

todo

80-56

(817)

# OLADE

ORGANIZACION LATINOAMERICANA DE ENERGIA

SECRETARIA PERMANENTE  
Departamento Técnico

7 de noviembre de 1980

GT/T/164  
7-XI-80

Castellano  
Original: Castellano



//

## RECURSOS GEOTERMICOS

- Aplicación de la Baja y Media Entalpía

"CONCEPTOS GENERALES, METODOLOGIA DE EXPLORACION  
Y UTILIZACION"

//

*(GEOTERMIA // ENTALPIA // METODOLOGIA)  
EXPLORACION // UTILIDAD*

## CONTENIDO

1. Introducción
2. Recursos
3. Desarrollo de un Proyecto Tipo
  - 3.1. Fase I
    - 3.1.1. Objetivos
    - 3.1.2. Metodología
    - 3.1.3. Requerimientos de Personal y Tiempo
    - 3.1.4. Costos
  - 3.2. Fase II
  - 3.3. Usos Eléctricos de los Fluídos de Baja y Media Entalpía
  - 3.4. Fuentes Térmicas Integradas
  - 3.5. Usos Integrados de la Geotermia
4. Estado Actual de la Aplicación Mundial de la Baja y Media Entalpía
5. Procesos
  - 5.1. Calentamiento
  - 5.2. Refrigeración
  - 5.3. Eléctrico
6. Aplicaciones
  - 6.1. Procesos Industriales
  - 6.2. Producción de Minerales, Químicos y de Agua Mineral
  - 6.3. Agricultura
  - 6.4. Calentamiento y enfriamiento espacial, agua caliente
  - 6.5. Cultivo Acuático
  - 6.6. Turismo y Recreación
  - 6.7. Medicinal: Hidroterapia
  - 6.8. Cocina
  - 6.9. Deshielamiento
7. Aspectos Económicos
8. Seguimiento

## 1. INTRODUCCION

En la actual situación de crisis energética se pueden considerar como objetivo de la exploración, también los recursos de baja, media y, eventualmente, alta entalpía que no sera conveniente o posible de utilizar de manera indirectamente para la generación eléctrica, por causas de carácter local o termodinámicos.

La conveniencia económica y las mayores perspectivas de los usos directos, cuando se requieren amplias disponibilidades de calor, han sido ya demostradas a través de numerosas realizaciones en muchos países y están fundamentadas en las siguientes características:

- Eficiencia elevada, porque no hay transformación de energía;
- Amplísima disponibilidad de aguas calientes, sobre todo de temperatura medio-baja;
- Gran variedad de los usos posibles;
- Tecnología y Metodología de exploración generalmente sencillas, aún si de tipo particular;
- Disponibilidad local, continua y a bajo costo, si se compara con los costos elevados y el nivel de incertidumbre de las energías importadas.

Tomando en consideración las potencias a los cabezales de los pozos distintas eficiencias de utilización, se puede calcular que utilizations no eléctricas de los recursos geotérmicos en el mundo absorben una energía técnica igual a más de la mitad de la que efectivamente se utiliza para la producción geotermoeléctrica.

## 2. RECURSOS

Practicamente se pueden definir como recursos geotérmicos utilizables (recurso útil) para fines no eléctricos o eléctricos de baja entalpía, todos los recursos que tengan las siguientes características:

- Disponibilidad en la superficie (como fuentes termales naturales, o captadas a través de pozos de variable profundidad);
- Su temperatura tiene que ser superior a la temperatura necesaria para un uso determinado, teniendo en cuenta la eficiencia del sistema.

El valor de un recurso geotérmico para fines no eléctricos es por lo tanto relacionado a una utilización concreta.

Además hay que subrayar la distinción entre recursos teóricamente utilizables y los recursos cuyo aprovechamiento se podrá efectivamente realizar, dependiendo de la presencia de usuarios y de las características físicas, sociales y económicas de la -región considerada-.

#### CARACTERISTICAS Y DISPONIBILIDAD

Los usos no eléctricos de la energía geotérmica se pueden distinguir en dos grandes grupos:

Químicos: Para la producción de sustancias disueltas o asociadas a los fluidos o para la desalinización de los fluidos mismos para la producción de agua dulce.

Energéticos: Para la producción y la conservación de alimentos, la producción de calor o frío a fines domésticos y/o industriales.

Se ve claramente que las variaciones de temperatura afectan únicamente los "usos energéticos", mientras que los usos químicos dependen únicamente de las características de los fluidos.

Los recursos geotérmicos utilizables a fines no eléctricos son presentados por:

- Fluidos de alta entalpía, o fluidos que pueden ser utilizados para la producción del vapor ( $T > 90^{\circ}\text{C}$ )

- Fluidos de baja y media entalpía, con temperaturas entre los 40°C y 130°C.
- Fluidos de muy baja temperatura (comprendido entre 40°C y la temperatura ambiente) aprovechables directamente o aumentando la temperatura con bombas de calor o con otras fuentes energéticas.

Estos tres grupos son disponibles en las siguientes formas:

- Acuíferos termales superficiales, aprovechables con pozos de limitada profundidad y caudal (manantiales naturales).
- Acuíferos termales profundos, aprovechables a través de pozos geotérmicos productores ya existentes, no comerciales para fines geotermoeléctricos o a través de pozos profundos perforados con este propósito.
- Acuíferos termales profundos, explotables de pozos profundos no geotérmicos ya existentes y que se pueden modificar para la producción de agua.
- Aguas calientes de desecho de plantas geotérmicas u otros tipos de centrales y plantas industriales no geotérmicas

### 3. DESARROLLO DE UN PROYECTO TIPO

La realización de un proyecto de utilización no eléctrica de la energía geotérmica comprende dos fases principales: La Fase de Reconocimiento y la fase de Realización de un Proyecto Específico. La Fase de Reconocimiento es generalmente preliminar a cualquier realización específica y se debe realizar a nivel nacional o regional. La Realización de un Proyecto Específico no es necesariamente sucesiva a un Estudio de Reconocimiento: en casos particulares la factibilidad técnica económica de un proyecto específico se puede comprobar aún fuera del marco de un Estudio de Reconocimiento a escala regional, herramien-

ta indispensable para la planificación a nivel nacional o regional de la utilización de los recursos geotérmicos a fines no eléctricos.

### 3.1. FASE I

Estudio de Reconocimiento de los Recursos Geotérmicos -usos no eléctricos-.

#### 3.1.1. Objetivos

Los objetivos son los siguientes:

- Definir los recursos útiles (ver 2.1.)
- Seleccionar las áreas de interés prioritario
- Definir los programas preliminares de desarrollo.

#### 3.1.2. Metodología

##### a) Inventario de los Recursos:

Recolección de toda la información de interés disponible, con particular énfasis sobre: manantiales termales, datos de pozos someros y profundos, estructura regional, condiciones hidrogeológicas regionales, datos hidrológicos y geofísicos regionales, etc.

Investigaciones de carácter integrativa y de bajo costo como: pruebas y medidas de pozos (T, caudal, muestreo), estudios hidrogeológicos regionales, muestreos geoquímicos en puntos seleccionados, geotermometría, perfiles eléctricos, etc. Estas investigaciones serán programadas sobre la base de los resultados del punto precedente.

Redacción de un "Mapa de ubicación de los Recursos geotérmicos" que contendría los resultados del inventario

y será acompañado por un informe.

b) Inventario de los consumos y de la demanda potencial del calor

Inventario de los consumos existentes y de sus características: distribución geográfica, temperatura, caudal, factor de utilización, evolución de los consumos de energía durante el día y el año, nivel de sustituibilidad de las energías convencionales, optimización de fuentes alternas diferentes, etc.

Estudio de la demanda potencial: definición de los usos potenciales (agrícolas, industriales, etc.) del recurso geotérmico en la situación socio-económica específica.

Preparación de una documentación bibliográfica y cartográfica sintética.

c) Conclusiones: Definición de los Recursos Útiles

Sobre la base de las investigaciones descritas en los puntos a) y b) y a través de una "sobreposición" de demanda y oferta a disponibilidad del calor se podrían definir los recursos útiles, sea a decir las áreas donde se encuentran recursos geotérmicos con características (T, caudal, salinidad, profundidad, distancia del centro de utilización, experiencia necesaria) apropiadas a usos específicos que se hallan definidas como económicamente convenientes en la región examinada (agrícolas, industriales, domésticas, ect.).

### 3.1.3. Requerimientos de personal y tiempo

Para la realización de un "Estudio de Reconocimiento - Usos no eléctricos" se necesitaría personal con experiencia en las siguientes disciplinas:

- Hidrogeología, Hidrología e Hidrogeoquímica (2)
- Geología y Vulcanología (1)
- Geofísica (1)
- Ingeniería y Economía de la Energía (1)

Los tiempos necesarios para llevar a cabo el Estudio varían entre 6 meses y 1 año según las dimensiones y características socio-económicas de la región examinada.

### 3.1.4. Costos

Los costos de un Estudio de Reconocimiento -Usos no eléctricos, pueden variar entre aproximadamente 300.000 y 500.000 dólares, según las dimensiones y dificultades del estudio (investigaciones integrativas necesarias, etc.).

## 3.2. FASE II

### Realización de un Proyecto Específico

En general la fase de realización de un proyecto de utilización no eléctrica de los recursos geotérmicos comprende la siguiente secuencia de operaciones:

- Individualización de los usuarios posibles o potenciales existentes o futuros y su coordinación geográfica y técnica en redes de distribución.

- Estudio de Factibilidad Económica de un proyecto de exploración, explotación y definición de las condiciones de economicidad.
- Definición de un Contrato con los usuarios que se comprometen a comprar la eventual producción según condiciones establecidas (en el caso que el estudio de la disponibilidad del recurso requiera inversiones importantes).
- Realización del Proyecto: exploración, producción, diseño y construcción.

### 3.3. USOS ELECTRICOS DE LOS FLUIDOS DE BAJA Y MEDIA ENTALPIA

Con aguas a temperaturas entre 80 y 150°C es factible la producción de electricidad en plantas a baja eficiencia, por lo tanto este uso es conveniente sólo para producciones limitadas y usos locales en áreas donde los costos de transporte de las otras energías son muy elevadas.

La producción eléctrica puede ser realizable en plantas:

- De ciclo binario
- A flasheo y condensador barométrico de este tipo hay varios ejemplos alimentados también con fuentes termales de gran caudal y T de por lo menos 90°C al nivel del mar.
- A combustible fósil, con las calderas alimentadas por fluidos geotérmicos.

### 3.4. FUENTES TERMICAS INTEGRADAS

Dado que la energía geotérmica se utiliza principalmente para cubrir la faja de base de los consumos de calor, es a menudo necesario y conveniente integrar la geotermia con fuentes energéticas convencionales para satisfacer las demandas "pico", o alcanzar las temperaturas o las cantidades de calor requeridas por la específica utilización.

Existen por lo tanto dos posibilidades de integración:

- Uso de la fuente geotérmica para alimentar o precalentar aguas de caldera calentadas con otras fuentes.
- Uso de bombas de calor, eléctricas o accionadas con combustible.

### 3.5. USOS INTEGRADOS DE LA GEOTERMIA

Los usos integrados de la geotermia presentan la ventaja de una mejor eficiencia de utilización de los fluidos geotérmicos. En particular las ventajas pueden ser las siguientes:

- Aumento del factor anual de utilización de los pozos
- Ampliación de la faja de temperaturas utilizadas
- Enfriamiento económico de los fluidos de desecho en caso de que sea necesario por razones ecológicas

La integración de los usos puede ocurrir de la siguiente manera:

- En "cascadas", es decir con usos sucesivos a temperaturas decrecientes.
- Alternadamente, con usos distintos, en general estacionales, que actúan de manera complementaria.

En proyectos integrados los usos que se requieren en temperaturas más altas condicionan los usos sucesivos y se necesita una coordinación.

Se pueden integrar también producción eléctrica y separación química de sustancias asociadas a los fluidos.

Por lo tanto las más frecuentes formas de integración son las siguientes:

- Producción de electricidad - calor
- Producción de electricidad - química
- Producción de electricidad - agua dulce
- Producción de calor a mayor temperatura - calor a baja temperatura.

4. Estado actual de la Aplicación Mundial de la Baja y Media Entalpía

5. Procesos:

5.1. Calentamiento:

Vapor  
Secado  
Bomba de calor  
Pre-calentamiento  
Evaporación y Destilación  
Agua Caliente Residual



5.2. Refrigeración:

Enfriamiento  
Congelación

5.3. Eléctrico:

Binario  
Multiflash  
Generación a boca pozo  
Vapor secundario

6. Aplicaciones

6.1. Procesos industriales

Papel  
Ladrillo

- Cuero
- Fermentación
- Azúcar
- Alcohol
- Productos Madereros
- Desalinización
- Recuperación de Aceite
- Textiles Madereros

6.2. Producción de Minerales, Químicos y de Agua Mineral

6.3. Agricultura:

- Horticultura
- Cultivo de Hongos
- Invernaderos
- Calentamiento de tierra
- Esterilización de tierra
- Secado de cultivos
- Criadero de animales

6.4. Calentamiento y Enfriamiento Espacial, Agua Caliente:

- Residencial
- Institucional
- Comercial
- Industrial

6.5. Cultivo Acuático: pescado, alga, etc.

6.6. Turismo y recreación

6.7. Medicinal: hidroterapia

6.8. Cocina

6.9. Deshielamiento: carreteras, caminos, etc.

7. Aspectos Económicos

8. Seguimiento