

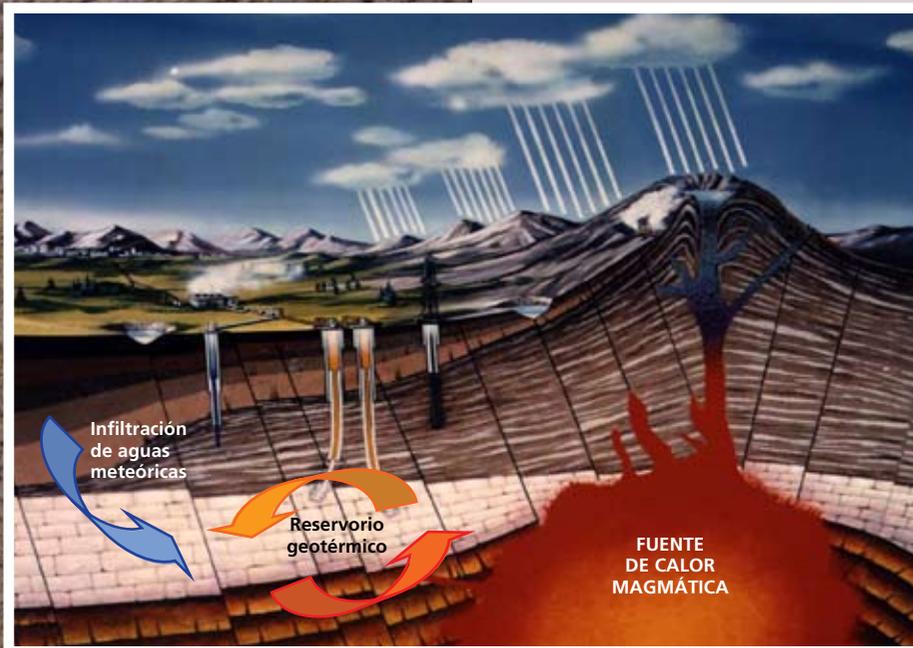
GEOTERMIA EN CHILE

ENERGÍA BAJO TIERRA

La primera planta geotérmica de Chile podría ser realidad en 2012, si arrojan resultados positivos las fases de exploración que se ejecutan en distintas zonas del país.

La explotación del calor de la tierra encierra complejos desafíos de perforación y montaje. Así, se fortalece el panorama propicio para el desarrollo de las energías renovables no convencionales en Chile.

PAULA CHAPPLE C.
PERIODISTA REVISTA BIT



ESQUEMA CONCEPTUAL DE UN CAMPO GEOTÉRMICO. El calor de la tierra se origina en el magma (a profundidades entre 3 y 10 km con temperaturas que oscilan entre los 500 a 600 °C). Al encontrarse cerca de la superficie, el calor calienta rocas y agua a temperaturas variables.



FICHA TÉCNICA

SING

Proyecto: Cerro Pabellón
Ubicación: Ollagüe, II Región
Generación: (40 MW)

ETAPAS

- Exploración superficial 2006-2008
- Pozos exploratorios 2009-2011
- Desarrollo estimado 2011-2014

Proyecto: El Zoquete

Ubicación: A 6 km de los Géiseres del Tatio, II Región
Generación: (40 MW)

ETAPAS

- Exploración superficial 2006-2008
- Pozos exploratorios 2008-2009
- 1° Desarrollo estimado 2009-2012

SIC

Proyecto: Calabozo
Ubicación: VII Región
Generación: (40 MW)

ETAPAS

- Exploración superficial 2006-2008
- Pozos exploratorios 2011-2014
- Desarrollo estimado 2014-2018

Proyecto: Valle Las Nieblas

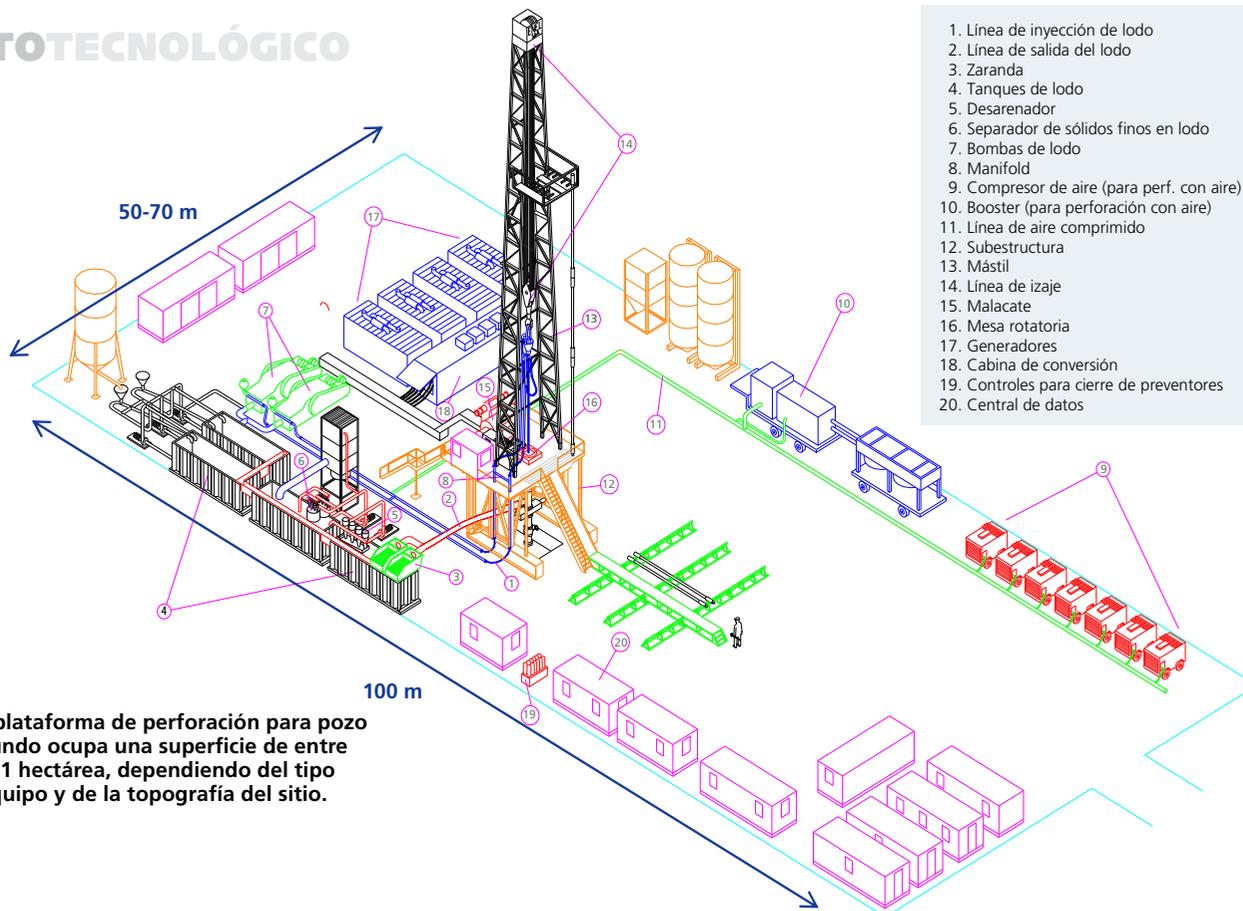
Ubicación: Comuna de Pinto, VIII Región
Generación: (35 MW)

- Exploración superficial 2005-2007
- Pozos exploratorios 2009-2011
- Desarrollo estimado 2012-2015

NO SOLO DE COMBUSTIBLES fósiles e hidroeléctricas obtiene su energía nuestro país. A la expansión de los paneles solares y los parques eólicos, ahora se sumaría el potencial geotérmico. Un proyecto liderado por la Empresa Nacional de Geotermia (ENG) colocaría a Chile en el selecto grupo de países que ya cuentan con energía extraída desde las profundidades de la Tierra.

Los verbos potenciales se deben a que existen riesgos. Desde que se realiza la exploración hasta que se construye una planta, el proceso no sólo conlleva una gran inversión económica, al alcance de escasas empresas, también resulta probable que el proceso de exploración no arroje los resultados esperados.

La buena noticia es que Chile posee condiciones privilegiadas porque "está ubicado en una zona del mundo conocida como el Cinturón de Fuego del Pacífico, y cuenta con numerosas áreas de actividad geotermal", indica Óscar Valenzuela, gerente general de ENG. En el territorio nacional hay más de 2.900 volcanes, de los cuales 80 registran actividad, y 270 son fuentes termales. En algunas áreas, el recurso puede encontrarse entre 5 a 8 km, con una temperatura de 700 a 800 grados.



Una plataforma de perforación para pozo profundo ocupa una superficie de entre 0,7 y 1 hectárea, dependiendo del tipo de equipo y de la topografía del sitio.

ENG, alianza entre la italiana ENEL y ENAP, es una de las compañías que asume el riesgo de apostar por la geotermia. Es más, ha estado trabajando en cuatro proyectos de exploración: en el sur, en la zona de Calabozo y Valle Las Nieblas y en el norte, en Quebrada del Zoquete y Cerro Pabellón, donde proyectan construirse centrales de 40 MW.

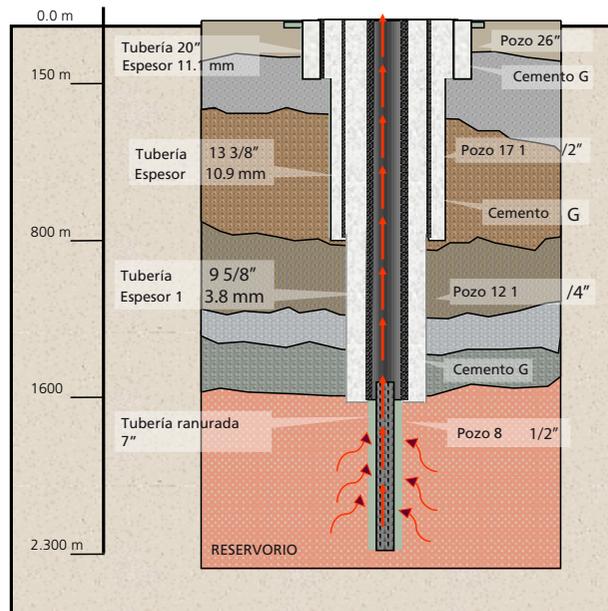
Mientras se aguardan las conclusiones de estas iniciativas, analizamos las características de un proyecto geotérmico. Una aventura que se inicia en el centro de la Tierra, a más de 2.000 km de profundidad.

Las etapas

Para realizar la explotación geotérmica es

necesario contar con un medio que transporte la energía a la superficie, anomalía geológica llamada reservorio o yacimiento, una cámara de fluidos confinados a alta presión litostática (de carga) y temperatura. "El fluido puede consistir en vapor, mezcla de agua-vapor o agua a alto nivel de calor, acumulados en formaciones geológicas subterráneas a las que se accede mediante pozos perforados en la corteza terrestre con técnicas similares a las utilizadas en los procesos de extracción del petróleo", comenta Gianni Volpi, geocientista a cargo de exploración en ENG. Para que exista un reservorio se deben dar ciertas condiciones. Una de ellas es la presencia de magma en enfriamiento, fuente de calor del sistema, una capa rocosa de alta permeabilidad (acuífero), que almacene el fluido y permita su circulación, y una capa impermeable o capa sello, que impida el escape de los fluidos a la superficie.

No son pocas las condiciones, y todavía falta. ¿Cómo se extrae el calor? A través de pozos de producción que penetran en el reservorio, llegan hasta el fluido y por la despresurización generada, sube hacia el exterior a 250°, en parte vapor y en parte agua. Para el final feliz se deben pasar ciertas etapas:



ESQUEMA DE PERFORACIÓN. El principio básico consiste en pozos geotérmicos que comunican el reservorio con la superficie. La imagen muestra las distintas etapas de un pozo de perforación tipo, cuyos diámetros van disminuyendo a medida que se acercan al reservorio. Se excava, se coloca tubería y se cementa.

1. Exploración de superficie: Se extiende por cerca de un año e involucra una inversión de US\$ 1 millón, aproximadamente. En la fase inicial se realizan análisis de levantamiento geológico, estudios geoquímicos y geofísicos. El primero consiste en un mapeo detallado del lugar, para determinar la edad del magma, las formaciones geológicas y sus porosidades. En los estudios geoquímicos se toman muestras, con el posterior análisis químico de los fluidos que emanan de las manifestaciones presentes en superficie. Los geofísicos son ensayos electromagnéticos y magnetoteléuticos, que determinan los límites del reservorio y la ubicación de la capa sello.

2. Exploración profunda: “Con la información recopilada en la fase superficial se determinan los parámetros del reservorio, elaborando un modelo donde se estiman las zonas de flujo vertical y lateral dentro del yacimiento, definiendo el área donde se realizarán las perforaciones para la instalación de los pozos”, indica Gianni Volpi.

Se exploran entre dos a cuatro pozos. Primero se perforan dos, se evalúan resultados y se confirman las características del recurso, para luego excavar los dos siguientes. Esta etapa tiene un costo aproximado entre US\$ 7 a 8 millones por pozo.

3. Desarrollo de campo: Consiste en la perforación de pozos de producción y de reinyección, ya que el fluido extraído, una vez completado el proceso de generación de energía, hay que reinyectarlo al reservorio para hacerlo sustentable. “En esta etapa se perforan entre 12 a 15 pozos, con un margen de riesgo de 30 a un 40% (es decir que el 30% de los pozos no sirven para producir, pero sí pueden ser utilizados para reinyección). También se construye la red de acueductos/vapor-ductos. Los primeros reinyectan las aguas residuales en el subsuelo en el proceso de extracción y reinyección y los segundos conducen el vapor a la planta para producir la energía eléctrica”, prosigue Volpi. En paralelo se construye la planta de generación y si es necesario, como es el caso de Chile, la línea de transmisión de alta tensión. “Son seis años desde la etapa inicial hasta la puesta en marcha de la planta, con un promedio de inversión de US\$ 120 a 150 millones para una central de 40 MW”, señala Valenzuela.

Sistema constructivo

Confirmada la existencia de recursos geotérmicos, se perforan pozos con profundidades entre los 1.000 y 3.000 m, según la



COMPONENTES DEL SISTEMA DE PERFORACIÓN.

Se utilizan barras desmontables que resisten una contracción-dilación importante por efecto de las altas temperaturas.

LÍDERES EN CHILE EN PERFORACIÓN DE POZOS GEOTÉRMICOS

Perforación, mediciones y servicios anexos



Amplia variedad de equipos capaces de perforar desde pozos de exploración hasta pozos de explotación.

CASA MATRIZ CHILE



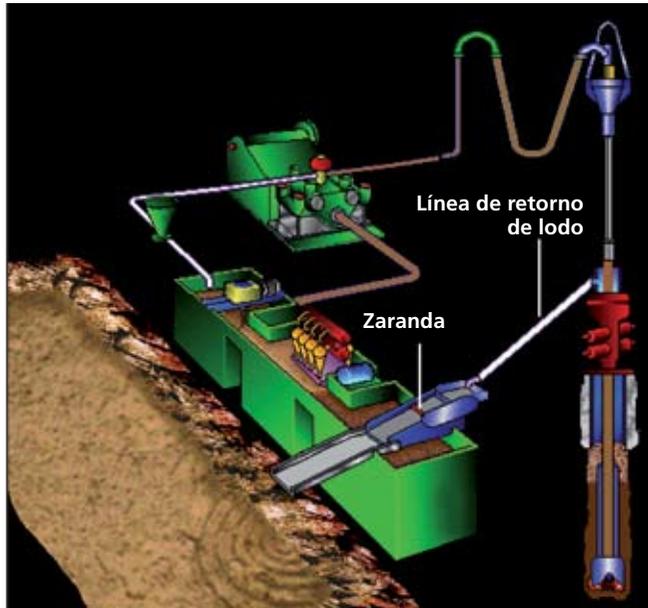
**GEOTEC
BOYLES BROS S.A.**

Lo Campino N° 432, Quilicura, Santiago.
Fono: (56-2) 620 77 00 Fax: (56-2) 620 77 99
E-mail: geotec@geotec.cl

www.geotecboyles.com

SISTEMA DE CIRCULACIÓN DE LODO.

Una vez que el fluido de perforación sale hacia la superficie, se separa lo sólido de lo fino mediante una zaranda. También hay elementos como desarenadores, cuya función es recuperar parte del lodo para inyectarlo en un circuito abierto.



El fluido geotérmico extraído por los pozos es conducido hacia una central instalada en superficie, que convierte la energía del fluido en electricidad. Una vez utilizado el fluido debe ser devuelto al reservorio, a través de pozos de reinyección, de modo de asegurar que reciba recarga permanente.

necesidad de conexión con el reservorio. Se construye una plataforma, cuyo elemento principal es la torre de perforación, que supera los 40 m de alto y su montaje demora un mes de trabajo.

Es el momento de comenzar. Un taladro tipo telescópico con barras de perforación dispuesto en la torre fractura el terreno. Comienza perforando la superficie en base a diámetros grandes para terminar en pequeños. La dinámica es así: Se excava un agujero cercano a las 25", se coloca una tubería de 20" y se hormigona. Se excavan 500 m adicionales, con perforaciones de 17,5" y tuberías de 13" y se cementa. Estamos en los 1.500 m, con una excavación de 9", una tubería de 5/8" y se hormigona. Este primer recorrido se llama tubería de producción. Pasados los 1.500 m nos adentramos en el reservorio, etapa profunda donde se coloca una tubería ranurada de 12", que facilita que el vapor y agua caliente asciendan hacia la superficie, en conjunto con los recortes o detritos (residuos de roca fracturada) que la perforación conlleva.

La excavación se efectúa con un fluido o lodo, mezcla de agua y bentonita, con aditivos como soda cáustica (control PH), lignosulfonatos (dispersantes para alta temperatura) y polímeros (viscosificantes). Sus funciones principales son trasladar los recortes a la superficie, estabilizar e impermeabilizar el agujero, mantener en suspensión los residuos cuando se suspende la perforación y limitar la corrosión del equipo de perforación. "El lodo se introduce a presión dentro de las barras de perforación que son huecas, hasta el fondo del pozo y luego se eleva por las paredes hormigonadas", indica Volpi.

Ya en la superficie el vapor y agua geotérmica se separan mediante un separador atmosférico. El agua se reinyecta nuevamente al subsuelo, mientras que el vapor es conducido a través de una red de tuberías hasta la planta, donde la presión y energía calorífica, son convertidas en energía mecánica al hacer girar la turbina, que a su vez mueve el generador convirtiéndola en energía eléctrica. Del generador es enviada a los transformadores, en voltios que son inyectados a las líneas de alta potencia para ser trasladados a las subestaciones y de ahí hacia la red. El vapor geotérmico, después de activar la turbina, es condensado y reinyectado al subsuelo, para convertirse en emanación que podría ser extraída nuevamente con fines de generación eléctrica. "De esta forma la geo-

LEY DE GEOTERMIA

La Ley 19.657 Sobre Concesiones de Energía Geotérmica rige desde el 2000. Durante enero de 2009 fue ingresado a la Cámara de Diputados un proyecto que introduce modificaciones, regulando aspectos como:

- La energía geotérmica.
- Concesiones y licitaciones para la exploración o explotación.
- Las servidumbres que sea necesario constituir para la exploración o explotación.
- Condiciones de seguridad que deben adoptarse en el desarrollo de las actividades.
- Las relaciones entre los concesionarios, el Estado, los dueños del terreno superficial, los titulares de pertenencias mineras y las partes de los contratos de operación petrolera o empresas autorizadas por ley para la exploración y explotación de hidrocarburos, y los titulares de derechos de aprovechamiento de aguas, en todo lo relacionado con la exploración o la explotación de la energía geotérmica.
- Las funciones del Estado relacionadas con la energía geotérmica.

Más información en www.minmineria.cl y en www.sernageomin.cl



Instalaciones actuales y futuras en Quebrada del Zoquete y su distancia desde los Géiseres.

termia se convierte en una fuente de energía cíclica, renovable y sostenible, ya que con la reinyección se logra recargar el recurso, alargando su vida útil”, comenta Valenzuela.

Proyectos en curso

En el país, ENG se encuentra trabajando en cuatro áreas o distritos geotérmicos, en proyectos que se encuentran en distintas etapas de avance. En el sur y asociados al SIC, están

las exploraciones de Calabozo, en la VII Región, donde se han perforado pozos superficiales con buenos resultados. Además, en la comuna de Pinto, en el sector de Valle Las Nieblas (a más de 8,5 km de los Nevados de Chillán), “perforamos un pozo diamantino (más pequeño) que empieza en 4” y termina en poco menos de 3”, con una longitud de 1.000 m”, indica Valenzuela. En esta zona ya se tiene el estudio de impacto ambiental

para perforar 4 pozos.

En el norte y asociados al SING, se desarrollan los proyectos de mayor envergadura, ambos en la II Región. Uno es en Cerro Pabellón, ubicado en Pampa Apacheta cerca de Ollagüe, a 4.500 m de altura, y donde no existe ninguna manifestación superficial de reservorios. “Se descubrió esta área porque en algún momento se perforó en búsqueda de napas, y se halló agua caliente”, indica Volpi. Al cierre de esta edición se instalaba la plataforma y equipos para iniciar la perforación profunda durante el 2009.

Quebrada del Zoquete

A comienzos de los '70, después de años de búsqueda, CORFO dejó las exploraciones de

Líderes en Fundaciones Especiales



- PILOTES
- MUROS PANTALLA
- MICROPILOTES
- ENSAYOS DE CARGA
- ANCLAJES
- INYECCIONES
- VIBROSUSTITUCIÓN
- MECHAS DRENANTES
- SOIL NAILING
- MEDIO AMBIENTE
- SONDAJES



Alonso de Córdova 5151,
Oficina 1401, Las Condes
Teléfono 437 2900

www.terratest.cl

TRABAJOS NOCTURNOS EN PLATAFORMA A-1.

Separadores durante la prueba de válvula con vapor hacia la atmósfera. Al lado, la torre de perforación de unos 50 m de alto.



SEPARADORES AGUA-VAPOR EN PLATAFORMA ZOQUETE A-1 DURANTE LA PRUEBA DE VÁLVULA. Posteriormente se determina la productividad de vapor (en ton/h). Un buen pozo produce 250 t/h de fluido total, entregando en promedio 50 t/h de vapor.

energía geotérmica iniciadas en el sector del Valle del Tatio. Como testigos de la iniciativa, sigue en pie un campamento y algunas redes de cañerías. Casi 40 años después, el proyecto cobró vida nuevamente.

Distante a 6 km de los Géisers del Tatio (no visible desde la zona turística), en la microcuenca Quebrada del Zoquete, se está perforando desde principio de año, siendo el proyecto más avanzado y el único que se encuentra en la etapa de exploración profunda. "Estamos llegando a 1.900 m de profundidad, con un pozo que comenzamos en 32 pulgadas. Tenemos permisos ambientales para perforar cuatro, y falta el estudio de impacto ambiental para construir una planta y los 15 pozos necesarios para llegar a instalar 40 MW", indica Valenzuela.

Las excavaciones consideran una profundidad de 2 a 2,5 km en dos plataformas, la existente A-1, y la futura A-2. Cada perforación se trabaja en una zona circunscrita a la plataforma (cuyas dimensiones, de 120 x 80 m, ocupan un espacio reducido en comparación a otras fuentes de energías renovables) durante 3 a 4 meses. Actualmente, en la A-1, se realizan las pruebas de válvula del primer pozo mediante un separador atmosférico.

También se desarrollan obras civiles: El mejoramiento del camino desde el campamento CORFO hasta la plataforma A-1. En unos tres meses se efectuará el desmontaje de la plataforma A-1, su traslado hasta la

zona del segundo pozo y su montaje como plataforma A-2. La construcción de un camino que irá desde A-1 hasta donde se pretende ejecutar A-2.

Así, Chile se integraría al grupo de países que aprovechan este recurso como fuente de generación de energía. Según las proyecciones de ENG, al 2012 se iniciaría la primera generación eléctrica por geotermia. Cada proyecto equivale al 1% de la demanda de Chile, es decir, energía para más de 100 mil familias. El futuro sube la temperatura. ■

www.enel.it

Gentileza fotos ENG

ARTÍCULOS RELACIONADOS

- "Parque Eólico Canela. El Nido del Viento". Revista BIT N° 58, Enero 2008, pág. 30.
- "Nuevos conceptos energéticos en la construcción. Alternativas eficientes". Revista BIT N° 57, Noviembre 2007, pág. 18.
- "Energías Renovables en Chile. Aplicación de la energía solar". Revista BIT N° 16, Diciembre 1999, pág. 23.
- Más información y material multimedia en www.revistabit.cl

EN SÍNTESIS

Aprovechar el calor de la Tierra para la generación de electricidad y agua caliente no es fácil ni barato. Sin embargo, Chile tiene un potencial que ha motivado el interés de varias compañías para explorar campos geotérmicos en distintas zonas del país. Una nueva energía renovable que viene desde las profundidades.

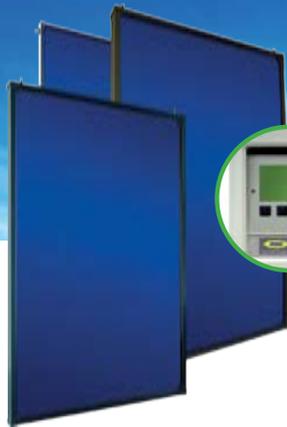
PRESENTE Y FUTURO

En junio pasado se publicó en el Diario Oficial un llamado a licitación pública -nacional e internacional- del Ministerio de Minería, para la exploración de 20 zonas con potencial geotérmico. En total, más de 766 mil hectáreas susceptibles de explotación y de interés de empresas privadas nacionales y extranjeras. El potencial geotérmico es del orden de los 3.500 MW, pero podría ser superior.



Eficiencia Energética

Conozca nuestra amplia gama de productos para climatización eficiente



Control Digital
Paneles Solares
Mide el ahorro energético



Sistemas de Energía Solar

- Rendimiento del 80%
- Vidrio Templado
- Serpentin de Cobre
- Tratamiento Selectivo
- Ahorro en consumo de energía $\geq 60\%$!

Calderas de Condensación

- Mixta y sólo Calefacción.
- Potencias de 28.000 hasta 129.000 kcal/hr.
- Ecológica: Disminuye el NOx y CO₂
- Formatos pequeños que ahorran espacio
- Hasta 35% de ahorro en combustible!

Bombas de Calor

- Control Siemens
- Compresor Hitachi
- Válvula de expansión Danfoss
- Intercambiador de Titanio (para piscina)
- 70% Energía gratis!

SOPORTE / RESPALDO / TECNOLOGÍA

- Calderas Murales y de Pie de Condensación.
- Sistemas Solares de Tecnología Alemana.
- Control Digital Solar mide rendimiento y ahorro para el usuario.
- Equipos Bomba de Calor de Geotermia y Aerotermia.

Venta a través de Instaladores - Distribuidores



EMPRESA CERTIFICADA

Casa Matriz: Panamericana Norte N° 17.001, Kilómetro 17 - Colina - Santiago / **Sucursal Oriente:** Los Orfebres N° 380 - La Reina - Santiago, Tel.: (56 2) 731 0000 - Fax: (56 2) 273 1101
Sucursal Concepción: Camino a Penco N° 3036-A, Galpon D-2, Tel.: (56 41) 262 1900 / **Sucursal Temuco:** Camino al Aeropuerto Maquehue s/n, Tel.: (56 45) 953 900.

¡NUEVO!
SLOAN

NIBSA®

CALIDAD Y RESPALDO
ISO 9001

Grifería Temporizada de Alta Calidad

- **Aleación Certificada**, apta para las aguas duras de Chile.
- **Economía**, larga duración y ahorro de energía.
- **Respaldo**, de la marca y experiencia NIBSA.
- **Asesoría**, profesionales lo asesorarán en sus proyectos.
- **Fabricación:** USA, Italia y Chile

Tel.: 489 8100 - Fax: 489 8101 - ventas@nibsa.com

www.nibsa.com

CESTMEC CERTIFICACIÓN

AHORRO DE AGUA APROX. 60% ECOLÓGICO



ENCUENTRO INTERNACIONAL



EVENTO
DESARROLLADO
EN EL MARCO DEL
NODO SOLAR CDT



PROYECTO
APOYADO POR:



CONSTRUCCION SUSTENTABLE 2009 ENCUENTRO DE DOS MUNDOS

Exposiciones magistrales de Alemania, Canadá, España y Argentina. Experiencias Internacionales en la aplicación de Construcción Sustentable.

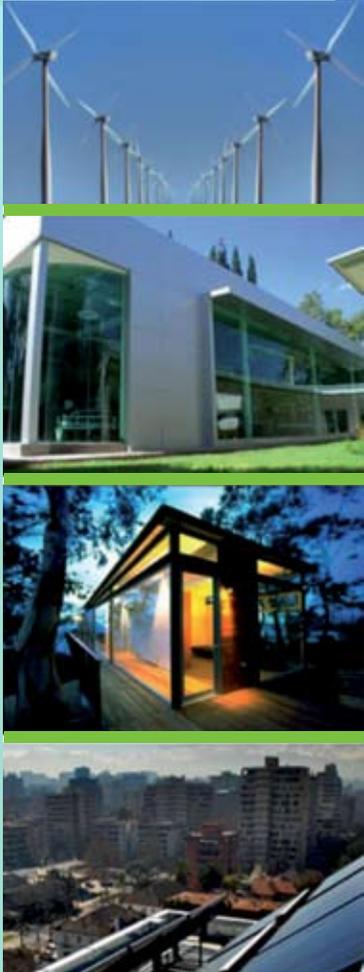
12 noviembre 2009

Centro de eventos Club Manquehue

Programa e inscripciones

www.construccion-sustentable.cl

ORGANIZAN



En productos PPR, tu socio más confiable.



vinilit®

*"La línea de PPR Vinilit es fácil de instalar,
su calidad está 100% garantizada y cuenta
con servicio técnico en obra"*

José Miguel González, Administrador de Proyecto, Portal
de Huechuraba,
Constructora Francisco Lorca

Línea PPR Vinilit

- Ahorro** : Por su baja pérdida de calor.
- Vida Útil** : Superior a 50 años.
- Seguridad** : Uniones termofusionadas contra filtraciones.
- Fácil y Rápido** : En sólo unos minutos el sistema está instalado.



Tubería



Codo 90°



Válvula

Producto al servicio de grandes proyectos.

30 años
de experiencia en
Construcción

ISO 9001

BUREAU VERITAS
Certification



ISO 14001

BUREAU VERITAS
Certification



Exige nuestros productos Vinilit en los mejores
distribuidores a lo largo de todo el país.



vinilit®
www.vinilit.cl