

APROVECHAMIENTO DE LA ENERGIA GEOTERMICA EN EL SALVADOR

Escriben:

ERICK UMANZOR, EDUARDO BERDUGO, ATILIO AGUILAR, CARLOS MIGUEL MARTI Y RUBEN SALVADOR BRIZUELA, ALUMNOS DE 4º CURSO DE INGENIERIA ELECTRICA DE LA UNIVERSIDAD CENTROAMERICANA "JOSE SIMEON CAÑAS", ASESORADOS POR EL PROFESOR DE DICHA FACULTAD DR. XABIER BELTRAN DE HERERIA.



Los Ausoles

En El Salvador se encuentran con alguna frecuencia terrenos de rara contextura. Sin vegetación apenas, ofrecen una superficie blanda y caliente de la que brota a trechos agua hirviendo, fenómeno éste que los naturales conocen con el nombre de "ausoles", agua que es aprovechada por sus propiedades curativas desde tiempo inmemorial.

Los españoles ya lo observaron en los días de la conquista. Así don Diego García de Palacio escribiendo a Felipe II en 1576 habla de los "manantiales de agua caliente, que los nativos de la región utilizan para cocer los alimentos". Añadía que una quemadura de estos manantiales es mortal para el que caiga en ellos y que también se utilizaba el lodo, que estas aguas tenían en suspensión, como betún para pintar.¹

En una zona donde el agua corriente tiene de cinco a diez grados centígrados, ésta de los ausoles oscila desde los 15 grados hasta una temperatura superior a la de ebullición, debido a la presión con que sale.

Recientemente se empezó a considerar la posibilidad de un empleo mas útil de este raro fenómeno: ante la creciente demanda de energía eléctrica y los escasos saltos de agua para obtenerla en instalaciones hidroeléctricas, ¿no sería posible imitar lo que en otros países se ha realizado ya y establecer plantas productoras de energía eléctrica, a base del calor natural de estas aguas?

Realizaciones en otros países

El primer país que instaló plantas geotérmicas fue Italia. Sus artísticas fumarolas sirven hoy no sólo de atractivo a los turistas sino para suministrar 350.000 Kwh. de corriente eléctrica. El segundo país fue México, aunque hasta ahora con una planta muy pequeña (unos 300 Kwh). En

1.—El Arzobispo D. Pedro Cortés y Larraz en su "Descripción Geográfico-Moral de la Diócesis de Goathemala" hecha en 1770, también hace mención de los Ausoles de Ahuachapán con estas palabras: "Desde el camino que se lleva para la parroquia siguiente se ven a la falda de la misma montaña algunas fuentes llamadas Sarsoles. Estas son unos ojos de agua, que arrojan muchísimo humo y muy espeso; la agua es tan caliente, que cuece perfectamente la comida; tiene una propiedad tan extraña que si se echa en ella una piedra, salta con violencia y aun con solamente gritar cerca de ella, sucede lo mismo; dicese que a estas fuentes no se les halla suelo. Tal vez de ellas nacerá un río que corre por el principio del valle, de corto caudal, pero tan caliente, que a las mulas se les cae el pelo de los pies en pisando la agua".

Véase este texto en la pág. 65 del Tomo I de dicha "Descripción", publicada en la BIBLIOTECA "GOATHEMALA" DE LA SOCIEDAD DE GEOGRAFIA E HISTORIA DE GUATEMALA. Tomo editado por D. Adrian Recinos en 1958.

los "geisers" de EE.UU. hay otra planta que produce 192.000 Kwh y se están instalando dos unidades más, con 110.000 Kwh. En Nueva Zelanda se llegó a producir 182 Kwh y en la actualidad sólo se producen 140 Kwh, debida esta disminución a una explotación demasiado intensiva.

Existen también dos plantas en Japón, que producen 32 Mwh y otra en Islandia con 3.5 Mwh. Podemos añadir que en Rusia hay unas cuantas experimentales, más que otra cosa.

Sus ventajas

Se considera que por este procedimiento podrían obtenerse unos 30.000 Kwh a un costo bastante menor que el de cualquier central térmica convencional, ya que los gastos de instalación se verían rápidamente compensados por el ahorro en combustible, puesto que en nuestro caso el vapor de agua para las turbinas lo proporciona la misma naturaleza con una generosidad aparentemente indefinida.

A esta ventaja se debe añadir el motivo, no despreciable, de no depender del exterior para conseguir el petróleo, y —además— se debe tener en cuenta el que pronto la energía hidroeléctrica (incluida la que pudiera proporcionar el nuevo embalse del río Lempa en el proyecto llamado "Cerrón Grande") no será suficiente para atender la creciente demanda de electricidad, tanto para alumbrado como para energía motriz. (De 1966 a 1970 la demanda ha aumentado a una media anual de 46.293 Kwh, según puede verse en el cuadro estadístico publicado en el Apéndice I de este estudio).

Por otra parte, las plantas a base de energía nuclear, que algunos admiten como una posible alternativa, sólo se consideran económicamente rentables cuando la demanda alcanza la cifra de un millón de Kwh, ya que la unidad nuclear mínima disponible para operaciones comerciales es de una producción del orden de los 500.000 Kwh.

Historia de las perforaciones

Con el propósito, sobre todo, de reforzar el servicio eléctrico durante la estación seca del año, se iniciaron las primeras investigaciones, perforando cinco pozos en diversas regiones del país (Atiquizaya, Berlín Ahuachapán y Chinameca) y financiándose estos trabajos mediante recursos de la CEL y del Fondo Especial de las Naciones Unidas, a un costo total de 1,250.000 Colones cada uno.

Como resultado se llegó a la conclusión de que era Ahuachapán el lugar que ofrecía mayores ventajas.

Causas de este fenómeno

¿A qué se debe la elevada temperatura a la que brota el agua y cual es el origen de esta?

Puede decirse que hasta ahora se hallan los científicos en un estudio que, como en el caso de las erupciones volcánicas, va un poco más allá de las meras hipótesis.

Se piensa que el agua puede ser subterránea normal, filtrada lentamente hasta las zonas litosféricas inferiores, donde se calienta por el gradiente geotérmico normal (la temperatura del interior de la litosfera au-

menta normalmente un grado centígrado poco más o menos por cada 33 metros de profundidad) volviendo de nuevo a la superficie sin perder todo el calor absorbido en esas profundidades.

Acaso el agua de estas fuentes termales pudiera ser en parte "agua juvenil", producto de la cristalización o recristalización de las rocas en la profundidad de la litosfera.

Es cierto que el agua juvenil se mezcla con aguas intersticiales o meteóricas en su recorrido hacia la superficie y que no existe ninguna fuente termal cuya agua sea totalmente de origen juvenil.

Algunas investigaciones indican que el agua procedente de lluvias penetran en la capa acuifera por imbibición normal, llegando a grandes profundidades a causa de la estructura geológica y adquiriendo allí su calor antes de volver a la superficie. Tanto parte del agua como parte del calor puede proceder de capas de rocas recalentadas que se hallan en último período de enfriamiento de las llamadas rocas ígneas.

El proceso técnico de producción

El proceso que se sigue en la transformación de la energía se reduce a aliviar la elevada presión a la que sale el agua y que le impide producir vapor, a pesar de su temperatura de 230 grados centígrados, a la cual esta debería hervir. Para ello se hace uso de un separador de diámetro mayor al de la tubería que viene de la perforación y que, al provocar una disminución en la presión, facilita la separación del agua y del vapor.

El vapor obtenido (seco hasta una proporción de 99.5% o aún más) pasa directamente a una turbina y hace girar sus álabes, transmitiendo este movimiento a un generador eléctrico.

El tipo de maquinaria usado es el convencional térmico, aunque a presiones mas bajas, empleándose una turbina con su condensador agua-enfriamiento, exactamente como en una planta térmica convencional en la cual se queme petróleo. Aquí se prescinde de economizar el agua, mediante un sistema de recirculación, ya que el suministro de este elemento está asegurado indefinidamente. El vapor condensado va a una torre de enfriamiento y de allí pasa a refrigerar adicionalmente el condensador.

La presión obtenida en estos pozos geotérmicos depende en parte del diámetro de la tubería que se utilice para sacar el vapor. Según pruebas hechas en Ahuachapán, se tienen unos valores promedios de 7.2 Kgr/cm² manométricos para una tubería de 10 pulgadas de diámetro, así como de 10 Kgr/cm² para 8 pulgadas; la temperatura de trabajo es aproximadamente de 230 grados Centígrados en la profundidad y el grado de humedad es, como dijimos, de 5% aproximadamente.

El agua utilizada apenas puede dañar a las máquinas puesto que la proporción de cloruro en suspensión es de solamente 0.019 por mil, después de pasar por el separador, y el porcentaje de boro es casi nulo.

En cambio, las aguas residuales contienen bastantes elementos que pueden dañar a la pesca. Por ello, en vez de entregarlas al sistema fluvial aledaño, se conducirían al mar, mediante unas canaletas de cemento, que es una substancia impermeable. La misma sílice en suspensión (0.560 por mil a 140°) que requiere una atención especial de frecuente limpieza en el silenciador, al depositarse en las canaletas contribuiría a hacer mayor su impermeabilidad.

La planta proyectada sería automática casi en su totalidad, de tal manera que se espera tener una subestación en Soyapango para poder manejarla a control remoto desde la ciudad capital. En previsión de algún posible fallo en la línea, la puesta en marcha podrá hacerse también mediante un sistema manual; para su funcionamiento normal bastarían de uno o dos hombres, durante 8 horas por día.

El mantenimiento no es automático, requiriéndose un personal de planta aproximado de unas 25 personas y cada seis meses hará falta una revisión de las unidades, hecha ésta por un grupo de técnicos y obreros especializados. Para limpiar las incrustaciones que se producen en los álabes de las turbinas habría que pararlas durante una semana. Estas máquinas trabajan con un 91-92% de carga, mostrándose por ello más eficientes que las máquinas hidráulicas.

Datos económicos

Debido, como hemos dicho antes, a su mayor eficiencia (del 91-92% durante todo el año), las plantas geotérmicas resultan más económicas que las que se emplean en cualquier otro sistema de obtención de energía (la eficiencia en el sistema hidráulico, no pasa de un 50%). Además el tiempo de vida útil es mucho mayor. Por ello, no es extraño que en los EE.UU. se obtenga la energía con una reducción del 20% respecto a los demás sistemas de obtención de energía eléctrica. En todo caso, y prescindiendo de otros posibles imprevistos de última hora, debemos insistir en la ventaja evidente sobre la planta geotérmica convencional de que en este caso no hay gastos por compra de combustible.

El capital con el cual se está trabajando procede de la CEL directamente hasta la suma de 4,8 millones de colones. El resto (5,2 millones de colones) proporcionado por las Naciones Unidas, da una inversión total de 10 millones de colones. El costo de la planta se ha calculado en unos 25 millones de colones, en el que se incluyen, además de la compra de maquinaria en el extranjero, los gastos de perforación de los pozos a razón de unos 500 colones por metro. Añadidos otros elementos, la perforación de cada pozo de unos 600 metros de profundidad representa un gasto de unos 300.000 colones. Incluyendo las líneas de transmisión, habría que invertir unos 300 millones de colones en el período que va de 1972 a 1981.

El costo de producción se calcula en unos 2 centavos de colón por Kwh. El precio de venta no variaría con respecto al que se cobra actualmente por la CEL, ya que esta intentaría mantener un promedio de costos con respecto a las otras fuentes de energía más caras como lo son las térmicas, las cuales, de seguirse usando exclusivamente, obligarían a una subida en el precio de venta actual que es de 3.5 centavos de colón.

- Estado actual de las obras

En la actualidad se trabaja en una etapa de premontaje, en la cual se emplean unos mil obreros y se espera poder producir 30.000 Kwh para diciembre de 1974, con lo que se proveería en un 20.5% a la demanda máxima actual de energía. Para fines de 1976 estas plantas de Ahuachapán se conectarán en Santa Ana al sistema actual de la CEL, mediante una línea de transmisión de 36 Kms. a 115 mil voltios.

Fuera de la perforación de los pozos y de haber sacado a licitación el suministro de turbinas, generador, condensador y equipo auxiliar para

el arranque de las máquinas, el resto del proyecto solo se encuentra en período de preparación.

Industrias derivadas

Sería un buen complemento a este proyecto la instalación de algunas industrias subsidiarias que pudieran utilizar el calor sobrante.

Así el cloruro de sodio, que arrastran las aguas residuales en la proporción de unas 1.100 partes por millón, se podría aprovechar para producir 3 toneladas diarias de sal.

Del mismo modo el nuevo sistema de preparación del café llamado "lío-filizado" y que requiere una temperatura inicial de 40 grados Centígrados bajo cero, para luego someterlo bruscamente a alta temperatura, podría servirse del sobrante de calor suministrado por los ausoles a bajo costo.

Otras muchas industrias, como la de conservas, necesitan esta fuente de calor y acaso se animarían a establecerse cerca de los pozos, aunque muy probablemente su ubicación allí supondría otros gastos adicionales que no compensaran la economía en el combustible.

PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA (en miles de kilovatios-hora)

Año o Mes	PRODUCCION INDICE	
	KWH	1968=100
1966	476,969	81.90
1967	525,475	90.23
1968	582,388	100.00
1969	619,372	106.35
1970	670,852	115.19
1971	711,700	122.31

CONSUMO DE ENERGIA ELECTRICA (en miles de kilovatios-hora)

Año	CONSUMO					Total
	Residencial	Comercial	Industrial	Gobierno y Municipio	Otros	
1966	107,991	58,238	178,824	61,551	7,455	414,060
1967	120,947	64,517	192,739	69,375	9,257	456,835
1968	134,037	70,366	215,021	76,696	12,389	508,509
1969	143,946	72,957	228,541	78,353	11,424	535,220
1970	156,675	78,500	245,516	85,694	17,574	583,960
1971	169,768	87,248	243,800	92,435	30,949	624,200

APENDICE II

DEMANDA DE ENERGIA ELECTRICA PREVISTA PARA LOS AÑOS PROXIMOS

AÑO	DEMANDA MAXIMA K.W.	INCREMENTO ANUAL DE DEMANDA K.W.
1971	133.000	
1972	148.000	15.000
1973	164.000	16.000
1974	182.000	18.000
1975	202.000	20.000
1976	225.000	23.000
1977	250.000	25.000
1978	278.000	28.000
1979	308.000	30.000
1980	342.000	34.000
1981	380.000	38.000
1982	422.000	42.000
1983	468.000	46.000
1984	519.000	51.000