



**SICA**  
Sistema de la Integración  
Centroamericana

# Exploración Geofísica en la Caracterización de Recursos geotérmicos

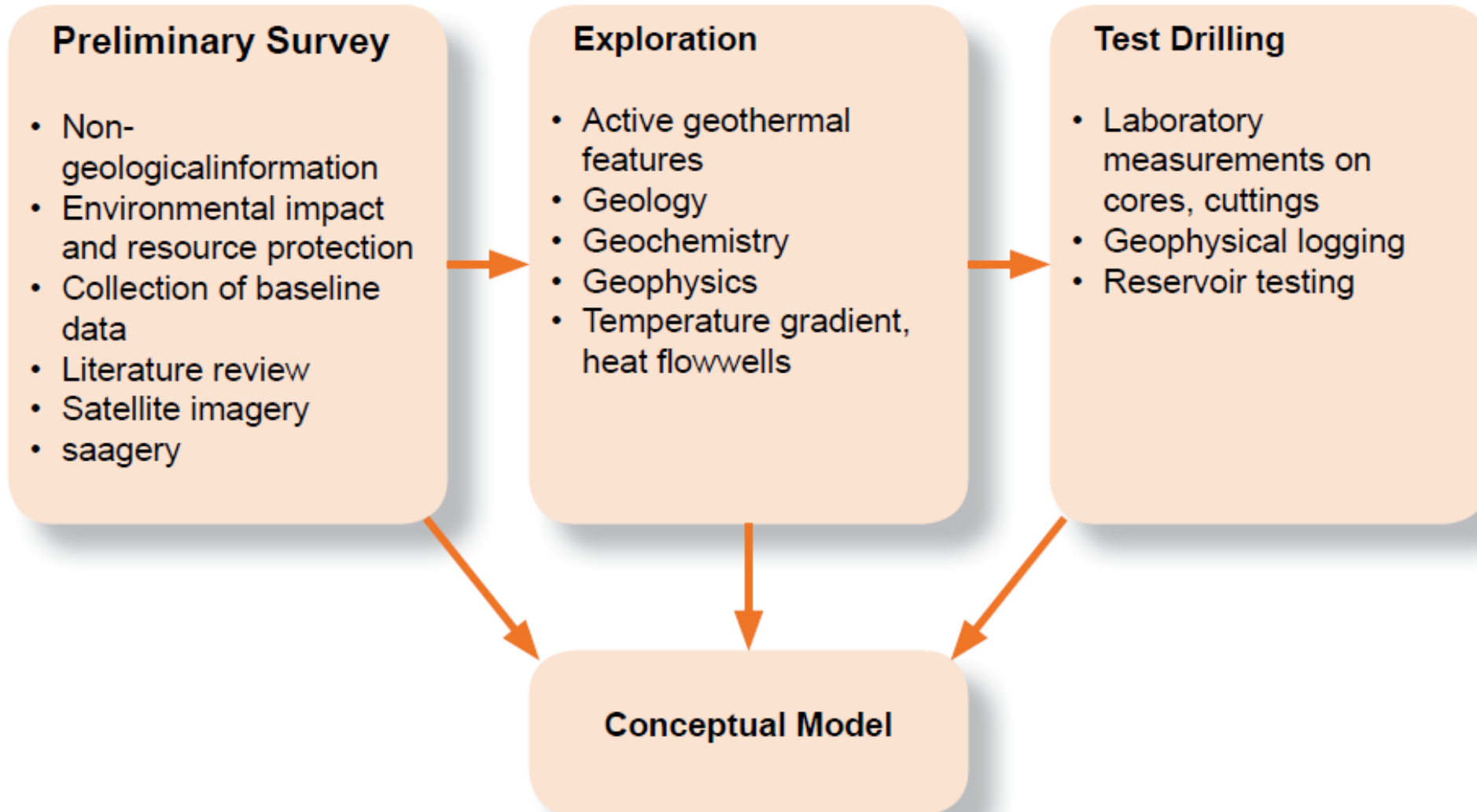
Programa Fomento de la Geotermia en Centroamérica

MSc. Manuel Rodríguez M.

23/10/2019

# Fases de un programa de exploración

## Modelo Conceptual - Entrada de Datos



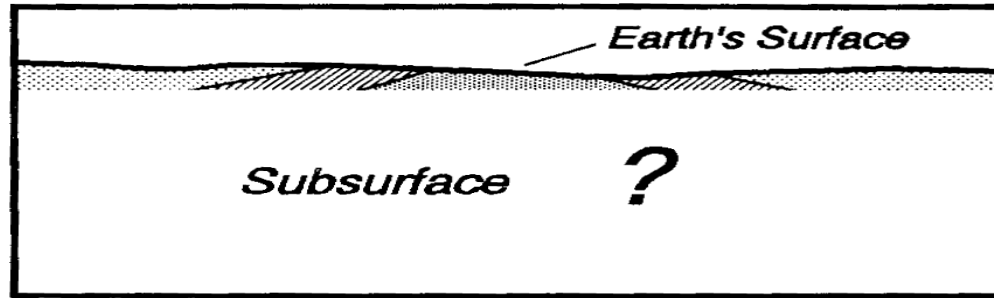
# Geofísica



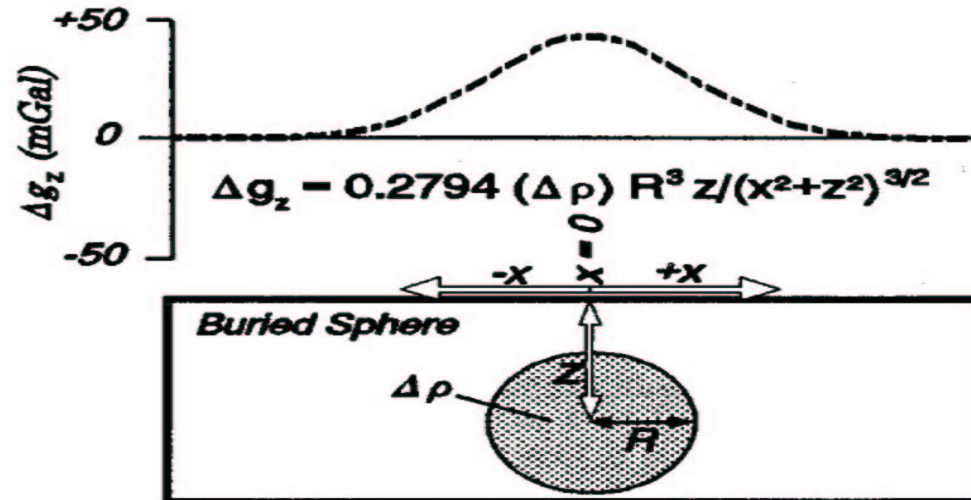
- Ciencia que estudia los fenómenos físicos que se producen en nuestro planeta.
- Aplicación de la Geología y la física al estudio de los materiales de la corteza terrestre y de los campos y fuerzas que surgen de ella.
- Geofísica aplicada/exploración geofísica/prospección geofísica: uso de métodos geofísicos en la exploración de gas, petróleo, minerales, agua, etc.

# Geofísica

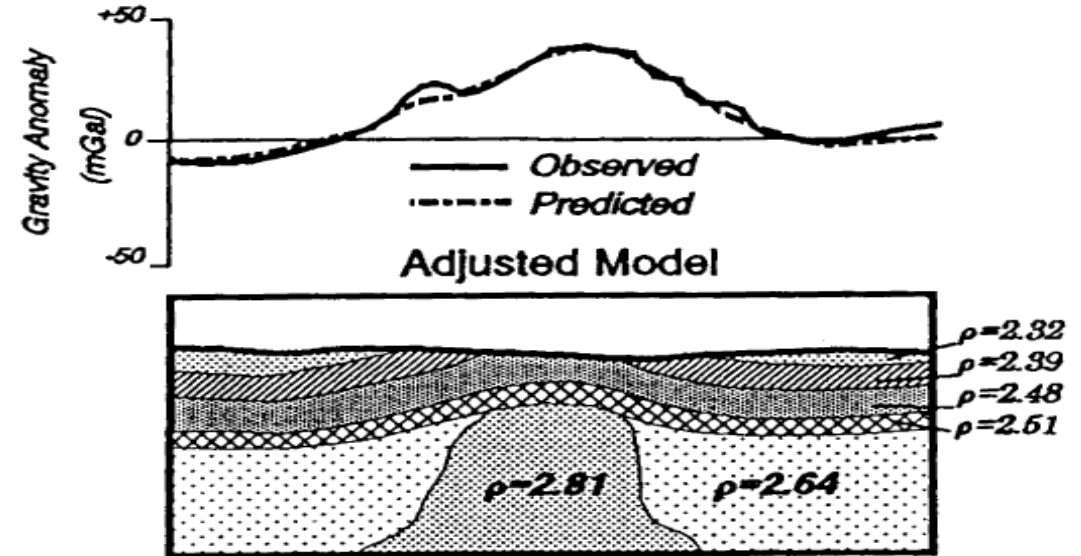
## a) Geology



## b) Physics



## c) Predicted Anomaly after Adjusting Model



Trata de interpretar el subsuelo combinando observaciones de los materiales en la superficie (la geología) con observaciones de fenómenos físicos (física).

# Métodos de exploración geofísica

- Métodos estructurales:

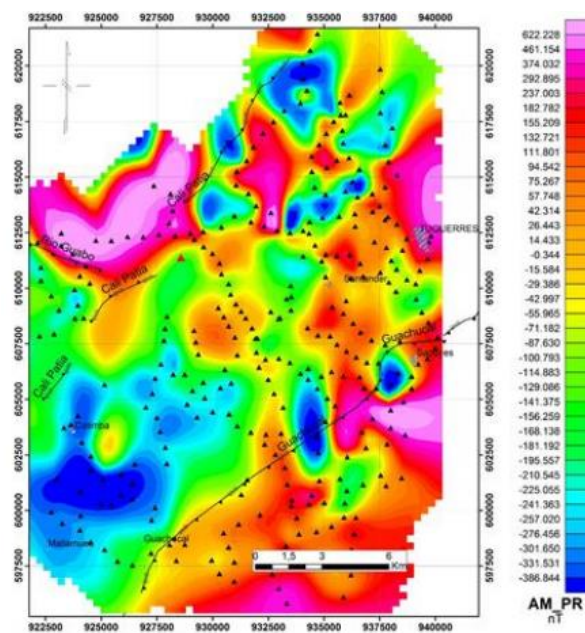
- Magnetismo
- Gravimetría
- Sísmica
- Teledetección

- Métodos de detalle

- Eléctricos
- Electromagnéticos
  - TDEM
  - Magneto telúricos

# Método magnético

- Anomalías en el campo magnético de la Tierra, cambios en susceptibilidad o magnetización de las rocas.
- Estructuras geológicas regionales: fallas, cuencas, basamento.
- Estimación de la profundidad de la isoterma de Curie.

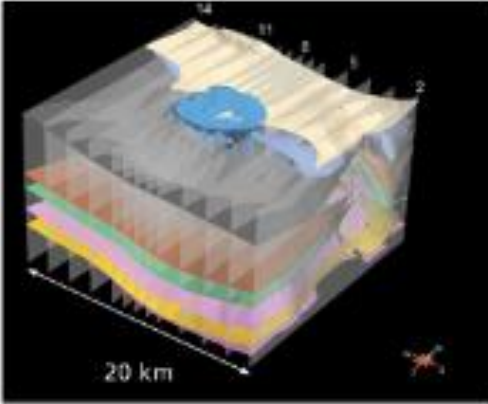


Modelo: GSM-19  
Marca: GEM Systems

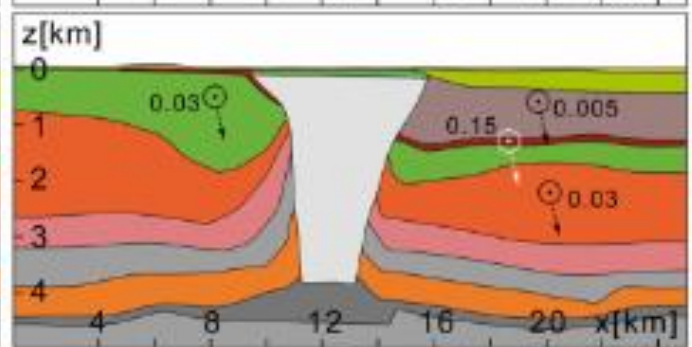
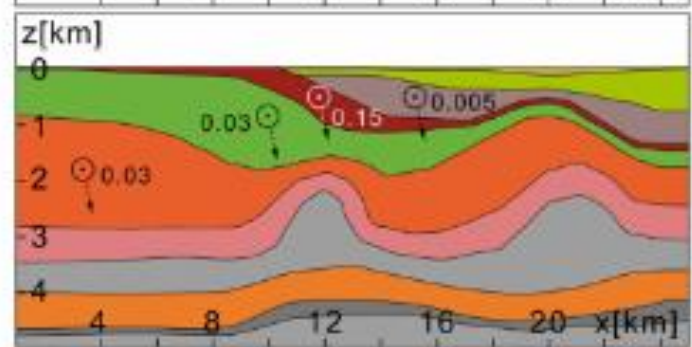
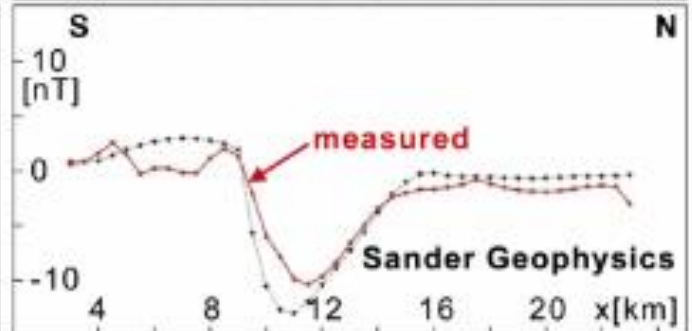
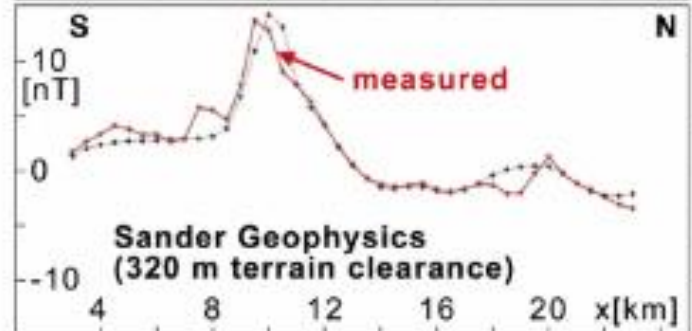
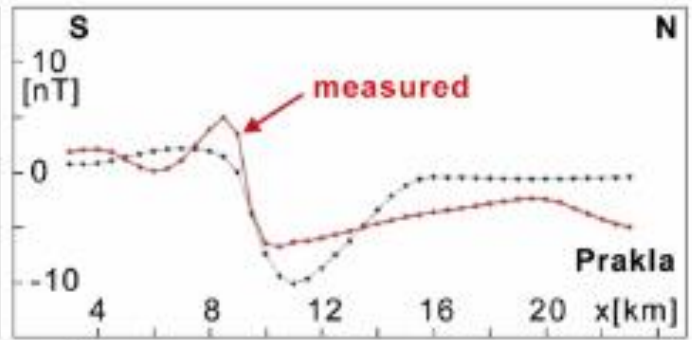
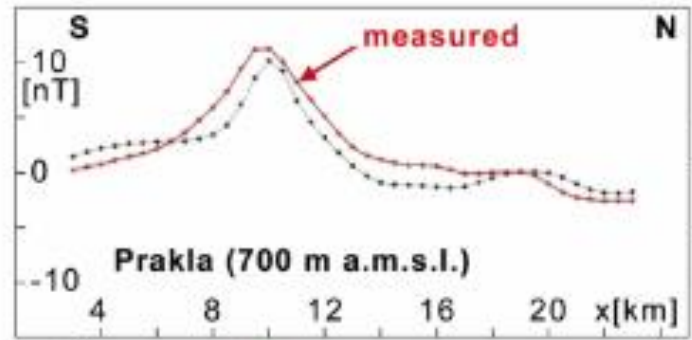
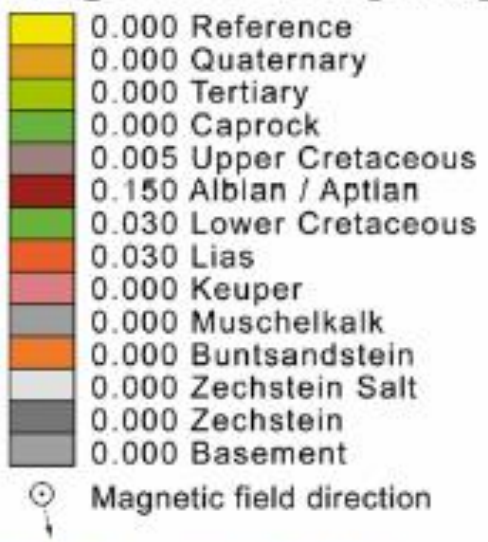


# Data interpretation

'basin structures'

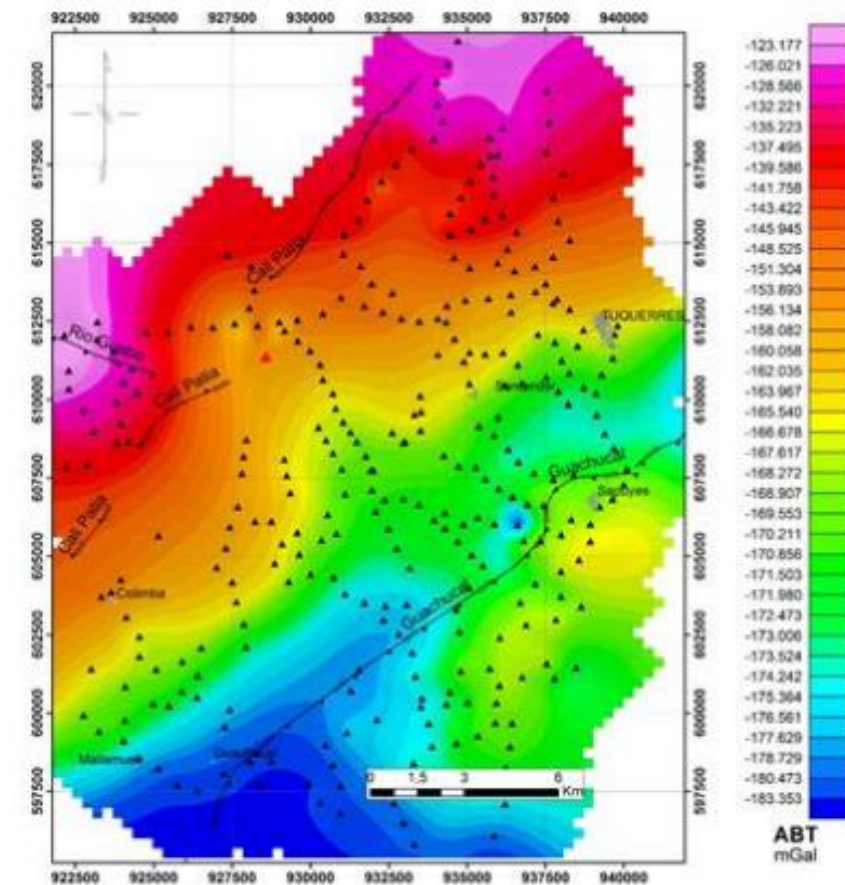


## Magnetisation [A/m]



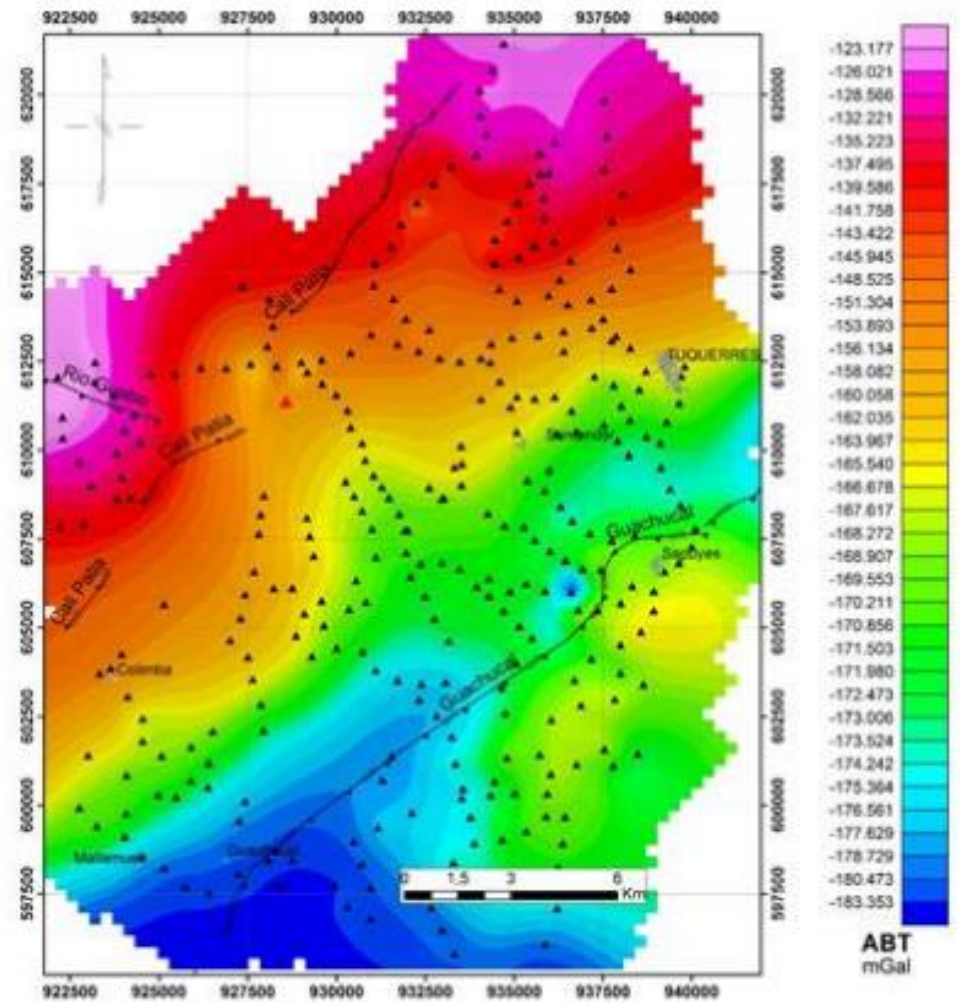
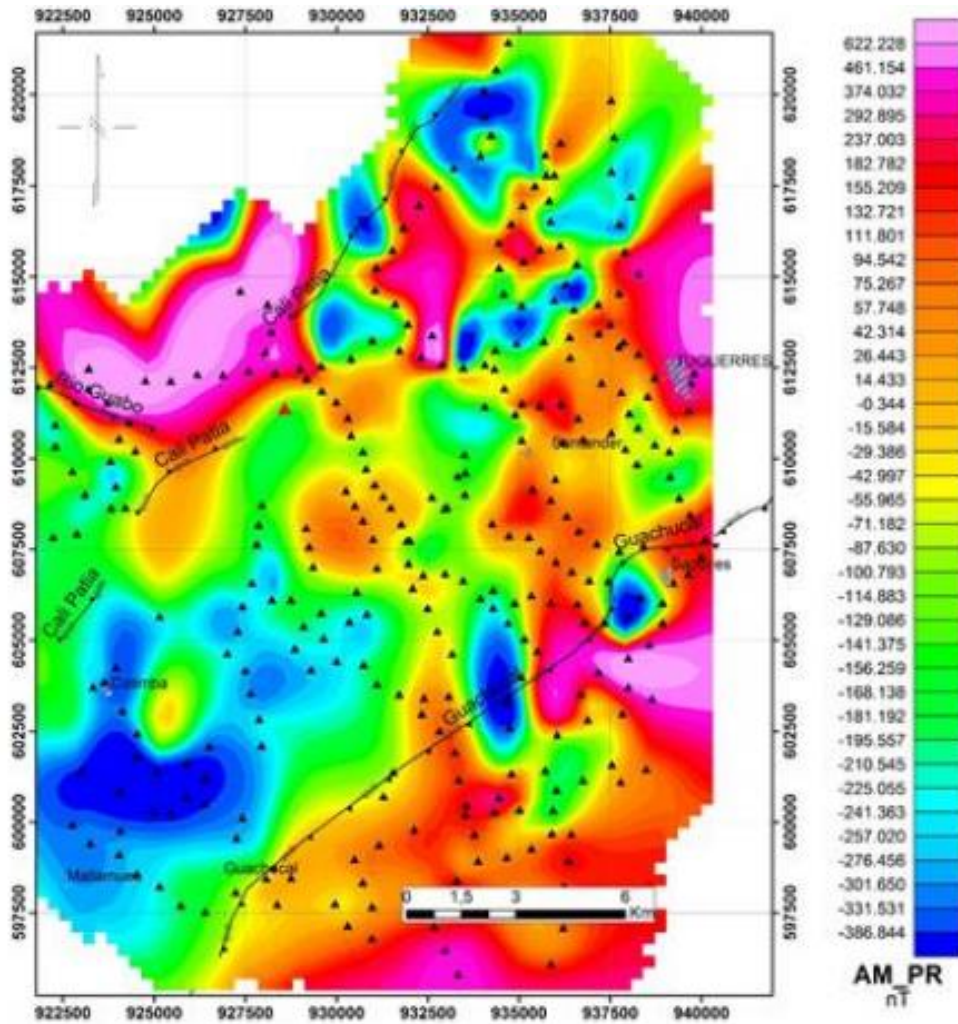
# Método Gravimétrico

- Anomalías en la aceleración gravitacional, cambios en densidades de las rocas.
- Estructuras geológicas regionales.



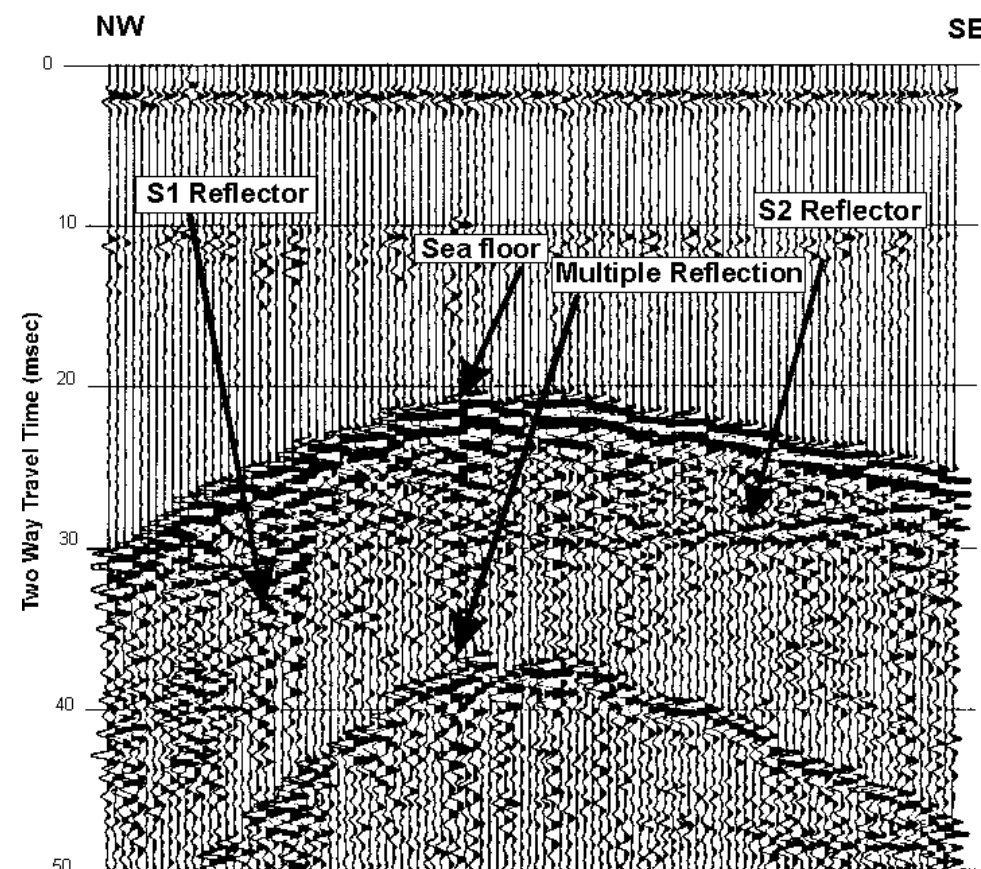
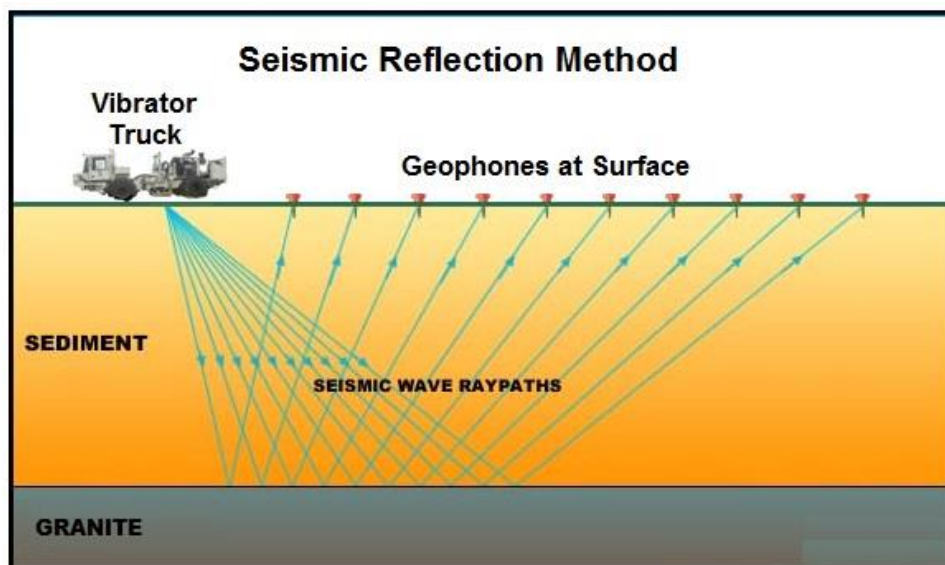


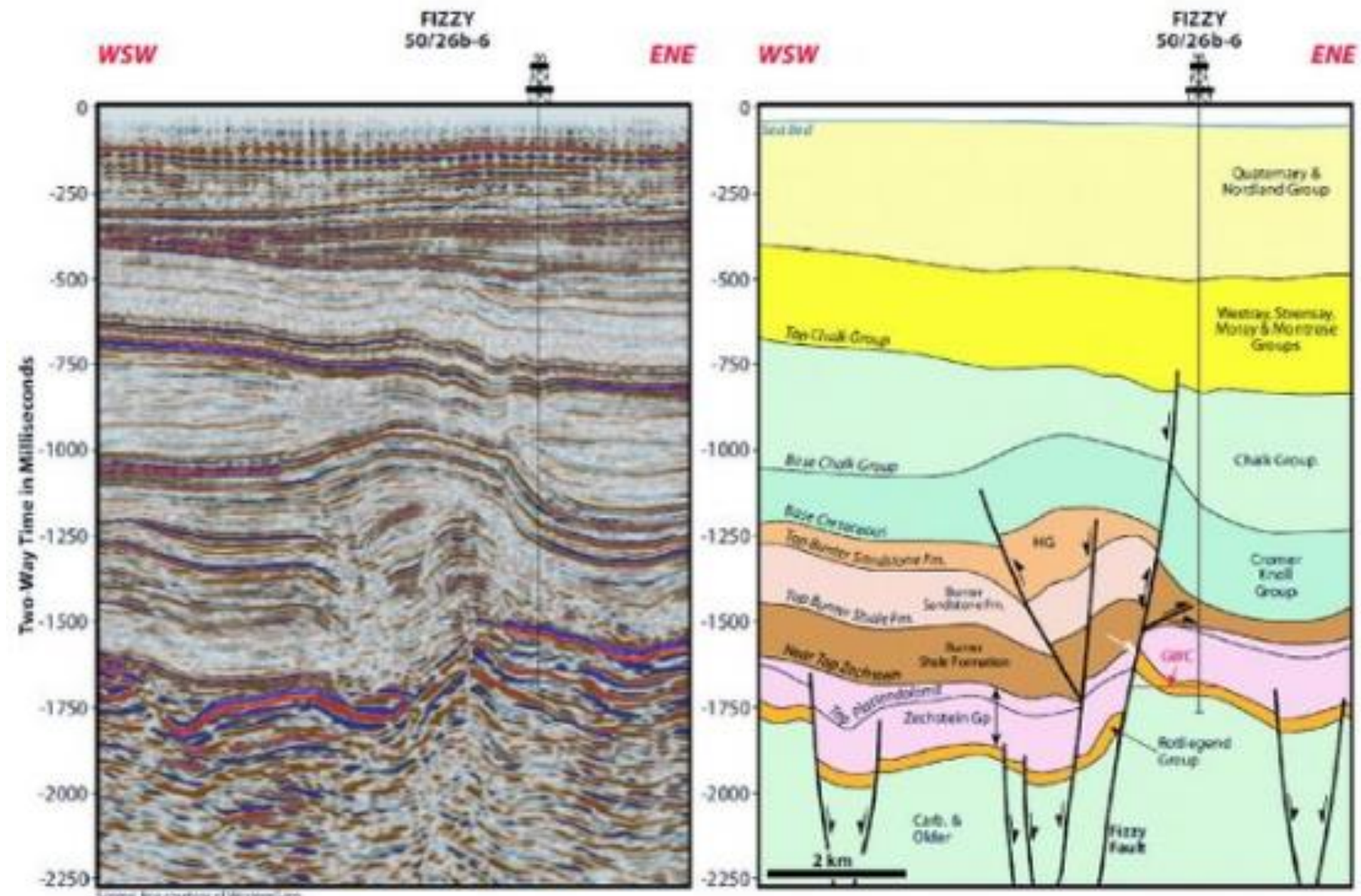
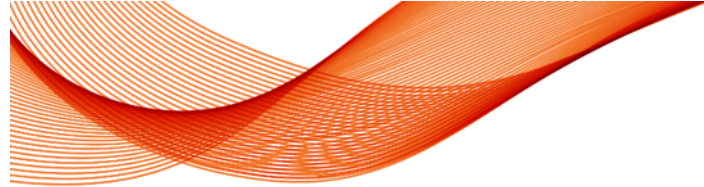
# Levantamiento magnético vs gravimétrico



# Método reflexión sísmica

- Cambios en velocidad de las ondas sísmicas, reflexión en estructuras geológicas.
- Profundidades someras, es necesario uso de explosivos o equipos para generar vibraciones.

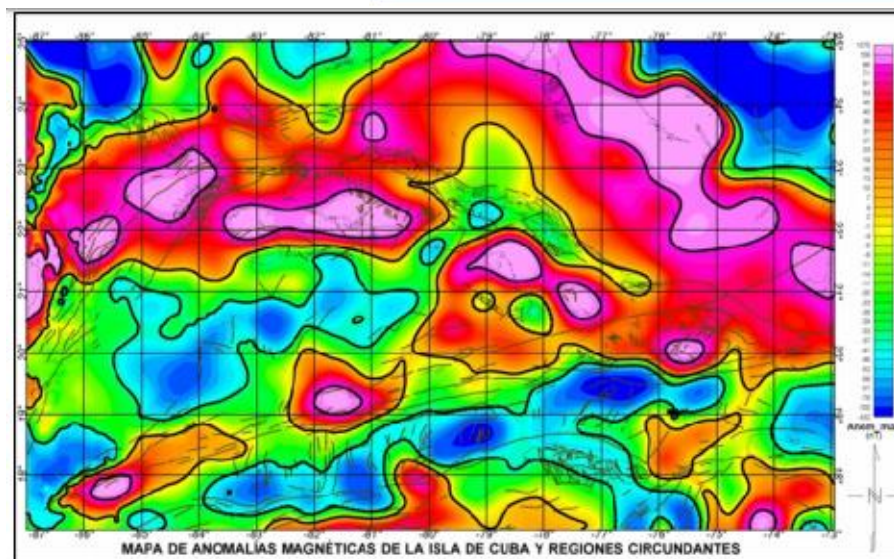
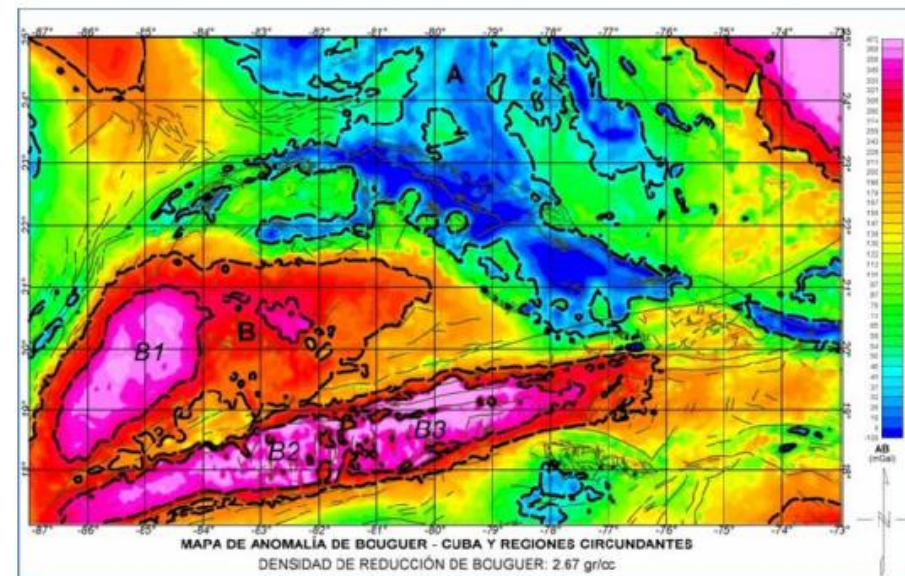




Seismic line courtesy of WesternGeco

# Teledetección

- A partir de sensores en satélites se pueden obtener mapas regionales de:
  - elevación (SRTM)
  - gravimetría
  - magnetometría
  - temperatura



Mapas magnéticos  
y gravimétricos de  
Cuba.

García et al., 2011

# Sensores en UAV o drones

- El uso de drones se ha popularizado para el levantamiento fotográfico, uso de fotogrametría para elaborar DEM.
- Se están incorporando otros sensores: cámaras térmicas, magnetómetros.

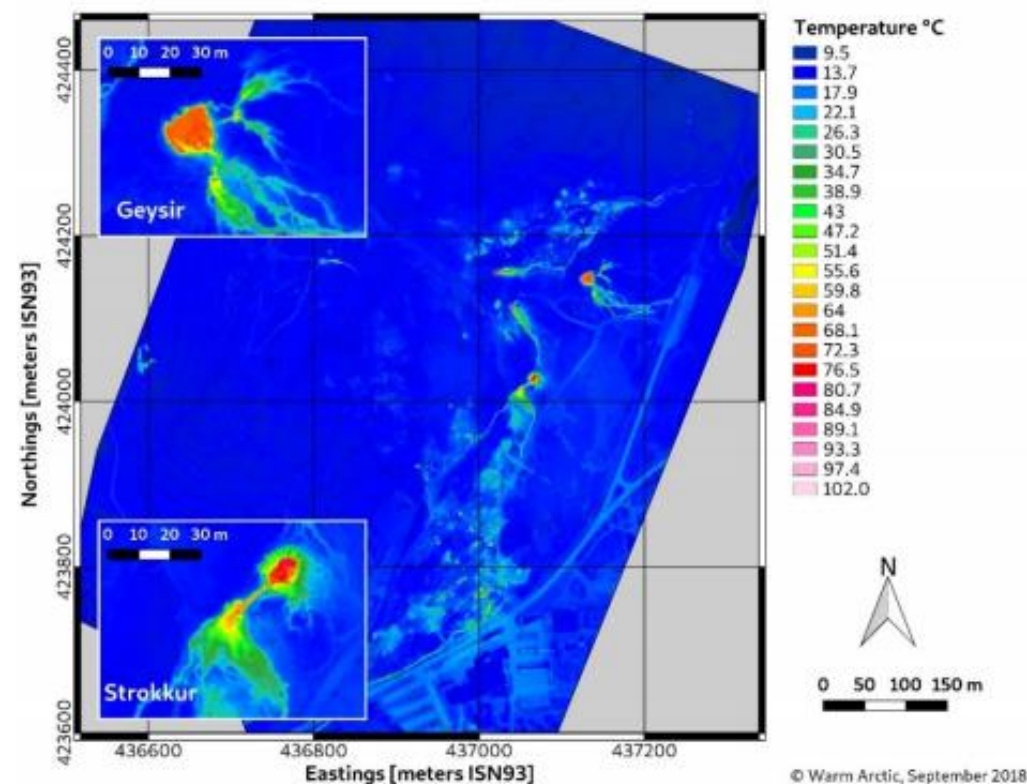
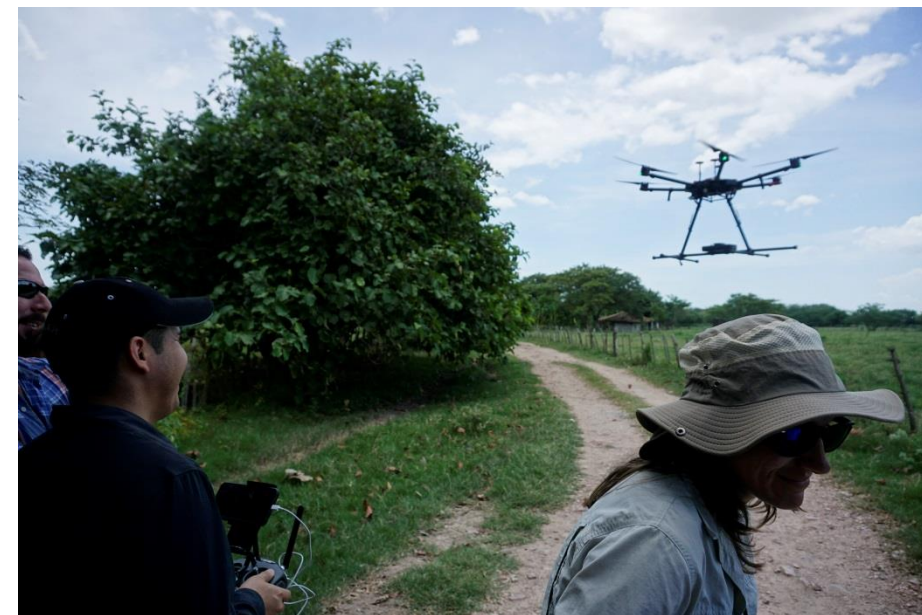


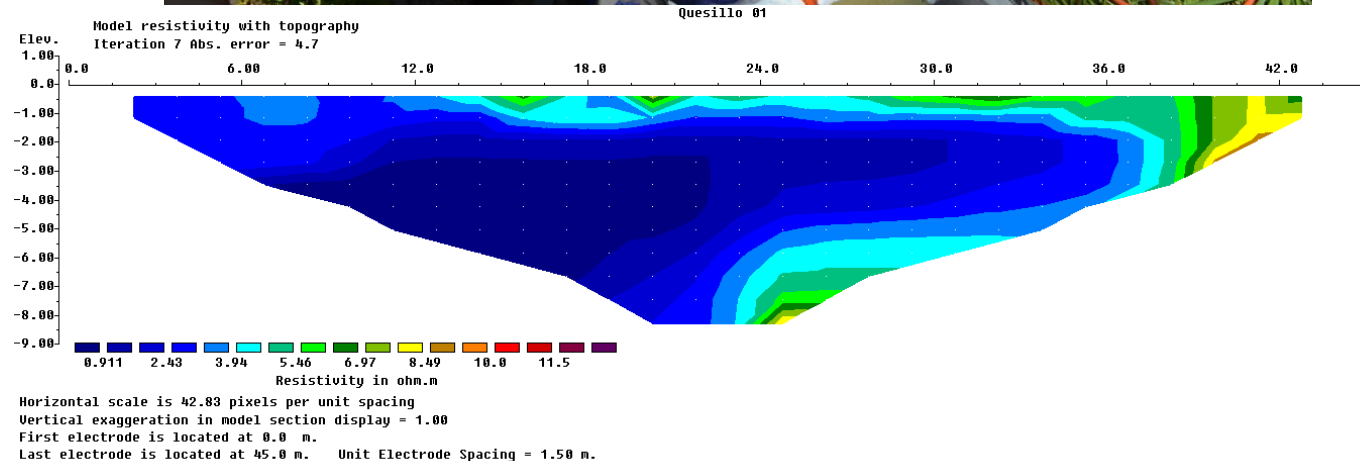
Figure 5: Surface temperature map of the Great Geysir area in S-Iceland

# Drone con cámara infrarroja y magnetómetro



# Métodos Eléctricos

- Conductividad (resistividad) eléctrica.
- Varía en las rocas según contenido de agua, sales y temperatura.
- Métodos D.C. (SEV o tomografía eléctrica) tienen limitante de profundidad de exploración de 100's de m.
- Uso en baja entalpía.



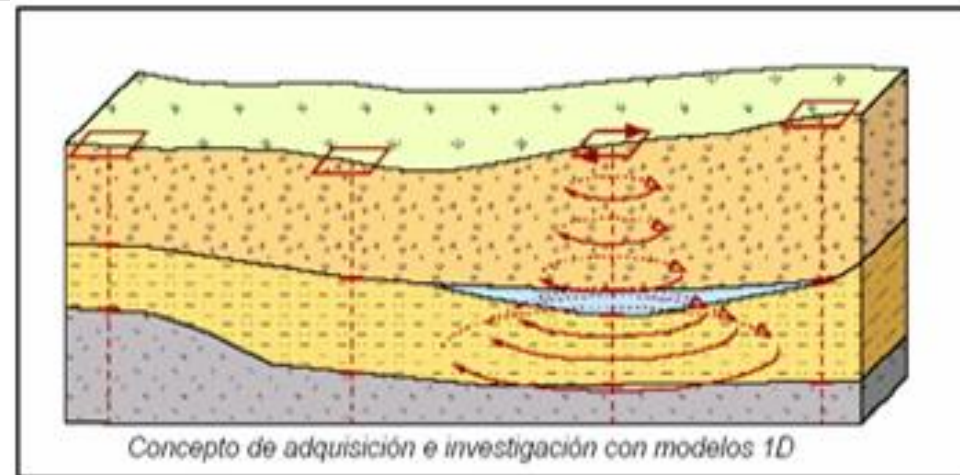
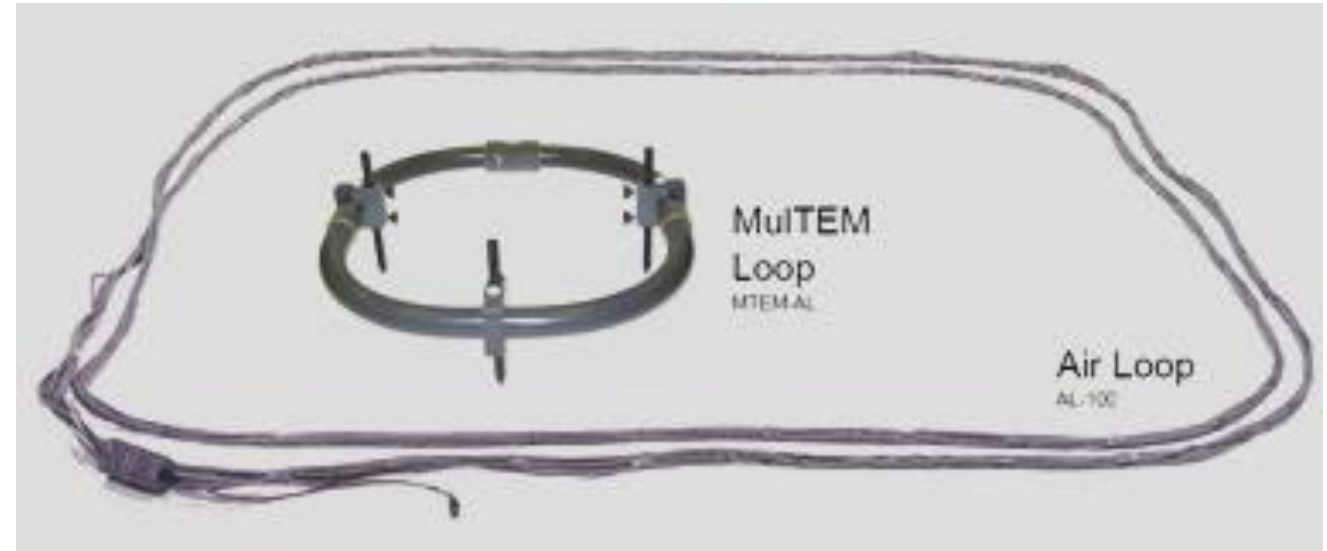
# Métodos Electromagnéticos

- Respuesta del suelo a la propagación de campos magnéticos producidos por la Tierra o inducidos.
- Parámetros eléctricos: resistividad y susceptibilidad.
- Profundidades de hasta varios kilómetros.
- Principales usados en geotermia: TDEM y MT.



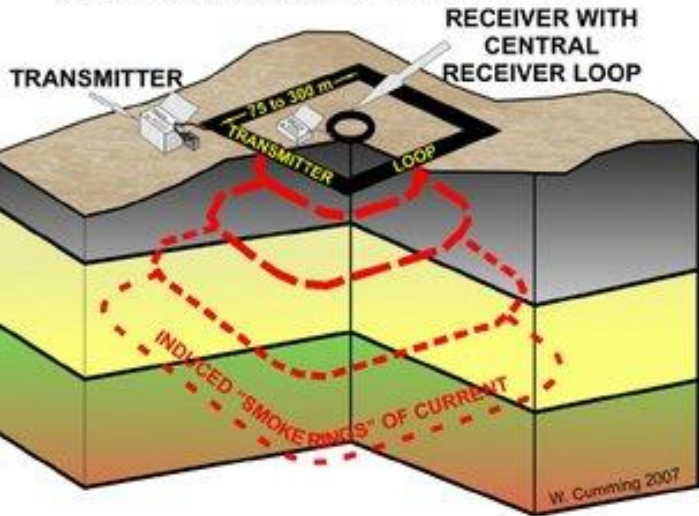
# Método TDEM

- Variaciones en el campo magnético en el dominio del tiempo.
- Permite obtener parámetros eléctricos.



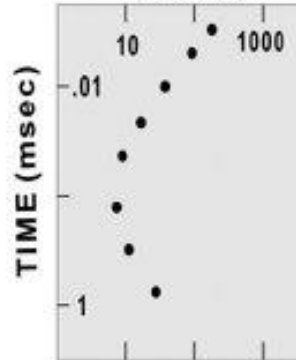
# Modelos 1D y 2D

## CENTRAL LOOP TEM SYSTEM



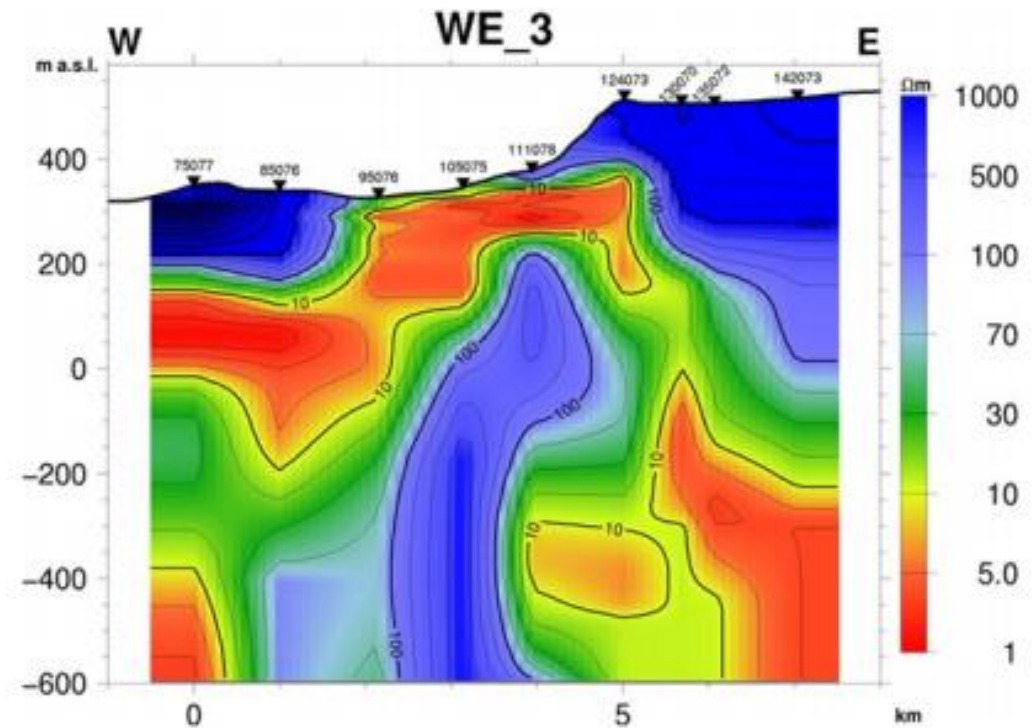
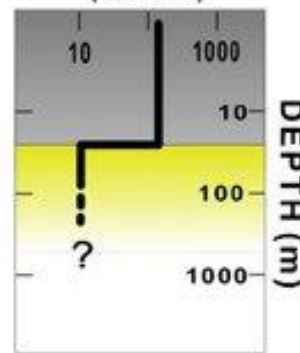
## TEM DATA

APPARENT RESISTIVITY (OHM-M)

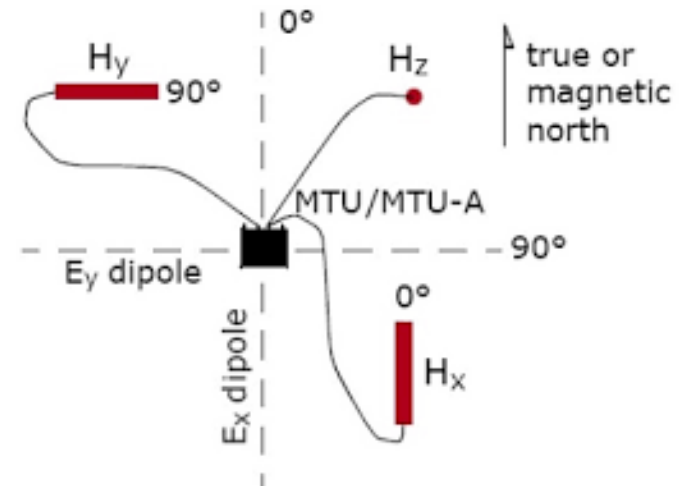


## TEM INTERPRETATION

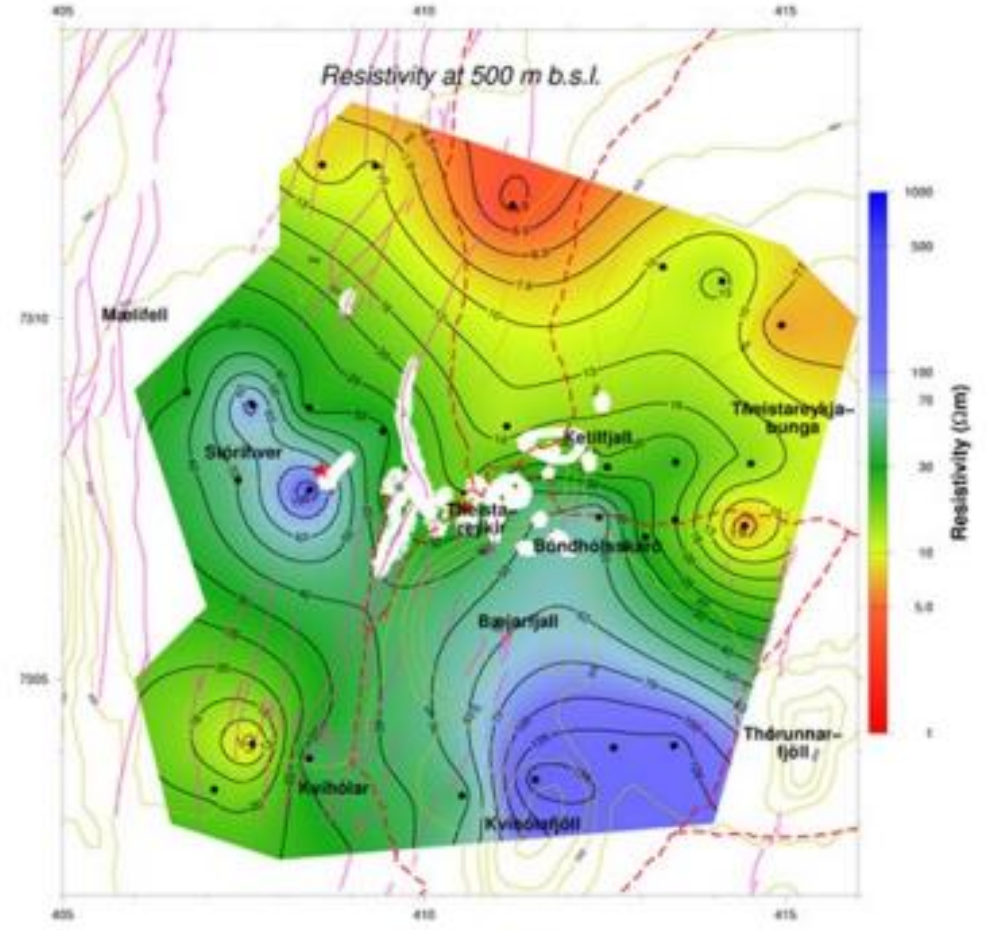
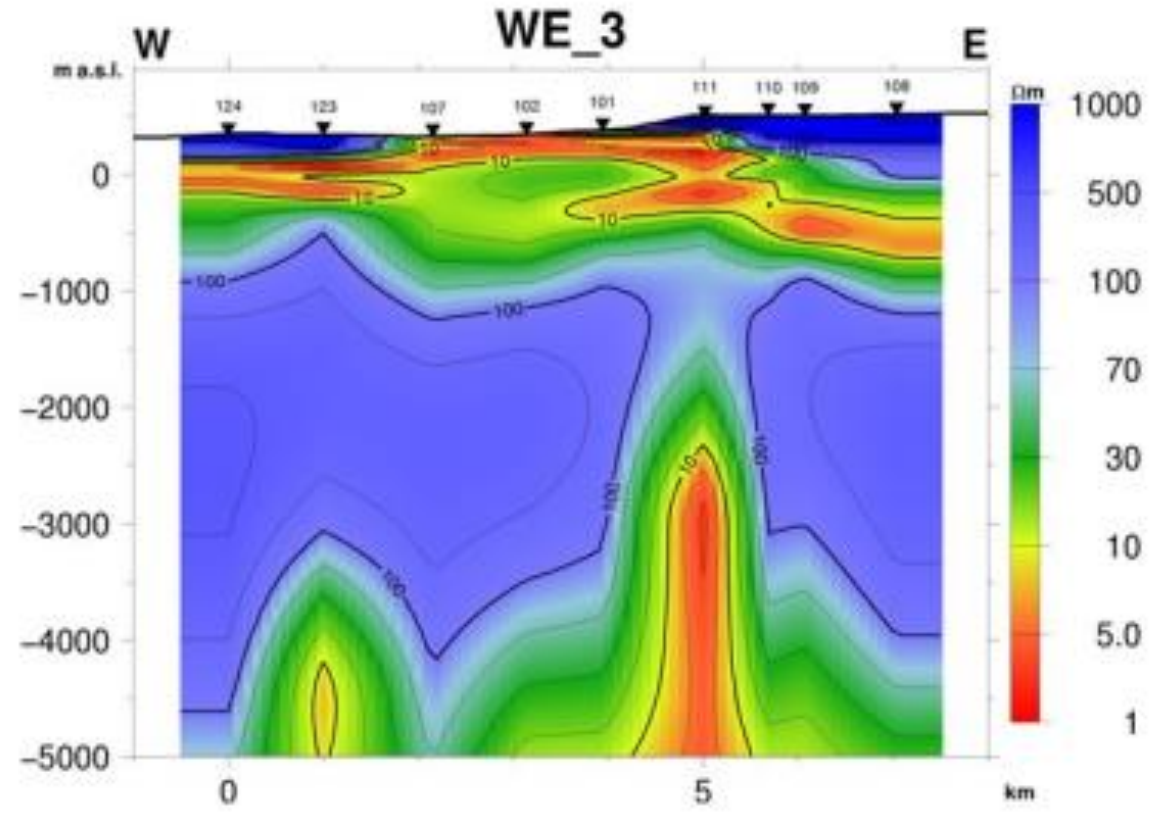
RESISTIVITY (OHM-M)



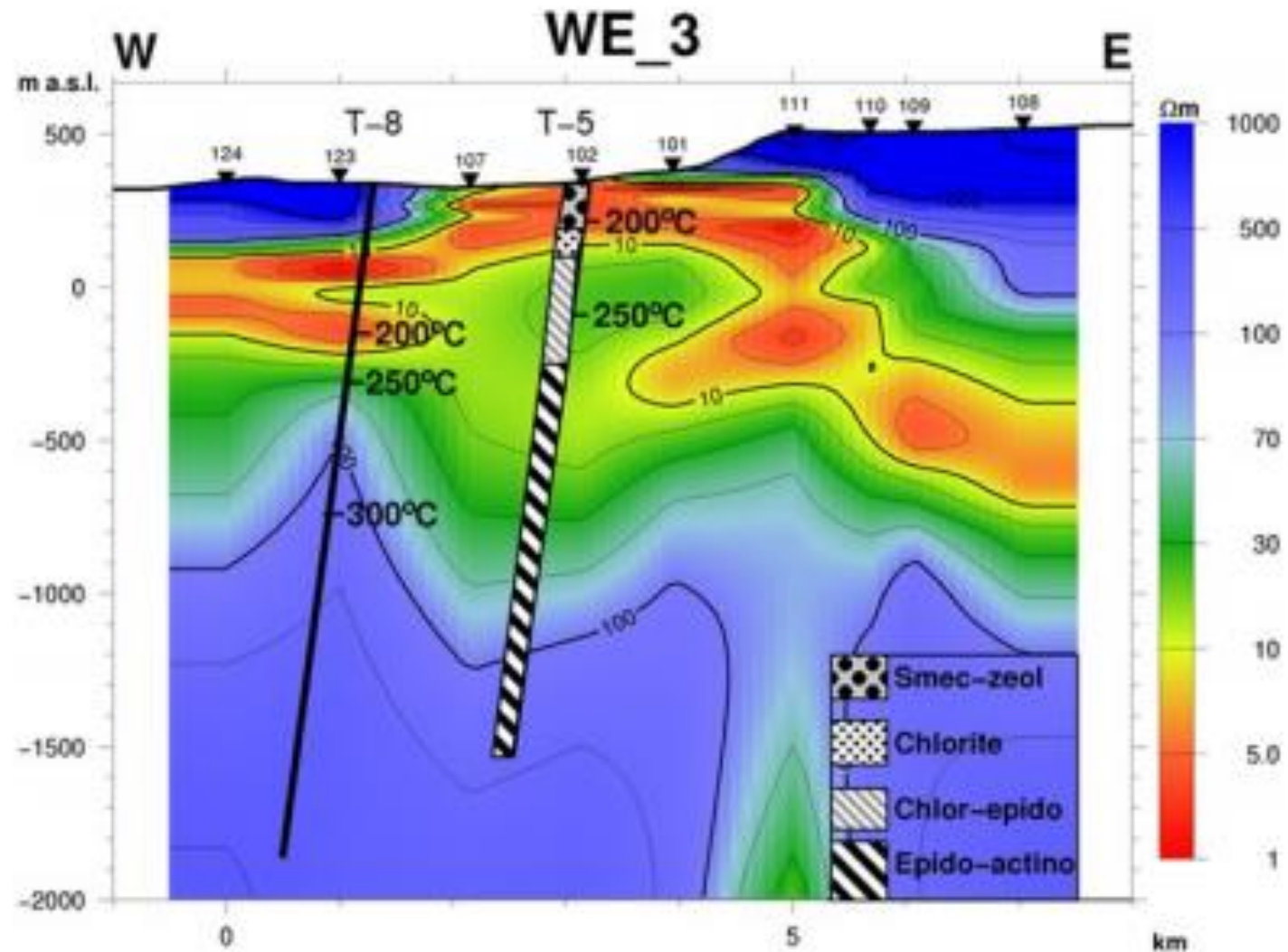
# Método Magneto telúrico

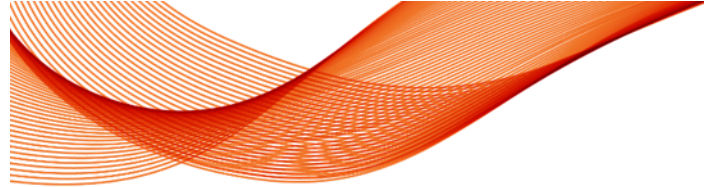


# Perfil MT, mapa resistividad combinado MT y TDEM



Correlación entre resultados resistividad y temperaturas a partir de pozos.





**SICA**  
Sistema de la Integración  
Centroamericana

**Autor:**  
Equipo Programas 4E/Geotermia

**Créditos de las Fotos:**  
©

**Layout**  
GIZ

# ¡Muchas gracias!



**SICA**  
Sistema de la Integración  
Centroamericana

[www.sica.int/energias4e](http://www.sica.int/energias4e)

[www.sica.int/sgsica](http://www.sica.int/sgsica)