

# Invierno en Chihuahua y el norte de México

¿Qué hacer para evitar las muertes por el frío?

¿Qué hacer para bajar los costos de la calefacción?

Por: José Manuel Muñoz

Observatorio Ciudadano de la Energía, A.C. [www.energia.org.mx](http://www.energia.org.mx)

## 1. Una realidad que debe ser reconocida

El invierno en nuestro país, aunque es realmente leve comparado con la mayor parte de Europa, Norteamérica, Rusia, Corea, el sur de Argentina o Chile y, en general, todos los lugares más allá de los paralelos 30N y 30S, plantea problemas de salud y muertes, afecta el bienestar, causa costos económico y puede tener impactos ambientales; las soluciones a estos efectos del invierno merecen estar en las agendas nacionales de salud, económica, energética y de protección civil<sup>1</sup>.

México se localiza en una zona geográfica con climas, que van del cálido al templado, lo que causa que la necesidad de calefacción no sea apremiante, ni sus soluciones de aplicación rigurosa; sin embargo, el país también tiene zonas de inviernos crudos, principalmente en la mitad norte del territorio; entre más al norte, a más altitud y más lejos del mar, más intenso es el frío<sup>2</sup>. Con todo y que las horas anuales de temperaturas bajas no sean muchas, sus efectos perniciosos van desde las enfermedades respiratorias, a los casos de hipotermia y congelamiento por exposición al frío severo, además de otros riesgos de intoxicación por sistemas de calefacción mal diseñados y en el extremo, incendios por la misma causa.

Chihuahua es el estado más castigado por el invierno, pero también *hace frío* en los estados de, Durango, Zacatecas, Sonora, Coahuila, San Luis Potosí, Baja California, Nuevo León, Tamaulipas, Guanajuato, Aguascalientes, Hidalgo, México, zonas altas del D. F. y ocasionalmente en las sierras de Oaxaca y Chiapas.

Todos los años hay decenas de muertes en el



Figura 1. Nevada en cd. Juárez en noviembre 2007.

<sup>1</sup> Chihuahua se localiza entre los 25° 30' y los 31° 47' latitud norte, y los 103° 18' a los 109° 07' longitud oeste.

<sup>2</sup> <http://www.elbalero.gob.mx/explora/html/atlas/climas.html>.

país, la mayoría en el estado de Chihuahua por causa del frío, estas son evitables, pero para emprender medidas de remedio se requiere, que se reconozca el fenómeno, tanto físico como social, para así poder proponer soluciones técnicas viables. Los más afectados por el clima severo, son las personas más pobres, como los indígenas y los campesinos pobres, por una parte y, los desempleados y trabajadores migrantes que llegan buscando trabajo a Chihuahua o van de paso tratando de cruzar la frontera.

Además de muertes, el frío causa enfermedades, gastos económicos que afectan el bienestar de las familias, principalmente de aquellas de menores recursos económicos. Tratamiento aparte merece el ausentismo y la baja de rendimiento que los temporales invernales causan en el sistema educativo, ya que las escuelas, por lo general, carecen de sistemas de calefacción y la población infantil y juvenil, forma parte de los segmentos más vulnerables. Habrá que recordar que una nevada causa la suspensión inmediata de labores en las escuelas. Ver en Fig. 1, foto de nevada de este año 2007.

De igual forma que se asume un estado de emergencia, después de un huracán, una inundación, un temblor o una epidemia, la sociedad mexicana, pero la chihuahuense en especial, deben movilizarse y poner en acción sus sistemas de defensa civil, ante el embate del frío, que mata, enferma y causa erosión económica.

Cualquier esfuerzo para enfrentar esta penosa situación por la que atraviesa la población afectada, requiere del apoyo decidido, tanto de los poderes estatales, como de la sociedad completa; rectoría estatal y solidaridad social, deben ser el binomio para enfrentar el problema. Se sabe que el verano también impone riesgos, pero ahora no tocaremos ese tema.



Figura 2. Mapa de temperaturas mínimas extremas.

## 2. El clima invernal chihuahuense

Como se podrá ver en el mapa de isotermas de la Figura 2<sup>3</sup>, las temperaturas mínimas extremas del Estado de Chihuahua, son de hasta  $-22^{\circ}\text{C}$  en una *cuña* de territorio que empieza en todo lo ancho de la frontera norte del estado y que entra profundamente al sur, a lo largo de su mitad occidental. Esta *cuña* llega hasta la sierra de Durango y toca, aunque con menos intensidad y frecuencia, por el oeste a Sonora y por el sur a Durango.

<sup>3</sup> Tomada de: *Atlas del Agua*, Secretaría de Recursos Hidráulicos. México, 1970.

### Invierno en Chihuahua y el norte de México

La Tabla 1, muestra registros publicados en Internet, por el gobierno del Estado de Chihuahua,<sup>4</sup> donde aun cuando aparecen temperaturas menos severas que las del *Atlas del Agua*, también se lee que todos los municipios chihuahuenses tienen temperaturas mínimas extremas inferiores a menos diez grados, -10°C; las únicas excepciones a esta norma son los municipios de las barrancas occidentales de la Sierra Madre, donde no se reportan temperaturas bajo cero.

Municipio	Mínima extrema °C	Municipio	Mínima extrema °C	Municipio	Mínima extrema °C
Ahumada	-23	Galeana	-17.5	Morelos	1
Allende	-11	Gómez Farías	-19.4	Moris	1
Aquiles Serdán	-14	Gran Morelos	-12.3	Namiquipa	-14.6
Ascensión	-18	Guachochi	-15	Nonoava	-12
Bachíniva	-14	Guadalupe DB	-23	Nuevo Casas Grandes	-17.5
Balleza	-12	Guadalupe y Calvo	-14.6	Ocampo	-14.6
Batopilas	1	Guazapares	-14.6	Ojinaga	-14
Belisario Domínguez	-12	Guerrero	-17.6	Praxedis G. Guerrero	-23
Bocoyna	-17.8	Hidalgo del Parral	-12	Riva Palacio	-12.3
Buenaventura	-17.5	Huejotitán	-12	Rosales	-14.1
Camargo	-14.1	Ignacio Zaragoza	-19.4	Rosario	-12
Carichí	-12.3	Janos	-18	San Francisco de Borja	-12.3
Casas Grandes	-17.5	Jiménez	-14	San Fco de Conchos	-14.1
Chihuahua	-15	Juárez	-23	San Francisco del Oro	-12
Chínipas	1	Julimes	-14.1	Santa Bárbara	-12
Coronado	-14.1	La Cruz	-14.1	Santa Isabel	-12
Coyame	-15	López	-14.1	Satevó	-14
Cuauhtémoc	-14.6	Madera	-19.4	Saucillo	-14.1
Cusihuiachi	-12.3	Maguarichi	-14	Temosáchi	-17
Delicias	-13	M. Benavides	-14.1	Urique	1
El Tule	-12	Matachí	-17.6	Uruachi	-12
Galeana	-17.5	Matamoros	-12	Valle de Zaragoza	-14
Gómez Farías	-19.4	Meoqui	-16		

**Tabla 1. Registro de temperaturas mínimas extremas de los municipios de Chihuahua.**

De esta gélida estadística, además hay que resaltar los casos de las localidades más frías, como son las más norteñas Ahumada<sup>5</sup>, Juárez, Práxedis G. Guerrero, donde veinte grados bajo cero, son posibles cada año y las de la zona alta de la sierra, donde los registros extremos muestran diecisiete grados bajo cero.

Las temperaturas mínimas extremas en Chihuahua, son altamente peligrosas y según los registros históricos pueden existir desde noviembre hasta marzo; esto se ve con el ejemplo estadístico de ciudad Juárez, uno de los municipios más fríos del Estado, entre los meses de

<sup>4</sup> Tomado de: <http://www.e-local.gob.mx/work/templates/enciclo/chihuahua/Mpios/>.

<sup>5</sup> Villa Ahumada tiene un registro de -30°C, en enero de 1962, en el citado *Atlas del Agua*.

Noviembre y Marzo. Ver Figura 3. Los datos de esta gráfica permiten concluir que el riesgo es muy severo y que desde siempre ha sido necesario un sistema de emergencia civil que podría abarcar no menos de tres meses, y dependiendo de la región, o en años muy fríos, hasta cinco meses.

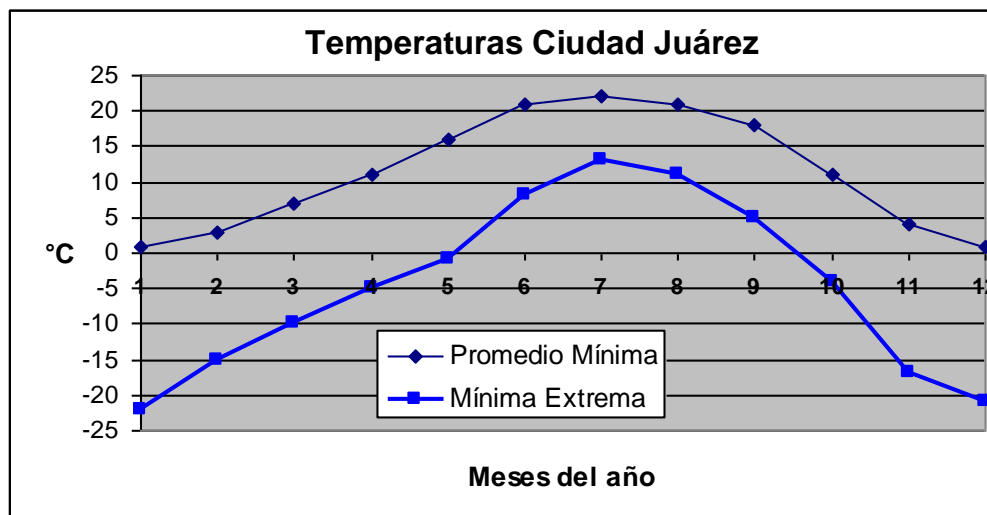


Figura 3. Temperaturas históricas en ciudad Juárez<sup>6</sup>.

Otro problema del invierno chihuahuense, lo es la variación diaria de temperatura, que hace que en un día invernal, esta vaya de veinte o más grados centígrados en la hora más caliente, hasta temperaturas de congelación en la madrugada. Por otra parte, el frío viene por *oleadas*, es decir, frentes fríos, que duran unos pocos días, cuando mucho una semana, y después viene un clima casi primaveral, así, los preparativos, las inversiones para resistir las bajas temperaturas, pierden justificación; las construcciones no están preparadas y hasta surge la confianza, de que la siguiente racha de heladas, no va a ser tan fuerte...

### 3. Necesidad de medidas ante el riesgo inminente

Si no se tienen a la mano los dispositivos calefactores y el energético correspondiente, que puede ser gas, petróleo, leña o electricidad, o si bien, las construcciones no almacenan calor en paredes gruesas, las temperaturas de las habitaciones van a ser muy bajas y sus ocupantes pueden sufrir de hipotermia<sup>7</sup>, de hecho pueden morir de frío.

Si en lugar de un sistema de calefacción seguro, se enciende fuego en la habitación, aún si este fuera de calefactores de gas con combustión completa, se corren riesgos de incendio y de asfixia.

Aún en temperaturas interiores de +20 °C, se puede sufrir hipotermia si no se cuenta con ropa adecuada, tal como chamarras, abrigos, bufandas, gorras y cobertores.

<sup>6</sup> Tomado de [www.weather.com](http://www.weather.com).

<sup>7</sup> Para hipotermia ver: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000038.htm>, [http://www.saludalia.com/Saludalia/web\\_saludalia/urgencias/doc/documentos/doc/hipotermia.htm](http://www.saludalia.com/Saludalia/web_saludalia/urgencias/doc/documentos/doc/hipotermia.htm), <http://www.mayoclinic.com/health/hypothermia/DS00333>.

Es obvio, por último, que una exposición directa, a la intemperie a las temperaturas extremas de las noches de estos meses, es sumamente peligrosa, aún con ropa adecuada.

En suma, en el Estado de Chihuahua existe un estado de emergencia social, que habría que reconocer y declarar todos los años durante el invierno, o sea, hay peligro de afectaciones serias a la salud y muerte.

### **3.1 Medidas Inmediatas**

#### **Brigadas técnicas y de auxilio humanitario**

Una vez declarada la *emergencia social*, habría que poner a funcionar un sistema de brigadas de auxilio a la población para evitar la hipotermia, con recursos tales como:

- Suministro de ropa de invierno;
- albergues de emergencia para personas sin techo;
- alimentos sanos y calientes, gratuitos, en las noches de más frío;
- centros de salud y ambulancias en estado de emergencia;
- brigadas técnicas de expertos en calefactores y en seguridad doméstica, para asesorar a cualquier ciudadano que lo solicite;
- cuerpos de bomberos en estado de alerta, por la posibilidad de emergencias relacionadas con incendios o intoxicaciones.

Estas medidas, de corto plazo, son ejemplos de los recursos del estado de emergencia civil, en los que la divisa debiera ser algo así como: *¡Ni un muerto más por el invierno!*

#### **Calefactores y energéticos de emergencia**

Un remedio de emergencia, en una noche de diez grados bajo cero, puede salvar vidas, así nadie debe sufrir hipotermia por no tener un calefactor mínimo y 10 kg de gas o de combustible líquido, para evitarlo. En zonas rurales, donde quemar leña no es un problema ambiental, por lo disperso de los habitantes, un calefactor de leña improvisado o 10 kg de combustible sólido, serían los equivalentes.

Cada gobierno municipal, aún sin una ley estatal o federal que los obligue, podría establecer su propio programa, tanto de brigadas, como de elementos calefactores.

### **3.2 Medidas de plazo extendido**

Con más horizonte de tiempo, debiéramos pensar en un programa, que provenga de una visión que cambie las formas con las que actualmente se enfrenta el problema del frío. Por ejemplo, habrá que considerar, como de interés público, la salud, la seguridad y la economía de los habitantes durante las temporadas invernales; también habría que diseñar apoyos estatales y algunas medidas de solidaridad social extraordinarias para enfrentar los problemas económicos de los que surge el desamparo con que muchos habitantes enfrentan el invierno.

Algunas de las medidas concretas pueden ser:

- Financiamiento blando, tanto de origen estatal como privado, nacional o internacional, para adquirir calefactores y equipar las habitaciones con aislamiento térmico y puertas y ventanas aislantes
- Financiamiento de banca de desarrollo a empresas locales, para la instalación de aislamiento térmico y para la conversión de ventanas de vidrio simple a sistemas aislantes de vidrio múltiple, así como las puertas exteriores a elementos aislados

- Financiamiento de banca de desarrollo, a productores locales, para la fabricación de los equipos calefactores adaptados, tanto a las características del clima local, como a la normatividad ambiental y a todo nivel de presupuesto
- Apoyos del presupuesto de egresos federal para los casos más graves de ausencia de recursos económicos familiares, que podrían servir tanto para la adquisición de equipo, como de aislamiento y en emergencias, para energéticos
- Apoyo del programa de solidaridad venezolano
- Apoyo del gobierno federal, a través de PEMEX con producción de combustibles baratos
- Apoyo federal a través de la CFE en un programa de tarifas de invierno
- Establecer normas de construcción locales acordes con las características climáticas del Estado de Chihuahua
- Equipamiento de los edificios públicos, principalmente escuelas, tanto con sistemas de aislamiento, como con equipos calefactores.

## 4. El requerimiento de potencia de calefacción

El tamaño del compromiso económico de cada familia, depende de la potencia de calefacción<sup>8</sup> necesaria para enfrentar la noche más fría del año; esto tiene que ver con aparatos calefactores, por una parte, y con los energéticos usados, por otra.

Aunque cada localidad tiene sus propios registros del clima extremo, usaremos un ejemplo de temperatura exterior de diez grados bajo cero,  $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ , en una vivienda que conste de un solo cuarto de  $3\text{m} \times 3\text{m} \times 2.5\text{m}$ . Cuando la temperatura del aire exterior sea esta, como puede suceder durante muchas noches en los meses mencionados, en casi todos los municipios chihuahuenses, se requieren  $4,160\text{ Watts}^9$ , ( $4.16\text{ kW}$ ), de potencia de calefacción, para mantener una temperatura interior de veinte grados,  $+20\text{ }^{\circ}\text{C}^{10}$ , o sea, que la diferencia entre interior y exterior será:

$$\text{Diferencia } T_i - T_e = 20 - (-10) = 20 + 10 = 30\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Esta vivienda imaginaria, consta de un solo cuarto de  $3\text{m} \times 3\text{m} \times 2.5\text{m}$ , con muros de ladrillo de 10 cm de espesor –muy delgados para este ejemplo extremo- y techo de concreto, también de 10 cm, con yeso por dentro, sin recubrimiento por fuera, en la que además se considera 1 cambio de aire por hora y las cargas térmicas de una puertas y una ventana. Ver columna 10 de la Tabla 2.

Esta potencia o capacidad de calefacción, que depende de la diferencia de temperatura entre el exterior y la temperatura deseada para el interior de los espacios que se vayan a calentar, es la llamada *de diseño*, y es la que se usa para dimensionar el calefactor o en general, el sistema de calefacción; es en fin, la capacidad máxima a que puede operar dicho sistema.

Ello significa que si la temperatura exterior fuese más fría, entonces la diferencia entre exterior e interior, ya no será de  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$  y el sistema ya no podría mantener la temperatura

---

<sup>8</sup> Para cálculo de la potencia de calefacción, ver: **Wayne Turner**, *Energy Management Handbook*, The Fairmont Press, Lilburn GA, 1997.

<sup>9</sup>  $1,000\text{ Watts} = 1\text{ kW} = 1,000\text{ J/s} = 860\text{ kcal/h} = 3,412\text{ BTU/h}$ .

<sup>10</sup> La temperatura de *confort* en EUA, es de  $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ , aunque se trata de bajar, por ahorro energético a  $17\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

## Invierno en Chihuahua y el norte de México

objetivo de +20°C en el interior; de igual forma, si la temperatura exterior es menos severa, por ejemplo +5°C, entonces la diferencia, será de solo 15 °C; en esas condiciones, la potencia de calefacción es aproximadamente la mitad del primer ejemplo, entonces el sistema estará *sobrado* mientras esas sean las condiciones, por lo que podrá operarse a menos capacidad o encenderse y apagarse, para controlar la temperatura interior en 20 °C.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Tipo Vivienda</b>	Muros m2	Techo m2	Suma m2	Vol m3	Número Puertas y Ventanas	Potencia kW Muros+ Techo sin aislar	Potencia kW Muros+ Techo+ Poliestireno3 2 mm	Potencia kW 1 cambio aire/hora	Potencia kW Puertas, Ventanas	kW Muros+ Techo+ Camb Aire +P&V	kW Muros+ Techo+ Poliestireno 32 mm+ PV+ Cambios
Cuarto ladrillo 10 cm, sin yeso	30	9	39	98	2	2.87	0.890	1.09	0.20	4.16	2.18
Casita 3 cuartos ladrillo 15 cm	60	27	87	218	7	4.00	1.682	2.42	0.70	7.12	4.81
Casa 3 recámaras ladrillo 15 cm	82.5	55.5	138	345	12	6.35	2.668	3.84	1.20	11.39	7.71
Casa 3 recámaras ladrillo 30 cm	82.5	55.5	138	345	12	4.52	2.280	3.84	1.20	9.56	7.32

Tabla 2. Potencias de calefacción para varias viviendas típicas.

Esta misma Tabla 2, muestra la efectividad del aislamiento térmico; una capa de 32 milímetros de espesor de aislamiento que puede ser poliestireno, fibra de vidrio o poliuretano, reduce la carga térmica de esta vivienda, de 4.16 kW a 2.18 kW.

Las otras viviendas consideradas, todas más grandes que este primer ejemplo mínimo, la casita de tres cuartos y la casa de 3 recámaras, requieren de 7.12 kW y 11.39 kW de potencia de calefacción, respectivamente; ellas son de ladrillo de 15 cm de espesor, techo de concreto con espesor de 10 cm, tienen yeso por dentro y no tienen recubrimiento exterior, la superficie de construcción es igual a la del techo y son de 27 y 55.5 m<sup>2</sup>, cada una; la más pequeña tiene 7 puertas y/o ventanas, mientras que la más grande, tiene 12 puertas y/o ventanas. En ambos casos se consideró, como en el primero, un cambio de aire por hora.

Si se les agrega el aislamiento de 32 mm de espesor, sus cargas térmicas bajan a 4.81 kW y 7.71 kW; 32% menos potencia.

En el último caso, en el que se repiten las dimensiones de la casa de tres recámaras, pero los muros tienen doble ancho, 30 cm, se puede ver la ventaja de este tipo de construcción, ya que la carga térmica baja de 11.39 kW a 9.56 kW, cuando no hay aislamiento y de 7.71 kW a 7.32 kW, cuando sí lo hay. Esto significa que una casa de paredes gruesas resiste mejor el frío extremo, además de que dichas paredes le dan estabilidad térmica a la habitación; habría pues que rescatar las prácticas constructivas antiguas y revalorar materiales como el adobe y los muros de ladrillos *doble ancho*.

El cálculo de las potencias de calefacción reducidas por el aislamiento, debe llevarnos, como se dijo antes, a la conclusión de que dicho aislamiento en muros y techos, así como en puertas y ventanas exteriores, es una buena inversión y que habría que enfocar los esfuerzos iniciales de un programa estatal, a conseguir el equipamiento de edificaciones existentes y a poner en práctica normas de construcción, de aplicación obligatoria en construcciones nuevas, para aislar desde el principio cualquier casa particular o edificio público.

## 5. Energéticos, tecnologías y costos de la calefacción

Las fuentes de energía disponibles para la calefacción, son por lo general, escasas y caras; las más usadas hasta ahora, presentan problemas de contaminación ambiental. En el pasado cercano, estos pudieron ser problemas menores, porque los energéticos eran más baratos y porque no había conciencia social ni normas para cuidar el ambiente; también sucedía que con menor densidad de población, el ambiente podía absorber la contaminación. Esta situación ya no existe; los energéticos son más caros, hay preocupación por la calidad del aire y del ambiente, en general y las grandes ciudades concentran las emisiones contaminantes, en áreas reducidas lo que impide y retrasa su dispersión y absorción por el ambiente.

El gas LP, presenta además la problemática de estar en manos privadas, que actúan como oligopolios, lo que lo encarece substancialmente. Por otra parte, a pesar de que México es país petrolero, PEMEX, carece de oferta de combustibles para calefacción, en especial, combustibles líquidos, que de hecho se sacaron del mercado

Las fuentes naturales o las tecnologías de bajo impacto ambiental, llevan a equipos generalmente caros. O sea, que no hay soluciones sencillas.

En lo que hace a los equipos calefactores, los hay de todos los precios, desde los muy económicos, como algunos eléctricos de resistencias, así como los modelos más sencillos de gas, hasta sistemas automáticos de calefacción central, inalcanzables para la mayoría de la población.

En los siguientes párrafos se describen varias de las alternativas, empezando por el energético, sus tecnologías disponibles y los costos, de uno y otro elemento; en cada caso trataremos de señalar, además de los usos más comunes, también soluciones económicas y de emergencia, para tratar de paliar los efectos más duros de los temporales invernales: las muertes de cada invierno.

### 5.1 Gas

#### Generalidades

El gas combustible, en cualquiera de sus dos formas Natural o Licuado de Petróleo, LP, es un energético muy conveniente, sobre todo para uso doméstico; entre sus desventajas, la principal es el costo, pero también, a más larga visión, su combustión, aunque limpia relativamente, es fuente global de bióxido de carbono.

Volviendo a sus ventajas ellas son: la limpieza y facilidad de su combustión, que no produce más que aire caliente enriquecido con bióxido de carbono y humedad, pero empobrecido en oxígeno. Por otra parte, su manejo ha sido dominado y generalmente se hace de manera segura, con probabilidad de accidentes, baja.

Tanto el Gas Natural como el LP se pueden usar en sistemas de calefacción donde los gases de combustión calientan el aire ambiental y después escapan a la atmósfera por la chimenea, o también pueden usarse para calentar directamente el aire de las habitaciones.

Esta última aplicación aun cuando es muy extendida, es junto con el costo, una fuerte desventaja del gas como energético de calefacción, ya que presenta el riesgo de la permanencia de los productos de la combustión en los espacios habitados. Hay una primera

forma en que este problema se presenta, que es el de la acumulación del bióxido de carbono  $\text{CO}_2$ , en el aire respirable, que puede en condiciones extremas, desplazar totalmente el oxígeno; el bióxido de carbono, que es el producto de la combustión completa, no es tóxico *per se*, pero al desplazar el oxígeno, vuelve la atmósfera asfixiante. El segundo peligro de la combustión del gas sin chimenea, es el monóxido de carbono,  $\text{CO}$ , que es un producto de la mala combustión. Esta especie química es tóxica, de hecho es mortal, aun en bajas concentraciones.

Así, para minimizar los riesgos de la acumulación de los productos de la combustión en casos de calentadores de gas, sin chimenea, es necesario asegurar que las puertas y ventanas **no sean herméticas**, o sea, que permitan que entre aire fresco del exterior; éste aire estará frío, pero trae oxígeno que permitirá que la atmósfera de las habitaciones siga siendo respirable.

La otra medida, más importante que la anterior, es la de asegurar que los quemadores de gas tengan una combustión perfecta, lo que se puede verificar si su llama es azul. Si un quemador tiene flama con coloración amarilla o naranja o deja manchas negras de hollín, carbón no quemado, significa que tiene combustión incompleta, que por tanto produce monóxido de carbono, que es tóxico y **no debe usarse**.

## Calefactores de Gas Natural o Gas LP

El calefactor de gas, principalmente el que carece de chimenea, es de construcción sumamente sencilla y, por tanto económica. En su versión más simple consta de un quemador de gas, con válvula de cierre, sin control automático de temperatura, puede carecer de llama piloto y, generalmente vienen dotados con piezas de porcelana, llamadas radiadores, que crean un punto caliente, que inclusive puede adquirir color rojo, que da la sensación de calor en las cercanías del aparato. Sin embargo, a pesar de los mencionados radiadores, el efecto de calefacción más importante del aparato de gas de combustión directa, es el de calentar el aire de las habitaciones y hacerlo circular, como lo muestra la Figura 4. De hecho, un buen calefactor de emergencia, es la estufa de gas de la cocina, que existe en la gran mayoría de las casas, y que se puede usar como equipo calefactor, guardando las precauciones relativas a la acumulación de gases de la combustión. Como se muestra en la mencionada Figura 4, en realidad hay y *debe haber*, intercambio de aire fresco, nuevo, del exterior, que hay que dejar que entre por los pequeños espacios inferiores entre puertas o ventanas y el piso o las paredes y que sale, en forma de aire caliente, viciado, por los mismos espacios superiores; este pequeño intercambio, es vital para mantener la respirabilidad en las habitaciones.

Eficiencia, en este caso térmica, es la proporción entre la energía aprovechada y la energía contenida en el energético, en este caso, gas. Eficacia es un término de calidad, que de manera simplificada, sería: *que tan bien se ejecuta la tarea*, en este caso calentar los espacios. El problema más común de los sistemas de calefacción, es concentrar demasiado calor en una zona y dejar otras frías, lo que es típico de sistemas radiantes, *poco eficaces*.

En versiones más acabadas, para soluciones de largo plazo, el calefactor puede y debe contar, con sistemas automáticos de control y con indicaciones de temperatura, también puede contar, con sistemas de encendido electrónico, que son mejores que los de llama piloto.

La eficiencia teórica de un calentador de gas, sin salida de gases de combustión es 100%, ya que no hay pérdidas por gases de escape a la atmósfera, aunque si se sigue la recomendación

de renovar el aire de las habitaciones, dicho valor disminuye; la eficacia con la que calienta las habitaciones, es buena, dado que los gases de combustión circulan por convección, de manera natural.

Cuando se usa gas para calefacción con salida de gases de combustión, su eficiencia disminuye, pero sigue siendo alta, de más de 90%.

Siempre que se use convección forzada, con ayuda de ventiladores, se aumenta la eficacia de la calefacción.

Los calefactores de gas con salida de gases de combustión, sacan los gases de combustión, como lo hace el de aceite, mostrado en la Figura 5.

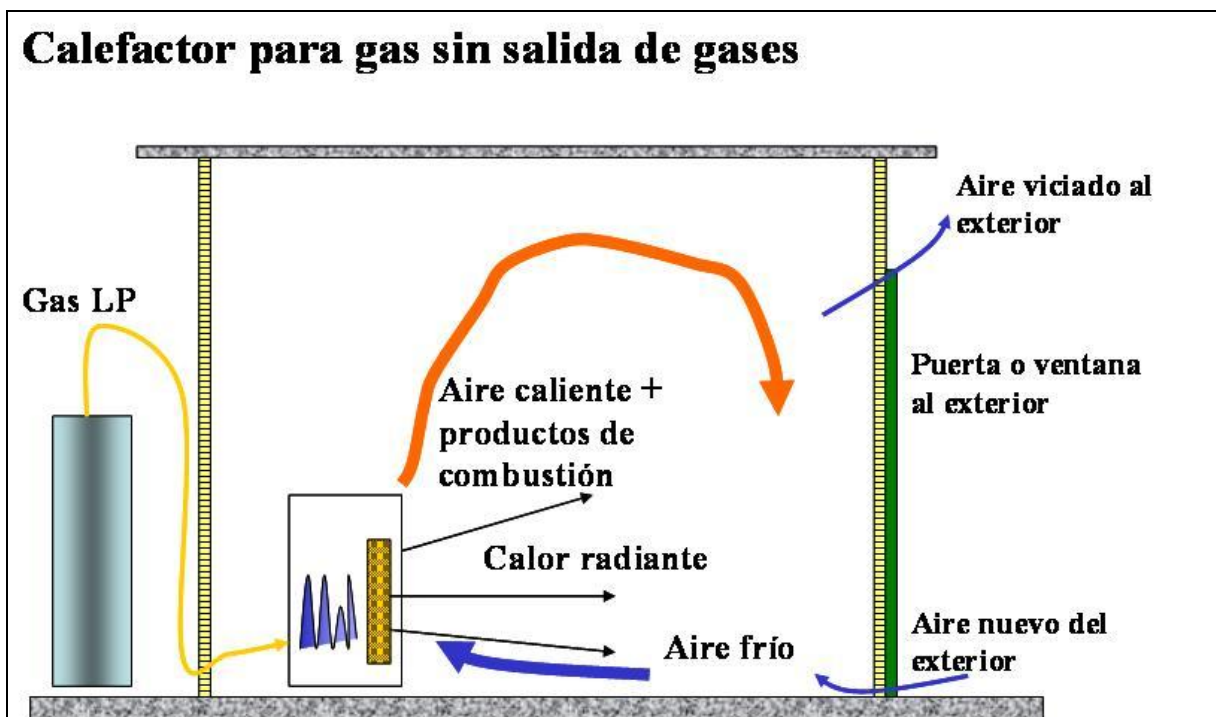


Figura 4. Habitación con calefactor de gas, sin chimenea.

### Costo energético

Un calentador de gas LP con una potencia de calefacción de 4.16 kW, con 90% de eficiencia, consume 0.364 kg/h de propano, mismo que tiene un precio, según PEMEX<sup>11</sup>, de 9.53 Mx\$/kg, o sea un costo:

$$C_{gp} = 0.364 \times 9.53 = 3.47 \text{ Mx\$/h, tres pesos, cuarenta y siete centavos cada hora.}$$

Esto a su vez significa que el costo unitario de esa energía fue:

$$C_{ep} = 3.47/4.16 = 0.83 \text{ Mx\$/kWh}_t; \text{ ochenta y tres centavos de peso, por cada kilowattora térmico, kWh}_t.$$

<sup>11</sup> Ver [http://www.pemex.com/files/dcpe/petro/epublico\\_esp.pdf](http://www.pemex.com/files/dcpe/petro/epublico_esp.pdf), en [www.pemex.com](http://www.pemex.com).

Un calentador de gas natural con una potencia de calefacción de 4.16 kW, con 90% de eficiencia, consume 0.335 kg/h de ese combustible, mismo que tiene un precio de 8.63 Mx\$/kg<sup>12</sup>, o sea un costo:

$$C_{gn} = 0.335 \times 8.63 = 2.89 \text{ Mx\$/h}, \text{ dos pesos, ochenta y nueve centavos cada hora.}$$

Esto a su vez significa que el costo unitario de esa energía fue:

$$C_{e_{gn}} = 2.89/4.16 = 0.69 \text{ Mx\$/kWh}_t; \text{ sesenta y nueve centavos de peso, por cada kWh}_t.$$

Ver Tabla 3, para una comparación general.

### Costo de los equipos

Los calentadores de gas, para ambiente, son relativamente económicos, su precio depende principalmente de los acabados y de los controles, sin embargo, sus precios andan entre 200 y 400 pesos por kilo Watt. O sea, que el tamaño mínimo de 1 a 2 kW, puede costar entre 500 y 1,500 pesos. Si en cambio se trata de sistemas de calefacción central, su costo es de varios miles de pesos.

Energético	Costo Energía Mx\$/kW h	Costo Horario Mx\$/hora
Gas LP, 90% ef	0.83	3.47
Gas Natural	0.69	2.89
Diesel	0.66	2.73
Gasóleo Chihuahua	0.51	2.12
Electricidad Resistencias	Aprox. 2.0	Aprox. 8.0
Electricidad Bomba Calor	Aprox. 2.0	Aprox. 2.378

*Tabla 3. Costo de energéticos para 4.16 kW*

## 5.2 Aceite combustible

### Generalidades

En Chihuahua y en todo el país, se usó durante muchos años un combustible líquido que producía PEMEX, llamado *petróleo diáfano*, este era equivalente a lo que internacionalmente se llama *Aceite Combustible No. 1* o *No. 2*; en otros países hay algo parecido llamado *aceite de calefacción*. Pues en Chihuahua y en México desapareció, aunque en sustitución, PEMEX ha estado ofreciendo, de manera limitada, un sustituto llamado gasóleo.

El combustible líquido puede y debe ser más barato que el gas LP o que el gas natural, que son casi los únicos combustibles que se usan en el Estado Chihuahua para calefacción, además su aplicación es sencilla y segura; de hecho los calefactores de *petróleo diáfano*, o de cualquier combustible líquido, tienen que tener chimenea al exterior, con lo que se elimina el riesgo de tener gases de combustión tóxicos o que desplacen el oxígeno de las habitaciones.

Habría que conseguir que PEMEX lo produjera y lo surtiera, aunque fuese solo un lote de temporada; si esto no fuera posible, habría que importarlo. En todo caso, habría que asegurar que su precio fuese menor al del gas.

Para esto, la propuesta del diputado local Víctor Quintana, de importar aceite de calefacción de Venezuela, aprovechando el proyecto de solidaridad a través del cual ese país ha estado apoyando a norteamericanos de escasos recursos, es excelente<sup>13</sup>.

<sup>12</sup> Precio a diciembre de 2007, facturado por el distribuidor autorizado en la ciudad de México.

Como alternativa a la falta de *petróleo diáfano*, se puede pensar en quemar aceite diesel, o gasóleo, usando los mismos calefactores que se usaban para el diáfano, dado que el costo por unidad térmica, de cualquiera de ellos, es inferior al del gas, tanto LP, como natural. Esta posibilidad requiere del ajuste de los calefactores, ya sea el quemador o la válvula de control, o ambos, para lograr una combustión óptima, sin humo negro y sin depósitos de hollín en el equipo.

Por último, habría que considerar la posibilidad de usar, también previo estudio técnico, aceite lubricante de motor de combustión interna, de desecho, que ya se usa como combustible industrial y que puede ser una oportunidad por bajo costo para calefacción doméstica, en los ya mencionados calentadores de diáfano, o en otros, diseñados y construidos *ex profeso*. El aceite lubricante de motores de combustión interna, desechado por sucio, puede quemarse como sale del motor, aun cuando también puede someterse a procesos de limpieza relativamente sencillos, tales como filtrado, lavado con agua y centrifugado y precipitación de aditivos por reactivos químicos; de hecho, este aceite ya limpio, como se describe arriba, se usa como lubricante en aplicaciones de requerimientos menos exigentes que en motores de combustión.

### **Calefactor de aceite combustible *de olla***

El calefactor de aceite combustible ligero, usado tradicionalmente en Chihuahua para *petróleo diáfano*, es de construcción económica y operación relativamente sencilla. Consta de un quemador, llamado *de olla*, –que es el único del que hablaremos aquí– es un cilindro con base ligeramente curva y paredes verticales perforadas; el combustible es alimentado por una válvula de nivel constante, llamada popularmente, en Chihuahua *carburador*, que mantiene una *lagunita* de combustible en el fondo de la *olla*. Si se abre la válvula, con el quemador apagado, ésta debe dejar fluir combustible líquido hasta igualar el nivel del quemador con el suyo propio. Ver Figura 5.

Esta es una alternativa tecnológica con muchas ventajas, la primera es que saca los gases de combustión de las habitaciones, la segunda es que calienta por convección, más que por radiación, lo que lo hace más eficaz que el radiante. La principal desventaja de esta tecnología, es que salió del mercado por la desaparición del combustible llamado *petróleo diáfano*, lo que implica que habría que conseguir diesel o gasóleo y calibrar el sistema para este cambio.

Una vez encendido el combustible en el fondo del quemador, lo que se hace con ayuda de una flama que dure unos segundos, el combustible empieza a hervir así, el combustible gasificado sube y se quema, con lo que se forma la llama, la que a su vez al subir por convección, succiona aire para la combustión a través de las perforaciones de la *olla*.

Arriba de la *olla*, ya no debe haber flama, solo gases calientes que suben por el cuerpo del cilindro superior, donde calientan sus paredes, antes de salir por la chimenea. El aire de las habitaciones se calienta, sin mezclarse con productos de la combustión, en el espacio que existe entre el cilindro superior y un gabinete exterior, de preferencia aislado térmicamente.

Como se verá, este calefactor es de operación muy sencilla, no requiere de bomba de combustible, este fluye por gravedad; se regula por una válvula de flotador, que no requiere de energía; tampoco requiere de ventiladores para mover el aire caliente, este sube por convección en el espacio ya descrito.

---

<sup>13</sup> Ver Víctor Quintana, La Jornada, 16 noviembre 2007: [www.jornada.unam.mx](http://www.jornada.unam.mx).

La eficiencia térmica de este calefactor, no es de 100%, dado que hay gases de combustión, todavía calientes que fluyen al exterior, sin embargo, ésta se puede conservar, al igual que en el calefactor de gas con chimenea, en valores altos, de más de 90%.

### Calefactor para combustible líquido con salida de gases

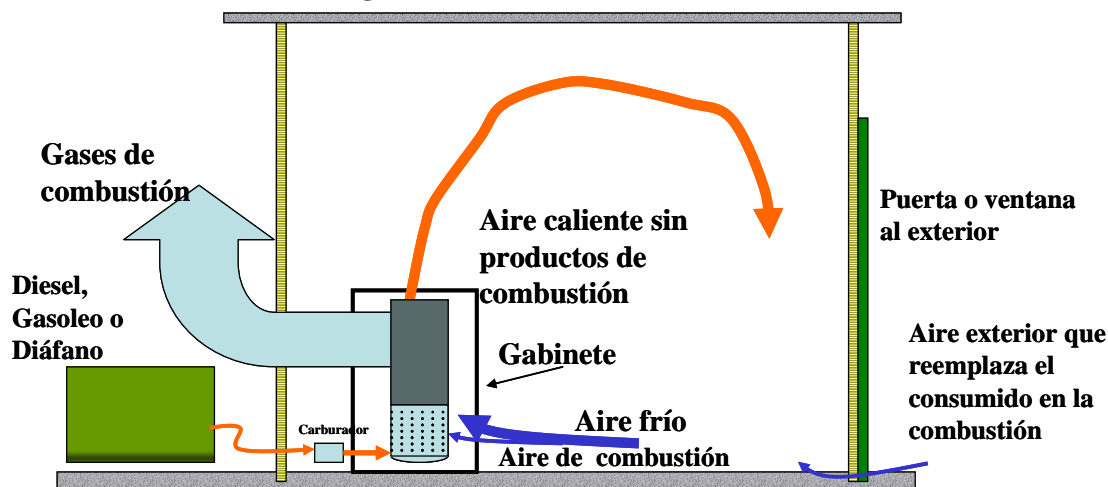


Figura 5. Calefactor de combustible líquido, con salida de gases de combustión.

La eficacia, proporcionada por el movimiento convectivo del aire caliente, es alta.

Habría que conseguir fabricación masiva, de preferencia local y financiamiento popular del tipo del que tiene la CFE para el aislamiento térmico.<sup>14 15</sup>

#### Costo energético

Con diesel, el consumo para los mismos 4.16 kW será de 0.4 kg/h, que equivalen a 0.46 litros por hora, cuyo precio, en la misma referencia de PEMEX para el LP, es de 5.93 Mx\$/litro, esto lleva a un costo:

$$C_d = 0.46 \times 5.93 = 2.73 \text{ Mx\$/h}, \text{ dos pesos, setenta y tres centavos cada hora.}$$

El costo unitario de la energía térmica ahora sería:

$$C_e = 2.73/4.16 = 0.66 \text{ Mx\$/kWh}; \text{ sesenta y seis centavos de peso por cada kWh}_t.$$

Con gasóleo, del que PEMEX está vendiendo en Chihuahua, suponiendo el mismo poder calorífico que el diesel y por tanto, el mismo consumo de 0.4 kg/h, que equivalen a 0.46 litros por hora, con el precio en Chihuahua en 2007 de 4.6 Mx\$/litro, tenemos un costo:

$$C_d = 0.46 \times 4.6 = 2.12 \text{ Mx\$/h}, \text{ dos pesos, doce centavos cada hora.}$$

<sup>14</sup> Para calefactores domésticos a base de combustible líquido, ver: <http://www.ctz.com.ar/keroclima.htm>. Para quemadores, <http://www.bon-foc.com/1Quemadores.htm>.

<sup>15</sup> Para calentadores de gran tamaño, ver: [http://www.masterheaters.eu/master/index\\_en.php?nagrzewnice=olejowe\\_stacjonarne\\_bf&urzadzenie=bf\\_60e](http://www.masterheaters.eu/master/index_en.php?nagrzewnice=olejowe_stacjonarne_bf&urzadzenie=bf_60e)

El costo unitario de la energía térmica ahora sería:

$C_e = 2.12/4.16 = 0.51 \text{ Mx\$/kWh}$ ; cincuenta y un centavos de peso por cada kWh<sub>t</sub>.

### Costo de los equipos

Un calentador de petróleo diáfano, adaptado para quemar diesel, puede ser más caro que uno de gas, además de que, en general, son más grandes, así, que su costo, para una potencia de unos 4 kW puede andar alrededor de los 2,000 a 3,000 pesos, nuevo, con buenos acabados.

## 5.3 Electricidad

### Generalidades

La electricidad, que puede usarse como energético para la calefacción, es un excelente vehículo para aprovechar grandes fuentes de energía, que suele presentarse en múltiples formas, como el carbón, la energía nuclear, las caídas de agua en lugares óptimos, en instalaciones de gran tamaño, para después ser transportada por las líneas de transmisión y distribución y aprovecharla en millones de centros de consumo. La aplicación de la energía eléctrica es muy limpia y segura, aun cuando puede ser muy cara.

Las resistencias eléctricas son el medio más sencillo y fácil de conseguir para producir calor con pocos elementos. Ejemplos hay muchísimos: las planchas de ropa, las parrillas para cocinar, los aparatos domésticos para calentar agua en las cocinas, además de múltiples dispositivos usados en para obtener calor de manera fácil, rápida y sin uso de combustibles, constan de resistencias eléctricas.

Las principales ventajas de la calefacción por resistencias eléctricas, son: El bajo costo de los aparatos calefactores; la sencillez de su construcción; la precisión con que se puede controlar la temperatura; el tamaño pequeño y preciso que se puede lograr en los dispositivos calefactores.

A pesar de sus ventajas de bajo costo inicial, de limpieza y sencillez de su operación –ideal para resolver emergencias- los calentadores eléctricos son una mala opción social, de hecho presentan una contradicción difícil de resolver, ya que consumen energía de alta calidad, que debe ser usada mejor en mover motores y en iluminación, que convertida en calor. Además, para que pueda existir un calentador eléctrico en operación, sea para calefacción invernal, para producir una taza de café, o como parte de un proceso industrial, el sistema de servicio público de electricidad, la CFE, tiene que tener la misma potencia de generación instalada y en operación.

En otras palabras, por cada 10,000 calentadores eléctricos de 1.5 kW, que se pueden comprar este invierno en las tiendas de electrodomésticos, un total de 15,000 kW de nueva demanda para la red de CFE, y que le pueden haber costado a los consumidores, como decíamos, 300 pesos por cada kW, o sea, 4.5 millones de pesos, la CFE debe contar con los mismos 15,000 kW de capacidad de generación, pero en forma de plantas generadoras, que cuestan de 500 a 1,000 dólares por cada kW, entre 18 y 36 veces más de inversión; o sea, que para alimentar los 10,000 aparatos que pudieron haber entrado en operación esta temporada, la CFE tuvo que garantizar la existencia de capacidad de generación con un costo de 7.5 a 15 millones de dólares. La única salvedad a este asunto, es que la demanda invernal del sistema eléctrico nacional es inferior a la de verano, por lo que la capacidad con la que se enfrenta el verano, ya existe para el invierno.

## Calefactores de resistencias eléctricas

Los calefactores eléctricos de resistencias, son aparatos muy sencillos, constan de un gabinete, un soporte de las resistencias, quizás un ventilador, para promover la circulación del aire. Hay un modelo de aparición reciente en el mercado, que tiene un depósito de aceite térmico, que se calienta por las resistencias, el cual es contenido dentro de un depósito diseñado para promover la circulación del aire, o sea, la convección.

La principal desventaja es el costo de la electricidad como energético, que puede ser dos o tres veces más alto que el del gas o del diesel.

La eficiencia de conversión de electricidad en calor, es muy alta, se puede hablar de 100%.

La eficacia de los calefactores de ambiente, de resistencias eléctricas, es baja si solo se aprovecha el calor radiante; si al calefactor de resistencias se le añade un ventilador, su eficacia sube considerablemente, lo que también sucede con los de depósito de aceite, que promueven la circulación del aire.

## Costo energético

En el calentador eléctrico, de resistencias, el costo energético va a depender de la Tarifa de la CFE; si el consumo del domicilio es mayor de 140 kWh/mes, la Tarifa Doméstica 1, es de más de 2 Mx\$/kWh, entonces la electricidad usada en el calefactor de 4.16 kW, cuesta más de 8 Mx\$/h, ocho pesos por hora<sup>16</sup>.

$C_e \geq 8 \text{ Mx\$/h}$ , igual o mayor que 8 pesos por hora; más que con diesel o gas.

## Costo de los equipos

El costo de un aparato calefactor de 1,500 Watts, puede ser 450 pesos mexicanos, 300 pesos por kW, (27 US\$/kW de 2007). Este costo puede ser bajo, sin embargo, el costo social, el que todos pagamos por nuevas plantas, es altísimo.

## Calefacción por bomba de calor

La calefacción por bomba de calor, es desde hace muchos años, según algunos autores, *la calefacción del futuro*<sup>17</sup>. La bomba de calor es la misma máquina de refrigeración que se usa en los refrigeradores domésticos de alimentos, así como en cualquier otra aplicación que requiera enfriar o congelar agua, alimentos, aire, productos industriales.

La bomba de calor tiene cuatro elementos: Compresor, condensador, válvula de expansión y difusor. El compresor, que recibe potencia mecánica de un motor, envía la sustancia de trabajo, llamada *refrigerante* al condensador, que es un intercambiador de calor, donde cede calor –calienta un fluido externo al ciclo- al pasar de fase gaseosa a líquida; este líquido se expande a través de la válvula de expansión y en ese cambio de fase absorbe calor, así el gas frío pasa al difusor, que es otro intercambiador de calor, donde *enfriá* otro fluido externo al ciclo. En suma, la bomba de calor *bombea* la energía en forma calor, energía térmica, de un punto a otro<sup>18</sup>. Ver Figura 6.

---

<sup>16</sup> Ver [www.cfe.gob.mx](http://www.cfe.gob.mx).

<sup>17</sup> Shinskey, *Energy Conservation Through Control*, Academic Press, New York, 1978.

<sup>18</sup> Ver: [http://www.raelec.es/espanol/bomba\\_calor/bomba\\_de\\_calor\\_c.htm](http://www.raelec.es/espanol/bomba_calor/bomba_de_calor_c.htm), [http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba\\_de\\_calor](http://es.wikipedia.org/wiki/Bomba_de_calor), <http://www.heatpumpnet.org.uk/>.

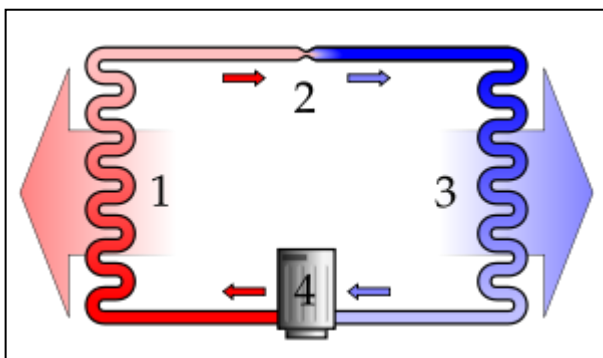


Figura 6. Esquema simplificado de bomba de calor.

La efectividad de la bomba se mide en forma de un coeficiente llamado por sus siglas en idioma inglés, COP, *coefficient of performance*, que es el cociente entre la energía *bombeada* y la energía suministrada por el motor que mueve el compresor. Este COP es normalmente mayor a 3, en refrigeración, lo que significa que por cada kW alimentado al motor, hay 3 kW en forma de potencia de refrigeración y más de 3 en calefacción, lo que significa que hay, además, más de 3 kW, en forma de potencia de calefacción.

El costo inicial es definitivamente la principal desventaja de la bomba de calor. El bajo costo de operación, es su principal ventaja. Otra ventaja técnica es que el calor se distribuye en las habitaciones con ayuda de ventiladores, a través de unidades llamadas *fan-coil*, en inglés, que significa ventilador-serpentina; esta forma de distribución de calor, llamada convección forzada, es muy eficaz.

En resumen, que la bomba de calor podría considerarse una buena alternativa, tanto a los combustibles fósiles, como a las resistencias eléctricas, siempre y cuando, su aplicación masiva se haga como parte de un capítulo regional, estacional, de una política energética nacional.

### Costo energético

En el calentador de bomba de calor, volviendo a nuestro ejemplo de una potencia de calefacción de 4.16 kW, necesaria para la mínima vivienda de párrafos atrás, esta se podría satisfacer con una bomba de calor con COP de 3.5 cuyo consumo de electricidad sería de:

$$P_e = 4.16/3.5 = 1.189 \text{ kW}, \text{ entonces su costo será de:}$$

$$C_e = 1.189 \text{ kWh/h} * 2 \text{ Mx\$/kWh} = 2.378 \text{ Mx\$/h}, \text{ dos pesos, setenta y siete centavos por hora.}$$

Si la CFE aplicara en Chihuahua, una Tarifa de Invierno, espejo de la 1E de verano, se podría tener un costo de 0.447 \$/kWh en los primeros 300 kWh de un mes, 134.1 pesos; una segunda tarifa de 0.741 \$/KWh, por los siguientes 600 kWh, del mismo mes, 444.6 pesos, y un tercer nivel de 2.206 \$/kWh, por la energía adicional, que podrían ser otros 300 kWh, lo que daría 661.8 pesos. Así, si una familia consumiese, los primeros 300, al costo más bajo, también los siguientes 600 a la siguiente tarifa y otros 300 kWh, a la tercera tarifa, tendría en ese mes, un consumo de 1,200 kWh, lo que resultaría en un costo total de:

$$C_t = 134.1 + 444.6 + 661.8 = 1240.5 \text{ pesos,}$$

Lo que resultaría en una tarifa promedio, de invierno, de 1.0337 \$/kWh<sup>19</sup>.

<sup>19</sup> Ver: [www.cfe.gob.mx](http://www.cfe.gob.mx). Un precio de 1 peso/kWh, no es una exageración, de hecho es una cantidad muy cercana el precio promedio de la electricidad en grandes bloques, como se tasa en las tarifas HT, HS y HM, pero además, es el precio que los consumidores domésticos pagan en las zonas cálidas, durante el verano.

A este precio *de invierno*, con un sistema de calefacción de bomba de calor, los costos serían:

$Ce = 1.189 \text{ kWh/h} * 1.0337 \text{ Mx\$/kWh} = 1.23 \text{ Mx\$/h}$ , un peso, veintitrés centavos por hora. Estos valores no aparecen en la Tabla 3.

### Costo de los equipos

Un calentador de bomba de calor, comercial, que vendría a ser una unidad de ventana o una unidad de elementos separados llamada *mini split*, es mucho más caro que cualquiera de las alternativas anteriores, su precio es del orden de 10,000 pesos.

## 5.4 Combustibles sólidos

### Generalidades

Cuando se habla de combustibles sólidos, se piensa en leña y en árboles, y en deforestación; pero aquí se trata de producción ordenada de combustibles, a partir de residuos no útiles, como aserrín y otros restos de la industria maderera, restos de podas en parques y jardines, papel y cartón debidamente compactados y procesados, restos de cosechas, restos de alimentos desecados; todas estas fuentes hacen que este tipo de combustible sea estrictamente renovable, además, de precio competitivo.

En este tema habría que avanzar en estudios de disponibilidad de materia prima y en instalaciones procesadoras de residuos que produzcan combustibles homogéneos y seguros. En EUA, Canadá e Inglaterra, existe un mercado importante de combustible sólido, en forma de gránulos, llamados en idioma inglés *pellets*, que según el *Pellet Fuels Institute*, satisfacen las necesidades de combustible para calefacción de 800,000 casas, solo en EUA<sup>20</sup>.

Al igual que con la fabricación de calentadores de combustible líquido, aquí habría que privilegiar la industria local.

### Calefactores o estufas de combustibles sólidos

Los calefactores para combustibles sólidos, ya casi no existen, hay que fabricarlos, pero hay que hacerlo, de la mejor manera, con calidad de industria moderna, con emisiones contaminantes reducidas y hasta como elementos decorativos. Ver Figura 7.

Aún cuando se puede recurrir a las viejas estufas y calentadores de leña, o a los equipos improvisados *hechizos*: por ejemplo, tambores de aceite vacío, con parrillas soldadas en su interior, las correspondientes puertas para introducir el combustible y para extraer la ceniza,



<sup>20</sup> <http://www.pelletheat.org/3/residential/index.html>.

además de una salida para los gases de combustión y la correspondiente chimenea de tubos de lámina, ya que algo así puede aprovecharse para armar sistemas de bajo costo y rápida instalación, hay que dejar esa improvisación solo para emergencias.

De esa forma, hay que pensar en aparatos nuevos, fabricados con todos los avances de la industria, como sistemas de medición y control, además de un diseño adecuado para lograr muy buena combustión y muy baja emisión de contaminantes.

Hay básicamente dos formas de reducir la emisión de contaminantes a la atmósfera, al quemar combustibles sólidos, la primera es un reductor catalítico, muy parecido en concepto al de los motores de gasolina para automóvil. La segunda manera, más involucrada con el diseño de los aparatos, introduce una corriente de aire secundario, arriba de la flama, para permitir la combustión de los gases volátiles que la madera y otros combustibles de origen orgánico, liberan y que no si se queman junto con sus porciones sólidas, producen gases de combustión muy contaminantes, consistentes principalmente de gases combustibles inquemados. Ver Figura 8.

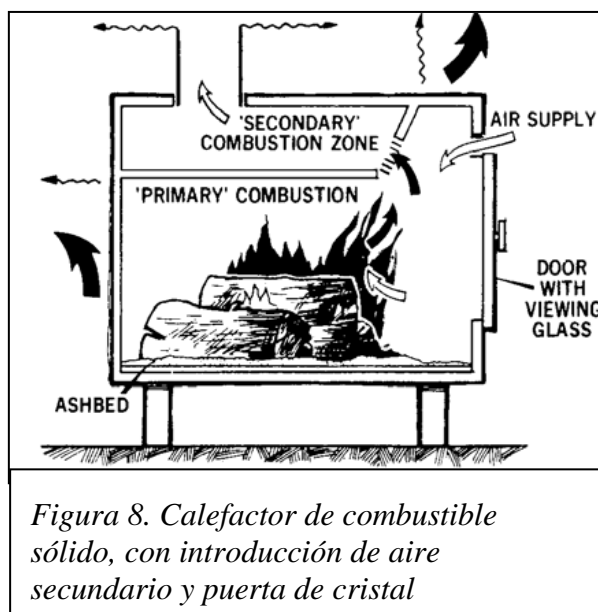


Figura 8. Calefactor de combustible sólido, con introducción de aire secundario y puerta de cristal

Estos equipos, son en suma, otra oportunidad de desarrollo tecnológico, cuyo diseño habría que encargar a alguna institución de investigación y desarrollo, en beneficio de la industria local, lo que podría convertirse en una importante aportación al problema invernal chihuahuense. Ver varias direcciones de Internet que se refieren al asunto<sup>21</sup>.

## Chimeneas

Las chimeneas construidas de piedra o ladrillo, son sistemas de calefacción de muy baja eficiencia, de hecho son más bien elementos decorativos, dado que absorben una gran cantidad de aire de las habitaciones y lo sacan por el tiro hacia el exterior, por otra parte, dado su función de crear un ambiente cálido en las habitaciones, su combustible deben ser grandes piezas de madera, leños que forzosamente son ramas y troncos de árboles, además, su forma de calentar el interior habitado, es casi exclusivamente por radiación, que como ya hemos mencionado, es algo de baja eficacia. Por último, las chimeneas tradicionales, son grandes emisores de humo, por lo que debe evitarse su uso.

La única manera de aprovechar racionalmente una chimenea ya construida, es con un inserto de calentamiento del aire por convección, que se puede fabricar de placa de acero, muy parecido en sus características de eficiencia y bajas emisiones, a los calefactores de

<sup>21</sup> [http://www.solidfuel.co.uk/frame/800ind\\_ex.html](http://www.solidfuel.co.uk/frame/800ind_ex.html) , <http://www.dulley.com/docs/f880.htm>,  
<http://www.dulley.com/il/461.jpg>, [http://www.drugasar.co.uk/solid\\_fuel\\_stoves\\_tech.htm](http://www.drugasar.co.uk/solid_fuel_stoves_tech.htm),  
<http://www.hearth.com/what/pellet/pellet1.html>, [http://www.epa.sa.gov.au/pdfs/info\\_wood.pdf](http://www.epa.sa.gov.au/pdfs/info_wood.pdf),  
[http://www.eere.energy.gov/consumer/your\\_home/space\\_heating\\_cooling/index.cfm/mytopic=12570](http://www.eere.energy.gov/consumer/your_home/space_heating_cooling/index.cfm/mytopic=12570).

combustible sólido, modernos, descritos anteriormente. Esta alternativa, sigue teniendo, sin embargo, las desventajas del uso de leños, lo que sí provoca deforestación.

### Costo energético

El costo de los combustibles sólidos, así sean fabricados especialmente, a partir de desechos industriales o agrícolas, debe ser inferior al del gasóleo. Este cálculo no fue hecho, dadas las múltiples incertidumbres del caso.

### Costo de los equipos

El costo de fabricación de un calentador improvisado, para enfrentar emergencias, no debe ser superior a los 500 pesos, mientras que los aparatos de fabricación moderna, deben ser competitivos con los de gas, de tamaño equivalente.

## 5.5 Energía solar

### Generalidades

La energía solar que recibe un lugar como Chihuahua, puede ser de hasta  $1 \text{ kW/m}^2$ , aún en invierno, lo que significa que la energía recibida en  $50 \text{ m}^2$  del techo de una vivienda, durante 8 horas, a una eficiencia de almacenamiento de 50%, puede ser de 200 kWh, lo que podría servir para alimentar 20 kW, durante 10 horas.

El problema es que las tecnologías para lograr esta colección de energía del sol, son caras. Sin embargo, hay sistemas llamados pasivos<sup>22</sup>, como el de las Figura 9 y 10, tomadas de las referencias anteriores, ([www.eere.energy.gov](http://www.eere.energy.gov)), que se pueden construir, con un buen plan y con presupuesto, tanto en casas individuales, como en edificios públicos y comunales.

En realidad la técnica descrita ahí se refiere a la conocida y antigua práctica de orientar las construcciones con ventanas al sur, para que el sol de invierno penetre por estas aperturas, caliente las paredes y pisos interiores de las construcciones y se almacene así el calor; seguramente en el desarrollo de esta técnica existen oportunidades importantes de ahorro de energéticos.

Por desconocimiento, y premura, no se presentan estimaciones de costos de sistemas de calefacción por energía solar.



Figura 9. Espacio calentado con energía solar, por el método "pasivo".

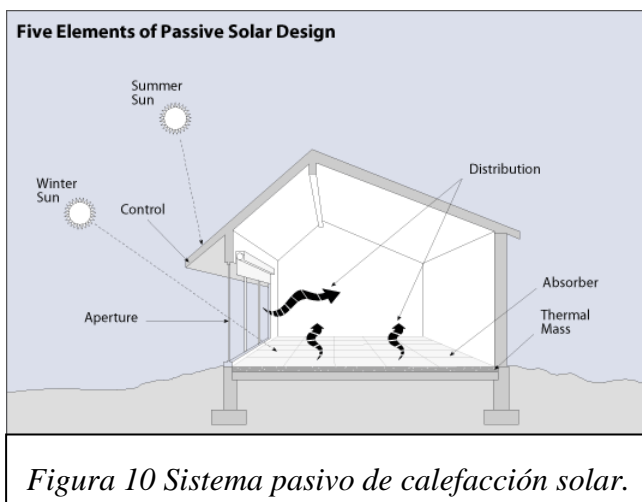


Figura 10 Sistema pasivo de calefacción solar.

<sup>22</sup> [http://www.eere.energy.gov/consumer/your\\_home/designing\\_remodeling/index.cfm/mytopic=10260](http://www.eere.energy.gov/consumer/your_home/designing_remodeling/index.cfm/mytopic=10260), [http://www.eere.energy.gov/consumer/your\\_home/designing\\_remodeling/index.cfm/mytopic=10270](http://www.eere.energy.gov/consumer/your_home/designing_remodeling/index.cfm/mytopic=10270).

## 6. Normas de construcción de viviendas y edificios públicos

Las soluciones técnicas para disminuir el riesgo de afectación a la salud y muerte por los efectos del clima invernal, pueden empezar por Normas Oficiales Mexicanas NOM, nuevas que debieran estar incluidas o ligadas con las normas generales de construcción.

A decir verdad nuestro país *carece* de normatividad para la construcción de viviendas; lo único que tenemos en México, es el *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*<sup>23</sup> y sus *Normas Técnicas Complementarias*<sup>24</sup>.

En esta propuesta se recomienda que el Estado de Chihuahua desarrolle, ya sea un complemento al Reglamento del DF, en el que se especifiquen detalles referidos principalmente a los materiales, al aislamiento térmico, a la ventilación y a la orientación de las construcciones en los términos más adecuados para el clima de la región, o bien, una reglamentación completa, nueva, para el Estado. Es obvio que cualquier esfuerzo por reducir los riesgos del clima invernal, debe contemplar el otro problema, el del calor extremo durante los veranos chihuahuenses.

Pero sea con normas o sin ellas, las construcciones en el Estado de Chihuahua deben cuidar aspectos como el aislamiento térmico en muros y techos, donde algo tan simple como placas de aislamiento de algunos centímetros de espesor, puede bajar sus cargas térmicas a la mitad; el propio espesor y material de los muros puede aprovecharse tanto para reducir cargas térmicas del exterior, como para almacenar energía térmica y producir con ello estabilidad térmica; las puertas y ventanas exteriores, que en la mayoría de las construcciones existentes, presentan cargas térmicas importantes que habría que tratar de reducir, pueden atacarse con cristales dobles en las ventanas y placas de aislamiento interconstruidas en las puertas.

Seguramente las construcciones producto de la nueva normatividad aquí esbozada, serán más caras que las actuales, pero la comodidad, seguridad y menores costos de calefacción en el invierno y de refrigeración en el verano, deben producir una relación beneficio costo positiva.

## 7. Conclusiones

Los chihuahuenses en particular, pero el resto de los mexicanos también, debemos prestar más atención a las afectaciones que el invierno trae, a la salud y a la vida de las personas más desprotegidas, y al bienestar y a la economía del resto de la población. Las soluciones, tanto las de emergencia, como las de más largo plazo, requieren del concierto, tanto de los órganos del Estado, como de la aplicación y, en su caso reforma, de las leyes y normas que rigen nuestra vida social.

El asunto plantea, por otra parte, oportunidades económicas para empresas locales, que pueden aportar sus capacidades en la aplicación de las diversas soluciones de las que se trata esta propuesta; también aquí se requiere de la participación de los gobiernos estatales, municipales y federal, así como de los respectivos órganos legislativos, tanto en la

---

<sup>23</sup> <http://www.df.gob.mx/leyes/normatividad.html?materia=1&apartado=2&disp=377>.

<sup>24</sup> <http://www.df.gob.mx/leyes/normatividad.html?materia=1&apartado=13&disp=717>.

concretización de apoyos financieros, algunos de banca de desarrollo, otros de uso de recursos fiscales.

Entre las medidas de más pronta aplicación, deberán estar aquellas relacionadas con una declaratoria de emergencia civil, durante la temporada invernal, seguramente a través de una ley, que obligue a la ejecución de las tareas de solidaridad mencionadas en el punto 3.

En otro plano de menos premura, pero que de todas formas, debiera empezar a planearse y aplicarse de inmediato, están los apoyos federales, relacionados con la fabricación por parte de PEMEX, de hasta 80 millones de litros<sup>25</sup>, equivalentes a 500,000 barriles de un aceite combustible ligero, para calefacción, de mejor calidad que el gasóleo, que se pueda quemar sin problemas de emisión de humos, en los calentadores de quemador de olla.

Otra de las grandes medidas, podría ser la de conseguir una tarifa eléctrica de invierno, equivalentes a las tarifas de clima cálido que tiene la CFE para algunos estados de la república. Una solución de este tipo, tendría que contar con la anuencia de la paraestatal encargada del servicio público de electricidad, ya que si los chihuahuenses adoptaran masivamente el uso de electricidad para calefacción, lo que de hecho ya está sucediendo con la venta generalizada de calefactores de resistencias, las redes de transmisión y las centrales generadoras, tendrían que estar adaptadas para enfrentar esa nueva demanda. Con las cifras de la cita anterior, se puede estimar de manera gruesa, una demanda máxima que podría ser del orden de 6,000 MW, si los 640,000 núcleos familiares chihuahuenses usaran 10 kW para calefacción, simultáneamente.

Dado el alto costo energético de la calefacción por resistencias, se podría pensar en un plan de desarrollo de los sistemas basados en bomba de calor, como contraparte a un esfuerzo desde la CFE.

Por último, todavía en electricidad, es necesario recordar que no obstante las desventajas, ya señaladas, de la calefacción por resistencias, este método de calentamiento es el de más fácil aplicación y, por ello, uno de los recursos que deben preferirse para situaciones de emergencia, por lo que habría que, siempre de acuerdo con la CFE, usarlo primordialmente para evitar muertes.

Por último, en este resumen final, considero que tanto el Congreso del Estado, como los gobiernos estatal y municipal, deben convocar a las asociaciones de profesionales, tanto del ramo de la arquitectura y la construcción, como del ramo de la ingeniería mecánica y eléctrica, así como a las instituciones de educación superior, principalmente la UACH, UACJ, y los Institutos Tecnológicos de la SEP, a integrar un amplio foro de discusión, que permita llegar a conclusiones acerca de los dos grandes retos planteados aquí desde el principio:

**¿Qué hacer para evitar las muertes por el frío?**

**¿Qué hacer para bajar los costos de la calefacción?**

---

<sup>25</sup> 3.2 millones de habitantes del Estado de Chihuahua, pueden constituir unos 640,000 núcleos familiares de 5 personas, que podrían necesitar 1 litro por hora de diáfano, durante unas 125 horas de calefacción al año. Ello resulta en 80 millones de litros