

Descubre la opción más económica para calentar agua en el hogar en México: gas natural, gas LP o electricidad

Humberto Eduardo González-Bravo ¹, Rubén Dorantes-Rodríguez ¹, Alejandra Manuela Vengoechea Pimienta ^{1,2} y Jorge Ramírez-Muñoz ^{1,*}

¹ Departamento de Energía, Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, Alcaldía Azcapotzalco, Ciudad de México, México.

² Facultad de Ingeniería, Universidad de La Guajira, Riohacha, La Guajira, Colombia.

* Autor de correspondencia: jrm@azc.uam.mx; Tel.: (+52 55 53189000, Ext. 2195).

Artículo de divulgación científica

Recibido: 27 de septiembre de 2024

Aceptado: 23 de octubre de 2024

Publicado: 26 de octubre de 2024

DOI: <https://doi.org/10.56845/terys.v3i1.188>

Resumen: El aumento en los costos de energía eléctrica ha despertado un mayor interés en la población en usarla de manera más eficiente. La proliferación de condominios verticales en las ciudades genera desafíos para satisfacer las necesidades de electricidad y gas debido a la alta densidad de habitantes. Aunque los calentadores solares de agua se han vuelto populares, en edificios de más de cinco pisos esta opción es limitada por la distancia y falta de espacio para todos los residentes. En muchos casos, la única opción viable para calentar agua es el uso de gas natural, gas LP o electricidad. En ciudades grandes, el gas natural es común en nuevos edificios, y el uso de gas LP está restringido por motivos de seguridad. Un análisis técnico-económico mostró que, aunque la electricidad no es la forma más eficiente de calentar agua, su costo es más bajo que el del gas natural y LP, gracias a los subsidios gubernamentales para hogares de bajo consumo. En un ejemplo evaluado, el costo del gas natural y LP fueron 2.2 y 1.6 veces más altos que el de la electricidad, lo que hace a esta última una opción más económica.

Palabras clave: calentadores de gas; calentadores eléctricos; ahorro de energía; ahorro recibo CFE, subsidios eléctricos.

Introducción

El consumo de energía ya sea térmica o eléctrica, es un factor determinante para el desarrollo de un país y refleja su grado de progreso. Países como Estados Unidos o Japón utilizan menos energía en relación con su Producto Interno Bruto que naciones en desarrollo como México. Esto está estrechamente ligado a la eficiencia con la que estos países realizan sus procesos industriales.

En cuanto a los combustibles fósiles, el gas natural ha tomado relevancia como fuente de energía primaria en México. Aunque el país no cuenta con suficientes recursos propios para satisfacer su demanda, su consumo en los últimos años ha crecido en los sectores eléctrico, industrial y doméstico (CONAHCYT, 2024). México es el octavo mayor importador de gas natural a nivel mundial, el 96% de este combustible proviene de Estados Unidos. En 2021, el sector eléctrico consumió el 60% del gas natural importado, la industria el 17%, mientras que el consumo residencial representó menos del 1% (CONAHCYT, 2024). Por otro lado, en 2022, las energías renovables, como la eólica y solar, generaron solo el 24.4% de la energía total en México (García, 2023).

El gas natural tiene importantes ventajas, como su alto poder calorífico y su menor impacto ambiental, y es considerada '*la molécula de hidrocarburo más limpia*'. Según la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), el uso de gas natural ha permitido que muchas plantas generadoras de energía, antes impulsadas por carbón, se transformen en plantas de ciclo combinado, reduciendo casi un millón de toneladas de dióxido de carbono anualmente (de Regil, 2017). No obstante, aunque se promueve al gas natural como una opción más amigable con el ambiente, su extracción mediante fracturamiento hidráulico (denominado '*fracking*') está asociada a riesgos de terremotos y contaminación.

Las plantas de electricidad de ciclo combinado que utilizan gas natural alcanzan eficiencias máximas muy altas. Sin embargo, durante la transmisión de la electricidad a los hogares, disminuyen estas eficiencias debido a la resistencia en los conductores. Esto hace que, desde la perspectiva de eficiencia energética y sostenibilidad, el uso de gas natural para generar electricidad destinada al calentamiento de agua mediante resistencias no sea la mejor opción, debido a que se desperdicia gran parte de la energía disponible. Además, tanto los equipos que usan gas natural como los que emplean gas LP, como estufas y calentadores de agua, tienen una eficiencia limitada y sus precios fluctúan según la oferta y demanda, afectando la economía familiar.

Desde una perspectiva energética y de sostenibilidad, usar gas natural para generar electricidad destinada a calentar agua con resistencias eléctricas no es ideal, ya que gran parte de la energía se desperdicia. Además, equipos que usan gas natural o LP, como estufas y calentadores de agua, tienen eficiencias limitadas, y sus precios varían según la oferta y demanda, impactando este en la economía familiar.

El uso del gas licuado de petróleo o gas LP comenzó a generalizarse alrededor del año 1950 (Erazo Arriaga, 2024). Actualmente es utilizado como combustible predominante para calentamiento de agua y alimentos a nivel doméstico. Se estima que el 90% de los hogares mexicanos utilizan gas LP como combustible de calentamiento (Expansión, 2024).

Por otro lado, el calentamiento solar in situ es la única fuente que combina sustentabilidad y gratuidad. Sin embargo, en condominios verticales, el espacio para instalar calentadores solares es insuficiente, limitando su uso para calentar agua en regaderas.

Ante esto, es importante analizar los costos del calentamiento de agua con gas LP, gas natural y energía eléctrica, destacando sus implicaciones económicas en un hogar típico de la Ciudad de México.

Desarrollo

El estudio se basa en un departamento de 60 m² habitado por dos personas. Se compara el costo asociado al uso de tres fuentes de energía para el calentamiento de agua, tanto para la ducha como para la cocina, utilizando una estufa con características similares en cada caso. Para el agua de la ducha, se emplea una regadera de bajo flujo (5 litros/min), la cual es utilizada diariamente dos veces al día y que el tiempo por cada baño es de alrededor de 10 minutos. La regadera utilizada en la comparación cumple con la Norma Oficial Mexicana NOM-008-CNA-1998 (CONAGUA, 1998). Se evalúan tres diferentes medios de calentamiento: gas natural, gas LP y calentador eléctrico de resistencia. A continuación, se describe la estructura tarifaria, y se analizan algunas ventajas y desventajas de cada medio de calentamiento evaluado.

Gas natural

La Tabla 1 muestra la estructura tarifaria para el caso del gas natural actualizado a marzo de 2017, el cobro es realizado por el consumo en metros cúbicos determinado por un medidor de flujo. Estos costos fueron tomados de la página de gas natural Fenosa.

Tabla 1. Costos asociados al uso del gas natural (tomados de la página de Gas Natural Fenosa, marzo de 2017).

Concepto	Costo por m ³ / Cargo fijo	Ejemplo con 1 m ³ consumido de GN (\$MXN)	Ejemplo sin consumo de GN (\$MXN)
Precio de adquisición	\$3.4651 por m ³	\$3.47	\$0.00
Distribución	\$3.8497 por m ³	\$3.85	\$0.00
Cargo por servicio	Cargo fijo \$90.28	\$90.28	\$90.28
Ajustes operativos	Cargo fijo \$7.27	\$7.27	\$7.27
Subtotal	-	\$104.87	\$97.55
IVA (16%)	-	\$16.78	\$15.61
Total mensual	-	\$121.64	\$113.16

Para calcular los metros cúbicos (m³) a partir de la lectura del medidor instalado por la empresa proveedora de gas natural, se hace una diferencia entre la lectura del periodo de facturación pasado y el actual. De aquí, un primer cobro se cobra al cliente por concepto de precio de adquisición de \$3.4651 por m³. Se realiza un segundo cobro de \$3.8497 por m³ por concepto de distribución, que equivale al volumen consumido de gas por la tarifa de distribución.

Además, se realiza un cargo por servicio de \$90.28, el cual es independiente si se consume gas o no, y se le suman \$7.27 pesos por ajustes operativos. Al subtotal obtenido, se le suma un 16% de IVA, lo cual en total, si un hogar consume 1 m³ de gas natural en un mes, pagaría \$121.64. Mientras que sin consumir gas natural se pagaría \$113.16 IVA incluido

mensual. Es importante mencionar que los usuarios nuevos pagan \$6,000 pesos por concepto de instalación, que pueden pagar en mensualidades o en un solo monto.

Gas LP

A diferencia del gas natural, el gas LP es más denso que el aire, por lo que, en caso de fuga, el gas LP permanece cerca del suelo siendo más riesgoso que el gas natural. Esto puede solucionarse manteniendo en buen estado las instalaciones de almacenamiento. Algunas recomendaciones de seguridad para ello, son la revisión anual de válvulas de carga y descarga, el uso de tubería rígida para la conexión de líneas de gas y, por último, la revisión por rayos X del tanque al menos cada 5 años. La forma de distribución de éste energético se da a partir de cilindros móviles de 20 a 40 kg o tanques estacionarios de 120 L a 5000 L, como los mostrados en la Figura 1.



Figura 1. Ejemplos de tanque estacionario y cilindro móvil para almacenamiento de gas LP.

Por la apertura del sector energético en 2017, los precios del gas tuvieron incrementos de hasta 16.7%. Dichos precios difieren entre los permisionarios que tienen licencia de distribución y venta del combustible, variando hasta \$5 por litro de un permisionario a otro (Expansión, 2024). Según datos de la Comisión Reguladora de Energía, el precio promedio en el 2017 para las Ciudad de México fue de \$7.97 por litro para tanques estacionarios (CRE, 2024). Al igual que con el gas natural, la densidad del gas LP varía con la temperatura. Por lo tanto, cuando se suministra el combustible a temperaturas elevadas, la cantidad de masa entregada será menor en comparación con la que se entrega a temperaturas más bajas.

Energía eléctrica

La tarifa eléctrica para uso doméstico depende de la cantidad de kilowatts-hora (kWh) consumidos en un periodo de tiempo, que en nuestro país es mensual o bimestral. El consumo de energía eléctrica se define como el producto de la demanda de potencia eléctrica por el tiempo de uso de la carga o el equipo.

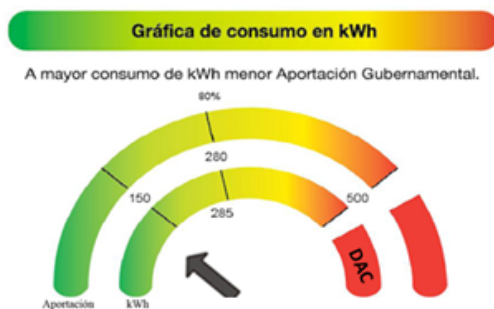


Figura 2. Porcentajes de subsidio gubernamental según límites de consumo (Naranjo, 2016).

Para la explicación de la estructura tarifaria eléctrica se presenta la tarifa 1 como base, al ser la tarifa aplicada en la mayor parte de los hogares de la ciudad de México. Según datos de la Comisión Federal de Electricidad (CFE), el costo del kWh en consumo básico para marzo de 2017 por los primeros 75 kWh es de \$0.793. Posteriormente, los siguientes 65 kWh tienen un costo de \$0.956, mientras que por cada kWh adicional a los 140 kWh se cobra \$2.802 hasta no más de 250 kWh al mes. Las tarifas facturadas no corresponden al valor real del costo de producción de la energía. Éstas se mantienen gracias a la aportación gubernamental, la cual es más alta entre menor sea el consumo de energía eléctrica por los usuarios (ver Figura 2).

Para el cobro de la energía eléctrica se utilizan Watthorímetros normalmente unidireccionales de 1 fase. Los medidores utilizados actualmente son electrónicos superando la precisión de los electromecánicos o de bobina (Naranjo, 2016).

Discusión de resultados

Para el caso de la estufa, se consideró una estufa MABE modelo EM7665BIO cuyo consumo reportado en estudios de PROFECO es de 1,673 kJ/h por quemador (PROFECO, 2011). Aunque la eficiencia térmica del calentador de gas y de la caldera eléctrica es aproximadamente del 90%, en nuestro análisis se asumirá una eficiencia del 100% para simplificar los cálculos. La cantidad de energía necesaria para calentar el agua desde una temperatura de la red de 25°C hasta 50°C se calcula como:

$$E_{\text{calentamiento}} = mC\Delta T$$

Donde: m = masa de agua=100 kg; C = Calor específico del agua = 4.186 kJ/kg °C; y ΔT = Diferencia de Temperatura = 50°-25°C= 25°C.

Considerando que para cada baño se requieren 100 L/día, es decir, $m=100$ kg de agua, la cantidad de energía necesaria para el calentamiento de agua, utilizando la ecuación anterior (sin considerar pérdidas) es de 10,465 kJ. Por otro lado, considerando el consumo mencionado de la estufa y un tiempo estimado de 2 horas de cocción de alimentos al día, la cantidad de energía necesaria para cocinar es de 3,346 kJ. De lo anterior se puede concluir que el 76% de la energía de calentamiento es utilizada por las regaderas y sólo el 24% por las estufas. Estos resultados se muestran en la Figura 3, y a partir de ellos puede concluirse que resulta muy importante el uso de regaderas ahorradoras pues no solo ahorran agua, sino también energía.

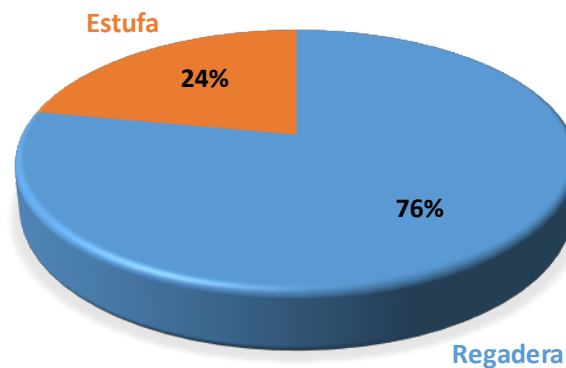


Figura 3. Consumo de energía para calentamiento de agua en la regadera y en la estufa para el caso analizado.

El consumo energético mensual se obtiene multiplicando el consumo energético diario por 30 días, es decir, $(10,465 + 3,346)$ kJ/día * 30 días/mes, dando para este caso de estudio un total de 414,330 kJ/mes.

Para evaluar la cantidad de combustible necesario para el calentamiento con gas natural y gas LP, es necesario el uso del poder calorífico de cada combustible, el cual se obtuvo del balance nacional de energía 2014 (SENER, 2014). Para el gas natural, su poder calorífico reportado es de 41,041 kJ/m³, mientras que para el gas LP es de 25,940,370 kJ/m³. De lo anterior, la cantidad de m³ de gas para ambos casos (V) se calcula como:

$$V = \frac{E_{\text{calentamiento}}}{PC}$$

Donde $E_{\text{calentamiento}}$ es la energía requerida para el calentamiento del agua para regaderas y los alimentos en la estufa (kJ), y PC es el poder calorífico del gas. De aquí se estima que se requieren mensualmente 10.095 m³ de gas natural, mientras que de gas LP se requieren 0.01597 m³. A pesar que por unidad de energía el gas natural es más "barato", al sumarse la cuota fija de \$90.28 (no importando si se consume o no) + \$7.27 por ajuste operativo, el costo del gas natural es de \$198.82 pesos, mientras que el del gas LP es de \$147.67, ambos con IVA incluido.

Por otro lado, considerando un calentador eléctrico de paso y dos usos de la regadora al día (20 minutos en total o 0.3333 horas), se requerirían 8.72 kW de potencia eléctrica para satisfacer la cantidad de energía necesaria para calentar el agua en una regadera de 5 L/min de 25 a 50°C, de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\dot{E}_{\text{eléctrica}} = \frac{mC\Delta T}{\Delta t}$$

Por lo que el consumo mensual de la regadera eléctrica es de $8.72 \text{ kW} \cdot 0.3333 \text{ h/día} \cdot 30 \text{ días} = 87 \text{ kWh}$. El consumo diario de la cocción eléctrica durante 2 horas sería ($3,346 \text{ kJ}/7,200 \text{ segundos} = 0.4647 \text{ kW}$), y el consumo mensual de la cocción eléctrica sería de $0.4647 \text{ kW} \cdot 0.3333 \text{ h/día} \cdot 30 \text{ días} = 4.6465 \text{ kWh}$. El consumo total mensual es de $87 \text{ kWh} + 4.65 \text{ kWh} = 91.65 \text{ kWh}$, por lo que, considerando la tarifa eléctrica, el costo de facturación por energía eléctrica sería de \$87.46 mensuales IVA incluido. La Figura 4 muestra una comparación del gasto mensual del hogar para los tres medios de calentamiento evaluados: gas natural, gas LP y electricidad. Como se observa, la electricidad resulta ser el medio más económico, seguido del gas LP y, finalmente, el gas natural. A partir de estos resultados, se recomienda el uso de electricidad para el calentamiento en hogares con consumos similares a los analizados en este estudio. Sin embargo, es importante monitorear los consumos mensualmente, ya que los costos de electricidad considerados corresponden a un hogar con bajo consumo, y podrían variar en función del consumo específico de cada vivienda.

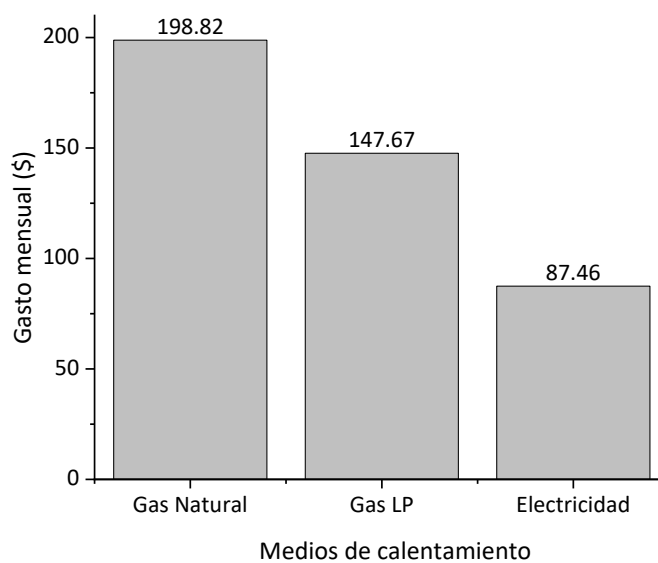


Figura 4. Gasto mensual de los tres medios de calentamiento evaluados en este estudio.

Conclusiones

Se compararon energética y económicamente tres métodos para calentar agua: gas natural, gas LP y energía eléctrica. El uso de calentadores solares fue descartado debido a la falta de espacio en el edificio analizado para instalarlos.

La revisión de la literatura de las distintas fuentes de energía disponibles mostró que apostar por una política energética basada solo en el gas natural es inconveniente, no solo por los elevados riesgos ambientales asociados al *fracking* como método de extracción del gas, sino también por la dependencia de recursos externos, lo que compromete la seguridad energética de México.

Se encontró que 76% de la energía usada para calentamiento se destina a calentar agua para las regaderas. Por lo que el uso de regaderas ahorradoras disminuye el uso de agua y reduce el consumo energético, independientemente de la fuente utilizada.

De los medios de calentamiento comparados, el gas natural resultó ser el más costoso debido a las tarifas fijas que se incluyen en su facturación, existen también cargos adicionales asociados a la instalación del servicio. A diferencia del gas natural, que se distribuye a través de ductos y puede interrumpirse fácilmente en caso de emergencia, el gas LP implica una gestión más compleja y potencialmente peligrosa porque requiere almacenamiento.

Para un mismo consumo, la electricidad resultó ser 2.2 veces más económica que el gas natural, y 1.6 veces más barata que el gas LP. Por lo anterior, se recomienda que, en hogares con consumos similares a los de este estudio, se utilice electricidad como medio de calentamiento de agua.

Bibliografía

- CRE, Comisión Reguladora de Energía. (2024). *Historial de precios promedio al público de gas LP reportados por los distribuidores hasta el 2024*. <https://www.gob.mx/cre/documentos/historial-de-precios-promedio-al-publico-de-gas-lp-reportados-por-los-distribuidores>.
- CONAGUA, Comisión Nacional del Agua. (1998). *NORMA Oficial Mexicana NOM-008-CNA-1998, Regaderas Empleadas*. <http://www.conagua.gob.mx/CONAGUA07/Contenido/Documentos/N8.pdf>.
- CONAHCYT, Consejo Nacional de Humanidades, Ciencia y Tecnología (2024). *Flujos y uso de gas*. <https://energia.conacyt.mx/planeas/hidrocarburos/flujo-gas>.
- de Regil, M. (2017). *Gas natural traerá beneficios ambientales, asegura Guerra Abud*, EL FINANCIERO, CDMX, <https://www.elfinanciero.com.mx/sociedad/gas-natural-traera-beneficios-ambientales-asegura-guerra-abud/>.
- Erazo Arriaga, E. A. (2024). *Dirección de Movilidad y Transporte de Conuee. Gas licuado de Petróleo*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/94616/gasLP.pdf>.
- Expansión. (2017). *EL MERCADO DE GAS LP 'ENLOQUECE' CON LA APERTURA*. <http://expansion.mx/empresas/2017/01/18/el-mercado-de-gas-lp-enloquece-con-la-apertura>.
- García, K. (2023). *Gobierno ajusta cifras y revierte caída de renovables*. El Economista. <https://www.economista.com.mx/empresas/Gobierno-ajusta-cifras-y-revierte-caida-de-renovables-20230530-0001.html>.
- Naranjo, L. H. (2016). *Visitas tripartitas Profeco-CFE-FIDE*, <https://www.gob.mx/profeco/documentos/visitas-tripartitas-profeco-cfe-fide?state=published>.
- PROFECO, Procuraduría Federal del Consumidor. (2011). *Calor de Hogar*. http://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/119173/Estudio_Estufas_de_Gas_42-55_Julio_2011.pdf.
- Secretaría de Energía (SENER). (2014). *Balance Nacional de Energía 2014*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/44353/Balance_Nacional_de_Energ_a_2014.pdf.