



Fall 1982

## Recursos Geotermicos en la Frontera Noroccidental

Juan Eibenschutz

### Recommended Citation

Juan Eibenschutz, *Recursos Geotermicos en la Frontera Noroccidental*, 22 Nat. Resources J. 991 (1982). Available at: <https://digitalrepository.unm.edu/nrj/vol22/iss4/20>

This Article is brought to you for free and open access by the Law Journals at UNM Digital Repository. It has been accepted for inclusion in Natural Resources Journal by an authorized editor of UNM Digital Repository. For more information, please contact [amywinter@unm.edu](mailto:amywinter@unm.edu), [lsloane@salud.unm.edu](mailto:lsloane@salud.unm.edu), [sahrk@unm.edu](mailto:sahrk@unm.edu).

Juan Eibenschutz\*

# Recursos Geotermicos en la Frontera Noroccidental

Con la tecnología disponible en la actualidad, la energía geotérmica sólo ofrece, en algunas regiones del mundo, la posibilidad de generar cantidades relativamente pequeñas de electricidad. Sin embargo, a nivel local, este recurso tiene el atractivo de competir ventajosamente en costos con la electricidad producida por otros medios, por lo que su desarrollo está en auge en aquellos sitios donde se presenta la combinación de fracturas terrestres y mantos acuíferos que permiten obtener vapor mediante la perforación de pozos.

La región de Mexicali se localiza en una de las zonas del mundo donde se presenta el fenómeno de separación de placas terrestres (rifting) que a lo largo del sistema de la falla de San Andrés ha creado un extenso valle en el que la roca fundida se acerca a la superficie terrestre transmitiendo su calor al agua de los acuíferos subterráneos.

El potencial de la zona geotérmica de Mexicali se estima entre 850 y 1700 MW, con la información obtenida hasta la fecha mediante trabajos de geología y geofísica, incluyendo la perforación de pozos en Cerro Prieto, Riíto, Tulecheck y Algodones, sitios en los que se observan algunas manifestaciones características de posibilidades geotérmicas.

## *1. Estado Actual de Desarrollo en el Campo Geotérmico de Cerro Prieto*

### *1.1. Central Cerro Prieto I*

Las exploraciones geológicas se empezaron antes de 1965 y en 1973, se inició la generación de energía eléctrica mediante dos turbogeneradores de 37.5 MW, los cuales han operado con el vapor geotérmico producido por 14 pozos. Dos unidades más de la misma capacidad iniciaron su operación comercial en abril de 1979, con el suministro de vapor de 14 pozos adicionales. En noviembre de 1981, se puso en operación una quinta unidad de baja presión, de 30 MW, accionada con vapor obtenido al evaporar en dos etapas más, el agua que anteriormente se desechaba, proveniente de las otras unidades. La capacidad total instalada actualmente es de 180MW.

La Central Geotérmica de Cerro Prieto I, ha generado, a la fecha,

---

\*Comisión Federal de Electricidad

5,840 millones de KWH, que representan un ahorro de combustible de 13 millones de barriles. La producción acumulada de vapor para lograr esa generación eléctrica ha sido de 66 millones de toneladas, lo que aunado a la producción de agua, que acompaña al vapor, resulta en una producción acumulada de 250 millones de toneladas.

El efecto de la explotación del yacimiento durante casi 10 años, es un decremento promedio de 12 kg/cm<sup>2</sup> en la presión y de 10°C en la temperatura media, asimismo una reducción en la producción promedio de vapor por pozo de aproximadamente 40 ton/hr. Para solucionar el decremento de la productividad de los pozos, se construyeron pozos exploratorios más profundos (2,200 m) que confirmaron la existencia de un yacimiento de mayor capacidad que el original (1,300 m). Se ha procedido a construir pozos productores de reposición que asegurarán el suministro de vapor a esta central durante los próximos dos años, habiéndose programado en un futuro, la construcción de tres pozos anualmente, con el fin de cubrir el déficit que se tendría por el abatimiento de la presión del yacimiento y, por llegar algunos pozos al límite de su vida útil, estimada en 10 años. También en forma paralela se incrementarán los volúmenes de reinyección, para disminuir el efecto de la explotación.

### *1.2. Centrales Cerro Prieto II y Cerro Prieto III*

En 1978 se determinó por medio de la evaluación de pozos exploratorios localizados en la parte Este del campo, que el potencial geotérmico total del yacimiento era superior a los 700 MW, por un período mínimo de 20 años, con lo que se decidió la construcción de dos centrales más de 220 MW cada una, aumentando la capacidad total de las centrales geotérmicas a 620 MW.

A la fecha, estas centrales cuentan con avances en la construcción de 7% para C.P. II y 5% para C.P. III, teniéndose programado poner en servicio las unidades de cada central en 1983 y 1984, respectivamente.

La central de C.P. II está destinada básicamente a cubrir el crecimiento de la demanda de energía en el Sistema Tijuana-Mexicali, y la central de C.P. III a cumplir con el compromiso de venta de energía a los Estados Unidos.

### *1.3. Otros Recursos*

El agua geotérmica que se desecha actualmente, después de haberse aprovechado el vapor producido en tres etapas de evaporación, contiene diversas sales disueltas, entre las que se encuentra el cloruro de potasio empleado como fertilizante. Una vez demostrada la factibilidad técnico-económica de su aprovechamiento, se decidió en 1980, la explotación comercial de este producto, planteándose una producción de 80,000 toneladas anuales, a partir de 1983. El proceso desarrollado por el IIE

consiste en la concentración y cristalización en lagunas solares, pasando a una planta de cristalización fraccionada, donde se obtienen como sub-productos cloruro de sodio y cloruro de calcio, principalmente.

Además del aprovechamiento de las sales disueltas en la salmuera geotérmica, se han estado investigando las posibilidades de producción de alimentos, utilizando técnicas agrícolas modernas como la hidroponía, en las que juega un papel importante el empleo de agua geotérmica proveniente del condensado de vapor de las centrales en operación, y la disponibilidad del vapor de baja presión para la creación de microclimas, que incrementan notablemente la productividad de los cultivos que se han experimentado a la fecha.

Otro aspecto en la investigación de producción de alimentos es la acuicultura, empleando condensado del vapor geotérmico, a fin de aprovechar el elevado contenido de nutrientes naturales.

## 2. *Programas Futuros*

### 2.1. *Riíto*

Se localiza a 46 kms., al Sur-Este del campo de Cerro Prieto, al borde del Desierto del Altar, en los límites de los Estados de Sonora y Baja California Norte. En base a los estudios exploratorios geológicos, geofísicos y geoquímicos realizados, resaltando la utilización de pozos de uso múltiple de pequeño diámetro, se determinó la existencia de un posible yacimiento geotérmico que permitió decidir la perforación de tres pozos exploratorios profundos, el primero de los cuales se encuentra en proceso de perforación a 3,100 m de profundidad y está confirmando la existencia de condiciones geológico estructurales y térmicas adecuadas que han permitido estimar en forma muy preliminar un potencial mínimo de 100 MW y un máximo probable de 800 MW, basada ésta última cifra en la extensión del área y profundidad de las formaciones con almacenamiento de agua de alta temperatura, cuyo mínimo valor se estima en 280°C.

### 2.2. *Tule-Check*

Se localiza aproximadamente a 10 km., al Sur-Oeste de la ciudad de Mexicali, en donde también se han realizado estudios exploratorios geológicos, geofísicos y geoquímicos, que han podido definir una zona con elevadas probabilidades de existencia de un yacimiento geotérmico.

En esta zona se tiene programada la construcción de dos pozos exploratorios durante el presente año, lo cual una vez realizado, permitirá conocer el potencial probable estimado también en forma muy preliminar entre 50 y 200 MW.

### 2.3. *Exploración Geológica, Geofísica y Geoquímica en el Valle de Mexicali*

Geológica y tectónicamente otras zonas del Valle de Mexicali presentan condiciones favorables para la existencia de yacimientos geotérmicos, por lo que se tiene programado realizar exploraciones en las mismas, con la finalidad de determinar la conveniencia de perforar pozos exploratorios profundos para concluir la fase final exploratoria y de evaluación, cuyos resultados darán la pauta a seguir en un futuro. Se estima un período de dos a tres años para concluir esta etapa.

### 3. *Relaciones de Cooperación en la Frontera*

Se tienen relaciones de intercambio de información y cooperación en estudios geotérmicos y otras fuentes alternas de energía, propiciados por la similitud de condiciones geológicas y estructurales de los Valles de Mexicali e Imperial, destacando por su importancia los siguientes:

Con el Departamento de Servicios Públicos del Valle Imperial, la CFE, a través de la Coordinadora Ejecutiva de Cerro Prieto, ha participado activamente en las reuniones anuales que organiza dicha institución, en la ciudad de El Centro, California, y cuyo propósito es el de dar a conocer los avances de los proyectos geotérmicos, tanto en el Valle Imperial como en el de Mexicali, con énfasis en la definición de los problemas de reglamentación asociados a los efectos ecológicos derivados del desarrollo geotérmico.

Con el Geothermal Resources Council, se ha mantenido estrecha comunicación de los avances geotérmicos en ambos lados de la frontera, habiendo participado la CFE en casi todas las reuniones anuales que organiza esta asociación, desde hace 10 años en la ciudad de El Centro, California.

Con el National Bureau of Standards y el American Petroleum Institute, a través del Instituto de Investigaciones Eléctricas, se participará activamente en la investigación, en pozos de Cerro Prieto, de diferentes tipos de cementos para uso geotérmico.

Con el Jet Propulsion Laboratory de la Universidad de California, a través del Gobierno del Estado, se han realizado pláticas para la utilización de estanques solares para generación de energía eléctrica en pequeñas poblaciones del Estado de Baja California. Con esta misma organización, a través de un convenio con la Agencia Internacional de Energía, en la que participan Estados Unidos, México, Italia y Nueva Zelandia, se llevaron a cabo durante 1980 y 1981, pruebas de una máquina de flujo total, en un pozo geotérmico de Cerro Prieto, incluyendo la asistencia y participación de los miembros de los países participantes en reuniones anuales de evaluación de resultados.

En relaciones de intercambio de visitas a instalaciones geotérmicas

para investigación y pruebas, así como para intercambio informal de datos, destacan las que se han tenido con las siguientes compañías privadas: San Diego Gas & Electric, Southern California Edison, Union Oil (Union Oil Geothermal Division), Republic Geothermal, Inc., Westec Services y Magma Electric.

#### *4. Relaciones con el Departamento de Energía*

Destaca por su consistencia e importancia el Acuerdo de Cooperación Técnica para el Estudio del Campo Geotérmico de Cerro Prieto, firmado entre la Comisión Federal de Electricidad y el Departamento de Energía de los Estados Unidos, quienes a través de la Coordinadora Ejecutiva de Cerro Prieto y el Lawrence Berkeley Laboratory de la Universidad de California, Berkeley, han llevado a cabo gran número de investigaciones en el campo geotérmico de Cerro Prieto, cuyos resultados han sido presentados en tres simposios celebrados en San Diego, Mexicali y San Francisco, respectivamente.

Este convenio incluye los siguientes aspectos: Geología, Geoquímica, Asentamientos del Terreno, Geofísica, Ingeniería de Yacimientos y Reinyección.

Los conocimientos y experiencias adquiridos como resultado de este acuerdo, indudablemente son y serán de beneficio común para ambos países y sobre todo, para el futuro desarrollo geotérmico en los Valles de Mexicali e Imperial.

#### *5. Contrato para la Compra-Venta de Energía y Capacidad Eléctrica*

En 12 de noviembre de 1980 se firmó un contrato para la compra-venta de energía y capacidad eléctrica entre la Comisión Federal de Electricidad y las compañías San Diego Gas & Electric y la Southern California Edison, cuyas principales características son las siguientes:

La energía y capacidad eléctrica se suministrarán con dos centrales geotérmicas localizadas en el campo de Cerro Prieto.

Se contemplan dos unidades de 110 MW de capacidad bruta en una central y una capacidad adicional de 55 MW proveniente de una tercera unidad de 110 MW, esto es una capacidad total bruta de 275 MW; que harán posible la entrega a la San Diego Gas & Electric de 150 MW y a la Southern California Edison de 70 MW.

El contrato también incluye cláusulas sobre la construcción de instalaciones adicionales de transmisión y transformación

El período establecido para la construcción de todas las instalaciones es de 40 meses a partir de la fecha de firma del contrato, y la vigencia del contrato es de 120 meses, con posibilidades de extenderse.

Los cargos de que se compone el precio de venta, incluyen tres componentes que son: un cargo por demanda de 22.10 U.S. Dlls.

por KW de demanda contratada por mes, un cargo por energía de 0.01012 Dlls/KWH y un cargo por operación y mantenimiento cuyo monto está en función de la cantidad de energía asociada programada para el mes de facturación.

El cargo parcial por demanda se ajustará por inflación o financiamiento y cambio de paridad, en los componentes interno y de importación de la inversión, así como por cambios en las tasas de interés.

El cargo inicial por energía será ajustado al cambiar el precio internacional del petróleo (crudo tipo Maya), tomando como base 24.6 Dlla/barril.

El cargo por operación y mantenimiento será ajustado en función de los incrementos salariales y del costo de los materiales.

Finalmente, el contrato contempla el pago de compensaciones por incumplimiento de las obligaciones de alguna de las partes, cuyo monto depende de los valores actualizados, al momento de la rescisión del cargo por demanda, del cargo por operación y mantenimiento y del cargo por energía.

#### *6. Convenio de Interconexión e Intercambio entre CFE y SDG & E*

En adición a la firma del contrato de compra-venta de energía, se firmó un Convenio de Interconexión e Intercambio entre CFE y SDG&E. Los beneficios derivados de la interconexión harán posible el desarrollo y operación de los sistemas de la CFE y de SDG&E, que permitirán proporcionar un servicio más económico y confiable.

Como parte de este convenio se incluyen cláusulas y definiciones referentes a: Energía Asociada, Recursos de Capacidad Disponible, Capacidad, Decremento de Costo de Energía, Capacidad Económica, Energía Económica, Emergencia, Asistencia de Emergencia, Requerimientos de Energía, Recursos de Energía, Entrega de Energía Firme, Incremento de Costo de Energía, Costo Incremental de Mantenimiento, Costo Incremental de Operación, Interconexión, Ahorros Netos, Demanda Máxima, Punto de Interconexión, Reserva Rodante, etc.

La vigencia del convenio se inicia al firmarse por ambas partes, y permanecerá en vigor cuando menos durante los primeros cinco años calendario siguientes a la fecha en que la primera Interconexión entre CFE-SDG&E entre en operación comercial, y no será terminado por ningún motivo mientras esté en vigor cualquier contrato de compra venta de energía.

El convenio incluye también la construcción por cada parte, de su

porción de la interconexión Tijuana I-Miguel, con la intención de que la misma sea puesta en operación dentro de los veintiocho meses siguientes a la expedición de las autorizaciones a que se hace referencia en una de las secciones del convenio.

#### GEOTHERMAL RESOURCES IN THE NORTHWESTERN BORDER

The Valley of Mexicali, located in one of the rifting zones of the world, has been assessed to contain a potential comprised of between 850 and 1700 MW of electric capacity with the prevailing technology.

Cerro Prieto, one of the areas in the valley, has a present operating capacity of 180 MW. Two more plants with a capacity of 220 MW each are being built for operation in 1983 and 1984 respectively.

Aside from the electricity producing application of geothermal fluids, a process has been developed for the production of potassium chloride by evaporating the brine in a solar pond and further crystallizing the residues. Some processes are also being developed to use the hot water in hydroponics, aqua culture, etc.

Collaboration with bordering bodies involved in geothermal energy has been very fruitful for exchange of technical information.

Agreements have been signed with San Diego Gas and Electric Company and Southern California Edison for the export of a total capacity of 275 MW.