que no presentan atomizaciones ni forman nubes, dirigiendo el chorro directamente al usuario, son de fácil instalación y muchas veces no se requieren herramientas para ello.

Al escoger el dispositivo adecuado, el usuario debería tomar en cuenta las características del equipo ya existente (tipo de calentador, regadera, grifo) para asegurar el buen funcionamiento del sistema ahorrador de agua. Es importante consultar un experto para evitar que el buen servicio de agua caliente sanitaria sea afectado.

## 2.6.2 Ventajas

Los dispositivos ahorradores de agua para regaderas y grifos tienen las siguientes ventajas:

- Productos sumamente rentables en términos económicos.
- Reducen el consumo de agua en, al menos un 40%.
- Por usar menos agua se reduce el consumo de gas (calentador) y/o electricidad (menor bombeo) que implica una reducción en emisiones GEI.
- Asegurando la calidad de la instalación, mantienen el confort para el usuario.

<sup>41</sup> Fuente: CONAVI: Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales

- Ahorros económicos familiares en seguida por ahorro en agua y gas (o electricidad)
- Fácil instalación.
- Protege las reservas de agua.

### **2.6.3 Normatividad y Certificación**

El 25 de junio del 2001 se publicó en el Diario Oficial de Federación la Norma Oficial Mexicana NOM-008-CNA-1998, Regaderas Empleadas en el Aseo Corporal - Especificaciones y Métodos de Prueba.

Esta norma establece como objeto contribuir a la preservación de los recursos hidráulicos del país por lo que es necesario continuar con los esfuerzos encaminados al uso eficiente del agua potable para el consumo humano, que permitan mantener y aumentar el suministro del vital líquido a la población nacional. Para lograr este uso racional del agua, se hace necesaria e indispensable la regulación del consumo doméstico mediante el uso de dispositivos ahorradores de agua, también denominados dispositivos de bajo consumo de agua. En el mercado nacional existen diferentes tipos de regaderas para el aseo corporal de fabricación nacional y extranjera, que requieren un alto consumo de agua para su funcionamiento, por lo que es necesario reglamentar el gasto que suministran, evitando desperdicios innecesarios de agua, sin perder de vista el confort de los usuarios.

Es importante señalar que el 21 de julio del 2009 se publicó en el Diario Oficial de la Federación el acuerdo mediante el cual se modifica los numerales 7, 7.1, 7.2, 8.4.2 y 10 de la Norma Oficial Mexicana NOM-008-CONAGUA-1998. A continuación se especifican los numerales: 7, 7.1 y 7.2 – Muestreo; 8.4.2 – Se modifica la tabla 2 “gasto mínimo y máximo especificado de acuerdo al tipo de regadera”; en la que se especifica como nota: Cuando el gasto mínimo sea menor a 3.8 litros por minutos se podrá calificar como “ecológica”, en ningún caso se podrá rebasar el gasto máximo y 10- Observancia de esta norma.

Al entrar en vigor esta Norma Oficial Mexicana se obtuvo una disminución del consumo de agua en el uso de las regaderas ya que no pueden gastar más de 10 litros (tabla 14) de agua por minuto. Esta Norma presenta la clasificación de las regaderas (tabla 13), de acuerdo a la presión de trabajo y los niveles de edificación donde se instalen; asimismo se especifica el gasto (tabla 14); de acuerdo con la presión de trabajo.<sup>42</sup>

**Tabla 13: Clasificación de las regaderas de acuerdo a su intervalo de presión**

Tipo de regadera	Rango de presión de trabajo kPa (kgf/cm <sup>2</sup> )	Niveles de edificación*
Baja presión	20 a 98 (0,2 a 1,0)	1 a 4 Niveles
Media presión	98 a 294 (1,0 a 3,0)	de 4 a 12 Niveles o equipo hidroneumático
Alta presión	294 a 588 (3,0 a 6,0)	más de 12 Niveles o equipo hidroneumático

\* Contados a partir del depósito superior del agua

1 kPa = 0,0102 kgf/cm<sup>2</sup>

Fuente: NOM-008-CNA-1998

**Tabla 14: Gasto mínimo y máximo especificado de acuerdo al tipo de regadera**

Tipo de regadera	Límite inferior		Límite superior	
	Presión kPa (kgf/cm <sup>2</sup> )	Gasto Mínimo l/min	Presión kPa (kgf/cm <sup>2</sup> )	Gasto Máximo l/min.
Baja presión	20 (0,2)		98 (1,0)	
Media presión	98 (1,0)	4,0	294 (3,0)	10,0
Alta presión	294 (3,0)		588 (6,0)	

1 kPa = 0,0102 kgf/cm<sup>2</sup>

\* Cuando el gasto mínimo sea menor a 3.8 litros por minutos se podrá calificar como “ecológica”, en ningún caso se podrá rebasar el gasto máximo.

\*\* Las regaderas solo podrán emplear reductores de flujo cuando éstos no sean removibles.

Fuente: NOM-008-CNA-1998

DOF: 21 julio 2009

<sup>42</sup> Fuente: SEMARNAT; NOM-008-CNA-1998

## 2.6.4 Cálculo de ahorros de agua

A continuación se presenta los ahorros de agua que se pueden obtener por la instalación de sistemas ahorreadores de agua (Regadera y Lavabo), en una vivienda donde habiten 4 personas.

Para este caso se considera que la vivienda presenta un consumo de agua de unos 33.8 m<sup>3</sup>/mes. De este total un 45%<sup>43</sup> se destina a la operación de regadera y lavabo, lo que arroja un consumo de 15.21 m<sup>3</sup>/mes. La instalación de regaderas y obturadores ahorreadores, permite disminuir el consumo de agua en un 40%, o sea en unos 6.08 m<sup>3</sup>/mes. El consumo de agua está asociado a un consumo de energía eléctrica, la cual se emplea para bombear el fluido y lograr que circule por la instalación domiciliaria. Considerando un consumo de energía de 1.89 kWh/m<sup>3</sup>, y un costo de la misma de 1.40 \$/kWh, se llega a un costo unitario de 2.52 \$/m<sup>3</sup>, lo que multiplicado por el ahorro de agua logrado, nos muestra un ahorro económico de 15.33 \$/mes. Finalmente si consideramos un precio para regaderas y obturadores hasta de \$ 200<sup>44</sup>, que dependerá de la calidad de los dispositivos, la inversión se recupera en 1.04 años.

La disminución en el consumo de energía eléctrica tiene a su vez una correlación con una disminución en la emisión de GEI del orden de unos 10.93 kg de CO<sub>2</sub> /mes.

**Tabla 15: Cálculo de ahorro de agua en una vivienda al instalar regadera y obturadores ahorreadores**

Cálculos ahorro en regadera y lavabo			
Cantidad	1		
No. De habitantes	4		
Dotación promedio litros por dia	278	Promedio nacional por persona	
consumo por vivienda	1.11	m <sup>3</sup> /día	
días de operación mensual	30.4	mes	
consumo por vivienda	33.8	m <sup>3</sup> /mes	
\$/kWh	1.40		
Consumo unitario de energia kWh/m <sup>3</sup>	1.89	promedio enero-2009	
Precio de Agua \$/m <sup>3</sup>	2.52		45%
Ahorro en consumo	40%	Regadera y Lavabo	
	6.08	m <sup>3</sup> /mes	40%
Ahorro \$/mes	\$15.33	usuario	perdidas Red
Ahorro en consumo del sistema	10.14	m <sup>3</sup> /mes	
Precio regadera y obturadores	\$200.00		
Ahorro Agua=	10.14	m <sup>3</sup> /mes	
Ahorro Energía Eléctrica=	19.17	kWh/mes	
Mitigación Emisiones contaminantes	10.93	kg CO <sub>2</sub> / mes	
Ahorro economico =	\$15.33	\$/mes	
Valor Presente Neto VNA =	661.10	\$	
Periodo Recuperación	1.09	años	

Fuente: DMS

<sup>43</sup> Fuente: CONAVI; Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales; El consumo de agua en la regadera y lavabo se considera, regadera 30%, cocina 6%, preparación de alimentos 5% y varios 4%, lo que nos da un total de 45%

<sup>44</sup> <http://www.cequieretaro.gob.mx/index/ahorra>; Dependiendo de la tecnología el precio de las regaderas y obturadores varía. Para este ejemplo se consideró una regadera y 2 obturadores.

## 2.6.5 Ficha Técnica

<b>Sistemas Ahorradores de Agua</b>									
  Perlizadores de Flujo de Agua	<b>Descripción General –Sistemas Ahorradores de Agua</b> <p>La contribución de cada vivienda a la reducción del consumo puede empezar con la instalación de unos sencillos economizadores en los grifos y regaderas que permiten ahorrar alrededor de un 40% del agua potable doméstica que se consume, sin restar comodidad al usuario. Estos impiden la salida de un caudal excesivo de agua, agregando por contrapartida distintos mecanismos que aumentan su velocidad de flujo. Estos dispositivos se acoplan a las griferías domésticas y se presentan con diferentes estrategias: algunos mezclan el agua con aire reduciendo su flujo, la boquilla y el difusor consiguen un aumento de la velocidad de circulación de agua y una depresión que facilita la entrada de aire por aspiración; hay otros que disponen de una válvula de retención en su interior que salta cuando el caudal de agua es superior a un valor determinado de l/min; y los más simples son reductores de caudal fijo, éstos disminuyen la sección de flujo y aumentan la presión mediante una junta de goma.</p>								
Fuente: CONAVI; Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales									
<b>Normas y Certificaciones</b> <p>Las regaderas deben cumplir con:</p> <p><b>NM-008-CNA-1998</b></p> <p>Niveles de edificación<sup>45</sup>: 1-4</p>		<b>NOM-008-CNA-1998</b>							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="background-color: #cccccc; text-align: center;">Tipo de Regadera</th> <th colspan="2" style="background-color: #cccccc; text-align: center;">BAJA PRESIÓN kPa (kgf/cm<sup>2</sup>)</th> </tr> <tr> <th style="text-align: center;">Límite Inferior 20 (0,2)</th> <th style="text-align: center;">Límite Superior 98 (1,0)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Gasto (l/min)</td> <td style="text-align: center;">Mínimo 4,0</td> <td style="text-align: center;">Máximo 10,0</td> </tr> </tbody> </table>		Tipo de Regadera	BAJA PRESIÓN kPa (kgf/cm <sup>2</sup> )		Límite Inferior 20 (0,2)	Límite Superior 98 (1,0)	Gasto (l/min)	Mínimo 4,0	Máximo 10,0
Tipo de Regadera	BAJA PRESIÓN kPa (kgf/cm <sup>2</sup> )								
	Límite Inferior 20 (0,2)	Límite Superior 98 (1,0)							
Gasto (l/min)	Mínimo 4,0	Máximo 10,0							
<b>Diversas Presentaciones y Capacidades-Sistemas Ahorradores de Agua.</b> <p><b>Perlizadores:</b> Son elementos dispersores que incrementan la velocidad de salida al disminuir el área hidráulica, pero aumentan la pérdida de carga, reduciendo de este modo el consumo de agua. Por perlizadores o aireadores se conocen propiamente los dispositivos reductores de caudal que mezclan aire con el agua dándole a las gotas de agua la forma de perlas. Su instalación es sencilla pues basta con quitar el difusor del grifo o bien en el caso de la ducha situarlo entre el grifo y el flexo de la alcachofa. Consiguen un ahorro de entre el 40 y el 60 % según la presión de la red.</p>									

<sup>45</sup> Niveles de edificación: Cantidad de pisos construidos en un edificio.

**Obturadores:** Estos elementos limitan el flujo de agua en la tubería y permiten la salida de una menor cantidad de líquido (10 l/min), mantienen la temperatura del agua y son fáciles de instalar.

**Regadera:** Para disminuir el consumo de agua en la regadera se puede cambiar la cebolleta entera. Las regaderas de bajo consumo son las que utilizan hasta 10 litros de agua por minuto (l/min) de operación; manteniendo a la vez el confort demandado por las personas al bañarse. Actualmente existen diversos modelos y marcas de cebolletas ahorradoras que permiten al usuario ahorrar de un 40 hasta un 50% del agua, sin reducir la presión. Las cebolletas elaboradas a base de plástico endurecido no se oxidan, inclusive evitan la acumulación de sarro. En la actualidad existen ya diversos modelos que no presentan atomizaciones ni forman nubes, dirigiendo el chorro directamente al usuario, son de fácil instalación y muchas veces no se requieren herramientas para ello.

#### **Descripción Tecnología Ineficiente – Sistema alto consumo**

La regadera y el lavabo representan el 45% del consumo del agua dentro de la vivienda, por lo cual es imperativo sustituir por dispositivos de ahorro.

Las duchas convencionales consumen más de 13.6<sup>46</sup> litros por minuto.



Fuente:  
[www.showerheadstore.com](http://www.showerheadstore.com)

#### **Ventajas y Beneficios –Sistemas Ahorradores de Agua**

- Productos sumamente rentables en términos económicos.
- Reducen el consumo de agua en, al menos un 40%.
- Por usar menos agua se reduce el consumo de gas (calentador) y/o electricidad (menor bombeo) que, a su vez, implica una reducción en emisiones GEI.
- Aseguran la calidad de la instalación y mantienen el confort para el usuario.
- Ahorros económicos familiares inmediatos por ahorro de agua y gas (o electricidad)
- Fácil instalación.
- Protege las reservas de agua.

#### **Ahorros**

<b>Habitantes 4 personas</b>	<b>Económico:</b> Consumo agua sistema: 10.14 m <sup>3</sup> /mes	<b>GEI:</b> 10.93 kg CO <sub>2</sub> /mes	<b>Precio: alrededor de</b> \$200.00 <b>Periodo de Recuperación.</b> 1.09 año

#### **Garantías e Instalación – Sistemas Ahorradores de Agua**

Al escoger el dispositivo, el usuario debe considerar las características de la instalación ya existente (tipo de calentador, regadera, grifo) para asegurar el buen servicio de agua caliente sanitaria. Es recomendable consultar un experto.

<sup>46</sup> Fuente: <http://www.drh.go.cr/buenas%20practicas/Fichas/Turismo/6%20Duchas%20Eficientes.pdf>

### 3 Anexo 1: Listado de fabricantes y distribuidores

#### a) Lámparas Fluorescentes Compactas Autobalastradas<sup>47</sup>

Empresa	Marca	Modelo	Registro Sello FIDE	Contacto
Acero Plus	Plus Ligthing	PL-3U-20W PL-SP-20W	A1207	(01 800) 527 7587, (55) 9149 8970 , (55) 9149 8972 <a href="mailto:ilevin@aceroplus.com">ilevin@aceroplus.com</a> <a href="http://www.aceroplus.com">http://www.aceroplus.com</a>
	Philco Iluminación	PH-SP-20W 6500 PH-SP-20W 2700 PHF-SP-20W 6500 PHF-SP-20W 2700		
GE Commercial Materials.	GE	20692-20W 15297-20W 15254-20W 20074-20W 15344-20W 49885-20W 15252-20 W 28689-20W 15292-20W 15312-20W 15314-20W 28445-13W 15249-13W 15290-13W 28563-13W 28562-13W	G0208	(01 800) 714 1414 <a href="mailto:cscmexico@lighting.ge.com">cscmexico@lighting.ge.com</a> <a href="http://www.ge.com.mx">http://www.ge.com.mx</a>
Laiting	Laiting	XEU23-14G1 (2700°K) XEU23-14G1 (4100°K) XEU23-14G1 (6400°K)	L0906	(01 800) 111 9185 (55) 5782 1965 <a href="mailto:ventas@laiting.com">ventas@laiting.com</a> <a href="mailto:mariseladslaitin@hotmail.com">mariseladslaitin@hotmail.com</a> <a href="http://www.laiting.com">http://www.laiting.com</a>

<sup>47</sup> Fuente: FIDE; Catalogo de Productos Sello FIDE

Osram de México, S.A. de C.V.	Osram	Dulux Star Twist 13W/860 Dulux Star Twist 13W/827 Dulux MicroTwist 20W/865 Dulux MicroTwist 20W/865 Dulux MicroTwist 20W/830 Duluxstar 20W/865 Duluxstar 20W/827 Dulux el Twist 20W/830 Dulux el Twist 20W/865	00695	(01 800) 716 7007 (55) 5899 1800 <a href="mailto:luz@osram.com.mx">luz@osram.com.mx</a> <a href="http://www.osram.com.mx">http://www.osram.com.mx</a>
Philips Mexicana s.a. de C.V.	Philips	Mini Twister 12W Luz Clara Mini Twister 12W Luz Suave Twister 20W Luz Clara Twister 20W Luz Suave Essential 20W Luz Clara/Fría Essential 20W Luz Suave/Cálida	P0695	(01 800) 504 6200 (55) 5269 9000 <a href="mailto:ventas.lighting@philips.com">ventas.lighting@philips.com</a> <a href="http://www.philips.com.mx">http://www.philips.com.mx</a>
Tishman Lighting Uii	Tishman Lighting Uii	TL127 13SLD6 6000K TL127 13SLC6 3100K TL127 13SLT2D8 TL127 13SLT2C8 TL127 20SLD6 6000K TL127 20SLC6 3100K TL127 20UL3D6 6000K TL127 20UL3C6 3100K TL127 20SLD8	T098	(55) 5358 6566 <a href="mailto:rjaimes@tishmanlightinguii.com.mx">rjaimes@tishmanlightinguii.com.mx</a> <a href="mailto:gutierrez@tishmanlightinguii.com.mx">gutierrez@tishmanlightinguii.com.mx</a> <a href="http://www.tishman.com.mx">http://www.tishman.com.mx</a>

**b) Refrigeradores domésticos eficientes<sup>48</sup>**

Empresa	Marca	Registro Sello FIDE	Contacto
Daewoo Electronics Home Appliance de México		D0606	(01 800) 200 2882 (55) 1165 8118; (55) 5329 2400 <a href="mailto:luis_lee@dehamex.com">luis_lee@dehamex.com</a> <a href="http://www.daewoo.com.mx">http://www.daewoo.com.mx</a>
Grupo Bler	Blue Point	E0608	(55) 5354 9010 <a href="mailto:ventas@bluepoint.com.mx">ventas@bluepoint.com.mx</a> <a href="http://www.bluepoint.com.mx">http://www.bluepoint.com.mx</a>
Mabe México	Dako, Mabe, GE, IEM	M0502	(01 800) 946 6223 <a href="mailto:esperanza.vergara@mabe.com.mx">esperanza.vergara@mabe.com.mx</a> <a href="http://www.mabe.com.mx">http://www.mabe.com.mx</a>
Koblenz		K0205	(01 800) 976 3600 <a href="mailto:ventas@koblenz-electric.com">ventas@koblenz-electric.com</a> <a href="http://www.koblenz.com.mx">http://www.koblenz.com.mx</a>
LG		L0204	(01 800) 347 1919 (55) 5321 1919; (55) 5321 1900 <a href="mailto:jlsaravia@lge.com">jlsaravia@lge.com</a> <a href="http://www.lge.com.mx">http://www.lge.com.mx</a>
Samsung Electronics México		S0302	01 800) 726 7864 <a href="mailto:a.gonzalez@samsung.com">a.gonzalez@samsung.com</a> <a href="http://www.samsung.com.mx">http://www.samsung.com.mx</a>

<sup>48</sup> Fuente: FIDE; Catalogo de Productos Sello FIDE

**c) Calentador de Agua Instantáneo de Gas<sup>49</sup>**

Empresa	Modelo	Capacidad
Ascot	2012 2016	12 LITROS/MINUTO 6 LITROS/MINUTO
Bosch	CONFORT-6 CONFORT-11 CONFORT-14 MINIMAXX-10 MINIMAXX-13 MINIMAXX-16	6 LITROS 11 LITROS 14 LITROS 10 LITROS 13 LITROS 16 LITROS
Calorex	COXDP-06 COXDP-09 COXDP-12 L11X11 L13XII L16XIM	5 LITROS 7.5 LITROS 10 LITROS 9 litros/minuto 10 litros/minuto 12 litros/minuto
Delta	Omega Premium Odin Delta-01 Delta-01 plus Delta-02 Dúplex Delta-02 Dúplex plus	5 LITROS 7 LITROS 5 LITROS 7 LITROS 9 LITROS 13 LITROS 16 LITROS
Heat Master	AR-HMP-05 AR-HMP-10 AR-HMP-15 AR-HMP-20	5 LITROS 10 LITROS 15 LITROS 20 LITROS
Hesa	ANGUARD SUPREM	10 litros/minuto 12 litros/minuto

<sup>49</sup> Fuente: <http://www.calentadoresdemexico.com.mx>

	DUPLEX Acero Inoxidable ANGUARD SUPREM DUPLEX	19 litros/minuto 10 litros/minuto 12 litros/minuto 19 litros/minuto
Indugas	BAJA PRESIÓN	11 litros/minuto
Kruger	2205 2212 2316 3420	5 litros/minuto 12 litros/minuto 16 litros/minuto 20 litros/minuto
Lenisco	902 903	5 litros/minuto 7.5 litros/minuto
Megamex	CRRP07 CRRP14 CRRP18 CRRP22	7 litros/minuto 14 litros/minuto 18 litros/minuto 222 litros/minuto

**d) Calentador solar de agua<sup>50</sup>**

Empresa	Modelo	DIT	Contacto
Módulo Solar, S.A. de C. V.	De Agua Plana Axol AP/150 Colector Solar AXOL AP 150 LTS	DIT/024/08 DIT/078/09	Ing. Daniel García V. Tel 01 800 999 55 00 (01 777) 318 0104, 318 0105, 318 0108, 318 0109 generalsolar@modulosolar. com.mx www.modulosolar.com.mx
Comercial Boss, S. A. de C. V.	Tubos al Vacío Duna 288 TZ58/1800	DIT/025/08	Mario E. Silva del Hoyo Tel (01 33) 3001-5700 (01 33) 3001-5700 msilva@combos.com.mx www.dunaenergy.com.mx
Heliocol de México, S. A. de C. V. Sistemas de Energía Solar Térmica	De Agua Plano Modelo CT-2/T.T. 150 L Colector Solar Plano Modelo CR Colector Solar Plano Infonavit by Heliocol Colector Solar Plano Modelo CR-100	DIT/026/08 DIT/036/09 DIT/038/09 DIT/057/09	Ing. Hector Fidel 01 800 ENERSOL Tel (01 55) 5250-6100 (01 55) 5250-6100, 5255-0947, 5545-3778 Fax: (01 55) 5250-6200 heliocol@heliocol.com.mx www.heliocol.com.mx
Sunway de México, S.A. de C. V.	Colector solar plano. Modelo SM-37V	DIT/027/09	C.P. Jorge Dávila Garza Fáb.- 5686-9470 Of.- 5395-0041 Fax.- 5395-5771 Cel.- 55 3233-0352 sunwaymx@hotmail.com www.sunwaymx.com.mx
Energía Solar Alterna, S. A. de C. V.	Tubos al Vacío con tubos de calor (cobre) EEHG10 Tubos al Vacío con tubos de calor (cobre) EEHG15	DIT/028/09 DIT/080/09	Oswaldo Jordán Stivalet Tel.: (01 962) 6281-577 Fax: (01 962) 6281-578 jordan.oswaldo@gmail.com <a href="http://www.energiaeterna.net">www.energiaeterna.net</a>

<sup>50</sup> Fuente: [http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA\\_listade\\_proveedores\\_HV](http://www.conae.gob.mx/wb/CONAE/CONA_listade_proveedores_HV)

Ing. Ángel Francisco López Fernández	Colector Solar Plano AE – 200/234	DIT/029/09	Ing. Ángel Francisco López Fernández Tel. (01 87) 1720-8637 <a href="mailto:acabadosespeciales@hotmail.com">acabadosespeciales@hotmail.com</a>
Desarrollo de Productos, S. A. de C. V.	Colector Solar plano HIPERTINOX 46002 Colector Solar plano MÓDULO SOLAR DOMÉSTICO 46002 Colector Solar plano 47008/46002 Colector de Tubos de Vacío con Dispositivo Despresurizador 47002	DIT/030/09 DIT/031/09 DIT/065/09 DIT/066/09	Sr. Luis M. Cortés Tel. (01 33) 3811-9111 <a href="mailto:mcortes@ingusa.com.mx">mcortes@ingusa.com.mx</a>
Laura Elena Medina Vallejo	Colector Solar Plano TECNOSOL-150-HV1	DIT/032/09	Lic. Ruraby Daniel Rodríguez Tel. 01(33)31805545 <a href="mailto:ventas@calenzeus.com">ventas@calenzeus.com</a>
IUSA S. A. de C. V.	Colector Solar Plano IUSASOL SCSI1008	DIT/033/09	Ing. Alberto González Ledesma Tel. 01(55)51793800 <a href="mailto:agonzales@iusa.com.mx">agonzales@iusa.com.mx</a>
Servicios y Sistemas Solares, S. A. de C. V.	Tubos al Vacío con Intercambiador de Calor Modelo HV-150-58 Tubos al Vacío con flotador automático HV-110-58	DIT/034/09 DIT/089/09	Ing. Toribio Orozco Tel. (0133) 14044016 <a href="mailto:toribio@serviciossistemassolares.com.mx">toribio@serviciossistemassolares.com.mx</a>
Energisol, S. A. de C. V.	Tubos al Vacío con tubos de calor (cobre) EN H-150	DIT/035/09	Lic. Javier Delgado Soto Tel. 01(55) 56115408 <a href="mailto:ventas@energisol.com.mx">ventas@energisol.com.mx</a>
Enernat, S. A. de C. V.	Tubos al Vacío con Intercambiador de Calor ENE-P-47205818	DIT/037/09	Juan C. Castorena Tel. 01(22)23795628 <a href="mailto:repcion@enemat.com">repcion@enemat.com</a>
Thermosol, S. A. de C. V.	Tubos al Vacío con tubos de calor (cobre) HRT136-11 Tubos al Vacío con Flotador Automático G150-20 Tubos al Vacío con Flotador Automático G110-15	DIT/039/09 DIT/040/09 DIT/085/09	Arq. Octavio Fernández Martínez Tel. (01 33) 3619-5722 (01 33) 3619-5722 Ext. 112 Fax: (01 33) 3619-0060 Ext. 148 <a href="mailto:octavio@thermosol.com.mx">octavio@thermosol.com.mx</a>

Calentadores de América, S. de R. L. de C. V.	Colector Solar Plano con Calentador de Respaldo SOLEI Colector Solar Plano SOLEI TERMOSIFÓN BÁSICO colector solar plano SOLEI VIS	DIT/041/09 DIT/064/09 DIT/087/09	Carlos de la Garza Muñoz Tel. 01 (55) 5640 0600 carlos.delagarza@gis.com.mx
Free Energy S. de R. L. de C. V.	Tubos al Vacío con intercambiador de calor KEH58 18 tubos  Tubos al Vacío con intercambiador de calor KEH58 24 tubos	DIT/042/09 DIT/043/09	Lic. Alejandro Olhagaray Tel. (01 87) 1227-0190 alejandro.olhagaray@freeenergy-mx.com
Grupo Sodes México, S. A. de C. V.	Colector Plano KT-150-2 <sup>a</sup> Colector Plano KT-150-3A	DIT/044/09 DIT/045/09	Ing. Juan José Hernández López Tel. (01 55) 3874-0850 Fax: (01 55) 3874-0855 juanjose_hernandez@sodes.com
Energía Solar Sabre S. A. de C. V.	Colector Plano SABRE 2 m2	DIT/046/09	Guillermo Bretón Luengas Saúl Bretón Luengas Tel. (01 55) 5321-2970 Fax: (0155) 5390-8101 guillermo.bretón@oisabre.com
Energía Renovable de Michoacán, S. A. de C. V	Tubos al Vacío con tanque asistente ST-15-150  Tubos al Vacío con tanque asistente ST-18-180	DIT/047/09 DIT/048/09	Ing. Guillermo Enrique López Correa Tel. (01 44) 3323-1643 Fax: (01 44) 3324-7716 eximorelia@hotmail.com
Sigma Comercio y Consultoría, S. A. de C. V.	Tubos al Vacío con tanque auxiliar CSS-58-1800-15	DIT/049/09	Ing. Oscar Molina Treviño Tel. (01 61) 4179-0232 (01 61) 4179-0232 <a href="mailto:sigmamolina@prodigy.net.mx">sigmamolina@prodigy.net.mx</a>
Ecovo Solar, S. A. de C. V.	Tubos al Vacío con tanque asistente T110.14	DIT/050/09	Ing. Jorge Carlos Obregón Franco Ing. Guillermo Villalobos Bernal Tel (01 47) 7718-0014 (01 47) 7718-0014 gvillalobos@ecovosolar.com.mx jobergon@ecovosolar.com.mx
Termo Pailería Industrial, S. A. de C. V.	Tubos al Vacío con Tanque Auxiliar CAL-G-90	DIT/051/09	Juan Antonio Mendoza Sotomayor Tel. (01 477) 6362-525 Fax: 01(477) 6362525 <a href="mailto:jamendoza@calderasleon.com.mx">jamendoza@calderasleon.com.mx</a> <a href="http://www.calderasleon.com.mx">www.calderasleon.com.mx</a>

**e) Inodoros ahorradores de agua<sup>51</sup>**

Empresa	Marca	Modelo	Registro	Contacto
American Standard B&K México, S. de R.L. de C.V.	American Standard	Eco-Habitat4.8 Litros	RS-NOM-009-ECOL-001	Sergio Arturo Frías FriasS@AmericanStandard.com
Calidad Total en Cerámica, S.A. de C.V.	Cato	Jazmín Redondo	RS-NOM-009-ECOL-002	Israel Moreno Lozano israel.moreno@cato.com.mx
Cerámica Artística Monterrey S.A. de C.V.	Ceramosa	MonacoV ClasiccV	RS-NOM-009-ECOL-003	Eduardo López Rodríguez Alejandro Valdez avaldez@ceramosa.net
Comercializadora de Cerámica Industrial, S.A. de C.V.	Orion	Green SenseAL III	RS-NOM-009-ECOL-004	Javier Brown Zapata Carlos Díaz Hernández jbrown@orionsa.com.mx cdiazh@orionsa.com.mx
General de Cerámica, S.A. de C.V.	Santalia	MonacoGreen Florencia Green Danubio Green	RS-NOM-009-ECOL-005	José Luis Martínez Lozano joseluismtz@santalia.com.mx
Porcelamex, S.A. de C.V.	Porcelamex	Tauro V	RS-NOM-009-ECOL-006	Ing. Jorge Quintero operaciones@minar.com
Procesadora de Cerámica de México, S.A. de C.V.	Capizzi	Sistema Ahorrador Capizzi	RS-NOM-009-ECOL-007	Lic. Marcelo Garza Lagüera mgarza@capizzi.com

<sup>51</sup> Fuente: Comisión Nacional de Agua

**f) Sistemas ahorradores de agua: regaderas<sup>52</sup>**

Empresa	Marca	Modelo	Registro	Contacto
Alan de Aguascalientes, S.A. de C.V.	Alan	700N 700NE	RS-NOM-008-ECOL-002	Luis Guillermo de Alva Juan De Dios Pérez Galván José Luis Villalobos Díaz de León jddperez@alandeags.com.mx alandeags@prodigy.net.mx jlvillalobos@alandeags.com.mx
Promotoras de Ecoempresas, S.A. de C.V.	Cumnda	Regadera Ecológica	RS-NOM-008-ECOL-003	Rubén Arturo Muñoz Dolores Montaño direccion@cumnda.com dmontano@cumnda.com
D'Agua, S.A. de C.V.	Amanda	Bahía Save	RS-NOM-008-ECOL-004	Alfonso Serrano Martín Santos Flores Santosmartin8@hotmail.com
Helvex, S.A. de C.V.	Helvex	H-100 H-200 H-300 H-500 H-800 H-900 H-901 RM-27-AL	RS-NOM-008-ECOL-005	Daniel Verde Lizbeth López Lizbeth.lopez@helvex.com.mx Daniel.verde@helvex.com.mx
Rotoplas, S.A. de C.V.	Regadera Ahorradora Rotoplas	CID-GM-50-ET	RS-NOM-008-ECOL-006	Alberto Santos Burgoa asburgoa@rotoplas.com.mx
Nacional de Cobre, S.A. de C.V.	Cobrecel	C-4500-B	RS-NOM-008-ECOL-007	Joel Galeana galeanaj@nacobre.com.mx

<sup>52</sup> Fuente: Comisión Nacional de Agua

## 4 Bibliografía

BOSCH; Instrucciones de instalación y funcionamiento para calentadores de agua instantáneos que puedan utilizarse con gas natural y gas licuado de petróleo. [www.bosch.com.mx](http://www.bosch.com.mx)

BOSCH; Manual de instalación y uso. Calentador de agua de paso tipo instantáneo a gas. [www.bosch.com.mx](http://www.bosch.com.mx)

CNA; Norma Oficial Mexicana NOM-008-CNA-1998. Regaderas empleadas en el aseo corporal – Especificaciones y métodos de prueba. <http://www.cna.gob.mx/>

CNA; Norma Oficial Mexicana NOM-009-CNA-2001. Inodoros para uso sanitarios – Especificaciones y métodos de prueba. <http://www.cna.gob.mx/>

CNA; Presentación de proveedores, Inodoros y regaderas grado ecológico. Acceso septiembre 2009. <http://www.cna.gob.mx/>

CONUEE; Norma Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2000. Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, métodos de prueba y etiquetado. <http://www.conuee.gob.mx/>

CONUEE; Norma Oficial Mexicana NOM-015-ENER-2002. Eficiencia energética de refrigeradores y congeladores electrodomésticos. Límites, métodos de prueba y etiquetado. <http://www.conuee.gob.mx/>

CONUEE; Norma Oficial Mexicana NOM-017-ENER/SCFI-2008. Eficiencia energética y requisitos de seguridad de lámparas fluorescentes compactas autobalastradas. Límites, métodos de prueba. <http://www.conuee.gob.mx/>

CONUEE; Lista de proveedores del programa. "Vivienda ecológica" (Hipotecas verdes). <http://www.conuee.gob.mx/>

CONAVI; Características paquete básico para programa de subsidios 2009. Enero 2009. <http://www.conavi.gob.mx/>

CONAVI; Guía para el uso eficiente del agua en desarrollos habitacionales. Primera edición, 2005. <http://www.conavi.gob.mx/>

CONAVI; Programa específico para el desarrollo habitacional sustentable ante el cambio climático. Primera edición, 2008. <http://www.conavi.gob.mx/>

Daewoo; Refrigeradores. Manual de instrucciones. <http://www.daewoo.cl/>

DMS Equipos; Análisis de Inversiones para el Sector Residencial

FIDE; Especificación del Sello FIDE No. ESP 4402. Lámparas fluorescentes compactas autobalastradas. Revisión 8, 25 de junio del 2007. <http://www.fide.org.mx/>

FIDE; Directorio de empresas con Sello FIDE. Actualizado 15 de junio del 2009. <http://www.fide.org.mx/>

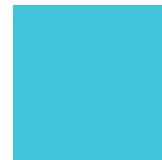
FIDE; Listado de modelos registrados al Sello FIDE para refrigeradores electrodomésticos. Actualizado 31 de agosto del 2009. <http://www.fide.org.mx/>

FIDE; Listado de modelos registrados al Sello FIDE para lámparas fluorescentes compactas autobalastradas. Actualizado 31 de julio del 2009. <http://www.fide.org.mx/>

FIDE; Estudio de refrigeradores domésticos. Acceso septiembre del 2009. <http://www.fide.org.mx/>

Genertek, S.A. de C.V. ; Curso de iluminación. México. 2009.

- GREENPEACE, México; Calentadores solares: Energía renovable en tu hogar; 15 julio 2005. Campaña de Energía y Cambio Climático. <http://www.greenpeace.org/>
- INFONAVIT; Guía metodológica para el uso de tecnologías ahorradoras de energía y agua en las viviendas de interés social en México. [http:// www.infonavit.gob.mx/](http://www.infonavit.gob.mx/)
- INE; Cambio Climático: una visión desde México. Primera Edición. 2004. <http://www2.ine.gob.mx/publicaciones/new.consultaPublicacion.php>
- Sociedad Mexicana de Normalización y Certificación S.C.; Norma Mexicana NMX-ES-001-NORMEX-2005. Energía solar – Rendimiento térmico y funcionalidad de colectores solares para calentamiento de agua – Método de prueba y etiquetado. <http://www.conuee.gob.mx/>
- SEMARNAT; Folleto Implementación del Protocolo de Montreal. <http://www.semarnat.gob.mx/>
- SEMARNAT; Cambio climático. Ciencia, evidencia y acciones. México. 2009. <http://www.semarnat.gob.mx/>
- <http://www.asifunciona.com/electronica>. Así funcionan las lámparas ahorradoras LFC. Acceso agosto 2009.
- <http://www.calentadoresdemexico.com.mx>; Centro de asistencia técnica especializada en calentadores, Acceso Septiembre 2009.
- <http://www.ceiqueretaro.gob.mx/index/ahorra>; Comisión Estatal de Aguas del Estado de Querétaro, Acceso noviembre 2009
- <http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia-ahorradores.htm>. Acceso, septiembre 2009
- [http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio\\_aparatos](http://www.conuee.gob.mx/wb/CONAE/espacio_aparatos). Acceso, octubre 2009
- <http://www.cfe.gob.mx/es/LaEmpresa/queescfe/Estadísticas/>; Estadística de ventas, Acceso Septiembre 2009.
- <http://www.orderjuridico.gob.mx>; NMX-ES-002-NORMEX-2007
- <http://www.procalsol.gob.mx>; Acceso Diciembre 2009
- [http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj\\_2006/bol27\\_calentadores.asp](http://www.profeco.gob.mx/encuesta/brujula/bruj_2006/bol27_calentadores.asp). Acceso, octubre 2009
- <http://www.mma.es/ceneam>. Centro Nacional de Educación Ambiental (CENEAM). El inodoro como símbolo. Acceso, septiembre 2009
- <http://www.todointeresante.com/2008/>. Funcionamiento de frigoríficos y aparatos refrigeradores. Acceso, septiembre 2009
- <http://www.textoscientificos.com/energia/solar/calentadores>. Acceso, octubre 2009
- <http://es.wikipedia.org/>, Acceso, Septiembre 2009



© Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH  
Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn/Alemania  
[www.giz.de](http://www.giz.de)

- Cooperación Alemana al Desarrollo -

Agencia de la GIZ en México  
Torre Hemicor, PH  
Av. Insurgentes Sur No. 826  
Col. del Valle  
C.P. 03100, México, D.F.  
T +52 55 55 36 23 44  
F +52 55 55 36 23 44  
E [giz-mexiko@giz.de](mailto:giz-mexiko@giz.de)  
I [www.giz.de/mexico](http://www.giz.de/mexico)