



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN  
INGENIERÍA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**“POTENCIAL DE AHORRO DE ENERGÍA POR EL  
CAMBIO DE CALENTADORES DE AGUA Y  
ESTUFAS MÁS EFICIENTES EN EL SECTOR  
RESIDENCIAL MEXICANO”**

**T E S I S**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRA EN INGENIERÍA**

ENERGÍA – ECONOMÍA DE LA ENERGÍA

P R E S E N T A :

**MALFAVÓN MARTÍNEZ SARA MARTHA**

TUTOR:

**DR. VÍCTOR RODRÍGUEZ PADILLA**



MÉXICO D. F.

2006



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO:**

Presidente: Dr. Reinking Cejudo Arturo Guillermo

Secretario: Dr. Rodríguez Padilla Víctor

Vocal: Dr. Morillón Gálvez David

1<sup>er</sup>. Suplente M. en I. Chávez Baeza Carlos

2<sup>do</sup>. Suplente: M. en C. De Buen Rodríguez Odón

México D. F.

**TUTOR DE TESIS:**

DR. VÍCTOR RODRÍGUEZ PADILLA

---

FIRMA

## **DEDICADO A:**

Isaías Martínez Tirado† por brindarme su amor, ternura... por estar siempre a mi lado a lo largo del camino...

Mi madre Elvira, por su amor, confianza y apoyo incondicional... por ser la mejor mamá del mundo.

Mi padre Gonzalo, por su apoyo y cariño en estos años...

Mi hermana Rocio, por su cariño, paciencia y firmeza...

Mis sobrinos, Vanessa, Mauricio, Andrea y Eunice, con la intención de transmitirles mi cariño y una herramienta que les sirva como ejemplo para su futuro...

Mi familia por su cariño, apoyo y confianza...especialmente a las familias: Veintiau Malfavón, Amador Martínez, Rojas Tirado y Rivas Mendoza.

Daniel, por formar parte de mi vida y brindarme su amor, respeto, confianza y apoyo...

Mis amigas y amigos, por estar a mi lado en buenas y malas, brindándome su cariño y apoyo...

## **AGRADECIMIENTOS A:**

Dios, por darme la sabiduría para vivir y la oportunidad de hacerlo.

Mi familia y mis seres queridos, por apoyarme y brindarme su afecto y comprensión durante este tiempo, el cual significó un paso más en el desarrollo de mi vida.

La UNAM, por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de contar con una educación media superior y superior, pues no sólo me forme con un área profesional sólida, sino como ser humano.

La FI, por brindarme valiosos estudios de licenciatura y maestría, y porque a través de sus retos y mis metas aprendí a ser más perseverante.

A Judith y Víctor, por su disciplina y apoyo en mis estudios de maestría.

A todos aquellos profesores y sinodales, quienes no sólo me enseñaron conocimientos, sino los valores de apoyo, respeto y confianza hacia otros seres humanos: sus estudiantes.

Al CONACYT y la DGEP, por apoyar mis estudios de maestría y de esta manera, permitir la generación de un mayor número de profesionales en beneficio de nuestro país.

# ÍNDICE

<b>Índice de Figuras</b>	v
<b>Índice de Tablas</b>	vii
<b>Lista de acrónimos</b>	viii
<b>Introducción</b>	1
<b>Capítulo 1. Características del consumo de energía en el sector residencial mexicano</b>	
1.1 El consumo energéticos	4
1.2 Importancia del Sector Residencial	6
1.3 Características del sector residencial	10
1.3.1 Características demográficas	10
1.3.2 Características geográficas	11
1.3.3 Características económicas y sociales	12
1.3.3.1 Acceso	12
1.3.3.2 Ingreso	13
1.3.3.3 Precio	17
1. 4 Principales usos de la energía en los hogares	20
1.5 El ahorro y uso eficiente de la energía en el sector residencial	22
1.6 Modificación de hábitos de consumo	23
1.7 El calentador de agua y la estufa	25

## **Capítulo 2. El calentador de agua y la estufa**

2.1 Historia del calentador de agua	27
2.2 Tecnologías de calentadores de agua de uso doméstico	28
2.2.1 Calentador de agua a gas	28
2.2.1.1 Calentador de agua tipo almacenamiento	29
2.2.1.2 Calentador de agua de rápida recuperación	30
2.2.1.3 Calentador de agua de paso tipo instantáneo	30
2.2.2 Calentadores de agua solar	32
2.2.3 Calentador de agua eléctrico	33
2.3 Consumos unitarios en calentadores de agua a gas	34
2.4 Porcentaje de saturación de calentadores de agua gas	35
2.5 Historia de la estufa	37
2.6 Tecnologías en estufas de uso doméstico	38
2.6.1 Estufas a gas	38
2.6.2 Estufas eléctricas	39
2.6.3 Estufas de leña	40
2.7 Consumos unitarios de estufas a gas	41
2.8 Porcentaje de saturación de estufas a gas	43
2.9 El avance tecnológico en calentadores de agua y estufas en México	44

## **Capítulo 3. Normalización**

3.1 Ley Federal sobre Metrología y Normalización	46
3.1.1 Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética	47
3.1.2 Normas Mexicanas	48
3.2 Evolución de la normatividad en calentadores de agua a gas	48
3.3 Norma de eficiencia energética actual para calentadores de agua a gas	51
3.4 Tecnologías eficientes de calentadores de agua a gas	53

3.5 Evolución de la normatividad en estufas a gas	54
3.6 Norma actual para estufas a gas	54
3.7 Tecnologías eficientes de estufas a gas	56

## **Capítulo 4. Potencial de ahorro de energía por el cambio de tecnología en calentadores de agua y estufas**

4.1 Potencial de ahorro de energía	57
4.1.1 Potencial de ahorro de energía por cambio de tecnología en calentadores de agua a gas	58
4.1.2 Potencial de ahorro de energía por cambio de tecnología en estufas	62
4.1.3 Potencial total de ahorro de energía por el cambio de ambas tecnologías	64
4.2 Potencial Económico por el cambio de calentadores de agua y estufas a tecnologías eficientes	65

## **Capítulo 5. Potencial de disminución de impactos ambientales por el cambio de tecnología en calentadores de agua y estufas**

5.1 Contaminantes atmosféricos asociados al consumo de energía en el sector residencial e impactos a la salud y el medio ambiente	69
5.2 Potencial en emisiones de contaminantes evitadas por el cambio a tecnologías más eficientes de calentadores de agua y estufas a gas	73
<b>Conclusiones</b>	<b>75</b>

## **Fuentes de Consulta**

<b>Apéndice A. Norma Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2000, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.</b>	<b>83</b>
<b>Apéndice B. NORMA Oficial Mexicana NOM-019-SEDG-2002, Aparatos domésticos para cocinar alimentos que utilizan gas L.P. o gas natural-Especificaciones y métodos de prueba.</b>	<b>102</b>
<b>Apéndice C. Factores de conversión</b>	<b>119</b>

## Lista de Figuras

<b>Figura 1.</b> Consumo nacional de energía, 2004	5
<b>Figura 2.</b> Consumo final energético por sector	6
<b>Figura 3.</b> Evolución del consumo de energía en el sector residencial (1992-2004)	7
<b>Figura 4.</b> Consumo de energéticos en el sector residencial	8
<b>Figura 5.</b> Porcentaje del gasto por fuente en el gasto monetario total en energía 2002	16
<b>Figura 6.</b> Evolución del precio del gas L. P. de 1992-2004	19
<b>Figura 7.</b> Evolución del precio del gas natural de 1992-2004	20
<b>Figura 8.</b> Consumo promedio de energía por uso final en un hogar sin climatización	21
<b>Figura 9.</b> Calentador de agua tipo almacenamiento	29
<b>Figura 10.</b> Calentador de paso tipo instantáneo	31
<b>Figura 11.</b> Calentador de agua solar	32
<b>Figura 12.</b> Calentador de agua eléctrico	33
<b>Figura 13.</b> Evolución de saturación de calentadores de agua a gas en el periodo 1990-2004	36
<b>Figura 14.</b> Componentes generales de una estufa a gas sin horno	39
<b>Figura 15.</b> Estufa eléctrica	40
<b>Figura 16.</b> Estufas de leña	41
<b>Figura 17.</b> Evolución de saturación de estufas a gas en el periodo 1992-2004	44
<b>Figura 18.</b> Eficiencia térmica mínima en calentadores de agua para uso doméstico	50
<b>Figura 19.</b> Ejemplo de distribución de la información de la etiqueta de Calentador de agua para uso doméstico	52
<b>Figura 20.</b> Porcentaje de calentadores existentes y su norma respectiva	59

<b>Figura 21.</b> Evolución de consumo en el calentador de agua basado en normas de eficiencia energética	60
<b>Figura 22.</b> Potenciales de ahorro de energía por el cambio de calentadores de agua a la tecnología eficiente	62
<b>Figura 23.</b> Potenciales de ahorro de energía por el cambio de calentadores de agua y estufas a tecnologías eficientes	65
<b>Figura 24.</b> Emisiones de contaminantes por combustible	72

## Lista de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Estructura porcentual del ingreso de los hogares en México 1994-2004	14
<b>Tabla 2.</b> Distribución porcentual del gasto monetario en energía en los hogares 1994-2004	15
<b>Tabla 3.</b> Cuadro comparativo de consumos de gas para los tres tipos de calentadores	35
<b>Tabla 4.</b> Cuadro comparativo de consumos de gas en diferentes estufas	42
<b>Tabla 5.</b> Porcentaje de equipos adquiridos bajo cada norma de eficiencia	58
<b>Tabla 6.</b> Potencial de ahorro de energía por el cambio de calentadores	61
<b>Tabla 7.</b> Cuadro comparativo del potencial de ahorro económico al cambiar el calentador de agua a tecnología eficiente	66
<b>Tabla 8.</b> Cuadro comparativo del potencial de ahorro económico al cambiar la estufa a tecnología eficiente	67
<b>Tabla 9.</b> Contaminantes atmosféricos asociados al consumo de energía en el sector residencial	70
<b>Tabla 10.</b> Contaminantes atmosféricos emitidos en 2004 por el consumo de energía en el sector residencial	72
<b>Tabla 11.</b> Factores de emisiones de contaminantes	73
<b>Tabla 12.</b> Emisiones de evitadas debidas al gas, por el cambio a tecnologías más eficientes de calentadores de agua y estufas	74

## Lista de Acrónimos

<b>ANFAD</b>	Asociación Nacional de Fabricantes de Aparatos Domésticos
<b>CEFP</b>	Centro de Estudios de Finanzas Públicas
<b>CFE</b>	Comisión Federal de Electricidad
<b>CONAE</b>	Comisión Nacional para el Ahorro de Energía
<b>CONAPO</b>	Consejo Nacional de Población
<b>CRE</b>	Comisión Reguladora de Energía
<b>ENIGH</b>	Encuesta Nacional de Ingreso-Gasto en los Hogares
<b>FIDE</b>	Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica
<b>INE</b>	Instituto Nacional de Ecología
<b>INEGI</b>	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
<b>NMX</b>	Norma Mexicana
<b>NOM</b>	Norma Oficial Mexicana
<b>PAESE</b>	Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico
<b>PROFECO</b>	Procuraduría Federal del Consumidor
<b>SCFI</b>	Secretaría de Comercio y Fomento Industrial
<b>SE</b>	Secretaría de Economía
<b>SEN</b>	Sector Eléctrico Nacional
<b>SENER</b>	Secretaría de energía
<b>SHCP</b>	Secretaría de Hacienda y Crédito Público
<b>TSR</b>	Tasa simple de retorno

# INTRODUCCIÓN

La energía se interrelaciona con el proceso general de desarrollo del país, ya que representa uno de los principales factores en el progreso económico y social, lo cual es un indicativo de la importancia de optimizar el uso de la misma con la finalidad de contribuir al desarrollo sustentable de México.

La influencia del ser humano en nuestro entorno debido a sus patrones de consumo, está relacionado con el uso de los recursos naturales, es decir, lo que consumimos y como lo hacemos. Una de las estrategias para el cuidado de nuestro hábitat y para colaborar con el desarrollo del país es lograr un uso eficiente de los recursos, para lo cual es preciso propiciar un aumento sistemático de la eficiencia general de la economía e impulsar la actualización tecnológica.

En el año 2004 se tuvo una estructura del consumo de energía en el país que distingue dos destinos, el mismo sector energético que no rebasó el 34,8 por ciento y el consumo de los demás sectores, transporte, industria y minería, residencial, comercial y público, y agrícola, los cuales representaron el 65,2 por ciento restante<sup>1</sup>, siendo estos, los sectores donde se encuentra un potencial importante para consolidar el ahorro y uso eficiente de los recursos.

El sector residencial mexicano es uno de los principales consumidores de energía, el tercero en importancia después del transporte y del industrial. En 2004 el consumo de energéticos en ese sector representó el 16,5 por ciento<sup>2</sup> del total de energía requerida a nivel nacional. Su demanda primordialmente es de gas L. P. con 40 por ciento de la participación total, la leña con 35,5 por ciento, la electricidad que representó el 20 por ciento, el gas natural 4,4 por ciento y el 0,2 por ciento restante se le atribuyó a los querosenos.

---

<sup>1</sup> Secretaría de energía, SENER (2005), **Balance Nacional de Energía 2004**, Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico, México, D. F.

<sup>2</sup> idem

En un hogar mexicano el 72 por ciento del consumo de energía se debe al uso del gas L. P., o natural según sea el caso –aunque este último ya está en algunas partes del país, aún no tiene mucha representación en los hogares mexicanos– del cual 50 por ciento<sup>3</sup> se utiliza principalmente para la cocción de alimentos, 44 por ciento para el calentamiento de agua, y el 6 por ciento restante para la satisfacción de otras necesidades, por ejemplo el secado de ropa.

Las tecnologías de uso final que utilizan gas como combustible y dan satisfacción a las necesidades de cocción y calentamiento de agua que requiere la familia que integra un hogar son, valga la redundancia, el calentador de agua y la estufa, siendo entonces y como se aprecia con anterioridad los principales consumidores de energía en las casas mexicanas. En 2004 aproximadamente el 80 por ciento<sup>4</sup> de los hogares contaban con un calentador de agua y cerca del 90 por ciento<sup>5</sup> con una estufa. Por ello, desde el punto de vista social, energético y ambiental es importante evaluar el impacto que representa el cambio a tecnologías más eficientes.

El objetivo de este trabajo es evaluar el potencial de ahorro de energía por el cambio de calentadores de agua y estufas a tecnologías más eficientes en el sector residencial mexicano, asimismo apreciar las ventajas al ambiente que se tendrían con dicho reemplazo.

Este trabajo se compone de cinco capítulos. En el primer capítulo se describen las principales características y estructura del consumo de energía en el sector residencial mexicano, y se resalta la importancia de la cocción de alimentos y el calentamiento de agua dentro del mismo. También se muestran los hábitos de consumo en el sector para contribuir al ahorro de energía.

---

<sup>3</sup> Estimaciones propias, basadas en consumos promedio por hogar.

<sup>4</sup> Estimación propia basada en datos proporcionados por la Comisión Nacional de Ahorro de Energía (CONAE) y el Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI).

<sup>5</sup> Estimación propia basada en datos proporcionados por la Asociación Nacional de Fabricantes de Aparatos Domésticos (ANFAD) y el INEGI.

El segundo capítulo muestra una descripción de las diferentes tecnologías de calentadores de agua y estufas utilizadas hasta el momento en los hogares del país y sus consumos unitarios, lo cual permite plasmar la evolución de estas tecnologías en cuestión de ahorro y uso eficiente de la energía. También se estima el porcentaje de saturación de calentadores de agua y estufas a gas en el sector residencial mexicano.

Dentro del tercer capítulo se aborda la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, seguidamente se analiza la evolución de la normatividad de los calentadores de agua y estufas, posteriormente se especifica la norma que los rige actualmente y finalmente se señalan las tecnologías eficientes de dichos equipos.

Seguidamente, en el capítulo cuatro se calcula el potencial de ahorro de energía por el cambio de calentadores de agua y estufas más eficientes en el sector residencial, también se cuantifica el potencial económico para ambas tecnologías. En el capítulo cinco se evalúa el potencial de disminución de impactos negativos al medio ambiente por el cambio de tecnologías en calentadores de agua y estufas en el sector residencial.

Finalmente, se comentan los resultados y se ofrecen las conclusiones.

# Capítulo 1

## Características del consumo de energía en el sector residencial mexicano

La energía representa uno de los principales factores en el progreso económico y social de México, por ello es indispensable atender el uso eficiente de la misma con la finalidad de contribuir al desarrollo sustentable del país.

Considerando al sector residencial como uno de los principales consumidores de energía, después de la industria y el transporte, debido a que consume 16,5 por ciento del total de la energía utilizada en México, es importante estudiar las principales características del consumo energético del mismo.

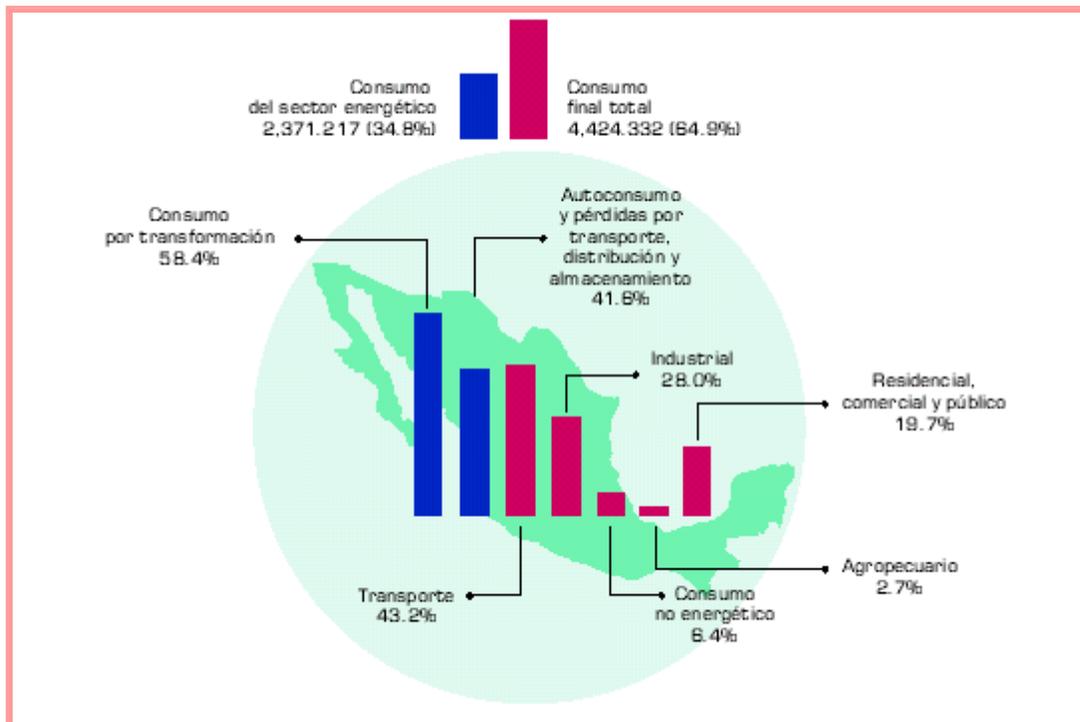
En este capítulo se presenta una descripción general del consumo de energía en el sector residencial, se resalta la importancia, las características y los principales factores relacionados con el uso de la energía en el hogar.

### 1.1 El consumo energético

La distribución de la energía en México distingue dos destinos: el consumo propio del sector energético y el consumo final de todos los demás sectores (transporte, industria, residencial, comercial, público y agrícola). Éste último destino es el que demanda la mayor parte de la energía y es donde se encuentra el potencial más alto para consolidar el ahorro y el uso eficiente de los recursos.

En el año 2004 el consumo nacional de energía registró 6 816,1 PJ<sup>1</sup>, valor superior en 5,3 por ciento respecto a 2003. De los cuales, el sector energético utilizó 34,8 por ciento, y el 64,9 por ciento restante lo consumieron los demás sectores. El consumo final total, fue equivalente a 4 424,332 PJ, correspondiéndole 6,4 por ciento al consumo no energético y 93,6 por ciento a los usos energéticos (Ver figura 1).

**Figura 1.** Consumo nacional de energía, 2004



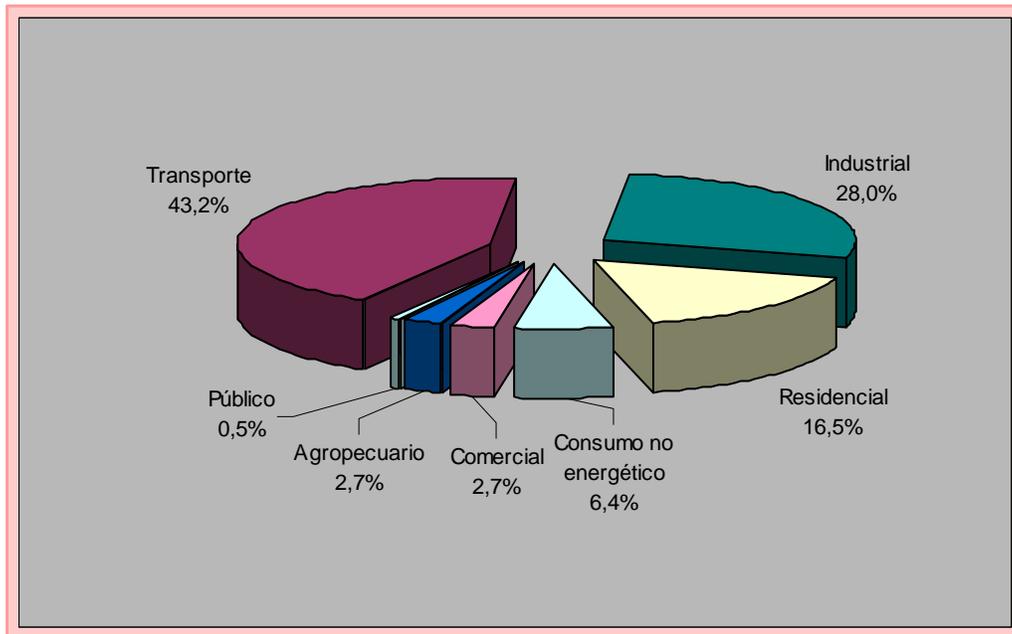
Fuente: Balance Nacional de Energía 2004, SENER

Para ese mismo año fue el sector transporte el principal consumidor de energía en el país, correspondiéndole 43,2 por ciento<sup>2</sup> del consumo final total (Ver figura 2). Por su parte la industria contribuyó con 28,0 por ciento, el sector residencial representó 16,5 por ciento, al consumo no energético le correspondió 6,4 por ciento, los sectores comercial y agropecuario contribuyeron con 2,7 por ciento cada uno, y finalmente se atribuyó el 0,5 por ciento restante al sector público.

<sup>1</sup> SENER (2005), **Balance Nacional de...**

<sup>2</sup> idem

**Figura 2.** Consumo final energético por sector



Fuente. Elaboración propia con datos de la SENER

## 1.2 Importancia del sector residencial

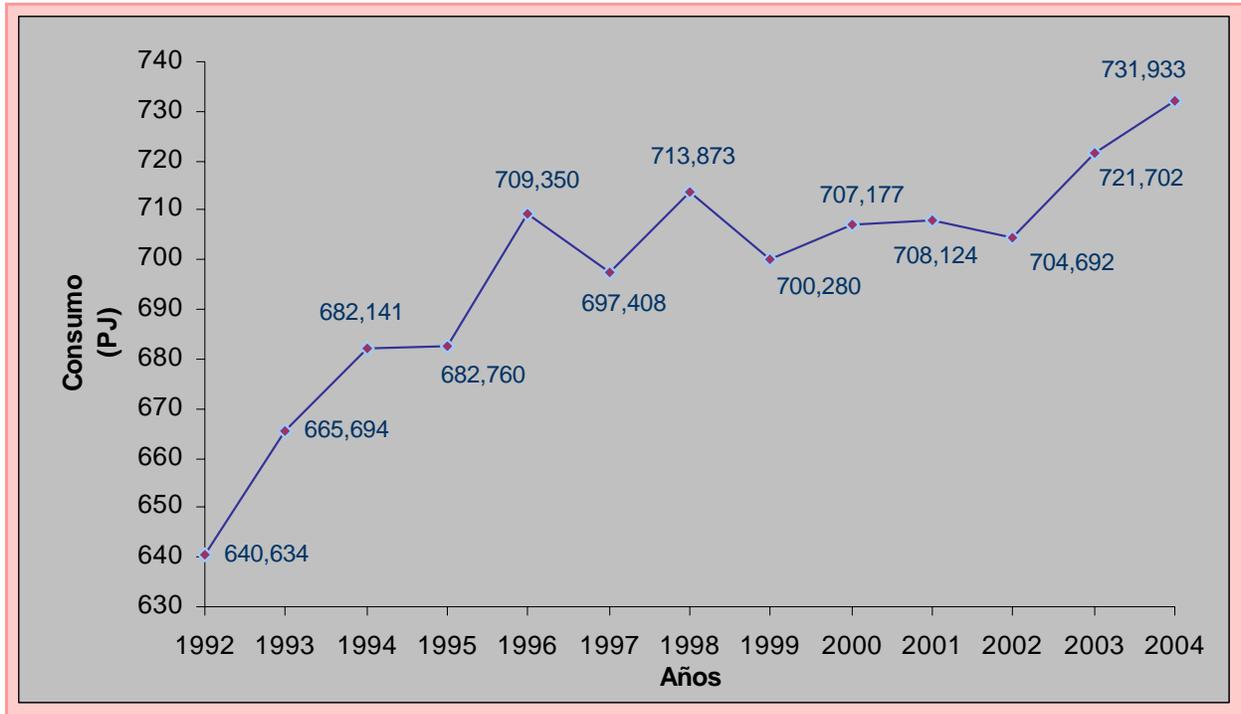
La importancia del sector residencial mexicano dentro del sector energético radica entre otras cosas en su consumo, el cual pasó de 640,634 PJ en 1992 a 731,933 PJ en 2004<sup>3</sup> (Ver figura 3), lo que significó un incremento del 12% en dicho periodo.

Escenarios a largo plazo<sup>4</sup> muestran que los requerimientos de energéticos en este sector podrían aumentar en un 260 por ciento hacia el 2025.

<sup>3</sup> SENER (2005), **Balance Nacional de...**

<sup>4</sup> Masera O., de Buen O. y Friedmann R. (1991), **Consumo Residencial de Energía en México: Estructura, Impactos Ambientales y Potencial de Ahorro**, En Quintanilla J. (ed.) *Primer encuentro internacional sobre energía y medio ambiente en el sector residencial mexicano*, Universidad Nacional Autónoma de México-University of California, México, D. F., diciembre.

**Figura 3.** Evolución del consumo de energía en el sector residencial (1992-2004)

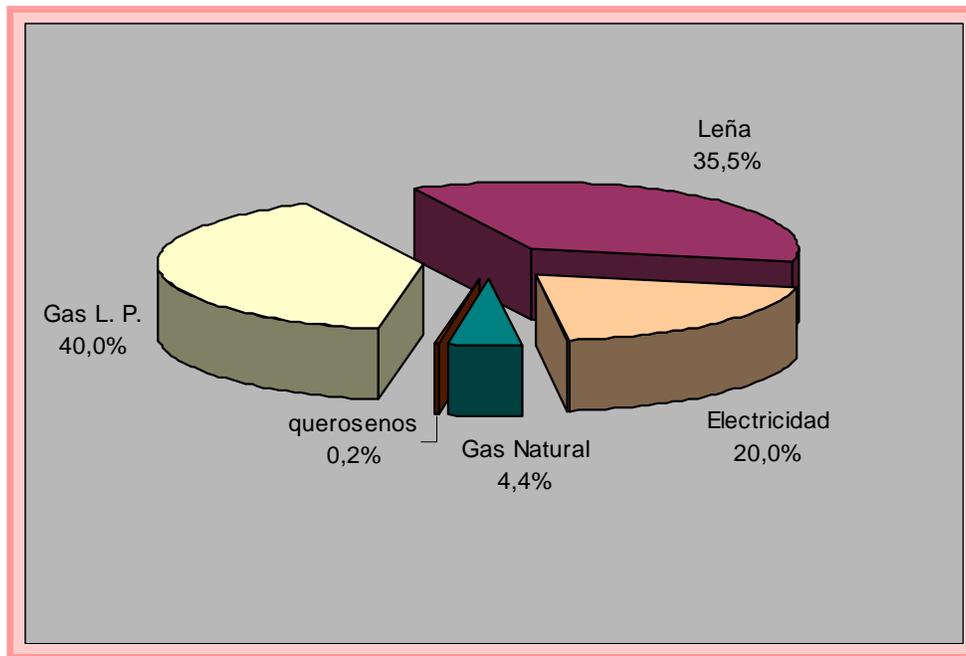


Fuente. Elaboración propia con datos de la SENER

En cuanto al consumo de energéticos en el sector residencial, que tuvo un crecimiento del 1,4 por ciento del 2003 al 2004, el gas licuado de petróleo (gas L. P.) fue el más utilizado representando 40,0 por ciento<sup>5</sup> (Ver figura 4), el segundo energético de mayor consumo fue la leña con 35,5 por ciento, en tercer lugar estuvo la electricidad con 20,0 por ciento, seguida del 4,4 por ciento correspondiente al gas natural y por último, los querosenos consumieron 0,2 por ciento restante.

<sup>5</sup> SENER (2005), **Balance Nacional de...**

**Figura 4.** Consumo de energéticos en el sector residencial



Fuente. Elaboración propia con datos de la SENER

Además, es este sector el responsable de generar el pico de la demanda máxima de energía eléctrica registrada en el Sector Eléctrico Nacional (SEN), es decir:

La entrada de la noche coincide con la mayor demanda de electricidad, específicamente porque a esa hora en los hogares se enciende la iluminación artificial. De modo tal, que la demanda de electricidad crece unos cuantos minutos y los operadores de los sistemas de generación y transmisión tienen que poner a funcionar equipos que, generalmente, son los más caros<sup>6</sup>.

Adicionalmente, el consumo de energía eléctrica en el sector residencial se ha incrementado 5 por ciento<sup>7</sup> en los últimos diez años y le corresponde 24 por ciento del total de ventas en el país.

<sup>6</sup> De Buen O. (1999), **Bases, Resultados y Expectativas del Horario de Verano en México**, CONAE, mayo.

<sup>7</sup> SENER (2004), **Prospectiva del sector eléctrico 2003-2012**, Dirección General de Formulación de Política Energética, México, D. F.

En cuanto a gas L. P., el sector residencial no se queda atrás, siendo éste el responsable del 64 por ciento<sup>8</sup> del consumo total del país y para 2004 ya 71 por ciento<sup>9</sup> de las viviendas usaban dicho combustible como energético. La producción nacional de este energético en 2004 fue de 352,91 PJ<sup>10</sup>, mientras que a las importaciones les correspondieron 118,08 PJ.

Es también causante –aunque no en su mayoría– del aumento del consumo de gas natural, el cual se incremento 11 por ciento<sup>11</sup> con respecto a 2002. Aunque este energético proyecta un crecimiento considerable para 2012, para los próximos 2 ó 3 años no vislumbra un despegue importante debido a la problemática para la instalación de infraestructura de distribución. Además, la producción bruta de gas natural en México en 2004 fue de 1 213,67 PJ<sup>12</sup> y las importaciones del mismo representaron 401,68 PJ.

De lo anterior se observa que el uso de la energía en los hogares es importante y se vislumbra la necesidad de implementar los programas de ahorro y uso eficiente de la misma, a través de diversos esquemas y normas que disminuyan el consumo de energía en el sector residencial.

---

<sup>8</sup> SENER (2003), **Prospectiva del mercado de Gas Natural 2002-2011**, Dirección General de Formulación de Política Energética, México, D. F.

<sup>9</sup> SENER (2006), **Prospectiva del mercado de Gas Natural 2005-2014**, Dirección General de Formulación de Política Energética, México, D. F.

<sup>10</sup> SENER (2005), **Balance Nacional de...**

<sup>11</sup> SENER (2004), **Prospectiva del mercado de Gas Natural 2003-2012**, Dirección General de Formulación de Política Energética, México, D. F.

<sup>12</sup> SENER (2005), **Balance Nacional de...**

## 1.3 Características del sector residencial

El consumo de energía por usos finales en el sector residencial, está en función de características específicas, dentro de las cuales destacan: la demografía, la geografía y las condiciones económicas y sociales.

### 1.3.1 Características demográficas

Dentro de las características demográficas se consideran como más relevantes el crecimiento poblacional, el tamaño de la unidad familiar y de la vivienda, la urbanización y la transición rural-urbana.

El crecimiento poblacional origina un incremento en el consumo de energía total, en el país para el periodo comprendido de 1990 a 2000, el crecimiento demográfico pasó de 81,3 millones a 105,3 millones de habitantes<sup>13</sup> a mediados de 2004, lo que representa una tasa de crecimiento en dicho periodo de 2,62 por ciento.

El uso de la energía en el hogar, se ve afectado si se disminuye el número de habitantes por casa para formar nuevos hogares, lo cual representa un incremento en el consumo de energía por persona, pues se comparte menos energía, por ejemplo para iluminación o climatización.

El tamaño de la unidad familiar<sup>14</sup> en México, pasó de 5,3 miembros por familia en 1990 a 4,4 personas por hogar<sup>15</sup> en 2000. Por otra parte, la modificación del tamaño de la vivienda, conlleva a modificar los niveles de consumo de energía para satisfacer las necesidades del hogar, principalmente para climatización e iluminación de espacios, ya que entre mayor sea la vivienda, más energía será utilizada.

---

<sup>13</sup> <http://conapo.gob.mx>

<sup>14</sup> Entendido como el número de personas por vivienda.

<sup>15</sup> <http://www.inegi.gob.mx>

En lo que se refiere a la transición rural-urbana<sup>16</sup>, el país tiende a la urbanización, en el año 2000 dos terceras partes de la población nacional<sup>17</sup>, es decir, 64,9 millones de personas ya vivían en un número reducido de ciudades. Lo cual origina mayor presión por demanda de servicios y representa mayor acceso a energéticos modernos en zonas urbanas, por ejemplo el gas natural, la electricidad, entre otros.

### **1.3.2 Características geográficas**

Las características geográficas del país son muy variadas, en cuestión de consumo de energía, resalta el clima, debido a que éste tiene una gran influencia en la demanda de energéticos.

El clima está determinado por varios factores, entre los que se encuentran la altitud sobre el nivel del mar, la latitud geográfica, las variadas condiciones atmosféricas y la distribución existente de tierra y agua. Por lo anterior, nuestro país cuenta con una gran diversidad de climas, los cuales de manera muy general pueden clasificarse, según su temperatura, en cálido y templado; y de acuerdo a la humedad existente en el medio, en: húmedo, sub-húmedo y seco.

El clima tiene una influencia importante en la demanda de agua caliente, aire acondicionado y refrigeración.

En climas cálidos ya sean húmedos o secos, el consumo de energía para calentamiento de agua es reducida, especialmente en verano, pero es en estos climas donde el uso de energía para climatización aumenta rápidamente. Por otro lado, el consumo de energía para calefacción de los hogares es relevante sólo en pocas zonas del país. En cambio el uso de la electricidad para refrigeración se ve muy afectada por las condiciones en los climas cálidos húmedos, debido a que los diseños de los refrigeradores no están

---

<sup>16</sup> Considerando como zonas rurales al conjunto de localidades con una población menor a 2 500 habitantes cada una y como zonas urbanas las localidades con una población mayor a 2 500 habitantes.

<sup>17</sup> <http://www.conapo.gob.mx>

adecuados para circunstancias de altas temperaturas y humedad, mientras la demanda de energía para conservar alimentos es muy alta<sup>18</sup>.

### 1.3.3 Características económicas y sociales

En las características económicas y sociales destacan: el acceso a los diversos tipos de energéticos, el ingreso y los precios de los combustibles, los cuales se desglosan enseguida.

#### 1.3.3.1 Acceso

Los diferentes tipos de combustibles utilizados en el sector residencial tienen infraestructuras variadas para su distribución y acceso en todo el país, por ello se requiere analizar la disposición que se tiene de cada energético actualmente.

En el caso de la energía eléctrica, para el año 2004 estaban electrificadas 85 por ciento<sup>19</sup> de localidades rurales y 98 por ciento de las viviendas urbanas, lo cual representa 96 por ciento del total de las regiones del país.

En lo que se refiere al gas natural aún no se tiene en todas las regiones, ya que hay dificultades para la instalación de redes de ductos, debido principalmente a que no cuenta aún con la infraestructura necesaria en todo el país. En la actualidad la demanda de este combustible se concentra en las regiones con mayor número de población. Las proyecciones indican que de invertir en la infraestructura de la red de ductos, la demanda de energía en el sector residencial pasaría de 7,4 por ciento en 2002 a 27,1 por ciento<sup>20</sup> para el 2011.

El sector doméstico mexicano consume cerca del 64 por ciento<sup>21</sup> de gas L. P. que se distribuye en el país, del cual 56 por ciento se abastece a los hogares a través de

---

<sup>18</sup> Ketoof A. y Masera O. (1989), **Demanda eléctrica residencial en América Latina**, International Energy Studies, Lawrence Berkeley-Laboratory, Berkeley, CA., octubre.

<sup>19</sup> <http://www.cfe.gob.mx>

<sup>20</sup> SENER (2004), **Prospectiva del mercado de Gas Natural 2003...**

<sup>21</sup> SENER (2002), **Prospectiva del mercado del Gas Licuado de Petróleo 2002-2011**, Dirección General de Formulación de Política Energética, México, D. F.

cilindros, 43 por ciento por medio de pipas a viviendas que cuentan con tanques estacionarios y 1 por ciento por redes de distribución o gasoductos. Se espera que el consumo de gas L. P. en el sector residencial pase de 63,9 por ciento en 2001 a 46,6 por ciento en el 2011, esto debido al desplazamiento de dicho energético en casas habitación por el gas natural.

### 1.3.3.2 Ingreso

Analizando el ingreso detalladamente (Ver tabla 1), nos damos cuenta que a pesar de la ligera mejoría en la distribución del ingreso de 1996 a 2004, la desigualdad en México es aún muy alta. De 1994 a 1996 se ve una aparente recuperación de los ingresos de los estratos bajos y medios, pero para 2000 hay una nueva caída en la participación del 80 por ciento de los estratos a favor casi totalmente del 10 por ciento más rico, ya que el decil nueve (clase media alta) sólo aumenta 0,12 por ciento en su ingreso, en cambio el decil 10 –estrato más rico– crece su ingreso 2,26 por ciento. Esta alta concentración de ingreso a costa de todos los estratos, alcanzó nuevamente un índice de Gini<sup>22</sup> agudo (0,50), similar al de 1994 (0,51), siendo éste último uno de los índices más altos en los últimos 25 años, por lo que México estaba considerado por el Banco Mundial como uno de los 15 países con mayor concentración del ingreso en el mundo<sup>23</sup>.

De 2000 a 2002 se ve nuevamente el fenómeno como el de 94-96 una ligera mejoría en la distribución de los ingresos medios y bajos, que no dura mucho (al igual que en el año 2000), ya que para 2004 la participación de nuevo cae, pero esta vez de manera más estrepitosa, afectando sólo y exclusivamente los estratos medios bajos y bajos, esto es, el golpe fue recibido solamente por los pobres y en extrema pobreza. Pues los hogares de clase media y media alta se sostuvieron (ni aumento ni disminuyó su participación), en cambio el 10 por ciento más rico de la población mejora su ingreso en

---

<sup>22</sup> Es la medida de la concentración del ingreso o el gasto; toma valores entre cero y uno. Cuando el valor se aproxima a uno indica que la desigualdad es muy grande, en cambio, cuando el valor del Gini se acerca a cero muestra que la concentración del gasto es menor, es decir, que la distribución es equitativa; si el número es negativo la desigualdad esta concentrada hacia los pobres y si el Gini es positivo la concentración se encuentra cargada hacia los ricos.

<sup>23</sup> Román L. y Aguirre R. (1998). "Economía Política y Política social frente a la pobreza en México", en los Rostros de la pobreza. El debate, Rigoberto Gallardo y Joaquín Osorio (Coords.), Universidad Iberoamericana-ITESO, México, D. F.

casi un punto porcentual. Cabe señalar que el 10 por ciento más pobre tuvo una participación en el ingreso total de las más bajas de los últimos 10 años.

Tabla 1. Estructura porcentual del ingreso de los hogares en México 1994-2004

Deciles de Hogares	año				
	1994	1996	2000	2002	2004
I	1,01	1,75	1,48	1,59	1,1
II	2,27	2,92	2,54	2,83	2,6
III	3,27	3,83	3,46	3,81	3,7
IV	4,26	4,77	4,41	4,80	4,8
V	5,35	5,84	5,47	5,94	5,9
VI	6,67	7,16	6,83	7,22	7,2
VII	8,43	8,77	8,58	9,02	9,1
VIII	11,20	11,26	10,92	11,65	11,7
IX	16,30	15,69	15,82	16,33	16,5
X	41,24	37,89	40,15	36,80	37,4
<b>Total</b>	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
<b>Coefficiente de Gini</b>	0,51	0,46	0,50	0,46	0,48

Fuente: Navarro J. C., "Energía y Equidad en México, Tendencias de la distribución del ingreso y el gasto en energía 1968-2004"

En cuanto al gasto monetario en energía y su relación con el ingreso, la tabla 2 da cuenta, que el gasto en energía guarda una correspondencia a la cantidad de ingreso en los hogares, esto es, entre menos ingreso menos gasto en energía y viceversa, crece el ingreso y crece su gasto monetario en energéticos. A pesar de esta similitud, la distribución del gasto monetario en esta área es más equitativa que el ingreso y el coeficiente de Gini para este rubro se mantiene durante la década 94-04 en 0,32.

Tabla 2. Distribución porcentual del gasto monetario en energía en los hogares 1994-2004

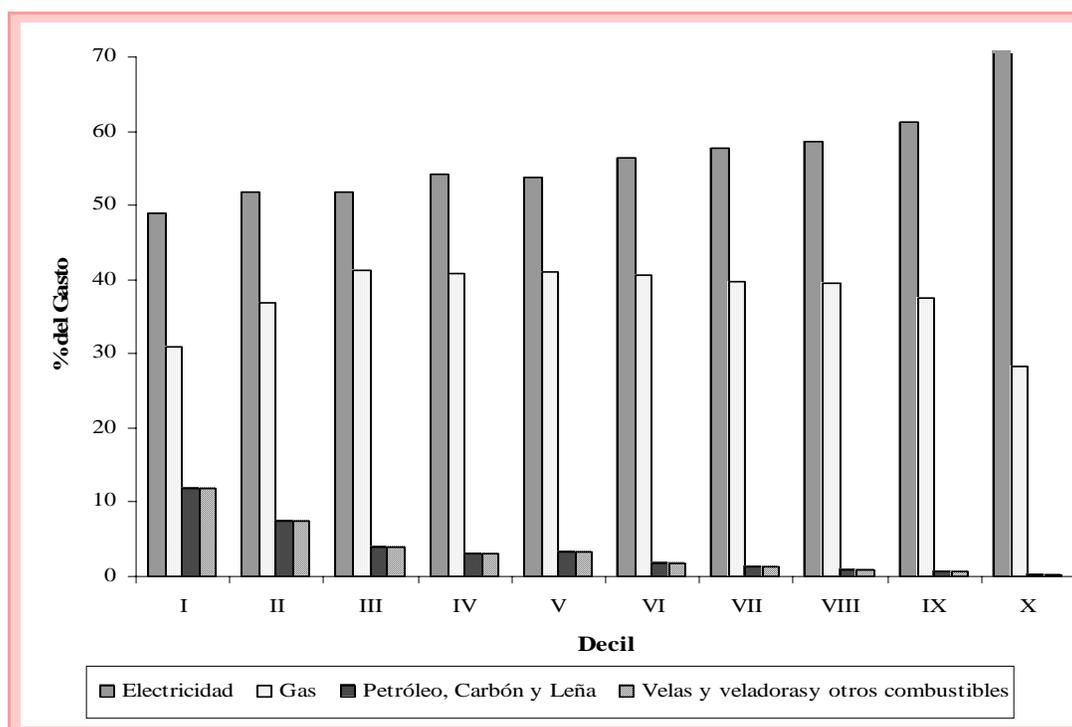
Deciles de Hogares	año				
	1994	1996	2000	2002	2004
I	3,13	2,95	2,76	2,48	2,69
II	4,84	5,29	4,55	4,60	4,65
III	6,02	5,97	5,86	6,23	6,06
IV	6,66	7,25	6,50	7,06	7,10
V	7,59	8,30	7,86	7,89	7,91
VI	8,96	9,26	9,31	9,12	8,80
VII	10,91	9,92	10,77	10,11	10,11
VIII	11,36	12,05	12,39	12,04	11,78
IX	14,27	14,27	14,97	14,85	14,78
X	26,26	24,73	25,04	25,61	26,12
<b>Total</b>	100,00	99,99	100,00	100,00	100,00
<b>Coefficiente de Gini</b>	0,31	0,30	0,32	0,32	0,32

Fuente: : Navarro J. C., "Energía y Equidad en México, Tendencias de la distribución del ingreso y el gasto en energía 1968-2004"

Esta diferencia en el comportamiento entre el ingreso y el gasto monetario en energía, se debe a que los precios no son los mismos para cada combustible e incluso varían en cada región, en cuanto a la estructura de las tarifas eléctricas, las cuotas son mayores para los usuarios que más consumen, de tal manera que un kWh tiene diferentes costos: las tarifas para regímenes de verano muy cálido tienen aplicado un subsidio y también a que en el análisis de gasto se omite la energía adquirida por medio de apropiación directa y por la que no se tuvo necesidad de sufrir egresos monetarios, tal como la leña, los residuos del bosque o la producción agropecuaria, la energía eléctrica robada (por medio de "diablitos"), no pagada, etc.

Conforme aumenta el ingreso en los hogares, el gasto en electricidad crece a la par, de hecho a partir del decil V (clase media baja), la compra de electricidad absorbe entre el 53 por ciento y 70 por ciento del gasto total en energía (el estudio se elaboró para 2002, porque la encuesta ingreso-gasto de los hogares 2004 no hizo el desagregado por tipo de combustible). En la figura 5 se muestra la participación porcentual de cada una de las fuentes en el gasto total en energía en cada decil.

**Figura 5.** Porcentaje del gasto por fuente en el gasto monetario total en energía 2002



Fuente: Navarro J. C., "Energía y Equidad en México, Tendencias de la distribución del ingreso y el gasto en energía 1968-2004"

El gas se comporta de manera diferente a la electricidad al analizarse de esta manera, se observa que la mayoría de los deciles tienen un por ciento de gasto parecido, esto es entre 30 por ciento y 40 por ciento, siendo el decil III con 41 por ciento el que más siente en su bolsillo la compra de este combustible.

Un fuerte gasto dirigido hacia los combustibles modernos (gas y electricidad) se aprecia en todos los deciles, destinando más del 70 por ciento de su gasto en energía a comprar estos energéticos. Aunque en los deciles de más bajos ingresos su gasto es más diversificado, pues en el primer decil le correspondía a la electricidad 49 por ciento del gasto, mientras que el gas absorbía 31 por ciento respectivamente; el petróleo, el carbón y la leña el 12 por ciento; las velas, veladoras y otros combustibles, como el cartón les correspondió 8,5 por ciento de su gasto en energía.

En los deciles más desprotegidos se observa aún la compra de combustibles tradicionales (carbón, leña, petróleo, velas, veladoras, cartón, etc.) sin embargo, el gasto en estos combustibles no es muy relevante (con excepción del gasto en velas y veladoras que representa alrededor del 10 por ciento para los deciles a que hacemos referencia). Esto podría deberse a que en dichos deciles se recurre a fuentes energéticas que no implican un gasto monetario ( se recolecta madera, cartón regalado, etc.), así como a los precios de dichos combustibles, que son mucho más baratos que el gas y la electricidad, lo que hace que el peso de éstos sobre el gasto en energía sea menor que el de los anteriormente mencionados.

### 1.3.3.3 Precio

El consumo de las diversas fuentes de energía en el sector residencial se relaciona directamente con los precios de la misma y con el nivel de ingreso familiar, pues el aumento en el costo de un energético afecta de manera desigual a distintos sectores de la población dependiendo de su ingreso. En el corto plazo al incrementar el precio de la energía se influye en el usuario forzándolo directamente a disminuir el consumo o haciéndolo utilizar otro combustible más barato para cubrir sus necesidades energéticas. En el largo plazo el aumento en el precio de uno o varios energéticos provoca cambios en el usuario y en los fabricantes de equipo doméstico. En los primeros promueve la sustitución de combustible, la inversión en equipo más eficiente y el mejoramiento del existente<sup>24</sup>.

El precio de los energéticos en México se determina de diferentes maneras. En este trabajo se aborda la fijación de los precios de los energéticos que se consumen en el sector residencial, dando mayor detalle en lo que se refiere al gas, debido a que se busca reducir el consumo de éste en dicho sector, al cambiar los calentadores de agua y estufas a tecnologías más eficientes.

---

<sup>24</sup> Sheinbaum C. (1994), **Tendencias y Perspectivas de la Energía Residencial en México, Análisis comparativo con las experiencias de conservación y eficiencia de los países de la OCDE**, *Tesis de doctorado*, Universidad Nacional Autónoma de México, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, México, D. F., noviembre.

La leña, es el única, que no se le puede asignar un precio fijo porque su obtención es principalmente por recolección propia y en caso de venta su costo es arbitrario.

En cuanto a la energía eléctrica, la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), ajusta, modifica y reestructura las tarifas eléctricas, con la participación de las Secretarías de Energía (SENER) y Economía (SE) y a propuesta de la Comisión Federal de Electricidad (CFE)<sup>25</sup>. El precio promedio de la energía eléctrica para el sector residencial en 2005 fue de 1,19<sup>26</sup> pesos por kWh.

En el caso del gas L. P., la SENER, establece la regulación de precios y tarifas aplicables al Transporte, Almacenamiento y Distribución del mismo<sup>27</sup>. Por su parte, la Comisión Reguladora de Energía (CRE), aprueba los términos y condiciones a que deben sujetarse las ventas de primera mano de gas natural y de gas L. P. y expide las metodologías para la determinación de sus precios, salvo que existan condiciones de competencia efectiva a juicio de la Comisión Federal de Competencia<sup>28</sup>.

Para los efectos de este reglamento, el precio máximo del gas objeto de las ventas de primera mano se fija conforme a lo establecido en las directivas expedidas por la CRE. La metodología para su cálculo debe reflejar los costos de oportunidad y condiciones de competitividad del gas respecto al mercado internacional y al lugar donde se realice la venta. El precio máximo del gas no debe afectar la facultad del consumidor para negociar condiciones más favorables en su precio de adquisición. Lo anterior no se aplica al precio del gas importado.

La evolución del precio promedio del gas L. P.<sup>29</sup> (Ver figura 6) en el periodo comprendido entre los años 1992-2004, se incremento de 0,60 pesos por kg a 7,21

---

<sup>25</sup> Ley Orgánica de la Administración Pública Federal en su artículo 31, Fracción X y la Ley del Servicio Público de Energía Eléctrica, artículo 31.

<sup>26</sup> Estimaciones propias con datos de CFE.

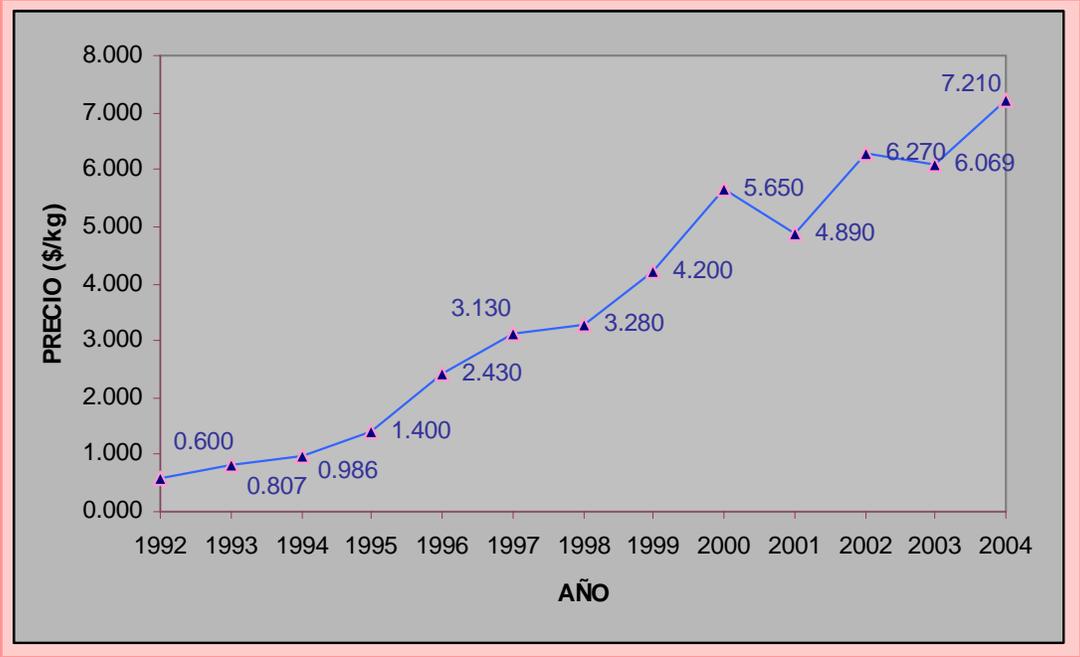
<sup>27</sup> Reglamento del Gas Licuado de Petróleo del 28 de junio de 1999, artículo 7.

<sup>28</sup> Ley Reglamentaria del Artículo 27 Constitucional en el Ramo del Petróleo, Ley de la Comisión Reguladora de Energía del 23 de enero de 1998.

<sup>29</sup> Datos extraídos del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP).

pesos por kg, mientras que el gas natural<sup>30</sup> (Ver figura 7), pasó de 0,290 pesos por m<sup>3</sup> a 2,577 pesos por m<sup>3</sup>.

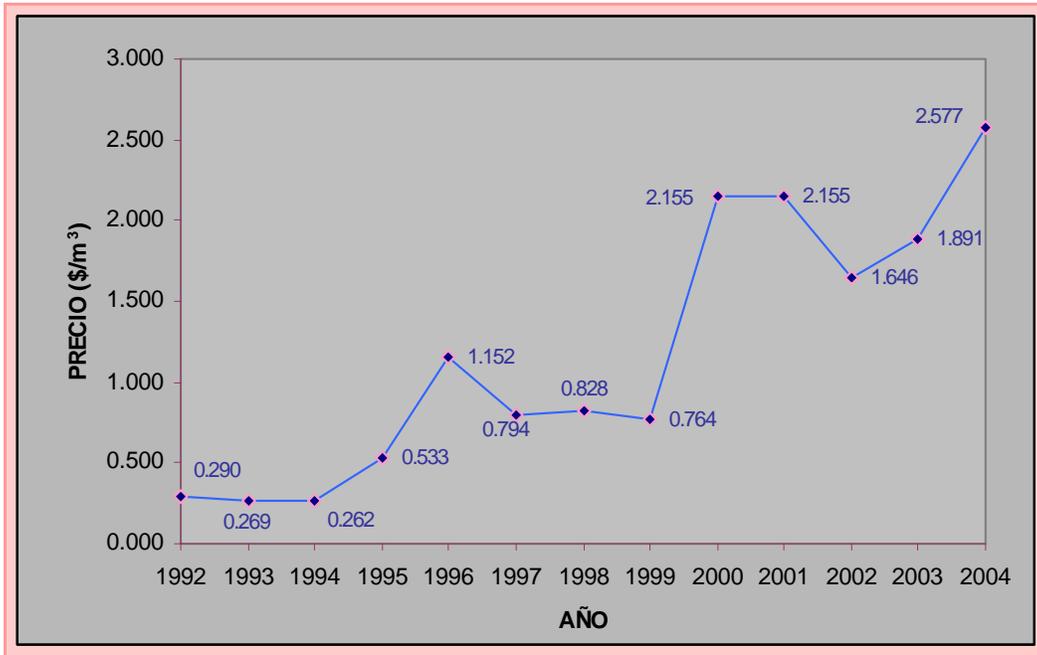
**Figura 6.** Evolución del precio del gas L. P. de 1992-2004



Fuente. Elaboración propia con datos del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas (CEFP)

<sup>30</sup> idem

**Figura 7.** Evolución del precio del gas natural de 1992-2004



Fuente. Elaboración propia con datos del Centro de Estudios de las Finanzas Públicas

En el caso del gas L. P. se divide al país en tres zonas principales: norte, sur y centro, su tarifa se asigna de acuerdo a la región de distribución, el precio promedio del gas en 2005 fue de 7,38 pesos por kilogramo sin incluir IVA<sup>31</sup>.

Los precios del gas natural en México, se asignan a cada una de las 21 regiones<sup>32</sup> con base en la metodología mencionada anteriormente. El precio promedio sin incluir IVA para el año 2005 fue de 4,83 pesos<sup>33</sup> por m<sup>3</sup>.

## 1.4 Principales usos de la energía en los hogares

En un hogar mexicano –sin requerimientos de climatización– el uso de la energía para satisfacer sus necesidades básicas se debe primordialmente a la cocción de alimentos y al calentamiento de agua, siguiéndole la iluminación, la conservación de alimentos, el

<sup>31</sup> Elaboración propia con datos publicados en <http://www.sener.gob.mx>

<sup>32</sup> <http://www.cre.gob.mx>

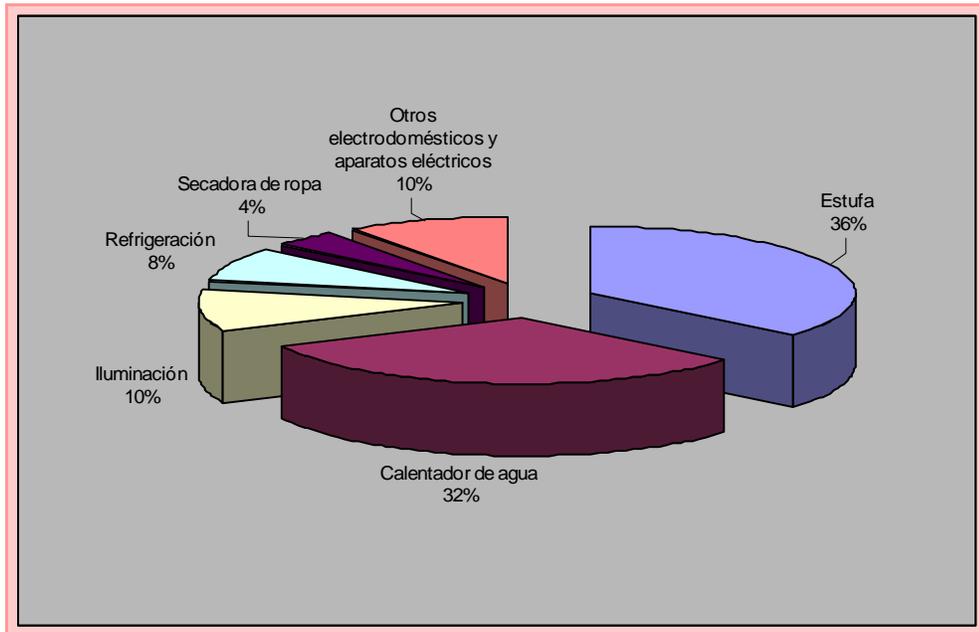
<sup>33</sup> Elaboración propia con precios publicados en <http://www.cre.gob.mx>

entretenimiento, la limpieza e higiene. En el caso de las regiones del país con climas extremos es la climatización una de sus principales exigencias.

Para cubrir estas necesidades se utiliza fundamentalmente el gas L. P. o el gas natural y la electricidad, esto en las zonas urbanas ya que en las áreas rurales para la cocción y calentamiento de agua se emplea primordialmente la leña, y para iluminación en algunos casos todavía se utilizan velas o quinqués.

El consumo de energía se realiza utilizando diversas tecnologías, las cuales permiten solventar las necesidades del hogar, siendo la estufa y el calentador de agua los dispositivos más utilizados, correspondiéndoles 36 por ciento y 32 por ciento respectivamente (Ver figura 8) del consumo promedio en una casa (28.32 MJ/año)<sup>34</sup>; en segundo lugar se encuentran la iluminación y refrigeración, responsables del 10 por ciento y del 8 por ciento correspondientemente, el 4 por ciento se debe al uso de la secadora de ropa, y el 10 por ciento restante se atribuye a otros electrodomésticos y aparatos eléctricos.

**Figura 8.** Consumo promedio de energía por uso final en un hogar sin climatización



Fuente. Elaboración propia a partir de datos de la CONAE

<sup>34</sup> Estimaciones propias basadas en el consumo total del sector y el número de viviendas en 2004.

De la figura 8 se desprende que el 72 por ciento del consumo de energía en un hogar se debe al uso de gas como combustible –lo utilizan la estufa y el calentador de agua, y en menor proporción, 4 por ciento, la secadora de ropa– y el 28 por ciento restante corresponde a la electricidad.

## **1.5 El ahorro y uso eficiente de la energía en el sector residencial**

Siendo el sector residencial uno de los principales consumidores de energía en el país, es importante desde el punto de vista social, económico, ambiental y energético fundamentalmente, realizar medidas encaminadas al ahorro y uso eficiente de energía para contribuir en la preservación de los recursos y en la disminución de contaminantes, además de favorecer la economía familiar.

El ahorro y uso eficiente de la energía en los hogares genera beneficios que se relacionan entre sí, es decir, al disminuir el consumo de hidrocarburos considerados recursos naturales no renovables se contribuye en la preservación de los mismos y además se reduce la emisión de contaminantes al medio ambiente, lo cual se traduce en mejoras en la salud de la población, ahorro de energía y dinero en el hogar y en general el país invierte menos en energéticos, lo que genera menos importaciones y mayor independencia energética.

En el país existen actualmente una serie de programas encaminados al ahorro y uso eficiente de la energía, con el objeto de reducir el consumo de energía, lo que permite conservar recursos no renovables y disminuir los impactos al medio ambiente que resultan de las actividades relacionadas con la generación, distribución y uso final de la energía.

En el sector residencial se llevan a cabo diferentes medidas para contribuir al cumplimiento de dichos objetivos. Institucionalmente la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía (CONAE), diseña y lleva a cabo diversos programas encaminados al

ahorro y uso eficiente de la energía en dicho sector. Por ejemplo, el horario de verano, la normalización de equipos, la promoción para el uso de energías renovables, etc.

Por otra parte, el Fideicomiso para el Ahorro de Energía Eléctrica (FIDE) y el Programa de Ahorro de Energía del Sector Eléctrico (PAESE), han implementado diversos proyectos para ahorrar y usar eficientemente la energía eléctrica en el sector doméstico, por ejemplo: comercialización de lámparas eficientes a precio de fábrica, crédito mediante financiamientos para la adquisición de refrigeradores, equipos de aire acondicionado y aislamiento térmico, a los usuarios, con cómodos pagos a través de la facturación eléctrica, entre otros.

## **1.6 Modificación de hábitos de consumo**

Los hábitos de consumo en un hogar están directamente relacionados con la demanda de energía en el mismo, por lo que al lograr hacer uso eficiente de los aparatos y equipos existentes en las moradas, se tienen ahorros de energía y en general mejoras en la economía familiar.

El uso adecuado del calentador de agua nos lleva a ahorros significativos en los hogares, lo cual muestra la importancia de modificar hábitos de consumo que contribuyen directamente al desperdicio de energía. En México el tiempo promedio de baño se encuentra entre 16 y 20 minutos<sup>35</sup>, a una temperatura alrededor de 38°C<sup>36</sup>, es decir, la mayoría de las familias fija su termostato en caliente, lo que lleva a mayor tiempo de encendido del calentador y por ende a un incremento en el consumo de combustible, además de desperdiciar grandes cantidades de agua que se acercan en promedio a 20 litros por minuto.

En el caso de calentadores de agua de almacenamiento es recomendable mover la perilla superior a piloto o el termostato en la posición de temperatura mínima, también

---

<sup>35</sup> <http://www.conae.gob.mx>

<sup>36</sup> idem

es aconsejable drenar cada seis meses el agua para eliminar residuos. El colocar el calentador cerca del baño y la cocina, evita entre otras cosas pérdidas de calor a lo largo de la tubería y desperdicio de agua, en época de invierno es factible bañarse por la tarde para disminuir el consumo de gas. También es importante leer el instructivo, y revisar continuamente que no existan fugas del combustible y/o agua a lo largo de la instalación.

Los calentadores de agua tiene una vida media alrededor de 12 años<sup>37</sup>, pero es deseable cambiarlo si tiene más de 7, pues así se aseguran incrementos en la eficiencia del equipo y mayores ahorros de energía.

Para el caso de la estufa es importante usar cerillos largos para encender los quemadores; las que tienen encendido a botón es recomendable sincronizar el paso del gas con el chispazo, para evitar desperdicio. También es primordial verificar la instalación y evitar fugas, además de revisar continuamente que la flama en el quemador sea de color azul, de no ser así la combustión no cuenta con la cantidad de aire necesaria y se recomienda regular la entrada de éste en las hornillas hasta lograrlo. A su vez es aconsejable cubrir con papel aluminio las charolas para lograr que el calor se refleje.

Por otra parte, también influye el tiempo de cocción de alimentos, ya que se evitan las pérdidas de sus nutrientes naturales y no se desperdicia gas, por ello se recomienda usar ollas, recipientes, etc., con tapa y que cubran toda la hornilla, de ser posible usar una olla de presión. A su vez, el descongelar con tiempo los alimentos permite disminuir consumo de energía, el uso del horno es recomendable para grandes cantidades de comida, pues usa más gas que las hornillas. La unión familiar a la hora de las comidas permite calentar una sola vez. Al cambiar de estufa se sugiere sea de encendido electrónico para tener mayores ahorros.

---

<sup>37</sup> <http://www.conae.gob.mx>

Lo anterior contribuye directamente en ahorros en el hogar y de manera global a la preservación de recursos energéticos y la disminución de contaminantes al medio ambiente.

## **1.7 El calentador de agua y la estufa**

La importancia del calentador de agua y la estufa en un hogar radica principalmente en que son equipos que cubren dos de sus necesidades básicas: cocción de alimentos y calentamiento de agua, las cuales son necesarias para la alimentación, la higiene propia del ser humano y desde luego la limpieza de la casa. El agua caliente, además de emplearse para el baño personal, también se utiliza para el lavado de ropa y de trastos, principalmente.

Al adquirir una casa, se tiene en cuenta que ya existe un calentador instalado, de no ser así las familias se esfuerzan en comprarlo para tener mayor confort. Por otro lado, los hogares que no cuentan con dicho dispositivo, 20 por ciento en 2004, hacen uso o de la estufa o de una resistencia eléctrica para calentar el agua, también existen regiones (por ejemplo en el sureste del país), aunque son pocas, que no requieren necesariamente del calentador de agua –esto no quiere decir que las viviendas no lo tengan– porque el agua que sale de la llave tiene una temperatura adecuada dado su clima.

Además en nuestro país, estas necesidades básicas son cubiertas, casi en su totalidad, con gas L. P., leña y en menor medida con gas natural. Aunado a ello, los hábitos de cocción –por ejemplo, la cocción lenta de frijoles– y de higiene (duchas de más de 20 minutos a temperatura del agua por arriba de los 30 °C) provocan un mayor consumo unitario de las estufas y los calentadores, lo que conlleva al mismo tiempo a un aumento en las emisiones de contaminantes.

La leña satisface las necesidades de energía para cocinar y calentar agua, y la calefacción de hogares de 21 millones de pobladores rurales y por lo menos 4,5 millones de habitantes urbanos, que representan el 32 por ciento de los mexicanos.<sup>38</sup>

La estufa y el calentador de agua son los principales consumidores de energía en los hogares, correspondiéndoles respectivamente, como ya se había mencionado, 36 por ciento y 32 por ciento del consumo promedio en un hogar sin servicio de climatización. De acuerdo a encuestas de ingreso-gasto<sup>39</sup> realizadas por el INEGI, es la estufa uno de los primeros gasodomésticos que se compran.

---

<sup>38</sup> [http://cdi.gob.mx/pnuma/c6\\_08.html](http://cdi.gob.mx/pnuma/c6_08.html)

<sup>39</sup> INEGI (1992), **Encuesta Nacional ingreso-Gasto en los Hogares (ENIGH)**, México, D. F., a consultar en <http://www.inegi.gob.mx>

## Capítulo 2

### El calentador de agua y la estufa

Para poder evaluar el potencial de ahorro de energía en calentadores de agua y estufas para uso residencial, es importante conocer el avance tecnológico de los mismos. Por ello en este capítulo se muestra la evolución del calentador de agua y la estufa hasta nuestros días, lo cual nos permite saber los cambios más relevantes de dichos dispositivos.

Asimismo, se muestra cada una de las principales tecnologías existentes en el mercado, los consumos unitarios y la evolución del porcentaje de saturación del calentador de agua y la estufa a gas en el sector doméstico mexicano.

#### 2.1 Historia del calentador de agua

La necesidad de la humanidad de obtener agua caliente para satisfacer las necesidades de higiene personal y aseo en el hogar, da lugar a la búsqueda de diversas formas para calentar el agua, una de las primeras fue poniéndola en un bote bajo los rayos del sol o colocándola sobre el fuego en recipientes metálicos.

Alrededor de 1928<sup>1</sup>, gracias a los avances tecnológicos del siglo XX, se fabricó en México el primer calentador de agua de uso doméstico con un tanque de almacenamiento, que usaba como combustible bolsas de aserrín o leña.

Fue hasta la década de los sesentas<sup>2</sup> cuando surgieron los primeros calentadores de agua que utilizaban gas como combustible, los cuales a través de los años han mejorado su tecnología para hacerlos más eficientes.

---

<sup>1</sup> <http://www.revistapoder.com/NR/exeres/>

## **2.2 Tecnologías de calentadores de agua de uso doméstico**

En la actualidad existen en el mercado diversas tecnologías en calentadores de agua: a gas – los cuales son de tres tipos–, solares y eléctricos. En el país son los calentadores de gas los que tienen la mayor parte del mercado, debido a que se prefiere su uso pues el gasto monetario en gas es menor comparado con la electricidad, y en segundo término a la gran disponibilidad de estos aparatos en el mercado.

Los calentadores solares aún no tienen una participación significativa porque la inversión inicial es más alta en comparación con un calentador de agua a gas o eléctrico, además no se encuentran fácilmente en el mercado.

### **2.2.1 Calentador de agua a gas**

Los calentadores de agua a gas han presentado una tasa de crecimiento anual en el mercado del 3,5 por ciento<sup>3</sup> a partir de 1996 a la fecha, su uso es el más común dentro de los hogares mexicanos, debido a que su costo es más accesible, se encuentran en cualquier supermercado y se cuenta con dicho combustible en casi todo el territorio.

Existen tres tipos de calentadores de agua a gas: de almacenamiento, de rápida recuperación, y de paso tipo instantáneos. A continuación se describen las características generales de cada uno de ellos.

---

<sup>2</sup> [http:// www.cal-o-rex.com.mx/Historia.htm](http://www.cal-o-rex.com.mx/Historia.htm)

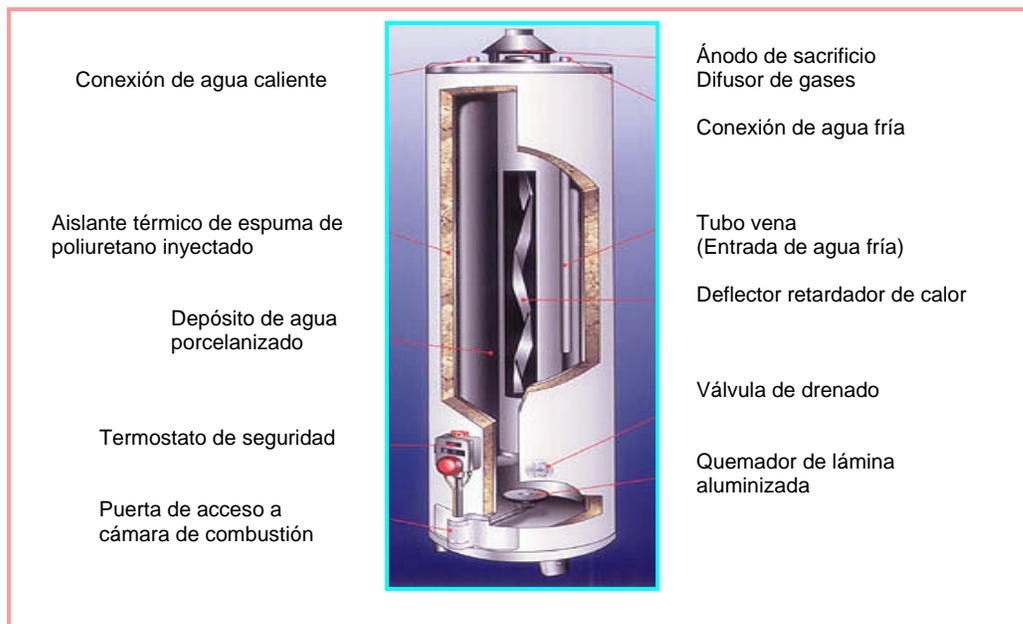
<sup>3</sup> [http:// www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)

### 2.2.1.1 Calentador de agua tipo almacenamiento

El calentador de agua a gas de tipo almacenamiento se compone principalmente, valga la redundancia, por un tanque de almacenamiento (Ver figura 9), un quemador, un sistema de encendido piezoeléctrico con llama piloto y un termostato.

Este dispositivo tiene un quemador a gas (el cual se enciende a través de una llama piloto) que calienta el fondo del tanque de almacenamiento y éste a su vez transmite el calor al agua. El encendido del quemador se lleva a cabo cuando se presenta una diferencia entre la temperatura del agua y la fijada por el usuario en el termostato, esto sucede regularmente al demandar agua caliente o cuando la temperatura del agua contenida en el tanque de almacenamiento está por debajo de la fijada en el termostato. El quemador se apaga al alcanzar la temperatura establecida.

**Figura 9.** Calentador de agua tipo almacenamiento



Fuente. Calentadores de agua Rhino, de grupo Gex

Su costo se encuentra alrededor de \$1 200<sup>4</sup> con una participación promedio anual en el mercado del 71 por ciento<sup>5</sup>. Este valor nos indica la importancia de esta tecnología dentro de las ventas nacionales, debido a que se encuentra fácilmente, no requiere condiciones mínimas de presión del flujo de agua y proporciona mayor cantidad de litros de agua caliente, además de permitir regular la temperatura del agua con el termostato.

### **2.2.1.2 Calentador de agua de rápida recuperación**

Este tipo de tecnología funciona bajo el mismo principio del calentador de agua de almacenamiento, la diferencia principal radica en que éste tiene un tanque de almacenamiento más pequeño y un quemador más grande, por lo que calienta el agua en menor tiempo pero consume más gas.

Su porcentaje de participación en el mercado es aproximadamente del 23 por ciento<sup>6</sup> por lo que es el segundo en importancia después del calentador de agua tipo almacenamiento, esto debido a que consume más gas, no hay mucha variedad y proporciona menor cantidad de agua caliente en comparación con el primero. Su precio promedio es de \$1 800<sup>7</sup>.

### **2.2.1.3 Calentador de agua de paso tipo instantáneo**

El calentador de agua de paso tipo instantáneo funciona al abrir la llave de agua caliente, no contienen un tanque de almacenamiento, únicamente cuenta con una serie de espiras de tubo de cobre (intercambiadores de calor) dentro de las cuales circula el agua (Ver figura 10). Cuando se acciona la llave de agua caliente de cualquier aparato alimentado por el calentador, el flujo de agua que recorre el tubo ocasiona una variación de presión que acciona una válvula dispuesta en el interior del calefactor, provocando así la entrada de gas que enciende el quemador en contacto con una llama piloto, esto para los calentadores de agua instantáneos utilizados más comúnmente en el país; ya

---

<sup>4</sup> Precio ponderado basado en costos de diversas tiendas.

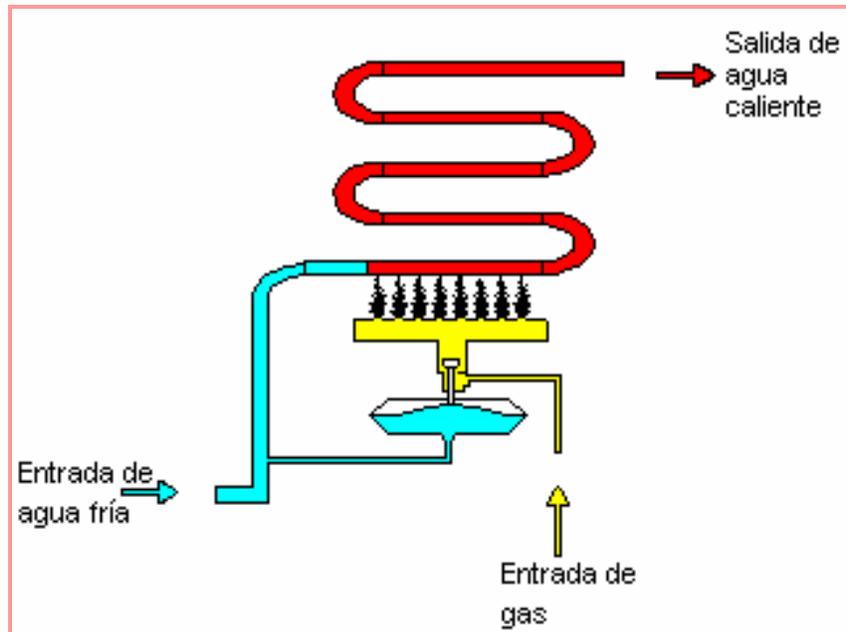
<sup>5</sup> <http://www.conae.gob.mx>

<sup>6</sup> idem

<sup>7</sup> Precio ponderado basado en costos de diversas tiendas.

que recientemente se introdujo en el mercado una nueva tecnología que cuenta con un dispositivo de encendido por ignición, por lo cual no requiere llama piloto y permite que encienda únicamente el quemador al demandar agua caliente. Además, los más modernos incluyen un dispositivo de seguridad que corta la entrada de gas en el caso de que se apague el quemador, impidiendo de esta manera una fuga de combustible.

**Figura 10.** Calentador de paso tipo instantáneo



Fuente. Yáñez, C. **Gasodomésticos...**

La principal ventaja de dicho dispositivo, es que asegura un suministro continuo de agua caliente sin necesidad de un tiempo de precalentamiento. Asimismo, este calentador consume únicamente el gas que requiere la llama piloto y sólo cuando está en funcionamiento el quemador se demanda más combustible.

El calentador de agua instantáneo con llama piloto tiene una participación promedio en el mercado de 6 por ciento<sup>8</sup>. La razón principal de su baja participación es que no se encuentran en todas las tiendas, requieren condiciones mínimas de presión de agua (0,20 kg/cm<sup>2</sup> en promedio)<sup>9</sup>, no puede abastecer varios servicios a la vez; además si se

<sup>8</sup> [http:// www.conae.gob.mx](http://www.conae.gob.mx)

<sup>9</sup> Especificaciones técnicas de fabricantes.

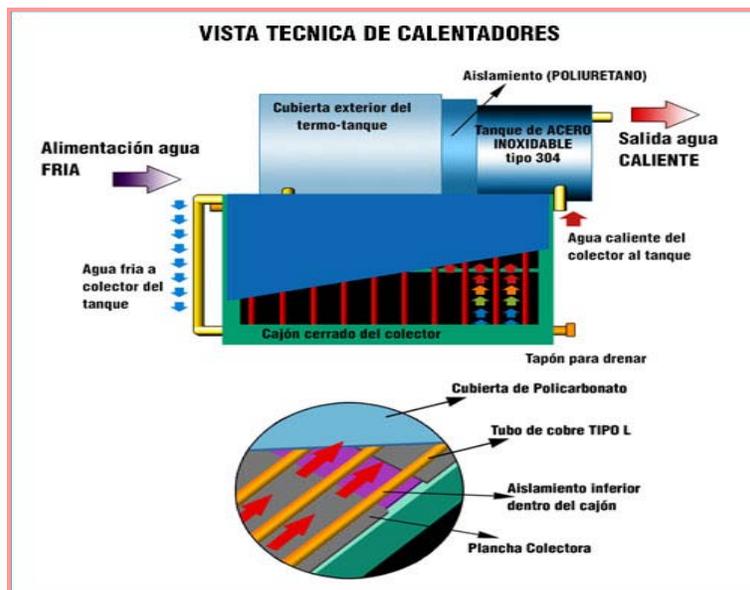
desea adquirir lo último en dicha tecnología, su precio es mucho más alto (alrededor de \$4 600)<sup>10</sup> en comparación con los otros tipos de calentadores a gas.

### 2.2.2 Calentador de agua solar

En cuanto a calentadores de agua solares, existen tres tipos básicos en el mercado: el de autocontenido, el de convección natural y el de convección forzada.

Un calentador solar de agua (Ver figura 11) en general consta principalmente de tres partes: el colector solar plano, que se encarga de capturar la energía del sol y transferirla al agua; el termotanque, donde se almacena el agua caliente; y el sistema de tuberías por donde circula el agua.

Figura 11. Calentador de agua solar



Fuente. Yáñez, C. Gasodomésticos...

<sup>10</sup> Precio ponderado basado en costos de diversas tiendas.

En México, el uso de los calentadores de agua solares aún no es muy común, ello se debe principalmente a la poca familiaridad que tiene la mayoría de la población con esta tecnología y la inversión inicial para su adquisición (\$12 000 en promedio<sup>11</sup>), además no siempre satisface las necesidades de agua caliente en los hogares y no se encuentra aún en el mercado.

### 2.2.3 Calentador de agua eléctrico

Los calentadores de agua eléctricos, funcionan básicamente con una resistencia eléctrica que transmite calor al agua al pasar por el serpentín, el encendido y apagado es controlado por un termostato (Ver figura 12). Su uso es menos común en el país debido a que el costo de la energía eléctrica se fija de acuerdo al consumo y las tarifas eléctricas son más altas respecto al precio del gas.

**Figura 12.** Calentador de agua eléctrico



Fuente. Calentadores de agua eléctricos, de Termotronic.

<sup>11</sup> Investigación de mercado (Bufete Técnico Solar e Instalaciones Técnicas Especializadas).

Su uso es más común norte del país, pues en esta región se cuenta con una tarifa preferencial en electricidad, por lo cual resulta más barato el uso de este combustible en comparación con el gas. Su precio promedio es de \$1 600<sup>12</sup>.

### **2.3 Consumos unitarios en calentadores de agua a gas**

Es importante resaltar que el consumo de gas por hogar para calentar agua, depende de varios factores, como son: el clima, la época del año, el número de moradores, los hábitos de uso de agua caliente para higiene personal y para la realización de labores domésticas, el tamaño del calentador de agua y el tipo de regadera, etc. Pero, en este trabajo se toma como base el consumo promedio de gas en los tres tipos de calentadores, considerando las condiciones de eficiencia mínimas que exigen las normas.

Aunque los tres deben cumplir la misma eficiencia mínima, el calentador de agua de almacenamiento consume gas todo el tiempo con la llama piloto, además de encenderse varias veces a lo largo del día para mantener en agua a la temperatura fijada en el termostato. De modo similar funciona el calentador de agua de rápida recuperación, la diferencia principal respecto al primero es que tiene un tanque de almacenamiento más pequeño y un quemador más grande por lo que calienta el agua en menor tiempo. Por lo anterior el potencial de ahorro en un hogar puede aumentar si se cuenta con un calentador de agua de paso tipo instantáneo, pues éste a pesar de consumir gas con la llama piloto, únicamente enciende al demandar agua caliente.

El consumo unitario de gas por calentador de agua eficiente mostrado en la tabla 3, depende del tipo de dispositivo y su capacidad, en el país los equipos más utilizados son los de 38 a 40 litros, pero dependiendo del tipo de calentador y de combustible se generan diferentes consumos de energía y gastos monetarios. También, se considera

---

<sup>12</sup> Precio ponderado basado en costos de diversas tiendas.

un precio promedio para cada combustible en 2005, correspondiéndole al gas L. P. \$14,02 por m<sup>3</sup> y \$4,83 por m<sup>3</sup> al gas natural<sup>13</sup>

Tabla 3. Cuadro comparativo de consumos de gas para los tres tipos de calentadores

<b>TIPO DE CALENTADOR DE AGUA</b>	<b>almacenamiento</b>	<b>rápida recuperación</b>	<b>de paso Instantáneo</b>
<b>Consumo promedio de gas natural por día (m<sup>3</sup>)</b>	1,77	1,48	1,22
<b>Consumo promedio de gas L. P. por día (m<sup>3</sup>)</b>	0,70	0,60	0,49
<b>Gasto en gas natural (\$/año)</b>	3 062	2 603	2 144
<b>Gasto en gas L. P. (\$/año)</b>	3 583	3 046	2 508

Fuente. Elaboración propia basada en consumos promedio publicados por fabricantes y datos de la CONAE

Como se aprecia en la tabla anterior, el calentador que consume menos m<sup>3</sup> de gas por día es el de paso tipo instantáneo, logrando un ahorro del 30 por ciento respecto al calentador de agua a gas de almacenamiento; este mismo, comparado con el de rápida recuperación consume alrededor del 15 por ciento más en combustible. En cuanto gasto monetario en energía se observa que el gasto en gas L. P. es mayor que en gas natural, lo cual se debe al precio de cada combustible.

## 2.4 Porcentaje de saturación de calentadores de agua a gas

Para 1990<sup>14</sup> el 67 por ciento de los hogares mexicanos contaba al menos con un calentador de agua. La tasa de crecimiento de ventas de dichos equipos de 1990 a

<sup>13</sup> Precios promedio publicados por la SENER.

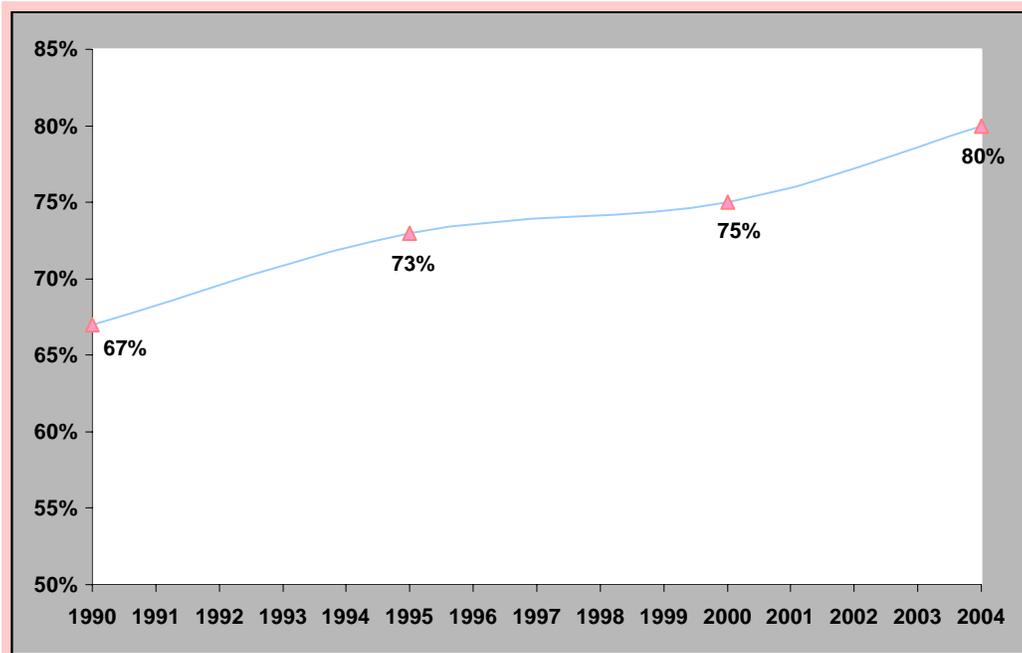
<sup>14</sup> Sheinbaum C., Op. Cit.

1995 fue del 6 por ciento, esto es, en esos 5 años se vendieron aproximadamente 3 842 609 calentadores; de éstos 516 370 –13 por ciento– fueron para reposición, es decir, para el cambio de calentadores viejos por nuevos, llegando así en 1995 a una saturación de 73 por ciento (Ver figura 13).

Para el ciclo comprendido entre 1996-2000 la tasa de crecimiento de ventas fue también del 6 por ciento, periodo en el cual se vendieron 4 727 607 equipos, pero a diferencia del periodo anterior, el 54 por ciento de éstos fueron para reposición, estamos hablando de que se cambiaron por nuevos 2 575 844 calentadores, obteniéndose así una saturación del 75 por ciento para el año 2000.

Finalmente de 2001 a 2004 las ventas fueron de 4 442 984 dispositivos, con una tasa de crecimiento menor que en los periodos anteriores ,5 por ciento, además el cambio de equipos fue mínimo 11 138 calentadores –3 por ciento–. Para llegar entonces al 2004 a una saturación del 80 por ciento, esto es, para ese año 20 676 065 viviendas contaban con un calentador.

**Figura 13.** Evolución de saturación de calentadores de agua a gas en el periodo 1990-2004



Fuente. Elaboración propia con base en datos de CONAE y del INEGI

## 2.5 Historia de la estufa

El hombre, al tener el fuego, comenzó a descubrir sus posibilidades: alumbrarse en las horas de oscuridad, calor para los crudos inviernos, humo para sus primeras comunicaciones, teas encendidas para alejar los animales peligrosos, fuego como arma de lucha y cacería, y sobre todo empezaron a notar que era más cálida y comfortable la comida cocida y caliente.

Cocinaban la carne de los animales que cazaban poniéndola en una varilla paralela al fuego, apoyada sobre dos troncos verticales. También envolvían la carne en abundante barro y la colocaban en un hueco con brasas. Y una tercera forma, ya utilizando recipientes, sobre el fuego, para realizar la cocción.

Es hasta que el hombre se estableció en sitios definitivos que la estufa “nace”, antes del siglo XIX había que encender un fuego o carbón para que funcionara, lo que hoy conocemos como brasero. En 1744 Benjamín Franklin inventa la estufa de hierro, pero que aún es utilizada con leña. Hacia 1879 es diseñada la primera cocina eléctrica. Es hasta 1920 que empezaron a utilizarse los dispositivos –como hasta ahora las conocemos– que pueden adoptar cualquier forma. Es en esta misma década que es instalada la primera estufa de gas.

En México, el primer artículo que se ofreció al mercado como manufactura nacional alrededor de 1943<sup>15</sup> fue la estufa, la cual usaba como combustibles carbón y leña. Y casi una década después, esto es, en 1952<sup>16</sup> se inició la comercialización de parrillas y estufas a gas.

---

<sup>15</sup> <http://www.acros.com.mx/quienessomos.htm>

<sup>16</sup> <http://www.supermatic.com.mx/quienes.htm>

## **2.6 Tecnologías de estufas de uso doméstico**

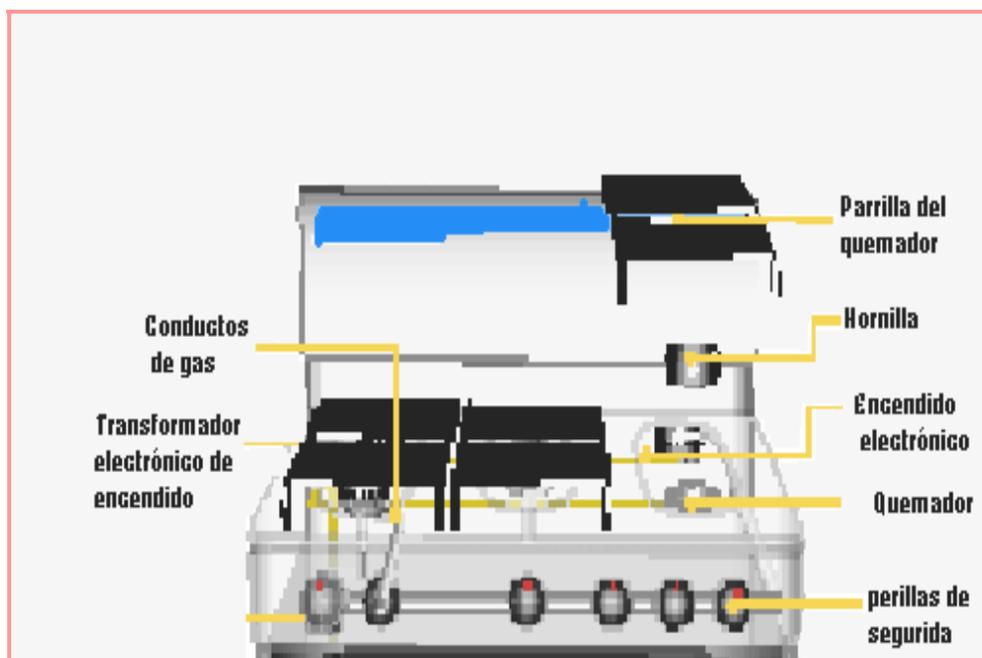
En el mercado nacional actualmente existen dos tecnologías en estufas: a gas y eléctricas. Las primeras son las de mayor participación en el mercado nacional y las segundas tienen un uso poco representativo debido a que aumentan el consumo de energía eléctrica al ser empleadas y no se encuentran fácilmente en el mercado. En el sector rural se usa la estufa de tres piedras que utiliza como combustible la leña, y en algunos hogares a pesar de contar con estufa a gas, siguen haciendo uso de la leña por costumbre, principalmente para el calentamiento de agua y la cocción de nixtamal.

### **2.6.1 Estufas a gas**

Las estufas que usan como fuente de energía el gas L. P. o gas natural tienen como principio de funcionamiento la combustión. Básicamente consta de una sección superior y un gabinete que descansa en el piso o se empotra, este gabinete puede incorporar uno o varios hornos (figura 14). Además, puede contar con un comal y uno o varios asadores. La norma actual divide las estufas a gas como de piso y para empotrar, pero para efectos de este trabajo se clasificaron por su tipo de encendido: manual, con piloto, con sistema electrónico de botón y con sistema electrónico integrado en quemadores.

En el encendido manual únicamente se utiliza un cerillo o encendedor para prender el quemador deseado, las que cuentan con encendido con piloto, éste debe mantenerse prendido y al abrir la válvula se enciende el quemador al lograr el contacto del combustible con la llama piloto. Las estufas con encendido electrónico de botón generan un chispazo al apretar el botón y cuando contacta con el combustible enciende. La diferencia de las que tienen encendido electrónico integrado a quemadores es que al abrir la válvula automáticamente se enciende la chispa y con ella el quemador.

**Figura 14.** Componentes generales de una estufa a gas sin horno



Fuente. Estudio de estufas de gas, Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO)

En el caso de estufas no se puede realizar un desglose de porcentaje de participación en el mercado y el tipo de encendido, pues no se cuenta con la información necesaria al respecto.

Su precio promedio de una estufa de 4 quemadores y encendido electrónico es de \$3 138<sup>17</sup>, mientras que una estufa de encendido manual tiene un costo alrededor de \$2 070<sup>18</sup>.

## 2.6.2 Estufas eléctricas

Las estufas eléctricas se componen primordialmente de una resistencia la cual genera calor y los transmite a los alimentos (Ver figura 15), actualmente se distribuyen principalmente en el norte del país –debido a contar con una tarifa eléctrica preferencial–, aunque también las utilizan algunas familias con ingresos altos en otras

<sup>17</sup>Precio promedio obtenido con datos de PROFECO.

<sup>18</sup> idem

regiones. La razón principal de su uso poco común en el resto del país, es que la electricidad que utilizan tiene un costo más elevado en comparación con el gas, además, el precio de las estufas eléctricas (\$9 500<sup>19</sup> en promedio, de cuatro quemadores) es más alto en comparación con las que usan gas y no se encuentran fácilmente en el mercado.

**Figura 15.** Estufa eléctrica



Fuente. Estufas eléctricas de whirlpool

### **2.6.3 Estufas de leña**

Las estufas de leña (Ver figura 16); se emplean principalmente en el sector rural y se pueden distinguir tres tipos: fogón tradicional piedras, fogón de 3 piedras y estufa Lorena mejorada<sup>20</sup>.

---

<sup>19</sup> Precio ponderado basado en costos de diversas tiendas.

<sup>20</sup> <http://des.gira.org.mx/index2.php>

**Figura 16.** Estufas de leña



Fuente. Proyecto Sierra de Santa Marta, A. C.

El fogón de 3 piedras y el fogón tradicional alcanzan apenas una eficiencia del 17 por ciento<sup>21</sup>, lo que da lugar a consumir mucha leña para la cocción de alimentos o calentamiento de agua.

Las estufas mejoradas han reportado ahorros desde 34 por ciento hasta 40 por ciento<sup>22</sup> del consumo familiar de leña, además en la manufactura de tortillas puede ahorrar más del 50 por ciento<sup>23</sup> del consumo de leña con respecto al fogón de tres piedras.

## **2.7 Consumos unitarios de estufas a gas**

En la evaluación del consumo unitario de combustible en estufas mostrado en la tabla 4, se asume que en los hogares mexicanos el tiempo promedio que permanece encendida la estufa en un día es de 120 minutos, esto es considerando darle de desayunar, comer y cenar a una familia promedio formada por 4 personas. También se toma como base un piloto por cada dos quemadores, pues aunque es poco común, todavía existen estufas con un piloto para cada quemador. Se considera un consumo por quemador de

---

<sup>21</sup> Sheinbaum C., Op. Cit.

<sup>22</sup> Dutt G., Navia J. y Sheinbaum C. (1989), "Tecnología Apropiada para Cocinar con Leña", *Ciencias* No. 15: 43-47., Depto. de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F

<sup>23</sup> idem

0,163 kg/h de gas L. P. ó 0,20 m<sup>3</sup>/h de gas natural<sup>24</sup>. Para evaluar el gasto monetario en combustible se utiliza el precio promedio de cada uno para 2005, correspondiéndole \$7,38 por kg al gas L. P. y \$4,83 por m<sup>3</sup> al gas natural<sup>25</sup>, ambos precios no incluye IVA.

Tabla 4. Cuadro comparativo de consumos de gas en diferentes estufas

TIPO DE ESTUFA	Consumo de llamas piloto <sup>26</sup> por día		Consumo promedio diario		Gasto (\$/año)	
	gas L. P. (kg)	gas natural (m <sup>3</sup> )	gas L. P. (kg)	gas natural (m <sup>3</sup> )	gas L. P.	gas natural
4 quemadores, 3 pilotos y comal	0,24	0,33	1,55	1,93	4 587	3 744
4 quemadores, 2 pilotos	0,16	0,22	1,47	1,82	4 347	3 531
2 quemadores, 1 piloto	0,08	0,11	0,73	0,91	2 173	1 765
Con sistema de encendido electrónico y/o con cerillo (4 quemadores)	0,00	0,00	1,30	1,60	3 866	3 104

Fuente. Elaboración propia basada en consumos promedio dados por fabricantes

Como se aprecia en la tabla anterior, el consumo de gas depende del tipo de tecnología y el número de quemadores, observándose que las estufas con sistema de encendido electrónico y/o manual, generan ahorros promedio del 10 por ciento en consumo de gas, comparadas con una estufa similar de cuatro quemadores, pero con dos llamas piloto. El gasto monetario en gas, se obtiene que es mayor en gas L. P. que en gas natural, lo cual se debe principalmente al precio promedio de cada uno.

<sup>24</sup> Consumos promedio proporcionados por fabricantes.

<sup>25</sup> Estimaciones propias basadas en precios promedio publicados en SENER.

<sup>26</sup> Considerando un consumo de 0,003 kg/h en el caso de gas L. P. y 0,005 m<sup>3</sup>/h para el gas natural.

## 2.8 Porcentaje de saturación de estufas a gas

En 1992 el sector residencial mexicano contaba con un porcentaje de saturación del 86 por ciento<sup>27</sup> en estufas a gas, la tasa de crecimiento en las ventas de dicho electrodoméstico de 1992 a 1995 fue de 5 por ciento, periodo en el cual se vendieron 2 538 000 equipos, de los cuales el 38 por ciento, esto es, 957 989 fueron para el cambio de estufas viejas por nuevas; por tanto, al llegar a 1995 la tasa de saturación se ubicó en 87 por ciento, el aumento de tan sólo el 1 por ciento en la saturación fue porque se tuvo una tasa de reposición alta y una baja tasa de ventas (Ver figura 17).

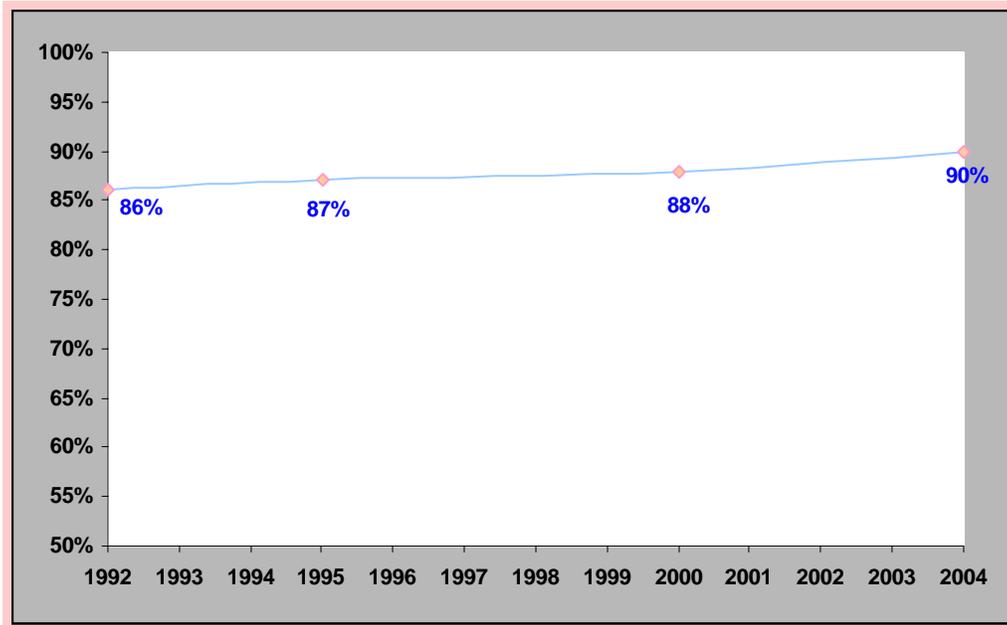
Posteriormente en los años comprendidos de 1996 a 2000 las ventas crecieron a un ritmo igual al del periodo anterior con un 5 por ciento, lo cual representó la venta de 4 608 000 estufas, pero de manera semejante a los calentadores en este periodo se tuvo un porcentaje muy alto de cambio de equipos –53 por ciento– lo que representó 2 456 237 dispositivos, por lo anterior la saturación en el año 2000 fue tan sólo del 88 por ciento.

Por último el periodo comprendido entre el año 2001 al 2004 se tuvo una tasa de crecimiento del electrodoméstico del 6 por ciento, lo que significó 5 892 000 equipos vendidos, de éstos 1 560 154 fueron para reposición, equivalentes al 26 por ciento, quedando que para el 2004 el 90 por ciento de los hogares del país contaba con una estufa.

---

<sup>27</sup> INEGI (1992), **Encuesta Nacional...**

**Figura 17.** Evolución de saturación de estufas a gas en el periodo 1992-2004



Fuente. Elaboración propia basada en datos de ANFAD e INEGI

## 2.9 El avance tecnológico en calentadores de agua y estufas en México

El creciente avance de la tecnología en el siglo XX, da lugar al surgimiento de numerosos inventos que emplean para su funcionamiento combustibles más modernos, tal es el caso del calentador de agua y la estufa, que actualmente al menos en el sector urbano utilizan casi en su totalidad gas como combustible.

En el rural aún son muy comunes el fogón de 3 piedras y el fogón tradicional, y son pocos los hogares que cuentan con la estufa mejorada, la cual genera ahorros desde 34 por ciento hasta 40 por ciento del consumo familiar de leña. Las familias que cuentan con estufa a gas, hace uso aún por costumbre de las de leña principalmente para la cocción de nixtamal.

En cuanto a estufas que utilizan combustibles más modernos, se encuentran las estufas a gas y las eléctricas, estas últimas son de uso menos común debido primordialmente a que la electricidad que utilizan tiene un costo más elevado en comparación con el gas, además de ser más caras.

Las estufas que usan gas han ido mejorando su tecnología en diversos aspectos, como son: el tipo de encendido –manual, con piloto, con sistema electrónico de botón y con sistema electrónico integrado en quemadores– y con ello su eficiencia, han aumentado sus condiciones de seguridad, lo cual busca favorecer la economía familiar y generar ahorros de energía.

## Capítulo 3

### Normalización

La normalización<sup>1</sup> es el proceso mediante el cual se regulan las actividades desempeñadas por los sectores tanto privado como público, en materia de salud, medio ambiente en general, seguridad al usuario, información comercial, prácticas de comercio, industrial y laboral a través del cual se establecen la terminología, la clasificación, las directrices, las especificaciones, los atributos, las características, los métodos de prueba o las prescripciones aplicables a un producto, proceso o servicio.

Los principios básicos en el proceso de normalización son: representatividad, consenso, consulta pública, modificación y actualización. Este proceso se lleva a cabo mediante la elaboración, expedición y difusión a nivel nacional, de las normas que pueden ser de cinco tipos. Para este trabajo sólo analizaremos dos: la Norma Oficial Mexicana (NOM) y la Norma Mexicana (NMX).

En este capítulo se presentan las Normas Oficiales Mexicanas y las Normas Mexicanas que rigen el funcionamiento de los calentadores de agua a gas y las estufas.

#### 3.1 Ley Federal sobre Metrología y Normalización

En 1988 se emitió en México la Ley de Federal sobre Metrología y Normalización<sup>2</sup>, en la cual todas las normas eran consideradas como Normas Oficiales Mexicanas. Posteriormente el 1 de julio de 1992 apareció una nueva Ley de Federal<sup>3</sup> sobre Metrología y Normalización, la cual clasifica a las normas en Normas Oficiales

---

<sup>1</sup> <http://www.economia-gobs.gob.mx/>

<sup>2</sup> Flores M. (2000), "El sistema de normalización y certificación en México", en: Energía Racional No. 35, abril – junio.

<sup>3</sup> idem

Mexicanas y Normas Mexicanas.

La Norma Oficial Mexicana es la regulación técnica de carácter obligatorio y son elaboradas por los Comités Consultivos Nacionales de Normalización.

Una Norma Mexicana es elaborada por los Comités Técnicos de Normalización y/o los Organismos Nacionales de Normalización, que prevé para uso común y repetido y su carácter es voluntario.

En el caso de la eficiencia energética, el hecho de que los equipos consumidores de energía en el sector residencial cumplan con niveles requeridos de eficiencia, da lugar a un decremento en la demanda dentro del mismo. Para ello la normalización de aparatos es un mecanismo comprobado de éxito, ya que, sin que el usuario final se esfuerce – solamente comprando los nuevos aparatos en el mercado– ésta produce resultados en magnitudes y plazos comparables a las plantas de energía como las que se inauguran dos o tres veces al año<sup>4</sup>.

### **3.1.1 Normas Oficiales Mexicanas de Eficiencia Energética**

La importancia principal de las Normas Oficiales Mexicanas se debe a su funcionamiento como medios efectivos para impulsar el ahorro y uso eficiente de energía, y certificar las condiciones de seguridad y buen funcionamiento de los equipos; aportando así beneficios directos tanto al consumidor, como a nivel nacional.

La elaboración de las Normas Oficiales Mexicanas de eficiencia energética surge debido a la necesidad de incrementar el ahorro de energía y la preservación de los recursos energéticos, además de proteger al consumidor de productos de menor calidad y consumo excesivo de energía que pudieran llegar al mercado nacional.

---

<sup>4</sup> De Buen O. (2004), **A ver si un día nos animamos a inaugurar una NOM** a consultar en: <http://www.funtener.org/pdfs/nom1.pdf>

Actualmente el país cuenta con 20 normas vigentes de eficiencia energética, entre las cuales se encuentran las de refrigeradores, lavadoras de ropa, equipos de aire acondicionado y calentadores de agua, que son significativas para el sector residencial mexicano.

Para efectos de este trabajo, únicamente se analiza la normatividad en calentadores de agua y estufas que funcionan con gas.

### **3.1.2 Normas Mexicanas**

Las Normas Mexicanas aunque de carácter voluntario, involucran un esfuerzo entre varios sectores a lo largo de uno o más años para su consolidación; ellas implican el primer paso a la tecnología nacional de calidad y al buen servicio a los consumidores mexicanos.

No existe como tal una Norma Mexicana de eficiencia energética, ya que todas las normas referidas a este tema son de carácter obligatorio. Algunas NOM se complementan de Normas Mexicanas, esto es parte de su obligatoriedad es cumplir con alguna especificación y/o característica descrita en una NMX.

Además, las Normas Mexicanas, que no son de eficiencia energética, también contemplan para algunos equipos reglas y especificaciones determinadas para el ahorro y uso eficiente de sus aditamentos.

## **3.2 Evolución de la normatividad en calentadores de agua a gas**

Las primeras Normas Oficiales Mexicanas para calentadores de agua fueron expedidas por la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial; la NOM-022-SCFI-1993, “Calentadores instantáneos de Agua para uso doméstico-Gas natural o L. P.” y la NOM-027-SCFI-1993, “Calentadores de agua tipo almacenamiento a base de gases licuados de petróleo o gas natural”, las cuales entraron en vigor a partir del 1 de enero

de 1994<sup>5</sup>. La eficiencia térmica en los calentadores de agua regidos bajo estas normas debía ser del 65 por ciento.

Posteriormente fueron reemplazadas por la NOM-003-ENER-1995, "Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial", que abarca ambas tecnologías, la cual entró en vigor en enero de 1996. El objetivo de ésta es establecer los niveles mínimos de eficiencia térmica que deben cumplir los calentadores de agua para uso doméstico y comercial que se ofrezcan en el mercado nacional. También especifica el método de prueba que debe aplicarse para verificar dicho cumplimiento. Los calentadores regidos bajo esta norma deben tener una eficiencia térmica mínima del 70 por ciento<sup>6</sup>. Esto es 5 por ciento más que la anterior, lo que implica una mejora tecnológica y un ahorro significativo en el consumo de energía.

Años después la norma 003-ENER-1995 fue revisada, surgiendo la NOM-003-ENER-2000 "Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado" la cual entro en vigor a partir del 1 de marzo de 2001 y debe cumplir con una eficiencia térmica mínima del 72 por ciento, este porcentaje es 2 por ciento mayor que la de 1995 y 7 por ciento más que las de 1993.

En el año 2002 se realizó un nuevo ajuste a la norma de 2000 y actualmente los calentadores de agua deben tener una eficiencia térmica mínima del 74 por ciento, valor que significa un ahorro 9 por ciento mayor con relación a las expedidas en 1993.

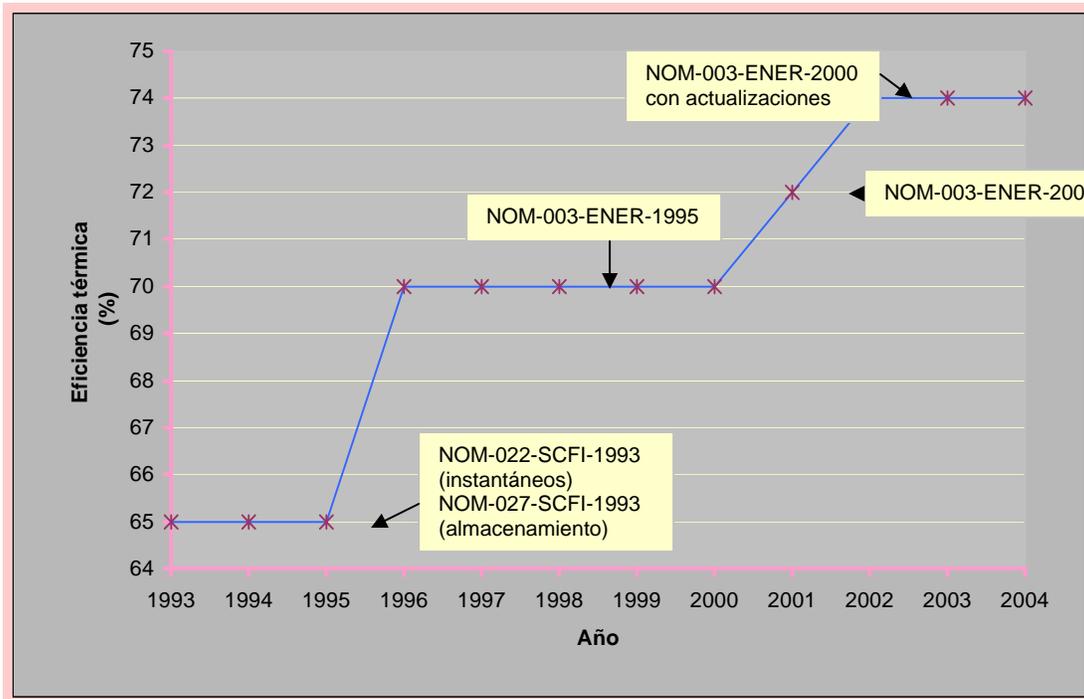
Por lo tanto, los calentadores de agua a gas quedan divididos en 4 periodos de acuerdo a su año de adquisición (Ver figura 18).

---

<sup>5</sup> <http://www.energia.gob.mx/work/resources/LocalContents/1245/images/nom-022.pdf>

<sup>6</sup> CONAE(2000), "Norma Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2000, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado". Diario Oficial de la Federación, septiembre.

**Figura 18.** Eficiencia térmica mínima en calentadores de agua para uso doméstico



Fuente. Elaboración propia basada en normas publicadas

Como se observa los calentadores de agua que cumplen con las actualizaciones hechas en 2002 a la última norma de eficiencia energética (NOM-003-ENER-2000), son 9 por ciento más eficientes que los que se encuentran bajo la NOM-022 ó 027 de 1993, 4 por ciento mayor que los que cumplen con la NOM-003 de 1995 y tan sólo 2 por ciento superior respecto a los que se rigen por la NOM-003 de 2000 sin actualizaciones.

En el siguiente apartado se describe en términos generales la norma de calentadores de agua de uso doméstico vigente.

### **3.3 Norma de eficiencia energética actual para calentadores de agua a gas**

En la actualidad los calentadores de agua a gas están regidos bajo la NOM-003-ENER-2000 eficiencia térmica de calentadores de agua de usos doméstico y comercial, la cual e incrementó en 2002 logrando una eficiencia térmica del 74 por ciento.

El objetivo de la misma es 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 aplicarse para verificarlos. Ésta se aplica a los calentadores de agua comercializados en el país, que utilicen como combustible gas licuado de petróleo o gas natural y que proporcionen agua caliente en fase líquida.

Los calentadores de agua con una carga térmica<sup>7</sup> mayor de 108 kW, presiones absolutas máximas de trabajo de 600 kP y temperaturas superiores a 87 °C son considerados calderas y no se les aplica esta norma.

La NOM-003-ENER-2000 se aplica a calentadores de agua a gas tipo almacenamiento, rápida recuperación e instantáneos. Para el sector doméstico los aparatos deben tener una carga térmica máxima de 35 kW.

La carga térmica de los calentadores de almacenamiento domésticos corresponde al calor necesario para elevar la temperatura del agua contenida en el depósito hasta el punto de corte del combustible, y para los calentadores de rápida recuperación e instantáneos, es la cantidad de calor necesaria para elevar como mínimo 25 °C la temperatura del agua suministrada al equipo a su paso por éste.

Enseguida, se muestra un ejemplo de la información de la etiqueta amarilla que deben tener los calentadores de agua a gas para uso doméstico existentes en el mercado (Ver

---

<sup>7</sup> Entendiendo energía térmica como la cantidad de calor que absorbe una determinada masa de agua en el calentador, para elevar su temperatura en un cierto intervalo.

figura 19), para poder comparar el equipo que más convenga al comprador, ya sea en cuanto a eficiencia o referente a consumos de energía.

**Figura 19.** Ejemplo de distribución de la información de la etiqueta de Calentador de agua para uso doméstico



Fuente. Base de datos de CONAE

La etiqueta debe tener necesariamente los siguientes puntos para asegurarse de su autenticidad:

1. Nombre de la etiqueta, en la figura Eficiencia Energética.
2. Qué se mide en el dispositivo: eficiencia, consumo, etc., en este caso eficiencia térmica.

3. Bajo que norma se encuentran medidas las especificaciones, para este caso la NOM-003-ENER-2000.
4. Las características o datos generales del producto a adquirir: marca, capacidad, funcionamiento, etc.
5. La eficiencia térmica mínima del producto, para calentadores 74 por ciento.
6. La eficiencia térmica que alcanza el producto, en el ejemplo 77 por ciento.
7. La flecha inferior nos muestra las ventajas de este producto respecto a otros, en este caso da un 3 por ciento más de eficiencia, respecto a la obligada por la norma.
8. Es muy importante que la etiqueta contenga el párrafo central y final, donde especifica que se debe comparar el producto con otros similares, y el último que habla de lo que se tiene que tomar en cuenta para que el equipo cumpla con las especificaciones ofrecidas y el de no retirar la etiqueta hasta ser adquirida por el consumidor final.

### **3.4 Tecnologías eficientes de calentadores de agua a gas**

En el mercado de calentadores de agua del país se cuenta actualmente, como ya se mencionó, con tres tecnologías las cuales tienen condiciones de eficiencia térmica mínimas del 74 por ciento. Dependiendo de la marca y de la tecnología, el calentador puede ofrecer una eficiencia mayor a lo establecido en la norma de hasta un 20 por ciento.

Por ejemplo, comparando el calentador de agua a gas tipo almacenamiento con el de rápida recuperación y el de paso tipo instantáneo, se tiene que al cambiar el calentador de almacenamiento por el de rápida recuperación se generan ahorros de un 10 por ciento a un 20, y del 30 por ciento al 40 por ciento<sup>8</sup> respecto al de paso, lo que nos muestra el incremento de la eficiencia en ambas tecnologías.

---

<sup>8</sup> Sheinbaum C., Op. Cit.

### **3.5 Evolución de la normatividad en estufas a gas**

La normatividad que rige las estufas es una serie de combinación de normas que buscan la seguridad y funcionamiento adecuado de todos sus componentes, la primera Norma Mexicana más específica para estufas fue la NMX-X-041-1983, “Productos para manejo de gases y combustibles-Válvulas reguladoras de operación, manual para quemadores de Gas L. P. o Gas Natural”, la cual entró en vigor en 1984 y se complementa con una serie de normas que deben cumplir las partes que conforman este electrodoméstico como son: los productos eléctricos, la tubería, los termostatos utilizados en hornos domésticos, etc.

Posteriormente entró en vigor la Norma Oficial Mexicana NOM-023-SCFI-1993, publicada el 21 de enero de 1994 en el Diario Oficial de la Federación. “Aparatos domésticos para cocinar alimentos que utilizan Gas Natural o L. P.- Especificaciones y métodos de prueba”.

En el año 2002 surgió la Norma Oficial Mexicana NOM-019-SEDG-2002, “Aparatos domésticos para cocinar alimentos que utilizan gas L. P. o gas natural-Especificaciones y métodos de prueba”, ésta cancela y sustituye a la NOM-023-SCFI-1993 y fue expedida por la Secretaría de Energía y entró en vigor en enero de 2003. Esta norma aunque no es de eficiencia energética, especifica una eficiencia mínima en quemadores del 45 por ciento.

A continuación se dan las generalidades de la Norma Oficial Mexicana que rige actualmente las estufas a gas.

### **3.6 Norma actual para estufas a gas**

A partir del año 2003 entró en vigor la Norma Oficial Mexicana NOM-019-SEDG-2002, “Aparatos domésticos para cocinar alimentos que utilizan gas L. P. o gas natural-Especificaciones y métodos de prueba”, la cual rige actualmente las estufas a gas.

El objetivo de la norma es establecer los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las estufas, hornos, asadores y parrillas de uso doméstico que utilizan gas L. P. o gas natural, sus métodos de prueba y el procedimiento para la evaluación de la conformidad con la misma.

Además, la norma especifica las condiciones mínimas de seguridad y las pruebas de resistencia que deben cumplir los componentes electrónicos, tuberías, soportes, quemadores, entre otros.

La capacidad térmica<sup>9</sup> de cada piloto debe ser como máximo de 0,18 MJ/h. La eficiencia térmica de los quemadores de la sección superior, incluyendo los quemadores controlados termostáticamente, no debe ser menor al 45 por ciento. Para quemadores de comal no aplica esta condición.

El sistema de encendido, debe contar con elementos diseñados y soportados para poder mantener una relación fija permanente entre las partes esenciales como la punta del piloto, el tubo de encendido y las cabezas del quemador, durante condiciones normales de manejo y uso. Este diseño y soporte debe prevenir cualquier desajuste del sistema de encendido que limite su operación durante el manejo normal de la estufa.

En un sistema de pilotos con flamas múltiples, el ajuste debe brindar flamas de tamaño aproximadamente uniforme. Si el equipo tiene un sistema automático de encendido eléctrico, éste debe ser activado al establecerse un flujo de gas al quemador con la válvula en la posición de encendido y permanecer en operación por lo menos 8 segundos. Si se requiere una operación manual para mantener la válvula en posición de encendido, esto es permitido.

Los quemadores de los aparatos de esta norma no deben producir monóxido de carbono en concentración mayor de 0,08 por ciento libre de aire. Además de cumplir con la Norma Oficial Mexicana de información comercial, se debe cumplir con un

---

<sup>9</sup> Cantidad de energía calorífica que genera un quemador de gas en determinado tiempo.

instructivo de instalación que debe informar al usuario y al instalador las recomendaciones que hace el fabricante para localizar e instalar el aparato. También obliga a tener las especificaciones y características relativas al gas combustible, o en su defecto la energía eléctrica y su consumo. En la segunda parte del instructivo se debe recomendar al usuario la manera de operar y mantener en forma óptima el aparato.

### **3.7 Tecnologías eficientes de estufas a gas**

En las estufas no se puede realizar una comparación en eficiencia térmica de sus quemadores, debido a que no se cuenta con una norma específica de eficiencia energética, pese a ello dentro de la NOM-019-SEDG-2002 que rige a las estufas, se estipula una eficiencia mínima requerida en los quemadores, por lo cual a partir del año 2003 se aseguro al menos una eficiencia del 45 por ciento en estos electrodomésticos.

Los avances tecnológicos en el tipo de encendido para estufas a gas, permite hablar de equipos más eficientes en cuanto a consumo de combustible, debido principalmente a la sustitución de la llama piloto por sistemas más modernos.

Actualmente hay en el mercado estufas que tienen un sistema de encendido electrónico de dos tipos: las que cuentan con encendido automático en quemadores y las de botón, ambas deben encender el quemador en un tiempo máximo de 4 segundos. Dichas tecnologías, al igual que las de encendido manual con cerillo, generan ahorros en el consumo del combustible de hasta 20 por ciento más respecto a las estufas con encendido a llama piloto. Lo cual marcaría la diferencia, pues al adquirir una estufa en 2003 tiene necesariamente una eficiencia del 45 por ciento en quemadores, pero si además es de encendido electrónico o manual con cerillo, estaríamos hablando de una eficiencia promedio de hasta 65 por ciento.

## **Capítulo 4**

### **Potencial de ahorro por el cambio de tecnología en calentadores de agua y estufas**

El potencial de ahorro de energía en equipos como el calentador de agua y la estufa se obtiene mejorando la eficiencia técnica del equipo, realizando una adecuada instalación y diseño del sistema, dando mantenimiento constante y manejando correctamente el dispositivo.

A lograr hacer un uso eficiente de la energía en los hogares, además de contribuir en el cuidado de los recursos naturales, se hace una disminución importante del gasto monetario en energía.

En este capítulo se calcula el potencial de ahorro de energía y el potencial económico, al cambiar los calentadores de agua y estufas existentes en el país por tecnologías más eficientes.

#### **4.1 Potencial de ahorro de energía**

El potencial de ahorro de energía en este trabajo se calcula basado en la eficiencia técnica del equipo, el cual se estima como la cantidad de energía ahorrada que se obtiene si todos los usuarios utilizan equipos más eficientes, en este caso calentadores de agua y estufas a gas.

Este potencial puede aumentar o disminuir realizando una adecuada instalación y diseño del sistema, dando mantenimiento constante y manejando correctamente el dispositivo.

Además se ofrece un potencial económico, el cual depende primordialmente de los precios de la energía, de las características técnicas de la tecnología eficiente y convencional, del ahorro de energía generado en la sustitución de equipos y de las posibilidades del usuario de invertir en la tecnología inicial eficiente<sup>1</sup>.

#### 4.1.1 Potencial de ahorro de energía por cambio de tecnología en calentadores de agua a gas

Considerando la evolución en la normatividad para calentadores de agua a gas, los datos de INEGI y los datos de ventas de equipos de ANFAD, se tiene que en 2004 existían 25 845 081<sup>2</sup> hogares, de los cuales 20 553 454 contaban al menos con un calentador de agua.

Basado en lo anterior y con los análisis de datos del capítulo 2, en la tabla 5 se realiza una división de cada periodo y se muestra el porcentaje de equipos adquiridos bajo cada norma.

Tabla 5. Porcentaje de equipos adquiridos bajo cada norma de eficiencia

Año de adquisición	Norma que los rige	Equipos adquiridos (%)
Hasta 1993	ninguna	47
1994-1995	NOM-022-SCFI-1993 (instantáneos) NOM-027-SCFI-1993 (almacenamiento)	8
1996-2000	NOM-003-ENER-1995	23
2001	NOM-003-ENER-2000	5
2002 en adelante	NOM-003-ENER-2000 con actualizaciones	17

Fuente. Elaboración propia basada en normas publicadas

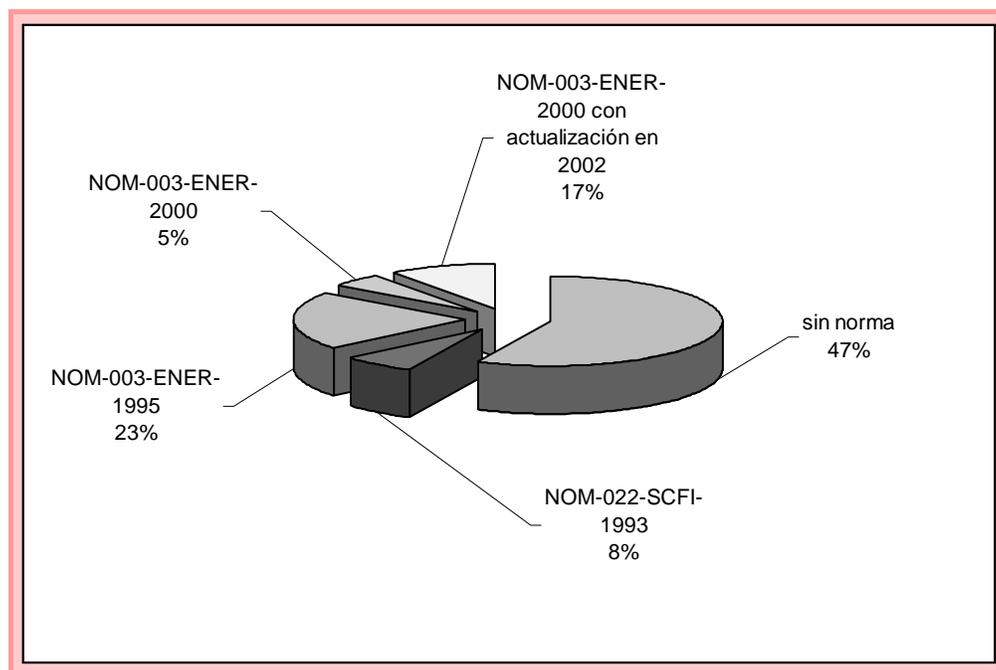
Bajo el esquema anterior, se tiene la siguiente proporción de equipos (Ver figura 20), considerando el año en que fueron adquiridos: se compraron 9 739 172 calentadores de agua antes de 1994, lo que representa el 47 por ciento del total de equipos existentes que no cumplen con ninguna norma; el 8 por ciento adquirido en el periodo

<sup>1</sup> Sheinbaum C., Op. Cit.

<sup>2</sup> <http://www.inegi.gob.mx>

comprendido entre 1994 y 1995, es decir, 1 643 691 dispositivos se rigen bajo la NOM-022-SCFI y la NOM-027-SCFI de 1993; los calentadores de agua comprados del año 1996 a 2000, fueron 4 727 607 –23 por ciento– y cumplen con la NOM-003 de 1995; el 5 por ciento se adquirió en el año 2001, esto es, 1 054 103 equipos regidos por la NOM-003 del 2000 y finalmente, 3 388 881 –17 por ciento– restante se ajusta a las actualizaciones de la NOM-003 en 2002, los cuales se compraron del año 2002 en adelante.

**Figura 20.** Porcentaje de calentadores existentes y su norma respectiva



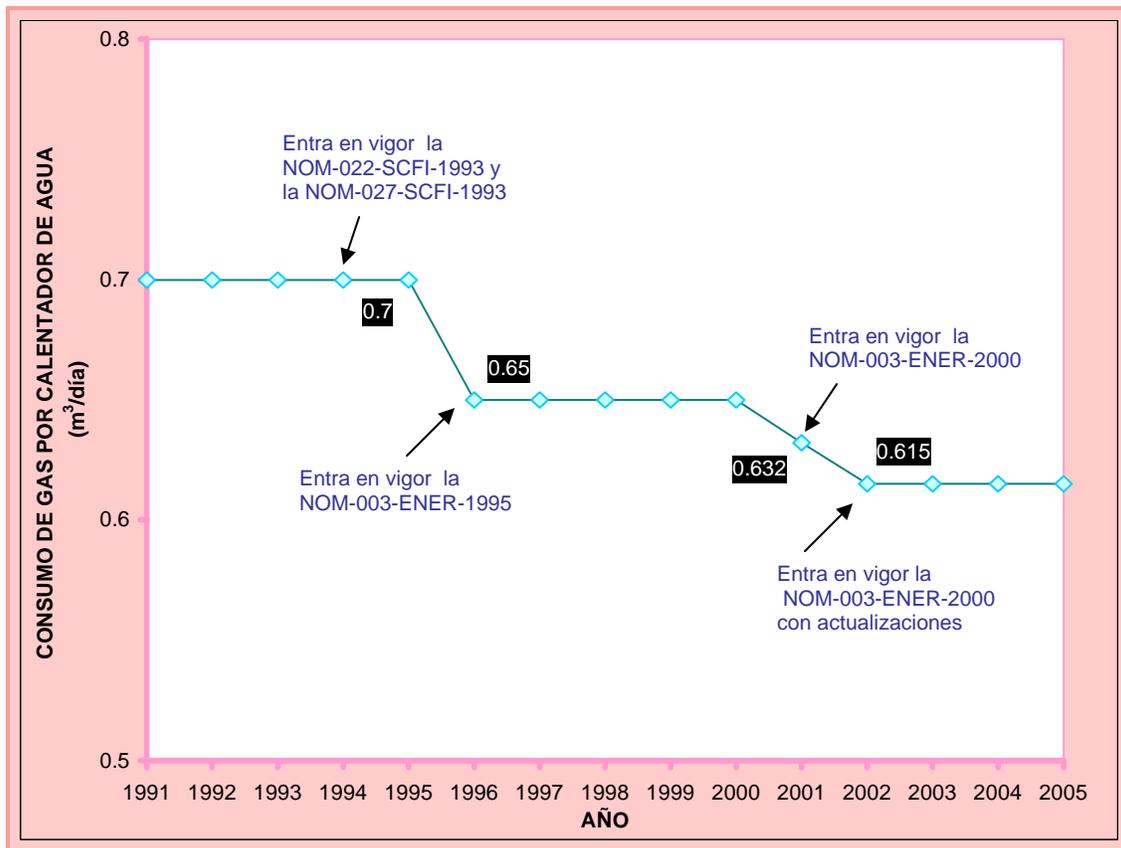
Fuente. Elaboración propia con base en datos de CONAE e INEGI

En cuanto a consumos, los equipos adquiridos después de 2002 consumen en promedio<sup>3</sup> 0,615 m<sup>3</sup> de gas L. P. ó 1,554 m<sup>3</sup> de gas natural al día, lo que genera las siguientes diferencias: 0,085 m<sup>3</sup> de gas L. P. ó 0,215 m<sup>3</sup> de gas natural diarios con respecto a los calentadores adquiridos antes de 1993 (Ver figura 21), los cuales no los rige norma alguna, y los comprados entre 1994-1995 que cumplen la normatividad 022 y 027 expedidas en 1993; para el caso de los equipos comprados del año 1996 a 2000, esto es, que cumplen con la NOM-003 de 1995 se tiene una diferencia en gas diaria de

<sup>3</sup> Información proporcionada por CONAE

0,035 m<sup>3</sup> en el caso del gas L. P. ó 0,088 m<sup>3</sup> si es gas natural; y tan sólo 0,017 m<sup>3</sup> de gas L. P ó 0,043 m<sup>3</sup> de gas natural al día con respecto a los calentadores adquiridos en 2000, los cuales se rigen con la NOM-003-ENER-2000.

**Figura 21.** Evolución de consumo en el calentador de agua basado en normas de eficiencia energética



Fuente. Elaboración propia con base en datos de CONAE

El potencial de ahorro de energía mostrado en la tabla 6, se calcula tomando las condiciones mínimas de eficiencia térmica requeridas por la norma actual que rige los calentadores, ya que dependiendo del tipo de dispositivo el potencial puede incrementarse.

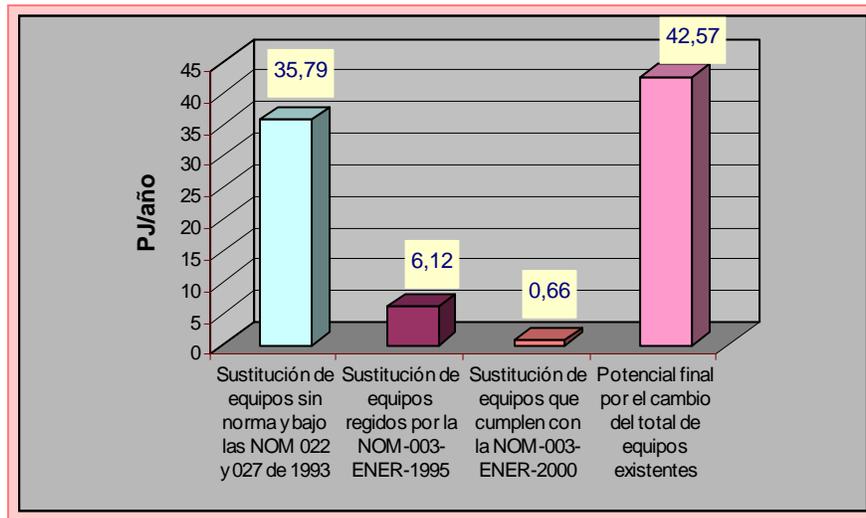
Tabla 6. Potencial de ahorro de energía por el cambio de calentadores

Número de calentadores sujetos a cambio		Norma que los rige	Potencial de ahorro			
gas L. P.	gas natural		gas L. P.		gas natural	
			m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /año	m <sup>3</sup> /día	m <sup>3</sup> /año
10 244 577	1 138 286	Ninguna y las NOM-022-SCFI y NOM-027-SCFI de 1993	870 789	318 012 143	244 731	89 375 761
4 278 484	449 123	NOM-003-ENER-1995	149 747	54 687 604	39 523	14 433 800
959 234	94 869	NOM-003-ENER-2000	16 307	5 955 316	4 079	1 489 651
<b>Total</b>			1 036 843	378 655 063	288 333	105 299 212

Fuente. Elaboración propia basada en normas de eficiencia, datos de la CONAE.

Basado en el número de calentadores existentes y sus consumos de acuerdo a la normatividad que los rige, se obtiene el primer potencial de ahorro al cambiar los calentadores de agua que no cumplen norma alguna y los que se rigen bajo las NOM 022 y 027 expedidas por la SCFI en 1993 por nuevos equipos, el cual sería de 35,79 PJ/año (Ver figura 22). El segundo potencial representaría 6,12 PJ/año y se tiene al sustituir los equipos regidos bajo la NOM-003-ENER-1995 por tecnologías actuales. Finalmente, el último potencial más pequeño, pero no por ello menos importante, generaría un ahorro de 0,66 PJ/año, resultado de cambiar equipos regidos por la NOM-003-ENER-2000 por dispositivos más eficientes.

**Figura 22.** Potenciales de ahorro de energía por el cambio de calentadores de agua a la tecnología eficiente



Fuente. Elaboración propia

El potencial final de ahorro de energía por el cambio del total de calentadores de agua a tecnologías más eficientes sería de 42,57 PJ/año, lo que correspondería a un ahorro promedio de 40,33 miles de barriles de petróleo crudo equivalente.

La tasa simple de retorno<sup>4</sup> (TSR) para el caso de los calentadores es de 5 años si se utiliza gas L. P. ó de 6 años en caso de emplear gas natural, por lo cual es viable la sustitución de equipos.

#### 4.1.2 Potencial de ahorro de energía por cambio de tecnología en estufas

Considerando datos del INEGI y datos de ventas de equipos de ANFAD, se tiene que 23 260 573 hogares (90 por ciento) en 2004, contaban al menos con una estufa.

Sin embargo, las estufas a gas de uso doméstico en México aún no cuentan con normas estrictas de eficiencia energética, por otro lado no se tiene información de ventas desagregada por tecnología, motivo por lo cual no se puede calcular un potencial para cada tipo de estufa, lo que si se logró hacer fue obtener un potencial de

<sup>4</sup> Se consideró un precio promedio para los tres tipos de calentadores de agua a gas, los ahorros de energía especificados por la CONAE y el precio medio de cada combustible.

ahorro basado en cambios tecnológicos en cuanto al tipo de encendido de estos dispositivos.

La diferencia en el tipo de encendido de estufas se llevó a cabo alrededor 1994, con el surgimiento de equipos con sistema de encendido electrónico, los cuales como ya se mencionó, ahorran hasta 20 por ciento<sup>5</sup> más respecto a una de llama piloto, considerando que ambas son de cuatro quemadores.

Con base en lo anterior, la evaluación del potencial de ahorro de energía por el cambio de estufas a tecnologías más eficientes, se realiza bajo las siguientes consideraciones:

- a) Se toma como base una estufa a gas de cuatro quemadores y dos llamas piloto (sin comal), debido a que en el país alrededor del 65 por ciento<sup>6</sup> de los hogares cuentan con este tipo de tecnología.
- b) Se asume que cada llama piloto consume en promedio 0,002 m<sup>3</sup>/h para el caso del gas L. P. ó 0,005 m<sup>3</sup>/h si se trata de gas natural<sup>7</sup>.
- c) También, se considera que hasta 1995 el 87 por ciento<sup>8</sup> de las viviendas contaba al menos con una estufa de encendido a llama piloto.
- d) Finalmente, se estima que del total de ventas de estufas realizadas a partir de 1996, tan sólo el 5 por ciento se adquirió con encendido a piloto, debido a que algunas familias no cuentan con los recursos necesarios para comprar una con sistema de encendido electrónico, pese a que su variación en el precio no es tan significativa, pero quizás representativa para los niveles de ingreso que reciben salario mínimo.

Bajo estas consideraciones, se calcula el potencial de ahorro de energía utilizando el porcentaje de saturación de estufas en el país y las diferencias en consumo de gas de

---

<sup>5</sup> Sheinbaum C., Op. Cit.

<sup>6</sup> Guevara R. y Navarro B. (1999), **Uso de la energía solar en sustitución de gas licuado en áreas urbanas. Evaluación urbana y socioeconómica del consumo de agua caliente por familia del área metropolitana de la Ciudad de México**, Programa Universitario de Energía, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, México, D. F.

<sup>7</sup> Cálculos propios basados en consumos unitarios, número de equipos existentes de cada tecnología y la capacidad térmica máxima especificada en la norma.

<sup>8</sup> Sheinbaum C., Op. Cit.

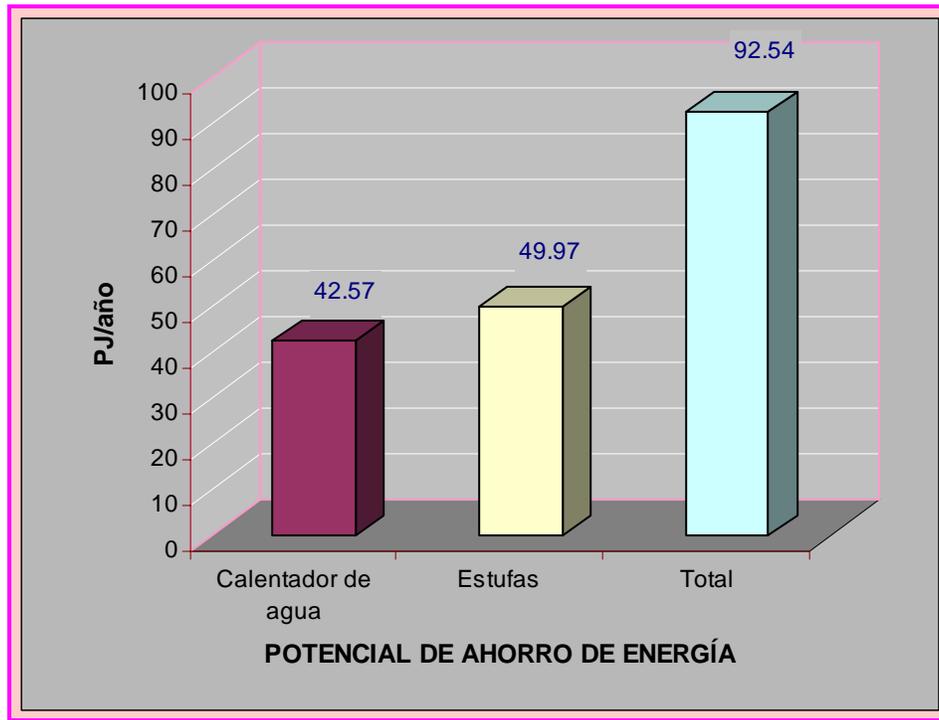
estufas de encendido electrónico y de encendido manual, respecto a las de llama piloto; con lo cual se encuentra que el potencial de ahorro de energía por el cambio de estufas a tecnologías más eficientes sería de 49,98 PJ/año, lo que representaría un ahorro anual de 47,33 miles de barriles de petróleo crudo equivalente.

Para el caso de las estufas la TSR, al igual que la de calentadores, es de 5 años si se consume gas L. P. ó de 6 años en caso de usar gas natural, por lo cual es aceptable el cambio de equipos.

#### **4.1.3 Potencial total de ahorro de energía por el cambio de ambas tecnologías**

El potencial total de ahorro de energía por el cambio de calentadores de agua y estufas a tecnologías más eficientes sería de 92,55 PJ/año (Ver figura 23), correspondientes a un ahorro de 87,65 miles de barriles de petróleo crudo equivalente.

**Figura 23.** Potenciales de ahorro de energía por el cambio de calentadores de agua y estufas a tecnologías eficientes



Fuente. Elaboración propia

## 4.2 Potencial Económico por el cambio de calentadores de agua y estufas a tecnologías eficientes

El potencial económico por el cambio de calentadores de agua y estufa a tecnologías eficientes se realiza en primera instancia por hogar y posteriormente para el país. De modo tal, que el potencial para el caso de los calentadores se basa en su consumo promedio de acuerdo a la normatividad y para estufas en el tipo de encendido, en el número de quemadores y de llamas piloto.

Un calentador de agua adquirido antes de 1995 consume en promedio  $0,7 \text{ m}^3$  de gas L. P. al día, lo que genera un consumo anual de éste energético de  $256 \text{ m}^3$ , lo cual representa un gasto monetario promedio de \$4 285 en gas L. P. al año (Ver tabla 7); si se trata de gas natural se consumen  $646 \text{ m}^3$  al año, lo que representa una inversión

anual en este combustible de \$3 430. Por su parte los dispositivos comprados entre 1996 a 2000 tienen un consumo diario en gas L. P. de 0,65 m<sup>3</sup>, es decir, alrededor 237 m<sup>3</sup> de gas al año, esto representa \$3 979 anuales; si operan con gas natural se utilizan anualmente 600 m<sup>3</sup> en promedio, equivalentes a gastar \$3 185. Los calentadores comprador en el año 2001 tienen un consumo diario de 0,632 m<sup>3</sup> de gas L. P., lo cual genera un consumo anual de 231 m<sup>3</sup>, proporcionales a \$3 868; en el caso del gas natural emplean anualmente 583 m<sup>3</sup>, lo cual equivale a \$3 098. Finalmente los equipos adquiridos de 2002 en adelante consumen 0,615 m<sup>3</sup> diarios de gas L. P., correspondientes a 225 m<sup>3</sup> por año, lo cual genera \$3 764 de gasto anual en gas L. P. y si se usa gas natural se consume alrededor de 568 m<sup>3</sup> anuales, correspondientes a \$3 015.

Tabla 7. Cuadro comparativo del potencial de ahorro económico al cambiar el calentador de agua a tecnología eficiente

Norma que rige los Calentadores	Gasto promedio anual		Potencial de ahorro económico anual al sustituir por equipos más eficientes	
	gas L. P.	gas natural	gas L. P.	gas natural
	(\$)		(\$)	
Ninguna y NOM-022-SCFI y NOM-027-SCFI de 1993	4 285	3 430	521	415
NOM-003-ENER-1995	3 979	3 185	215	170
NOM-003-ENER-2000	3 868	3 098	104	83
NOM-003-ENER-2000 con actualizaciones	3 764	3 015	***	***

Fuente. Elaboración propia con datos de CONAE y SENER

Por tanto, al cambiar un calentador de agua adquirido antes de 1995, es decir, que no cumple norma alguna o se rige con las normas de 1993 por uno que se fabricó con las actualizaciones a la NOM-003 de eficiencia energética en 2002, se tendría un ahorro de \$521 al año si es gas L. P. ó de \$415 siendo gas natural; al sustituir un calentador adquirido bajo la norma expedida en 1996 se ahorrarían al año \$215 en gas L. P. ó \$170 en gas natural y, finalmente al cambiar los equipos regidos por la norma de 2000 por dispositivos que cumplen las actualizaciones de la misma realizados en 2002, se

generaría un ahorro de \$104 anuales para el caso de gas L. P. ó \$83 tratándose de gas natural.

El gasto monetario promedio en gas en lo que se refiere a las estufas, se realiza el comparativo de modo similar al anterior, sólo que se basa en el número de quemadores y el tipo de encendido. El gasto monetario para una estufa de 4 quemadores, un comal y 3 llamas piloto es de \$4 587 anuales (Ver tabla 8) si usan gas L. P. ó \$3 744 si es gas natural; para el caso de una con 4 quemadores y 2 llamas piloto, genera un gasto de \$4 347 por año en consumo de gas L. P. ó \$3 531 si emplean gas natural; finalmente los equipos de encendido electrónico o manual con cerillo sólo generan un gasto promedio anual en gas L. P. de \$3 866 ó \$3 104 de gas natural.

Tabla 8. Cuadro comparativo del potencial de ahorro económico al cambiar la estufa a tecnología eficiente

TIPO DE ESTUFA	Gasto promedio anual		Potencial de ahorro monetario al sustituir por una estufa de encendido electrónico y/o manual	
	gas L. P.	gas natural	gas L. P.	gas natural
	(\$)		(\$/año)	
4 quemadores, 3 pilotos y comal	4 587	3 744	721	640
4 quemadores, 2 pilotos	4 347	3 531	481	427
Con sistema de encendido electrónico y/o con cerillo (4 quemadores)	3 866	3 104	---	---

Fuente. Elaboración propia con datos de fabricantes y precios publicados por la SENER

En la tabla 8 se obtiene que al cambiar una estufa de 4 quemadores, un comal y 3 llamas piloto, por una de encendido electrónico o manual con cerillo, se generaría un ahorro promedio anual por hogar de \$721 si se utiliza gas L. P. ó de \$640 para el caso de gas natural; si se hace con una de 4 quemadores y 2 llamas piloto se tendría un

potencial de ahorro en la compra de gas L. P. de \$481 al año y de \$427 si se utiliza gas natural.

Finalmente, el potencial económico para el país sería de \$60 millones al año, lo que correspondería a comprar un promedio de 88 miles de barriles de petróleo crudo equivalente anuales.

## Capítulo 5

### **Potencial de disminución de impactos ambientales por el cambio de tecnología en calentadores de agua y estufas**

Los problemas causados por los contaminantes en México adquieren cada vez mayor importancia, debido al deterioro que causan a nuestro entorno y por ende a la salud de los que lo habitamos.

En esta apartado se muestran los principales contaminantes atmosféricos debidos al consumo de energía en el sector residencial, también se señalan los impactos a la salud y el medio ambiente a causa de dichos contaminantes, y finalmente se evalúa la disminución de impactos ambientales por el cambio de calentadores de agua y estufas a tecnologías más eficientes.

#### **5.1 Contaminantes atmosféricos asociados al consumo de energía en el sector residencial e impactos a la salud y el medio ambiente**

El consumo de los diferentes combustibles en el sector residencial mexicano contribuye con una serie de contaminantes atmosféricos que impactan al medio ambiente y a la salud de la población.

El sector residencial en el país es causante del 5 al 10 por ciento<sup>1</sup> de las emisiones nacionales de partículas suspendidas (HC) y óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), 14 por ciento de óxidos de azufre (SO<sub>x</sub>) y más del 27 por ciento de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

---

<sup>1</sup> <http://www.ine.gob.mx>

Los impactos ambientales y riesgos a la salud se pueden clasificar como: impactos directos e indirectos, los primeros resultan del uso de las tecnologías como usuario final y los segundos resultan de la contribución del sector residencial a la producción de energía primaria y secundaria<sup>2</sup>.

Los impactos directos en el sector residencial mostrados en la tabla 9 dependen del tipo de energético y la tecnología de uso final utilizada; por ejemplo, el uso de leña principalmente para la cocción produce grandes cantidades de óxidos de nitrógeno (NO<sub>x</sub>), monóxido de carbono (CO) e hidrocarburos volátiles (HC), quedando en el sistema respiratorio y causando finalmente cáncer pulmonar. Las mismas emisiones las tienen los kerosenos.

Tabla 9. Contaminantes atmosféricos asociados al consumo de energía en el sector residencial

FUENTE/TECNOLOGÍA	CONTAMINANTE ATMOSFÉRICO	IMPACTOS A LA SALUD Y EL MEDIO AMBIENTE	
		DIRECTOS	INDIRECTOS
Leña/fogón tres piedras, calentador de agua	hidrocarburos volátiles, partículas, NO <sub>x</sub> y CO	producen enfermedades respiratorias, cáncer e intoxicación/incendios	Gradación forestal, pérdida de biodiversidad, erosión, cambios en el micro-clima e hidrología, emisiones de gases de invernadero, CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> y CO.
Gas L. P., gas natural/estufa, calentador de agua	CO, NO <sub>x</sub>	fugas causan muerte por asfixia/explosiones e incendios	Contaminación, deforestación por extracción de crudo y gas, refinerías: emisión de CO <sub>2</sub> , y de CH <sub>4</sub> por fugas en gasoductos
Electricidad/focos, televisor, refrigerador, etc.	radiación electromagnética	electrocutineto e incendios	Refinerías y plantas de generación emiten: CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , N <sub>2</sub> O, partículas, lluvia ácida, SO <sub>x</sub> y NO <sub>x</sub> , riesgos de accidente nuclear, cáncer, inundación y reubicación de habitantes.
Petróleo diáfano/candiles, estufa, calentador	hidrocarburos volátiles, partículas y CO	enfermedades respiratorias y cáncer/incendios	Contaminación, deforestación por extracción y exploración de crudo; refinerías emisiones de partículas, HC, NO <sub>x</sub> , SO <sub>x</sub> y CO <sub>2</sub> .

Fuente. Masera O., de Buen O. y Friedmann R. (1991). **Consumo Residencial de Energía en México...**

<sup>2</sup> Masera O., de Buen O. y Friedmann R. (1991), Op. Cit.

Por su parte la combustión de petróleo diáfano en estufas y candiles, utilizados prácticamente en zonas rurales del país, genera diversos contaminantes, los cuales también pueden provocar cáncer pulmonar si se tiene contacto prolongado.

El gas L. P. y el gas natural pueden causar la muerte por intoxicación o explosión. En el caso de la electricidad los más comunes son el electrocutamiento y los incendios.

Al igual que los impactos directos, los indirectos también dependen del energético empleado, pues cada uno acarrea consecuencias ambientales, riesgos regionales, nacionales y globales.

En el caso de la leña, contribuye a la degradación de los bosques, pérdida de biodiversidad, erosión del suelo y degradación del manto acuífero. La generación de electricidad por termoeléctricas produce agotamiento de mantos acuíferos y salinidad; las hidroeléctricas modifican el ecosistema, provocan la extinción de especies y reacomodo de personas. La energía nuclear genera contaminación con material radiactivo, riesgo de accidentes y desechos radiactivos.

Por su parte, la combustión de combustibles fósiles produce dióxido de carbono, óxidos de nitrógeno, óxidos de azufre, metano ( $\text{CH}_4$ ), óxido nitroso ( $\text{N}_2\text{O}$ ) e hidrocarburos volátiles en diversas proporciones, los cuales son causantes de la lluvia ácida y contribuyen al calentamiento global de la tierra y al efecto de invernadero.

Los contaminantes emitidos en 2004 por el consumo de energéticos en el sector residencial se deben principalmente a la leña, el gas y en menor proporción a las querosinas, en la tabla 8 se muestra los contaminantes emitidos respectivos a cada combustible, en toneladas (t).

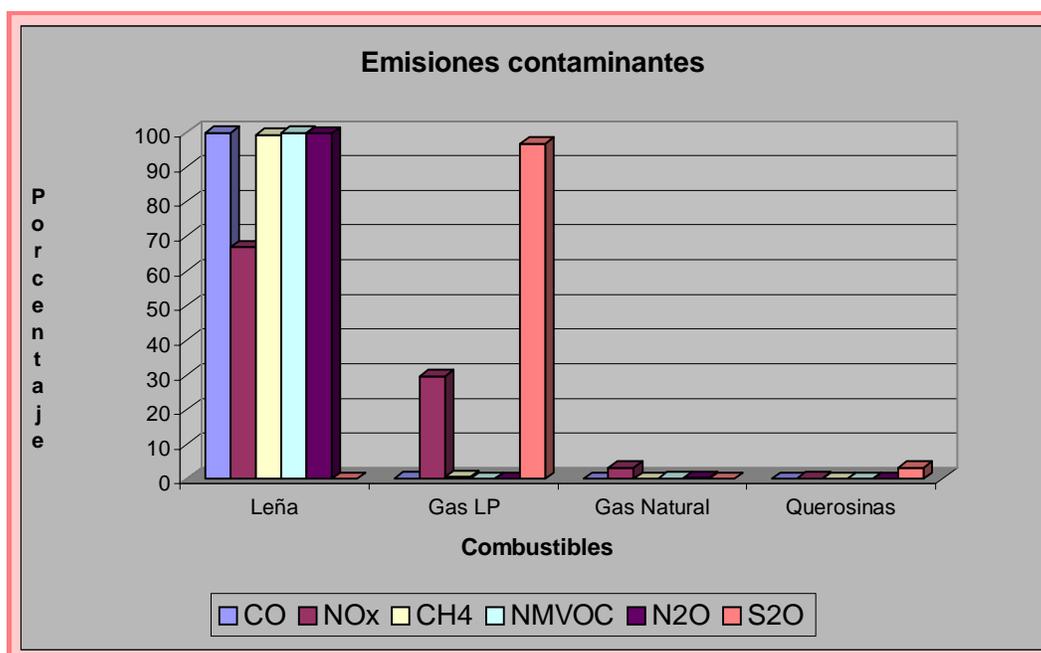
Tabla 10. Contaminantes atmosféricos emitidos en 2004 por el consumo de energía en el sector residencial

Combustible	Emisiones de contaminantes en toneladas (t)					
	CO	NO <sub>x</sub>	CH <sub>4</sub>	NMVOG	N <sub>2</sub> O	S <sub>2</sub> O
leña	1 292 055	31 009	54 266	155 047	1 034	0
gas L. P.	2 930	13 772	322	0	0	312 939
gas natural	324	1 525	32	162	3	0
querosinas	23	84	8	7	0	10 304
<b>Total</b>	<b>1 295 332</b>	<b>46 390</b>	<b>54 629</b>	<b>155 216</b>	<b>1 037</b>	<b>323 243</b>

Fuente. Elaboración propia con datos del INE y la SENER

Como se observa, es la leña uno de los principales emisores de contaminantes asociados al sector residencial, dicho combustible genera 99,75 por ciento (Ver figura 24) del total de emisiones de monóxido de carbono, 66,84 por ciento de óxidos de nitrógeno, 99,34 por ciento de metano, 99,89 por ciento de compuestos orgánicos volátiles distintos al metano (NMVOC) y 99,66 por ciento de óxido nitroso. En cuanto a las emisiones de óxido sulfuroso (S<sub>2</sub>O), le corresponde 96,81 por ciento al gas L. P. y 3,19 por ciento a las querosinas. Además, el gas L. P. emite 29,69 por ciento de óxidos de nitrógeno, mientras el gas natural es responsable del 3,29 por ciento.

Figura 24. Emisiones de contaminantes por combustible



Fuente. Elaboración propia con base en datos del INE y la SENER

## 5.2 Potencial en emisiones de contaminantes evitadas por el cambio a tecnologías más eficientes de calentadores de agua y estufas a gas

Los calentadores de agua y estufas eficientes al consumir menos energía, contribuyen a la disminución de emisiones de contaminantes al medio ambiente. A continuación se evalúa el potencial de emisiones de contaminantes evitadas, por la sustitución de equipos ineficientes por dispositivos que cumplan con la última norma, en el caso de calentadores de agua; y en lo que se refiere a estufas, el cambio de éstas por tecnologías con sistema de encendido electrónico o manual sin llama piloto.

El potencial total de eficiencia y ahorro de energía por el cambio de calentadores de agua y estufas a tecnologías eficientes sería de 823 942 868 m<sup>3</sup> de gas L. P. y 226 407 749 m<sup>3</sup> de gas natural anuales, correspondientes a 84,2 PJ de gas L. P. y 8,35 PJ de gas natural. Con lo anterior se obtiene el potencial de emisiones evitadas, para el cual se toman como base los factores de emisiones (Ver tabla 11) dados por el Instituto Nacional de Ecología (INE) y los consumos en el sector residencial.

Tabla 11. Factores de emisiones de contaminantes

Combustible	FACTORES DE EMISIÓN (kg/TJ)					
	CO	NOX	CH4	NMVOC	N2O	S2O
leña	5000	120	210	600	4	0
gas L. P.	10	47	1.1	0	0	1068
gas natural	10	47	1	5	0.1	0
querosinas	16	59	5.8	5	0.2	7221

Fuente. Instituto nacional de ecología

Por tanto, el potencial total en emisiones de contaminantes evitadas al medio ambiente, al cambiar todas las estufas y calentadores de agua por tecnologías más eficientes, mostrado en la tabla 12, corresponde a: 926 t de monóxido de carbono, 4 350 t de óxidos de nitrógeno, 101 t de metano, 42 t de compuestos orgánicos volátiles distintos al metano, 1 t de óxido nitroso y 89 930 t de óxido sulfuroso.

Tabla 12. Emisiones de evitadas debidas al gas, por el cambio a tecnologías más eficientes de calentadores de agua y estufas

Emisiones de contaminantes en t						
Combustible	CO	NO <sub>x</sub>	CH <sub>4</sub>	NM VOC	N <sub>2</sub> O	S <sub>2</sub> O
gas L. P.	842	3 958	93	0	0	89 930
gas natural	83	392	8	42	1	0
total	926	4 350	101	42	1	89 930

Fuente. Elaboración propia con datos del INE y cálculos personales

Por el cambio de calentadores de agua y estufas a tecnologías más eficientes en el sector residencial, se lograrían disminuir 29 por ciento en promedio las emisiones de óxido sulfuroso; 28 por ciento de emisiones de monóxido de carbono, de óxidos de nitrógeno y de metano respectivamente; y 26 por ciento de compuestos orgánicos volátiles distintos al metano y de óxido nitroso. Lo anterior considerando únicamente las emisiones debidas a consumos de gas natural y gas L. P.

## Conclusiones

El sector residencial mexicano es el tercer consumidor de energía en el país, después del sector industrial y de transporte. Por ello el lograr disminuir el uso de la energía en el mismo nos lleva al cuidado de los recursos naturales, la economía familiar y la disminución de contaminantes al medio ambiente.

El 68 por ciento de la energía que se consume en este sector se usa para la cocción de alimentos y el calentamiento de agua, correspondiéndole el 36 por ciento al primero y el 32 por ciento restante al segundo. Para dichos usos finales se utiliza principalmente el calentador de agua y la estufa a gas, por lo cual es importante contar con tecnologías eficientes que nos permitan disminuir el consumo de gas en el hogar.

Los avances tecnológicos de estos equipos a través del tiempo, han generado un mejor funcionamiento, es decir, se ha mejorado la eficiencia de los dispositivos, logrado así disminuir el consumo de energía y con ello hacer del calentador de agua y la estufa equipos menos contaminantes.

Para el caso del calentador de agua se cuenta a partir de 1993 con normas de eficiencia energética, las cuales han aumentado su eficiencia mínima del 65 por ciento al 74 por ciento desde su surgimiento, hasta los últimos ajustes en 2002. En cuanto a estufas, éstas aún no cuentan con una norma de eficiencia energética. Pese a ello se cuenta con una norma de seguridad que incluye condiciones de eficiencia energética mínimas en el quemador del 45 por ciento.

El cálculo del potencial de ahorro de energía por el cambio de dichos dispositivos a tecnologías más eficientes se llevó a cabo, en el caso de los calentadores de agua, basándose en la cantidad de equipos existentes y las normas de eficiencia energética que los rigen. En cuanto a estufas, la evaluación se realizó considerando el ahorro de combustible que se tiene al cambiar los equipos existentes con piloto, por estufas con

sistema de encendido electrónico o manual. En México el 80 por ciento de los hogares cuenta al menos con un calentador de agua y el 90 por ciento con una estufa.

El potencial de ahorro correspondiente al cambio de todos los calentadores de agua existentes por tecnologías eficientes sería de 378 655 053 m<sup>3</sup> de gas L. P. y 105 299 212 m<sup>3</sup> de gas natural anuales. Lo cual correspondería a 42,57 PJ anuales, lo que generaría un ahorro de 40,33 miles de barriles de petróleo crudo equivalente.

Para el caso de las estufas, se encontró que el potencial de ahorro de energía por el cambio de estufas a tecnologías eficientes significaría 445 287 805 m<sup>3</sup> de gas L. P. y 121 108 537 m<sup>3</sup> de gas natural al año, lo que representaría 49,98 PJ anuales, correspondientes a un ahorro anual de 47,33 miles de barriles de petróleo crudo equivalente.

El potencial total de ahorro de energía por el cambio de calentadores de agua y estufas a tecnologías más eficientes en el sector residencial equivaldría a 92,55 PJ/año, lo que representa 87,65 miles de barriles de petróleo crudo equivalente que se podrían ahorrar.

En cuanto al potencial de ahorro económico por hogar al cambiar un calentador de agua por tecnología más eficiente, se tiene que el potencial más alto sería de \$521 al año si el calentador es de antes de 1995 y el menor de \$83 si el calentador fue adquirido en 2000, es decir, es menos viable cambiar este último por lo reciente de la compra.

Para el caso de estufas, el potencial de ahorro económico al cambiar una estufa de 4 quemadores, un comal y 3 llamas piloto, por una de encendido electrónico o manual con cerillo, se generaría un ahorro promedio anual por hogar de \$721 si se utiliza gas L. P. ó de \$640 para el caso de gas natural; si se hace con una de 4 quemadores y 2 llamas piloto se tendría un potencial de ahorro en gas L. P. \$481 al año y de \$427 si es gas natural.

En lo que se refiere a emisiones de contaminantes al medio ambiente, al disminuir el consumo de gas en el sector residencial por cambiar ambas tecnologías, se evitan en promedio 29 por ciento de emisiones de óxido sulfuroso; 28 por ciento de emisiones debidas al monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno y metano respectivamente; y 26 por ciento de compuestos orgánicos volátiles distintos al metano y de óxido nitroso. Lo anterior considerando las emisiones debidas a ambos gases.

Basado en los resultados anteriores, es recomendable considerar la implementación de un programa de sustitución de calentadores de agua y estufas a gas dentro del sector residencial, dado que dicha actualización disminuye en promedio 71 y 2 por ciento las importaciones de gas L. P. y de gas natural respectivamente, además se contribuye en el incremento de las reservas de hidrocarburos, lo que crea menos dependencia de México con otros países, es decir, mayor seguridad energética. Así mismo, se favorece la disminución de emisiones de contaminantes, lo cual se traduce en beneficios a la salud, el medio ambiente y los recursos naturales.

Por otra parte se generan ahorros en la economía familiar que si bien no son muy significativos, permiten a las familias hacer uso de ese dinero para cubrir otros gastos. Además, se tendría un potencial económico en el país de \$60 millones anuales, lo que evitaría comprar 88 mil barriles de petróleo crudo en un año.

Finalmente, cabe mencionar que en la elaboración de este trabajo se presentaron diversas problemáticas, dentro de las cuales destacan el acceso a información de carácter confidencial y la inexistencia de normas de eficiencia energética en el caso de las estufas.

## Fuentes de Consulta

Comisión Nacional de Ahorro de Energía (1995). **“Norma Oficial Mexicana NOM-003-ENER-1995, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial”**. Diario Oficial de la Federación.

CONAE (2000), **“Norma Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2000, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado”**. Diario Oficial de la Federación, 01/09/2000

De Buen O. (1993), **“Residential Air-Conditioning in Northern Mexico: Impacts and Alternatives”**, Master's project, Energy and Resources Program, University of California at Berkeley, mayo.

De Buen O. (1999), **Bases, Resultados y Expectativas del Horario de Verano en México**, CONAE, mayo.

De Buen Rodríguez, O. (2004) **“A ver si un día nos animamos a inaugurar una NOM”**, a consultar en: <http://www.funtener.org/pdfs/nom1.pdf>

Dutt G., Navia J. y Sheinbaum C. (1989), **“Tecnología Apropriada para Cocinar con Leña”**, *Ciencias* No. 15: 43-47., Depto. de Física, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional Autónoma de México, México, D. F.

Flores M. (2000), **“El sistema de normalización y certificación en México”**, en: *Energía Racional* No. 35, abril – junio.

Guevara R. y Navarro B. (1999), **Uso de la energía solar en sustitución de gas licuado en áreas urbanas. Evaluación urbana y socioeconómica del consumo de agua caliente por familia del área metropolitana de la Ciudad de México**, *Programa Universitario de Energía*, Universidad Nacional Autónoma de México, Instituto de Investigaciones Económicas, México, D. F.

INEGI (1992), "Encuesta Nacional ingreso-Gasto en los Hogares (ENIGH)", México, D. F., a consultar en <http://www.inegi.gob.mx>

Ketoff A. y Masera O. (1989), "**Demanda eléctrica residencial en América Latina**", International Energy Studies, Lawrence Berkeley-Laboratory, Berkeley, CA., octubre.

Ketoff A. y Masera O. (1991), "**Demanda de Electricidad Residencial en América Latina: Análisis Comparativo de Nueve Países**". *Primer encuentro internacional sobre energía y medio ambiente en el sector residencial mexicano*, Universidad Nacional Autónoma de México-University of California, México, D. F., diciembre.

Masera O., de Buen O. y Friedmann R. (1991), "**Consumo Residencial de Energía en México: Estructura, Impactos Ambientales y Potencial de Ahorro**", En Quintanilla J. (ed.) *Primer encuentro internacional sobre energía y medio ambiente en el sector residencial mexicano*, Universidad Nacional Autónoma de México-University of California, México, D. F., diciembre.

Meyers S. et al. (1990), "**Energy Efficiency and Household Electric Appliances in Developing and Newly Industrialized Countries**", Lawrence Berkeley Laboratory, LBL-29768, Berkeley, California, december

Navarro J. C., "**Energía y Equidad en México, Tendencias de la distribución del ingreso y el gasto en energía 1968-2004**" Tesis de Maestría, Posgrado de Ingeniería, UNAM.

Navia J. (1991), "**Estufas Mejoradas: Programa de difusión en Cheranatzicurín**". En Quintanilla J. (ed.) *En primera reunión internacional sobre energía y medio ambiente en el sector residencial mexicano*, México, D. F., diciembre

Román L. y Aguirre R. (1998). "**Economía Política y Política social frente a la pobreza en México**", en los Rostros de la pobreza. El debate, Rigoberto Gallardo y Joaquín Osorio (Coords.), Universidad Iberoamericana-ITESO, México, D. F.

Secretaría de Comercio y Fomento Industrial (1993), "**Norma Oficial Mexicana NOM-022-SCFI-1993 Calentadores instantáneos de agua para uso doméstico - Gas natural o l. p.**", Diario Oficial de la Federación.

Secretaría de Energía, SENER (2002), **Prospectiva del mercado del Gas Licuado de Petróleo 2002-2011**, Dirección General de formulación de Política Energética, México, D. F.

SENER (2003), **Prospectiva del mercado de Gas Natural 2002-2011**, Dirección General de formulación de Política Energética, México, D. F.

\_\_\_\_\_, **Prospectiva del mercado de Gas Natural 2002-2011**, Dirección General de formulación de Política Energética, México, D. F.

\_\_\_\_\_, **Prospectiva del mercado del Gas Licuado de Petróleo 2002-2011**, Dirección General de Formulación de Política Energética, México, D. F.

\_\_\_\_\_, **Prospectiva del mercado de Gas Natural 2002-2011**, Dirección General de formulación de Política Energética, México, D. F.

\_\_\_\_\_, **Prospectiva del mercado del Gas Licuado de Petróleo 2002-2011**, Dirección General de Formulación de Política Energética, México, D. F.

Secretaría de Energía (2004), **Balance Nacional de Energía 2003**, Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico, México, D. F.

\_\_\_\_\_, **Prospectiva del mercado de Gas Natural 2003-2012**, Dirección General de formulación de Política Energética, México, D. F.

\_\_\_\_\_, **Prospectiva del mercado de Gas Natural 2003-2012**, Dirección General de formulación de Política Energética, México, D. F.

\_\_\_\_\_, **Prospectiva del sector eléctrico 2003-2012**, Dirección General de Formulación de Política Energética, México, D. F.

SENER (2005), **Balance Nacional de Energía 2004**, Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico, México, D. F.

SENER (2006), **Prospectiva del mercado de Gas Natural 2005-2014**, Dirección General de formulación de Política Energética, México, D. F.

Sheinbaum C. (1994), **“Tendencias y Perspectivas de la Energía Residencial en México, Análisis comparativo con las experiencias de conservación y eficiencia de los países de la OCDE”**, *Tesis de doctorado*, Universidad Nacional Autónoma de México, División de Estudios de Posgrado, Facultad de Ingeniería, México, D. F., noviembre.

Shield C. (1998), **“Calderas: Tipos, Características y sus funciones”**, Continental, México, D. F.

Yáñez C. (2002), **Gasodomésticos**, agosto.

## **Hipervínculos**

<http://cabierta.uchile.cl/~cabierta/revista/26/articulos/pdf/rev2.pdf>

[http://cdi.gob.mx/pnuma/c6\\_08.html](http://cdi.gob.mx/pnuma/c6_08.html)

<http://conapo.gob.mx>

<http://des.gira.org.mx/index2.php>

<http://energyaudit-sdge.sempra.com/spanish/library/gash20re.asp>

<http://gjprimex.com/altacalidad.htm#que>

<http://www.acros.com.mx/quienessomos.htm>

<http://www.brillodesol.com.ar/energia.html>

<http://www.cal-o-rex.com.mx/Historia.htm>

<http://www.calelec.com.mx/site2/html/gac3.htm>

<http://www.cefp.gob.mx/intr/edocumentos/pdf/cefp/cefp0112005.pdf>

<http://www.cfe.gob.mx>

<http://www.conae.gob.mx>

<http://www.cre.gob.mx>

<http://www.economia-gobs.gob.mx/>

<http://www.eco-watt.com/pdf/calentadores-solares-agua.htm>

<http://www.enalmex.com/paginas/faq.htm>

<http://www.energia.gob.mx/work/resources/LocalContents/1245/images/nom-022.pdf>

<http://www.inegi.gob.mx/>

<http://www.instalaciones-calefaccion-calderas.com/calderas.htm>  
[http://www.junkers.com/sp/sp/ek/asesoramiento/ahorro\\_energetico/agua\\_caliente.html](http://www.junkers.com/sp/sp/ek/asesoramiento/ahorro_energetico/agua_caliente.html)  
<http://www.koblenz-electric.com/mx/aboutus.htm>  
<http://www.mabe.com.mx/emilia/index2.asp>  
<http://www.mailxmail.com/curso/vida/calefaccion/capitulo6.htm>  
<http://www.portaldelaindustria.com/buscador/E/estufaselectr>  
<http://www.profeco.gob.mx>  
<http://www.revistapoder.com/NR/exeres/>  
<http://www.smartpower.com.ve/edc/jsp/eficientes/hogarInicialFront.jsp>  
<http://www.socalgas.com/sp/residencial/savemoney/conservationtips/waterheat.shtml>  
<http://www.supermatic.com.mx/quienes.htm>

## **Apéndice A**

**Norma Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2000, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.**

## SECRETARIA DE ENERGIA

**NORMA Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2000, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.**

**Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.- Comisión Nacional para el Ahorro de Energía.- Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos.**

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ENER-2000, EFICIENCIA TERMICA DE CALENTADORES DE AGUA PARA USO DOMESTICO Y COMERCIAL. LIMITES, METODO DE PRUEBA Y ETIQUETADO.

La Secretaría de Energía, por conducto de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, con fundamento en los artículos 17 y 33 fracciones VIII y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 1o., 38 fracciones II y III, 40 fracciones I, X y XII, 43, 47 fracción IV y 51 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 34 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1o., 2o., 3o. fracción I y 8o. fracciones I y VIII del Decreto por el que se crea la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, como órgano desconcentrado de la Secretaría de Energía y 1o. del Acuerdo por el que se delega en favor del Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, las facultades para presidir el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, así como expedir las normas oficiales mexicanas en el ámbito de su competencia, publicados en el **Diario Oficial de la Federación** el 20 de septiembre y 29 de octubre de 1999, respectivamente, y

### CONSIDERANDO

Que el Plan Nacional de Desarrollo 1995-2000 establece, entre sus objetivos fundamentales, la promoción de un crecimiento económico vigoroso, sostenido y sustentable en beneficio de los mexicanos; Que para impulsar y alcanzar este objetivo fundamental, el Plan Nacional de Desarrollo identificó diversas estrategias prioritarias entre las cuales destacan el uso eficiente de los recursos, la aplicación de políticas sectoriales pertinentes y el despliegue de una política ambiental que haga sustentable el crecimiento económico;

Que para lograr las metas establecidas por estas estrategias será necesario propiciar un aumento sistemático de la eficiencia general de la economía, así como impulsar la actualización tecnológica;

Que las reformas a la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal publicadas en el **Diario Oficial de la Federación** el 28 de diciembre de 1994, delimitaron las facultades de la Secretaría de Energía, mismas entre las que se encuentra la de expedir normas oficiales mexicanas que promueven la eficiencia del sector energético;

Que el programa de la Secretaría de Energía para el 2000 considera el ahorro y uso eficiente de la energía como una de las prioridades de la política sectorial;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización señala como una de las finalidades de las normas oficiales mexicanas el establecimiento de criterios y/o especificaciones que promuevan el mejoramiento del medio ambiente y la preservación de los recursos naturales;

Que el Programa Nacional de Normalización de 2000 publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 31 de marzo de ese mismo año, contempla la expedición de diversas normas oficiales mexicanas cuya finalidad es la preservación y uso racional de los recursos energéticos;

Que habiéndose cumplido el procedimiento establecido en la Ley Federal sobre Metrología y Normalización para la elaboración de proyectos de normas oficiales mexicanas, el Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, ordenó la publicación del Proyecto de Norma Oficial Mexicana PROY-NOM-003-ENER-1999, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado, lo que se realizó en el **Diario Oficial de la Federación** el 8 de febrero de 2000, con objeto de que los interesados presentaran sus comentarios al citado Comité Consultivo que lo propuso;

Que durante el plazo de 60 días naturales contado a partir de la fecha de publicación de dicho Proyecto de Norma Oficial Mexicana, la Manifestación de Impacto Regulatorio a que se refiere el artículo 45 de la

Ley Federal sobre Metrología y Normalización, estuvo a disposición del público en general para su consulta; y que dentro del mismo plazo, los interesados presentaron sus comentarios al proyecto de norma, los cuales fueron analizados por el citado Comité Consultivo, realizándose las modificaciones procedentes;

Que con fecha 4 de julio de 2000, el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, aprobó por unanimidad la Norma referida;

Que la Ley Federal sobre Metrología y Normalización establece que las normas oficiales mexicanas se constituyen como el instrumento idóneo para la prosecución de estos objetivos, se expide la siguiente Norma Oficial Mexicana NOM-003-ENER-2000, Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial. Límites, método de prueba y etiquetado.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 10 de julio de 2000.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, **Odón de Buen Rodríguez**.- Rúbrica.

**NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-003-ENER-2000, EFICIENCIA TERMICA DE CALENTADORES DE AGUA PARA USO DOMESTICO Y COMERCIAL. LIMITES, METODO DE PRUEBA Y ETIQUETADO.**

Esta Norma Oficial Mexicana cancela y sustituye a la NOM-003-ENER-1995.

**PREFACIO**

La presente Norma fue elaborada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos, con la colaboración de los siguientes organismos, instituciones y empresas:

- ASOCIACION NACIONAL DE FABRICANTES DE APARATOS DOMESTICOS
- ASOCIACION NACIONAL DE NORMALIZACION Y CERTIFICACION DEL SECTOR ELECTRICO, A.C.
- CALENTADORES MAGAMEX, S.A. DE C.V.
- CALEFACCION MODERNA, S.A. DE C.V.
- DESARROLLO DE PRODUCTOS, S.A. DE C.V.
- DIRECCION GENERAL DE NORMAS
- HIDRO ELECTRA, S.A. DE C.V.
- IDEAL STANDARD, S.A. DE C.V., DIVISION CAL-O-REX.
- INDUSTRIAS LENNOX DE MEXICO, S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS RHEEM, S.A. DE C.V.
- INDUSTRIAS TECNICAS MEXICANAS, S.A. DE C.V.
- INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO
- MEX TOP, S.A. DE C.V.
- PETROLEOS MEXICANOS
- PROCURADURIA FEDERAL DEL CONSUMIDOR
- VAPORES Y CALENTADORES DELTA, S.A. DE C.V.
- VITROMEX, S.A. DE C.V.

**INDICE**

0. Introducción
1. Objetivo
2. Campo de aplicación
3. Referencias
4. Definiciones
- 4.1 Agua fría
- 4.2 Calentador de agua
- 4.3 Calentador de agua de almacenamiento

- 4.4 Calentador de agua instantáneo
- 4.5 Calentador de agua de rápida recuperación
- 4.6 Calentador doméstico
- 4.7 Calentador comercial
- 4.8 Calor
- 4.9 Calor absorbido
- 4.10 Calor liberado
- 4.11 Cámara de combustión
- 4.12 Capacidad térmica específica
- 4.13 Capacidad calorífica del quemador
- 4.14 Capacidad volumétrica (calentador de almacenamiento)
- 4.15 Carga térmica
- 4.16 Combustible
- 4.17 Combustión
- 4.18 Condiciones ISO
- 4.19 Difusor
- 4.20 Eficiencia térmica
- 4.21 Interruptor por presión
- 4.22 Interruptor por temperatura (termostato)
- 4.23 Piloto
- 4.24 Poder calorífico inferior
- 4.25 Poder calorífico superior
- 4.26 Quemador
- 4.27 Serpentin
- 5. Símbolos y abreviaturas
- 6. Clasificación
  - 6.1 De acuerdo a su carga térmica
  - 6.2 De acuerdo a su funcionamiento
- 7. Especificaciones
  - 7.1 Eficiencia térmica
  - 7.2 Temperatura de agua caliente
- 8. Muestreo
- 9. Métodos de prueba
  - 9.1 Fundamento del método
  - 9.2 Aparatos y equipo
  - 9.3 Calentadores domésticos y comerciales de almacenamiento
  - 9.4 Calentadores domésticos y comerciales de rápida recuperación
  - 9.5 Calentadores domésticos y comerciales instantáneos
  - 9.6 Método de cálculo
- 10. Mercado
- 11. Etiquetado
  - 11.1 Permanencia
  - 11.2 Ubicación

- 11.3 Información
  - 11.4 Dimensiones
  - 11.5 Distribución de la información y colores
  - 11.6 Distribución de los colores
  - 12. Vigilancia
  - 13. Bibliografía
  - 14. Concordancia con normas internacionales
  - 15. Transitorios
- Apéndice A

## **0. Introducción**

La elaboración de la presente 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.

### **1. Objetivo**

Esta Norma Oficial Mexicana establece 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 aplicarse para verificarlos.

Establece además los requisitos mínimos para información al público sobre los valores de eficiencia térmica de estos aparatos.

### **2. Campo de aplicación**

Esta Norma se aplica a los calentadores de agua para uso doméstico y comercial, que se comercializan en los Estados Unidos Mexicanos, que utilicen gas licuado de petróleo o gas natural como combustible y que proporcionen únicamente agua caliente en fase líquida.

Los aparatos para calentamiento de agua con una carga térmica mayor de 108,0 kW y presiones absolutas máximas de trabajo de 600,0 kPa y temperaturas superiores a 360,15 K (87,0°C) son considerados como calderas y no están comprendidos dentro del campo de aplicación de esta Norma.

### **3. Referencias**

La presente Norma Oficial Mexicana se complementa con la siguiente norma vigente o la que la sustituya:

NOM-008-SCFI-1993 Sistema general de unidades de medida.

### **4. Definiciones**

Para efectos de la presente Norma Oficial Mexicana se establecen las definiciones siguientes:

#### **4.1 Agua fría**

Agua de alimentación al calentador que proviene de una fuente común de abastecimiento.

#### **4.2 Calentador de agua**

Aparato o equipo que está diseñado para calentar agua. Cuenta con una cámara de combustión, un cambiador de calor, un quemador y un piloto. Utiliza como combustible gas L.P. o gas natural, y puede tener un control de temperatura automático (termostato), semiautomático (válvula) o de presión, con o sin aislamiento térmico.

#### **4.3 Calentador de agua de almacenamiento**

Aparato para calentar el agua contenida en un depósito de almacenamiento.

#### **4.4 Calentador de agua instantáneo**

Aparato para calentar agua de manera continua a una temperatura uniforme al paso del agua por un serpentín.

#### **4.5 Calentador de agua de rápida recuperación**

Aparato para calentar agua de manera continua a una temperatura uniforme, al paso del agua por uno o más intercambiadores de calor.

#### **4.6 Calentador doméstico**

Aparato para calentar agua con carga térmica máxima de 35,0 kW.

#### **4.7 Calentador comercial**

Aparato para calentar agua con carga térmica mayor de 35,0 kW hasta 108,0 kW.

#### **4.8 Calor**

Energía térmica en transición, transferida de un cuerpo o sistema a otro, a través de sus límites, debido a una diferencia de temperatura entre ellos.

#### **4.9 Calor absorbido**

Cantidad de calor aprovechado por el agua.

#### **4.10 Calor liberado**

Cantidad de calor proveniente de la combustión.

#### **4.11 Cámara de combustión**

Espacio del calentador en donde se lleva a cabo la combustión.

#### **4.12 Capacidad térmica específica**

Cantidad de calor necesaria para elevarle a una unidad de masa de cualquier sustancia un grado de temperatura.

#### **4.13 Capacidad calorífica del quemador**

Cantidad máxima de calor por unidad de tiempo, que es capaz de liberar el quemador del calentador utilizando gas licuado del petróleo o gas natural a una presión preestablecida y temperatura ambiente.

#### **4.14 Capacidad volumétrica (calentador de almacenamiento)**

Cantidad de agua que el calentador es capaz de almacenar en su depósito, expresada en litros.

#### **4.15 Carga térmica**

Cantidad de calor que absorbe una determinada masa de agua en el calentador, para elevar su temperatura en un cierto intervalo.

#### **4.16 Combustible**

Material capaz de oxidarse rápidamente liberando energía en forma de calor y luz.

#### **4.17 Combustión**

Reacción de oxidación rápida de un combustible durante la cual se producen calor y luz como productos principales.

#### **4.18 Condiciones ISO**

Condiciones de referencia aceptadas internacionalmente

Presión:  $P = 101,325 \text{ kPa}$

Temperatura:  $T = 288,65 \text{ K (15,5}^\circ\text{C)}$

#### **4.19 Difusor**

Dispositivo que asegura y retarda la salida de los gases producidos por la combustión, evitando un tiro inverso y el exceso de tiro de la chimenea.

#### **4.20 Eficiencia térmica**

Es la relación existente entre el calor absorbido por el agua y el calor liberado por el combustible, expresado en por ciento.

#### **4.21 Interruptor por presión**

Dispositivo de control para abrir o cerrar el suministro de combustible al quemador, dependiendo del cambio de presión del agua.

#### **4.22 Interruptor por temperatura (termostato)**

Dispositivo de control para abrir o cerrar el suministro de combustible al quemador, dependiendo de la temperatura del agua.

#### 4.23 Piloto

Dispositivo donde se produce una flama pequeña que se utiliza para encender el quemador.

#### 4.24 Poder calorífico inferior

Es la diferencia entre el poder calorífico superior y la energía necesaria para evaporar toda la humedad presente en los gases de combustión residuales.

#### 4.25 Poder calorífico superior

Cantidad de calor que produce una unidad de masa o de volumen de combustible durante su combustión. Considerando que la humedad residual presente se encuentra en fase líquida.

#### 4.26 Quemador

Dispositivo que se utiliza para efectuar la mezcla aire-combustible y realizar la combustión, con el fin de aprovechar el calor liberado.

#### 4.27 Serpentin

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 gases de combustión.

### 5. Símbolos y abreviaturas

$\phi$	Flujo térmico o flujo de calor (W).
$\rho_a$	Densidad del agua (se considera igual a 1000 kg/m <sup>3</sup> ).
$c_{pa}$	Capacidad térmica específica del agua, igual a 4186 J/kg°C para el intervalo de temperatura de 270,15 K a 360,15 K (-3 a 87°C).
$E_f$	Eficiencia térmica del calentador (%).
$F_p$	Factor de corrección por presión (adimensional).
$F_t$	Factor de corrección por temperatura (adimensional).
$i$	Iésimo componente del gas combustible.
$m_a$	Masa del agua (kg).
$n$	Número de componentes del gas combustible.
$P_{bar}$	Presión barométrica del lugar de prueba (Pa).
$P_c$	Presión manométrica medida en la tubería de alimentación del gas combustible al calentador (Pa).
$PCI$	Poder calorífico del gas combustible a condiciones ISO (J/m <sup>3</sup> ).
$PCI_i$	Poder calorífico del iésimo componente del gas combustible a condiciones ISO (J/m <sup>3</sup> ).
$P_{iso}$	Presión a condiciones ISO (101,325 kPa) a la que se reporta el $PCI_i$ .
$Q_a$	Calor absorbido por la masa de agua (J).
$q_{ma}$	Flujo másico del agua (kg/s).
$q_{vc}$	Flujo volumétrico del gas combustible (m <sup>3</sup> /s).
$T_{1a}$	Temperatura inicial del agua (°C).
$T_{2a}$	Temperatura final del agua (°C).
$T_c$	Temperatura medida en la tubería de alimentación de gas combustible al calentador (K).
$T_{iso}$	Temperatura a condiciones ISO (288,65 K) a la que se reporta el $PCI_i$ .
$V_a$	Volumen de agua calentada (m <sup>3</sup> ).
$V_c$	Volumen de gas combustible consumido (m <sup>3</sup> ).
$y_i$	Fracción molar del iésimo componente del gas combustible (adimensional).

Instrumentos:

FQI = Totalizador indicador de flujo.

PI = Indicador de presión.

PC = Regulador de presión.

TI = Indicador de temperatura.

## 6. Clasificación

Los calentadores cubiertos por esta Norma se clasifican de acuerdo a su carga térmica y funcionamiento como sigue:

### 6.1 De acuerdo a su carga térmica

• Calentador doméstico: cuya carga térmica máxima es de 35,0 kW.

• Calentador comercial: cuya carga térmica es mayor de 35,0 kW, hasta 108,0 kW.

### 6.2 De acuerdo a su funcionamiento

• Calentador de Almacenamiento

• Calentador de Rápida recuperación

• Calentador Instantáneo

## 7. Especificaciones

### 7.1 Eficiencia térmica

La eficiencia térmica de los calentadores cubiertos por esta Norma debe ser la indicada en la tabla 1, determinada como se indica en 9.6

**TABLA 1.- Eficiencia térmica mínima para calentadores domésticos y comerciales, con base al poder calorífico inferior**

Año	Eficiencia térmica (%)	
	Doméstico	Comercial
2000	72,0	77,0
2002	74,0	79,0

### 7.2 Temperatura de agua caliente

La temperatura del agua caliente que se obtiene a la salida de los calentadores de agua para uso doméstico o comercial se muestra en la tabla 2.

**TABLA 2.- Temperaturas de agua caliente**

Calentador	Funcionamiento	Temperatura de corte en °C	Incremento mínimo de temperatura °C
Doméstico	Almacenamiento	70 ± 5 (1)	
	Rápida Recuperación		25 (2)
	Instantáneo		25 (2)
Comercial	Almacenamiento de baja temperatura	70 ± 5 (1)	
	Almacenamiento de alta temperatura	82 ± 5 (1)	
	Rápida Recuperación		25 (2)
	Instantáneo		25 (2)

(1) Sin flujo de agua hasta el corte del interruptor(es) por temperatura (termostato o válvula semiautomática).

(2) Mayor que el agua de alimentación.

## 8. Muestreo

De acuerdo con el artículo 73 de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, la Secretaría de Energía, a través de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, establece el procedimiento para la evaluación de la conformidad correspondiente.

## 9. Métodos de prueba

### 9.1 Fundamento del método

El método directo de prueba para verificar la eficiencia térmica de los calentadores consiste fundamentalmente en calcular la fracción de la energía liberada por el combustible que es aprovechada por el agua para elevar su temperatura.

La carga térmica de los calentadores de almacenamiento domésticos y comerciales corresponde al calor necesario para elevar la temperatura del agua contenida en el depósito de almacenamiento hasta el punto de corte de combustible, y para los calentadores de rápida recuperación e instantáneos de tipo doméstico y comercial, es la cantidad de calor necesaria para elevar como mínimo 25 grados Kelvin (25°C) la temperatura del agua suministrada al equipo durante su paso por éste.

### 9.2 Aparatos y equipo

Para realizar la prueba de eficiencia térmica de un calentador de agua para uso doméstico o comercial, de acuerdo a su funcionamiento, se debe contar como mínimo con la instrumentación y equipo instalados que se describen en la tabla 3 y cualesquiera de las tres opciones descritas en la tabla 4.

#### 9.2.1 Instrumentación

**TABLA 3.- Instrumentos y equipo para la prueba de eficiencia térmica**

Variable	Clave	Servicio	Intervalo mínimo	Incertidumbre	Tipo de calentador		
					Alm.	RR	Ins.
Flujo <sup>(3)</sup>	FQI-1	Agua caliente <sup>(1)</sup>	0,05 a 0,25 dm <sup>3</sup> /s	1,0 % máx. de la lectura máx.	X	X	X
	FQI-2	Gas combustible	0,05 a 0,35 dm <sup>3</sup> /s		X	X	X
Presión	PI-1	Agua fría	0 a 30 kPa	0,3 kPa máx.		X	X
Presión	PI-2	Agua caliente	0 a 30 kPa	0,3 kPa máx.		X	X
Presión	PI-3	Gas combustible	0 a 5 kPa	0,1 kPa máx.	X	X	X
Regulador	PC-1	Gas combustible	3 a 1,200 kPa	10% Presión final	X	X	X
Presión <sup>(4)</sup>	Barómetro	Atmósfera	Hasta 102 kPa				
Temperatura <sup>(2)</sup>	TI-1	Agua fría	270 a 380 K (-10 a 107°C)	1 K	X	X	X
	TI-2 <sup>(5)</sup>	Agua caliente	270 a 380 K (-10 a 107°C)	1 K	X	X	X
	TI-3	Gas combustible	270 a 380 K (-10 a 107°C)	1 K	X	X	X
Tiempo	Cronómetro		0 a 1,5 h	1 s	X	X	X

#### Notas:

- (1) Son aceptables los totalizadores indicadores de flujo graduados en m<sup>3</sup>/h, m<sup>3</sup>/min, m<sup>3</sup>/s, l/h, l/min, l/s, o su equivalente cuando cubran el intervalo especificado. Para el caso de calentadores comerciales, se debe utilizar un medidor adecuado al flujo máximo del equipo.
- (2) Son aceptables los termómetros graduados en °C, que cubran el intervalo especificado en la tabla 3. Para el caso de calentadores comerciales, se debe utilizar un medidor adecuado a la temperatura máxima del equipo.
- (3) Es aceptable sustituir el totalizador indicador de flujo (FQI), para registrar la cantidad de agua calentada, por una báscula y recipientes de peso conocido.

- (4) Necesario en caso de que no se conozca la presión atmosférica del lugar.
- (5) La instalación debe permitir que el TI-2 pueda medir la temperatura del agua en el interior de un calentador de almacenamiento.

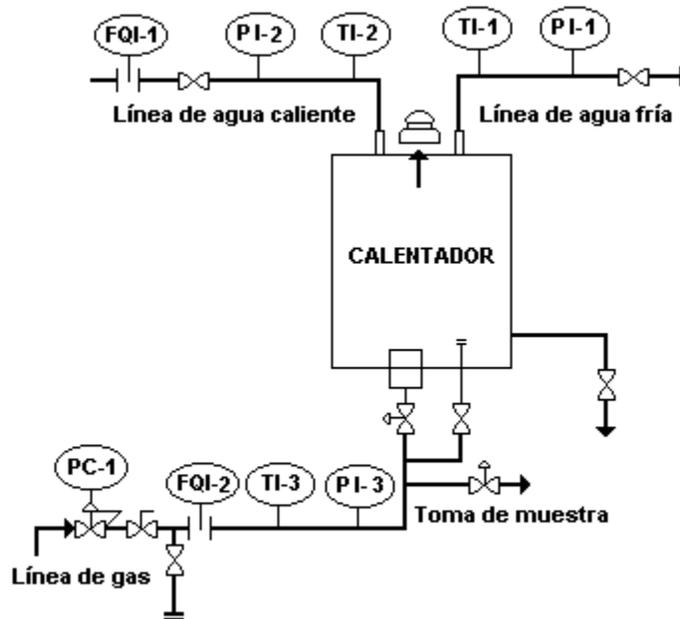
**TABLA 4.- Opciones de equipo y material para la obtención de la composición de gas combustible**

Opción	Descripción
<b>A</b>	Un cromatógrafo de gases u otro analizador, con el fin de obtener la composición del gas combustible, para posteriormente calcular el PCI del combustible utilizado durante la prueba.
<b>B</b>	Un gas combustible de composición conocida cuyo componente principal sea: PROPANO, para los calentadores que usan como gas combustible, y así lo marcan en su placa de datos, "Gas LP".  Y, METANO, para los calentadores que usan como gas combustible, y así lo marcan en su placa de datos, "Gas natural".  Ambos con una proporción molar mínima del 95% (certificada).
<b>C</b>	El equipo necesario para tomar, de manera confiable, dos muestras de gas combustible durante de la prueba de eficiencia térmica para su análisis por un tercero.

### 9.2.2 Esquemas de la instalación

9.2.2.1 En la figura 1 se muestra el esquema de la instalación requerida para realizar la prueba de eficiencia térmica de los calentadores de almacenamiento y rápida recuperación.

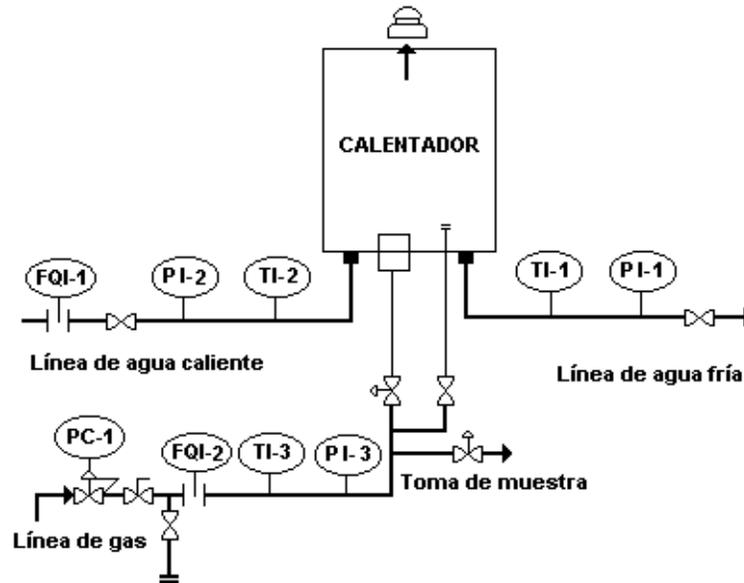
**FIGURA 1.- Esquema de tubería e instrumentación para la prueba de eficiencia térmica en calentadores de agua de almacenamiento y de rápida recuperación para uso doméstico y comercial.**



**NOTA:** La instalación debe permitir que TI-2 pueda medir la temperatura del agua en el interior de un calentador de almacenamiento semiautomático.

9.2.2.2 En la figura 2 se muestra el esquema de la instalación requerida para realizar la prueba de eficiencia térmica de los calentadores instantáneos.

**FIGURA 2.- Esquema de tubería e instrumentación para la prueba de eficiencia térmica en calentadores de agua instantáneo para uso doméstico y comercial.**



En ambas figuras se muestra la instrumentación requerida de acuerdo con la tabla 3 del inciso 9.2.1.

### 9.3 Calentadores domésticos y comerciales de almacenamiento.

El procedimiento para la medición de la eficiencia térmica para calentadores tipo almacenamiento debe cubrir las siguientes etapas:

#### 9.3.1 Etapa de preparación.

- a) Instalar el calentador de acuerdo a la figura 1.
- b) Conectar el calentador a la línea de alimentación del agua fría y hacerle circular agua, para verificar que no existan fugas en las conexiones realizadas, durante la instalación.
- c) Conectar el calentador a la línea de alimentación del gas combustible, y verificar que no existan fugas de gas en las conexiones realizadas, durante su instalación.
- d) Encender el piloto del calentador, y ajustar a la presión que se indica en la tabla 5, de acuerdo al tipo de gas con el que se vaya a probar. Ya que se ajustó la presión apagar el piloto.

**TABLA 5.- Presión de gas combustible**

Gas de prueba	Presión del gas <sup>(1)</sup> (kPa)
Natural	1,7
L.P.	2,7

<sup>(1)</sup> Presión manométrica.

#### 9.3.2 Etapa de precalentamiento.

- a) Estabilizar la temperatura del agua fría dentro del calentador, aceptando una variación de 1°C, como máximo, ya que se estabilizó se deja de hacer circular el agua, y se nivela el agua del calentador.
- b) Encender el piloto.

- c)** Encender el (los) quemador (es), en este momento se comienza a registrar el tiempo, y se debe colocar la perilla del control de temperatura en el punto máximo.
- d)** Dejar que el agua se caliente, hasta que la válvula termostática cierre el flujo de gas hacia el quemador, en este momento se detiene el cronómetro. Para el caso de los calentadores semiautomáticos, se cierra el suministro de gas al quemador manualmente cuando haya alcanzado una temperatura de 343 K (70°C).
- e)** Colocar las perillas de la válvula termostática y/o válvula semiautomática en la posición de apagado.

#### **9.3.3** Etapa de prueba.

- a)** Se hará circular agua, hasta que se registre una variación no mayor a 2°C, entre la temperatura del agua que entra y de la que sale.
- b)** Nivelar el agua del calentador, hasta su capacidad volumétrica máxima.
- c)** Encender el piloto.
- d)** Registrar las temperaturas de inicio del agua, la lectura inicial del medidor de gas, la lectura del termómetro que está en la línea de gas, y la lectura del barómetro.
- e)** Encender el (los) quemador (es), en este momento se comienza a registrar el tiempo, y se debe colocar la perilla del control de temperatura en el punto máximo.
- f)** En caso de contar con la opción A de la tabla 4, para el análisis del gas combustible se deben de empezar a hacer los análisis, desde el inicio de la prueba.
- g)** En el caso de que se emplee la opción C de la tabla 4, se tomará una muestra del gas combustible, al inicio de la prueba, otra muestra se tomará al termino de la prueba, para que posteriormente sean analizadas por un tercero.
- h)** Dejar que el agua se caliente, hasta que la válvula termostática cierre el flujo del gas hacia el quemador en este momento se detiene el cronómetro. Para el caso de los calentadores semiautomáticos, se cierra el suministro de gas al quemador manualmente cuando el agua haya alcanzado una temperatura de 343 K (70°C).
- i)** Colocar las perillas de la válvula termostática en la posición de apagado.
- j)** Registrar la temperatura final, del agua en el drenado y por medio del termómetro que está dentro del calentador, la lectura final del medidor de gas, la lectura del termómetro que está en la línea de gas y la lectura del barómetro.
- k)** Vaciar el calentador por medio de la línea de drenado, en recipientes de peso conocido, para determinar el peso del agua calentada.
- l)** Con los datos registrados, obtener la Eficiencia Térmica, aplicando lo establecido en el punto 9.6.

#### **9.3.4** Resultados.

El resultado de la eficiencia térmica debe ser como mínimo lo establecido en la tabla 1, de acuerdo a la capacidad del calentador, y nunca menor a lo establecido por el fabricante.

### **9.4** Calentadores domésticos y comerciales de rápida recuperación.

La prueba de eficiencia térmica de estos calentadores se debe realizar de acuerdo a la siguiente condición:

Con el flujo de agua que indica el fabricante del calentador, se debe obtener un incremento mínimo de temperatura de 25°C, entre la temperatura del agua de entrada y la de salida.

#### **9.4.1** Etapa de preparación.

- a)** Instalar el calentador de acuerdo a la figura 1.
- b)** Conectar el calentador a la línea de alimentación del agua fría y hacerle circular el agua, para verificar que no existan fugas en las conexiones realizadas, durante la instalación.
- c)** Conectar el calentador a la línea de alimentación del gas combustible, y verificar que no existan fugas en las conexiones realizadas, durante la instalación.

**d)** Encender el piloto del calentador, y ajustar a la presión que se indica en la tabla 5, de acuerdo al tipo de gas con el que se vaya a probar. Ya que se ajustó la presión apagar el piloto.

#### **9.4.2** Etapa de precalentamiento.

**a)** Estabilizar la temperatura del agua fría dentro del calentador, aceptando una variación de 1°C, como máximo, además de ajustar el flujo de agua de acuerdo a lo indicado por el fabricante del calentador.

**b)** Encender el piloto.

**c)** Encender el (los) quemador (es), en este momento se comienza a registrar el tiempo, y se debe colocar la perilla del control de temperatura en el punto máximo.

**d)** Dejar que el agua se caliente, hasta que se alcance una estabilización en el incremento de la temperatura, el cual debe ser como mínimo de 25°C.

#### **9.4.3** Etapa de prueba.

**a)** Iniciar el periodo de prueba, de 30 minutos.

**b)** Registrar la presión barométrica inicial del lugar de prueba, así como la temperatura del agua en la salida del calentador, en la entrada del calentador, registrar también la lectura del termómetro que está en la línea del gas y la lectura inicial del medidor de gas, en este momento se iniciará a tomar el tiempo.

**c)** En caso de que se tenga medidor para agua, se debe registrar la lectura inicial, en el momento en que se empieza a registrar el tiempo.

**d)** En caso de que no se tenga el medidor de agua, se debe empezar a recolectar el agua, en recipientes de peso conocido, y se debe ir registrando el peso del agua calentada durante los 30 minutos de prueba.

**e)** En el caso de contar con la opción A de la tabla 4, para el análisis del gas combustible se deben de empezar a hacer los análisis, desde el inicio de la prueba.

**f)** En caso de que se emplee la opción C de la tabla 4, se tomará una muestra del gas combustible, al inicio de la prueba, y una última al término de la prueba, para que posteriormente sean analizadas por un tercero.

**g)** A los cuatro minutos de iniciada la prueba se deben registrar los siguientes datos; temperatura del agua en la entrada y en la salida, temperatura del gas combustible en la línea, todos estos datos se deben ir registrando cada 5 minutos, hasta el final de la prueba.

**h)** Apagar el calentador.

**i)** Con los datos registrados, obtener la eficiencia térmica, aplicando lo establecido en el punto 9.6.

#### **9.4.4** Resultados.

El resultado de la eficiencia térmica debe ser como mínimo lo establecido en la tabla 1, de acuerdo a la capacidad del calentador, y nunca menor a lo establecido por el fabricante. Además de cumplir con el incremento mínimo de temperatura de 25°C, sobre la temperatura del agua en la entrada del calentador, con el flujo de agua que indica el fabricante.

### **9.5** Calentadores domésticos y comerciales instantáneos.

La prueba de Eficiencia Térmica de estos calentadores se debe realizar de acuerdo a la siguiente condición:

Con la presión de alimentación de agua mínima, de apertura de la válvula, que indica el fabricante del calentador, se debe de obtener un incremento mínimo de temperatura de 25°C, entre la temperatura del agua de entrada y la de salida, además del flujo de agua que se especifica.

#### **9.5.1** Etapa de preparación.

**a)** Instalar el calentador de acuerdo a la figura 2.

**b)** Conectar el calentador a la línea de alimentación del agua fría y hacerle circular el agua, para verificar que no existan fugas en las conexiones realizadas, durante la instalación.

**c)** Conectar el calentador a la línea de alimentación del gas combustible, y verificar que no existan fugas en las conexiones realizadas, durante la instalación.

**d)** Encender el piloto del calentador, y ajustar a la presión que se indica en la tabla 5, de acuerdo al tipo de gas con el que se vaya a probar. Ya que se ajustó la presión apagar el piloto.

### 9.5.2 Etapa de precalentamiento.

- a) Encender el piloto.
- b) Poner las perillas de los controles de este tipo de calentadores en la posición de encendido, para que el paso de agua permita el encendido de los quemadores.
- c) Permitir el flujo de agua fría hacia el calentador, regulando a la presión que indica el fabricante, la prueba se efectuará bajo esta condición.
- d) Si el calentador enciende a una presión de alimentación de agua menor de 19,0 kPa (200 g/cm<sup>2</sup>), y a la presión que enciende da el incremento de temperatura mayor o igual a 25°C y el flujo de agua mínimo según lo indicado por el fabricante, la prueba se efectuará bajo esta condición.
- e) Pero si el calentador no da el incremento de temperatura mayor o igual a 25°C y el flujo de agua mínimo según lo indicado por el fabricante, se incrementa la presión hasta que nos proporcione las condiciones antes citadas, sin rebasar la presión de 350 g/cm<sup>2</sup>
- f) Si aún en la condición e) no ha proporcionado las condiciones antes citadas, se ajustará la presión de alimentación de agua a la que indica el fabricante y se empezará a ajustar los controles de flujo de agua así como las de gas hasta obtener la condición del incremento de temperatura y el flujo de agua según lo indicado por el fabricante.
- g) Dejar que el agua se caliente, hasta que se alcance una estabilización en el incremento de la temperatura, el cual debe ser como mínimo de 25°C.

### 9.5.3 Etapa de prueba.

- a) Iniciar el periodo de prueba, de 30 minutos.
- b) Registrar la presión barométrica inicial del lugar de prueba, así como la temperatura del agua en la entrada del calentador, en la salida del calentador, registrar también la lectura del termómetro que está en la línea del gas y la lectura inicial del medidor de gas, en este momento se iniciará a tomar el tiempo.
- c) En caso de que se tenga medidor para agua, se debe registrar la lectura inicial, en el momento en que se empieza a registrar el tiempo.
- d) En caso de que no se tenga el medidor de agua, se debe empezar a recolectar el agua, en recipientes de peso conocido, y se debe ir registrando el peso del agua calentada durante los 30 minutos de prueba.
- e) En el caso de contar con la opción A de la tabla 4, para el análisis del gas combustible se deben de empezar a hacer los análisis, desde el inicio de la prueba.
- f) En caso de que se emplee la opción C de la tabla 4, se tomará una muestra del gas combustible, al inicio de la prueba, otra muestra se tomará al término de la prueba para que posteriormente sean analizadas por un tercero.
- g) A los cuatro minutos de iniciada la prueba se deben registrar los siguientes datos; temperatura del agua en la salida y en la entrada, temperatura del gas combustible en la línea y la presión de la línea del gas, todos estos datos se deben ir registrando cada 5 minutos, hasta el final de la prueba.
- h) Apagar el calentador.
- i) Con los datos registrados, obtener la eficiencia térmica, aplicando lo establecido en el punto 9.6.

### 9.5.4 Resultados.

El resultado de la eficiencia térmica debe ser como mínimo lo establecido en la tabla 1, de acuerdo a la capacidad del calentador, y nunca menor a lo establecido por el fabricante. Además de cumplir con el incremento mínimo de temperatura de 25°C, sobre la temperatura del agua en la entrada del calentador, con el flujo de agua que indica el fabricante.

### 9.6 Método de cálculo.

La eficiencia térmica se calcula con la expresión 9.1 o 9.2, según la información obtenida en la prueba.

$$E_f = \frac{m_a \times c_{pa} \times (T_{2a} - T_{1a})}{V_c \times F_p \times F_t \times PCI} \times 100 \quad (9.1)$$

$$E_f = \frac{q_{ma} \times c_{pa} \times (T_{2a} - T_{1a})}{q_{vc} \times F_p \times F_t \times PCI} \times 100 \quad (9.2)$$

En la ecuación (9.1)  $m_a = V_a \times a$ , donde  $a = 1\ 000\ \text{kg/m}^3$  (para el intervalo de temperatura que se maneja).

$$F_p = \frac{P_{\text{prueba}}}{P_{\text{ISO}}} = \frac{P_c + P_{\text{bar}}}{P_{\text{ISO}}} \quad (9.3)$$

$$F_t = \frac{T_{\text{ISO}}}{T_c} \quad (9.4)$$

En el caso de que el medidor de flujo de combustible se haya calibrado a condiciones preestablecidas, se deben asignar esos valores a las variables  $P_c$  y  $T_c$ , respectivamente.

El cálculo del poder calorífico inferior se hace de acuerdo a la composición del combustible obtenido en su análisis, utilizando la siguiente fórmula:

$$PCI = \sum_{i=1}^n (PCI_i) \times y_i \quad (9.5)$$

## 10. Marcado

En la placa o etiqueta con que cuentan los calentadores debe señalarse que la eficiencia térmica mínima total debe ser mayor o igual al indicado en la tabla 1, con base al poder calorífico inferior (PCI), y su carga térmica (kW).

## 11. Etiquetado

Los calentadores objeto de esta Norma que se comercialicen en los Estados Unidos Mexicanos deben llevar una etiqueta que proporcione a los usuarios una relación de la energía térmica que consume este producto, con la cual se pueda comparar con otros de su misma carga térmica, funcionamiento y capacidad.

### 11.1 Permanencia.

La etiqueta debe ir adherida o colocada en el producto ya sea por medio de un engomado, o en su defecto por medio de un cordón, en cuyo caso, la etiqueta debe tener la rigidez suficiente para que no se flexione por su propio peso. En cualquiera de los casos no debe removerse del producto hasta después de que éste haya sido adquirido por el consumidor final.

### 11.2 Ubicación.

La etiqueta debe estar ubicada en un área de exhibición del producto visible al consumidor.

### 11.3 Información.

La etiqueta de eficiencia térmica de calentadores debe contener la información que se lista a continuación:

**Nota:** El tipo de fuente puede ser Arial o Helvética.

**11.3.1** La leyenda "EFICIENCIA ENERGETICA", en tipo negrita.

**11.3.2** La leyenda "Eficiencia Térmica", en tipo normal.

**11.3.3** La leyenda "Determinado como se establece en la NOM 003-ENER-2000", en tipo normal.

**11.3.4** La leyenda "Marca(s):" seguida del nombre y/o marca(s) registrada(s) del fabricante, en tipo normal.

**11.3.5** La leyenda "Modelo(s):" seguida del modelo(s) del calentador, en tipo normal.

**11.3.6** La leyenda "Carga Térmica:" seguida de la carga térmica, según 6.1., en tipo normal.

**11.3.7** La leyenda "Funcionamiento" según 6.2, en tipo normal.

**11.3.8** La leyenda "Capacidad" seguida de la capacidad de los calentadores, en tipo normal.

**11.3.9** La leyenda "Eficiencia Térmica Mínima (%)", en tipo normal, seguida del límite de la eficiencia térmica mínima que corresponde al calentador, según 7.1, en tipo negrita.

**11.3.10** La leyenda "Eficiencia Térmica del Producto (%)", en tipo normal, seguida de la Eficiencia del Calentador de agua para uso doméstico o comercial, determinado por la presente Norma, en tipo negrita.

**11.3.11** La leyenda "Compare la eficiencia térmica de este equipo con otros similares antes de comprar", en tipo negrita.

**11.3.12** La leyenda "Ahorro de energía" colocada de manera horizontal, en tipo negrita.

**11.3.13** Una barra horizontal de 8 cm  $\pm$  0,5 cm de tonos crecientes, del claro hasta el negro, indicando el por ciento de ahorro de energía, del 0% al 50%.

Abajo de la barra en 0% debe colocarse la leyenda "menor ahorro", en tipo negrita y abajo de la barra en 50% debe colocarse la leyenda "mayor ahorro", en tipo negrita.

**11.3.14** La leyenda "Ahorro de energía de este producto", en tipo normal.

**11.3.15** Una flecha con el porcentaje de ahorro de energía que tiene el calentador de agua, obtenido con el siguiente cálculo, en negrita:

Ahorro de energía = Eficiencia térmica del producto - Eficiencia térmica mínima

Esta flecha debe colocarse de tal manera que coincidan su punta y los tonos de la barra que descritos en los incisos anteriores en el punto en que el ahorro de energía se represente gráficamente.

**11.3.16** La leyenda "IMPORTANTE:", en tipo negrita, la leyenda "El sustento de la eficiencia térmica efectiva del producto dependerá de la calidad del gas combustible, el mantenimiento preventivo y localización del producto", en tipo normal.

**11.3.17** La leyenda "La etiqueta no debe retirarse del producto hasta que haya sido adquirido por el consumidor final", en tipo normal.

#### **11.4 Dimensiones.**

Las dimensiones de la etiqueta son las siguientes:

Alto 14,0 cm  $\pm$  1 cm

Ancho 10,0 cm  $\pm$  1 cm

#### **11.5 Distribución de la información y colores.**

La información debe distribuirse como se muestra en la figura 3, que presenta un ejemplo de etiqueta.

#### **11.6 Distribución de los colores:**

Toda la información descrita en el inciso 11.3, así como las líneas y contorno de la flecha debe ser de color negro.

- El contorno de la etiqueta debe ser sombreado.
- El resto de la etiqueta debe ser de color amarillo.

### **12. Vigilancia**

La Secretaría de Energía y la Procuraduría Federal del Consumidor conforme a sus atribuciones y en el ámbito de sus respectivas competencias, son las autoridades que están a cargo de vigilar el cumplimiento de la presente Norma Oficial Mexicana.

### **13. Bibliografía**

Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 1 de julio de 1992.

Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización, publicado en el **Diario Oficial de la Federación** el 14 de enero de 1999.

NOM-022-SCFI-1993, "Calentadores instantáneos de agua para uso doméstico-Gas natural o L.P".

NOM-027-SCFI-1993, "Calentadores para agua tipo almacenamiento a base de gases licuados de petróleo o gas natural".

NMX-Q-28/3 "Gas natural o L.P.-Calentadores instantáneos para agua-Eficiencia térmica-Método de prueba".

NMX-Z-13-1977 "Guía para la redacción, estructuración y presentación de las normas oficiales mexicanas".

ANSI-Z21.10.1/1990, "Gas Waters Heaters. Volume I. Storage Water Heaters with Input Ratings of 75 000 BTU per Hour or Less".

ANSI-Z21.10.3/1990 "Gas Waters Heaters. Volume III. Circulating tank, instantaneous and large automatic Storage Water Heaters".

### **14. Concordancia con normas internacionales**

No se puede establecer concordancia por no existir norma internacional al momento de la elaboración de la presente Norma.

### 15. Transitorios

1. Esta Norma Oficial Mexicana cancela y sustituye a la NOM-003-ENER-1995 Eficiencia térmica de calentadores de agua para uso doméstico y comercial, que fue publicada en el **Diario Oficial de la Federación** el 7 de noviembre de 1995.

2. Para los efectos correspondientes, la presente Norma entrará en vigor 180 días naturales después de su publicación en el **Diario Oficial de la Federación** y a partir de esta fecha todos los calentadores comprendidos en el Campo de Aplicación de esta Norma Oficial Mexicana, serán certificados con base a la misma.

3. Los calentadores con certificado de cumplimiento con la NOM-003-ENER-1995, expedido por los organismos de certificación acreditados y aprobados antes de esta fecha, podrán ser comercializados como máximo hasta el término de su vigencia estipulada en el mismo.

4. No es necesario esperar el vencimiento del certificado de cumplimiento con la NOM-003-ENER-1995 para obtener el certificado de cumplimiento con la NOM-003-ENER-2000, si así le interesa al comercializador.

México, D.F., a 10 de julio de 2000.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización para la Preservación y Uso Racional de los Recursos Energéticos (CCNNPURRE) y Director General de la Comisión Nacional para el Ahorro de Energía, **Odón de Buen Rodríguez**.- Rúbrica.

### APENDICE A

**TABLA A.1.- Prefijos utilizados en los múltiplos y submúltiplos decimales de las unidades**

Prefijo	Factor	Símbolo
Deca	10	da
Hecto	10 <sup>2</sup>	h
Kilo	10 <sup>3</sup>	k
Mega	10 <sup>6</sup>	M
Giga	10 <sup>9</sup>	G
Tera	10 <sup>12</sup>	T
Peta	10 <sup>15</sup>	P
Exa	10 <sup>18</sup>	E
Deci	10 <sup>-1</sup>	d
centi	10 <sup>-2</sup>	c
mili	10 <sup>-3</sup>	m
micro	10 <sup>-6</sup>	###
nano	10 <sup>-9</sup>	n
pico	10 <sup>-12</sup>	p
femto	10 <sup>-15</sup>	f
atto	10 <sup>-18</sup>	a

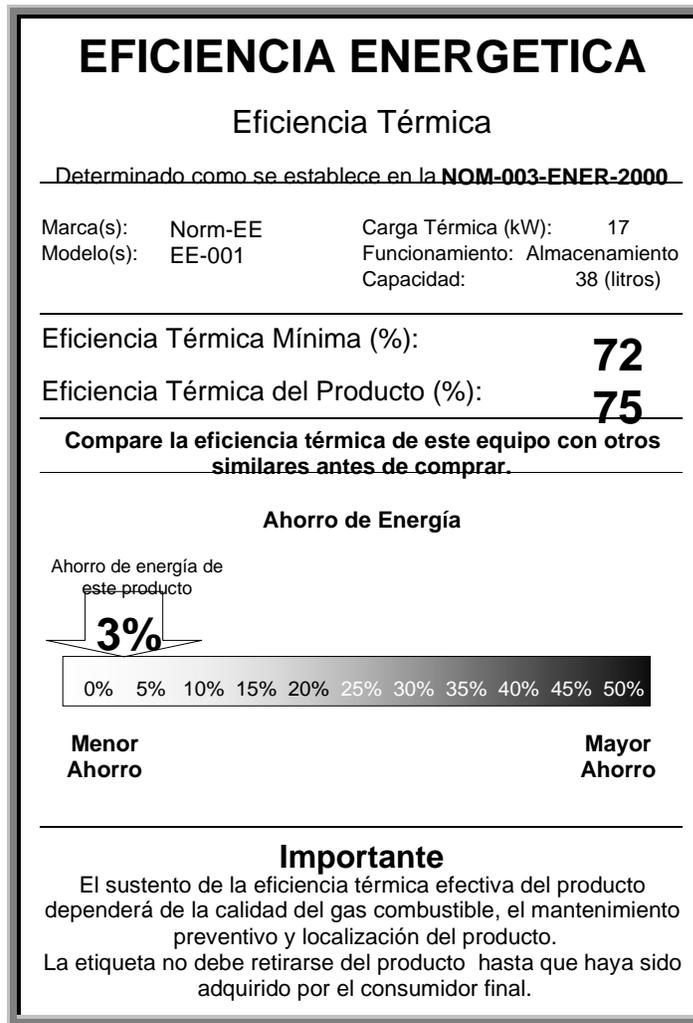
**TABLA A.2.- Conversión de unidades empleadas en la presente Norma del sistema internacional al sistema métrico**

Variable	Sistema internacional	Multiplicar por:	Sistema métrico
Presión	1 kPa	1,02 x 10 <sup>-2</sup>	kg/cm <sup>2</sup>
Potencia	1 kW	859,84	kcal/h
Volumen	1 dm <sup>3</sup>	1	l
Energía	1 J	0,2388	cal

Temperatura: °C = K - 273,15

**TABLA A.3.- Poder calorífico inferior para gases combustibles**

<b>Fórmula</b>	<b>Nombre</b>	<b>PM</b>	<b>PCI</b>
			kJ/m <sup>3</sup>
CO	Monóxido de carbono	28,01	11915,4
CO <sub>2</sub>	Dióxido de carbono	44,01	0,0
H <sub>2</sub>	Hidrógeno	2,016	10203,7
CH <sub>4</sub>	Metano	16,043	33873,1
C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	Etano	30,07	60279,2
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	Propano	44,097	86290,4
nC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	N-Butano	58,124	112171,2
iC <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	Iso-Butano	58,124	111817,3
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Eteno	28,054	0,0
C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>	Propeno	42,081	81327,4
O <sub>2</sub>	Oxígeno	31,99	0,0
N <sub>2</sub>	Nitrógeno	28,013	0,0
H <sub>2</sub> O	Agua	18,015	0,0
H <sub>2</sub> S	Sulfuro de Hidrógeno	34,076	21860,8



**Figura 3.- Ejemplo de distribución de la información de la etiqueta de calentador de agua para uso doméstico o comercial**

## **Apéndice B**

**NORMA Oficial Mexicana NOM-019-SEDEG-2002, Aparatos domésticos para cocinar alimentos que utilizan gas L.P. o gas natural- Especificaciones y métodos de prueba.**

## SECRETARIA DE ENERGIA

**NORMA Oficial Mexicana NOM-019-SEDG-2002, Aparatos domésticos para cocinar alimentos que utilizan gas L.P. o gas natural-Especificaciones y métodos de prueba.**

**Al margen un sello con el Escudo Nacional, que dice: Estados Unidos Mexicanos.- Secretaría de Energía.**

La Secretaría de Energía, con fundamento en lo dispuesto por los artículos 26 y 33 fracciones I y IX de la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal; 4o., 9o. y 14 fracción IV de la Ley Reglamentaria del artículo 27 constitucional en el Ramo del Petróleo; 38 fracción II, 40 fracciones I y XIII, 43, 44, 45, 46, 47, 68 primer párrafo, 73, 74, 94 fracción II de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 28, 32, 33, 34 y 80 del Reglamento de la Ley Federal sobre Metrología y Normalización; 1o., 3o., 6o., 78 fracciones I y II, 87, 88 segundo párrafo del Reglamento de Gas Licuado de Petróleo; 1o., 3o., 13 fracciones XVI y XIX, 23 fracciones XI, XVII, XX y XXI del Reglamento Interior de la Secretaría de Energía, y

### CONSIDERANDO

**PRIMERO.** Que es responsabilidad del Gobierno Federal establecer las medidas necesarias a fin de asegurar que los aparatos domésticos para cocinar alimentos que utilizan Gas L.P. o Gas Natural no constituyan un riesgo para la seguridad de las personas, del ambiente o dañen la salud.

**SEGUNDO.** Que el Reglamento de Gas Licuado de Petróleo define como instalaciones de aprovechamiento al sistema formado por dispositivos para recibir y/o almacenar Gas L.P., regular su presión, conducirlo hasta los aparatos de consumo, dirigir y/o controlar su flujo y, en su caso, efectuar la vaporización artificial y medición con el objeto de aprovecharlo en condiciones controladas. El sistema inicia en el punto de abasto y termina en los aparatos de consumo, conforme a las normas oficiales mexicanas aplicables.

**TERCERO.** Que el día 21 de enero de 1994 se publicó en el **Diario Oficial de la Federación** la Norma Oficial Mexicana NOM-023-SCFI-1993, Aparatos domésticos para cocinar alimentos que utilizan Gas Natural o L.P.-Especificaciones y métodos de prueba.

**CUARTO.** En razón de lo anterior, se hace indispensable actualizar la Norma Oficial Mexicana con la finalidad de que se establezcan las especificaciones técnicas mínimas de seguridad de los aparatos domésticos para cocinar alimentos que utilizan Gas L.P. o Natural; los métodos de prueba a los que deben ser sometidos; el marcado para identificar al fabricante y el procedimiento para la evaluación de la conformidad; por lo que se expide la siguiente:

NORMA OFICIAL MEXICANA NOM-019-SEDG-2002, APARATOS DOMESTICOS PARA COCINAR ALIMENTOS QUE UTILIZAN GAS L.P. O GAS NATURAL-ESPECIFICACIONES Y METODOS DE PRUEBA

Aprobada por el Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Gas Licuado de Petróleo, en su sesión ordinaria del 20 de marzo de 2002.

La presente Norma al entrar en vigor cancela y sustituye a la Norma Oficial Mexicana NOM-023-SCFI-1993, Aparatos domésticos para cocinar alimentos que utilizan Gas Natural o L.P.-Especificaciones y métodos de prueba.

Sufragio Efectivo. No Reelección.

México, D.F., a 20 de marzo de 2002.- El Presidente del Comité Consultivo Nacional de Normalización en Materia de Gas Licuado de Petróleo y Director General de Gas L.P., **Eduardo Piccolo Calvera.**-  
Rúbrica.

## INDICE

1. Objetivo y campo de aplicación
2. Referencias
3. Definiciones
4. Clasificación
5. Construcción
  - 5.1 Materiales
  - 5.2 Estructura del aparato
  - 5.3 Construcción y ensamble
  - 5.4 Válvulas manuales
  - 5.5 Capelos
  - 5.6 Válvulas automáticas
  - 5.7 Termostatos
  - 5.8 Boquillas y portaboquillas
  - 5.9 Charola de derrames
  - 5.10 Parrillas de horno y soportes de asador
  - 5.11 Especificaciones eléctricas
6. Funcionamiento
  - 6.1 Generalidades
  - 6.2 Capacidad térmica de quemadores y pilotos
  - 6.3 Eficiencia térmica de los quemadores de la sección superior
  - 6.4 Combustión
  - 6.5 Características de operación de quemadores y pilotos
  - 6.6 Encendido de quemadores de la sección superior
  - 6.7 Encendido de quemadores de hornos y asadores
  - 6.8 Componentes y accesorios
  - 6.9 Hornos
  - 6.10 Asadores
  - 6.11 Temperaturas
  - 6.12 Prueba integral de fuga
7. Marcado
8. Procedimiento para la evaluación de la conformidad
9. Sanciones
10. Vigilancia
11. Bibliografía
12. Concordancia con normas internacionales
13. Transitorios
14. Anexos

## 1. Objetivo y campo de aplicación

La presente Norma Oficial Mexicana establece los requisitos mínimos de seguridad que deben cumplir las estufas, hornos, asadores y parrillas de uso doméstico que utilizan Gas L.P. o Gas Natural, sus métodos de prueba y el procedimiento para la evaluación de la conformidad con la misma.

### 6.2 Capacidad térmica de quemadores y pilotos

La capacidad térmica de los quemadores principales debe ser la especificada por el fabricante, con una tolerancia de + 10%.

Pilotos superiores.- La capacidad térmica en cada uno de estos pilotos debe ser como máximo de 0,18 MJ/h.

Los pilotos intermitentes o continuos del quemador del horno-asador deben tener una capacidad térmica máxima de 0,63 MJ/h.

Lo anterior se comprueba mediante el siguiente método de prueba.

#### 6.2.1 Método de prueba

Equipo y Materiales:

Línea de alimentación de gas

Medidor de flujo

Manómetro

Calorímetro o gases calibrados

Cronómetro

Barómetro

**Nota.-** Todas las válvulas de pilotos deben estar cerradas para determinar la capacidad térmica de los quemadores principales.

Se instala el aparato a la línea de gas con medidor de flujo integrado. Se ajusta la presión de entrada del gas según las condiciones de prueba 1 de la tabla 5. Se enciende un quemador de la sección superior y se coloca el control en la posición de flama máxima durante 5 min, a partir de este momento se toma la lectura del medidor de flujo y se deja funcionando el quemador por 6 min, al final de este tiempo se toma la lectura del medidor de flujo. Se repite este paso en todos los quemadores superiores y quemador de horno. Si se trata de un piloto, éste debe funcionar por un tiempo de 1,0 h, al inicio de la hora de funcionamiento tome la lectura inicial del medidor de flujo y al final de la hora de funcionamiento se vuelve a tomar la lectura del medidor de flujo.

Cálculos:

Para determinar la capacidad térmica se aplica la ecuación:

$$CT = 10(PC \cdot FC)Q$$

Donde:

CT Capacidad térmica en kJ/h

Q Consumo de gas en m<sup>3</sup>

10 Factor para convertir 6 min a horas en quemadores principales. Para pilotos superiores, este factor es igual a 1 ya que el piloto funciona durante 1,0 h

PC Poder calorífico del gas en kJ/m<sup>3</sup>

FC Factor de corrección para ajustar el gas a la presión de 101,2 kPa y a una temperatura de 15°C, consultar tabla 6

### 6.3 Eficiencia térmica de los quemadores de la sección superior

34 (Primera Sección) DIARIO OFICIAL Jueves 30 de mayo de 2002

La eficiencia térmica de los quemadores de la sección superior, incluyendo los quemadores de la sección superior controlados termostáticamente, no debe ser menor al 45%. Para quemadores de comal no aplica esta condición.

Esto se comprueba con el siguiente método de prueba.

#### 6.3.1 Método de prueba

Equipo y Materiales:

Línea de alimentación de gas

Medidor de flujo

Manómetro

Calorímetro o gases calibrados

Balanza

Barómetro

Utensilio de aluminio con tapa

Termómetro

**Nota 1.-** Todas las válvulas de pilotos deben estar cerradas para determinar la eficiencia térmica de los quemadores.

**Nota 2.-** El utensilio de aluminio para esta prueba debe tener una capacidad aproximada de 7,5 L de agua con 165 mm de altura, de 2 mm de espesor, de fondo plano con un radio de 2 cm y un diámetro interior de 24 cm.

Se instala el aparato a la línea de gas con medidor de flujo integrado. Se ajusta la presión de entrada del gas según las condiciones de prueba 1 de la tabla 5. Se coloca un recipiente que contiene una masa de 1,0 kg de agua a temperatura ambiente sobre el quemador de prueba y se deja hervir por un tiempo de 10 min. A continuación se retira el recipiente y se coloca el utensilio de aluminio con tapa conteniendo una masa de 2,0 kg de agua a 15°C + 2°C de temperatura sobre el quemador de prueba. Simultáneamente a la colocación del recipiente de prueba, se registra la lectura inicial del consumo de gas. Cuando el agua alcance 70°C de incremento con respecto a la temperatura inicial, se cierra el suministro de gas al quemador y se registra la lectura final del consumo de gas. Para quemadores que tienen una capacidad mayor a 10 MJ/h se utiliza una masa de 4,0 kg y se repite el procedimiento anterior. Se realizan los cálculos de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$ET = \frac{418,6(P + PU) \cdot \Delta T}{PC \cdot \Delta Q \cdot FC}$$

Donde:

ET Eficiencia térmica en %

P Masa del agua en kg

PU Masa del utensilio de aluminio en kg por 0,22 (incluyendo la tapa)

T1 Temperatura inicial del agua en °C

T2 Temperatura final del agua en °C

$$\Delta T = T2 - T1$$

PC Poder calorífico del gas en kJ/m<sup>3</sup>

Q1 Lectura inicial m<sup>3</sup>

Q2 Lectura final m<sup>3</sup>

$$\Delta Q = \text{Consumo de gas en m}^3 (Q2 - Q1)$$

FC Factor de corrección por temperatura y presión del lugar de prueba. El factor de corrección se puede obtener utilizando la tabla 6.

El valor FC también se puede calcular con la fórmula siguiente:

$$FC = \frac{(P_{ag} - P_a)(15 + 273)}{(T + 273)(760 - 12,79)}$$

Donde:

P<sub>ag</sub> Presión absoluta del gas en el lugar de la prueba en kPa

P<sub>a</sub> Presión de saturación del agua a la temperatura del lugar de prueba en kPa

T Temperatura del lugar de prueba en °C

12,79 Presión de saturación del agua a 15°C

## 6.4 Combustión

Los quemadores de los aparatos motivo de esta Norma no deben producir monóxido de carbono en concentración mayor de 0,08% libre de aire, comprobándose de acuerdo con el siguiente método de prueba.

### 6.4.1 Método de prueba

Equipo y Materiales:

Analizador de gases

Línea de alimentación de gas

Utensilios de 20 cm y 30 cm diámetro y 3 mm de espesor (véase figura 8)

Utensilio para quemadores ovales que se extienda 3 cm más allá de la periferia del quemador (véase figura 8)

Campanas colectoras (véase figura 8)

Analizador infrarrojo de monóxido de carbono y bióxido de carbono

Analizador de gases

Vernier o Nonio

Cronómetro

**Nota 1.-** Todas las válvulas de pilotos deben estar cerradas.

**Nota 2.-** Los recipientes tienen una tolerancia de ± 10%

**Nota 3.-** La presión de entrada debe ser la condición 1 de la tabla 5

**Nota 4.-** Las campanas colectoras deben extenderse 3 cm más allá del diámetro del utensilio

Se instala el aparato y se ajusta como se indica en el numeral 6.2. Para quemadores de la sección superior con capacidad térmica hasta de 11,5 MJ/h se coloca el utensilio de 20 cm de diámetro conteniendo 2,0 L de agua a temperatura ambiente, sobre el quemador a probar. Estando centrado el utensilio sobre el quemador, se coloca la campana colectora de los gases de combustión a 15 mm arriba de la superficie de cocimiento.

Después de 10,0 min de estar operando el quemador en flama máxima, se coloca el tubo aspirador del analizador de gases en la chimenea de la campana. Esperar a que las lecturas en la pantalla del analizador se estabilicen y se registran. Se repite este procedimiento para cada uno de los quemadores superiores.

Para quemadores de la sección superior con una capacidad térmica mayor a 11,5 MJ/h, el diámetro del utensilio debe ser de 30 cm y debe contener 2,5 L de agua a temperatura ambiente.

En aparatos tales como: horno-asador cerrado, horno de empotrar y asador de empotrar, el quemador debe de estar operando en flama máxima durante 10 min. Después de esto, se coloca el tubo aspirador del analizador de gases en la chimenea de la unidad. Esperar a que las lecturas en la pantalla del analizador se estabilicen.

En aparatos con comal, se coloca el utensilio de 20 cm de diámetro conteniendo 2,0 L de agua a temperatura ambiente. Estando centrado el utensilio sobre el comal, se coloca la campana colectora de los gases de combustión a 15 mm arriba de la superficie de cocimiento. Después de 10,0 min de estar operando el quemador en flama máxima, se coloca el tubo aspirador del analizador de gases en la chimenea de la campana. Esperar a que las lecturas en la pantalla del analizador se estabilicen y se registran. Realizar los cálculos de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$(\%CO)_{LA} = \frac{(\%CO_2)_{LA} (\%CO)_m}{(\%CO_2)_m}$$

Donde:

(%CO)<sub>m</sub> % de monóxido de carbono observado en el analizador

(%CO)<sub>LA</sub> % de monóxido de carbono, corregido, debido al aire contenido en la muestra

(%CO<sub>2</sub>)<sub>m</sub> % de bióxido de carbono observado en el analizador

(%CO<sub>2</sub>)<sub>LA</sub> % de bióxido de carbono, de la combustión libre de aire y equivalente a 13,9% para Gas Licuado de Petróleo y 11,9% para Gas Natural

**Nota:** En el caso de que el comal no permita la colocación del utensilio, efectuar la prueba sin éste.

## 6.5 Características de operación de quemadores y pilotos

### 6.5.1 No debe existir regreso de flama en los pilotos y quemadores de un aparato:

- a) Inmediatamente después del encendido bajo las condiciones de prueba 1, 2 y 3 de la tabla 5
- b) Después de 2 a 20 s de retraso en la ignición en la condición de la prueba 1 de la tabla 5
- c) A una tercera parte de la capacidad térmica total bajo la condición de prueba 1 de la tabla 5. Para todos, menos para quemadores infrarrojos
- d) Con la cantidad mínima de gas para mantener una flama estable en los quemadores infrarrojos
- e) Durante cualquiera de las pruebas en esta Norma.

#### 6.5.1.1 Método de prueba

Equipo y Materiales:

Línea de alimentación de gas

Utensilios de 20 cm de diámetro

Medidor de flujo de gas

Cronómetro

Los pilotos están exentos del punto c) arriba mencionado.

Los pilotos y los quemadores principales deben enfriarse a temperatura ambiente antes de ser aplicada la prueba de regreso de flama.

Los pilotos y los quemadores principales deben enfriarse a temperatura ambiente, después de lo cual las pruebas especificadas en 6.5.1 deben ser aplicadas. Las pruebas a los quemadores de la sección superior y quemadores de asadores abiertos deben realizarse con los utensilios señalados llenos de agua, colocados sobre los quemadores.

**6.5.2** Las flamas del quemador del horno no deben formarse y/o salir a través de orificios del piso del horno. Esto se comprueba de acuerdo al siguiente método de prueba.

**6.5.2.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. y Natural

Cronómetro

aparato debe operar bajo la condición de prueba 1 de la tabla 5, y desde temperatura ambiente, trabajando por un lapso de 15,0 min. Las flamas del quemador del horno no deben salir a través de los orificios del piso del horno en ningún momento de la prueba.

Después de 15,0 min, el quemador del horno debe apagarse y volverse a encender. Bajo esta prueba de arranque en caliente, las flamas del quemador del horno no deben formarse y/o salir a través de los orificios del piso.

**6.5.3** Los pilotos y los quemadores superiores deben operar sin depositar carbón.

**6.5.3.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Cronómetro

Utensilios de aluminio de 19 cm de diámetro

Colocar los utensilios llenos de agua, no menos de 3/4 partes de su capacidad, en su posición normal de cocinado. Encender todos los quemadores superiores a su capacidad máxima de acuerdo a la condición 1 y 3 de la tabla 5. Mantener los quemadores en esta condición durante 1,0 h, dejar enfriar a temperatura ambiente los utensilios y frotar con papel o tela blanca el fondo del utensilio. No debe observarse carbón en la tela o el papel.

Debe de conducirse una prueba como la antes mencionada en los pilotos de la sección superior, sin que los quemadores principales estén en operación.

**6.5.4** Los quemadores no deben expulsar gas a través de la entrada de aire al mezclador.

**6.5.4.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Flama de prueba

Operar el quemador en prueba, colocando su válvula en la posición de abertura máxima, bajo las condiciones de prueba 2 y 3 de la tabla 5. Acercar la flama de prueba a la entrada de aire al mezclador. Repetir este procedimiento sucesivamente en los quemadores restantes. No debe observarse encendido de gas.

Debe de conducirse una prueba como la antes mencionada, con una presión lo suficiente para mantener combustión en las portas del quemador.

**6.5.5** Las flamas de los quemadores de la sección superior de hornos, asadores y pilotos de quemadores, además de las flamas que estén controladas por termostato o flamas de derivación, no deben presentar regreso de flama, extinción o ser afectadas al abrir y cerrar las puertas y cajones; además, los pilotos no se deben apagar al abrir o cerrar el capelo. Las parrillas superiores de empotrar se deben probar como se indica en el numeral 6.5.6.

**6.5.5.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Cronómetro

Utensilios de prueba (como los especificados en el numeral 6.5.3)

Instalar la unidad de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Operar la unidad bajo las condiciones de prueba 1 de la tabla 5.

El quemador del horno debe ser probado a la capacidad térmica nominal y si éste tiene derivación, realice la prueba a un flujo suficiente para mantener la mínima temperatura del horno especificada por el fabricante.

Los quemadores de la sección superior, quemadores de asadores abiertos y quemadores de asadores cerrados deben ser probados a su capacidad térmica nominal. Además, esta prueba se realiza con la válvula del quemador a 1/5 de la capacidad térmica nominal o a un flujo apenas suficiente para mantener combustión en las portas.

Los quemadores convencionales de la sección superior o quemadores de asador abierto que tengan un flujo de gas de posiciones alto-bajo deben ser probados en posición de flama baja.

Abrir y cerrar rápidamente 5 veces la puerta del horno y/o asador. Si existen puertas de gavetas y cajones, también deben abrirse y cerrarse rápidamente 5 veces. Observar que los quemadores no se encuentren apagados.

Durante la prueba a los pilotos, los demás quemadores deben estar fuera de operación. Estas pruebas deben hacerse con y sin los utensilios de prueba encima de los quemadores superiores.

Cuando se trate de un horno con termostato con derivación, la prueba debe realizarse a la capacidad térmica de la derivación de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Antes de comenzar esta prueba, los termostatos deben ajustarse según lo especificado en el requisito del numeral 6.8.3 y después de este ajuste, colocar la perilla en la posición de 260°C o la máxima indicada por el fabricante. Una vez que el horno alcance esta temperatura, se coloca la perilla en la posición de 150°C. Si el fabricante especifica una temperatura del horno de 120°C o menor, inmediatamente después de esto, se abre y cierra rápidamente 5 veces la puerta del horno y/o asador. Debe observarse que los quemadores no se encuentren apagados.

Cuando se trate de un quemador superior con termostato con derivación, la prueba debe realizarse ajustando la capacidad térmica de la derivación de acuerdo a las instrucciones del fabricante. Antes de comenzar esta prueba, el termostato debe calibrarse como lo especifica el numeral 6.8.3 y la perilla debe colocarse en la posición de 150°C. Colocar sobre el quemador de prueba el utensilio conteniendo 2,3 L de agua. Después de que el agua ha hervido por 5,0 min, el termostato debe colocarse en su posición de mínima temperatura. Se repite la apertura y cierre de puertas como se especifica en el párrafo anterior.

Los pilotos de la sección superior de la estufa que tenga un capelo incorporado al cuerpo del aparato deben probarse levantando el capelo a una posición de 10 cm, medidos desde la superficie de cocinado hasta el borde del capelo. Desde esta posición, el capelo debe dejarse caer por fuerza de gravedad por lo menos 2 veces, para cada posible combinación de la(s) puerta(s) cerrada(s) o abierta(s) y para cualquier otro compartimiento o puerta de la estufa.

**6.5.6** Las flamas de los quemadores y pilotos de parrillas para empotrar no deben presentar regreso de flama, extinción o ser afectadas al abrir y cerrar las puertas y cajones además, los pilotos no se deben de apagar al abrir o cerrar el capelo.

#### **6.5.6.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Gabinete de prueba

Dispositivo de caída libre para apertura de puertas con carga de 6,8 kg

Flexómetro

Cuatro calzas de 12 mm x 12 mm x 1,0 mm de espesor

**Nota.-** Las puertas del gabinete de prueba deben abrirse con una fuerza no menor de 13 N y no mayor de 22 N.

Instalar la unidad en el gabinete de prueba (véase figura 9) de acuerdo a las indicaciones del fabricante. Colocar las calzas bajo las bridas de soporte del aparato, de tal manera que la parrilla quede

separada de la cubierta. Instalar el dispositivo de prueba de caída libre en las aristas superiores de ambas puertas por medio de un cable flexible. Conectar el cable a la carga del dispositivo de prueba. Encender todos los quemadores a su capacidad térmica nominal bajo las condiciones de prueba 1 de la tabla 5. Liberar la carga del dispositivo de prueba de tal manera que la carga tenga una caída libre de por lo menos 51 cm antes de que las puertas inicien su apertura, la carga debe seguir cayendo por lo menos 15 cm más.

Para realizar esta prueba a los pilotos, los quemadores principales no deben estar en operación.

**6.5.7** Las flamas de los quemadores y pilotos de cualquier sección no deben extinguirse al operar todos los quemadores simultáneamente. Esto se comprueba de acuerdo al siguiente método de prueba.

**6.5.7.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Manómetro

Cronómetro

Se instala y opera el aparato bajo la condición de prueba 2 de la tabla 5. Con todas las partes del aparato a temperatura ambiente, se encienden todos los pilotos ajustándolos de acuerdo a lo indicado por el fabricante. Se enciende el quemador del horno, colocando el control de suministro de gas en abertura máxima y se cierra la puerta del horno. Inmediatamente después se encienden todos los quemadores con que cuente el aparato a su máxima capacidad térmica. Las secciones de cocinado con energía eléctrica también se ponen en operación. La operación simultánea debe continuar por 15 min. Ningún quemador o piloto debe extinguirse.

Se repite el procedimiento anterior, operando el aparato bajo la condición de prueba 3 de la tabla 5.

**6.5.8** Los quemadores de la sección superior no deben presentar separación o flotamiento de las flamas como resultado de operar los quemadores de hornos o asadores simultáneamente. Es aceptable una separación de flama durante los primeros 5 min. de operación del quemador, después de este periodo la flama debe estabilizarse sin separación de flama.

**6.5.8.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Manómetro

Cronómetro

Se instala y se opera el aparato bajo la condición de prueba 1 de la tabla 5. Se encienden los quemadores del horno y asadores a su máxima capacidad térmica. Se encienden los quemadores de la sección superior a su capacidad térmica nominal. La operación simultánea debe continuar por 15 min. No se deben colocar utensilios sobre los quemadores de la sección superior durante el desarrollo de esta prueba.

Se repite el procedimiento anterior para la condición de prueba 3 de la tabla 5.

**6.5.9** Los pilotos de los quemadores de la sección superior no deben extinguirse al recibir un impacto de un utensilio sobre las parrillas de la sección superior. Esto se comprueba de acuerdo al siguiente método de prueba.

**6.5.9.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Manómetro

Utensilio de prueba (como los especificados en el numeral 6.5.3)

Flexómetro

Báscula

Se instala y se opera el aparato bajo la condición de prueba 1 de la tabla 5. Se encienden los pilotos de los quemadores de la sección superior como lo indique el fabricante. Se deja caer el utensilio de prueba con 2,3 kg de agua desde una altura de 6 cm sobre el quemador a probar. Se repite esta operación para todos los quemadores de la sección superior. El(los) piloto(s) no debe(n) de extinguirse.

**6.5.10** Los pilotos y las flamas de derivación de quemadores superiores controlados termostáticamente no deben de extinguirse, en caso de extinción debe reencenderse de acuerdo con los numerales 6.5.5. y 6.6.1.

**6.5.10.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Utensilio de prueba (como lo especificado en el numeral 6.5.3)

Anemómetro

Manómetro

Flexómetro

Dispositivo de prueba:

Soplador

Tubo de lámina (30 cm de largo y 13 cm de diámetro)

Tapa con orificio de 75 mm de diámetro

Cronómetro

Báscula

Se instala el aparato bajo la condición de prueba 1 de la tabla 5. Se enciende el piloto del quemador con control termostático de la sección superior a la capacidad térmica como lo indique el fabricante. Se coloca el utensilio con 0,5 kg de agua sobre el quemador bajo prueba.

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Utensilio de prueba (como lo especificado en el numeral 6.5.3)

Anemómetro

Manómetro

Flexómetro

Dispositivo de prueba:

Soplador

Tubo de lámina (30 cm de largo y 13 cm de diámetro)

Tapa con orificio de 75 mm de diámetro

Cronómetro

Báscula

Se instala el aparato bajo la condición de prueba 1 de la tabla 5. Se enciende el piloto del quemador con control termostático de la sección superior a la capacidad térmica como lo indique el fabricante. Se coloca el utensilio con 0,5 kg de agua sobre el quemador bajo prueba.

Se ajusta el soplador para producir viento con una velocidad de 1,3 m/s, esta velocidad es el promedio de 4 lecturas tomadas en el centro de cada uno de los cuadrantes de un área de 30 cm x 30 cm, a una

distancia de 1,8 m desde el orificio de salida del tubo. El área de 30 cm x 30 cm debe ser perpendicular al eje del tubo. Se coloca el soplador arriba de la superficie de la sección superior de cocinado, en una posición tal que su eje esté dirigido al centro del quemador bajo prueba, a una distancia de 1,8 m formando un ángulo de 30° con la superficie de cocinado. La velocidad del viento debe ser mantenida por 2,0 min en tres posiciones, una desde el frente y una a cada lado del aparato.

**6.5.11** En los quemadores de la sección superior que tengan válvulas de control de flujo máximo y mínimo, la flama en el quemador debe mantenerse encendida y estable cuando esté en posición de flujo mínimo.

**6.5.11.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Manómetro

Se instala el aparato bajo la condición de prueba 2 de la tabla 5. Se encienden todos los quemadores de la sección superior en su posición de flama mínima. La flama de los quemadores debe mantenerse encendida y estable.

**6.6** Encendido de quemadores de la sección superior

**6.6.1** El encendido de los quemadores de la sección superior debe ocurrir dentro de un periodo de 4 s después que el gas ha llegado a las portas del quemador.

**6.6.1.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Manómetro

Cronómetro

Variador de tensión eléctrica con multímetro

**6.6.1.1.1** Preparación del aparato para la realización de esta prueba

Las pruebas deben realizarse bajo las condiciones 1, 2 y 3 de la tabla 5.

Los aparatos de piso deben estar separados de paredes adyacentes y muros durante la realización de esta prueba y los aparatos de empotrar deben instalarse como lo indique el fabricante.

Los quemadores y pilotos deben estar ajustados de acuerdo al numeral 6.2.

Los quemadores superiores no deben estar cubiertos con ningún utensilio.

Las pruebas deben conducirse bajo las siguientes condiciones:

- a) Todas las secciones incorporadas como parte del aparato deben estar a temperatura ambiente.
- b) La sección superior debe estar a temperatura ambiente si cuenta con secciones incorporadas al aparato, éstas deben estar a temperatura de operación.
- c) Todas las secciones incorporadas como parte del aparato, a temperatura de operación.
- d) Los encendedores eléctricos de los quemadores superiores deben probarse como se especifica en a), b) y c) a 85% y a 110% de la tensión eléctrica nominal.

Se realizan al menos 3 pruebas sucesivas en cada quemador de la sección superior o en cada sección de quemadores controlados por una sola válvula.

Si no hay quemadores ocultos, la temperatura de operación es aquella alcanzada después de 30 min. de operación de todos los quemadores del aparato trabajando a presión normal. Las pruebas se deben efectuar con cualquier combinación de quemadores superiores en operación.

Si existen quemadores ocultos como parte incorporada al aparato, las temperaturas de operación deben considerarse al término de 60 min de operación a presión de prueba normal para todas las secciones, excepto para asadores separados, comales o compartimientos de tostado.

Los quemadores no controlados por termostato, exceptuando los mencionados anteriormente, deben operarse a su capacidad térmica nominal y los quemadores de horno controlados por termostatos deben colocarse a 200°C. Cuando un asador independiente, un comal o un compartimiento de tostado son parte del aparato, el suministro de gas para cada quemador de los compartimientos debe encenderse 30 min antes del término del periodo de 60 min y los quemadores, puestos a operar a una capacidad máxima según el fabricante, mientras la temperatura del asador, el comal o el compartimiento de tostado alcance su temperatura máxima. Esta temperatura debe mantenerse constante hasta completar los 60 min.

Deben conducirse pruebas con las puertas del horno y asador cerradas y con cualquier combinación de los quemadores de la sección superior en operación.

Antes de las pruebas, se debe verificar el tiempo requerido para que el gas alcance las portas de cada quemador o conjunto de quemadores después de que la válvula ha sido abierta. Esto puede realizarse con un fósforo o cerillo encendido sostenido sobre la porta del quemador, midiendo el intervalo de tiempo entre la apertura de la válvula y el encendido del gas en el quemador. El intervalo de tiempo requerido para que el gas alcance el quemador debe añadirse al tiempo límite de ignición especificado.

La válvula de gas que controla el quemador o quemadores en prueba debe abrirse girándose desde su posición cerrada hasta la posición donde se obtiene la capacidad térmica nominal especificada en el numeral 6.2, la válvula se deja en esta posición mientras el encendido ocurre. Tan pronto como el encendido ocurra en todas las portas en donde el gas ha sido admitido, la válvula debe girarse a la posición de cerrado y, tan pronto como todas las flamas se han extinguido, debe girarse a su posición de capacidad nominal nuevamente. El primer encendido y el encendido después de la extinción deben ocurrir en no más de 4 s en todos los quemadores por los que el gas fluya. Este tiempo debe ser determinado desde el instante en que el gas esté disponible en las portas. Este encendido y el encendido después del ciclo de extinción no se deben repetir hasta que el sistema vuelva a la normalidad.

Cuando un aparato esté equipado con válvulas que requieren diferentes grados de rotación para obtener su capacidad nominal, la prueba antes mencionada debe repetirse con la válvula que controla cada quemador o ensamble de quemadores girándola desde su posición cerrada a la posición correspondiente

al ángulo de rotación requerido para que la válvula posea la menor rotación para obtener su capacidad térmica nominal.

El gas de un quemador diseñado para encender por un medio de ignición debe llevar a cabo el encendido con la válvula en su posición totalmente abierta, a no ser que exista una posición específica de encendido en conjunto con el sistema de encendido eléctrico, en cuyo caso, esta posición es la que se debe usar.

El gas de un quemador el cual está diseñado para ser encendido por otro quemador del mismo conjunto de quemadores debe encender antes de que las flamas del quemador de donde ocurre el encendido se hayan extinguido.

**6.6.2** El encendido del gas de un quemador controlado termostáticamente, del tipo encendido-apagado, debe de ocurrir dentro de 4,0 s después de que un flujo de gas de 540 kJ/h  $\pm$  5% esté disponible en las portas del quemador.

**6.6.2.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. y Natural

Manómetro

Cronómetro

Utensilio de prueba (como los especificados en el numeral 6.5.3)

Báscula

Calorímetro o gases calibrados

Barómetro

Se instala el aparato bajo la condición de prueba 2 de la tabla 5. Se coloca el utensilio de prueba con 0,5 kg de agua sobre el quemador. Se gira la perilla a más de 100°C de las marcas del dial. Cuando el agua entre en ebullición, la perilla debe colocarse en la posición más cercana a 90°C. La lectura del medidor de flujo debe registrarse como la capacidad del piloto.

Cuando el gas comience otra vez a fluir al quemador principal, el medidor de flujo debe observarse continuamente. El gas en el quemador principal debe encender en no más de 4 s después de que el flujo al quemador principal alcance 540 kJ/h. Deben hacerse 5 determinaciones y el promedio debe tomarse como tiempo de encendido.

#### **6.7 Encendido de quemadores de hornos y asadores**

**6.7.1** El encendido de los quemadores de horno, asador, combinación de ambos u otros quemadores en compartimentos cerrados debe ocurrir en un periodo de 4,0 s después que el gas ha llegado a las portas del quemador.

Esta prueba debe conducirse bajo las condiciones 1, 2 y 3 de la tabla 5, a menos que se especifique otra condición.

Para un sistema de ignición eléctrica, a menos que se especifique otra cosa, las pruebas deben conducirse a 85% y 110% de la tensión eléctrica nominal del aparato.

Cada aparato debe probarse instalado en la cabina de prueba especificada en el numeral 6.11.1. Además, un aparato de piso debe probarse separado de todas las paredes.

Antes de iniciar las pruebas debe determinarse el tiempo requerido del gas para alcanzar las portas del quemador, después de que la válvula se haya puesto en posición de abierta o el dispositivo del control del gas esté abierto. Esto puede hacerse con un fósforo o cerillo encendido mantenido en las portas y midiendo el tiempo desde que se abre la válvula hasta que se enciende el gas en las portas. Para propósitos de esta prueba, este tiempo debe añadirse al tiempo límite de ignición especificado. Esta prueba debe realizarse para cada quemador.

Cuando más de un encendedor es suministrado, las siguientes especificaciones deben cumplirse, ya sea que estos encendedores sean operados simultánea o sucesivamente.

##### **6.7.1.1 Método de prueba**

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Cronómetro

Manómetro

Variador de tensión eléctrica, con multímetro

Por lo menos 10 pruebas sucesivas de encendido deben hacerse en cada quemador, 5 aplicadas a temperatura ambiente y 5 a temperatura de operación.

Para pruebas a temperatura ambiente, debe darse el tiempo suficiente entre las pruebas sucesivas para que las partes alcancen su debida temperatura, mientras las condiciones de operación sean las mismas que prevalecieron según la condición 1 de la tabla 5. Si se cuenta con un termostato para controlar el quemador bajo prueba, éste debe colocarse a su máxima temperatura.

Para pruebas a temperatura de operación, todas las secciones del aparato deben operarse 15 min en la condición 1 de la tabla 5, con los termostatos de quemadores de horno y asadores colocados a 200°C.

La prueba debe conducirse con las puertas del horno y del asador abiertas y cerradas, además de cualquier combinación de otros quemadores en operación.

**6.7.2** El reencendido del gas del quemador, después de que el gas ha sido interrumpido momentáneamente, debe ocurrir antes de 4 s después que el gas se encuentre en las portas de los quemadores. Esto se comprueba de acuerdo al siguiente método de prueba.

**6.7.2.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Cronómetro

Manómetro

Variador de tensión eléctrica, con multímetro.

Se gira la válvula manual de gas que controla el quemador o ensamble de quemadores a ser probada a la posición de capacidad térmica nominal especificada por el fabricante. Se deja en esta posición hasta que el quemador encienda. Si el aparato no cuenta con válvula manual que controle el flujo de gas al quemador individual bajo prueba, entonces debe instalarse una válvula en la línea de suministro de gas al aparato. La válvula de gas debe cerrarse tan pronto como la ignición ocurra, a menos que el quemador cuente con piloto y encendedor de piloto, en cuyo caso debe permanecer encendido por 10 min mínimo después de lo cual la válvula debe cerrarse. Inmediatamente después de que todas las flamas del quemador se han extinguido, la válvula debe girarse otra vez a la posición de máxima capacidad térmica. El encendido debe efectuarse dentro de 4 s después de que el gas esté disponible en las portas.

**6.7.3** Un dispositivo de encendido automático usado en un quemador de horno controlado por un termostato con derivación debe efectuar un encendido completo del gas en el quemador antes de 30 s después de que el gas es admitido al quemador del horno, cuando esté operando la derivación. Esto se comprueba de acuerdo al siguiente método de prueba.

**6.7.3.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Cronómetro

Manómetro

Registrador o indicador de temperatura.

Esta prueba debe conducirse en la condición 1 de la tabla 5.

El piloto debe ajustarse de manera que el suministro de gas sea justo lo suficiente para mantener el dispositivo de seguridad de cerrado en la posición abierta. La flama de derivación debe ajustarse para dar una flama estable mínima. El termostato debe calibrarse como se especifica en el numeral 6.8.3 y la perilla debe colocarse en la posición de 260°C. La temperatura del horno debe llevarse a 260°C aproximadamente, después de lo cual la perilla del termostato debe colocarse en 150°C.

La válvula del quemador del horno debe cerrarse e inmediatamente ser encendida y mantenida en esta posición hasta que el encendido ocurra.

Esta prueba debe repetirse 5 veces. El máximo periodo entre el tiempo que el gas es admitido al quemador y el encendido del gas en el quemador debe registrarse.

**6.7.4** Un encendedor de piloto o un sistema de ignición directa debe de encender el piloto o el quemador, respectivamente, bajo todas las condiciones de prueba. Esta prueba debe realizarse a temperatura ambiente y a temperatura de operación, con un voltaje de 85% y 110% del voltaje nominal del aparato.

**6.7.4.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Multímetro

Registrador o indicador de temperatura

Cronómetro

Variador de Tensión

Deben realizarse dos series de pruebas de encendido. Para cada una de estas pruebas se debe de comprobar que todas las tuberías de gas se encuentren llenas de gas.

Para la primera serie de pruebas, la tensión eléctrica de la estufa se debe mantener al 85% de la tensión eléctrica nominal, el ciclo de encendido se inicia y se observa el encendido del gas del piloto.

Después de la ignición, la flama del piloto debe extinguirse inmediatamente para evitar que alguna parte del piloto se caliente. Esta prueba se debe repetir 25 veces. Se eleva la tensión eléctrica de la estufa al 110% de la tensión eléctrica nominal, repitiéndose esta prueba 25 veces más.

Para la segunda serie de pruebas debe ponerse en operación todo el aparato:

- a) Cuando un encendedor eléctrico de piloto es usado en conjunto con un quemador de horno, el termostato del horno debe ser puesto en la posición máxima de la manecilla del termostato. Después de que la temperatura en el centro del horno alcance 245°C, medido por un potenciómetro indicador y/o registrador y termopares instalados de acuerdo al numeral 6.9.1, el termostato debe colocarse para mantener esta temperatura. El quemador debe operar por 15 min.
- b) Cuando un encendedor eléctrico de piloto es usado en conjunto con el quemador de asador independiente, la válvula del quemador debe de abrirse a la posición máxima. Después que el asador ha alcanzado una temperatura de 200°C, medido de acuerdo al método descrito en el numeral 6.10.1, la válvula del quemador se ajusta para mantener esta temperatura. El quemador debe operar por 15 min.
- c) Cuando un encendedor eléctrico de piloto es usado en conjunto con una combinación de quemadores de horno y asador, las condiciones de prueba son las mismas que las de b).
- d) Cuando un encendedor eléctrico de piloto es usado en conjunto con una sección superior de quemadores, éstos deben operarse a una capacidad térmica nominal por un periodo de 15 min para esta prueba, un utensilio debe colocarse sobre el quemador superior.

Al final del periodo de calentamiento, el aparato debe apagarse y las pruebas mencionadas anteriormente deben repetirse, excepto que el quemador principal debe operarse 60 s entre cada prueba sucesiva.

**6.7.5** En los quemadores con sistemas automáticos de ignición, el tiempo de encendido no debe ser mayor a 90 s después de que la válvula ha sido abierta. Esto se comprueba con el siguiente método de prueba.

#### **6.7.5.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Cronómetro

Se instala el aparato a la línea de gas en la condición 1 de la tabla 5. Las pruebas deben realizarse con la tensión eléctrica nominal. Se coloca la perilla del quemador en su posición de máxima capacidad térmica. Se registra el tiempo en el cual enciende el quemador.

**6.7.6** En los quemadores con sistemas automáticos de ignición, el tiempo requerido para cortar la entrada de gas al quemador después de cerrar la válvula de control no debe exceder de 90 s. Esto se comprueba de acuerdo al siguiente método de prueba.

#### **6.7.6.1** Método de prueba

Equipo y Materiales:

Líneas de Gas L.P. o Natural

Indicador de temperatura

Cronómetro

Parrilla con arreglo de termopares J con unión tipo gota

En un aparato donde todo el aire para la combustión es suministrado por medios mecánicos, el dispositivo de encendido puede ser reactivado después de un periodo de purga suficiente para proveer un mínimo de 4 cambios de aire en la cámara de combustión y en los ductos de la chimenea.

- a)** El quemador de un horno debe probarse con el termostato a su abertura máxima después de que el centro del horno ha alcanzado una temperatura de 245°C, medida con un indicador de temperatura y termopares instalados de acuerdo al método descrito en el numeral 6.9.1. El quemador debe operarse durante 60 min y la prueba debe iniciarse.
- b)** Un quemador de asador independiente debe ser probado con la válvula del quemador girada a su posición completamente abierta, después de que la temperatura del asador ha alcanzado 200°C, medidos de acuerdo al método descrito en el numeral 6.10.1. Se mantiene el quemador operando por 15 min y entonces se comienza la prueba.
- c)** La combinación de horno-asador debe probarse de acuerdo a b) arriba descrito.

Si el dispositivo de encendido es reactivado, éste debe reenergizarse en no más de 0,9 s, después de girar la perilla a la posición de apagado. El dispositivo de encendido automático debe reencender el gas del quemador principal sin flamazo o daño al aparato. Si el dispositivo de encendido es reactivado, el tiempo máximo de reencendido de la flama debe ser especificado por el fabricante del control. En caso de no contar con esta indicación por el fabricante del control, se debe usar el tiempo mínimo de reciclo para el sistema automático de encendido de gas.

Se instala el aparato a la línea de gas en la condición 1 de la tabla 5. Las pruebas deben realizarse con la tensión eléctrica nominal. Se coloca la perilla del quemador en su posición de máxima capacidad térmica.

Se opera el quemador durante 5,0 min, lleve la perilla de control del quemador a la posición de apagado. Se registra el tiempo que tarda el quemador en apagarse.

## **Apéndice C**

### **Factores de Conversión**

<b>VOLUMEN</b>					
	<b>BARRILES</b>	<b>PIES CÚBICOS</b>	<b>LITROS</b>	<b>MILES DE BARRILES</b>	<b>METRO CÚBICO</b>
<b>1 METRO CÚBICO</b>	6.2898104	35.31467	1000		
<b>1 MILLÓN DE m<sup>3</sup></b>				6289.8	
<b>1 MILLÓN DE ft<sup>3</sup></b>				178.107	
<b>1 ft<sup>3</sup></b>					0.0283168
<b>1 GALÓN</b>					0.0238

<b>EQUIVALENCIAS ENERGÉTICAS</b>									
	<b>ft<sup>3</sup> DE GN</b>	<b>cal (FACTURACIÓN GAS SECO)</b>	<b>cal (C/FACTOR CORRECCIÓN 1.06)</b>	<b>kcal</b>	<b>MBTU D GN</b>	<b>JOULES</b>	<b>cal</b>	<b>BTU</b>	<b>MILES DE BARRILES DE PETRÓLEO CRUDO EQ.</b>
<b>1 BARRIL PETRÓLEO</b>	5000								
<b>1 m<sup>3</sup> DE GN</b>		8460000	8967600						
<b>1 kg GLP (MEZCLA NAC)</b>				11823.86					
<b>1 kg GLP (MEZCLA IMPORTACIÓN)</b>				11917.3					
<b>1 ft<sup>3</sup></b>					1.03				
<b>1 BTU</b>						1055.06	252		
<b>1 cal</b>						4.1868			
<b>1 kcal</b>								3.96825	
<b>1 PJ</b>									0.94708

<b>GAS L. P.</b>								
	<b>1 b</b>	<b>1 t</b>	<b>1 kg</b>	<b>1 l</b>	<b>1 gal</b>	<b>1 p<sup>3</sup></b>	<b>1 m<sup>3</sup></b>	
<b>barril</b>	1	11.648	0.012	0.0063	0.023	222.123	6.29	<b>b</b>
<b>tonelada</b>	0.086	1	0.001	0.0005	0.002	19.069	0.54	<b>t</b>
<b>kilogramo</b>	85.849	1000	1	0.54	1.987	19069	539.975	<b>kg</b>
<b>litro</b>	158.98	1851.852	1	1	3.785	28.317	1000	<b>l</b>
<b>galones</b>	42	489.208	1.85	0.2642	1	7.481	264.172	<b>gal</b>
<b>pies cúbico</b>	5.615	65.398	0.489	0.0353	0.134	1	35.315	<b>p<sup>3</sup></b>
<b>metros cúbicos</b>	0.159	1.852	0.065	0.001	0.004	0.028	1	<b>m<sup>3</sup></b>
<b>Densidad kg/m<sup>3</sup></b>	2.0644							