



**ALCUE NET**

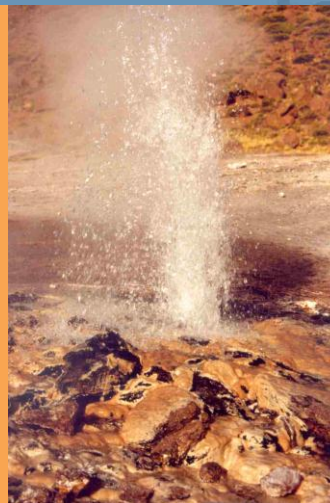
Latin America, Caribbean and European Union Network on Research and Innovation

# ***GEOTERMIA EN ARGENTINA DESARROLLO ACTUAL Y POTENCIAL***

*Por: Lic. Abel Pesce*

*Dra. Beatriz Coira*

*Dr. Alberto T Caselli*



**Geothermal Energy Workshop  
Salta – December 2014**



# ***CLASIFICACION DE LOS RECURSOS GEOTERMICOS***

## ***SISTEMAS HIDROTERMALES***

***ARTIFICIALES***

***VOLCANICOS***

***NO VOLCANICOS***

***VOLCÁNICOS***

***SISTEMAS HIDROTERMALES  
DE ALTA  
TEMPERATURA***

***VAPOR  
DOMINANTE***

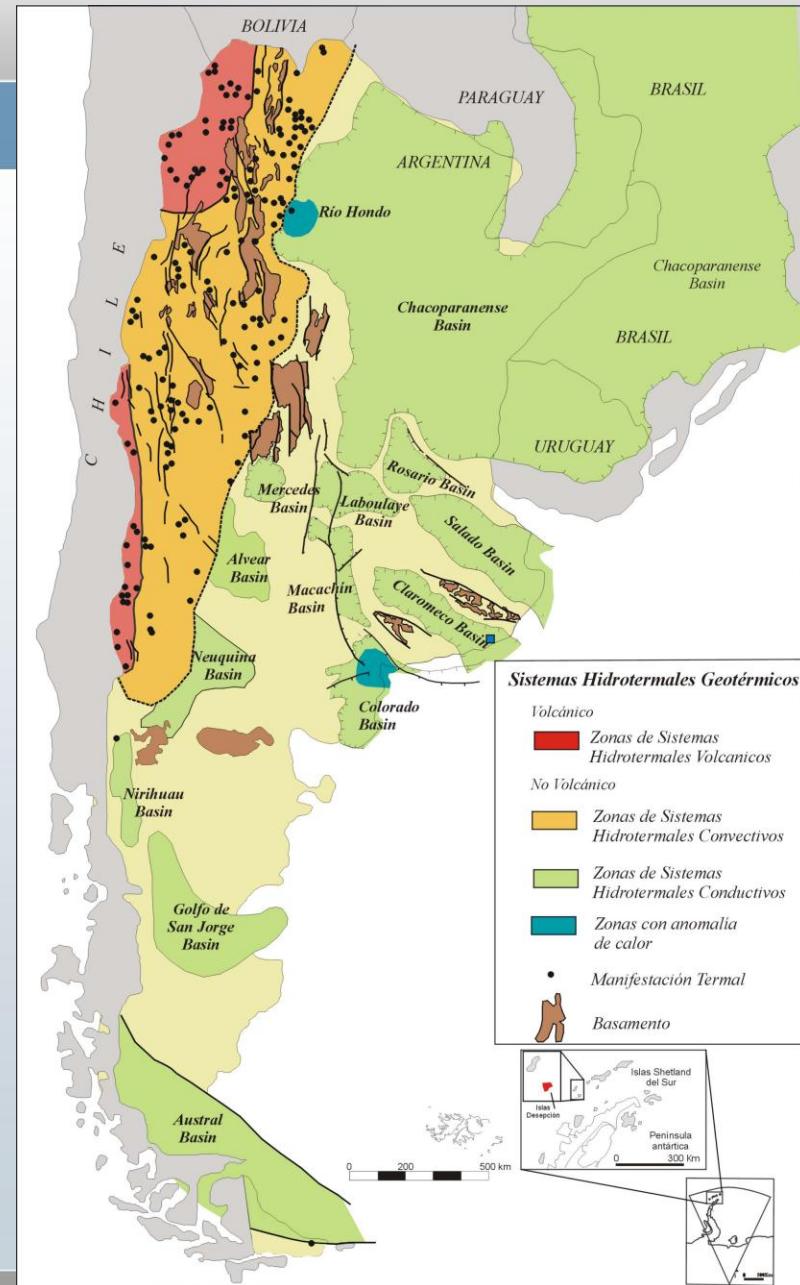
***AGUA  
DOMINANTE***

***MIXTOS***

## SISTEMA HIDROTERMAL

### VOLCANICO

La Puna y Cordillera Principal separadas por un segmento de subducción horizontal entre los  $27^{\circ}$  y  $32^{\circ}$  de latitud sur donde no hay volcanismo activo. Otra región con evidencia es en la Isla Decepción





## ***NO VOLCANICOS***

***SISTEMAS  
HIDROTERMALES  
CONVECTIVOS***

***SISTEMAS  
HIDROTERMALES  
CONDUCTIVOS***

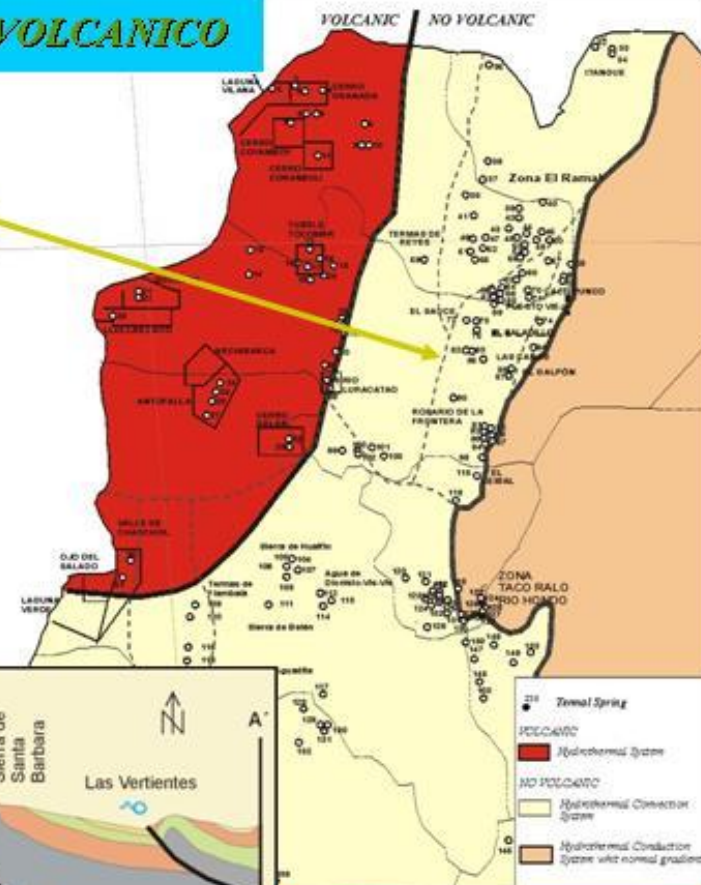
***CUENCAS  
SEDIMENTARIAS***

***ASOCIADOS A  
SISTEMAS DE FALLAS EN  
ZONAS CON ACTIVIDAD  
TECTONICA***

***CON  
GRADIENTE  
GEOTERMICO  
NORMAL***

***CON ANOMALIA  
DE CALOR***

**ASOCIADOS A  
SISTEMAS DE FALLAS**



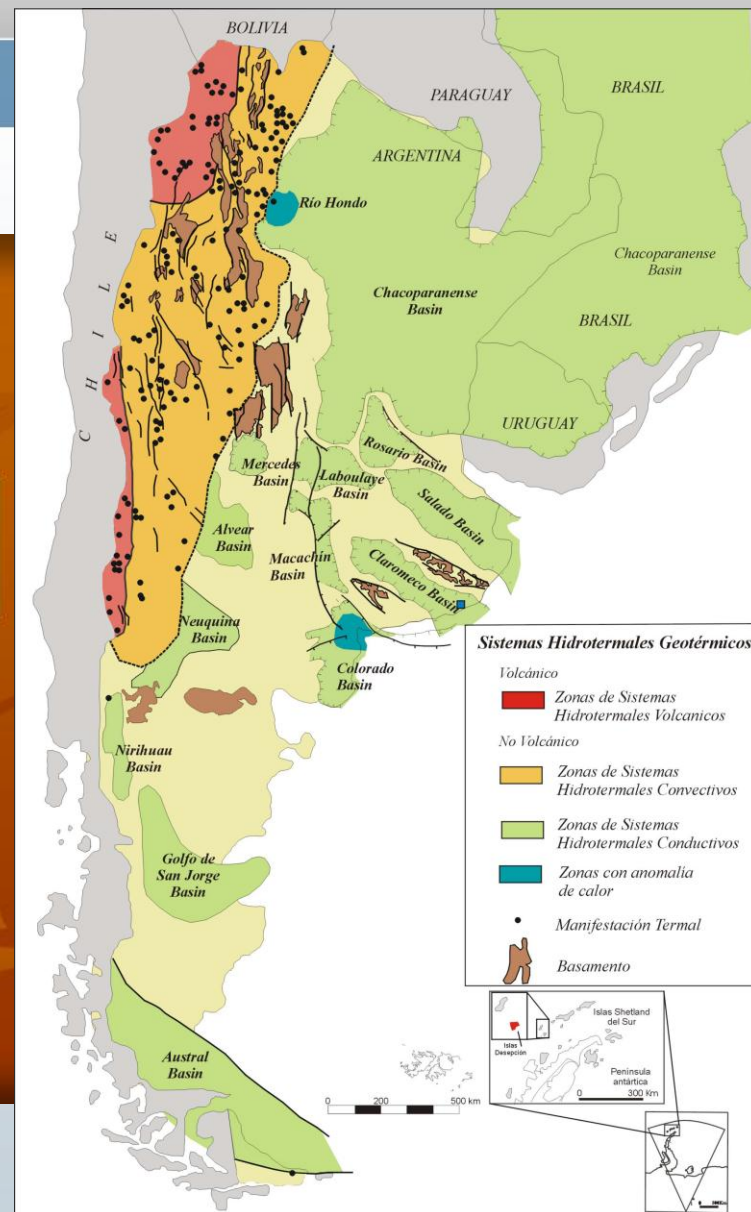
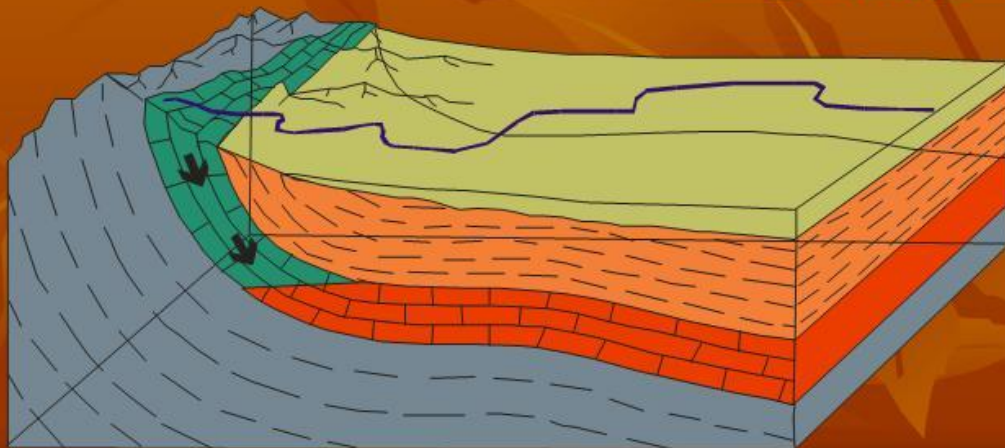
**NO VOLCANICOS**

**SISTEMAS  
HIDROTHERMALES  
CONDUCTIVOS**

**CUENCAS  
SEDIMENTARIAS**

**CON  
GRADIENTE  
NORMAL**

**CON  
ANOMALIA  
DE CALOR**







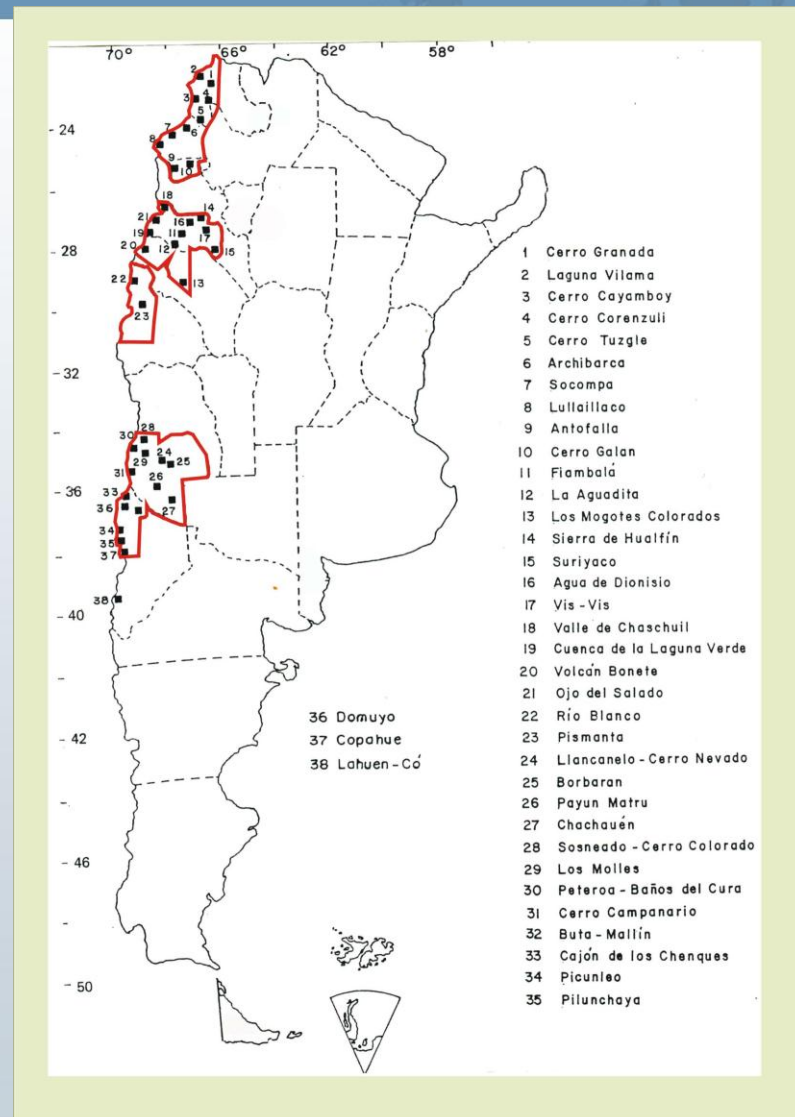
ALCUE NET

Latin America, Caribbean and European Union Networks on Research and Innovation

- *Primeras regiones donde se realizaron estudios de Reconocimiento*

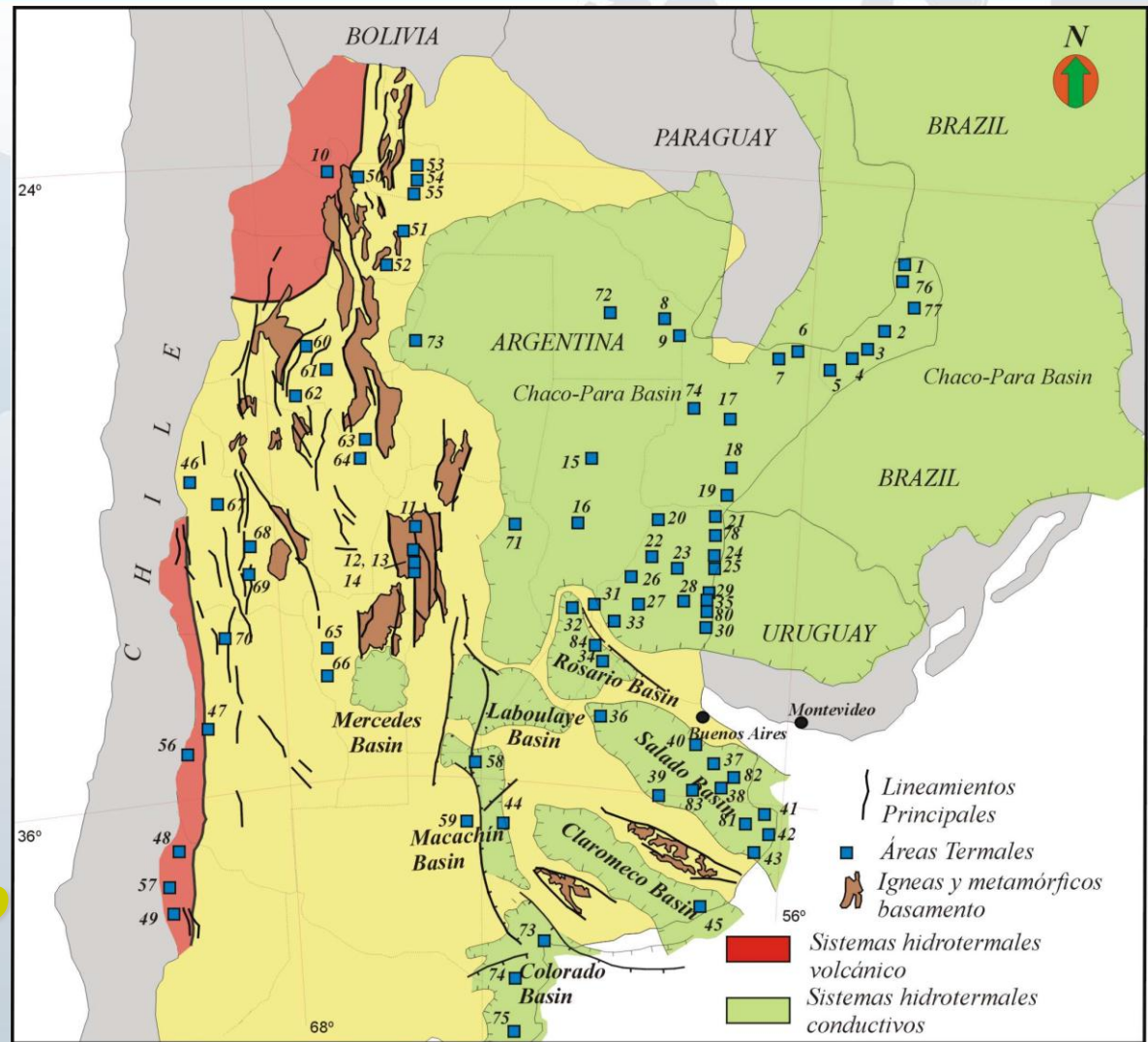


- *Como resultado se seleccionaron 38 potenciales áreas para continuar con las etapas sucesivas*





**Neuquén:**  
**Copahue**  
**Domuyo**  
**Mendoza:**  
**Los Molles**  
**San Juan:**  
**Los Despoblados**  
**Jujuy :**  
**Tuzgle-Tocomar**  
**Santiago del Estero**  
**Río Hondo**





ALCUE NET

Latin America, Caribbean and European Union Networks on Research and Innovation

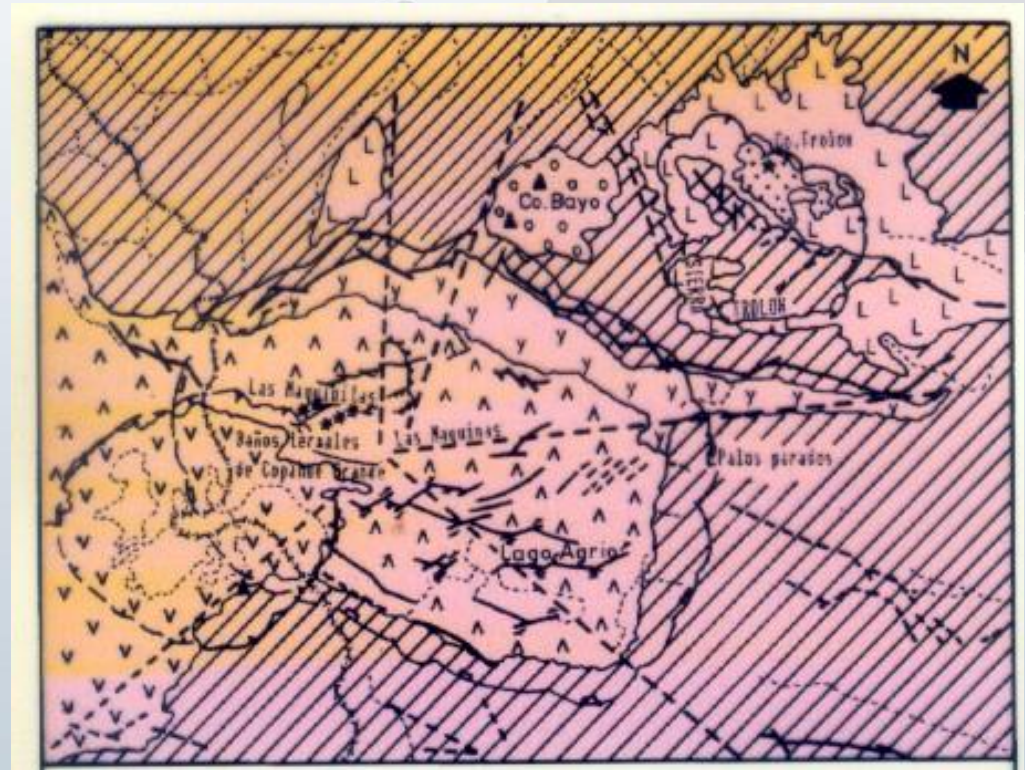




*Copahue es el proyecto mas avanzado en la Argentina y se encuentra en la etapa de desarrollo. El campo termal se localiza en el oeste de una gran caldera*

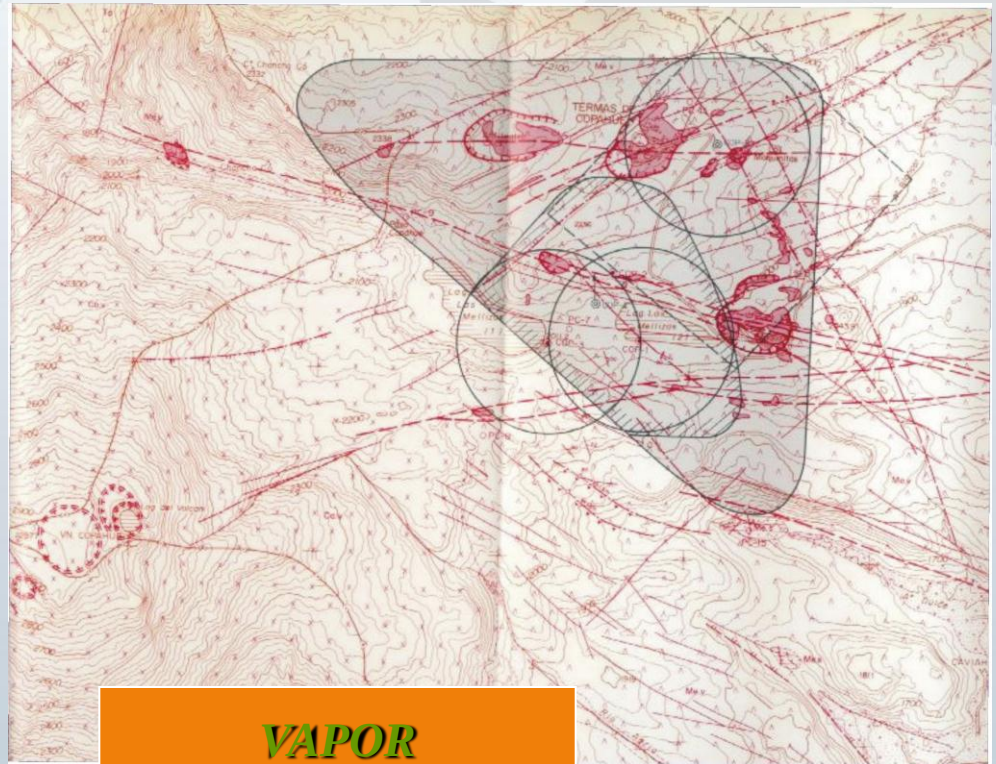
*de 15 a 20 km. de diámetro donde se localiza el volcán Copahue a 2.977 mts. de altura de edad cuartaria*

**VAPOR  
DOMINANT TYPE**



*En el campo geotérmico se ha delimitado una zona de 1,2 km<sup>2</sup>, que se considera de mayor importancia económica (zona hipertérmica) donde se realizaron tres perforaciones*

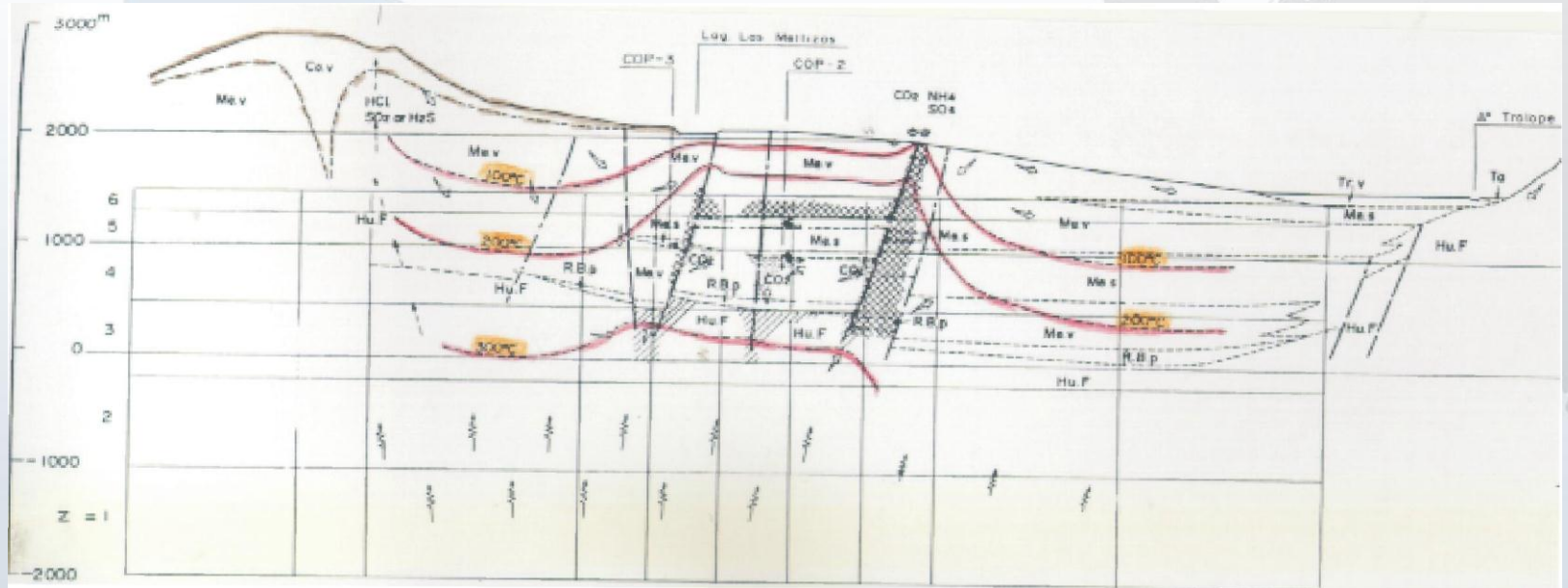
*(COP-1: 1.414 mts,  
COP-2: 1.241 mts y  
COP-3: 1065 mts.)  
que atravesaron  
rocas fisuradas con  
vapor dominante a  
230° C y con una  
productividad media*



**VAPOR  
DOMINANT TYPE**



## Modelo Geotérmico



*En el campo geotérmico Copahue se interpretan dos reservorios; uno secundario mas superficial a una profundidad entre 600 – 800 m. Y uno principal a una profunda de 1.200 m. que mantiene una temperatura constante entre los 230° – 240° C*

## *En 1988 se instala la primer planta geotermoelectrica en Sudamérica (Neuquén, Copahue)*





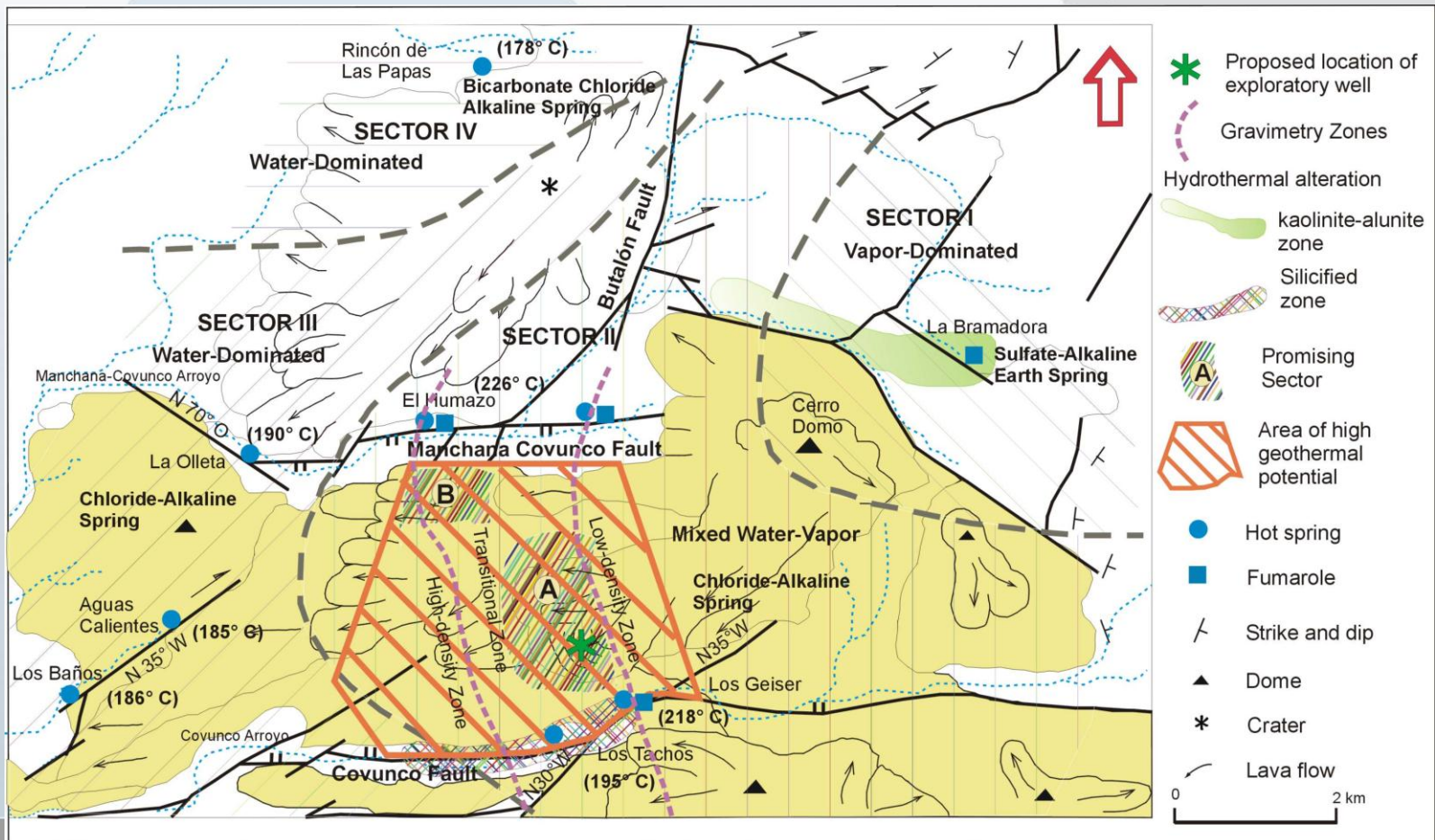
ALCUE NET

Latin America, Caribbean and European Union Networks on Research and Innovation



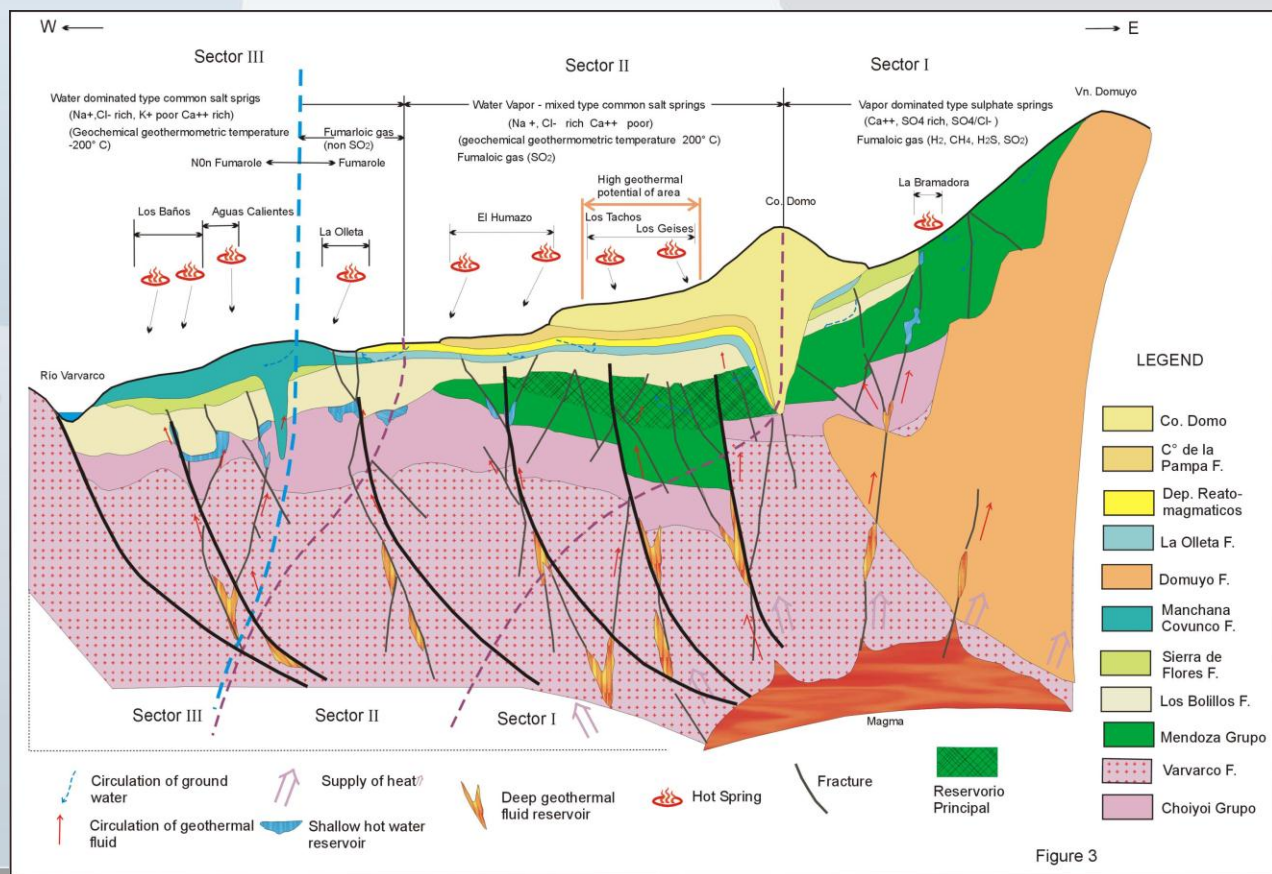


# La zona de mayor importancia económica y el sitio para la perforación profunda.



*El modelo geotérmico del campo termal Domuyo señala que el reservorio esta dividido en tres partes; la primera es una zona de vapor-dominante con gas fumarólico. La segunda es una zona de transición con agua-vapor (mixed type), con una temperatura por geotermometría química de al rededor de los 200° C y la tercer parte es de agua dominante.*

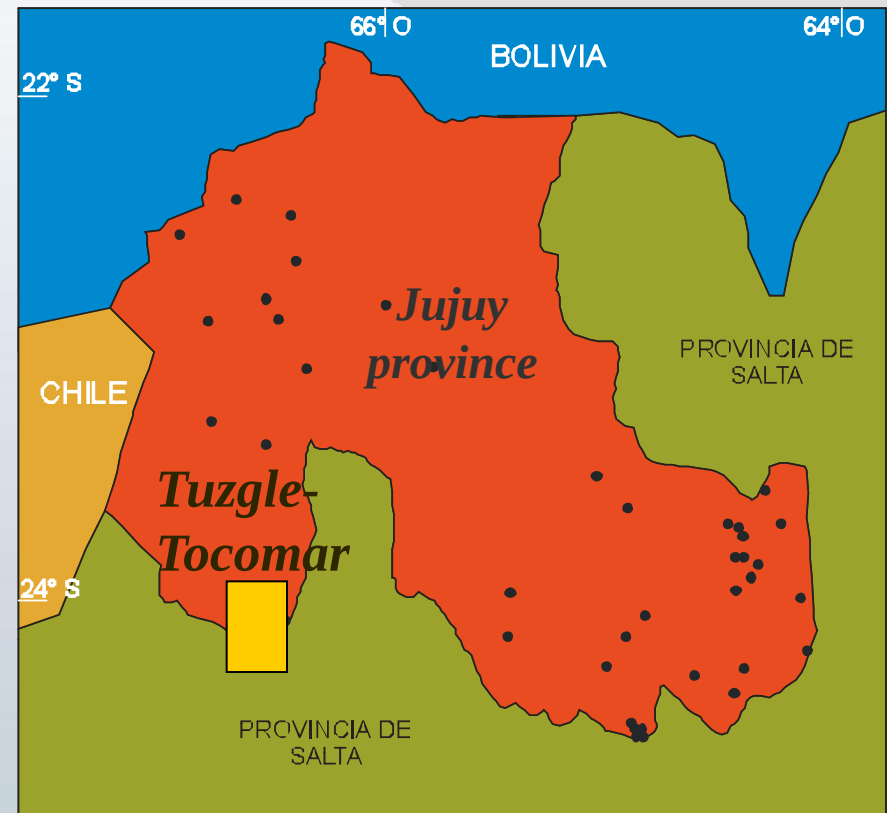
**WATER DOMINANT  
TYPE**



## **TUZGLE – TOCOMAR GEOTHERMIC FIELD**

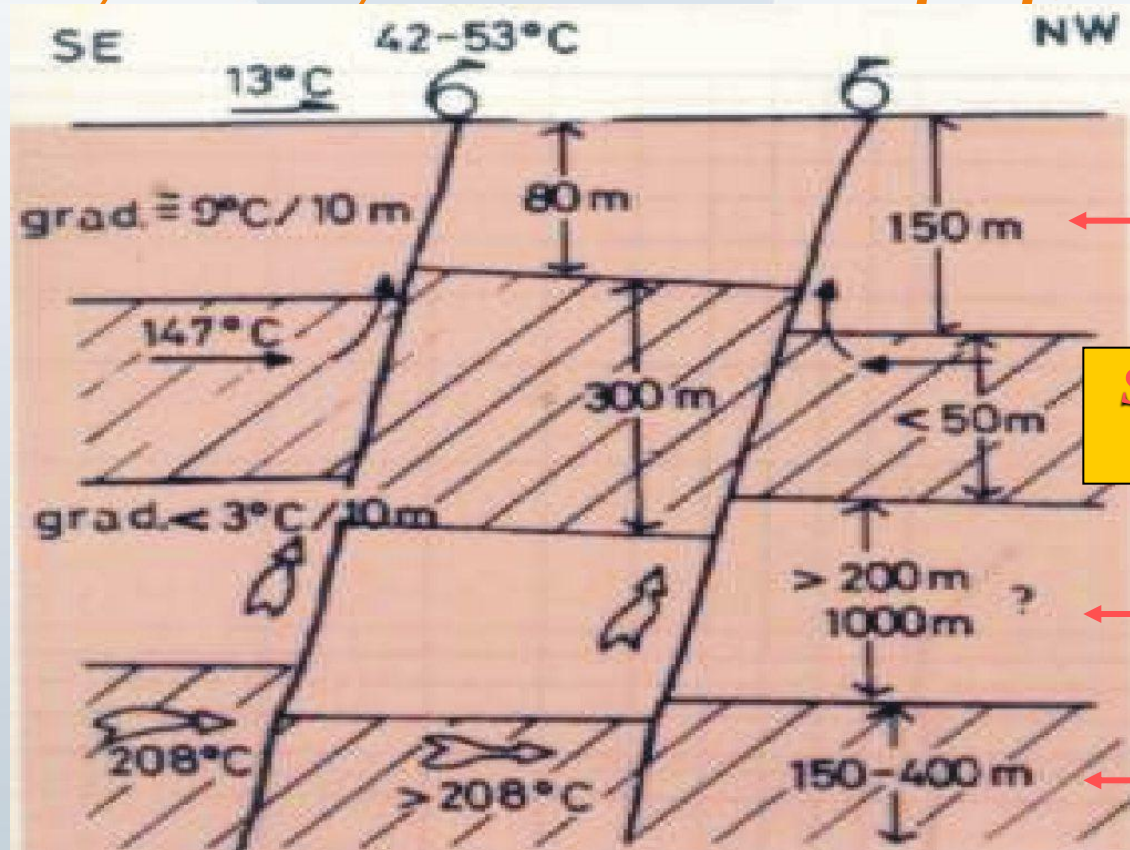
*El campo geotérmico se localiza en el altiplano jujeño en el Departamento de Susques. Las investigaciones realizadas concluyeron la etapa de la prefactibilidad y están en el comienzo de la factibilidad. En un área de aproximadamente y 900 km<sup>2</sup> se han realizado estudios de detalle.*

## **WATER DOMINANT TYPE**





*Se han diferenciado dos reservorios. Uno superficial, a unos 80 y 150 m. de profundidad, con un espesor de entre 50 y 300 m y otro a 1200 m de profundidad..*

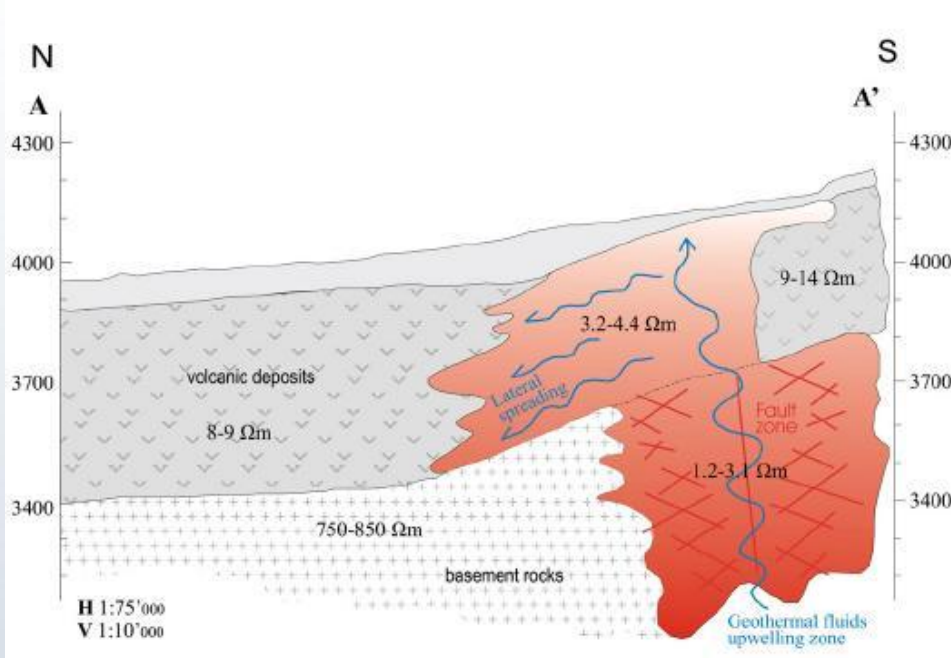


**COVER**  
*F. Pastos Chicos*

**SUPERFICIAL RESERVOIR**  
*F. Trinchera*

**DEEP COVER**

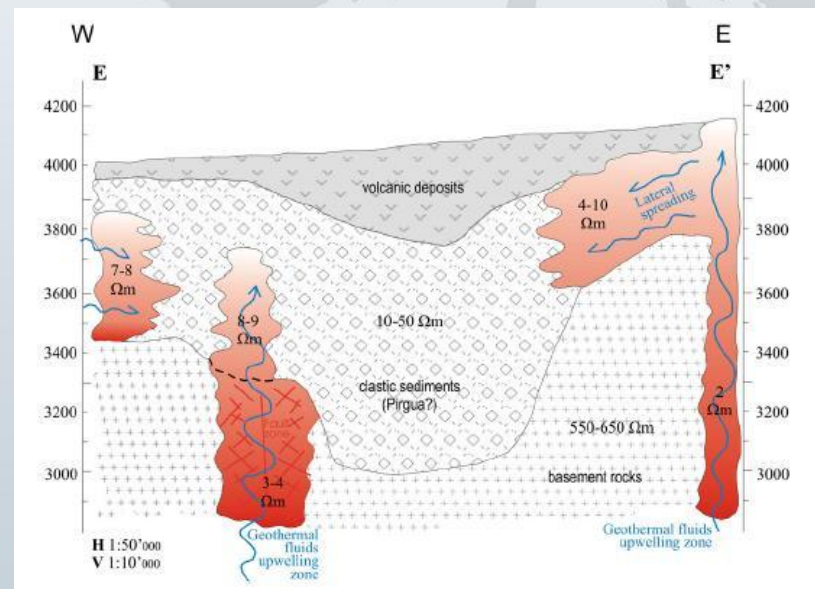
**DEEP RESERVOIR**



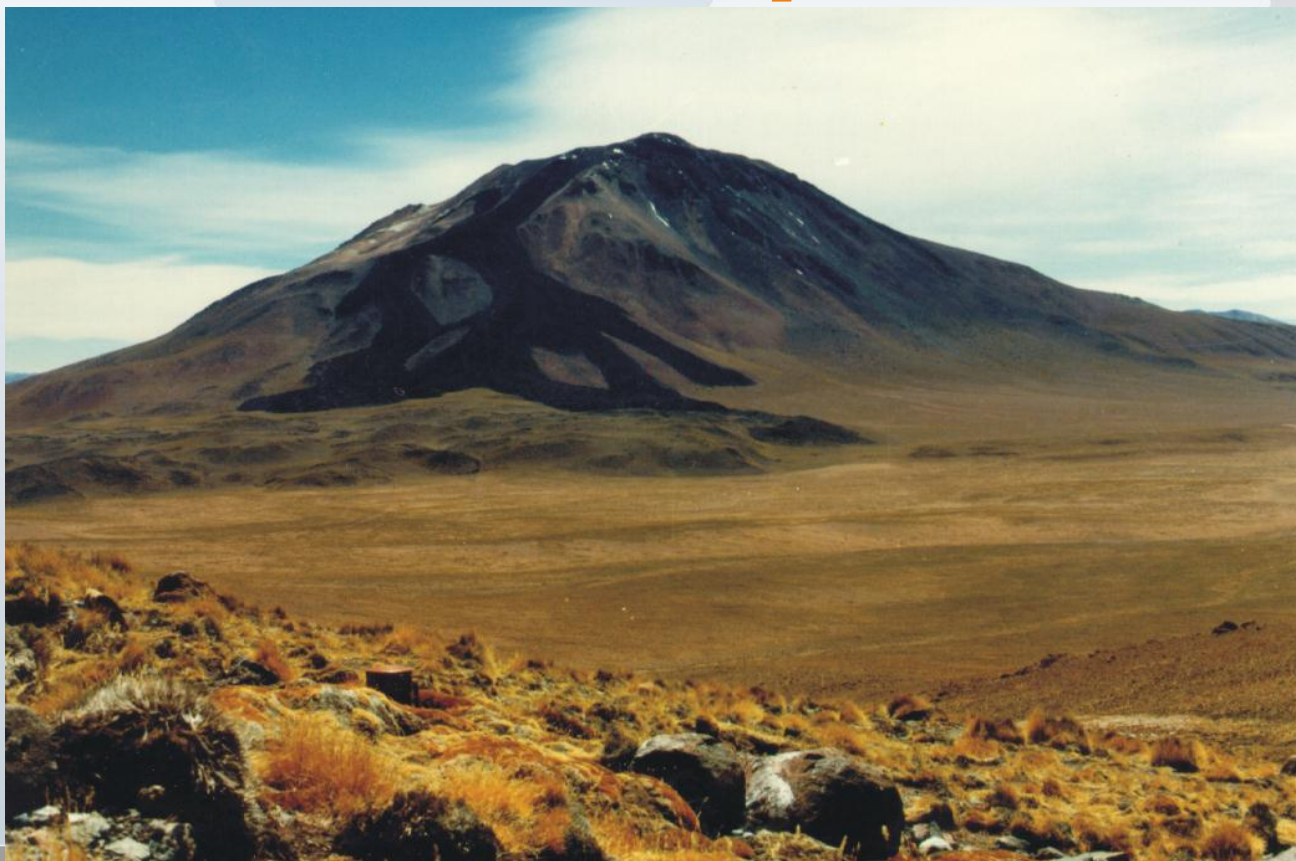
**TUZGLE**

**TOCOMAR**

- *Recientes estudios de MT han reinterpretado los modelos geotérmicos*



*En el campo geotérmico Tuzgle, la geoquímica de agua nuestra una mezcla entre ambos reservorios y la geotermometría señala temperaturas entre 132°-142°C.*



***Volcan Tuzgle***

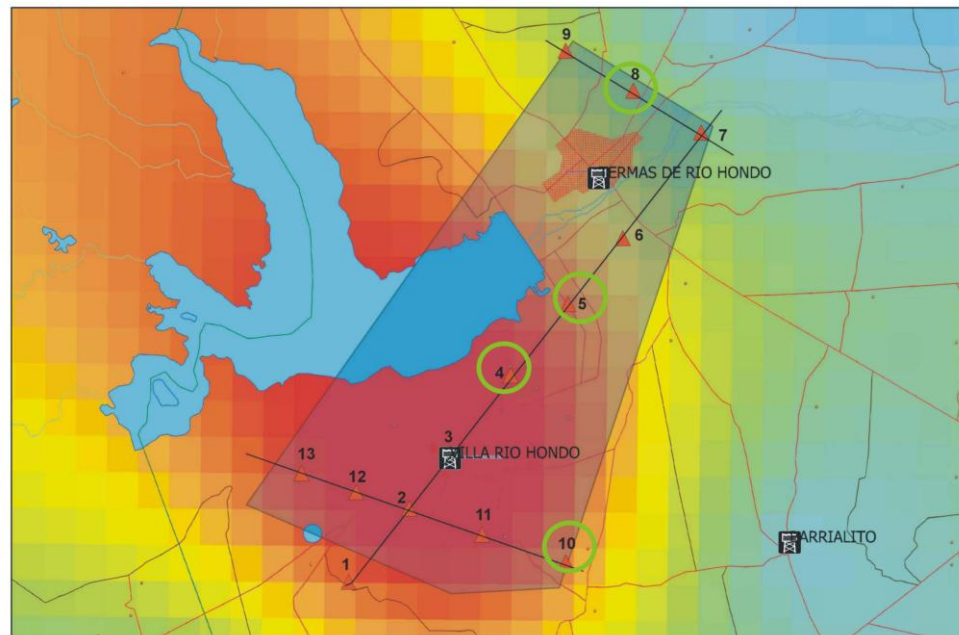
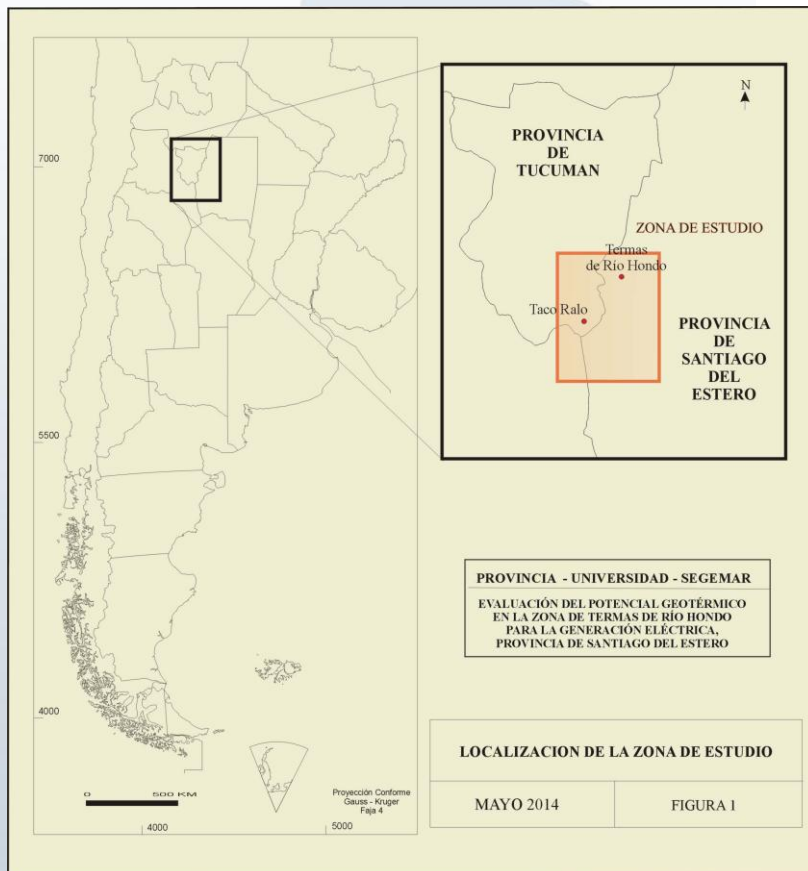




ALCUE NET

Latin America, Caribbean and European Union Networks on Research and Innovation

# CAMPO TERMAL RÍO HONDO

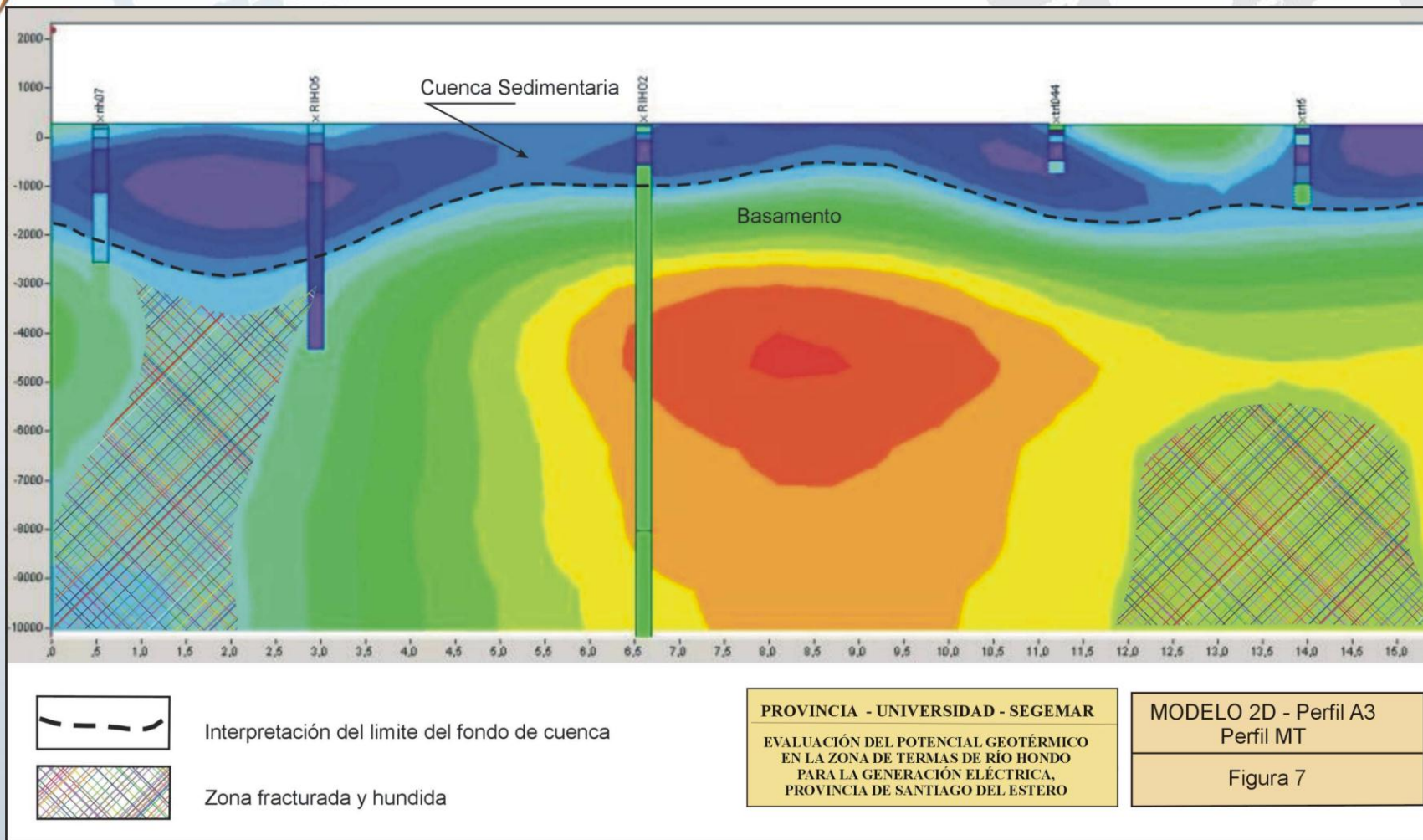


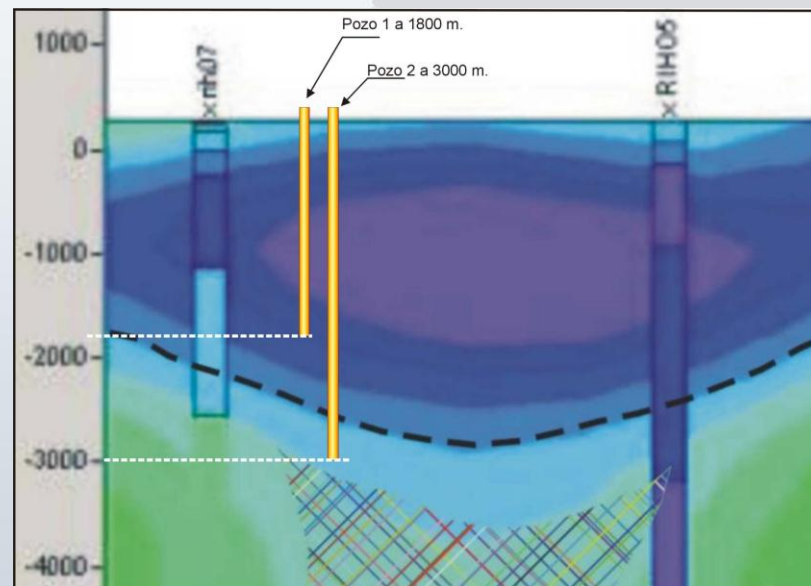
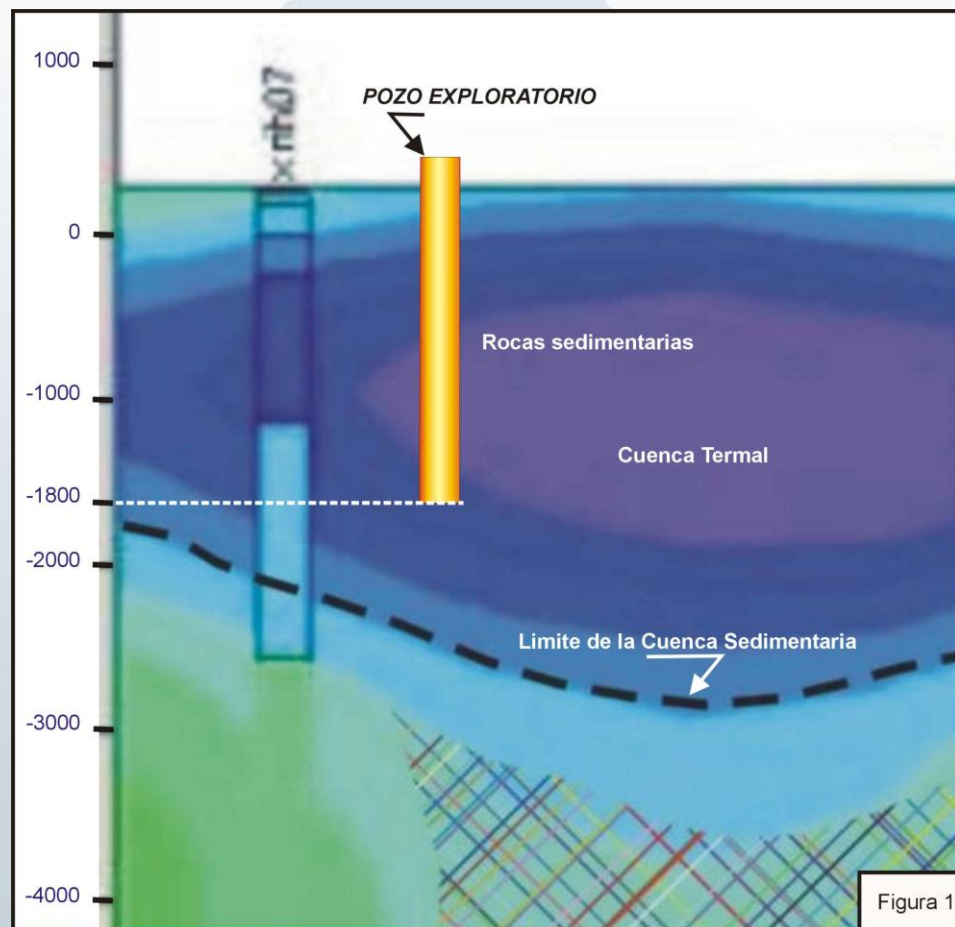
Lugares donde hice MT-LF



ALCUE NET

Latin America, Caribbean and European Union Networks on Research and Innovation

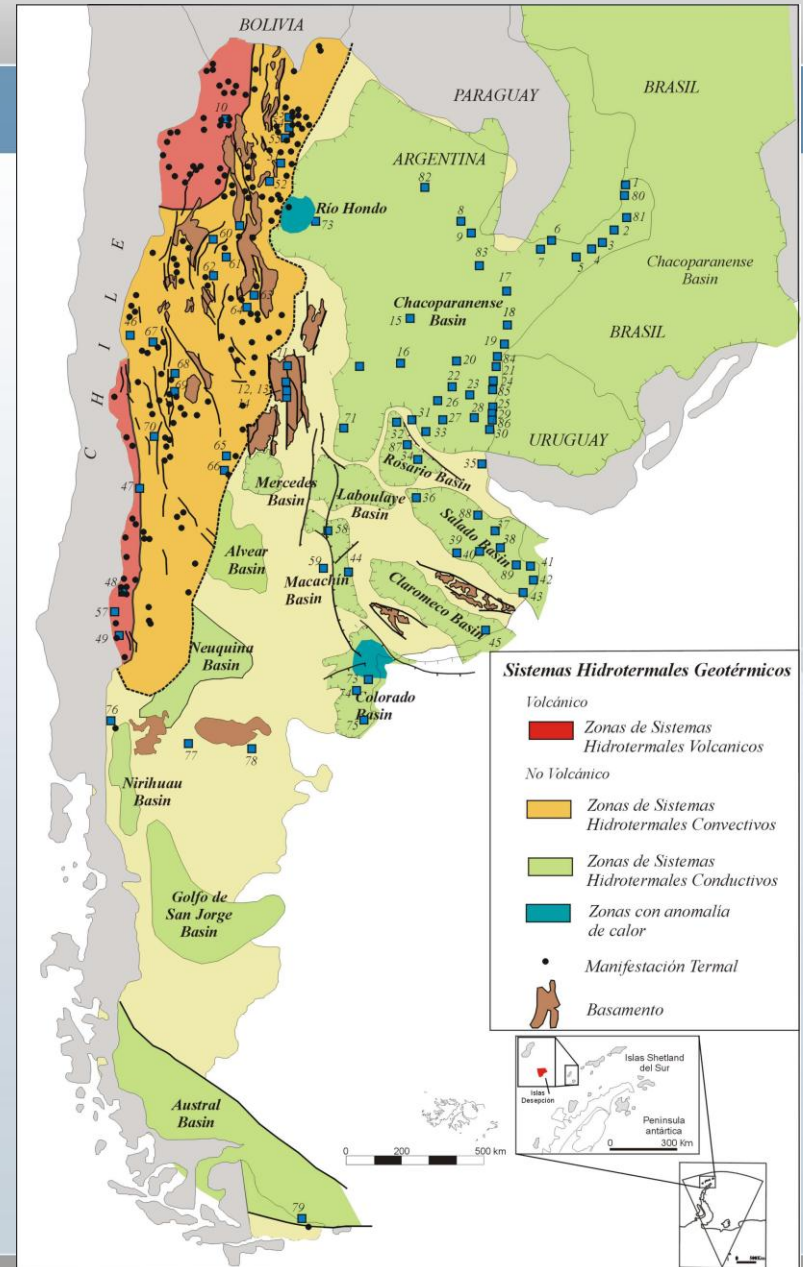




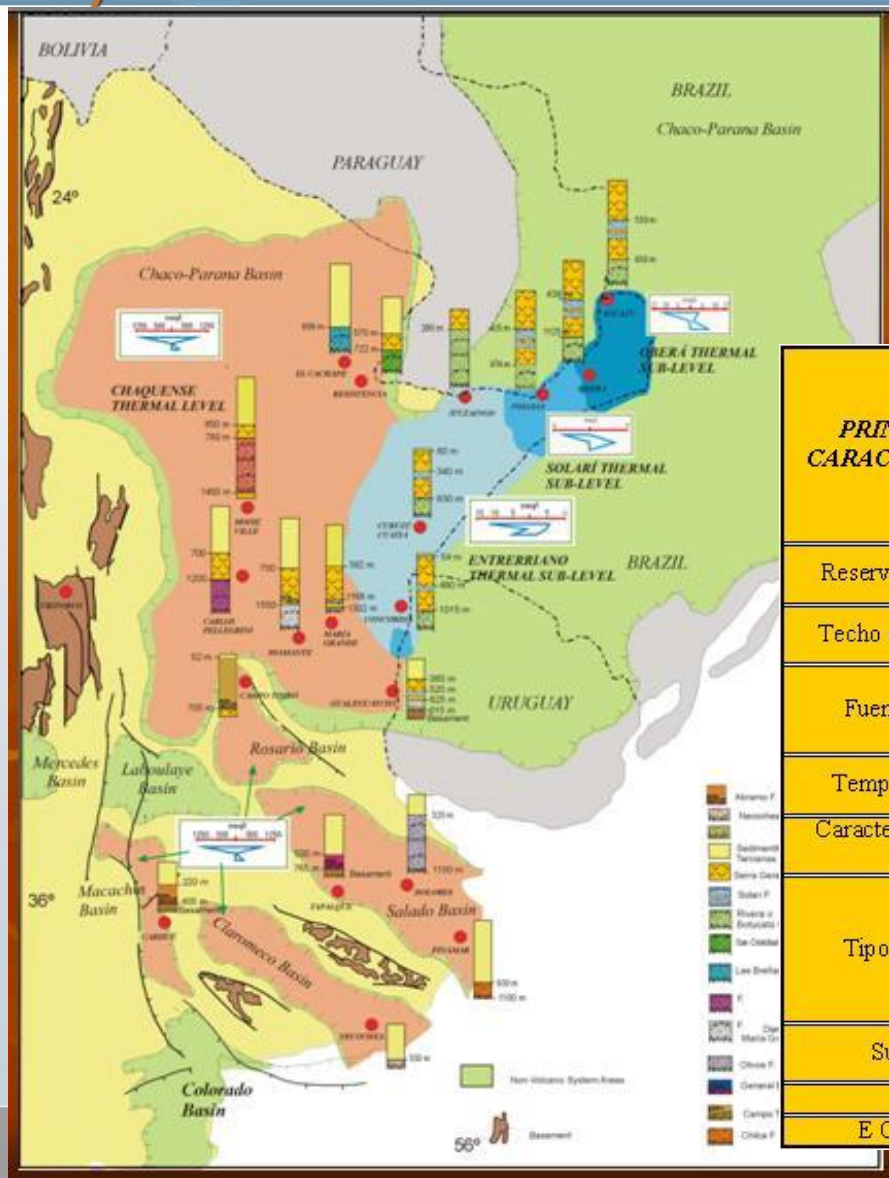


# ESTUDIOS DE BAJA ENTALPIA

*Se han realizado mas de 90 estudios en las provincias de: Jujuy, Salta, Catamarca, San Juan, La Rioja, San Luís, La Pampa, Neuquén, Río Negro, Misiones, Chaco, Corrientes, Santa F , Buenos Aires, Córdoba, Chubut y Tierra del Fuego.*

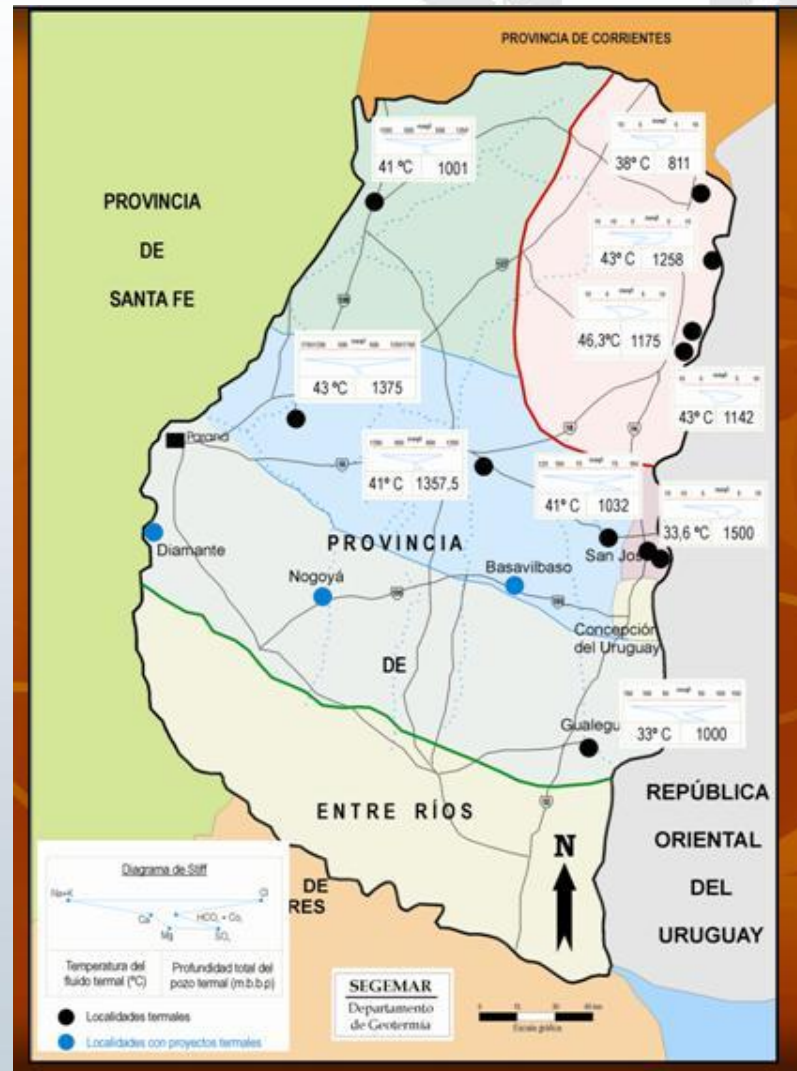


## ■ Caracterización de cuencas termales



| PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS  | SISTEMA TERMAL PARANENSE                            |                                                           |                              |                              |
|------------------------------|-----------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                              | NIVEL TERMAL CHAQUENSE                              | NIVEL TERMAL GUARANI                                      |                              |                              |
|                              |                                                     | Sub-nivel Termal Entrerriano                              | Sub-nivel Termal Solari      | Sub-nivel Termal Oberá       |
| Reservorio principal         | Diversas Formaciones                                | F. Rivera o Botucatu                                      | Formación Solari             | F. Rivera o Botucatu         |
| Techo del reservorio         | Entre 756 y 1520                                    | Entre -811 y -1260                                        | Entre -414 y -454            | Entre -887 y -1440           |
| Fuente de calor              | Gradiente geotérmico natural                        | Gradiente geotérmico natural                              | Gradiente geotérmico natural | Gradiente geotérmico natural |
| Temperaturas ° C             | Entre 36° y 49°                                     | Entre 38° y 43°                                           | Entre 32° y 35° C            | 51° C                        |
| Características de las aguas | Agua salada a muy salada                            | Agua dulce potable                                        | Agua dulce no potable        | Agua dulce no potable        |
| Tipos químicos               | Cloruradas-Sódicas, Cloruradas, Sulfatadas- Sódicas | Bicarbonatadas Sódicas, Bicarbonatadas Cloruradas Sódicas | Bicarbonatadas Sódicas       | Sulfatadas Sódicas           |
| Surgencia                    | Sin surgencia                                       | Surgentes                                                 | Sin surgencia                | Sin surgencia                |
| pH                           | 6,5 – 7,9                                           | 7,8 – 8,7                                                 | 8,5 – 10,2                   | 8,8 - 8,4                    |
| E C (µS/cm)                  | 18900 -120000                                       | 554-1250                                                  | 1180-4430                    | 560 -722                     |

## ■ *Mapa de zonificación del recurso termal en la provincia de Entreríos*





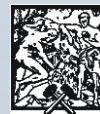
- *CENTRO LÚDICO TERMAL*
- *COMPLEJO TURISTICO –  
RECREATIVO TERMAL*
- *ESTABLECIMIENTO TERMAL  
HIDROLOGIA MEDICA*



# *Catálogo de Manifestaciones Termales de la República Argentina*

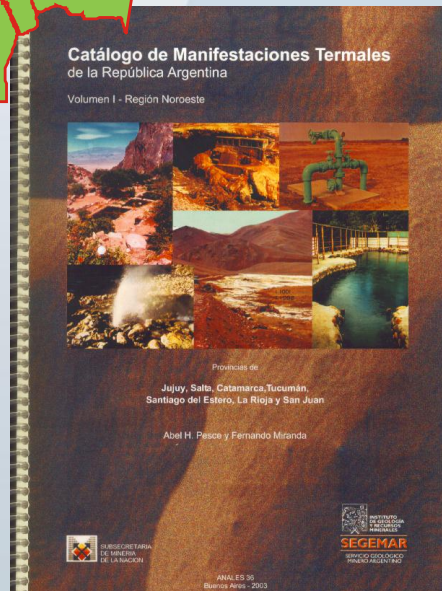


IGRM  
Departamento  
de Geotermia  
SEGEMAR

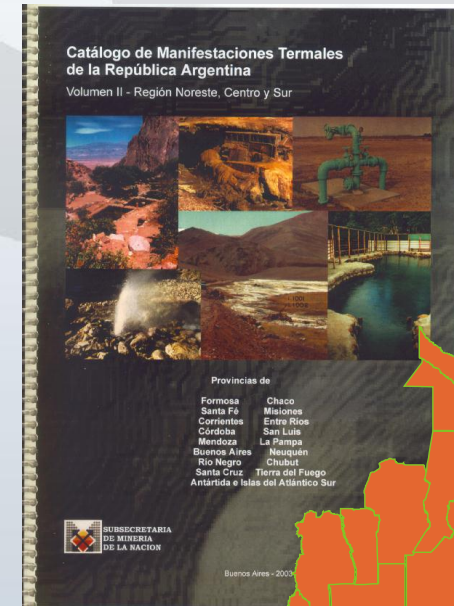




## Volumen I – Región Noroeste

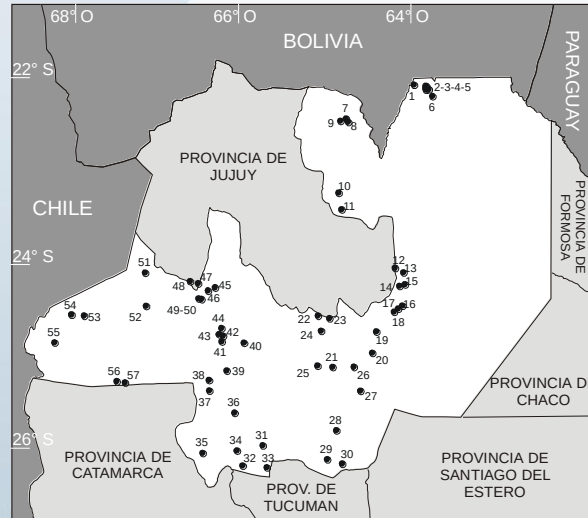


## Volumen II – Regiones Noreste-Centro y Sur





## Mapa Esquemático: Ubicación de la manifestación y/o área termal.

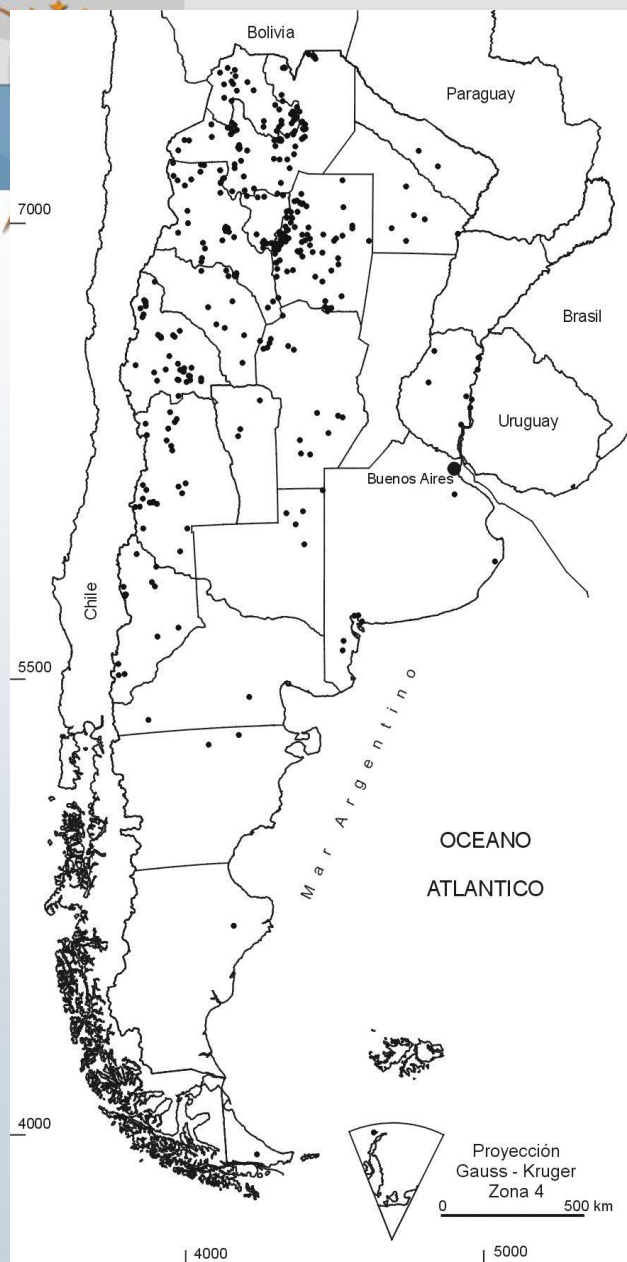


### Manifestaciones termales de la provincia de Salta

- |                                         |                                                 |                                       |
|-----------------------------------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------|
| 1 - Río Itaú                            | 24 Baños El Saladillo                           | 44 Quebrada Paya                      |
| 2 - Río Carapari                        | 25 El Coro                                      | 45 Baños de Pompeya                   |
| 3 - Río Itangué                         | 26 Pozo Las Cañas 282-U-1                       | 46 Baños de Incachule                 |
| 4 - Arroyo Agua Blanca                  | 27 Baños El Galpón (Termas de Inti)             | 47 Tocomar                            |
| 5 - Río Itaqué                          | 28 Termas de Rosario de La Frontera             | 48 Antuco                             |
| 6 - Tobantirenda                        | 29 Baños El Ceibal                              | 49 Baños de Pastos Grandes            |
| 7 - Río San José                        | 30 Morenillo                                    | 50 Aguas Calientes de Corral Colorado |
| 8 - Baños de Lipeón                     | 31 La Punilla                                   | 51 Salar de Rincon                    |
| 9 - El Cayotal                          | 32 Cerro Cajón                                  | 52 El Macón                           |
| 10 - Río Parani                         | 33 Puesto Aguadas                               | 53 Vega Salar Arizaro                 |
| 11 - Arroyo Agua Blanca                 | 34 Puesto La Cueva                              | 54 Socompa                            |
| 12 - Arroyo Laurel                      | 35 Luyingo                                      | 55 Salar Llullaillaco                 |
| 13 - Puesto La Laguna                   | 36 El Carmen                                    | 56 Vega Antofallita                   |
| 14 - Arroyo Las Tortugas                | 37 Cuchiyo                                      | 57 El Hervidero                       |
| 15 - Chorro de Mealla                   | 38 Agua Caliente o La Hoyada (Baños de Cabrera) |                                       |
| 16 - Manantial El Gallo                 | 39 La Paya                                      |                                       |
| 17 - Pozo Río Dorado 1                  | 40 El Potrero                                   |                                       |
| 18 - Barrialito                         | 41 Santa Elena                                  |                                       |
| 19 - El Espinillo                       | 42 La Salinita                                  |                                       |
| 20 - Pozo Candelaria 1                  | 43 Quebrada del Porongo                         |                                       |
| 21 - Baños de Lumbra                    |                                                 |                                       |
| 22 - Baños El Sauce                     |                                                 |                                       |
| 23 - Aguas Calientes (Baños de Fleming) |                                                 |                                       |



# CATALOGO



- ❖ *Información de aproximadamente 450 puntos con manifestaciones termales*
- ❖ *Más de 2000 análisis químicos*
- ❖ *Puesta al día de la información*





***SÍNTESIS***

***DE LOS USOS DIRECTOS***

***DE LA GEOTERMIA***

***EN LA***

***ARGENTINA***



ALCUE NET  
Latin America, Caribbean and European Union Networks on Research and Innovation

## USOS DIRECTOS

*En la actualidad  
existen 94  
emprendimientos,  
con una capacidad  
instalada de 25,7  
MWt, que utilizan  
los fluidos  
termales en uso  
directo*



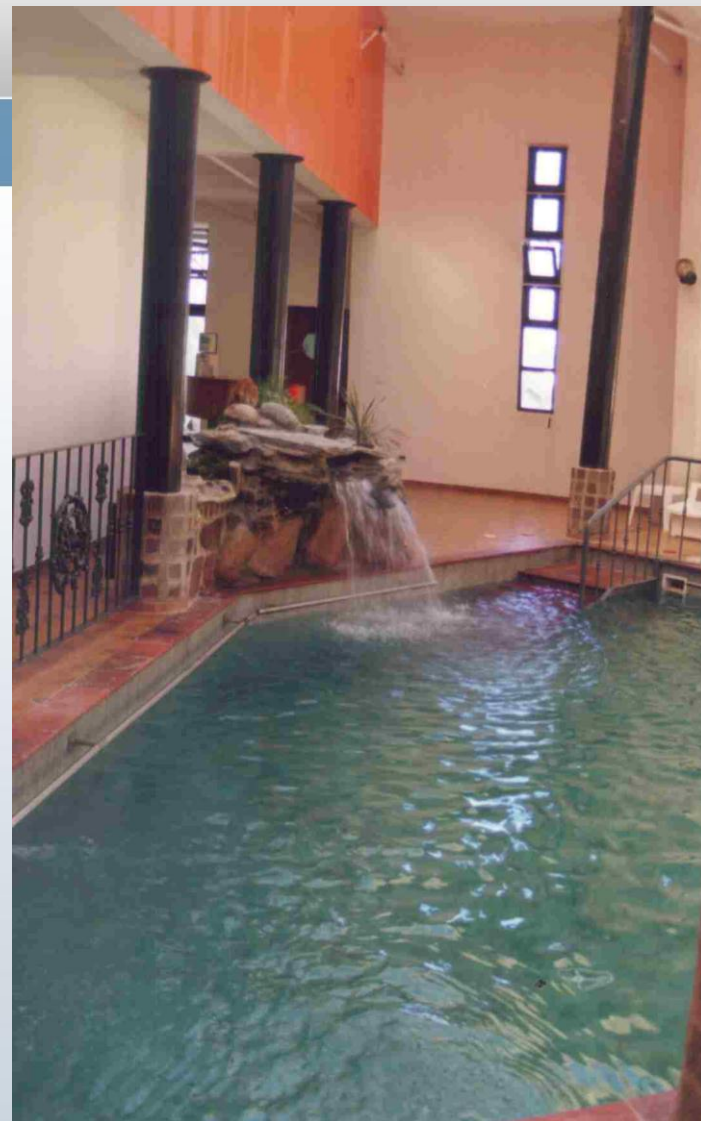


# BALNEOLOGIA

ALCUE NET

Latin America, Caribbean and European Union Networks on Research and Innovation

*Es la aplicación que predomina con más de 75 emprendimientos que utilizan los fluidos termales que se encuentran en distintas regiones del país*





*Se desarrollaron fundamentalmente en regiones con climas marginales como Bahía Blanca, permite importantes beneficios económicos.*

*Tienen estructura de vidrio móvil, riego por aspersión y calefacción semi superficial.*





## CALEFACCIÓN DE INVERNACULOS

*Los tipos de cultivo son almácigas que se colocan sobre un piso ranurado y reciben calor por su parte radicular. Se colocan gajos y semillas de plantas de interior y exterior (arbustos, ornamentales, forestales y aromáticas), florales y hortícolas.*





*Las viviendas son calefaccionadas mediante piso radiante.*

# Calefacción de Vivienda



*Se utiliza un intercambiador de calor (fluido/agua destilada) para evitar posibles problemas de incrustaciones en el circuito interno de la vivienda.*





# CALEFACCIÓN DE VIVIENDAS

*El fluido entra a la vivienda a 32° C. Para la calefacción se diseñó un reticulado de caños de teflón, que se encuentra debajo del piso, y que está en función a las calorías que se quiere suministrar*





ALCUE NET  
Latin America, Caribbean and European Union Networks on Research and Innovation

## DERRETIMIENTO DE NIEVE

*Fue desarrollado en el campo termal Copahue-Caviahue en el cual los fluidos termales se utilizan para calefaccionar las calles de acceso a la villas de Copahue, y a un centro termal con capacidad para 2,500 baños termales diarios.*







ALCUE NET  
Latin America, Caribbean and European Union Network on Research and Innovation

# ACUACULTURA

*Se realizaron tres proyectos: dos en la **Cuenca Bahía Blanca-Pedro Luro**, donde se crían peces de colores y ranas y otro en el **área termal Gan Gan**, provincia de Chubut donde se emplean los fluidos termales para la cría de truchas.*





***Muchas  
Gracias***

