



# Estado de la Energía Geotérmica en México

*La energía geotérmica carece de intermitencia. No obstante, hacen falta recursos para aprovechar su gran potencial en el país, incentivar más sus usos directos y una mayor generación de electricidad*

El calor natural de la Tierra que fluye desde su interior, a través de las rocas, tiene gran potencial en México y es susceptible de aprovecharse para generar electricidad, así como para otro tipo de usos identificados como directos: calefacción, climatización, secado, calentamiento de agua, refrigeración, aplicaciones agroindustriales, etcétera. Nuestro país se encuentra en una de las regiones geográficas cuya capacidad generativa en energía geotérmica es altamente deseable y valorada por otros lugares y gobiernos del mundo.

A decir del ingeniero Luis Alberto Valdez Jacobo —de la Empresa Productiva Subsidiaria de la Comisión Federal de Electricidad (CFE) denominada CFE Generación VI— durante el Simposio Internacional de la Energía 2018; se estima que con las reservas probadas, probables y posibles; el potencial geotérmico en el territorio nacional es de 13.4 giga-vatios (GW). Empero, de acuerdo con el ingeniero David Alejandro Rocha Ruiz, coordinador técnico de geotermia en la Secretaría de Energía (Sener), de esos poco más de 10 GW, sólo se aprovecha menos del



*Las bases para que la geotermia siga avanzando en México están sentadas. Es posible continuar el camino y recoger los frutos que, a partir de la expedición de la Ley de Energía Geotérmica, se han sembrado y proseguir con el óptimo desarrollo de esta industria.*



Campo de producción de energía geotérmica del Grupo Dragón, en el municipio de San Pedro Lagunillas, Nayarit.

uno por ciento, dado que la capacidad geotérmica nacional instalada es de 936.2 megavatios eléctricos (MWe) distribuida en cinco campos geotérmicos concesionados.

### México, arquetipo mundial

Los recursos geotérmicos para la generación de electricidad en México se empezaron a aprovechar desde 1959, en el campo —que ya no opera— de Pathé en Hidalgo; siendo la primera planta en el Continente Americano, antes incluso que las de Estados Unidos; por lo que a nivel internacional México es un buen referente en el tema de geotermia.

No existe información muy precisa, pero el país se ubica entre el cuarto y séptimo lugar de producción geotérmica. La capacidad instalada nos coloca debajo de Estados Unidos, Filipinas e Indonesia y, según algunos otros autores, también detrás de Turquía, Nueva Zelanda e Italia; refiere la abogada Michelle Alejandra Ramírez Bueno, directora de geotermia en la Sener.

*México está en la lista de los pocos países que tienen la oportunidad y el recurso de exploración y explotación geotérmica*

### Beneficios de la geotermia ante otro tipo de energías renovables

En 2017, las centrales eléctricas de la Comisión Federal de Electricidad generaron el 52 por ciento de la energía total del país. Ese mismo año se produjeron 329 mil 162 gigavatios hora (GWh) para la industria eléctrica, de los cuales 78.9 por ciento se generaron con tecnología convencional, misma que emplea combustibles fósiles como el petróleo, carbón o gas. Sólo el 21.1 por ciento restante correspondió a las denominadas tecnologías limpias como celdas solares o aerogeneradores. En este sentido, la generación de energía eléctrica con tecnología geotérmica es de 6.041 GWh, lo que sólo representa el 1.84 por ciento de la generación de electricidad en México. Conforme al Programa de Desarrollo del Sistema Eléctrico Nacional (Prodesen); se espera que para el 2032 la generación de energía geotérmica alcance el tres por ciento de la generación total de la República Mexicana, comentó el ingeniero Luis Valdez.

A diferencia de otras energías sostenibles como la eólica, solar, hidroeléctrica o mareomotriz; la energía geotérmica requiere de perforaciones profundas en el subsuelo para extraer el vapor y, de ese modo generar electricidad las 24 horas del día durante los 365 días del año. Además, no se requiere detener la planta para fines de mantenimiento y su factor de capacidad neta es el más alto, en comparación con el resto de las energías renovables.

“En México, el factor de planta de la geotermia es muy cercano al 90 por ciento. En cambio, el de la solar o eólica es del 20 o 30 por ciento. De manera que la principal ventaja de la energía geotérmica es la no dependencia de condiciones climáticas. Por ejemplo, una capacidad instalada de energía solar de 100 megavatios (MW) en realidad sólo genera 30 MV; esta intermitencia característica de la energía solar o eólica se subsana comúnmente con energía fósil o con dispositivos de almacenamiento que pueden ser muy caros. La geotermia no posee esa particularidad”, dijo la titular de Geotermia en la Sener, Michelle Ramírez.

### Inconvenientes de la geotermia

Si bien la energía geotérmica provee los beneficios ya descritos; para su producción son

necesarios altos capitales de inversión, pero inversión de riesgo porque, en el caso de la energía solar, por ejemplo, es sencillo determinar si existe o no, potencial suficiente, en lugares de mucha radiación. Con la geotermia no sucede así, ya que para confirmar un potencial que valga la pena, es preciso llevar a cabo investigaciones muy especializadas y costosas. Los gastos y la tecnología que se utiliza son muy semejantes a los de la exploración de hidrocarburos, añadió la licenciada Ramírez Bueno. Al respecto, el ingeniero David Rocha explicó que los retos tecnológicos para la perforación y extracción de hidrocarburos —por lo regular a más de tres kilómetros de profundidad— son de igual forma similares a los que se enfrentan los especialistas en geotermia; cuyo proceso de generación es parecido al de un ciclo combinado, puesto que para la producción de electricidad se emplean turbinas que utilizan gas o vapor.

Aunque en México se goza de energía renovable económica, hace falta una planeación estratégica que proyecte un crecimiento sostenible de la matriz energética y para ello es preciso impulsar energías renovables, libres de contaminación, con altos factores de planta (carga base). Las tecnologías denominadas de carga base son aquellas que pueden generar electricidad las 24 horas del día, sin importar la variación climatológica. Aun cuando en este rubro existen la energía nuclear, la hidroeléctrica, el gas natural y el ciclo combinado; la geotermia representa la mejor de las opciones en virtud de su enorme potencial, susceptible de aprovecharse, aunado a ser limpia, renovable, constante, con mínima emisión de gases efecto invernadero y de carbono.

### **Campos de producción de energía geotérmica**

En México se cuenta con experiencia, formación de recursos humanos y tecnología para el desarrollo y aprovechamiento de bienes geotérmicos que permiten generar energía eléctrica; donde hace falta mayor avance y aplicación es en los usos directos, informó David Rocha de la Sener. “El propósito es estar actualizados para que en los próximos años operen más campos geotérmicos en el país, en función de las nuevas áreas que ya están en exploración”.

---

*La industria geotérmica se ha incentivado en México, durante los últimos cuatro años, gracias a diversas acciones implementadas por la Sener*

---

En todo  
piso  
blando o  
inestable,

**DURA-BASE®**

**ES LA SOLUCIÓN**



Desarrolle sus trabajos de construcción de rutas de acceso, exploración, perforación, formación de peras, etc., de manera cómoda, eficiente, rápida y segura.

**DURA-BASE®** le ofrece pisos provisionales que al eliminar las frecuentes suspensiones del trabajo por el mal tiempo, elevan la productividad, mantenimiento al mismo tiempo un absoluto respeto del medio ambiente y la ecología.

Disponibles cerca de usted y de instalación fácil y rápida. En renta por el tiempo que los requiera.

¿pantano?

¿lluvia?

¿arena?

¿lodo?



**Tapetes DURA-BASE®**

Dura-Base de México, S.A. de C.V., Tel. (55) 5280 8236

dbm\_mexico@prodigy.net.mx • www.durabase.com



representa cerca del 40 por ciento de la demanda del sistema eléctrico de Baja California. En 2017 la producción de vapor de Cerro Prieto fue de 31.032 millones de toneladas, mientras que el rendimiento de vapor promedio es de 26 t/h por pozo.

El segundo campo geotérmico más grande se localiza en la parte central del país y se llama Los Azufres, cuenta con 15 unidades de generación y una capacidad instalada de 247.9 MW. Desde el inicio de su explotación se han extraído alrededor de 600 millones de toneladas de fluido, de las cuales, 68 por ciento corresponden a vapor y 32 por ciento a salmuera. Los primeros estudios de prospección geotérmica en esta región datan de 1975, un año después se construyeron los primeros pozos exploratorios que confirmaron la existencia del yacimiento. La operación comercial de la unidad 17 de 50 MW inició en febrero de 2017. Su producción de vapor comenzó en 2005 y hasta julio de 2018 se ha mantenido en un rango de 1650 a 1680 t/h, o sea muy estable con 40 t/h por pozo.

Los Azufres posee 48 pozos productores, 26 en la zona norte, 22 al sur y de entre ambos, seis son inyectores. Más otros 34 pozos catalogados de distintas maneras: exploratorios, con baja de activo fijo, en estudio, en evaluación, etcétera. Igualmente se encuentra en proceso de construcción una segunda fase de explotación con capacidad de 25 MW en la entidad de Michoacán.

Los Humeros es el tercer campo geotérmico más importante de México. Se sitúa en la porción oriental del Cinturón o Faja Volcánica Transmexicana, en Puebla, Puebla de Zaragoza. Por medio de nueve unidades generadoras y una capacidad instalada de 95.7 MW, en 2017 se extrajeron siete mil 16 millones de toneladas de fluido, 85 por ciento de vapor y 15 por ciento de salmuera. Aquí, los trabajos de exploración de la CFE comenzaron en 1978, pero fue en 1991 cuando se puso en marcha la primera unidad generadora de cinco MW y hasta junio de 2017 entró en operación comercial la unidad 11 de 25 MW. Su producción de vapor promedio se ha mantenido estable con entre 25 y 30 t/h. Conserva 27 pozos productores y cuatro inyectores.

Finalmente, Las Tres Vírgenes es el campo de Baja California Sur, donde sólo existen cinco

Actualmente se encuentran bajo explotación comercial cinco campos geotérmicos que generan 6.041 GWh lo que, como ya se mencionó, representa 1.84 por ciento de la electricidad a nivel nacional. Cuatro centrales o plantas están a cargo de la CFE y la quinta, Domo de San Pedro en el municipio de San Pedro Lagunillas, Nayarit; corresponde al Grupo Dragón<sup>1</sup> de origen privado.

Datos proporcionados por el ingeniero Valdez Jacobo, en la Décima Segunda Reunión de Especialistas de Normalización 2018 (Reno-CFE), detallan que Cerro Prieto es el campo más grande y antiguo. Su operación inició en 1973, está dividido en cuatro zonas de explotación y se ubica en el estado de Baja California. Tiene 443 pozos, 152 son productores, 22 inyectores. Su capacidad instalada mediante nueve unidades es de 570 MW, generación que

<sup>1</sup> Empresas mexicanas comprometidas con el medio ambiente  
<http://www.gdragon.com.mx/QuienesSomos.aspx#>





México cuenta con 21 % de generación eléctrica limpia, donde la geotérmica destaca con cerca del dos por ciento, a diferencia de la energía solar que sólo aporta 0.35 % de la generación sostenible

pozos productores y tres inyectores. Su capacidad instalada es de 10 MW, con dos unidades a contrapresión de cinco MW cada una. Entre enero de 2001 y diciembre de 2017 la extracción total de masa en este campo fue de 41.9 millones de toneladas, 24 por ciento de vapor y 76 por ciento salmuera. Fue en 1983 cuando se originaron los primeros estudios exploratorios; el aprovechamiento del recurso geotérmico para la generación de energía eléctrica inició casi 20 años después con la instalación de las dos unidades a contrapresión de 5 MW, en 2001. En el transcurso de 2017 se extrajeron 512 mil toneladas de vapor, cuya producción promedio por pozo fue de 20 t/h.

### Mecanismos financieros

Entre las alternativas para sobrellevar la desventaja de la inversión de riesgo, propia de la exploración geotérmica, existe el Programa de Financiamiento y Transferencia de Riesgos para Geotermia en México<sup>2</sup> o Programa Financiero Geotérmico Mexicano<sup>3</sup>, cuyo fondo de 51.5 millones de dólares provisto por el Fondo de Tecnología Limpia (CTF por sus siglas en inglés) y operado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), funciona de la siguiente manera: mediante concurso público se seleccionan cuatro proyectos de exploración geotérmica ya en proceso, pero con falta de financiamiento para los servicios de perforación. Éstos, en caso de que la exploración sea exitosa, los paga el desarrollador con un crédito concesional, durante un periodo de gracia de hasta seis años, que es más o menos el tiempo que implica la exploración de los primeros pozos a la puesta en marcha de la planta de generación. Sin embargo, de no existir potencial geotérmico, es decir que los pozos perforados no resultaran rentables, el servicio de perforación proporcionado por el fondo, se traduce en una donación o *grant*, puntualizó Michelle Ramírez de la Sener.

Además del BID y del *Clean Technology Fund* (CTF), en este programa participan la Secretaría de Energía, la banca de desarrollo operada por Nacional Financiera (Nafin), misma que administra los recursos; así como el Instituto

Central geotermo-eléctrica Los Azufres



<sup>2</sup> Programa de Financiamiento y Transferencia de Riesgos para Geotermia en México <https://www2.ineel.mx/geotermia/index.php>  
<sup>3</sup> Programa Financiero Geotérmico Mexicano <https://www.gob.mx/ineel/articulos/programa-financiero-geotermico-mexicano-pgm?idiom=es>





*Campo y proceso de producción de energía geotérmica. México es una de las regiones geográficas cuya capacidad generativa es altamente deseable y valorada en otros lugares del mundo.*



Nacional de Electricidad y Energías Limpias (Ineel) que selecciona a las empresas que se podrán integrar.

### Usos directos y metas de generación limpia

La geotermia no sólo es útil para la generación de energía eléctrica, en lo que respecta a los usos directos del calor conviene saber aprovecharlos también. No obstante, en México aún no se hace a cabalidad. Por ejemplo, en Islandia el calor se utiliza para procesos industriales, para calentar el agua, para calefacción, para producción de alimentos, etcétera. Al respecto, la directora Ramírez Bueno apunta que, en la presente administración y por primera vez en México se otorgaron permisos de exploración de recursos geotérmicos para tres proyectos que tienen que ver con usos directos: un invernadero geotérmico, un deshidratador de alimentos y una desaladora de agua en un hotel de Los Cabos.

“El calor alberga muchas aplicaciones y resuelve muchas necesidades, por ello es importante promover este tipo de proyectos y dar a conocer las ventajas de usar el calor en otro tipo de procesos industriales. Aun cuando la exploración representa un riesgo económico, los beneficios son grandes: una menor huella de carbono en comparación con cualquier otra

energía renovable y emisión mínima de gases efecto invernadero. Como parte de las políticas públicas implementadas para incentivar los usos directos, la Sener envió a la Comisión Nacional de Mejora Regulatoria ciertos lineamientos que tienden a simplificar los requisitos establecidos tanto en la Ley como en el Reglamento de la Ley de Energía Geotérmica<sup>4</sup> relacionados con la obtención de permisos y concesiones en materia de usos directos de la geotermia”.

Por su parte, el ingeniero Rocha Ruiz indicó que entre las metas de eficiencia energética para 2024; 35 por ciento debe corresponder a la generación de energía limpia y en el año 2050, 50 por ciento. “Actualmente, de acuerdo con el último Reporte de Avances de Energías Limpias en la Matriz Energética de la Sener<sup>5</sup>, el país cuenta con 21 por ciento de generación limpia, donde la energía geotérmica destaca con cerca de dos por ciento de la generación eléctrica, a diferencia de la solar que únicamente aporta el 0.35 por ciento. Por lo tanto, se espera que con los proyectos que se sigan integrando a través de las subastas de energía, se llegue a las metas del 2024 y 2050”.

<sup>4</sup> Reglamento de la Ley de Energía Geotérmica [http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg\\_LEG.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/regley/Reg_LEG.pdf)

<sup>5</sup> Reporte de Avances de Energías Limpias en la Matriz Energética [https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/354379/Reporte\\_de\\_Avance\\_de\\_Energ\\_as\\_Limpas\\_Cierre\\_2017.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/354379/Reporte_de_Avance_de_Energ_as_Limpas_Cierre_2017.pdf)



*El calor alberga muchas aplicaciones y resuelve muchas necesidades. Su uso en invernaderos, procesos industriales, deshidratadores de alimentos, calefacción, climatización, secado, etc; es de gran utilidad*

### Logros de la Sener de 2014 a 2018

En los últimos cuatro años la industria geotérmica se ha incentivado, en parte debido a la creación de la Ley de Energía Geotérmica<sup>6</sup>. Anteriormente se carecía de una regulación que brindara seguridad jurídica a las inversiones y sólo la CFE invertía en geotermia. Con relación a permisos y concesiones, se han otorgado cinco concesiones a la CFE y otra a una empresa particular. De 26 permisos de exploración geotérmica ya otorgados, la mitad se le proporcionaron a la CFE y la otra mitad a empresas mexicanas, algunas de ellas con participación extranjera.

Asimismo, existe un compromiso fuerte con el aumento de innovación en tecnología para geotermia, gracias a la creación del Centro Mexicano de Innovación en Energía Geotérmica (CeMIEGeo), el cual contó con una inversión de casi mil millones de pesos para 33 proyectos de investigación.

Adicionalmente, se tiene un acuerdo de cooperación con la Unión Europea —Gemex<sup>7</sup>— para la investigación de yacimientos super calientes y de roca seca caliente, cuyo presupuesto es de 20 millones de euros. Con estas acciones se ha promovido que la ciencia en el país, aplicada a la geotermia, crezca y evolucione.

De manera que, concluye la directora de Geotermia de la Sener, las bases para que la geotermia siga avanzando en México están sentadas. La mesa está puesta para continuar el camino y recoger los frutos que, a partir de la expedición de la Ley de Energía Geotérmica, se han sembrado, a fin de proseguir con el óptimo desarrollo de esta industria y propiciar una verdadera transición energética mediante la explotación de este gran recurso que, a diferencia de México, pocos países tienen la oportunidad de aprovechar.

<sup>6</sup> Ley de Energía Geotérmica  
[http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LEG\\_110814.pdf](http://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LEG_110814.pdf)

<sup>7</sup> Proyecto Gemex, Cooperación en investigación geotérmica Europa-México para desarrollo de sistemas geotérmicos mejorados y sistemas geotérmicos supercalientes  
<http://www.gemex-h2020.mx/>



### HERRAJES Y ACCESORIOS



# PROCARGA

Líderes en accesorios y equipos para izaje de carga



Sistema de Gestión de la Calidad certificado con número MX07/548

[www.procarga.com.mx](http://www.procarga.com.mx)

OFICINA MEXICO: Calz. de Las Armas No. 130-B, Col. Industrial Las Armas C.P. 54080 Tlalneantla, Estado de México. Tels: (55) 26-26-30-13 / 26-26-27-49 / 26-26-83-07. Lada sin costo: 01 800-500-50-00 / [procarga@procarga.com.mx](mailto:procarga@procarga.com.mx)

OFICINA MONTERREY: Privada López Mateos No.109, Col. La Grange, San Nicolás de los Garza, Monterrey, N.L. 66490. Tel: (81) 83-31-20-67 / 83-31-14-44. Movil: (81) 15-44-42-19 / [monterrey@procarga.com.mx](mailto:monterrey@procarga.com.mx)

OFICINA CIUDAD DEL CARMEN: Productos de Carga del Sureste, S.A. de C.V. Calle 26 No. 225, Col. Revolución, Ciudad del Carmen, Campeche, C.P. 24120. Tel: (938) 131 5446 / [sureste@procarga.com.mx](mailto:sureste@procarga.com.mx)

OFICINA LÁZARO CÁRDENAS: Avenida Belisario Domínguez No. 344, Col. Nuevo INFINAVIT, C.P. 60950, Lázaro Cárdenas, Michoacán. Tel: (753) 532 1189 / [lazarocardenas@procarga.com.mx](mailto:lazarocardenas@procarga.com.mx)