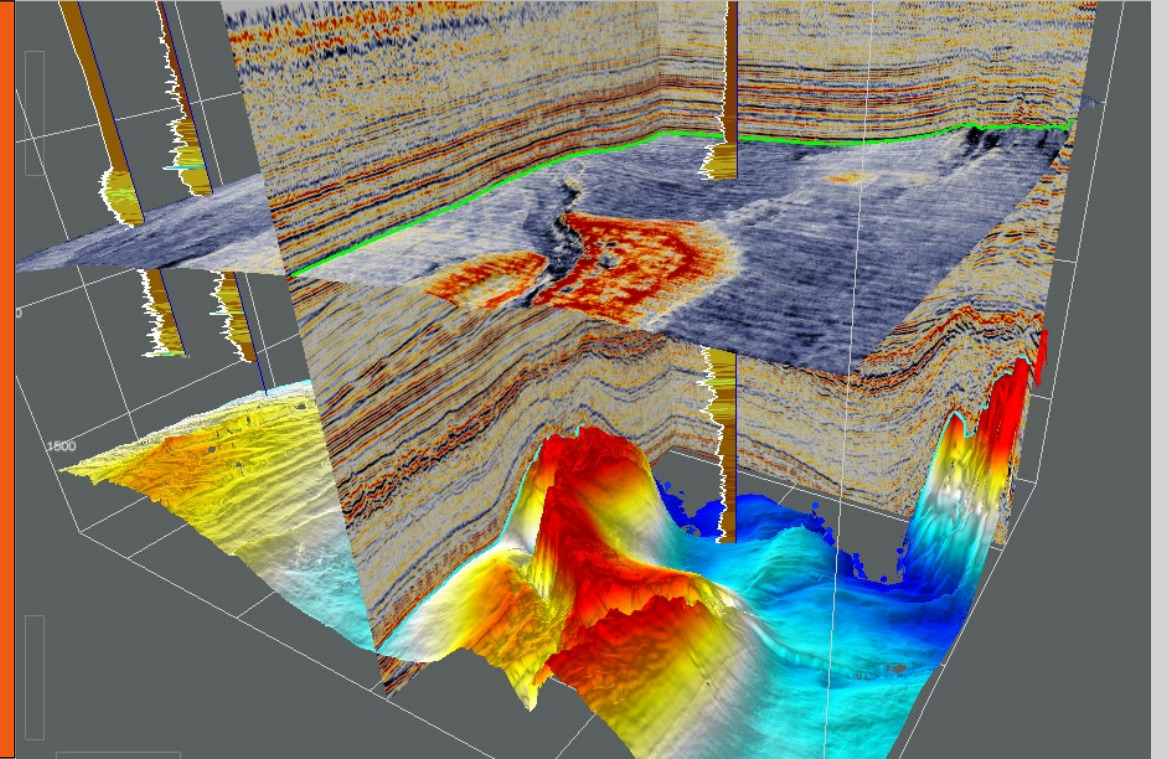


Juan Herrera Herbert

Introducción a las actividades de exploración de crudo y gas natural

Serie: “Introducción a la perforación y producción de petróleo y gas”

Madrid - 2024



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID

Escuela Técnica Superior
de Ingenieros de Minas y Energía

www.minasyenergia.upm.es





Introducción a las actividades de exploración de crudo y gas natural

Serie: “Introducción a la perforación y producción de petróleo y gas”

Autor: Juan Herrera Herbert (juan.herrera@upm.es).

ADVERTENCIA

El presente documento ha sido preparado con una finalidad exclusivamente divulgativa y docente. Las referencias a productos, marcas, fabricantes y estándares que pueden aparecer en el texto, se enmarcan en esa finalidad y no tienen ningún propósito comercial.

Todas las ideas que aquí se desarrollan tienen un carácter general y formativo y el ámbito de utilización se circunscribe exclusivamente a la formación de los estudiantes de la UPM. La respuesta ante un caso particular requerirá siempre de un análisis específico para poder dictaminar la idoneidad de la solución y los riesgos afrontados en cada caso, además de las incidencias en los costes de explotación. Consulte siempre a su ingeniería, consultor, distribuidor y fabricante de confianza en cada caso.

Foto de portada: <https://www.geocienciasvirtuales.com>

Copyright © 2024. Todos los derechos reservados

DC: <https://oa.upm.es/84714/>

OAI: [oai:oa.upm.es:84714](https://oai.upm.es/84714)



Universidad Politécnica de Madrid
Departamento de Ingeniería Geológica y Minera
Laboratorio de Tecnologías Mineras

Calle Ríos Rosas 21
28003 Madrid (España)



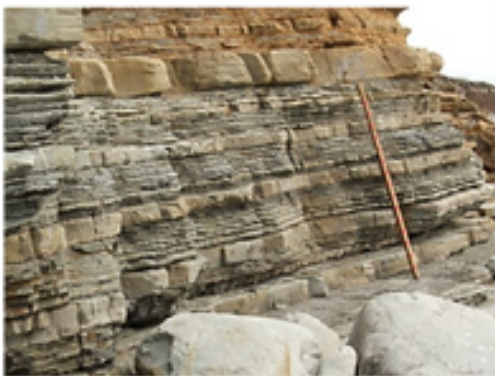
Este documento ha sido formateado para su visualización y uso en dispositivos electrónicos y permitir ahorrar en el consumo de papel y tóner.
Antes de imprimirlo, piense si es necesario hacerlo.

Métodos de exploración de petróleo

- Existen dos métodos básicos de exploración en busca de HC's:
 - Métodos indirectos: por medio de la geofísica.
 - Métodos directos: mediante sondeos.
- Normalmente, salvo en el caso de yacimientos someros no se suelen hacer campañas de exploración exhaustivas mediante sondeos, por lo que son los métodos indirectos los que ganan relevancia a la hora de hacer campañas de prospección.
- La ventaja de los métodos geofísicos de prospección es la rapidez con que se obtienen los datos, que son continuos a lo largo del registro estratigráfico y que además permite establecer correlaciones de forma bastante sencilla.
- El posterior sondeo, se orienta a la obtención de información relativa a los fluidos contenidos en la estructura definida por los métodos geofísicos.

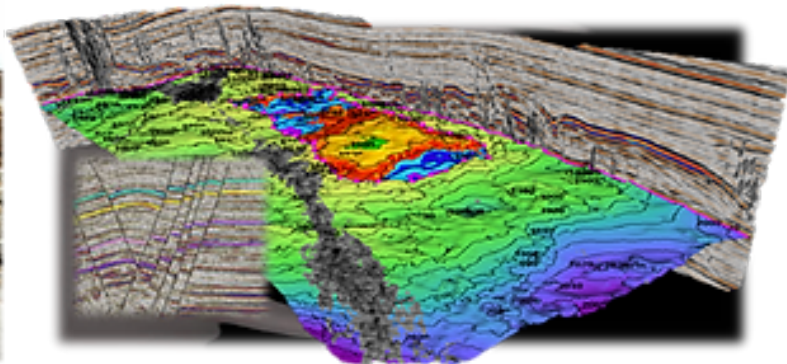


Geología de Superficie



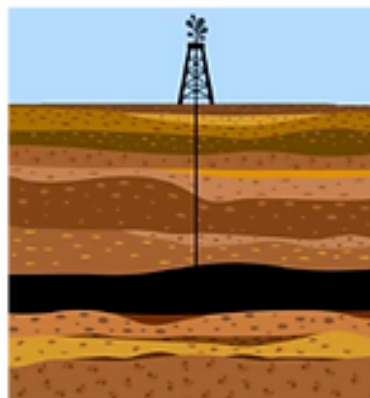
- Descripción de afloramientos
- Determinación de HC en superficie

Exploración Geofísica



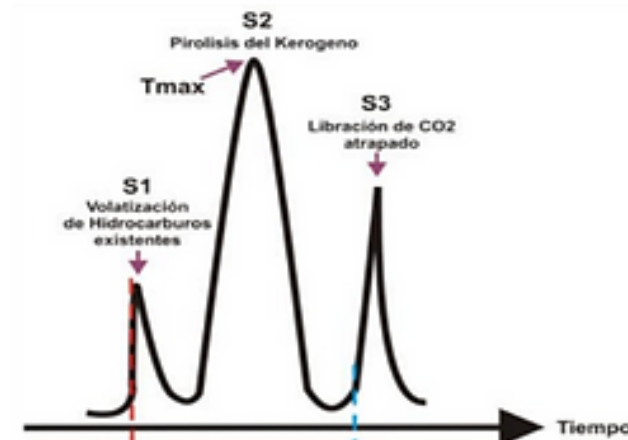
- Sísmica 2D y 3D obtiene configuración estructural del subsuelo

Geología del Subsuelo



- Perforación de pozos exploratorios y avanzada: obtiene perfiles de pozo y control litológico

Exploración Geoquímica



- Análisis químico: cantidad, calidad y madurez de materia orgánica.

<https://www.petroenergia.info/post/t%C3%A9cnicas-de-geolog%C3%ADa-de-campos-para-la-optimizaci%C3%B3n-operacional-en-la-industria-petrolera>

Técnicas de exploración previa

- Están encaminadas a delimitar zonas de mayor / menor interés.
- INDICIOS EN SUPERFICIE
- ESTUDIO GEOLÓGICO
- GRAVIMETRÍA: Variaciones laterales del campo gravitatorio por diferente densidad de las rocas
 - Aérea o terrestre
 - Método barato pero ambiguo (influye la profundidad)
 - Detecta formaciones salinas (baja densidad)
- MAGNETOMETRÍA: Mide la intensidad magnética de las rocas (mayor en las más profundas, de mayor contenido metálico). Anomalía positiva: deformación estructural del subsuelo.

- **SÍSMICA:**
 - Sísmica de refracción: Mide la velocidad de propagación de las ondas.
 - Sísmica de reflexión: Registra las ondas reflejadas en las discontinuidades del subsuelo:
 - Terrestre: Explosivo o vibradores (emisor) y geófonos (receptor)
 - Marina: Cañones de aire comprimido (emisor) e hidrófonos (receptor)

- **GEOQUÍMICA:** Posibles trazas de hidrocarburos en suelo y aguas superficiales o subterráneas.



Métodos geofísicos de prospección de HCs

- Los métodos indirectos, utilizados en la industria del petróleo son:
 - Métodos gravimétricos: La gravimetría se utiliza para detectar áreas con espesor sedimentario basado en la identificación de anomalías gravimétricas. Es un método muy rápido que se realiza mediante vuelos aéreos.
 - Métodos sísmicos de reflexión: Hoy día muy depurados, mediante la utilización de señales digitalizadas que permiten un reprocesado de eliminación de ruidos y una gran calidad en la interpretación.
 - Diagrafías: son gráficas de datos que nos indican de forma indirecta, alguna propiedad de los materiales. Para poder obtener estas gráficas continuas, se requiere la existencia de un sondeo y de una sonda que pueda introducirse por el sondeo. Esta sonda puede estar equipada para hacer diagrafías de las siguientes naturalezas:
 - Microgravedad: es empleada para determinar la densidad de los cuerpos atravesados por el sondeo.
 - Radiometría: según la naturaleza de la litología, ésta presentará una curva u otra de actividad radiológica (método de rayos γ), o bien, se puede medir la densidad de la roca al someter a ésta a una fuente de radiactividad (normalmente de Cs), absorbiendo una parte y reflejando otra.

La ventaja de éste método frente a los demás tipos de diagrafías, consiste en que el sondeo puede perfectamente estar entubado, mientras que para las demás mediciones, la entubación interfiere con la medición.

- Electricidad: de las propiedades eléctricas de las rocas, dos son las más usuales a la hora de hacer geofísica:
 - Medida del potencial instantáneo.
 - Medida de la resistividad de la roca (*permeabilidad eléctrica*).
 - Sonido: mediante el cálculo de la velocidad de propagación de ondas sónicas, lo cual es indicador de la densidad total de la roca y de la consistencia de ésta.
 - Contenido en H o método del neutrón: nos da la porosidad de la roca.
 - Buzamientos.
 - Etc.
- La ventaja de los métodos geofísicos de prospección mediante sondeos (diagrafías o *well-logs*) estriba en su bajo coste, rapidez con que se obtienen los datos, que son continuos a lo largo del registro estratigráfico y que además permite establecer correlaciones de forma bastante sencilla.

- Los registros SP permiten determinar:
 - Capas permeables.
 - Límites entre capas.
 - Valores de la resistividad del agua de formación (R_w).
 - Valores cualitativos del contenido arcilloso de una capa.

- Lateroperfiles:
 - La corriente es enviada al pozo en forma ordenada, es decir, enfocada hacia una zona deseada para obtener mejores niveles de investigación.

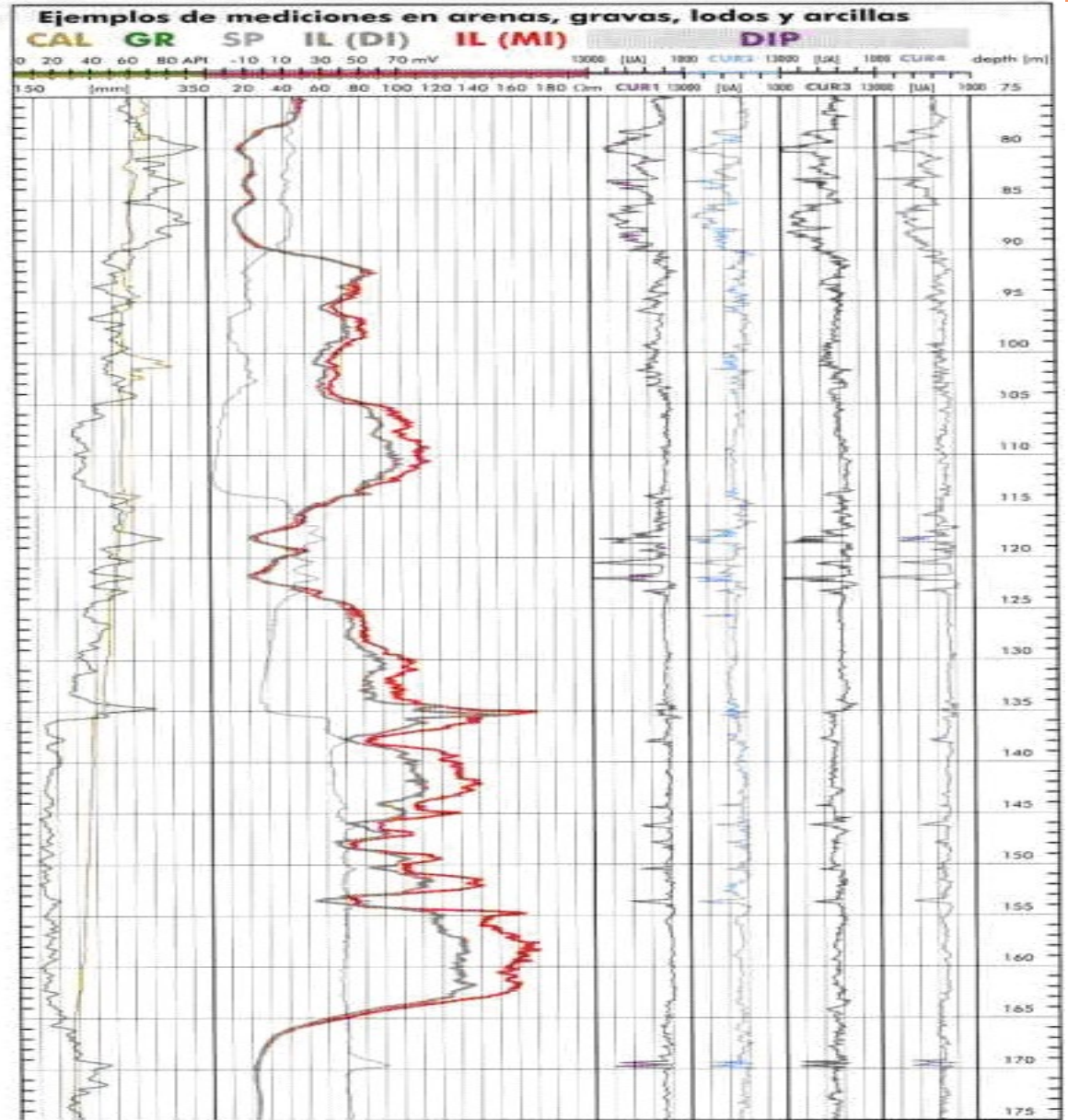
- Doble - Lateroperfil:
 - Registra información simultánea de la zona invadida y de la zona no contaminada.

- Microperfil y Microlateroperfil:
 - Son utilizados específicamente para determinar la resistividad de la zona invadida (R_{xo}), logrando así mejores resultados al momento de definir las diferentes capas permeables.

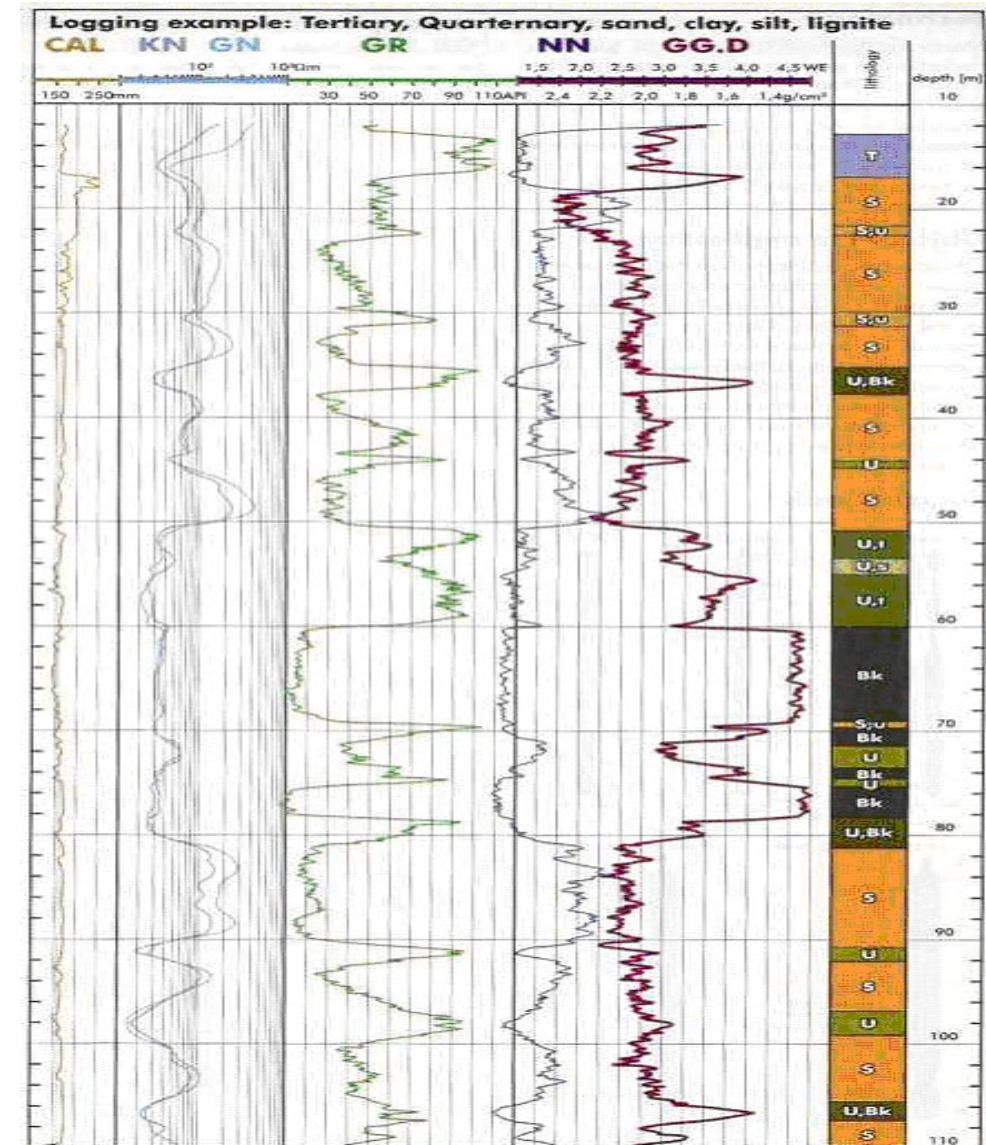
Perfiles de Inducción

- Perfiles de Inducción:

Permiten determinar las resistividades de los fluidos que se encuentran en la formación cuando el lodo de perforación usado sea base aceite

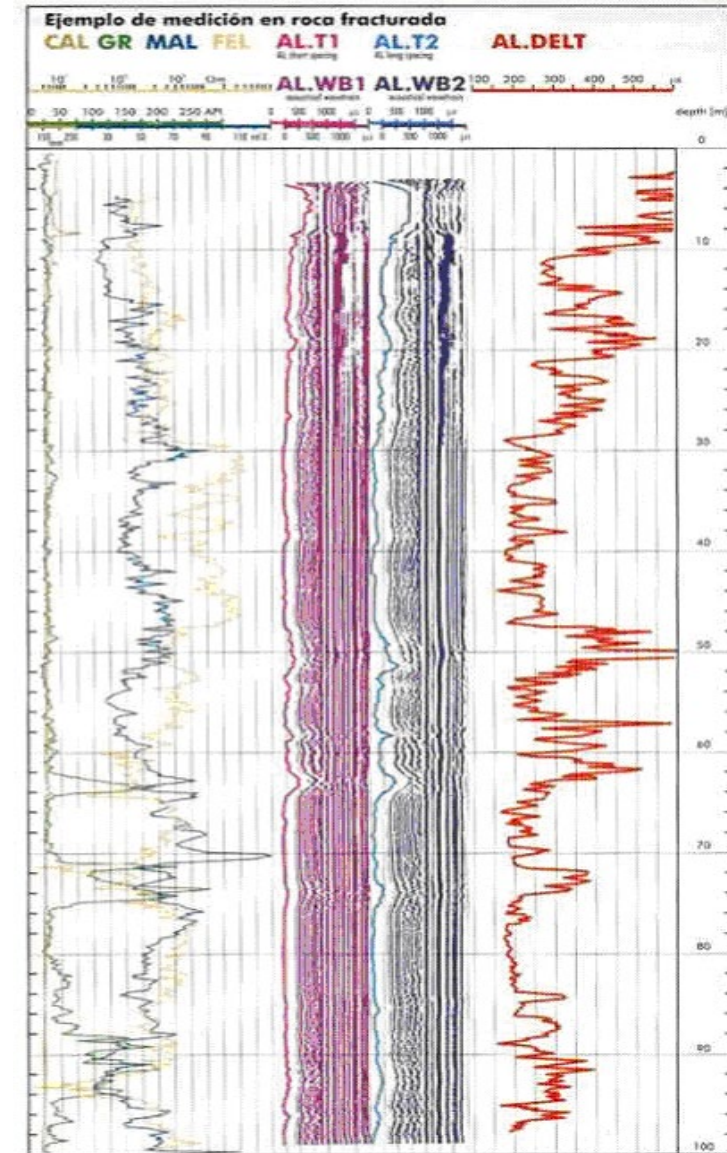


- Perfiles Gamma Ray:
 - Los registros GR permiten determinar:
 - Capas permeables
 - Limites entre capas
 - Contenido de arcillas en las arenas
- Perfiles de Densidad:
 - Se utilizan principalmente para determinar la porosidad de la formación.



Perfiles Neutrónicos

- Se utilizan al igual que los perfiles de densidad para determinar la porosidad de las formaciones





Vibrador



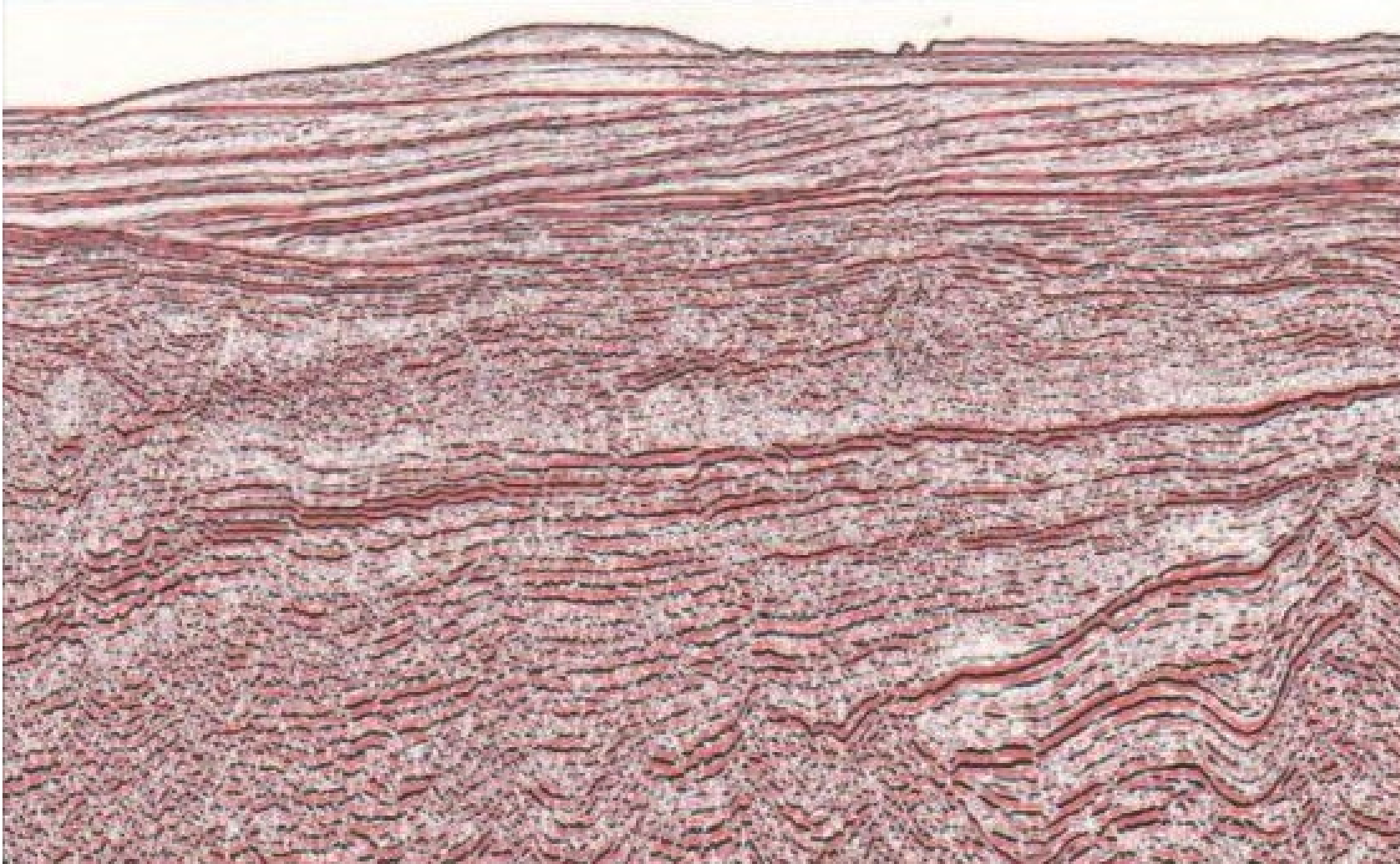


Geófono

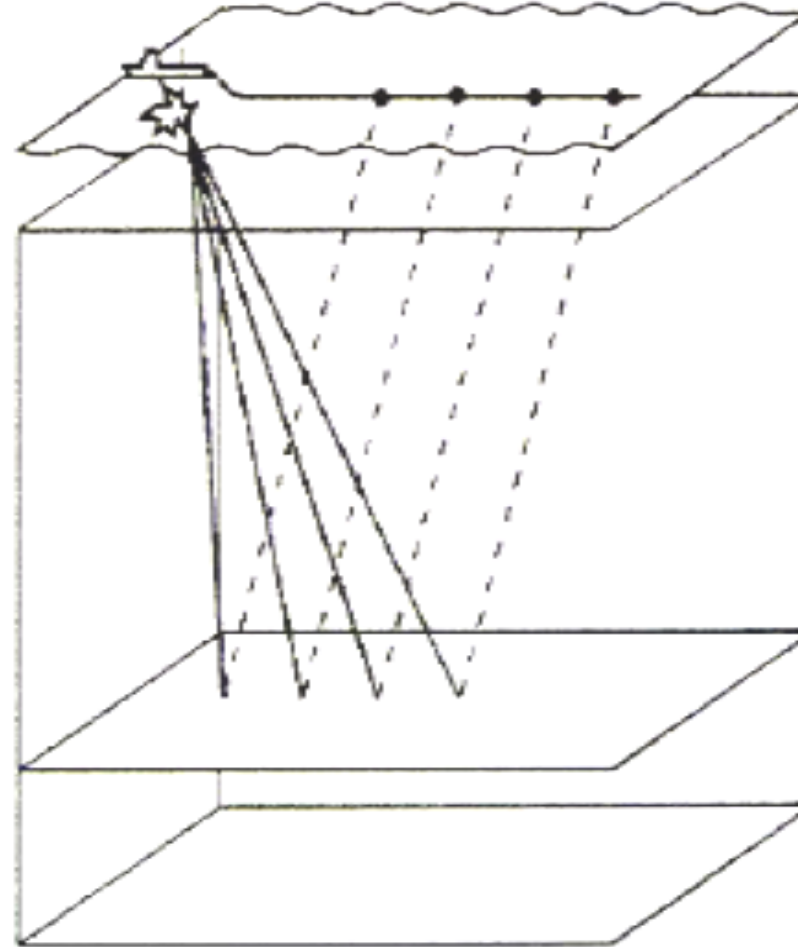
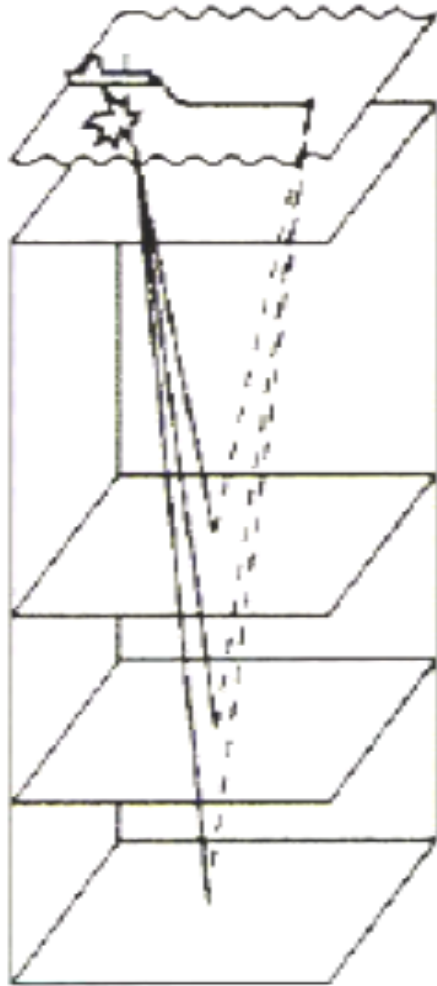


Grupos de Geófonos

Importancia fundamental del reprocesado

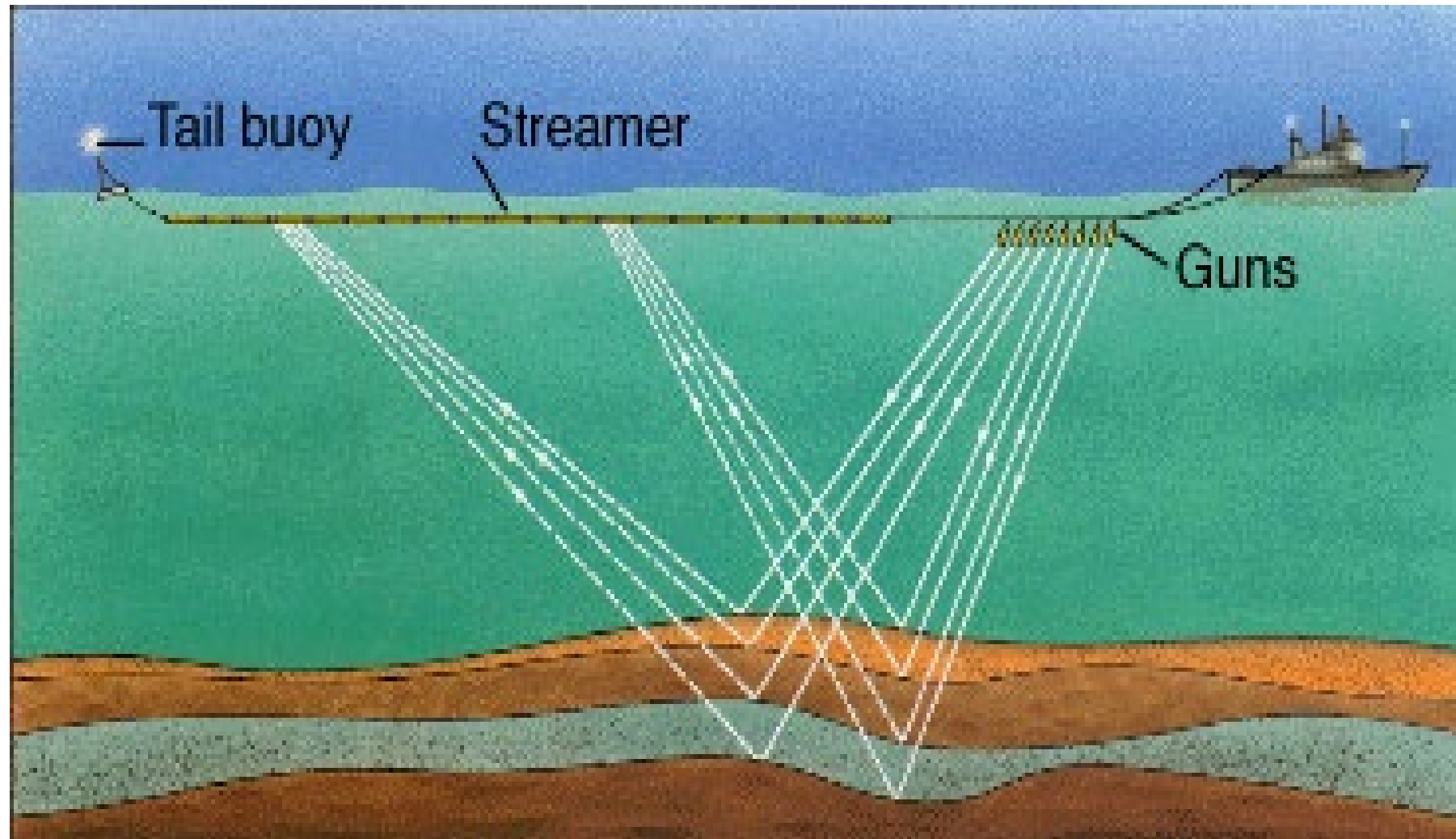


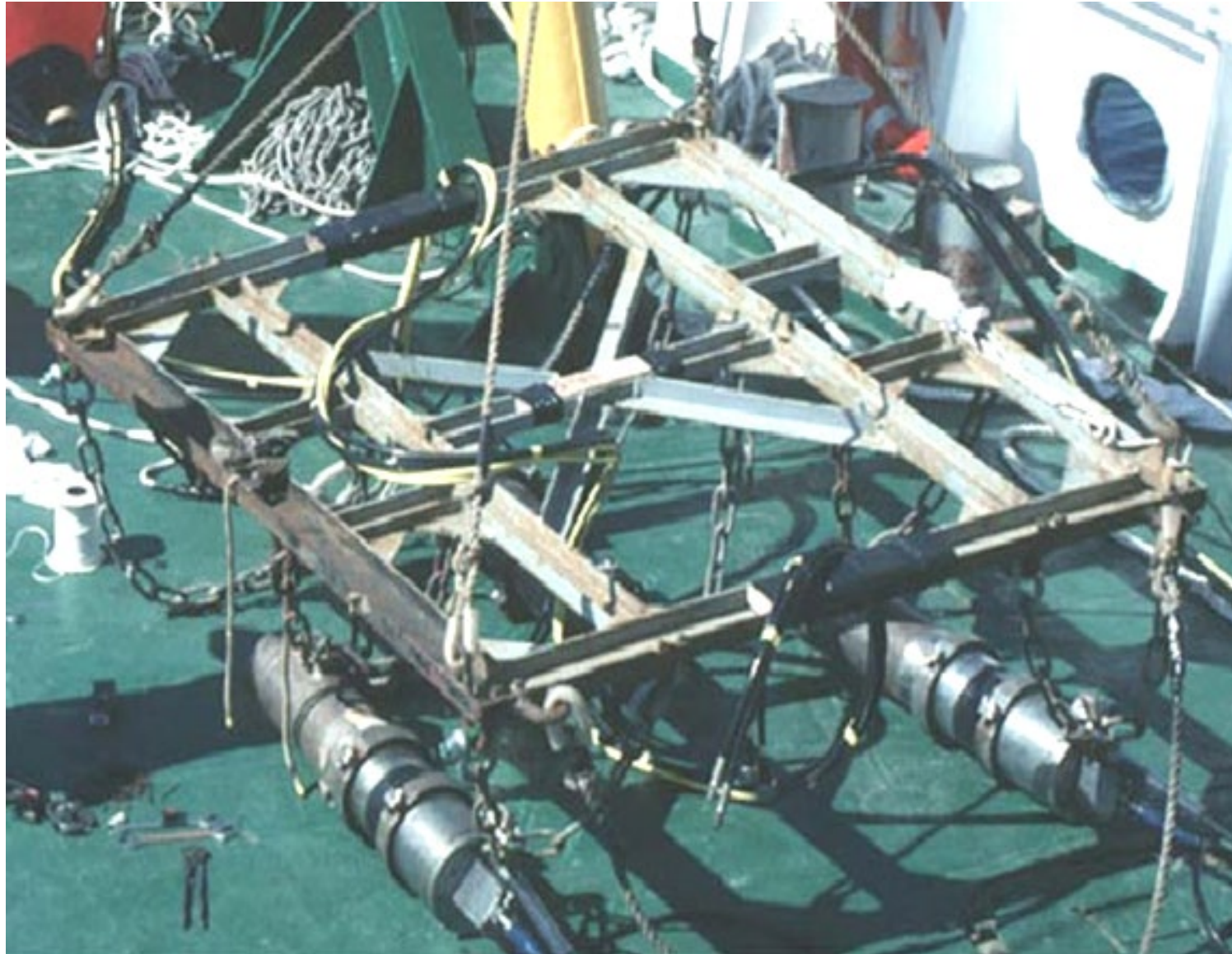
Sísmica. Registro en el mar





Dispositivo de Sísmica Marina





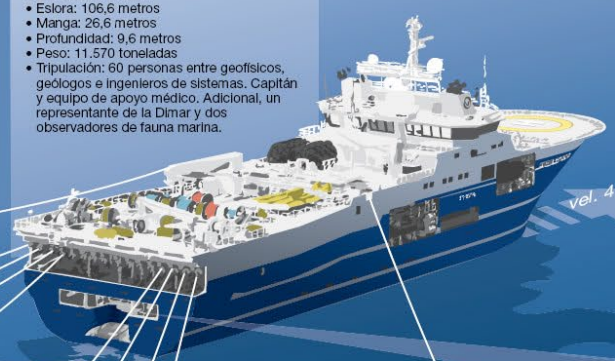
Geowave Endeavour

- Bandera panameña
- Construido en 2008
- Eslorat: 106,6 metros
- Manga: 26,6 metros
- Profundidad: 9,6 metros
- Peso: 11.570 toneladas
- Tripulación: 60 personas entre geofísicos, geólogos e ingenieros de sistemas. Capitán y equipo de apoyo médico. Adicional, un representante de la Dimar y dos observadores de fauna marina.



Utiliza el mismo principio de ecolocalización de mamíferos como murciélagos y delfines, por ejemplo. También lo usan las ballenas. El animal emite un sonido que se devuelve al golpear un cuerpo cualquiera. Así se ubica y define distancias.

vel. 4 nudos

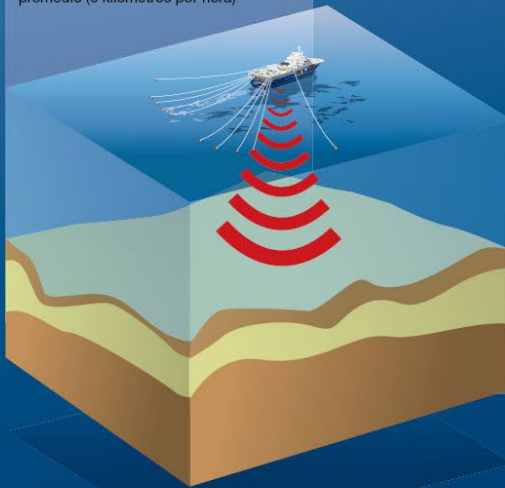


Exploración a fondo



La adquisición se realiza mediante un recorrido que hace el barco por todo el bloque hasta cubrirlo en su totalidad. La velocidad del barco es de 4 nudos en promedio (8 kilómetros por hora)

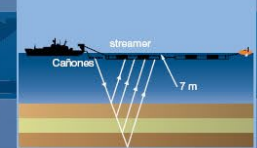
La calidad de la señal se ve afectada por factores externos como el oleaje marino. Es preciso adquirir los datos en época de mareas bajas, de lo contrario se causarían demoras en la ejecución del proyecto.



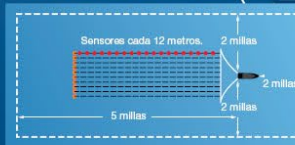
Las áreas donde es posible que exista petróleo se llaman "cuencas sedimentarias". En nuestro país hay 18, distribuidas en un área de 1.036.000 kilómetros cuadrados.

Cañón de aire

En sismica terrestre las ondas se generan a partir de pequeñas detonaciones provocadas por cargas de dinamita llamada "sismigel". En sismica marina las ondas se envían a través de cañones de aire. El Geowave Endeavour tiene dos arreglos de cañones de aire. Hace disparos cada 50 metros.



Los receptores usados por el Geowave Endeavour usan el tipo conocido como streamers. Van dentro de los cables, están sumergidos en el agua aproximadamente siete metros. Así se mantienen durante toda la operación.

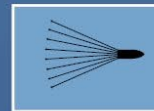


La distancia mínima a la cual deben estar los pescadores es de 2 millas por cualquier lado del buque y de los receptores sísmicos.

El proceso paso a paso



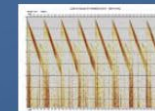
Se explora en bloques. Los define y asigna la Agencia Nacional de Hidrocarburos, adscrita al Ministerio de Minas y Energía.



El barco que se contrató para hacer la sismica en La Guajira tiene 6.000 metros de cable receptor, con 8 poleas cada uno. Se extienden en el mar durante 3 o 4 días.



Las ondas que se reflejan son capturadas por los receptores ubicados en los cables o streamers y son enviadas hasta el barco, donde se arma un registro sísmico.

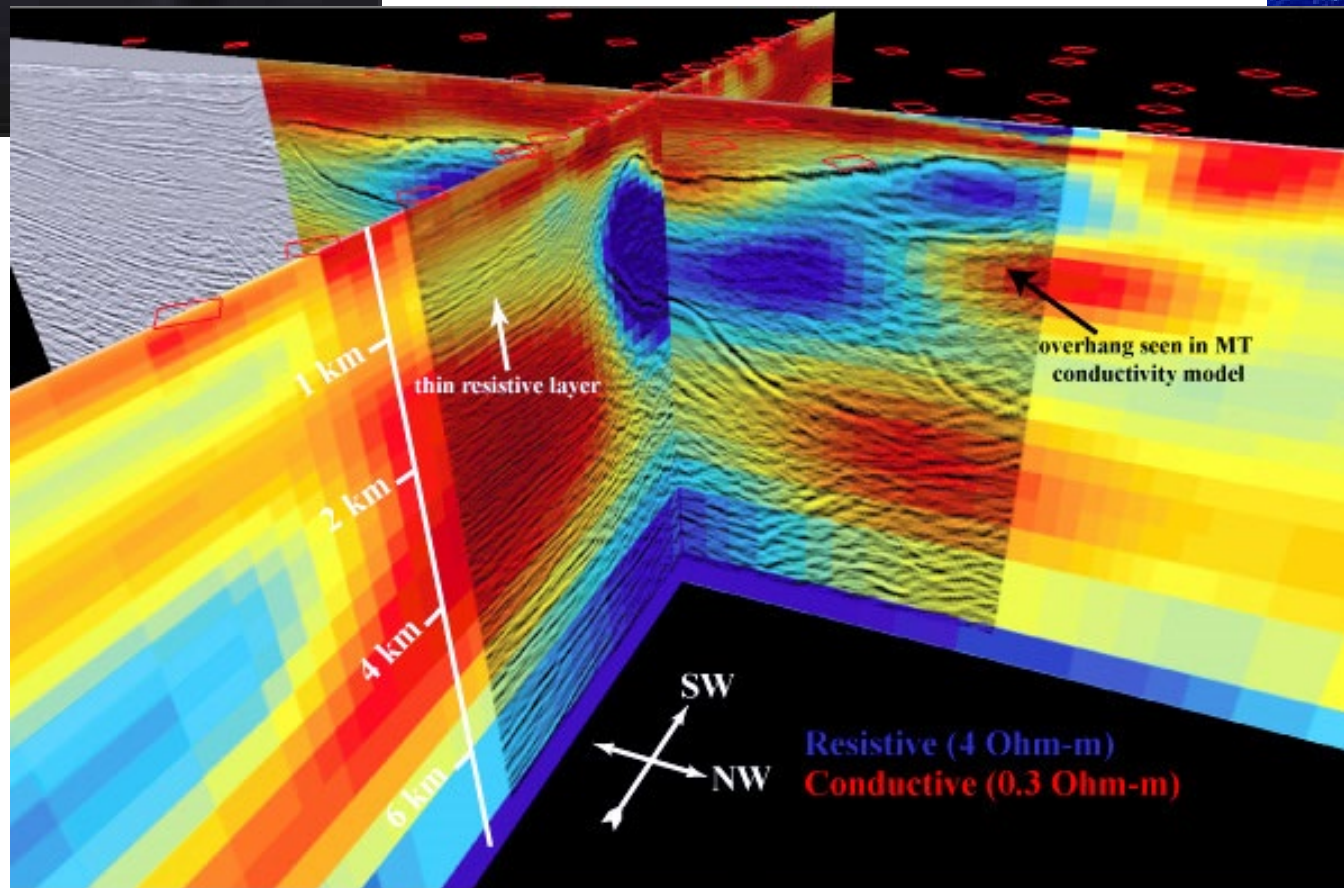


El reflejo de la onda se interpreta por medio de gráficos denominados secciones sísmicas. Estos los interpretan los expertos de Ecopetrol que deciden dónde perforar.

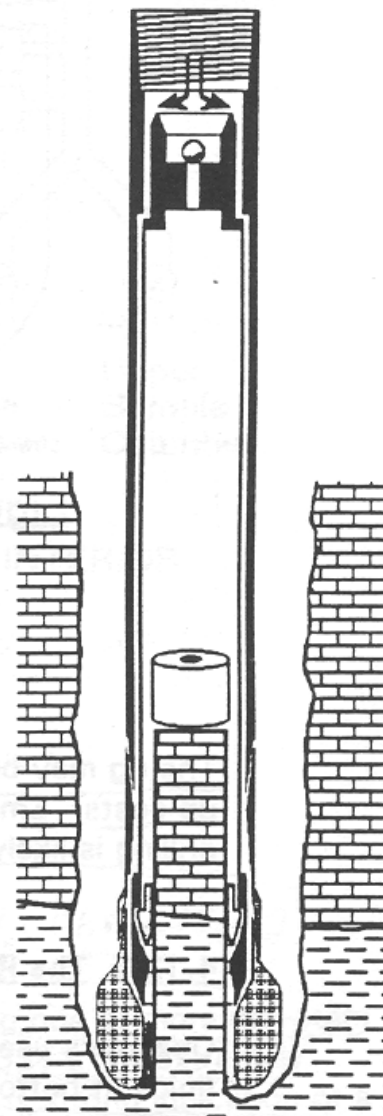


Una vez escogida la localización donde se va a perforar, se instala una torre con un taladro que debe llegar hasta la profundidad donde están los hidrocarburos.





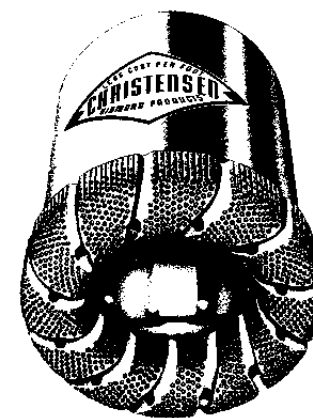
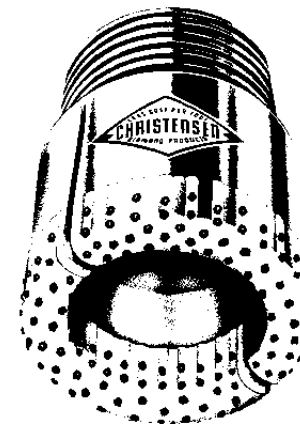
Extracción de testigos

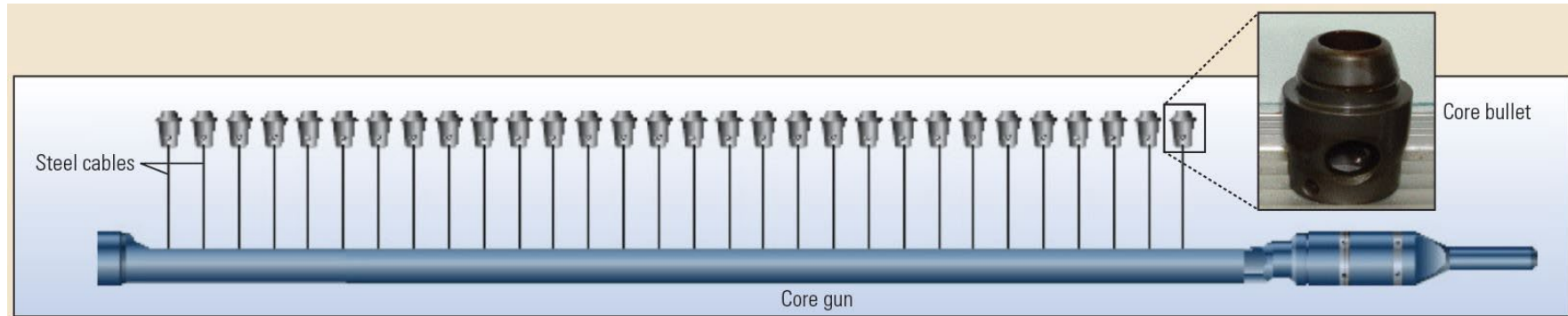
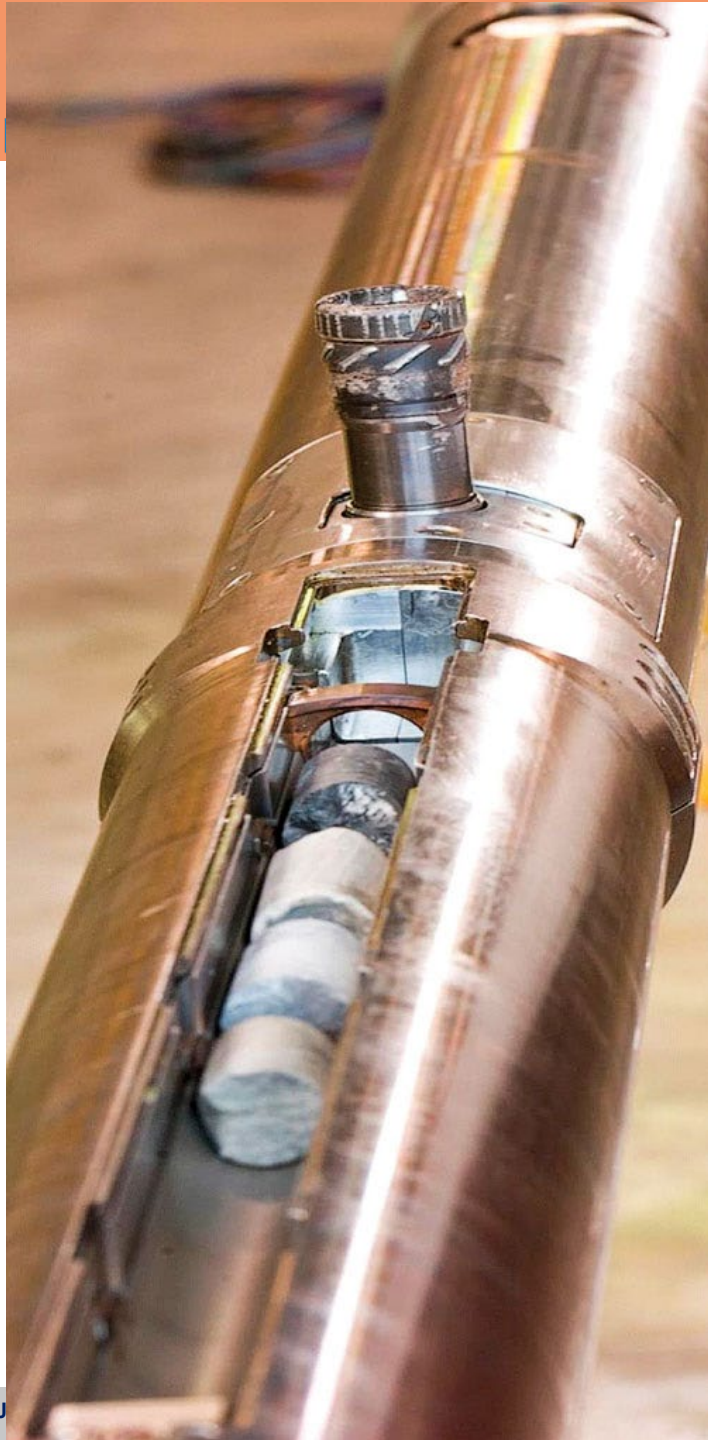


170

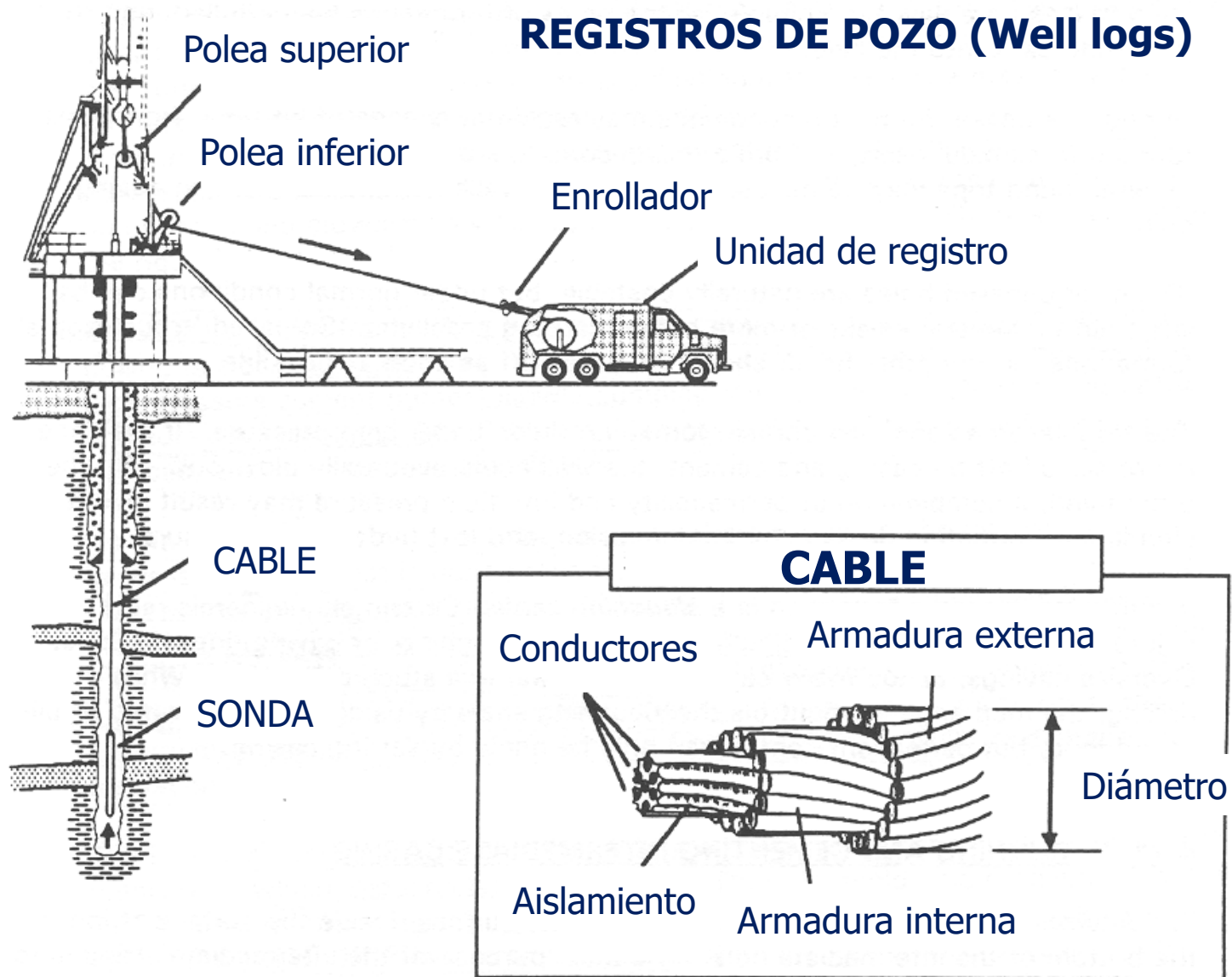
CORING AND CORE ANALYSIS

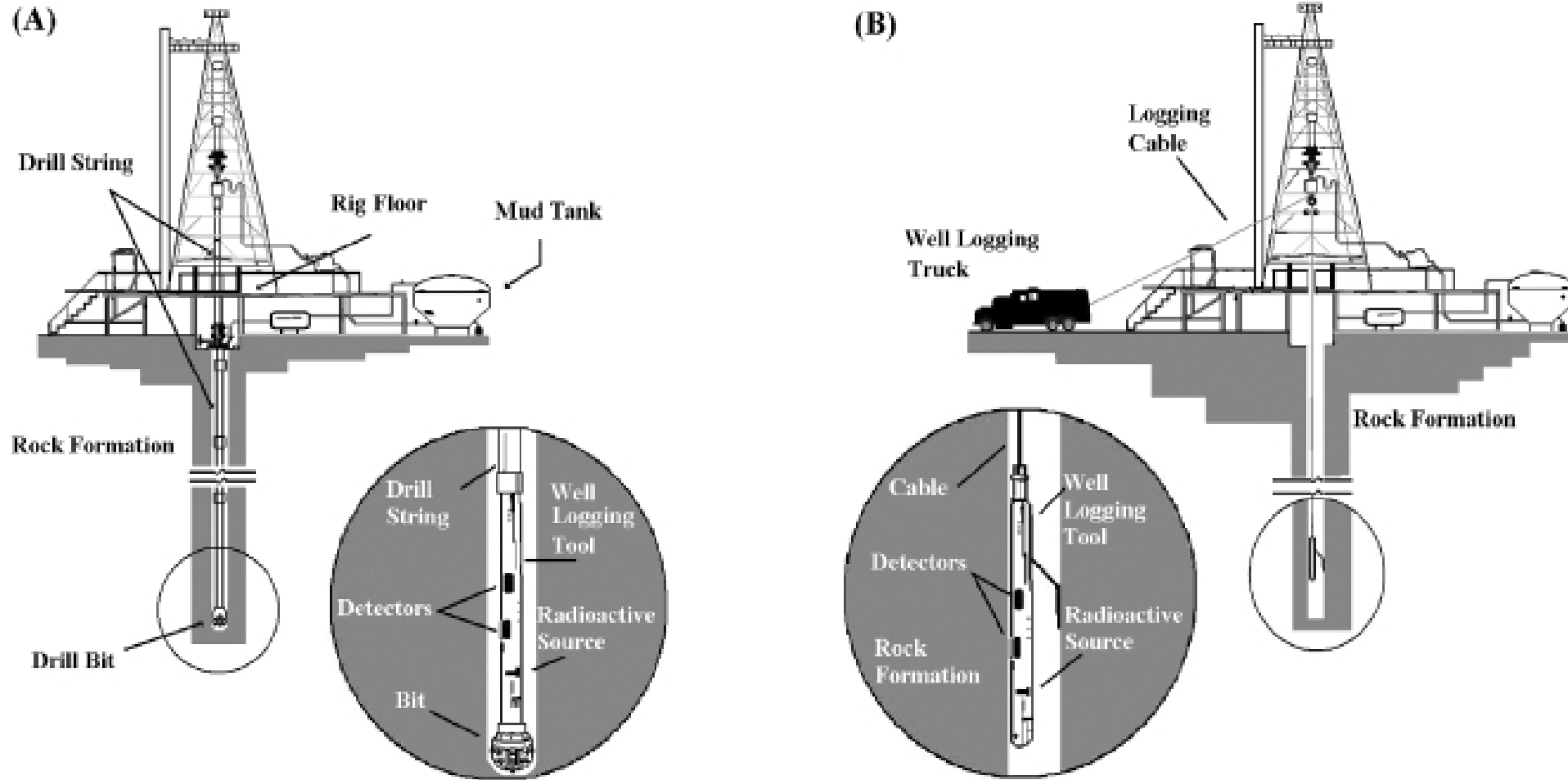
[Cap. 10





REGISTROS DE POZO (Well logs)







- **Registros eléctricos:**

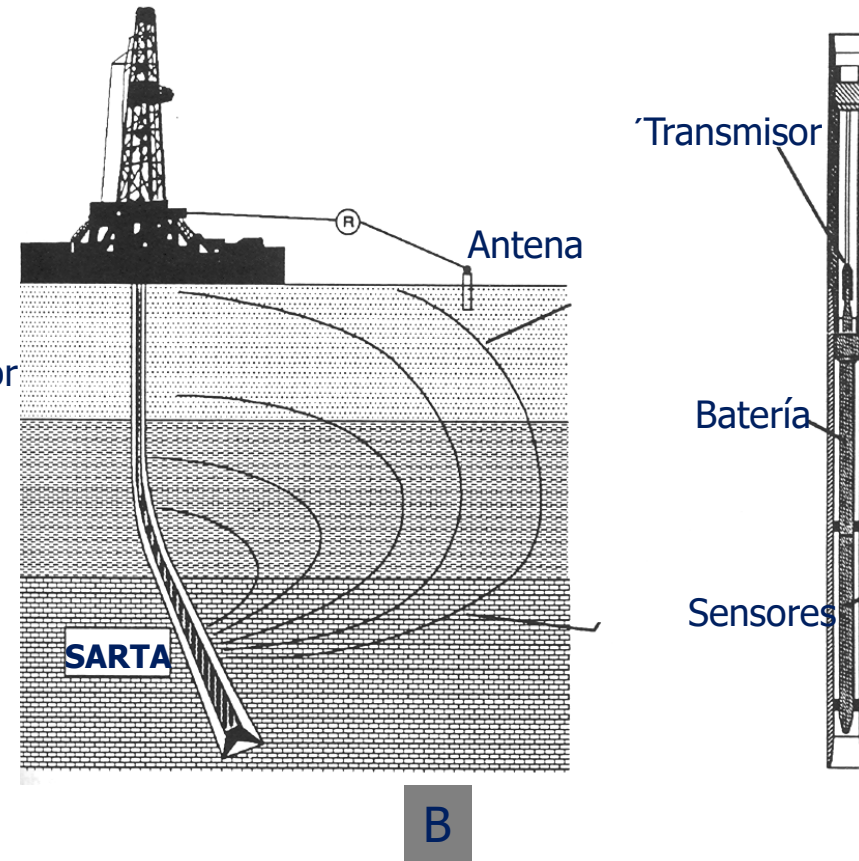
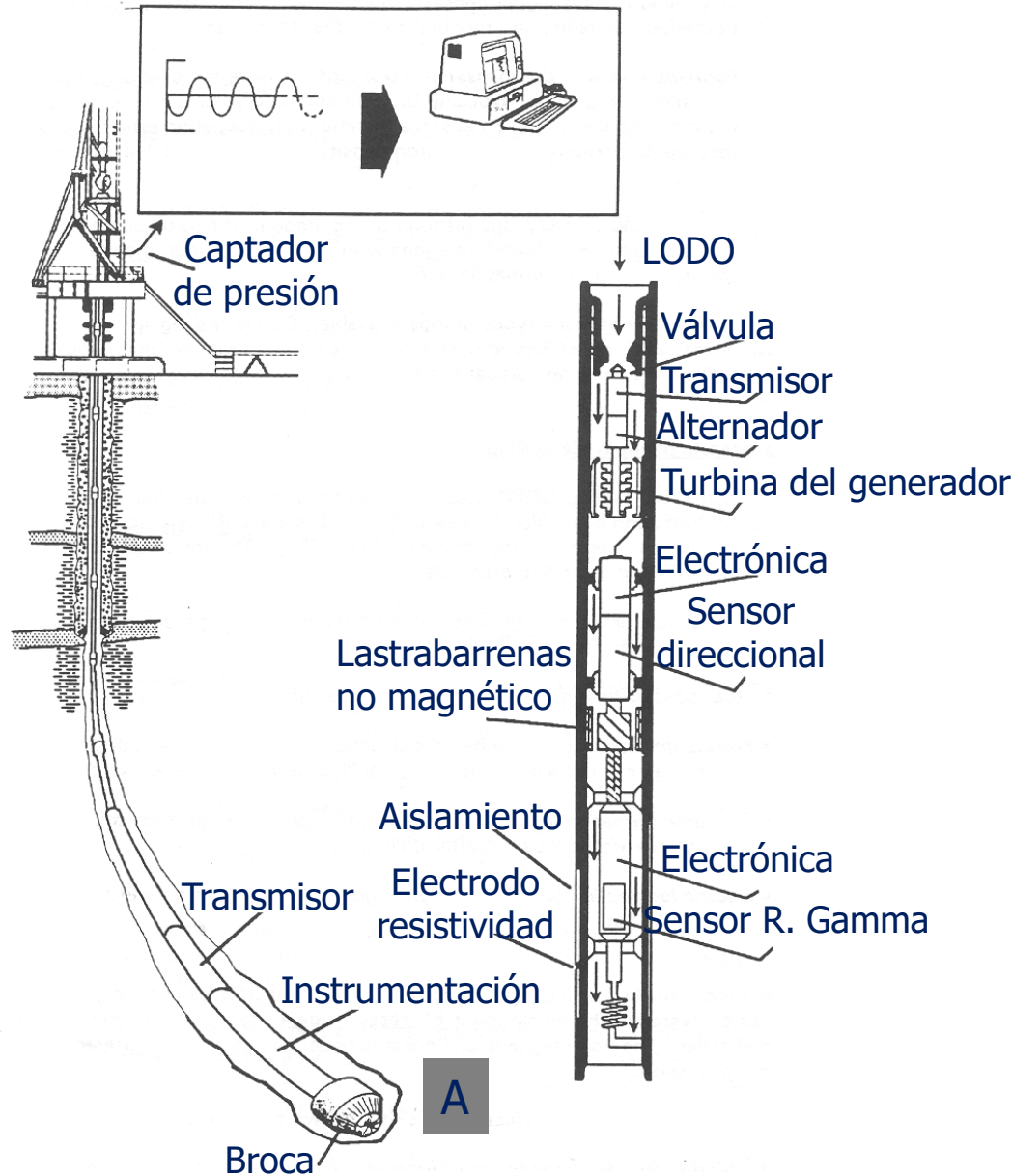
- Resistividad / conductividad
- Potencial espontáneo (SP logs): permeabilidad

- **Registros radiactivos:**

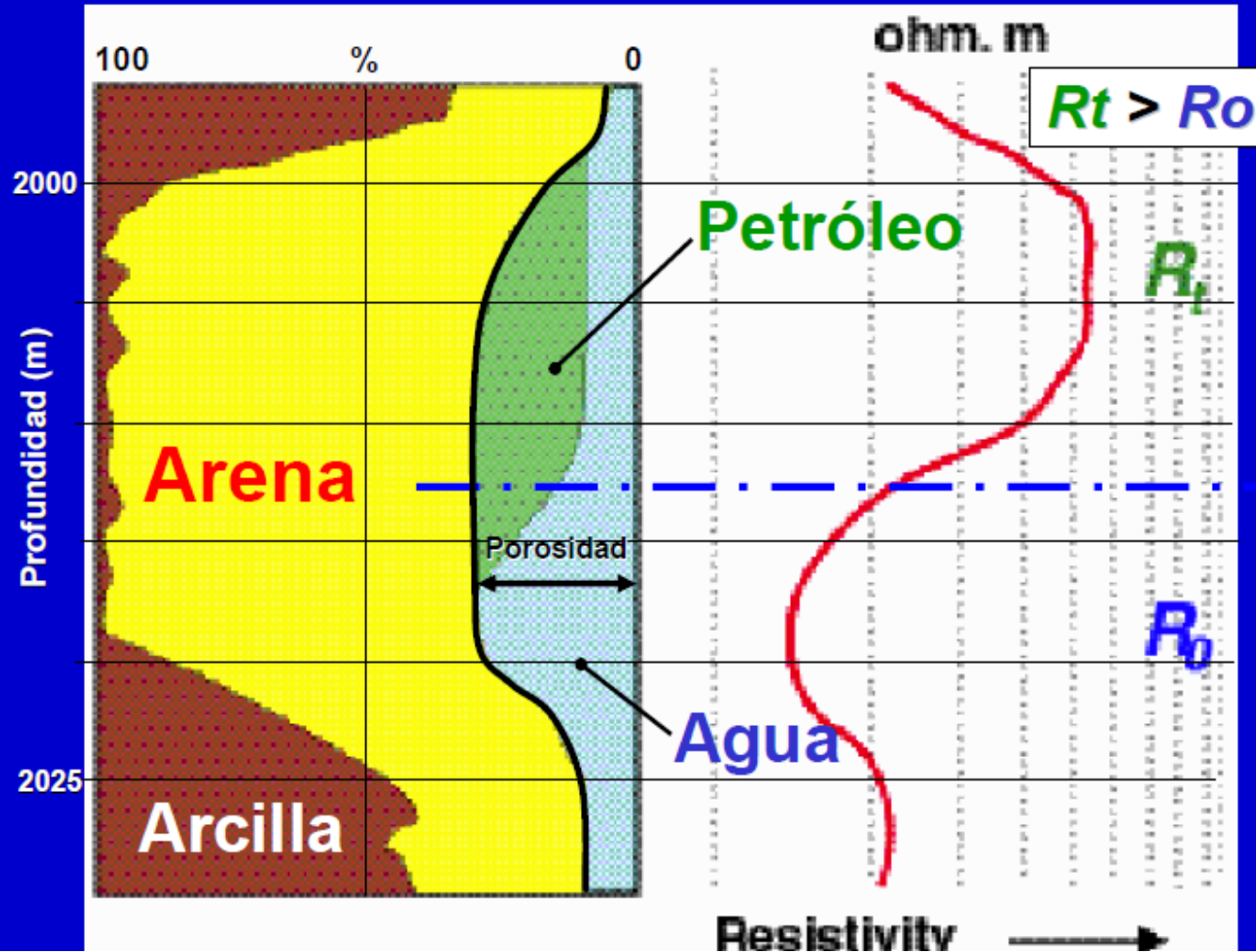
- Rayos gamma: K, U, th de arcillas y pizarras dan más radiactividad que arenas y calizas
- Neutrones: cantidad de H+ (porosidad)

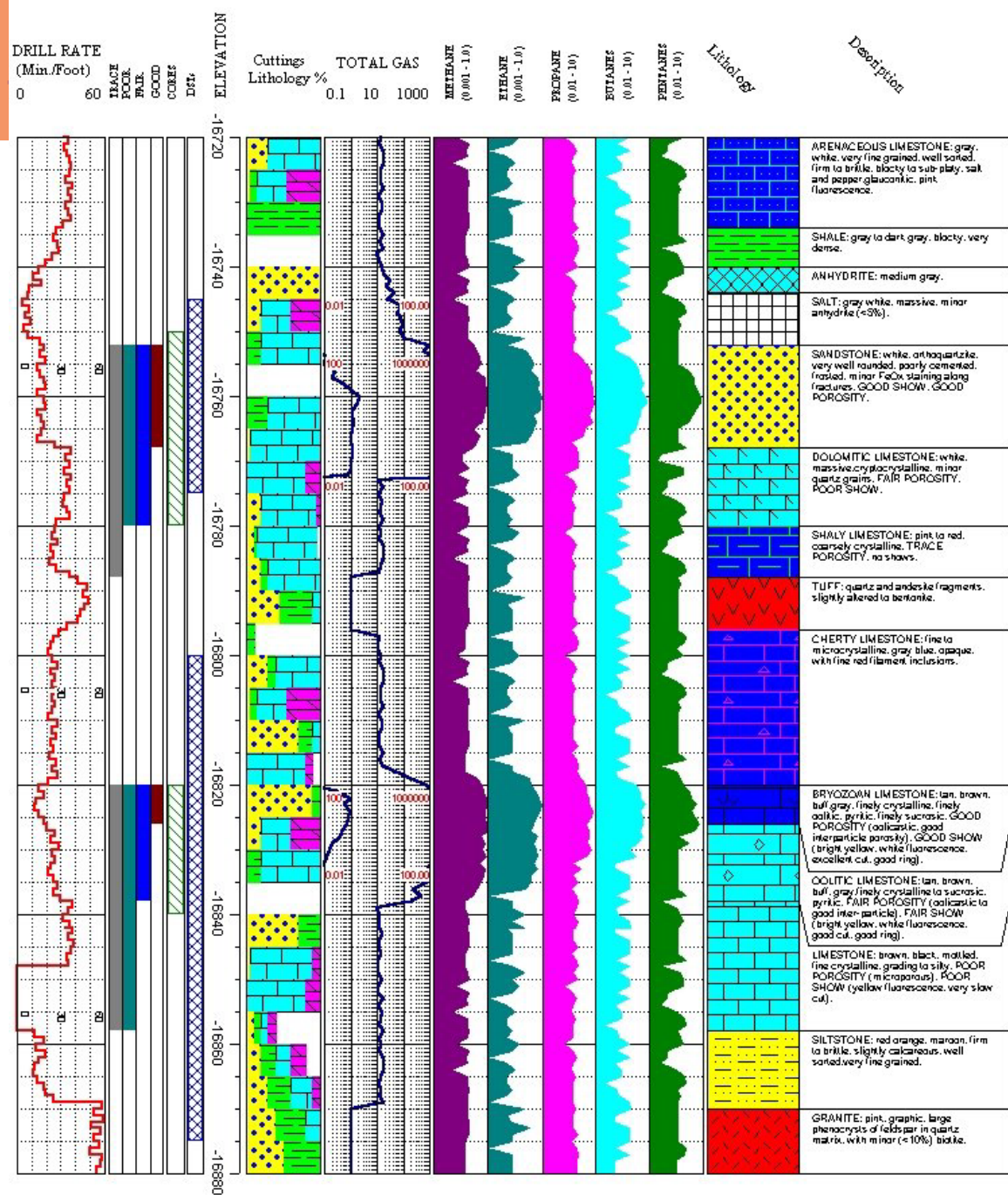
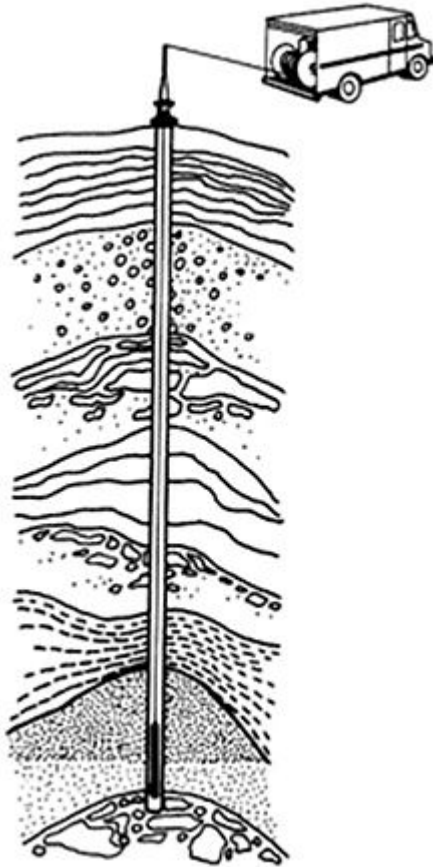
- **Registros sonicos (velocidad del sonido)**

- **Registros mwd** (desviación, resistividad, radiactividad, p y t)



Registros eléctricos (logs)







POLITÉCNICA

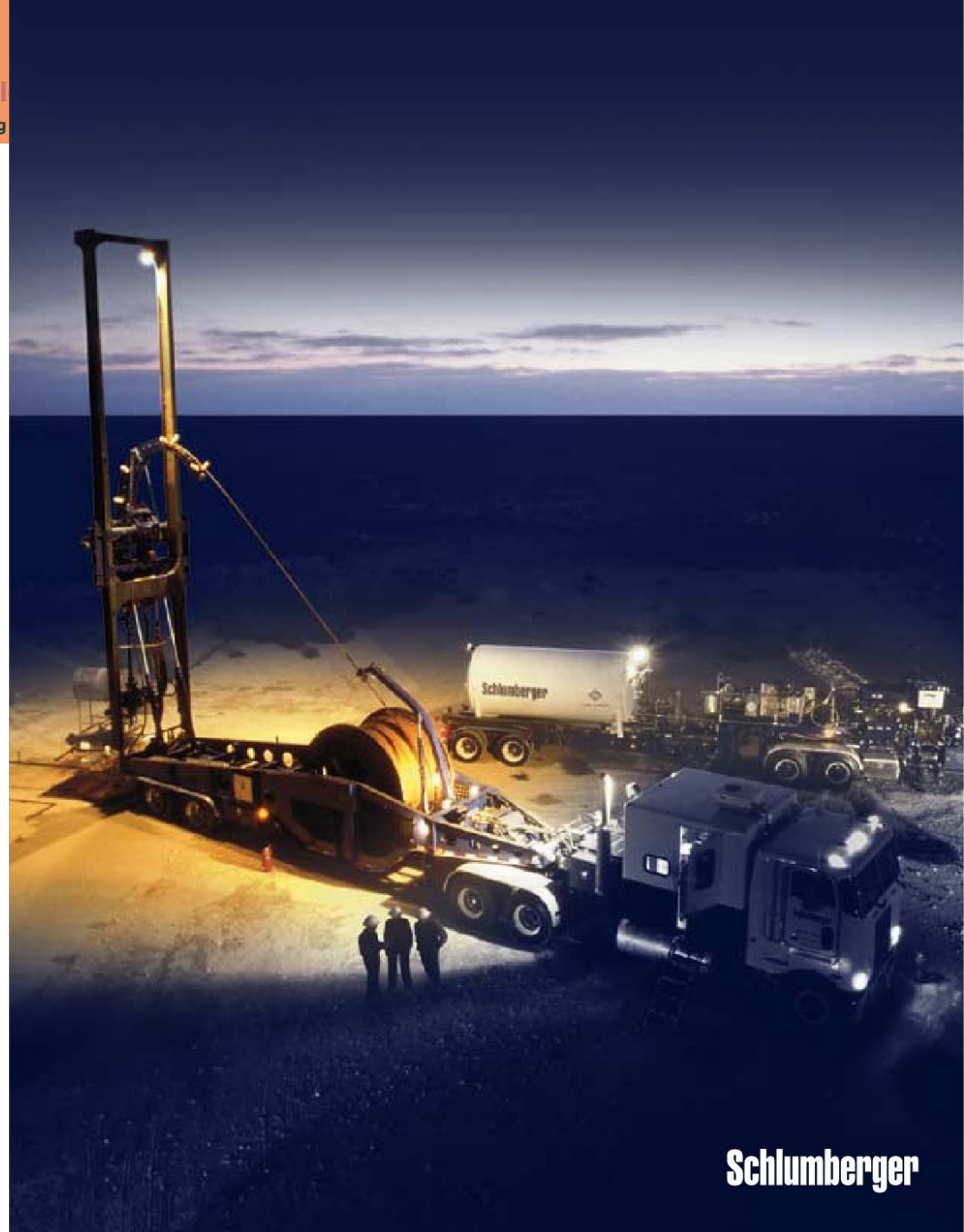
UNIVERSIDAD
POLITÉCNICA
DE MADRID



ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR
DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGÍA

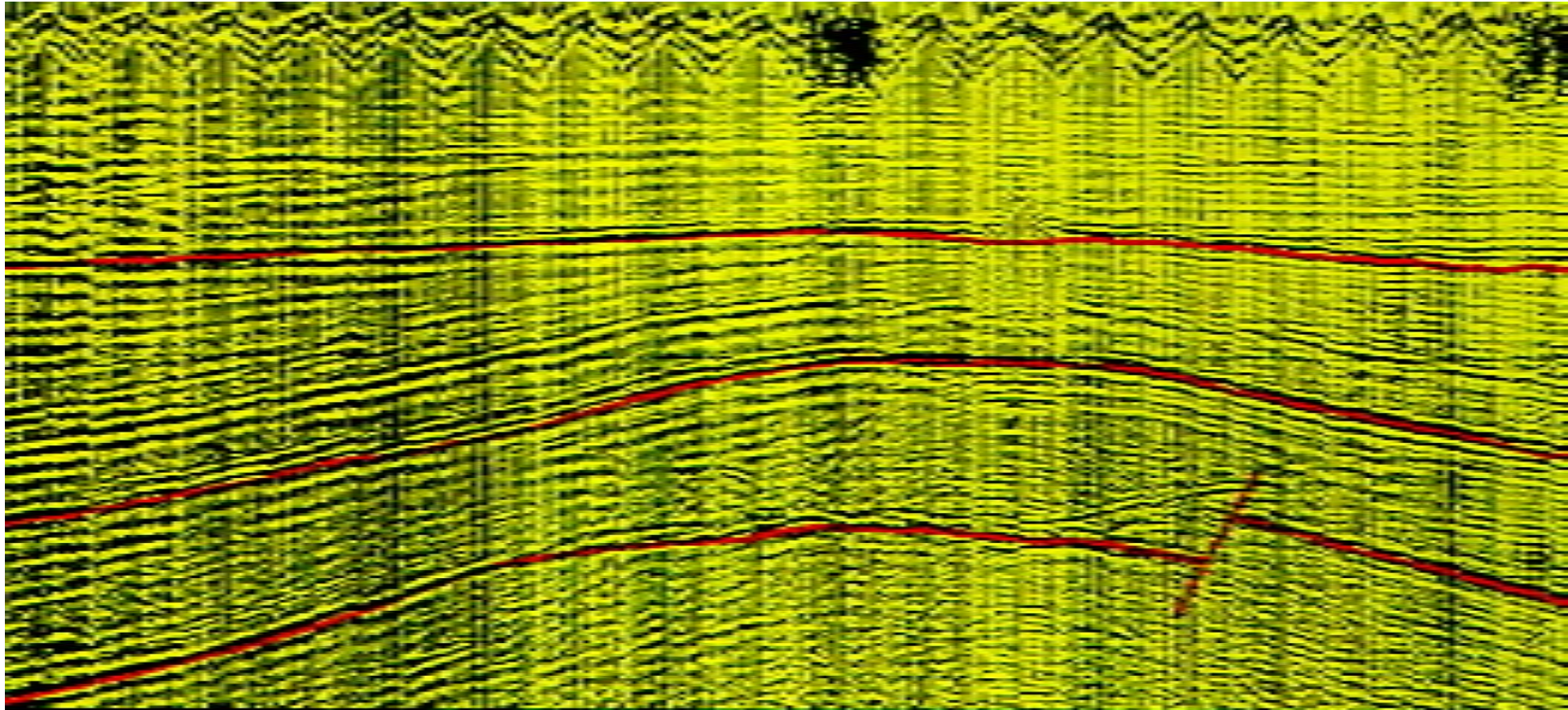
Mining Technol

Opening



Schlumberger

Sísmica. Registro interpretado



Dudas y preguntas



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID
ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE MINAS Y ENERGIA
LABORATORIO DE TECNOLOGÍAS MINERAS

TECHNICAL UNIVERSITY OF MADRID
HIGHER TECHNICAL SCHOOL OF MINING AND ENERGY ENGINEERING
MINING TECHNOLOGIES LABORATORY