



Universidad de Concepción

**Facultad de Ingeniería Agrícola
Departamento de Recursos Hídricos**



Métodos Geofísicos

Dr. José Luis Arumí
Ingeniero. Civil Ph.D.
Departamento de Recursos Hídricos
Universidad de Concepción
Chile

La prospección geofísica es la ciencia y el conjunto de técnicas derivadas que investigan el interior de la Tierra a partir de las variaciones de parámetros físicos significativos y de su correlación con los conceptos geológicos

- **Son métodos que permiten investigar zonas sin acceso para el ser humano,**
- **Existen varios métodos geofísicos los cuales aprovechan propiedades físicas de las rocas y rellenos**
- **Todos dan solamente informaciones indirectas,**
- **Los resultados de investigaciones geofísicas son hojas de datos (números) que esperan a una interpretación**

Aplicaciones

- 1.- Geometría y posición de las formaciones acuíferas-acuífugas**
- 2.- Porosidad.**
- 3.- Posición nivel freático.**
- 4.- Circulación del agua dentro del acuífero: dirección, sentido y velocidad.**
- 5.- Plumas de contaminación.**
- 6.- Calidad química, salinidad, intrusiones.**
- 7.- Ubicación más adecuada de las captaciones.**
- 8.- Determinación de las características constructivas de las captaciones: profundidad y niveles de explotación.**

Principales métodos geofísicos

Métodos	Propiedad medida
Gravimetría	Densidad
Sísmicos	Velocidad de propagación de ondas sísmicas
Eléctricos	Resistividad eléctrica
Electromagnéticos	Conductividad eléctrica y permeabilidad magnética

Métodos magnéticos y gravimétricos

- **El objetivo principal de la gravimetría es medir anomalías en el campo gravitatorio de la Tierra causadas por cambios de densidad entre distintos materiales. Los datos de campo deben ser corregidos respecto a puntos de referencia de conocida gravedad. La correcciones serán respecto al tiempo, altura topográfica, posición geográfica, mareas y cercanía a grandes masas de roca**

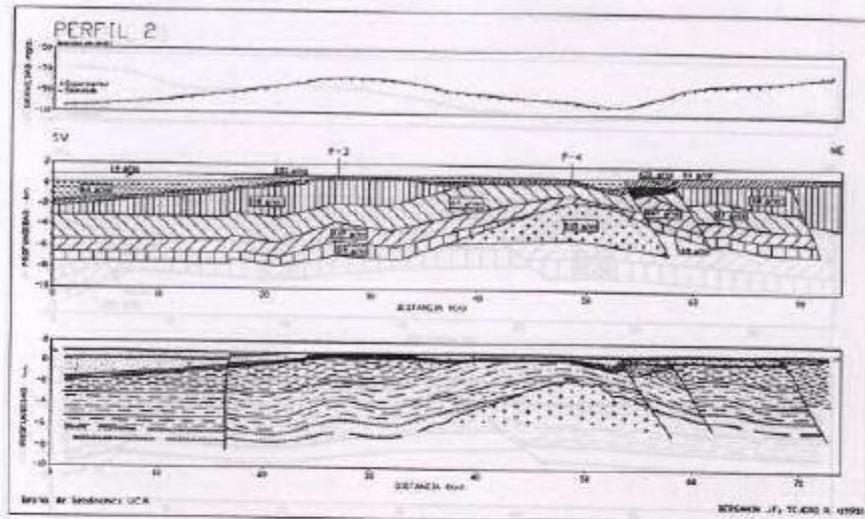
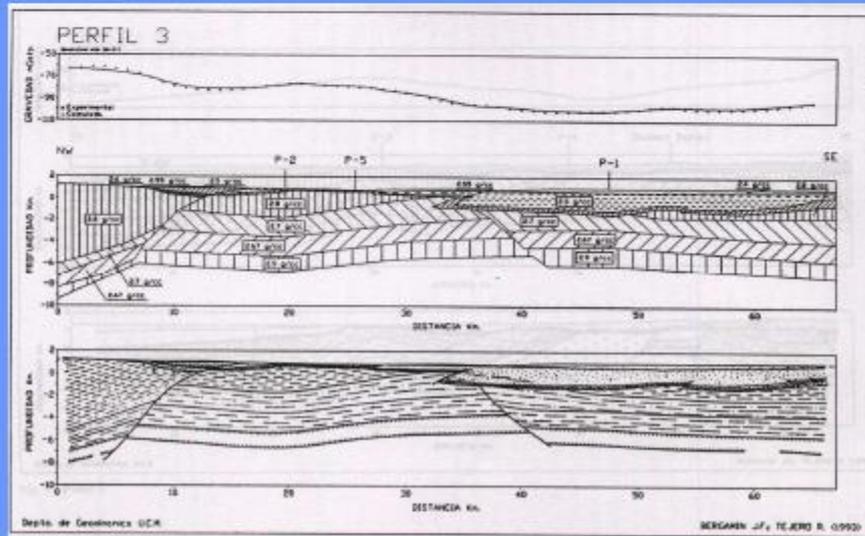
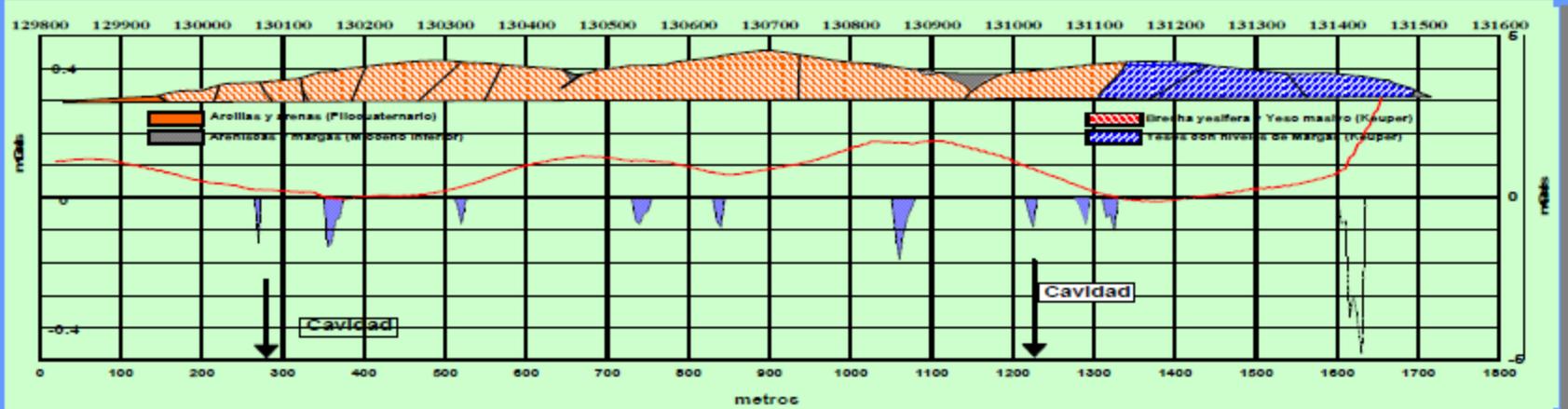
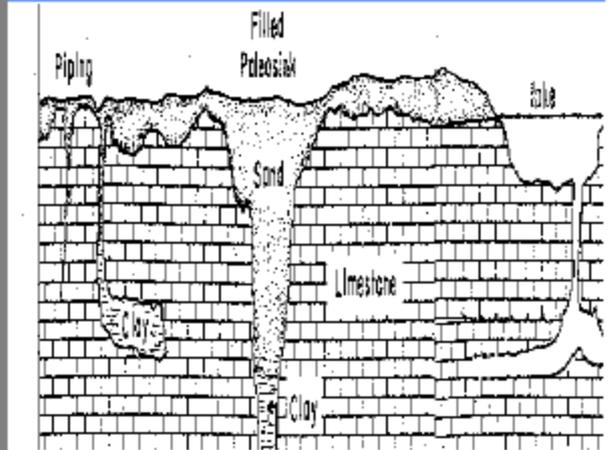
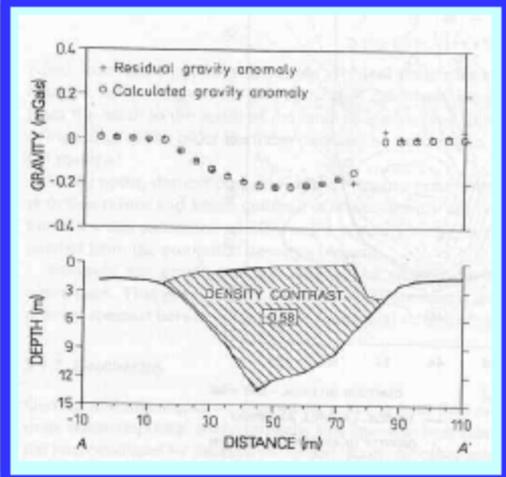
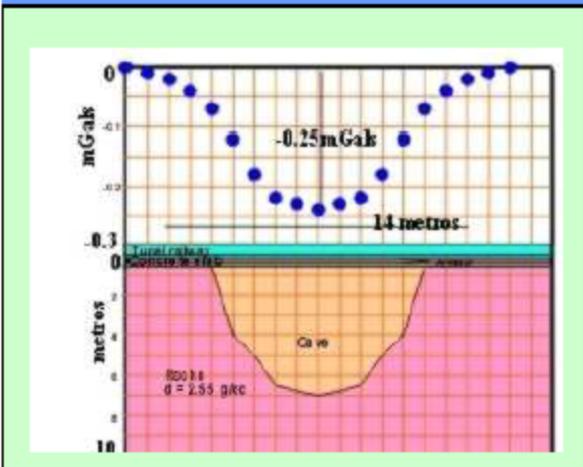


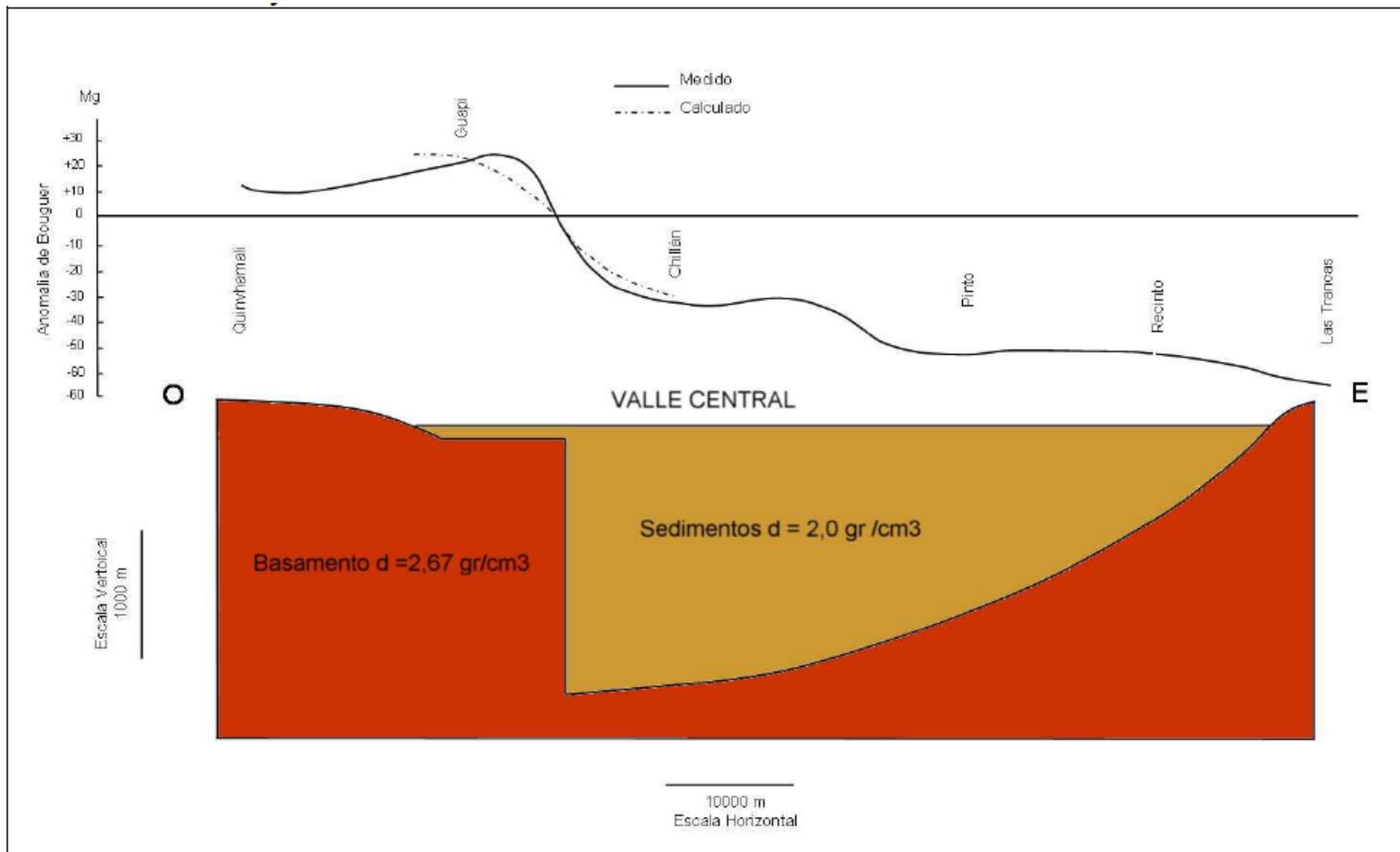
Fig. 4. Perfil 2.



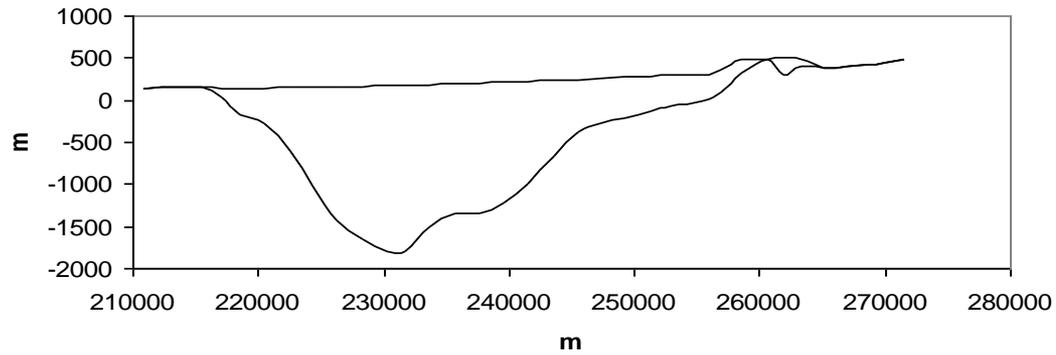
DISTRIBUCIÓN DE LOS MUESTRAS



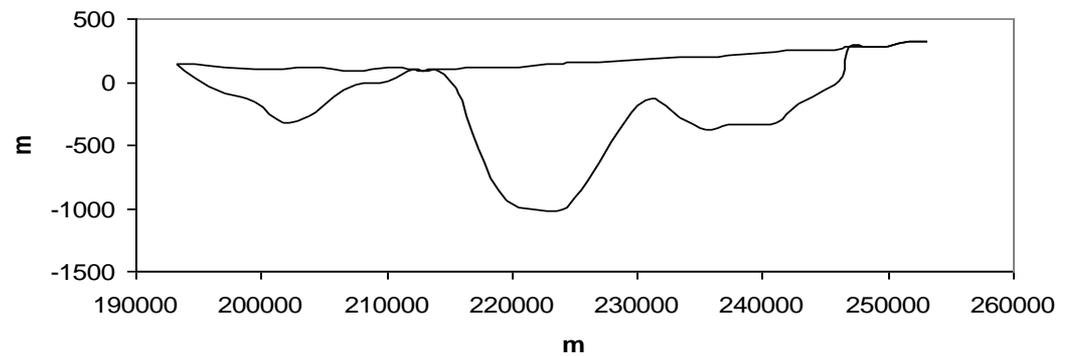
Perfil gravimétrico a la latitud de Chillán (modificado de Lomnitz, 1959).



Modelo Calculado Perfil 4



Modelo Calculado Perfil 5



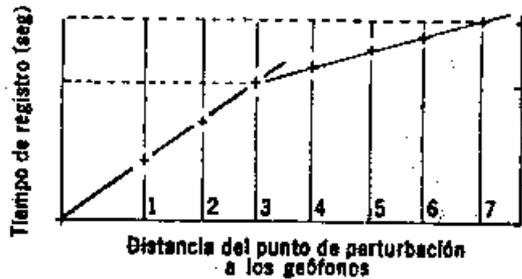
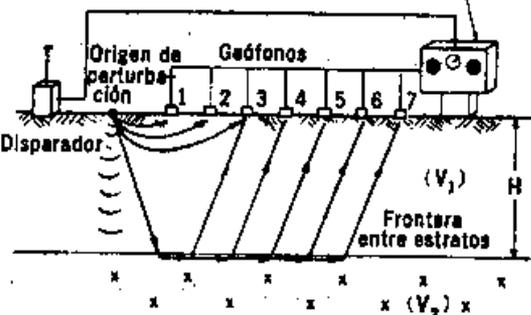
Método sísmico

Procedimiento se funda en la diferente velocidad de propagación de las ondas vibratorias de tipo sísmico a través de diferentes medios materiales. Las mediciones realizadas permiten establecer que esa velocidad de propagación varía entre 150 y 2.500 m/seg en suelos, correspondiendo los valores mayores a mantos de grava muy compactos y las menores a arenas sueltas; los suelos arcillosos tienen valores medios, mayores para las arcillas duras y menores para las suaves. En roca sana los valores fluctúan entre 2.000 y 8.000 m/seg. esencialmente el método consiste en provocar una explosión en un punto determinado del área a explorar usando una pequeña carga de explosivo. Por la zona a explorar se sitúan registradores de ondas (geófonos), separados entre sí de 15 a 30 m. La función de los geófonos es captar la vibración, que se transmite amplificada a un oscilógrafo central que marca varias líneas, una para cada geófono

Refracción/Reflexión

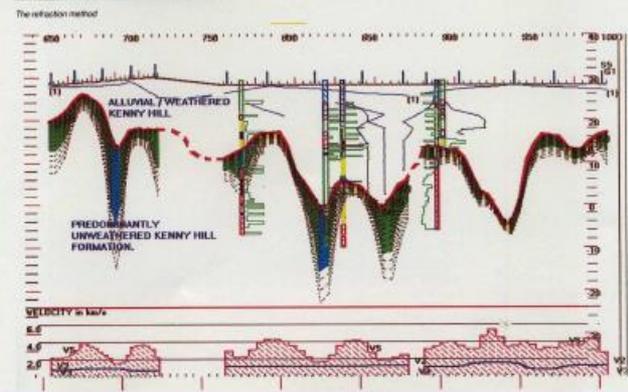
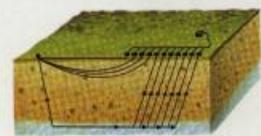
- El método de la Sísmica de Refracción y Reflexión se basa en la distribución de velocidades sísmicas originadas por una fuente artificial (golpeo o explosión sobre la superficie del suelo). La velocidad sísmica aumentará en aquellos materiales de mayor densidad permitiendo distinguir entre distintos tipos de materiales.

Equipo amplificador, oscilógrafo, registrador fotográfico y reloj

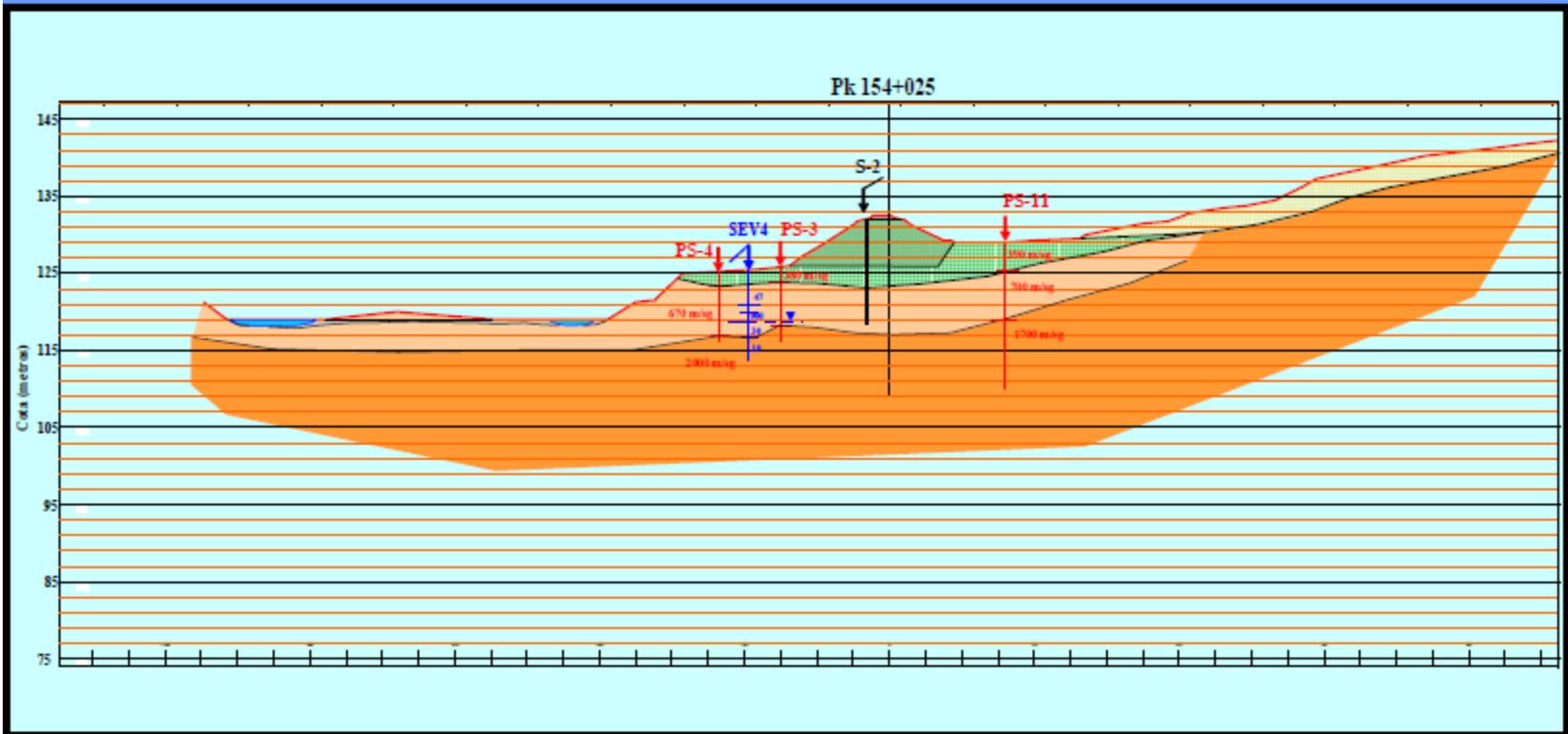


Velocidad de ondas P en Km / sg	
	0 1 2 3 4 5 6
Aire	0.3
Agua	1.5
Hielo	3.5
Suelo	0.5
Arenas	1.8
Arcillas	2.2
Esquistos	3.2
Areniscas	2.5
Calizas	3.8
Dolomias	4.2
Sal	4.8
Yeso	3.5
Anhidrita	4.5
Granito	5.5
Gneiss	5.8
Basalto	6.2

SEISMIC SURVEYS MAKE SOIL AND ROCK TRANSPARENT



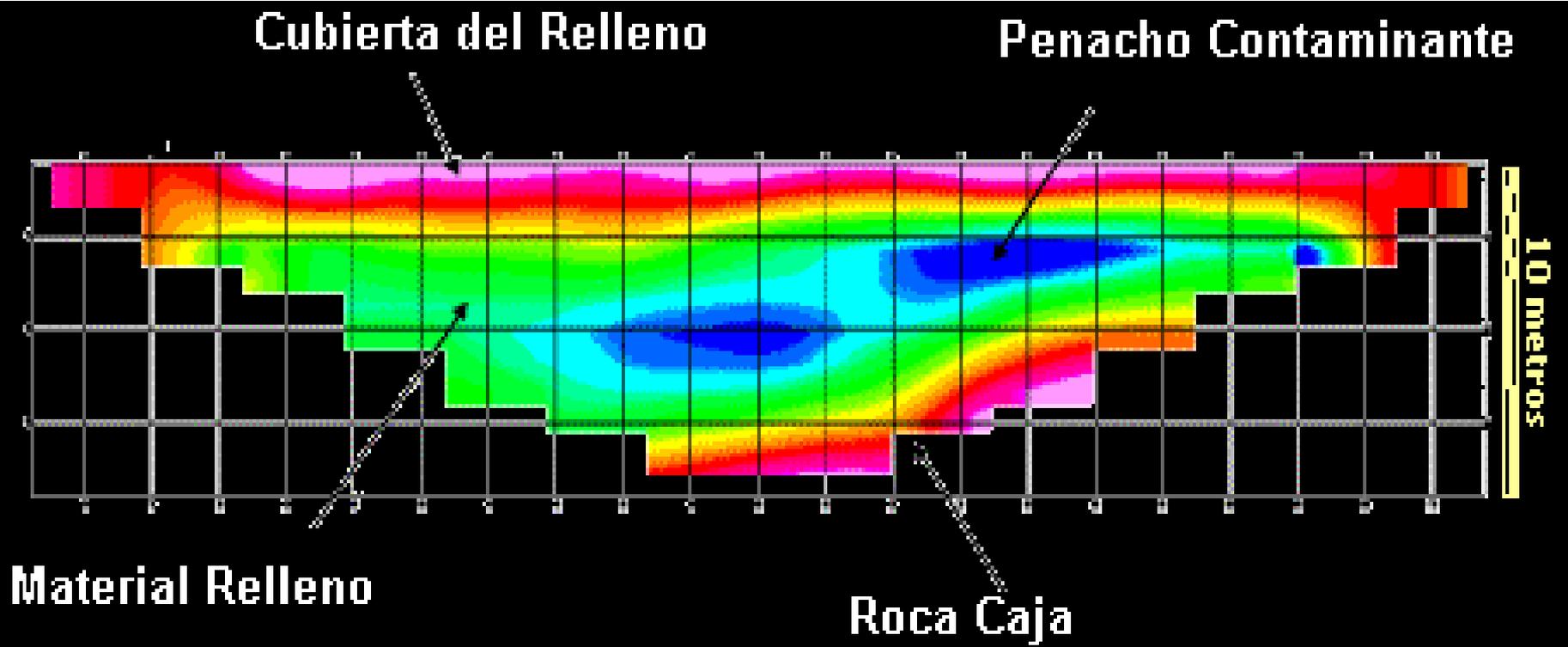
2. Geometría del acuífero



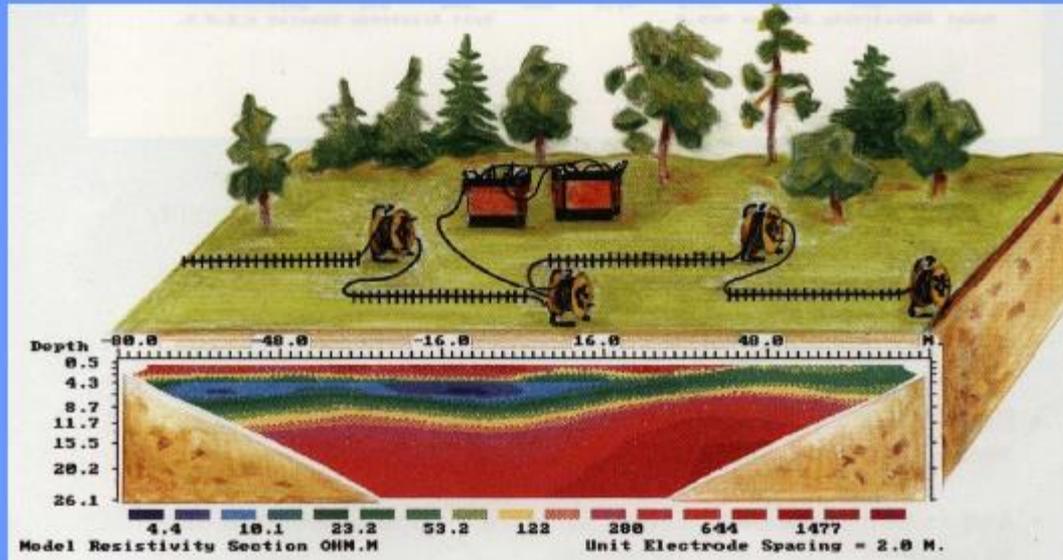
Método de resistividad eléctrica

- Los métodos eléctricos son la modalidad de investigación geofísica más antigua y la utilizada por geólogos, geofísicos e ingenieros para distinguir y caracterizar el subsuelo. Los métodos eléctricos se basan en la medición de las propiedades eléctricas del subsuelo.

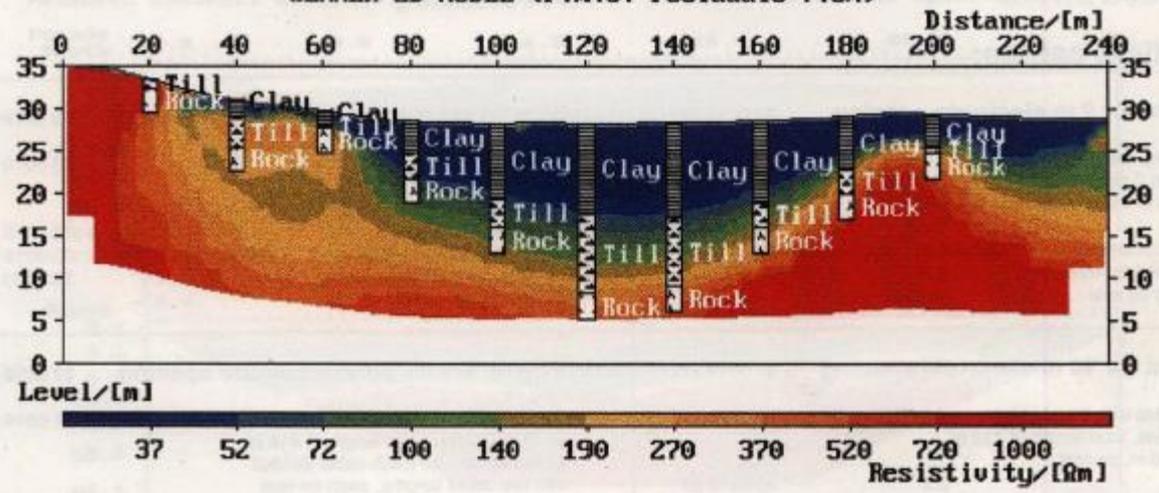
Todos los materiales de la Tierra oponen resistencia al flujo de la corriente eléctrica. Esta propiedad se llama resistividad geoeléctrica, la cual nos permite diferenciar entre distintos materiales.



Perfil eléctrico de resistividades para detectar un penacho contaminante en una fosa de relleno



Gladökvärn profile 2
WENNER 2D MODEL (r.m.s. residuals 7.8%)



Sondeos eléctricos verticales (SEV)

- Para poder identificar contrastes de la resistividad geoelectrica a distintas profundidades, es decir, la realización de un sondeo eléctrico vertical, se realiza mediante una formula así: intensidad (I), por medio de unos electrodos (AB), el cual nos permite medir una diferencia de potencial (dV) entre dos electrodos (MN).

La resistividad geoelectrica se obtiene por aplicación de la Ley de Ohm según la siguiente expresión:

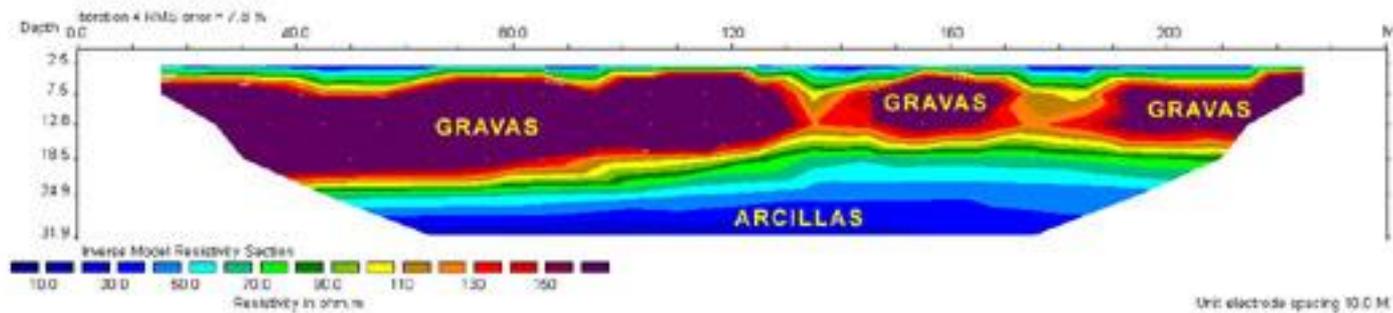
$R = K \frac{dV}{I}$ donde K=configuración geoelectrica

Tomografías Geoeléctricas

- **Se trata de un método de prospección geoeléctrica consistente en la medición de resistividades aparentes de los materiales del subsuelo permitiendo obtener un perfil o pseudosección en 2D (longitud x profundidad).**

En lugar de ir desplazando los electrodos cada vez que se toma una medida (SEV convencional), se colocan entre 25 y 50 electrodos en la superficie del suelo de una sola vez.

EJEMPLO DE APLICACIÓN DE TOMOGRAFÍAS GEOELÉCTRICAS PARA EXPLOTACIÓN DE ÁRIDOS.



Los colores azules representan zonas de menor resistividad eléctrica mientras que los colores rojos representan zonas de mayor resistividad eléctrica.

Electromagnetismo

- **Esta es una de las técnicas más empleadas para la detección de objetos metálicos. Este tipo de prospecciones se realizan con dos bobinas de cobre una llamada bobina transmisora y otra bobina receptora separadas a una distancia determinada.**

Se aplica una corriente alterna sobre la bobina trasmisora creando un campo magnético alterno llamado campo primario, que a su vez se transmite por todas partes incluido al subsuelo. Este campo magnético alternativo induce una corriente alterna a través del conductor creando un nuevo campo magnético llamado campo secundario. Lo que la bonina receptora recibe es la combinación del campo primario y secundario. Ambos campos magnéticos a su vez inducen una corriente alterna a través de la bobina receptora. Esta corriente es medida la cual es usada para determinar la intensidad del campo magnético combinado y la conductividad eléctrica en el punto donde se a producido la medición.

Electromagnetismo

Estudian la respuesta del terreno cuando se propagan a través del mismo campos electromagnéticos

Técnicas en las que predominan las corrientes de conducción



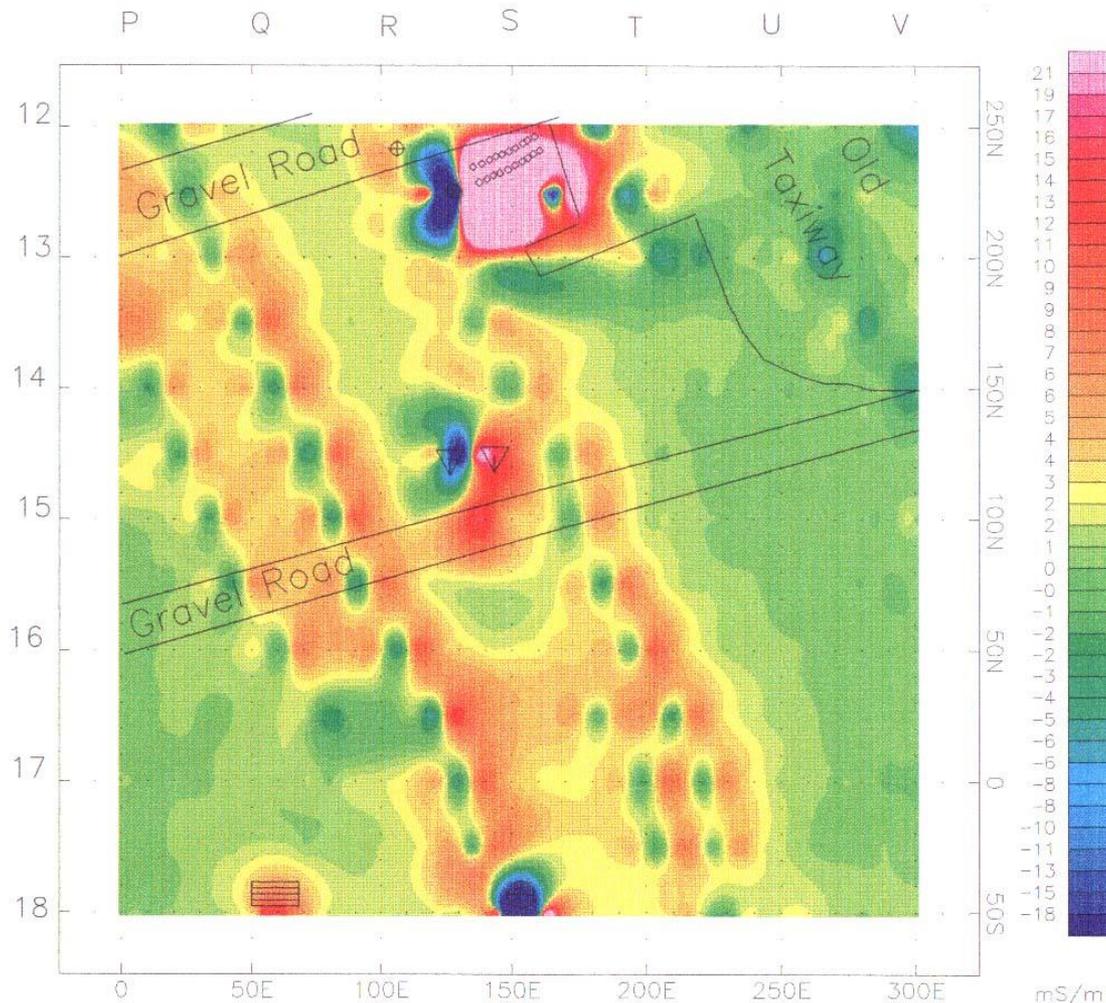
- 1.- De fuente de inducción próxima: FDEM o TDEM
- 2.- De fuente de inducción Lejana: V.L.F.

Técnicas en las que predominan las corrientes de desplazamiento



Geo-Radar o GPR

EJEMPLO DEL MÉTODO ELECTROMAGNÉTICO UTILIZANDO UN EM-31,



Las alineaciones de color rojo representan la localización de cables eléctricos (mayor conductividad) que se dirigen desde la torre de control hasta el radar de la base.



FDEM-TDEM

PROSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA EN DOMINIO DE FRECUENCIAS (FDEM)

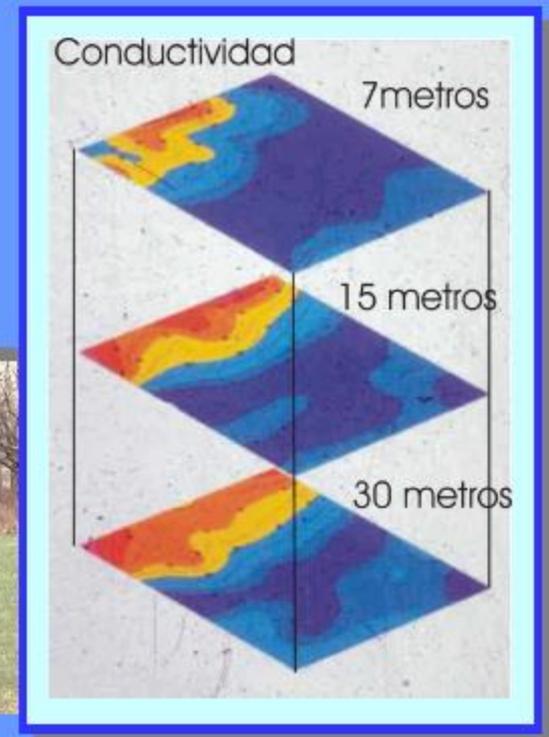
Emisión de impulsos electromagnéticos desde una bobina emisora hasta una receptora situada sobre el terreno.

Profundidad de penetración en función de la frecuencia (de 100 Hz a 10 kHz) y la distancia emisor-receptor.

Equipos multifrecuencia que se desplazan por el terreno:

Barrido horizontal y vertical

Miden la Conductividad eléctrica y la permeabilidad magnética



PROSPECCIÓN ELECTROMAGNÉTICA EN DOMINIO DE TIEMPOS (TDEM)

Se registran las variaciones del campo magnético secundario a largo del tiempo mientras el transmisor no emite.

Profundidad de penetración teóricamente ilimitada.

Profundidad = $m \times \text{Ø}$ espira

Espira fija (transmisor) y receptor fijo o móvil: Barrido horizontal y vertical (s.e.m.)

Miden la Conductividad eléctrica y la permeabilidad magnética

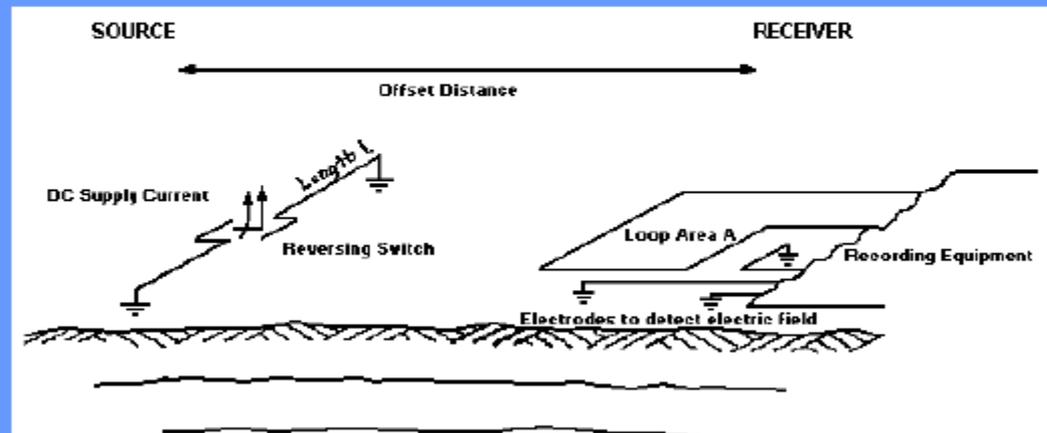


Fig. 1. Principle components of the Colorado School of Mines time-domain EM sounding system.



FDEM-TDEM

Sondeos E.M
Mapas de Resistividades

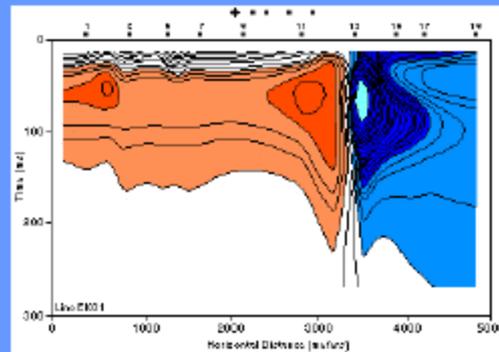


Figure 19. Apparent resistivity cross section showing near-surface distortions along line EK01, East Kinler field.

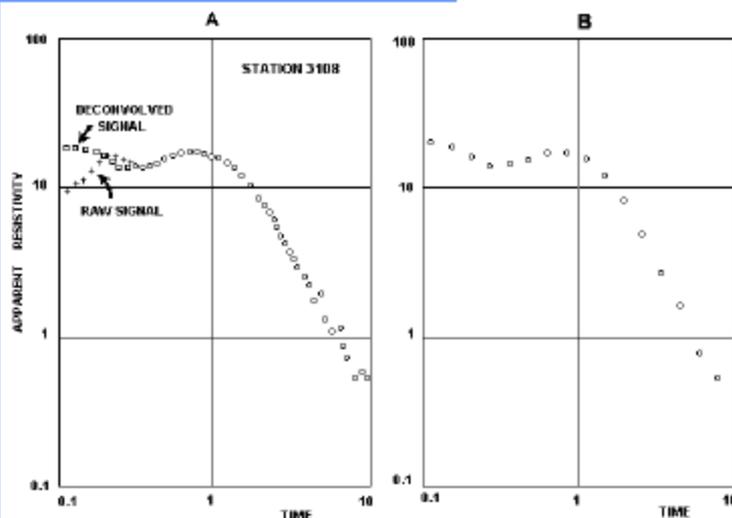


Fig 8. Recorded TDEM data at various stages of processing. The crosses to the left indicate stacked data interpolated at equal intervals of log time, but not deconvolved. The circles to the left indicate stacked and deconvolved data. The data to the right have been smoothed by averaging over a fixed interval in log time.

5-Layer Goelectric Sequence (from inversion)

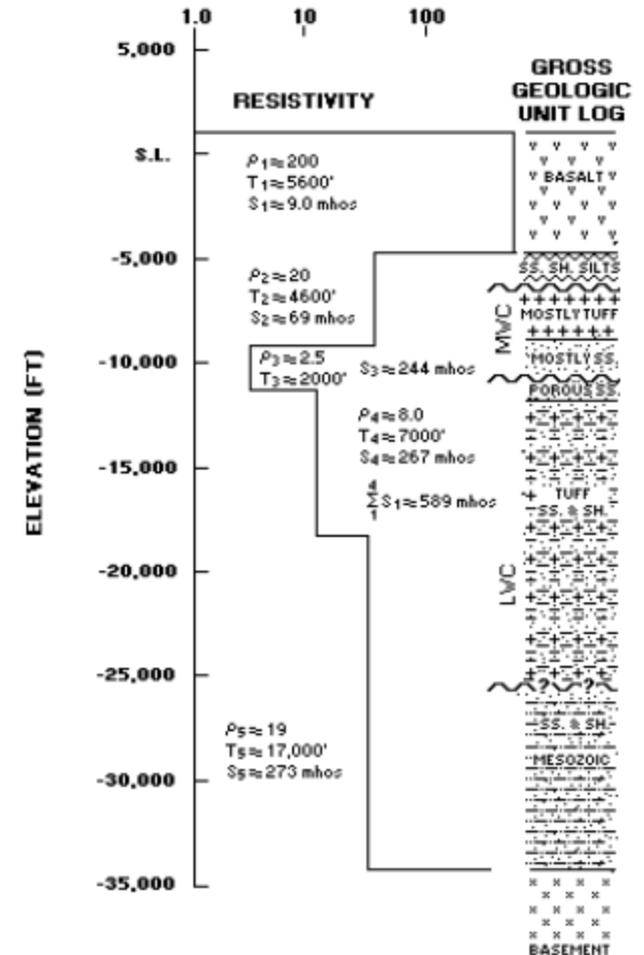
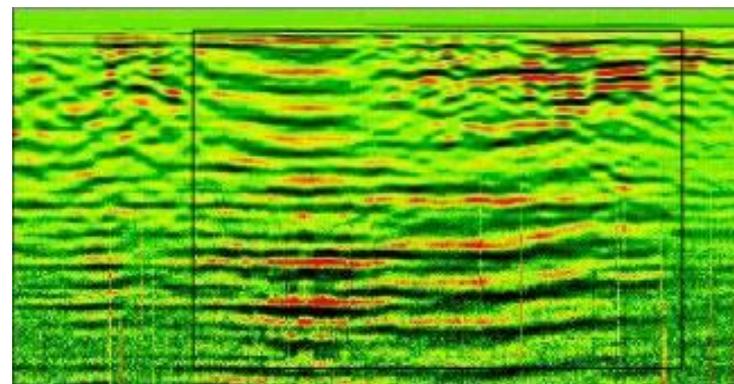
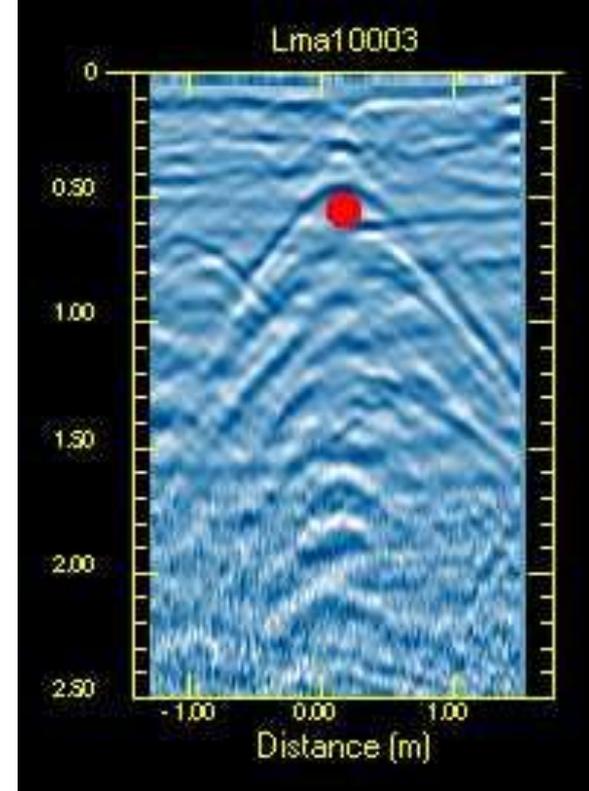
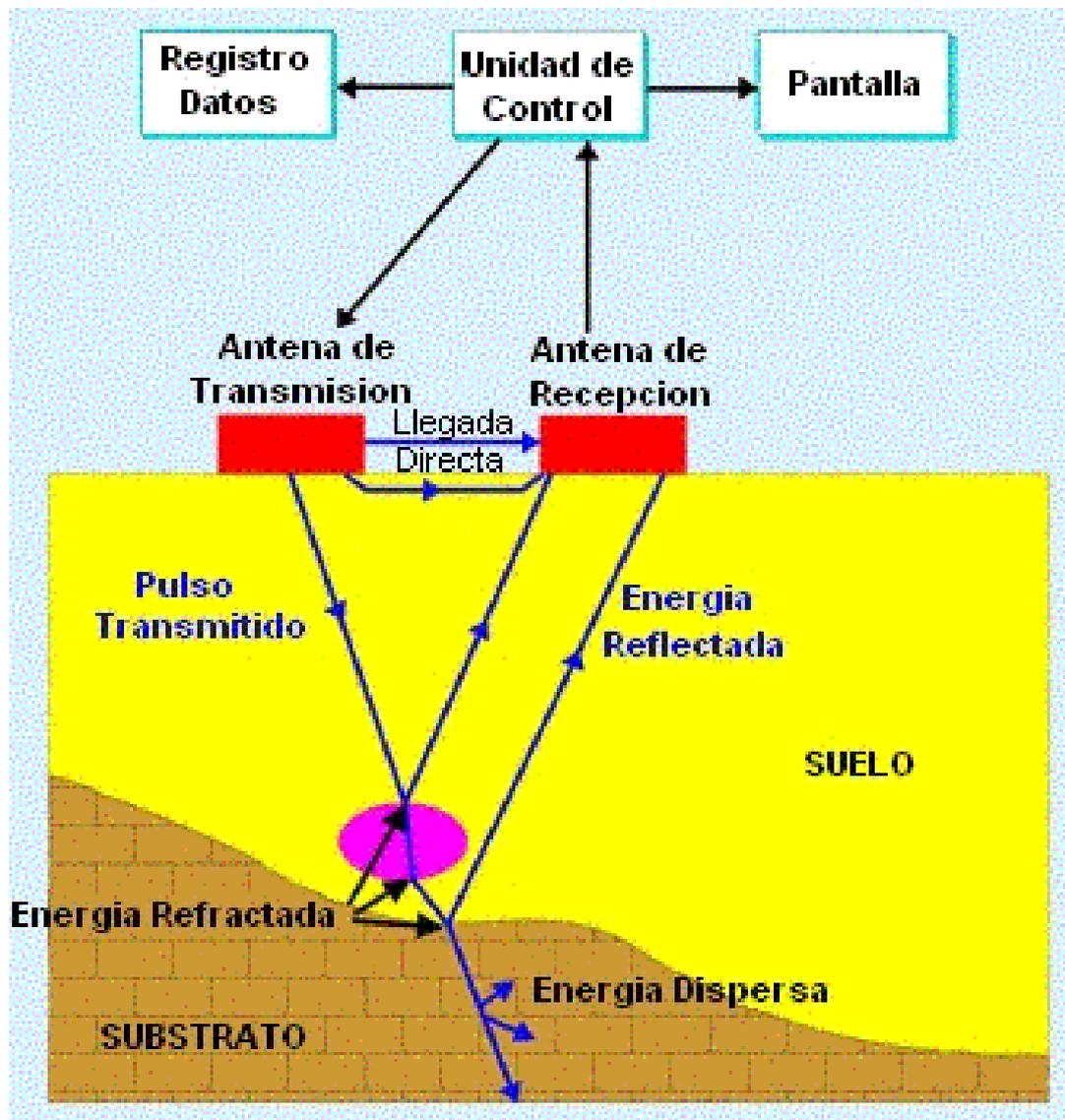


Fig. 21. Six-layer inversion of a sounding at the Santa Rosa dam site on the Yakima River. The Geologic interpretation of the resistivity section is speculative.

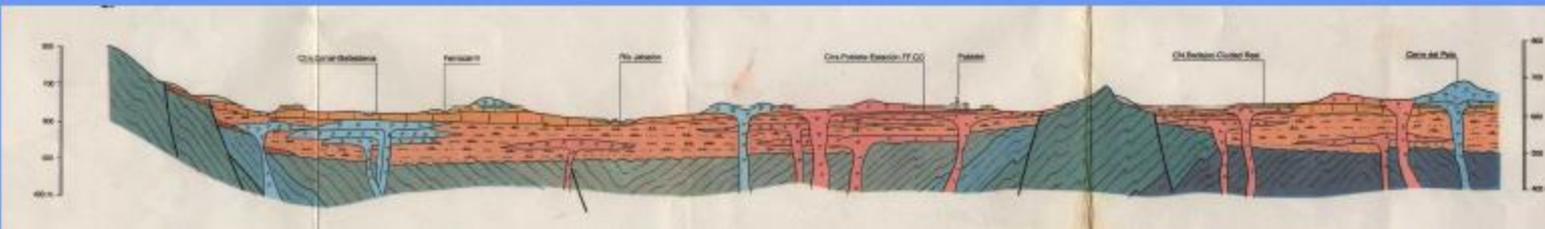
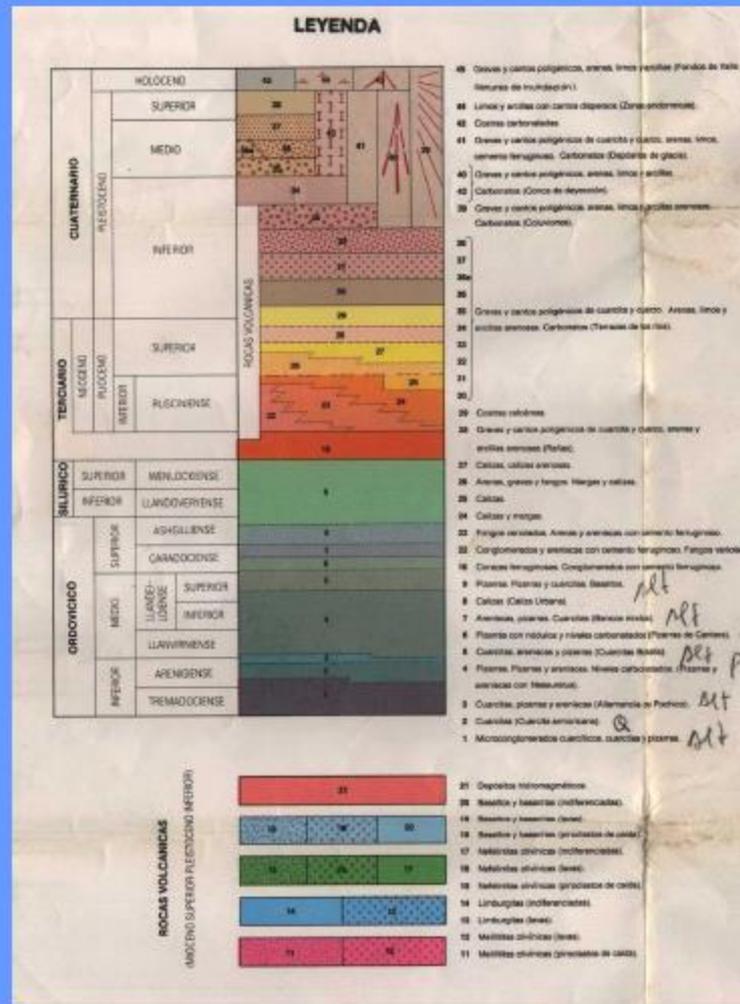
Georadar

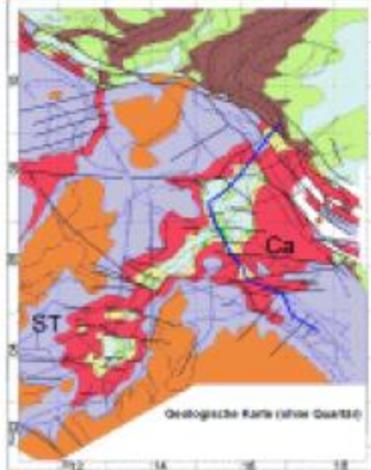
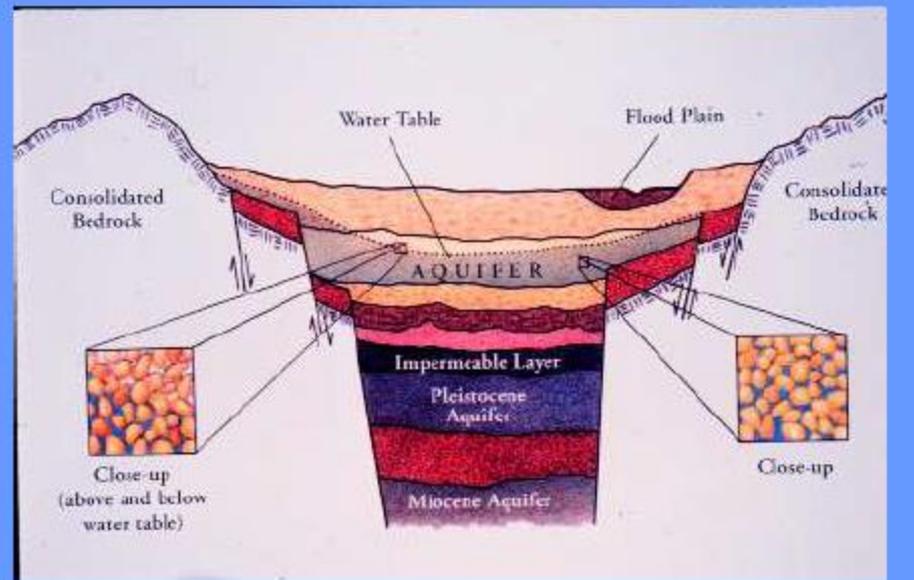
- El Georadar o GPR es una avanzada tecnología no invasiva, es decir, sin la necesidad de perforaciones, catas o similares, que permite obtener una imagen del subsuelo pudiendo localizar servicios enterrados, estructuras geológicas, problemas relacionados con la geotecnia, vestigios arqueológicos, y contaminación de suelos y aguas subterráneas.).





Ejemplos





- Aufkantung
- Karststein
- Neokarst
- Untere Schichtanden
- Mittel- und Oberkarst
- Dunkle Mergel
- Gochinger Horizont
- Grundmoränen
- Löss
- Oberer Muschelkalk
- Unterkarst
- Oberer Muschelkalk
- Unterkarst
- Muschelkalk
- Aue
- Süßwasser
- Mineral-Heilquelle
- Mineralwasserfassung
- niederkonzentriert
- hochkonzentriert
- Schotter
- Neokarst
- Verwerfung

