

**PROYECTO GEOTERMICO NOA I**

**MISION DE ENFOQUE Y VALIDACION**  
**GEOTERMICA**

**CALDERA CERRO BLANCO Y CALDERA**  
**CERRO GALAN, DPTO. DE ANTOFAGASTA**  
**DE LA SIERRA, CATAMARCA**

***REPORTE***

Septiembre 2016

*Lic. Alejandro Conde Serra*

# PROYECTO GEOTERMICO NOA I

## MISION DE ENFOQUE Y VALIDACION GEOTERMICA CALDERA CERRO BLANCO Y CALDERA CERRO GALAN, DPTO. DE ANTOFAGASTA DE LA SIERRA, CATAMARCA

### - REPORTE -

Entre los días 14 al 17 de septiembre de 2016, se desarrolló una visita enfocada a observar rasgos geotérmicos evidentes que permitan evaluar a primera vista el potencial de estos campos geotermales. Con ello también obtener más información para el diseño del Programa de Exploración que estará enmarcado en el protocolo internacional IFC –IGA Geothermal Exploration Best Practices, 2013.

El objetivo final será concretar el mencionado Programa de Exploración bajo tales normativas con el fin de constituirse en un proyecto auditable técnicamente ante organismos financieros internacionales.

Se buscará el máximo volumen de información geológica geotérmica posible con el horizonte puesto en la prefactibilidad.

Participaron:

Por SEGEMAR, Dr. Raúl Seggiaro

Por Universidad de Salta, Instituto Nacional de Energías No Convencionales Dr. Walter Baez.

Por Secretaría de Minería de la Provincia de Catamarca

- Lic. Karen Gutierrez del Dpto. de Evaluación de Programas Especiales.
- Lic. Rosa Farías, del mismo Dpto.
- Lic. Anahí Moyano del Dpto. de Geoquímica Ambiental.
- Lic. Flavia Romero del Dpto. de Valuación de Proyectos.
- Ing. Leonel Viel del mismo Dpto.
- Lic. Martín Varela del área de geología de la Sectreraría.

## TOPICOS SOBRE EL ESCENARIO GEOLOGICO OBSERVADO

SGCB: Sistema Geotermal Caldera Co. Blanco

SGCG: Sistema Geotermal Caldera Co. Galán

### 1.- CALDERA CERRO BLANCO

- ✓ Vulcanismo pliniano, abundante y omnipresentes depósitos piroclásticos y de caída, félsicos, ricos en sílice + vidrio, poco consolidados. Se señalaron como la unidad holocena Ignimbrita Cerro Blanco (erupción póstuma datada 4300 años, transmisión verbal Dr. Baez).
- ✓ Presencia de domos postcaldera.
- ✓ Geoforma de calderas anidadas bajo la hipótesis de un colapsamiento sistemático centrípeto permanente hasta la actualidad, deducida por un reciente trabajo de imágenes inSAR.
- ✓ Se observó un basamento aflorante ígneo metamórfico. Seggiaro indica la presencia de una segunda unidad de basamento sobreyacente constituida por metasedimentitas y metavulcanitas, con edades que van del Neoproterozoico al Ordovícico.

- ✓ Sobre el basamento mencionado se apoya discordantemente una secuencia potente piroclástica que el Dr. Baez resumió en:
  - Sintema Cortaderas (Pleistoceno Medio) constituida por secuencias de ignimbritas mal seleccionadas félsicas, no soldadas a poco soldadas con cristalización en fase vapor.
  - Sintema Campo de Piedra Pomez (Pleistoceno Sup.).
  - Sintema Cerro Blanco (Holoceno) constituido por bloques y cenizas, la Ignimbrita Cerro Blanco rica en pómez, trizas vítreas y cristales de cuarzo, todo ello hasta colmatar la caldera.



Foto 1: Omnipresentes materiales piroclásticos félsicos.

## 1.2.- OBSERVACIONES Y COMENTARIOS

- Condición volcánica de altas temperaturas, donde aparentemente la fase vapor fue predominante.
- El depocentro de los sintemas piroclásticos es una roca con condiciones de permeabilidad secundaria.
- La preponderancia del vidrio volcánico en la composición del paquete ignimbrítico, inclusive los depósitos de caída, son constituyentes propensos a la devitrificación por ataque químico de cualquier fluido presente en profundidad. Se podría estar ante un sistema geotermal autosellante.
- Los límites de la actual caldera prevén la posición de la cámara magmática.



Foto 2: Imagen de los límites de la actual caldera.

- La presencia de geoformas de explosiones freáticas dentro de la caldera son indicativos de haber existido disponibilidad de agua.



Foto 3: bordes del cráter de la explosión freática.

- Se han observado dentro de la caldera una significativa concentración de vegetación, la única apreciada en el ámbito del Co. Blanco y asociada al ascenso de vapor. El suelo esta notablemente húmedo dentro del cráter de la explosión freática.



Foto 4: zonación de vegetación dentro de la depresión del cráter de explosión freática.

- Dentro del ámbito del cráter de la explosión freática se han observado volcanes de arcilla con salidas fumarólicas resoplantes de gas con subordinación de vapor a temperaturas de 88°C a 90°C. Ubicación @ 3327014 / 7039853, GK Posgar
- A destacar la presencia de fumarolas que aparentemente han resoplado recientemente y se han autosellado.
- En el sector de volcanes de arcilla se concentra la alteración hidrotermal.
- La presencia de sinters silíceos en la zona fumarólica sugiere una actividad hidrotermal de alta temperatura.



Foto 5: Volcanes de arcilla con alteración hidrotermal y de fondo se observa la vegetación asociada al ascenso de vapor.

### 1.3.- CONCLUSIONES

De los tópicos mencionados como observaciones del prospecto, se deduce la probabilidad de una fuente de calor somera, con un *feeder* de ascenso de calor rico en gases y vapor subordinado, donde la componente meteórica podría no ser el total aporte, significa entonces la posibilidad de vapor magmático también.

La profundidad del reservorio sería somera y podría constituirse en el basamento con una permeabilidad secundaria contenedora de los fluidos. Y hasta abarcar la base del Complejo Piroclástico Ignimbrítico de Co. Blanco, más litificada y con fracturación conexa.

El sistema es sin duda de alta temperatura sustentado por todos los indicadores observados y expresados anteriormente.

Aparentemente podría tratarse de un “Campo Geotermal Geopresurizado Semiciego”, donde colaboraría el efecto sello del paquete piroclástico, sensible al ataque químico de los fluidos sobrecalentados, que devitrifica la componente vítrea, generando así esmectitas impermeabilizantes (sellantes).

La extensión del acuífero sobrecalentado presentaría aparentemente límites más amplios. Esto se interpretaría por la presencia de conos acrecionales con emanaciones de aguas termales burbujeantes por desgasificación magmática (con mezcla de aguas superficiales) y que están ubicados al SW de la Caldera Co. Blanco, aguas arriba de la Quebrada de Las Papas. Su yacencia está controlada probablemente por un lineamiento regional precaldera de dirección NNW-SSW. Su ubicación @ 3324471 / 7026011, GK Posgar.



Foto 6.

En el sitio de los conos acrecionales se han observado:

- Diferentes niveles de terrazas travertínicas producto de la escorrentía laminar de las aguas termales, indicando así distintos estadios del acuífero geotermal.



Foto 7: el funcionario del SEGEMAR se halla precisamente por sobre una terraza travertínica de origen geotermal.

- La presencia de conos acrecionales activos en los niveles de base de la quebrada. Y terrazas travertínicas con “conos colgados” inactivos, en niveles topoaltimétricos superiores que podrían interpretarse como: reducción de la fuente de calor que motiva variaciones de ubicación del sistema geotermal/acuífero sobrecalentado, o la fuente de calor se mantiene pero varían los niveles del fluido en el reservorio por fugas laterales del sistema migrando así el acuífero sobrecalentado.



Foto 8: ubicación de conos acrecionales carbonáticos en terrazas travertínicas con emanaciones de aguas geotermales con abundante exhalación de gases de probable desgasificación magmática.



Foto 9: Conos acrecionales activos en emanaciones de aguas con gases burbujeantes.

#### 1.4.- SUGERENCIAS PARA CONSIDERAR EN EL PROGRAMA DE EXPLORACION DE SGCB

- Aplicación de geofísica magnetotelúrica (AMT y MT) con procesado 1D, 2D y 3D a los efectos de ubicar y dimensionar el *feeder* de ascenso de fluidos dentro de la Caldera del Co. Blanco. Asimismo ubicar en espacio 3D la cámara magmática y el reservorio de fluidos (o acuífero sobrecalentado).
- Ubicación mediante estas técnicas geofísicas de las electrounidades conductivas (bajos resistivos) asociadas a los techos del reservorio donde la argilitización y esmectitización es extrema, debido a la acción fisicoquímica de los fluidos volátiles sobre las piroclastitas ricas en vidrio.
- Aplicación de gravimetría de alto detalle con proceso 2D y 3D para definir la profundidad y la geometría de los bloques del basamento. A su vez definir los espesores de la columna sello piroclástica del sistema geotermal.
- Un relevamiento de gases difusos respetando una grilla que contenga al área de fumarolas. Asimismo también ejecutarlo en el ámbito donde se hallan los conos acrecionales activos y sus diferentes niveles travertínicos.
- Un relevamiento estructural de la comarca que contenga a todo el SGCB, con un detalle de la orientación, densidad y génesis de la fracturación de la roca basamento. Aprovechar para integrar los perfiles estructurales a los perfiles que resulten de la gravimetría, a fin de definir la disposición de los bloques del basamento.
- Un estudio hidrogeológico detallado y amplio a escala comarca, elaborando un acabado Modelo Hidrogeológico del SGCB. Alcanzar un Balance Hídrico.
- Un estudio geoquímico completo de aguas, gases, isótopos y de geotermometría de los conos acrecionales ubicados aguas arriba de la Quebrada de Las Papas. Definir su vinculación con el sistema de caldera.

- Definir el estatus de fluidos del sistema geotermal, sea gas dominante subordinado vapor o viceversa. El vapor dominante o subordinado es de origen magmático? o meteórico por acción de los gases magmáticos sobre el acuífero sobrecalentado y geopresurizado total o parcialmente. Incrementar así el conocimiento del Modelo Geotermal (Vapor dominante? – Hot Rock? – Hot Dry Rock?). Sería fundamental para la ingeniería de reservorio y su explotación.
- Desarrollar Mapas de Peligrosidad Volcánica, Modelos Numéricos (Monte Carlo) y Modelos Estructurales, con el fin de adelantar datos para la etapa de prefactibilidad industrial.
- Estudio de Impacto Ambiental, línea de base ambiental. Convendría delegarlo en los profesionales de Medio Ambiente de la Secretaría de Minería de Catamarca. Extenso y comprometido trabajo.
- Reparación y mantenimiento del camino de ingreso al Campo de Piedra Pomez y en adelante a los sitios de estudio, delegando esta tarea en la Secretaría de Minería de Catamarca.
- Con el amplio conocimiento que INENCO posee del SGCB, más estos estudios pendientes, se podrá desarrollar un acabado Modelo Conceptual Geológico del SGCB fijando inclusive los sitios para elaborar un programa de perforación de exploración y captación de fluidos. Esto último fundamental para caracterizar y dimensionar la potencia geotérmica de generación.

## **2.- CALDERA CERRO GALAN (SGCG)**

- ✓ Responde a un vulcanismo de larga duración donde la bibliografía expresa 5,6 Ma – 2,08 Ma frente a los 4300 años del último evento de SGCB.
- ✓ El Dr. Baez destaca la caldera tipo *trapdoor* con un colapso controlado por fallas regionales inversas N-S.
- ✓ El basamento sobre el que se desarrolla el sistema volcánico está constituido por rocas plutónicas y metamórficas de bajo a alto grado, del Paleozoico Inf. Sobre este basamento se desarrolló un vulcanismo andesítico sucedido por abundantes episodios de flujos piroclásticos, donde la Ignimbrita Cerro Galán remata mostrando la actual geomorfología en la Caldera.
- ✓ Contiene una serie de domos y criptodomos postcaldera, localizados en el sector occidental de un notable domo resurgente.

### **2.1.- OBSERVACIONES Y COMENTARIOS**

- Las manifestaciones geotermales del Area La Colcha presentan un control estructural por fracturas anulares al domo resurgente.
- Ubicación @ 3402694 / 7120245 y 3401104 / 7120879, GK Posgar.



Foto 10: se señala la ubicación de las manifestaciones geotermales La Colcha bajo la influencia estructural del domo resurgente (borde SW del domo).

- Las manifestaciones geotermales observadas en el Area La Colcha se caracterizan por ser vertientes con abundante agua de mezcla pero con pipes de emisión de CO<sub>2</sub> magmático que colaboran al calentamiento/ebullición y fuerte burbujeo. Habría entonces, vaporización por contacto de los gases calientes.



Foto 11: manantial geotermal con intenso burbujeo. Obsérvese el lecho con fuerte alteración hidrotermal.



Foto 12: Obsérvese el burbujeo de gases que midió una temperatura de 83.4°C.

- En este ámbito se observaron niveles travertínicos y en especial una terraza travertínica en un nivel topográfico superior que indicaría las variaciones de nivel de base de estos manantiales geotermales resultado de la dinámica del campo geotérmico.



Foto 13: se observa el nivel de travertino que quedó colgado topográficamente señalando los cambios de nivel de base de los manantiales geotermales debido a los cambios del sistema.

- En un sector al NW de la Caldera Co. Galán, cercano al borde estructural occidental de la caldera, se observaron numerosos volcanes de arcilla con bocas fumarólicas y pequeños ojos de agua burbujeantes. Ubicación @ 33400517 / 7140464, GK Posgar.



Foto 14: se muestran las alteraciones hidrotermales en depósitos aluviales que contienen a los volcanes de arcilla con fumarolas y ojos de agua burbujeante.

- En el ámbito de estas manifestaciones del borde estructural occidental de la caldera, se aprecian sinters silíceos y se detectaron fragmentos de la ignimbrita alterados y con silicificación.



Foto 15 (pág. anterior): otra vista de los volcanes de arcilla, bocas fumarólicas emanando fluidos y ojos de agua burbujeante. Obsérvese la alteración hidrotermal.



Foto 16: Sobre uno de los ojos burbujeantes se midió una temperatura de 87.1°C.

## 2.2.- CONCLUSIONES

Efectivamente los volcanes de arcilla con bocas fumarólicas y ojos de agua burbujeantes presentan rasgos de ser manifestaciones geotermales genéticamente de mayor temperatura que los observados en el sector La Colcha. La presencia de sinters silíceos y hallarse las expresiones geotermales en un borde estructural de la caldera, invita a pensar un mejor escenario para el ascenso más libre de fluidos magmáticos calientes. Y hasta probablemente con más detalle se percaten vapores geotermales cuya procedencia podría ser directa del reservorio. De confirmarse esta hipótesis este sector cobraría importancia.

En lo que se refiere a las expresiones de alta  $T^{\circ}$  del Area La Colcha hay que considerar los fenómenos de mezcla de las aguas de vertientes con mayores componentes de origen meteórico. Todo ello sin dejar de considerar que estas aguas probablemente se vaporizan por acción de gases del reservorio y vapor del reservorio.

No se ha podido interpretar a simple vista una composición cualitativa de estos dominios gas/vapor/agua.

Por último cabría prever una situación de fuente de calor con desgasificación y remanente del último evento activo del cuerpo volcánico, donde quizás aún es significativa y de importante dimensión si observamos las distancias entre manifestaciones geotermales.

## 2.3.- SUGERENCIAS PARA CONSIDERAR EN EL PROGRAMA DE EXPLORACION

Para este sistema geotermal caben las mismas necesidades de exploración que ayudarían a comprender mejor el modelo. Es decir, una campaña de geofísica de MT por excelencia y subordinada AMT, en el caso SGCG. No estaría demás alcanzar un mejor detalle de mapeo

estructural y vincularlo al escenario regional. Desarrollar un modelo hidrogeológico más acabado va a contribuir a mejor interpretar y avalar los resultados geoquímicos ya realizados. Con todo se alcanzaría un completo Modelo Conceptual Geológico Preliminar que hasta vaticinaría con buena certeza la ubicación en profundidad del reservorio.

## **PRIORIDAD POR DESARROLLAR EL PROGRAMA DE EXPLORACION EN EL SGCB**

- ✓ SGCB tiene origen en una fuente de calor procedente de una cámara magmática activa.
- ✓ Existe información detallada de base que cubre gran parte de un Programa de Exploración. Las etapas ya concretadas son:
  - Caracterización y modelado vulcanológico.
  - Geoquímica completa. Modelado hidroquímico completo.
  - Geofísica parcial.
  - Litoestratigrafía y petrología completa.
  - Cinemática estructural, en parte con ayuda de tecnología remota inSAR.
- ✓ Un territorio que también sería apto para desarrollar una infraestructura de generación y transmisión, especialmente esta última con predominio de relieves suaves, con escasos resaltos topográficos y un suelo geomecánicamente accesible a la instalación de torres o excavado de trazas para el tendido subterráneo de líneas de transmisión.

## **ESTADO DE SITUACION DEL MERCADO DE CONSUMO**

### **Norte del Proyecto SGCB**

#### **Antofagasta de la Sierra**

Población: 900 hab. Aproximadamente con fuertes fluctuaciones estacionales (328 usuarios registrados de electricidad).

Economía: principalmente turismo. Subordinada actividad agrícola.

Suministro Eléctrico: Insuficiente, escasos de tendido local no alcanza a cubrir el ejido. Restringido a un grupo electrógeno marca Caterpillar de 0,55 MWe que opera 24 hs con descanso de 1 día, recambio del día operativo entrando en funcionamiento un grupo electrógeno marca CETEC también de 0.55 MWe (ver foto).

Consume 1.100 l de gasoil por día.

Costo del MWe: ronda entre los 120 – 140 u\$s /MWe.

Impacto por aumento de la capacidad de suministro de energía: Se incrementa turismo. Se asientan oficinas administrativas de mineras, posibilidad de montaje de planta de concentración de litio, ampliación de la oferta industrial, se reduce la migración de nativos de la localidad por desarrollo económico. Incremento de la actividad agrícola por independencia de regadío por cursos de agua (se establecen redes de pozos).

Distancia al Proyecto Geotérmico Caldera Co. Blanco: Para una hipótesis de tendido sobre bajo topográfico de llanos, sin contrastes topoaltimétricos, del orden de los 75 km.



Foto17: se observa un grupo electrógeno de 0.55 MWe que actúa como recambio en turno de madrugada. En el costado derecho se aprecia tanque de gasoil para alimentar los grupos.

## El Peñón

Población: 250 personas (132 usuarios de electricidad registrados).

Economía: Turismo y agricultura.

Suministro Eléctrico: Un grupo electrógeno de 0.25 MWe con un muleto de 0.14 MWe. Se establecen cortes programados para mantenimiento del equipo generador.

Costo del MWe: mayor de u\$s 120/ MWe

Impacto por aumento de la capacidad de suministro eléctrico: Idem Antofagasta.

Distancia al Proyecto Geotérmico Caldera Co. Blanco: 50 km de tendido directo en topografía suave. Opción de 26 km de conexión al tendido hipotético de Antofagasta.



Foto 18: Grupo electrógeno nuevo marca CETEC de 0.25 MWe

## Sur del Proyecto

### Fiambalá

Población: 4.700 hab. (37 usuarios de electricidad registrados).

Economía: Vitivinicultura. Bañoterapia termal. Turismo.

Suministro Eléctrico: Conexión a la red administrada por EC Sapem con un tendido de 33 Kv.

Impacto por aumento de la capacidad de suministro eléctrico: Incremento de la economía actual.

Distancia al Proyecto Geotérmico Caldera Co. Blanco: 80 km de tendido directo. 20 km en topografía abrupta + 50 km en llano colindante a ruta local.



Imagen Google Earth donde se esquematiza las hipótesis de traza de tendidos y las localidades de suministro eléctrico. Se notará que El Peñón se podría conectar a la línea troncal entre el proyecto y la localidad de Antofagasta.

## ESTADO DE SITUACION DEL CONOCIMIENTO GEOLOGICO GEOTERMICO DE SGCB Y DEL SGCG

### SISTEMA GEOTERMAL CALDERA CERRO BLANCO

Estudios y trabajos varios:

<b>IMÁGENES SENSORES REMOTOS</b>	<b>SITUACION</b>
Imágenes Térmicas	✓ Se emplearon históricas
Imágenes alteraciones hidrot	✓
Imágenes identificando rasgos estructur.	✓
Imágenes inSAR determinando subsidenc.	✓
Imágenes de vegetación termófila	NO
Imágenes de Red Hídrica y escurrimientos	NO
Imágenes identificando litologías	✓
<b>MAPA CAD REGISTRO GRAFICO</b>	?
<b>MAPAS Y PLANOS</b>	
Plano geológicos a escala detalle	NO
Plano Estructural a escala detalle	NO
Plano Hidrogeológico a escala detalle	NO
Mapa Litoestratigráfico + perfiles	✓
Mapa Geologico Regional	✓
Plano Litoestratigrafico + perfiles	✓
Mapa de elevación digital	✓
Plano topoaltimetrico de la caldera	NO
<b>BALANCE HIDRICO</b>	NO
<b>PROSPECCION GEOQUIMICA</b>	✓ Completa de aguas, gases e isóto.
<b>RELEVAMIENTO DE GASES DIFUSOS</b>	NO
<b>MUESTREOS DE ROCA Y MINERALES</b>	✓ Completo
<b>PROSPECCION GEOFISICA MT</b>	NO
<b>PROSPECCION AMT</b>	Incompleto
<b>MODELOS CONCEPTUALES GEOLOGICOS</b>	✓
<b>MODELO CONCEPTUAL ESTRUCTURAL</b>	Incompleto
<b>MODELO CONCEPTUAL HIDROGEOLOGIC</b>	Incompleto
<b>SIMULACION MONTECARLO</b>	✓
<b>ESTUDIO VULCANOLOGICO</b>	✓ Completo
<b>ESTUDIO AMBIENTAL LINEA DE BASE</b>	NO
<b>ESTUDIO DE RIESGO VOLCANOLOGICO</b>	NO
<b>CAMINOS + CAMPAMENTOS</b>	NO

✓ 14 concretados; 3 Estudios a terminar y NO realizados 12.

## **SINERGIA INSTITUCIONAL**

### **INSTITUTO NACIONAL DE ENERGIAS NO CONVENCIONALES – INENCO**

Es una institución perteneciente al CONICET y la UNSA

**19.09.16.- REUNION CON EL DR. JOSE VIRAMENTO – PRESIDENTE DEL INENCO**

#### **Fortalezas**

- Desarrollo acabado de la geotermia regional con 10 años dedicados a la investigación geotérmica.
- Enfocados en Caldera Co. Blanco y el prospecto Olacapato-Toro – Tocomar
- Vinculación internacional con países líderes en geotermia (Mexico, Italia, Alemania)
- Disponibilidad de moderna tecnología mediante convenios con otros institutos nacionales e internacionales.

- Semillero de profesionales especializados y actualizados permanentemente en disciplinas aplicadas a geotermia: vulcanología, geoquímica, geofísica, modelado y simulación.
- CONICET.

### **Debilidades**

- Aislados dentro de la Universidad, específicamente con sus autoridades. *Similar caso que el IDEAN del Dr. Victor Ramos.*
- No influyen en políticas provinciales y menos nacionales al desarrollo geotérmico.
- No acceso, en la temática geotérmica, a fondos de desarrollo internacional país-país e inversión de capitales privados.
- Limitaciones edilicias para que sus profesionales trabajen ampliamente.
- Logística limitada.
- No disponen de instrumental geofísico MT – AMT propio.
- Por ser una institución científica no articulan los resultados obtenidos en un Best Practices como si fuera un proyecto con sentido económico.
- Utilizan los prospectos para su escuela geotérmica, no son una empresa.

### **IDEAS (BAJO CONFIDENCIALIDAD ENTRE EL QUE SUSCRIBE Y AUTORIDADES MAXIMAS SEGEMAR)**

- SEGEMAR lidera y fija política al desarrollo geotérmico nacional.
- SEGEMAR ágil relación interinstitucional con sus pares federales de provincias (Sec. de Minería Pciales.), que son dueños de los recursos geotérmicos.
- SEGEMAR maneja la relación internacional con países interesados en desembarcar en el desarrollo geotérmico. Es autoridad representante de Argentina. Maneja estrategias nacionales con el Ministerio de Energía y Minería.
- SEGEMAR tiene por convenios internacionales con capacidad para desarrollar INTEMIN.
- Idea I: SEGEMAR podría imitar el modelo del USGS en Geotermia, donde esta institución interactúa con el Dpto. de Energía de USA, tiene presencia en el territorio federal fijando los objetivos geotérmicos a explorar y genera información integral técnica para la inversión. Las disciplinas empleadas para la exploración e investigación las obtiene en parte con equipos propios, de lo contrario contrata servicios de terceros por convenio, por ejemplo con departamentos técnicos de Universidades y laboratorios privados.  
SEGEMAR puede hacer lo mismo contratando institutos especializados y Universidades, en aquellas disciplinas necesarias para la investigación y desarrollo de los campos geotérmicos.
- Idea II: Además de la Idea I, SEGEMAR compone una Empresa Nacional de Geotermia (ENGE) que opera asociada en UTE con las empresas provinciales de minería y energía (CAMYEN, REMSA, JEMSE), institutos científicos geológicos acordes a la temática (INENCO), Universidades (UNSA), (modelo tipo YMAD) y hasta con empresas privadas de exploración (e.g. ENEL Green Power, Nevada Geothermal, Alterra Power),

tecnológicas (YTEC), de desarrollo de energía (ENARSA), industriales de generación (e.g Pampa Energía, ENEL, de fabricación de Plantas Geotérmicas, etc, etc).

Más allá de lo anteriormente expresado como modelo de relación inicial y dar así principio de ejecución, más bien terminar el Programa de Exploración en Superficie del SGCB, se sugiere cerrar filas con INENCO por convenio preexistente o desarrollando uno nuevo, y con Catamarca, un acuerdo estratégico o convenio focalizado.

### **DISTRIBUCION DE TAREAS PARA FINALIZAR EL PROGRAMA DE EXPLORACION EN SUPERFICIE DEL SISTEMA GEOTERMAL CALDERA CERRO BLANCO**

<b>IMÁGENES SENSORES REMOTOS</b>	<b>SITUACION</b>	<b>INTERVIENE</b>
Imágenes Térmicas	✓ Se emplearon históricas	SEGEMAR Bue
Imágenes alteraciones hidrot	Finalizado	
Imágenes identificando rasgos estructur.	Finalizado	
Imágenes inSAR determinando subsidenc.	Finalizado	
Imágenes de vegetación termófila	A ejecutar	SEGEMAR Bue
Imágenes de Red Hídrica y escurrimientos	A ejecutar	SEGEMAR Bue
Imágenes identificando litologías	Finalizado	
<b>MAPA CAD REGISTRO GRAFICO</b>	<b>?</b>	SEGEMAR Bue
<b>MAPAS Y PLANOS</b>		
Plano geológicos a escala detalle	A ejecutar	SEGEMAR SAL
Plano Estructural a escala detalle	A ejecutar	SEGEMAR SAL
Plano Hidrogeológico a escala detalle	A ejecutar	SEGEMAR
Mapa Litoestratigráfico + perfiles	Finalizado	
Mapa Geologico Regional	Finalizado	
Plano Litoestratigrafico + perfiles	Finalizado	
Mapa de elevación digital	Finalizado	
Plano topoaltimetrico de la caldera	A ejecutar	SEGEMAR
<b>BALANCE HIDRICO</b>	A ejecutar	UNSA?/ CATAM
<b>PROSPECCION GEOQUIMICA COMPLETA</b>	Finalizado	
<b>RELEVAMIENTO DE GASES DIFUSOS</b>	A ejecutar	GESVA/SEGEMAR
<b>MUESTREOS DE ROCA Y MINERALES</b>	Finalizado	
<b>PROSPECCION GEOFISICA MT</b>	A ejecutar	INGEIS/SEGEMAR
<b>PROSPECCION AMT</b>	A ejecutar	INGEIS/SEGEMAR
<b>MODELOS CONCEPTUALES GEOLOGICOS</b>	Finalizado el preliminar	
<b>MODELO CONCEPTUAL ESTRUCTURAL</b>	A ejecutar	SEGEMAR SAL
<b>MODELO CONCEPTUAL HIDROGEOLOGIC</b>	A ejecutar	INENCO/SEGEMAR
<b>SIMULACION MONTECARLO</b>	Finalizado	
<b>ESTUDIO VULCANOLOGICO</b>	Finalizado	
<b>ESTUDIO AMBIENTAL LINEA DE BASE</b>	A ejecutar	CATAMARCA (*)

<b>ESTUDIO DE RIESGO VOLCANOLOGICO</b>	A ejecutar	SEGEMAR
<b>CAMINOS + CAMPAMENTOS</b>	A ejecutar	CATAMARCA
<b>VEHICULOS EN CAMPO + MOV. + DESMOV.</b>	A ejecutar	CATAM+SEGEMAR

**“Sugiero”:** Las tareas de Campo si bien tienen un ente responsable de ejecución, las otras instituciones bien pueden colaborar con profesionales y medios.

**“Sugiero” un Comité Técnico de supervisión de tareas integral y permanente.**

?: Requiere un análisis estratégico con las autoridades de Catamarca.

(\*) Muy importante la participación en los Estudios de Medio Ambiente, Línea de Base, de los técnicos que referencie la autoridad de aplicación, ya que luego se desarrollarán los aspectos de relación con la comunidad, un tema muy delicado y político.

Buenos Aires, 28 de septiembre de 2016  
Lic. Alejandro Conde Serra