

# VIII Jornadas de Perforación y II Jornadas de Terminación y Estimulación de Pozos

25,26 y 27 de Agosto de 2003, Comodoro  
Rivadavia

**Schlumberger**

OES – ARG – CMO

**Registros Eléctricos en Pozo  
Entubado**

# **Evaluación de Formaciones**

25,26 y 27 de Agosto de 2003, Comodoro  
Rivadavia

**Schlumberger**

OES – ARG – CMO

# Registros Eléctricos en Pozo Abierto

- Litología
- Capas Permeables
- Porosidad
- Identificación de Fluidos
- Saturación de Fluidos
- Movilidad
- Geometría del Pozo
- Muestras de Fluidos
- Lecturas de Presión
- Muestras de Pared
- Propiedades Mecánicas
- Imágenes
- Buzamientos
- Identificación de Fracturas

# Registros Eléctricos en Pozo Abierto

- Litología
- Capas Permeables
- Porosidad
- Identificación de Fluidos
- Saturación de Fluidos
- Movilidad
- Geometría del Pozo
- Muestras de Fluidos
- Lecturas de Presión
- Muestras de Pared
- Propiedades Mecánicas
- Imágenes
- Buzamientos
- Identificación de Fracturas

# Condiciones necesarias para registros en pozo entubado

- **Agujero Limpio**
  - Fluido de completación
  - Scraper
  - Sin Completación
- **Tubería en buenas condiciones**
  - Corrosion
- **Buena Cementación**
  - Micro-Anillo
  - Canalizaciones
  - Capa de Cemento Delgada

# PROS / CONS

## Ventajas:

- Taladro de Completación
- Puede ser hecho sin taladro
- Menor riesgo de Pesca

## Desventajas:

- Resolución Vertical
- Calidad de las lecturas
- Zonas con malas lecturas
- Deseable: CBL-VDL-USIT  
Schlumberger

# Registros de Pozo Entubado

## Convencionales :

- GR
- Neutrón
- Densidad
- RST (C/O)
- Sónico Dipolar

## Nueva Tecnología:

- Resistividad en Pozo Entubado (CHFR)
- Lecturas de Presión / Muestras de Fluidos (CHDT)

# Resistividad en Pozo Entubado (CHFR)

25,26 y 27 de Agosto de 2003, Comodoro  
Rivadavia

OES – ARG – CMO

**Schlumberger**

# Agenda

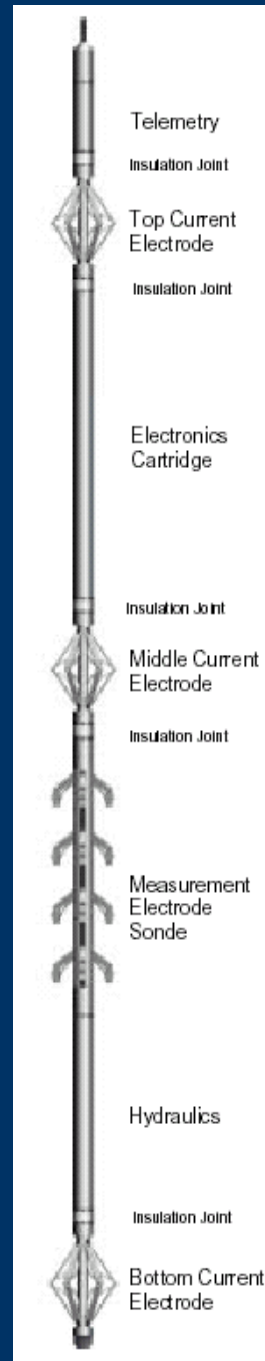
- Aplicaciones
- Objetivos de la Medición
- Principios de Medición
- Especificaciones
- Ejemplos
- Conclusiones

# Aplicaciones

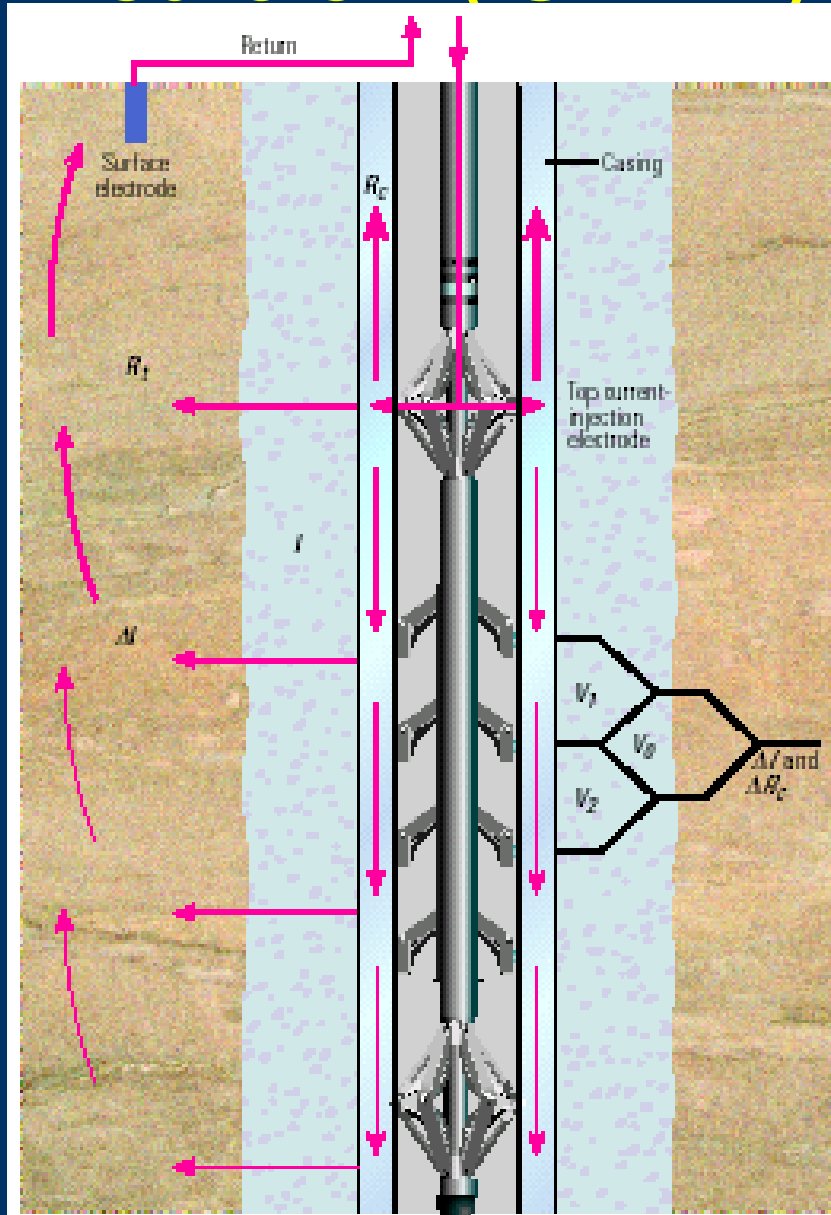
- Evaluación de Formaciones
- Identificación / Evaluación de nuevas Zonas
- Adquisición de información en condiciones difíciles en OH
- Monitoreo del Yacimiento
- Gerenciamiento del Yacimiento

# Objetivos de la Medición

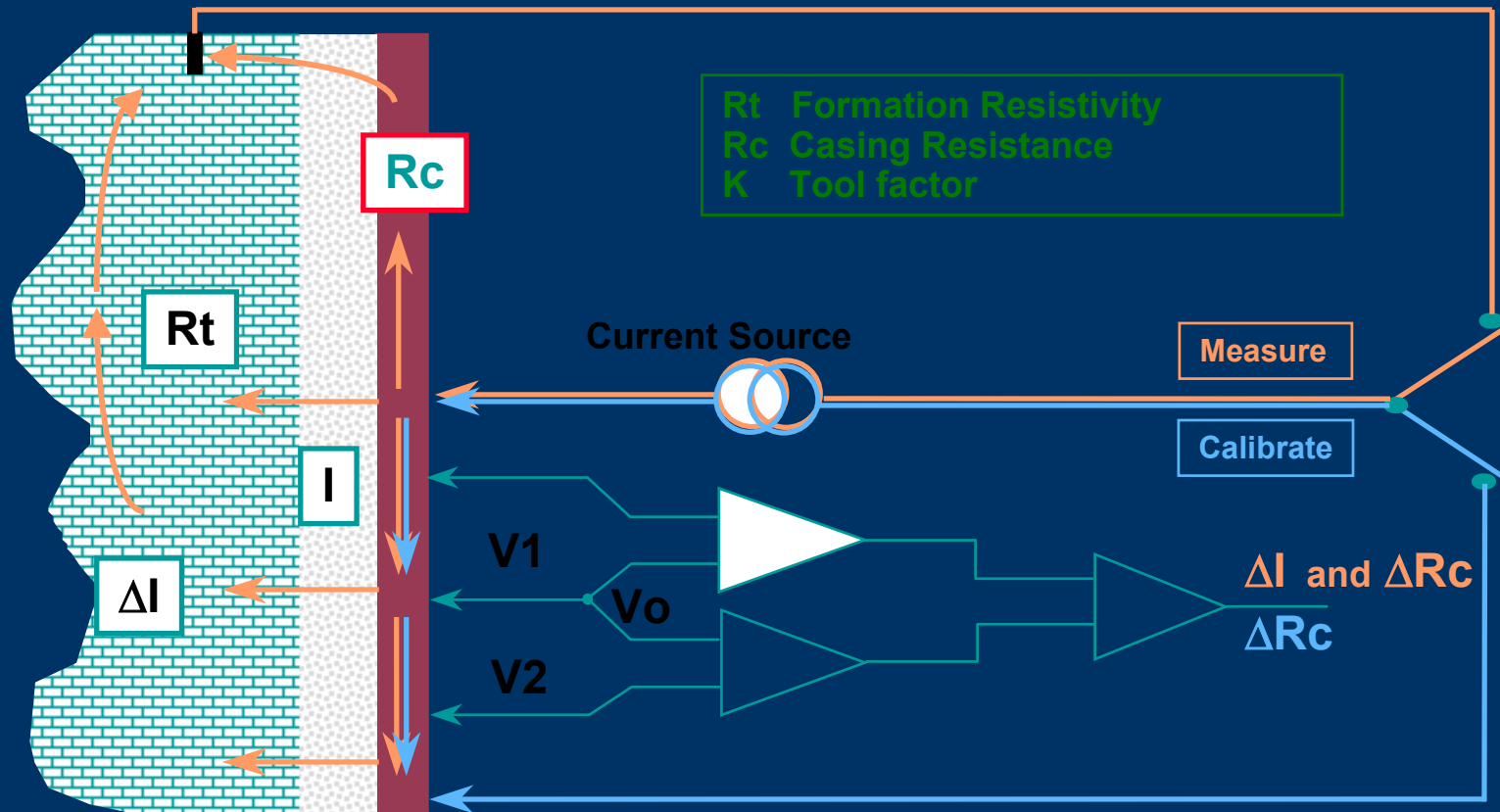
- Baja Resistividad de la Tubería  $2 \times 10^{-7}$  ohm-m
- Razon en la corriente de medida  $10^{-3}$  -  $10^{-5}$
- Voltages a medir en nanoVolts ( $10^{-9}$ )
- Buen contacto de electrodos con casing
- Probable efecto del mal cemento



# Principios de Medición (CHFR)



# Principios de Medición (CHFR)



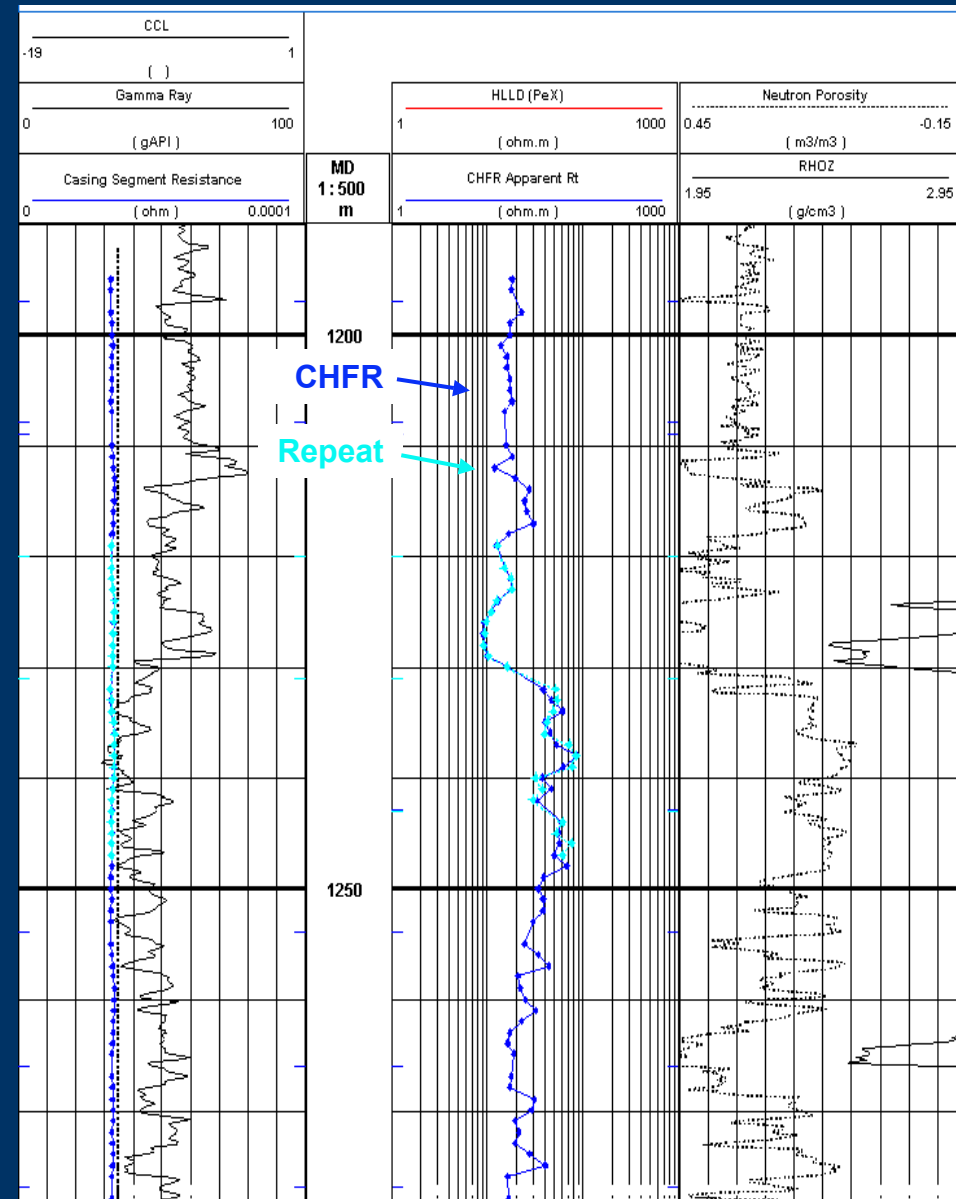
$$R_t = K \cdot V_o / \Delta I \text{ where } \Delta I = (V_1 - V_2) / R_c$$

# Especificaciones CHFR

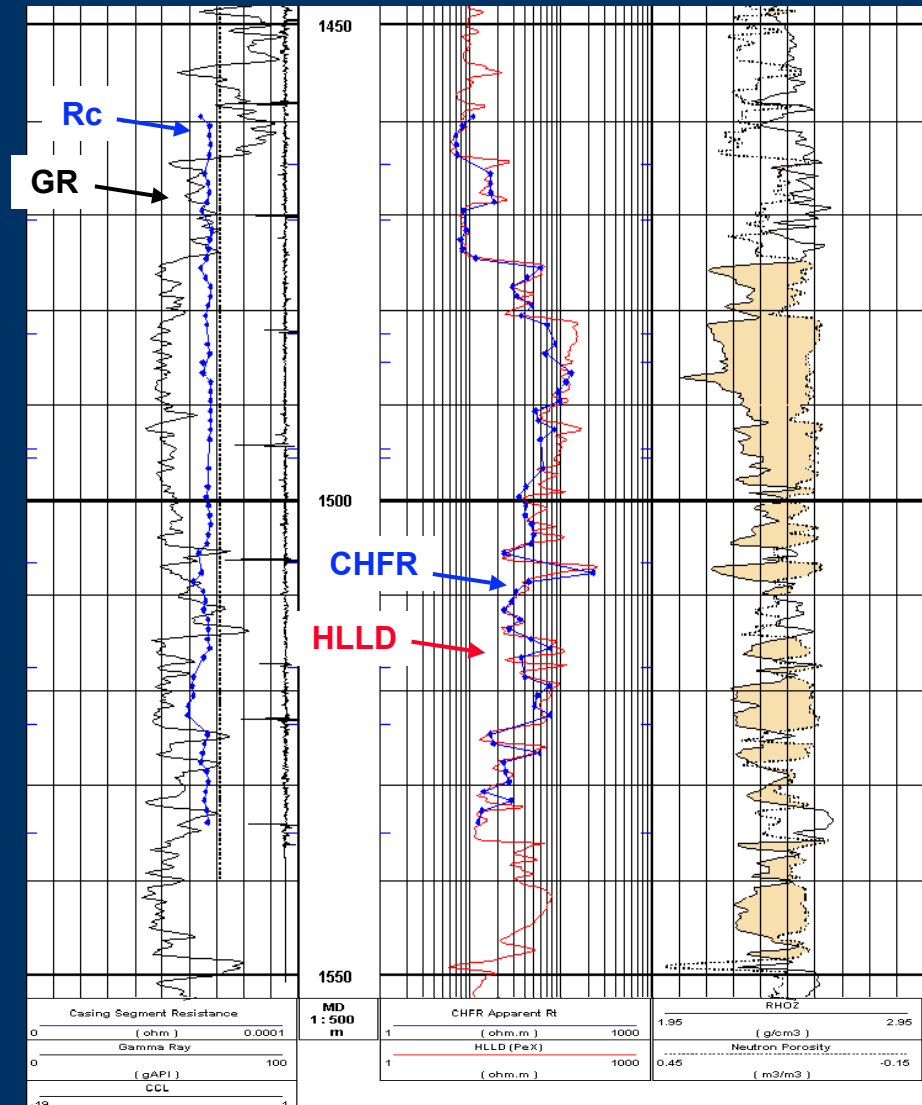
- Diámetro, Largo 3-3/8" , 43'
- Presión/ Temperatura 15000psi / 300°F
- Rango de O.D. de la Tubería 4.5" to 9-5/8"
- Mediciones Estacionarias ~ 2 minutes
- Rango de Resistividad 1 - 100 ohm-m
- Resolución Vertical 4 feet

**Schlumberger**

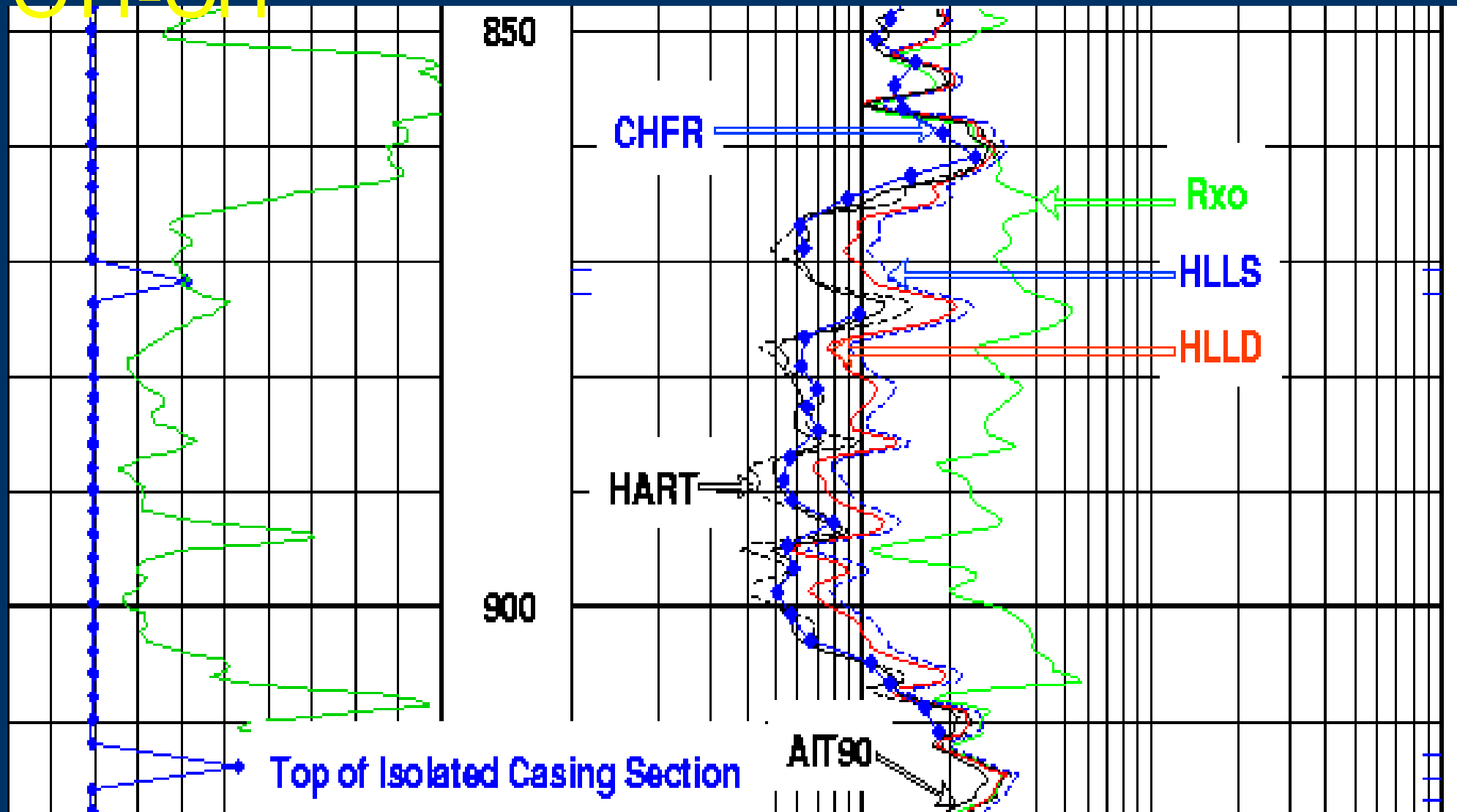
# Ejemplo 1 : Pozo Nuevo - Repetibilidad-CH



# Ejemplo 2 : Pozo Nuevo - Comparación OH-CH



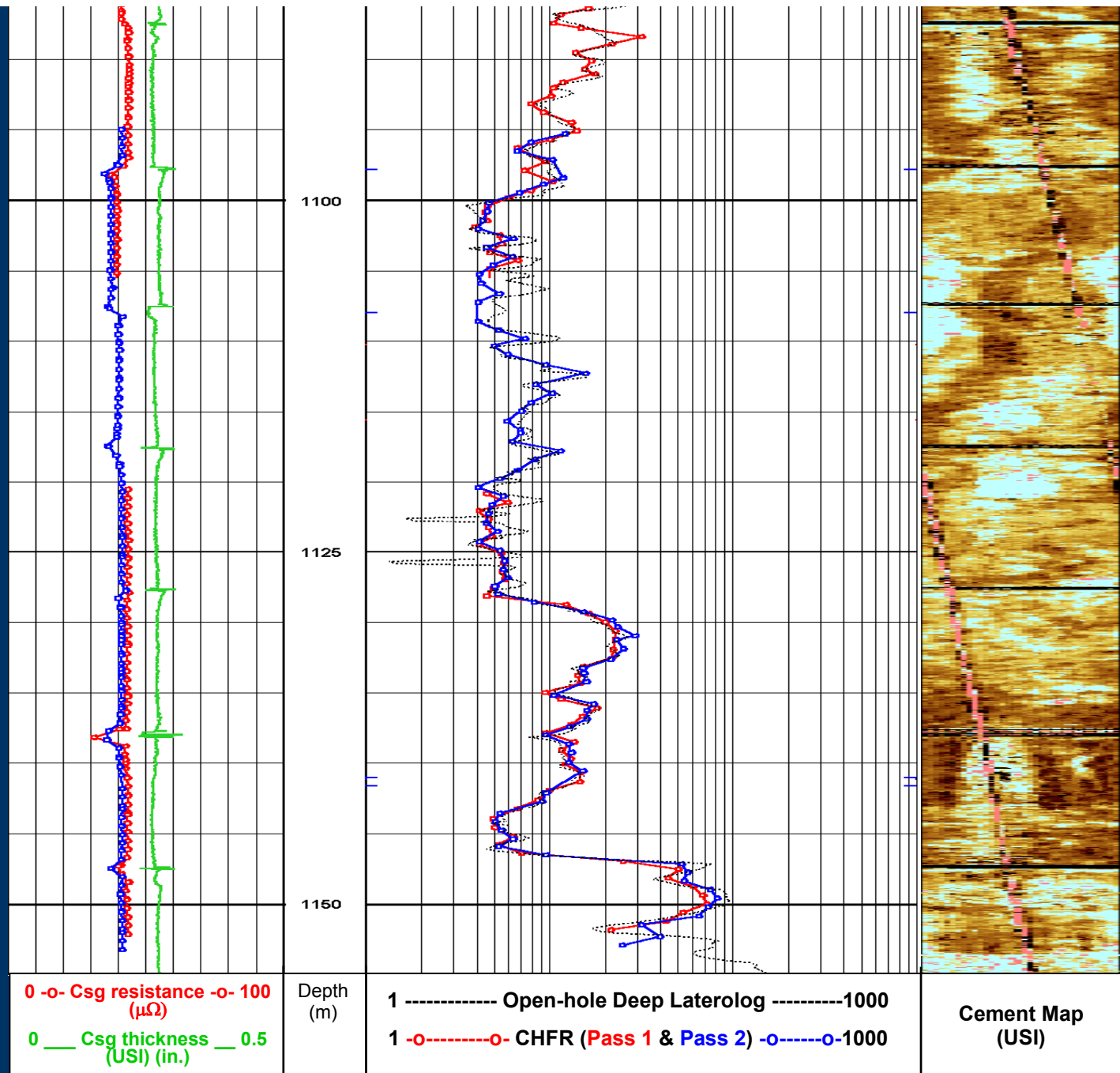
# Ejemplo 3 : Pozo Nuevo - Comparación OH-CH



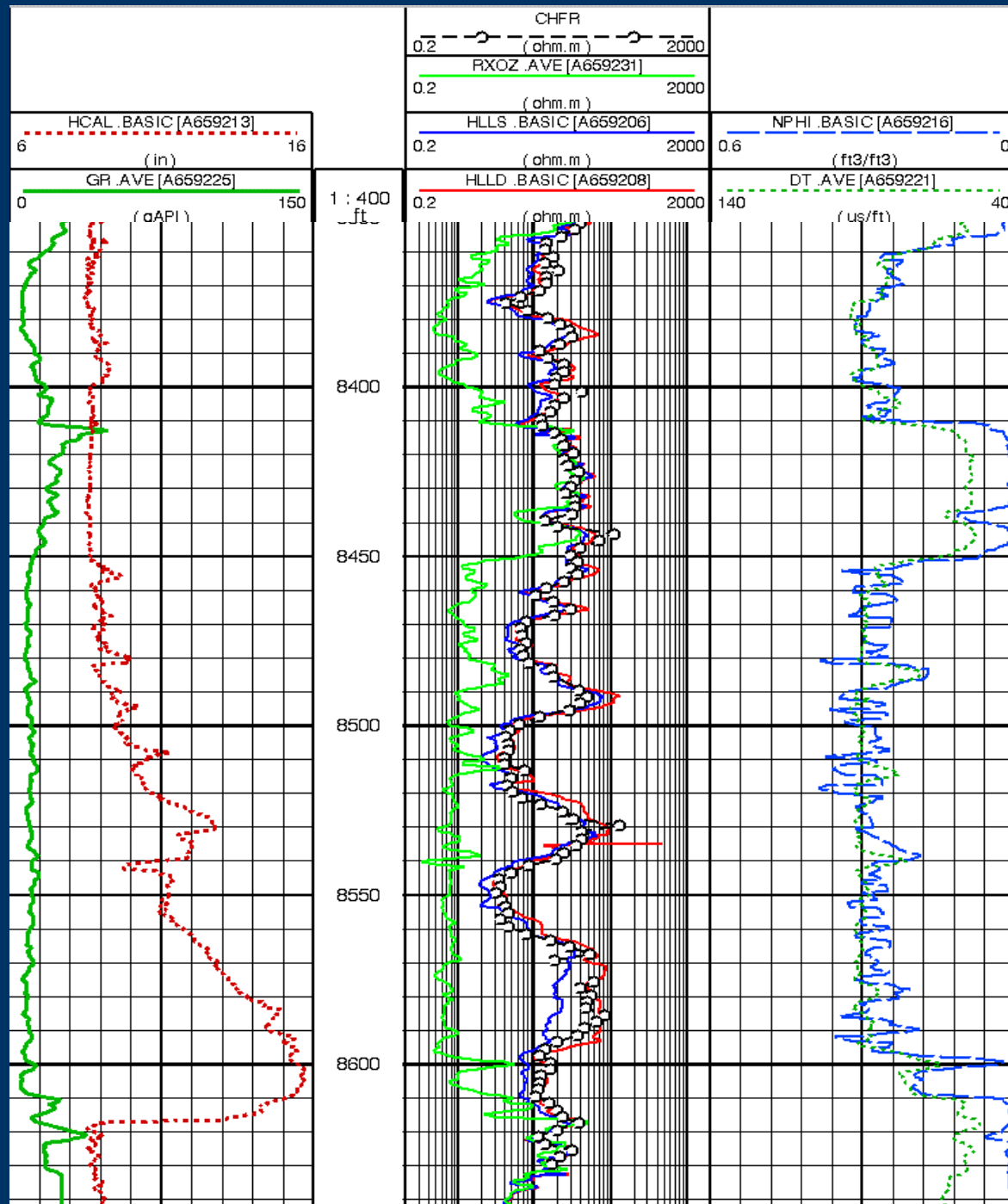
# Ejemplo 4 : Pozo Nuevo - Mal Cemento

SRPC test well

Schlumberger



# Ejemplo 5 : Pozo Nuevo - Caverna



# Ejemplo 6 : Pozo Viejo

## Comparación OH/CH Diferentes Tuberías

Utah USA

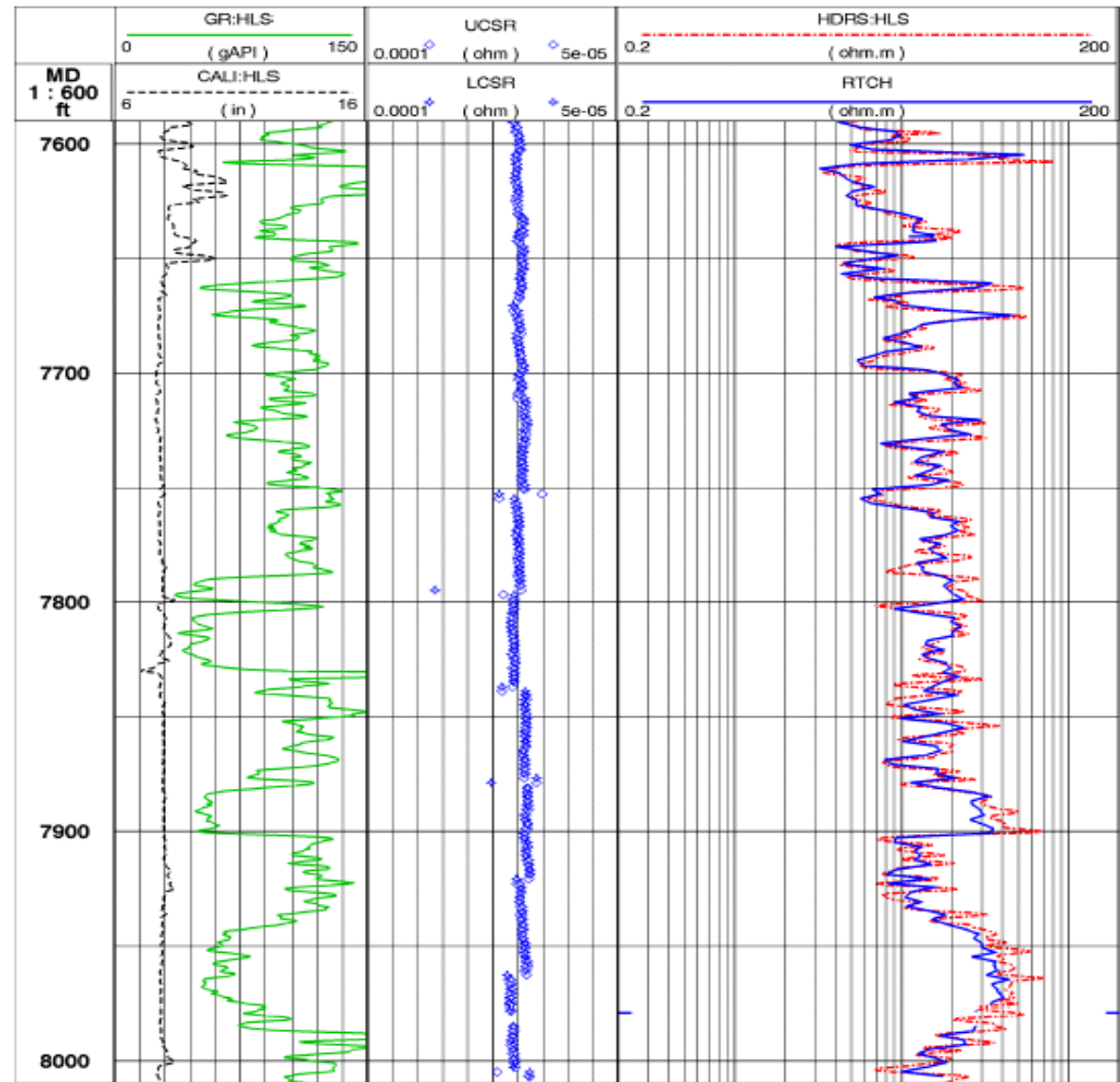


Fig. 5 - A Uintah County gas example (Utah, USA). The casing resistance measurements UCSR and LCSR are in Track 2. The data clearly show the different casing joints and can frequently be used to locate the casing collars. The CHFR-Plus formation resistivity log (RTCH) is in Track 3. Because the measured resistivities were from 3 to 80 ohm-m, a cement correction was not needed. There is very good agreement between the CHFR-Plus formation resistivity log and the reference openhole log (HDRS:HLS), which was only provided after the CHFR-Plus log was delivered to the operator. Based on the CHFR-Plus data, three zones were perforated: 7790 to 7798 ft, 7888 to 7900 ft, and 7956 to 7970 ft. Initial production was 512 Mcf/d but declined to 140 Mcf/d after 4 weeks.

# Ejemplo 7 : Pozo Viejo

## Comparación OH/CH CHFR - LLD

Lago Maracaibo, Ven

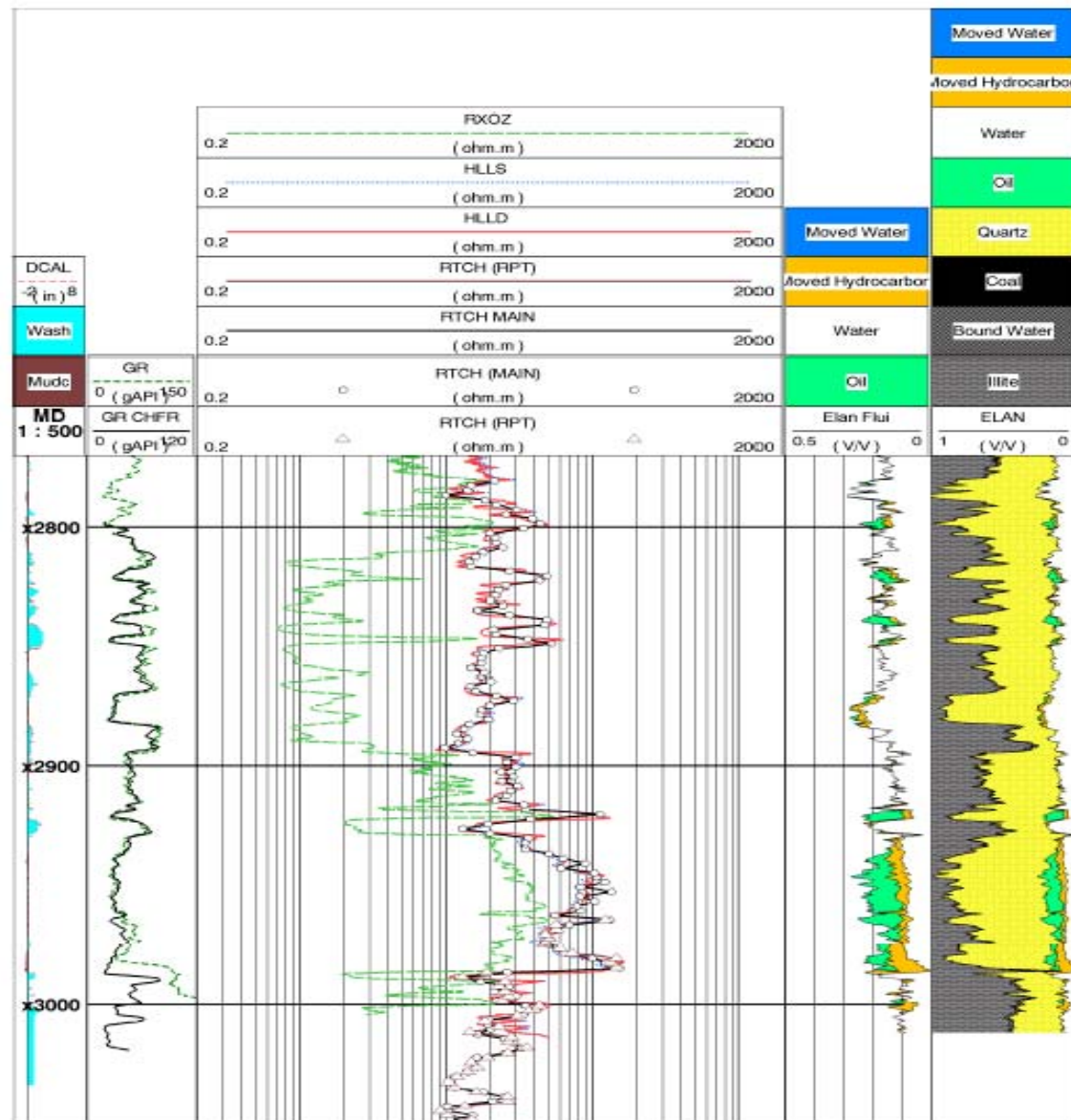


Fig. 6 - CHFR-Plus example in a deep well in Lake Maracaibo, Venezuela. The well was drilled with a salty mud, and clay interactions with the drilling mud caused *Rxo* (RXOZ) to read low, in spite of the good borehole. The cased hole formation resistivity logs for the main and repeat passes are in Track 2. Because the measured resistivities were 10-150 ohm-m, a cement correction was not needed. Note the very good overlay between the main and repeat CHFR-Plus passes. The match between the CHFR-Plus and HALS logs is excellent. In the interval below x3016 ft, where openhole logs were not obtained, the CHFR-Plus data provided the required answer.

# Ejemplo 8 : Pozo Viejo

## Comparación OH/CH Zona Inferior

Lago Maracaibo, Ven

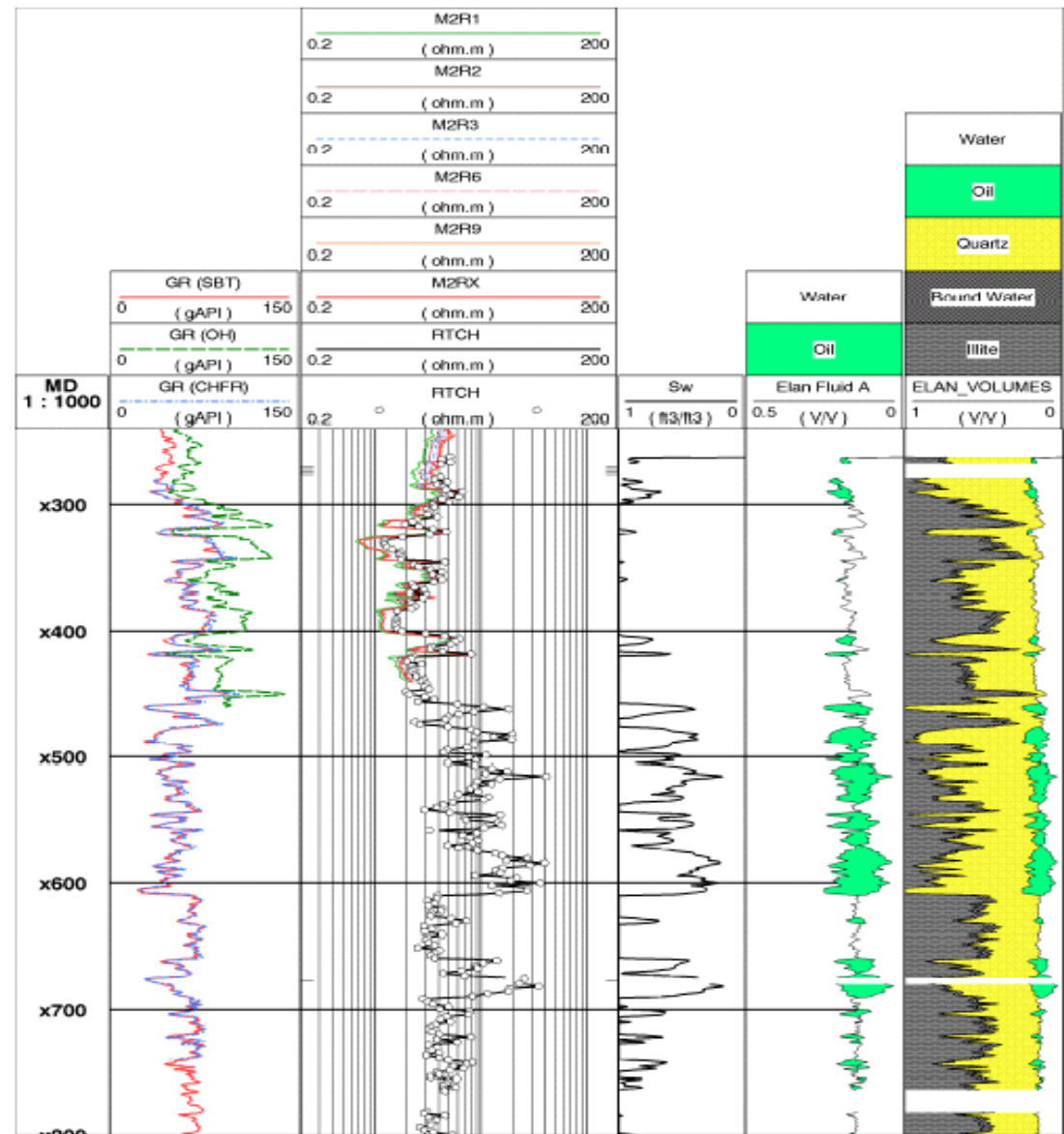
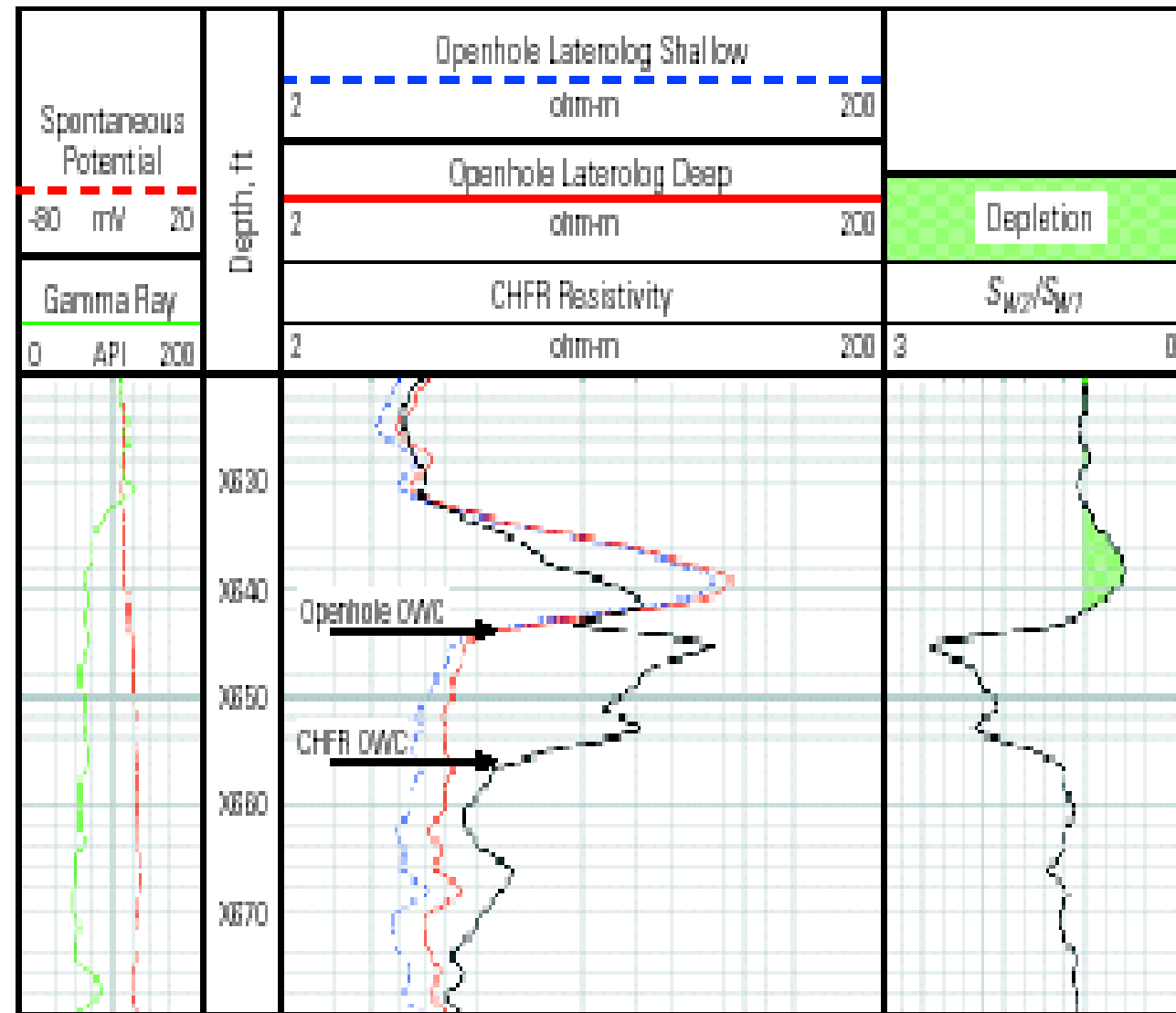


Fig. 7 - CHFR-Plus example in a shallow well in Lake Maracaibo, Venezuela. The tool was run to evaluate the lower 350 ft of the well, which lacked openhole logs. The CHFR-Plus formation resistivity (RTCH) and the Baker Atlas HDIL High-Definition Induction Log are shown in Track 2. The uncorrected CHFR-Plus formation resistivity data are slightly higher than the openhole induction log when the resistivities are less than 2 ohm-m because of the cement effect. Because the resistivity in the target zone below x430 ft is between 2 and 40 ohm-m, a cement correction was not needed below x430 ft. Based on the CHFR-Plus logs, the operator perforated the C4 sand and the well produced 368 BOPD with less than 0.6% water cut.

# Ejemplo 9 : Pozo Viejo

## Comparación OH/CH Monitoreo del Yacimiento



▲ Reservoir monitoring in Indonesia. In this well, the CHFR DWC at X856 ft (Track 2, black) is 12 ft [3.5 m] below the DWC indicated on the openhole deep laterolog at X844 ft (Track 2, red). This interval was subsequently perforated and produced at a rate of 2150 BOPD [342 m<sup>3</sup>/d].

# Conclusiones (CHFR)

- Las mediciones de resistividad detras de la tubería son precisas, con buena repetibilidad y resolución vertical.
- La profundidad de investigación de las mediciones de resistividad es mas profunda que las herramientas convencionales nucleares de Saturación de Yacimientos y es comparable a las mediciones de resistividad profunda.

# Probador de Formaciones (CHDT)

25,26 y 27 de Agosto de 2003, Comodoro  
Rivadavia

OES – ARG – CMO

**Schlumberger**

# Agenda

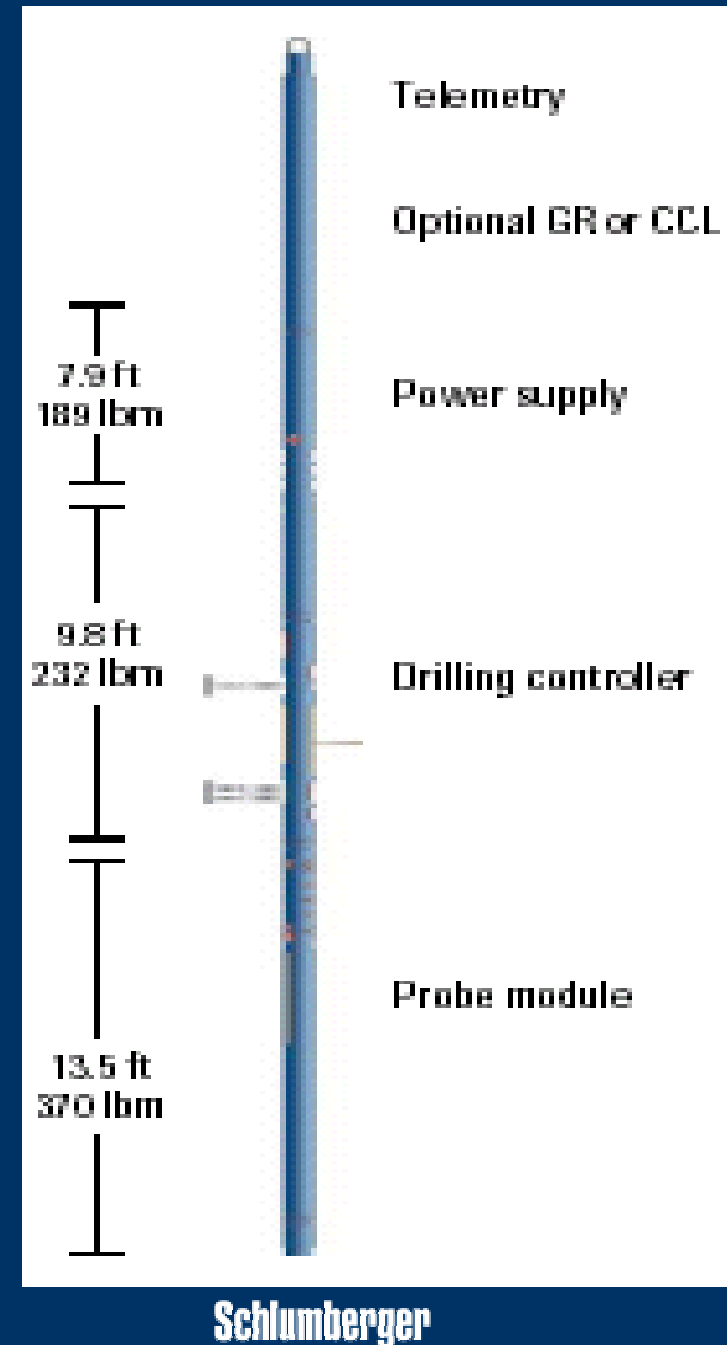
- Aplicaciones
- Objetivos de la Medición
- Operación
- Especificaciones
- Ejemplos

# Aplicaciones

- Evaluación de Formaciones:
  - Análisis de Presión, Perm, Muestras de Fluido, PVT
  - Resistividad del Fluido
- Identificación / Evaluación de nuevas Zonas
- Adquisición de información en condiciones difíciles en OH
- Monitoreo del Yacimiento
- Gerenciamiento del Yacimiento

# Objetivos de la Medición

- Perforar la tubería / Cemento
- Obtener mediciones de Presión y muestras de Fluido a través de la tubería
- Sellar la tubería
- Control de Presión



# Operación (CHDT)

- Correlación en Profundidad (GR – CCL)
- Apertura de la Herramienta
- Adquisición de información:
  - Presión Hidrostática y Test de Tubería (Dry-Test)
- Perforar Tubería – Cemento
- Realizar Medición de Presión / Muestreo de fluido
- Sello de la tubería (10000 psi presión diferencial)
- Cierre de la herramienta
- Proseguir con otras mediciones a otras profundidades

# Principios de Medición (CHDT):

## Perforación del agujero

# Principios de Medición (CHDT):

## Sello del agujero

# Especificaciones CHDT

- Diametro, Largo 4-1/4" , 31.2'
- Presión/ Temperatura 20000psi / 350°F
- Rango de O.D. de la Tubería 5-1/2" to 9-5/8"
- Diámetro del Agujero 0.28"
- Max Agujeros / corrida 6
- Maxima Penetración 6"
- Muestreo PVT y  
Convencional

# Especificaciones CHDT

- Identificación de Fluidos  
Resistividad - OFA – Down-hole Pump
- No usa explosivos
- Limpieza automática de la broca
- Monitoreo continuo del Torque y Peso en la broca

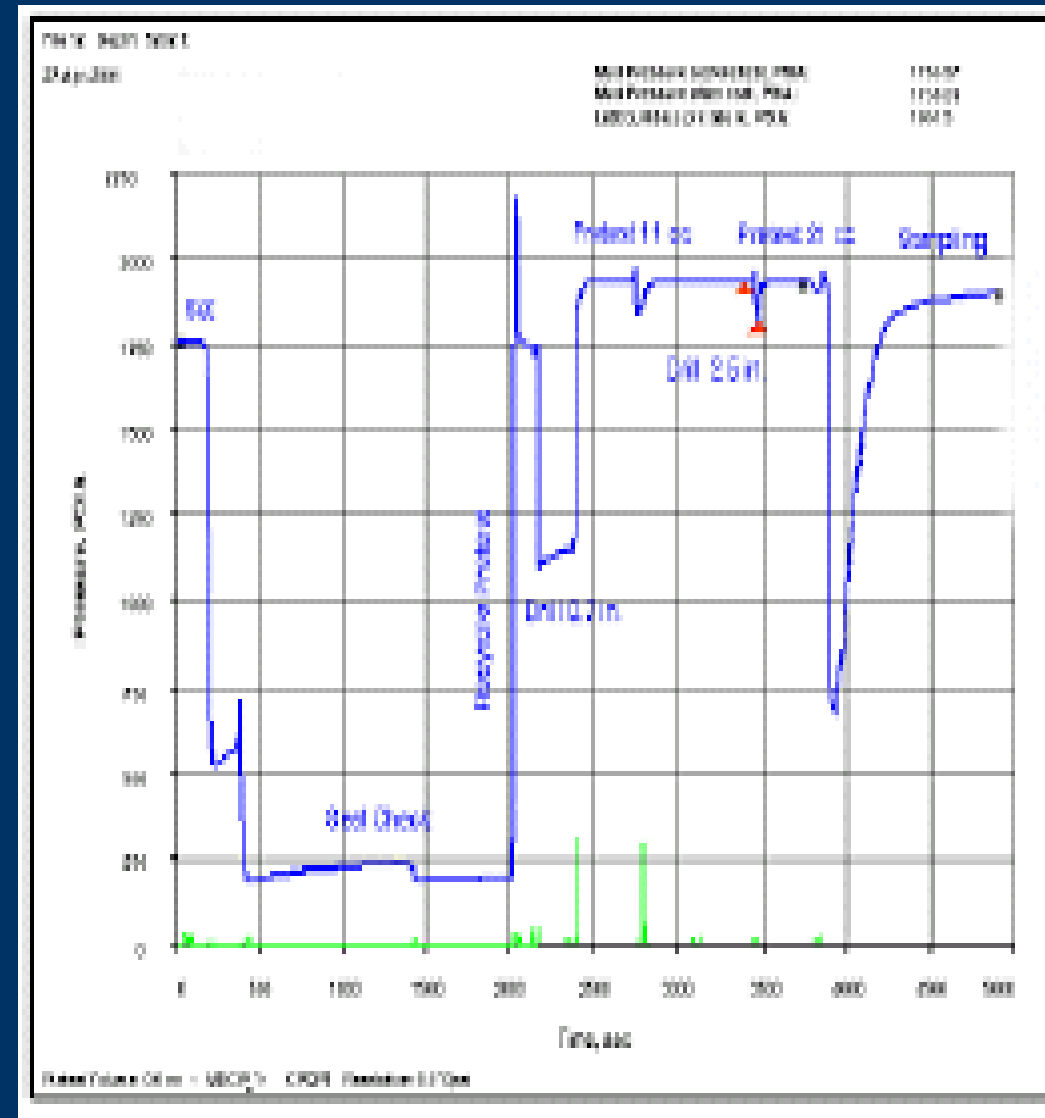
# Performance CHDT

- 47 Trabajos – 106 Corridas
- 214 Agujeros perforados
- 39 Agujeros no necesitaron sello
- 159 Agujeros sellados
- Información hasta Junio-2002

# Ejemplo 1 : Pozo antiguo (1941)

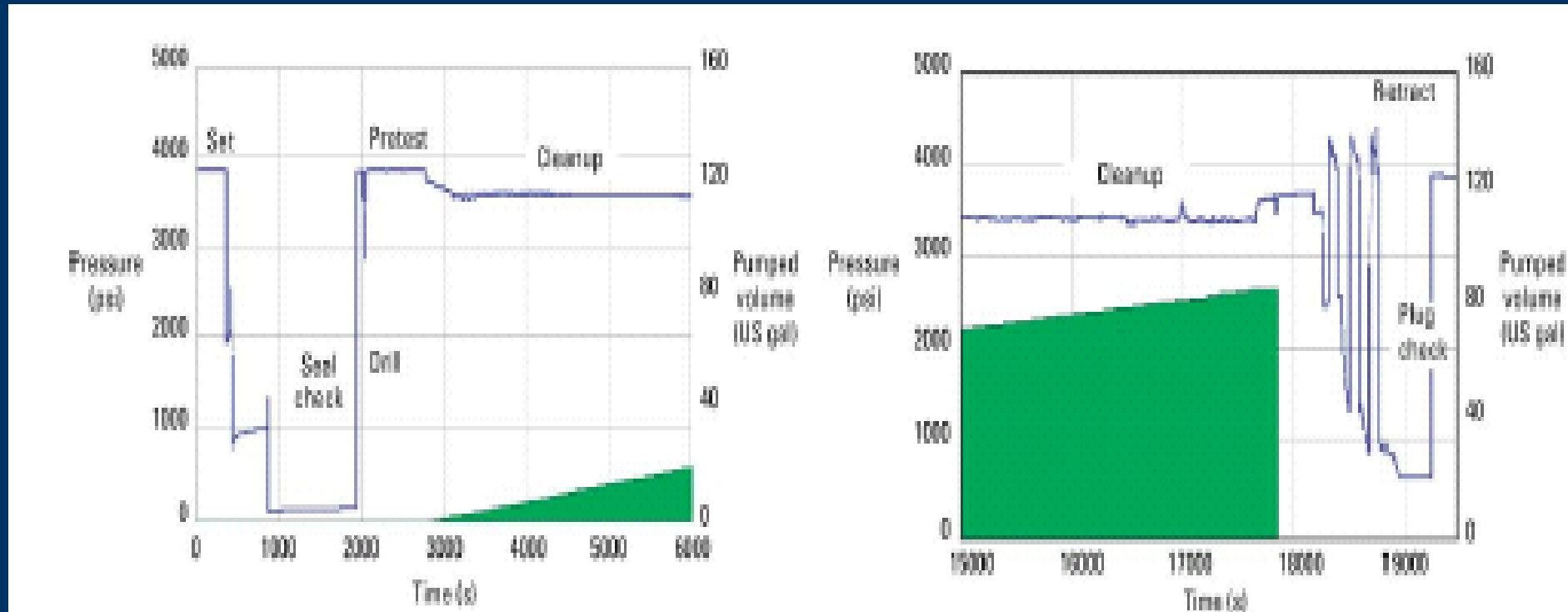
Solo SP y  
Resistividad  
disponible  
RST – USIT-  
CHDT

7 Medidas de  
Presión  
4 Muestras



# Ejemplo 2 : Pozo Nuevo

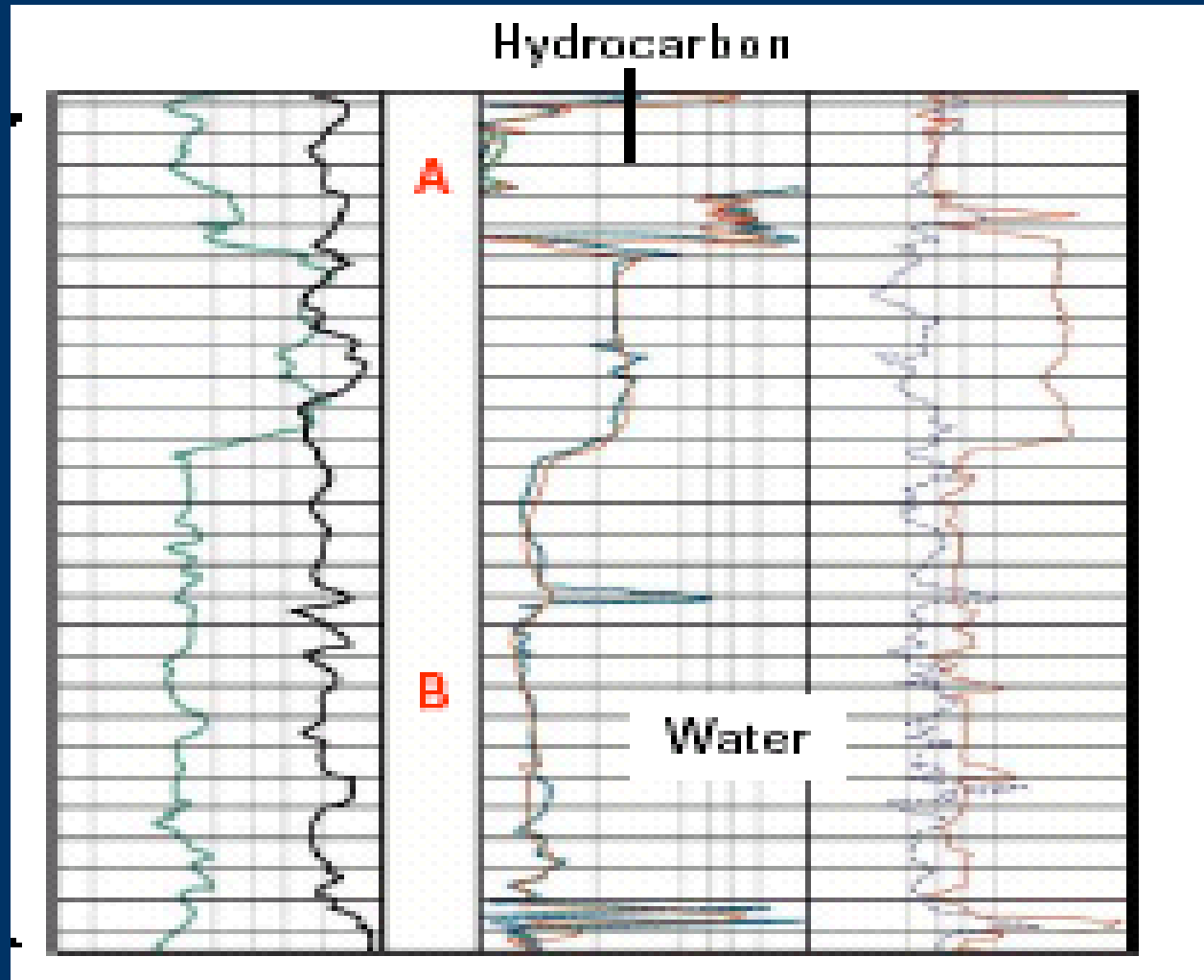
## Imposibilidad de correr MDT en OH



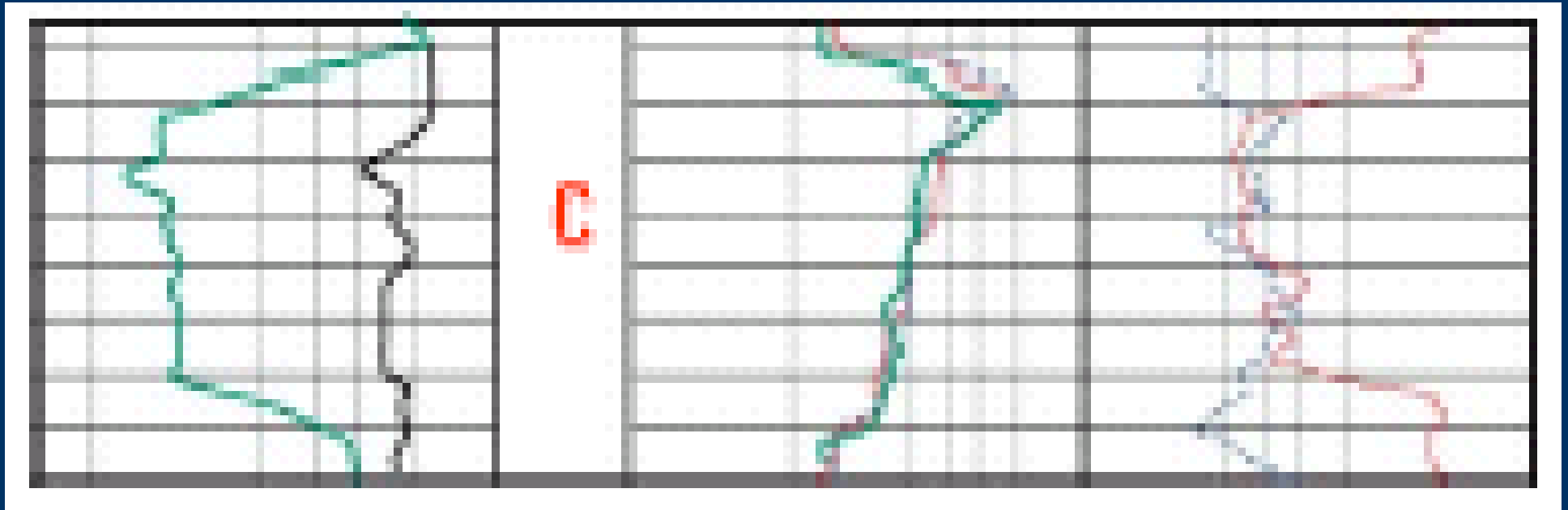
5 Lecturas de Presión y 1 Muestra de  
PVT

# Ejemplo 3 :

## Están las arenas A y B conectadas?



# Ejemplo 4 : Pozo Nuevo – Hay agua en la arena C?



# Carbon - Oxigeno (RST)

25,26 y 27 de Agosto de 2003, Comodoro  
Rivadavia

OES – ARG – CMO

**Schlumberger**

# Agenda

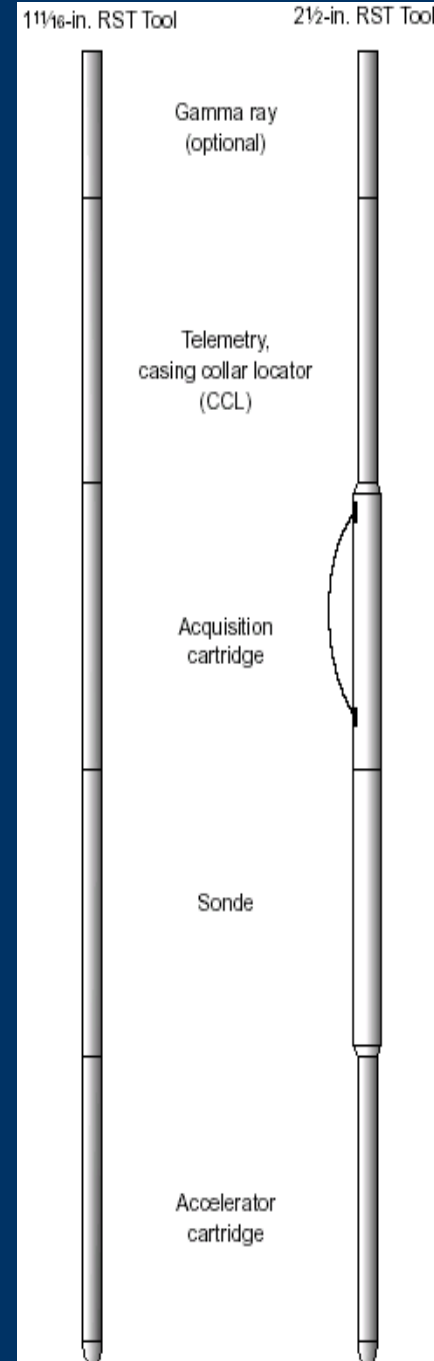
- Aplicaciones
- Objetivos de la Medición
- Principios de Medición
- Especificaciones
- Ejemplos

# Aplicaciones

- Evaluación de Formaciones
- Identificación / Evaluación de nuevas zonas
- Adquisición de información en condiciones difíciles en OH
- Monitoreo / Gerenciamiento del Yacimiento
- Monitoreo de Contactos

# Objetivos de la Medición

- Medir Saturaciones de agua y petróleo:  
a través de la tubería y cemento

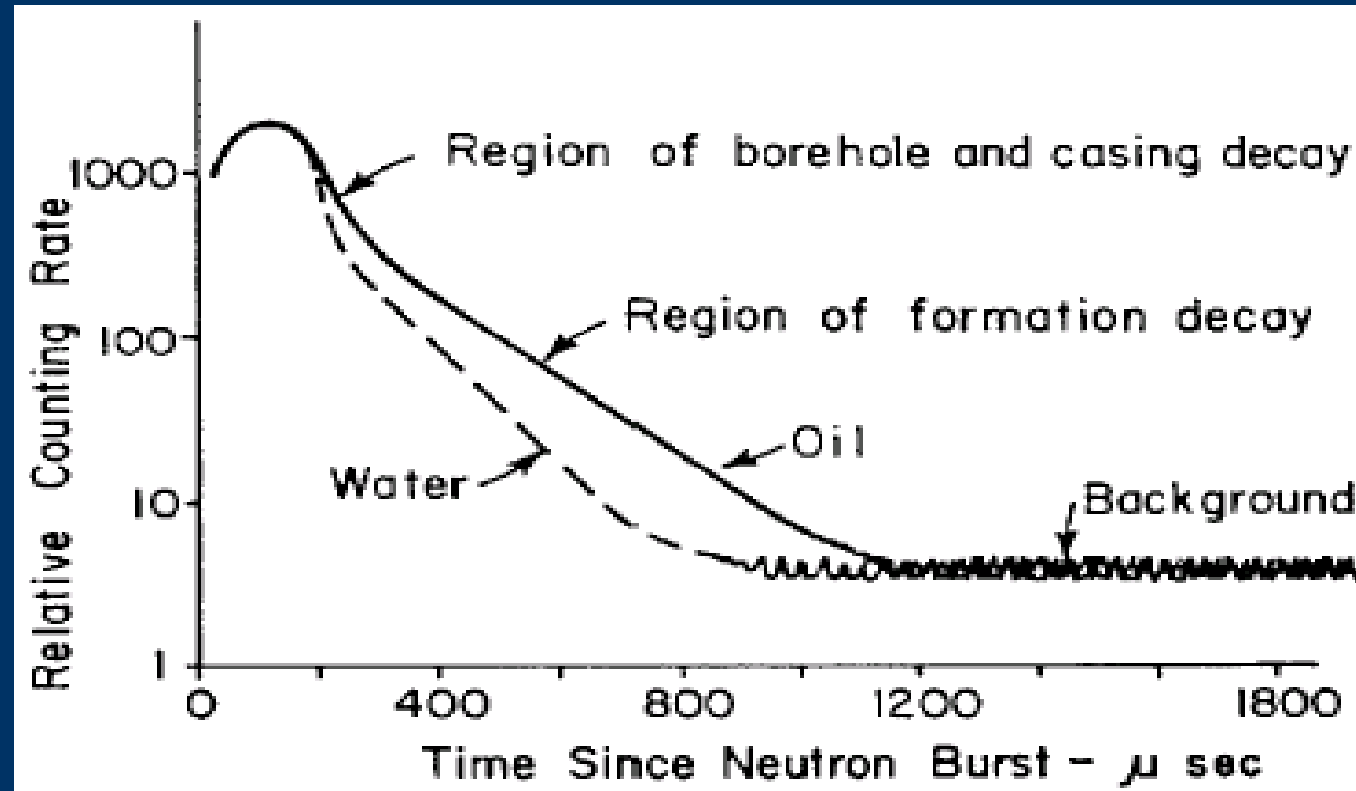


# Principios de Medición (RST)

- Basado en mediciones nucleares
  - Decaimiento Termal (Modo Sigma)
  - Espectrometría Inelástica (Modo Inelástico y Captura)
- Basicamente 3 modos de operación:
  - Modo Sigma Porosidad, Salinidad del agua,  $S_w$
  - Modo Inelástico  $S_w$  y  $S_o$
  - Modo de captura Litología

# Principios de Medición (RST)

- Modo Sigma

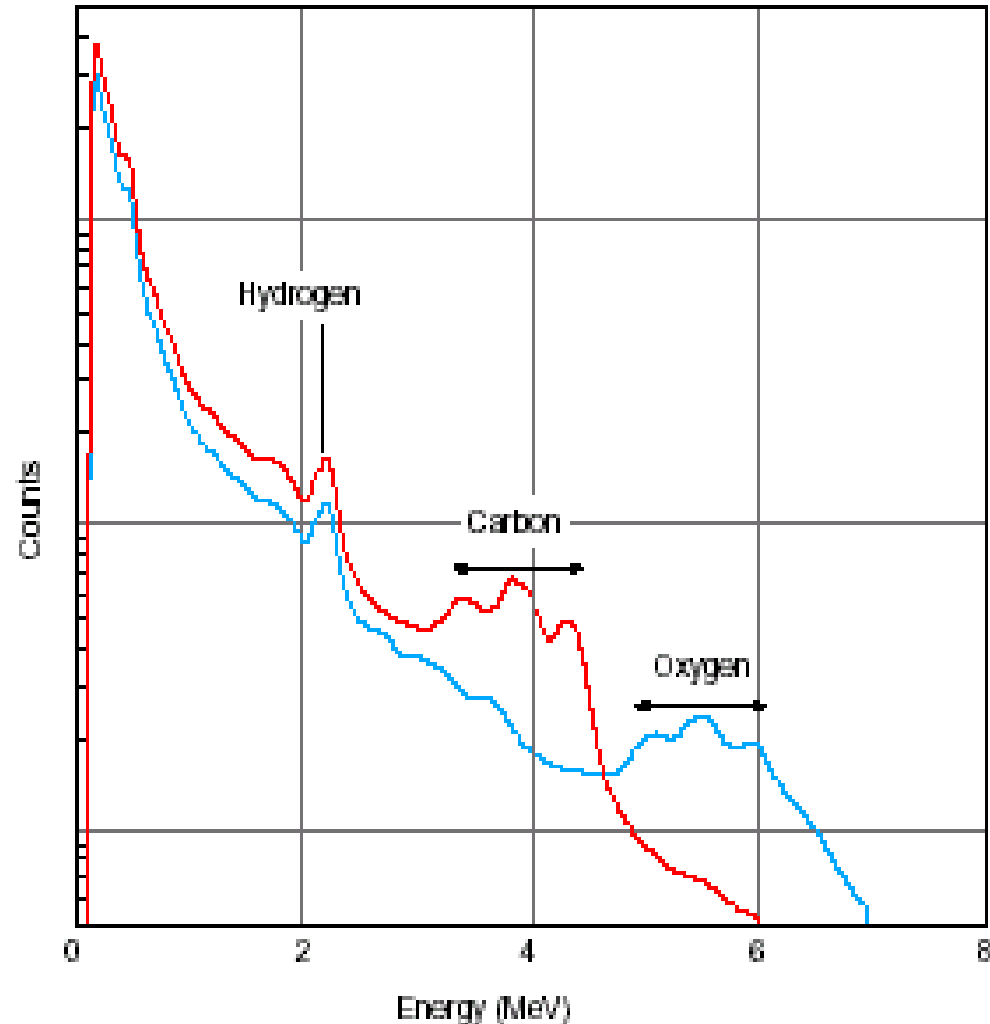


## Assigned formation sigma

- $\Sigma = (1 - \phi) \Sigma_{\text{rock}} + \phi S_f \Sigma_f$
- $\Sigma_f$  from fluid and salinity,  $\Sigma_{\text{rock}}$  from elemental analysis,  $\phi$  from tank construction

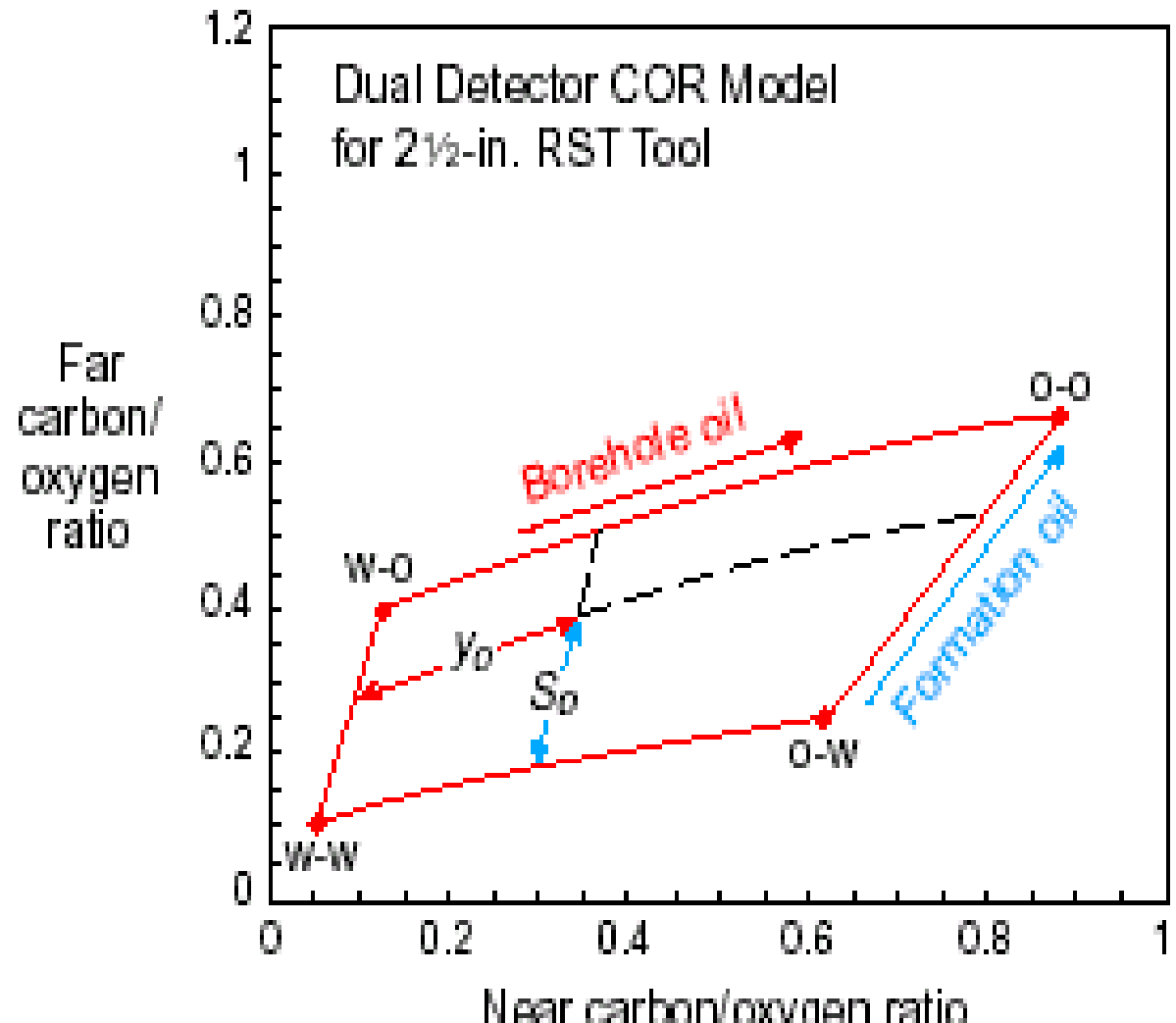
# Principios de Medición (RST)

- Modo de captura Inelástica
  - C/O Ratio para Detectores cercano y lejano



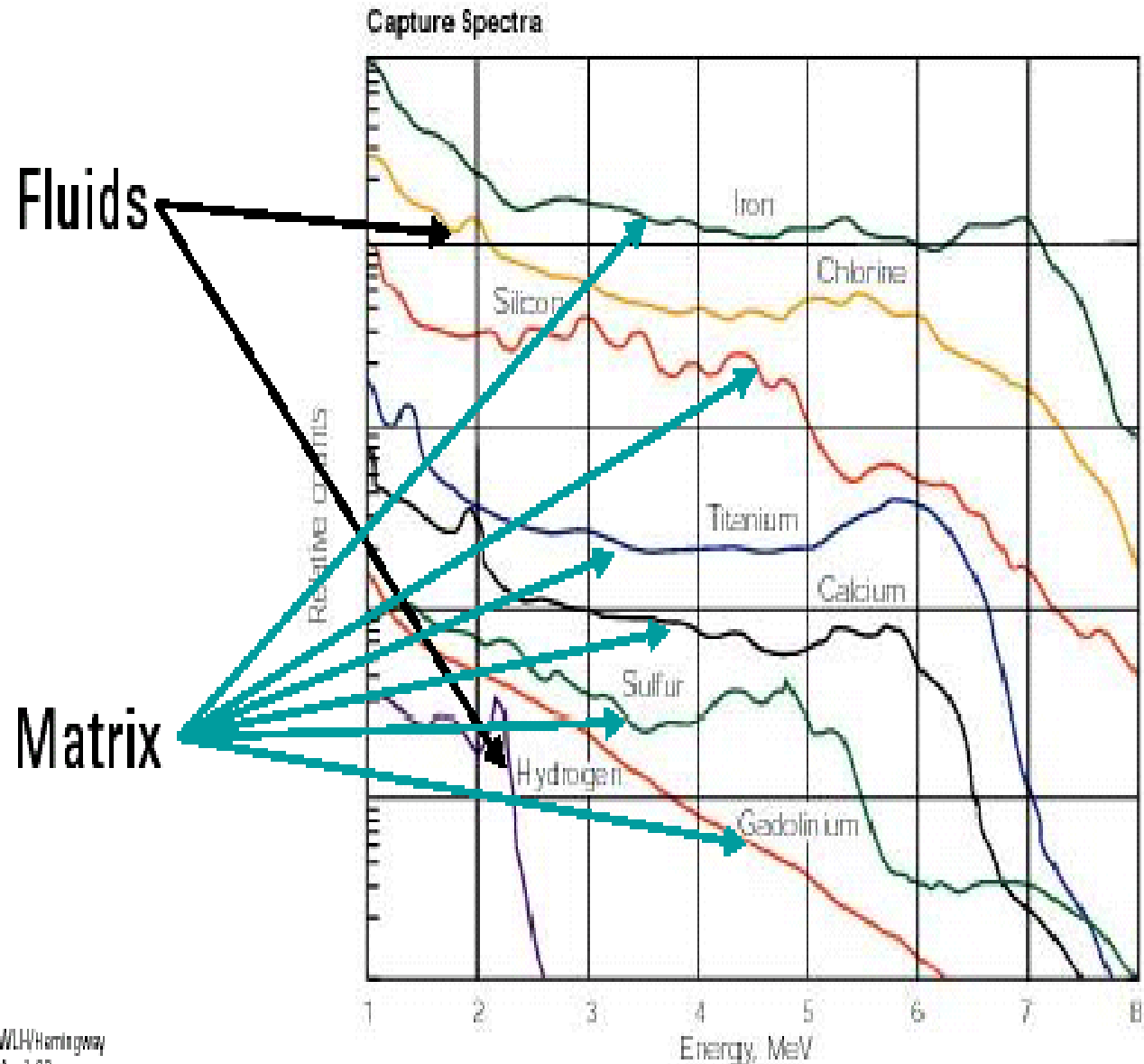
# Principios de Medición (RST)

- Modo de captura Inelástica
  - C/O Ratio para Detectores cercano y lejano



# Principios de Medición (RST)

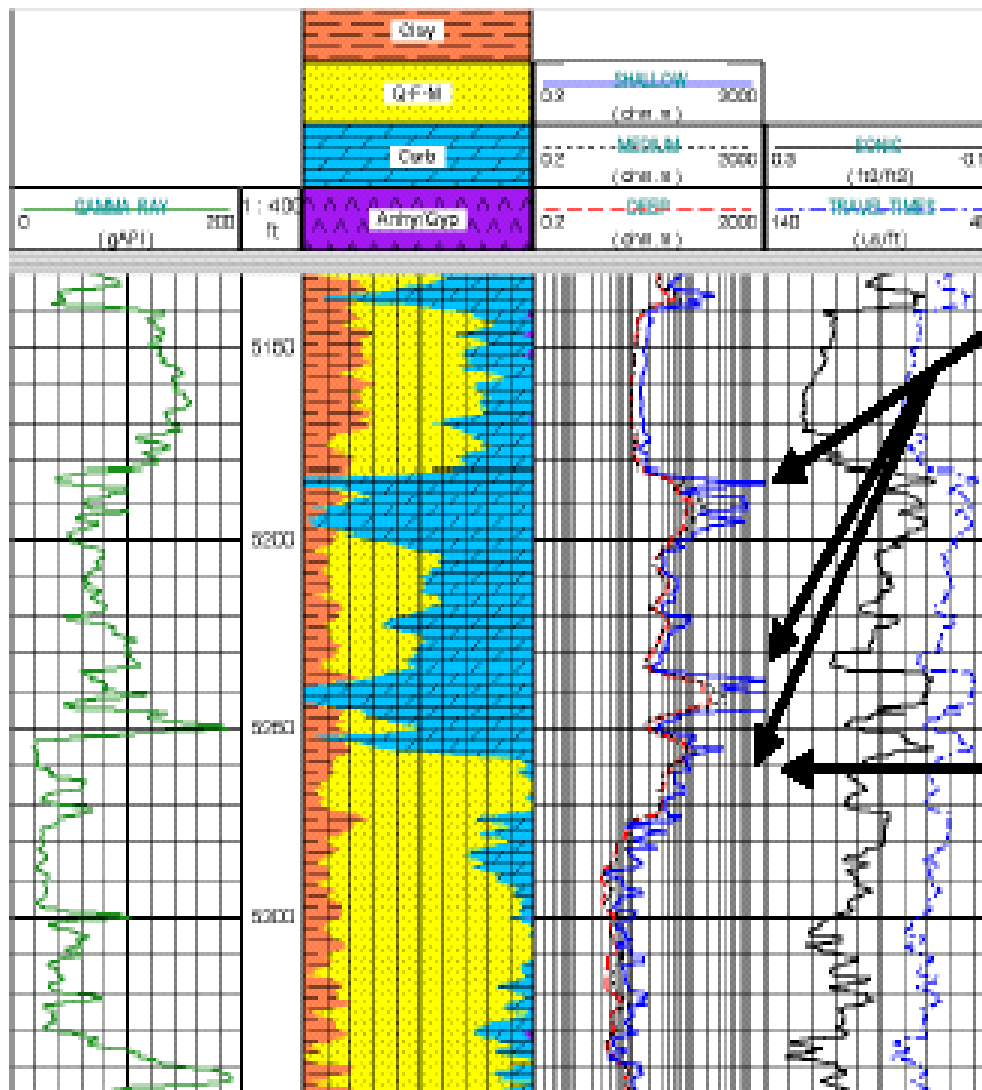
- Modo de captura
  - Carbón
  - Oxígeno
  - Sílice
  - Calcio
  - Hierro



# Principios de Medición (RST)

- Modo de captura
  - Carbón
  - Oxígeno
  - Silice
  - Calcio
  - Hierro

## Spectrolith - CH Lithology



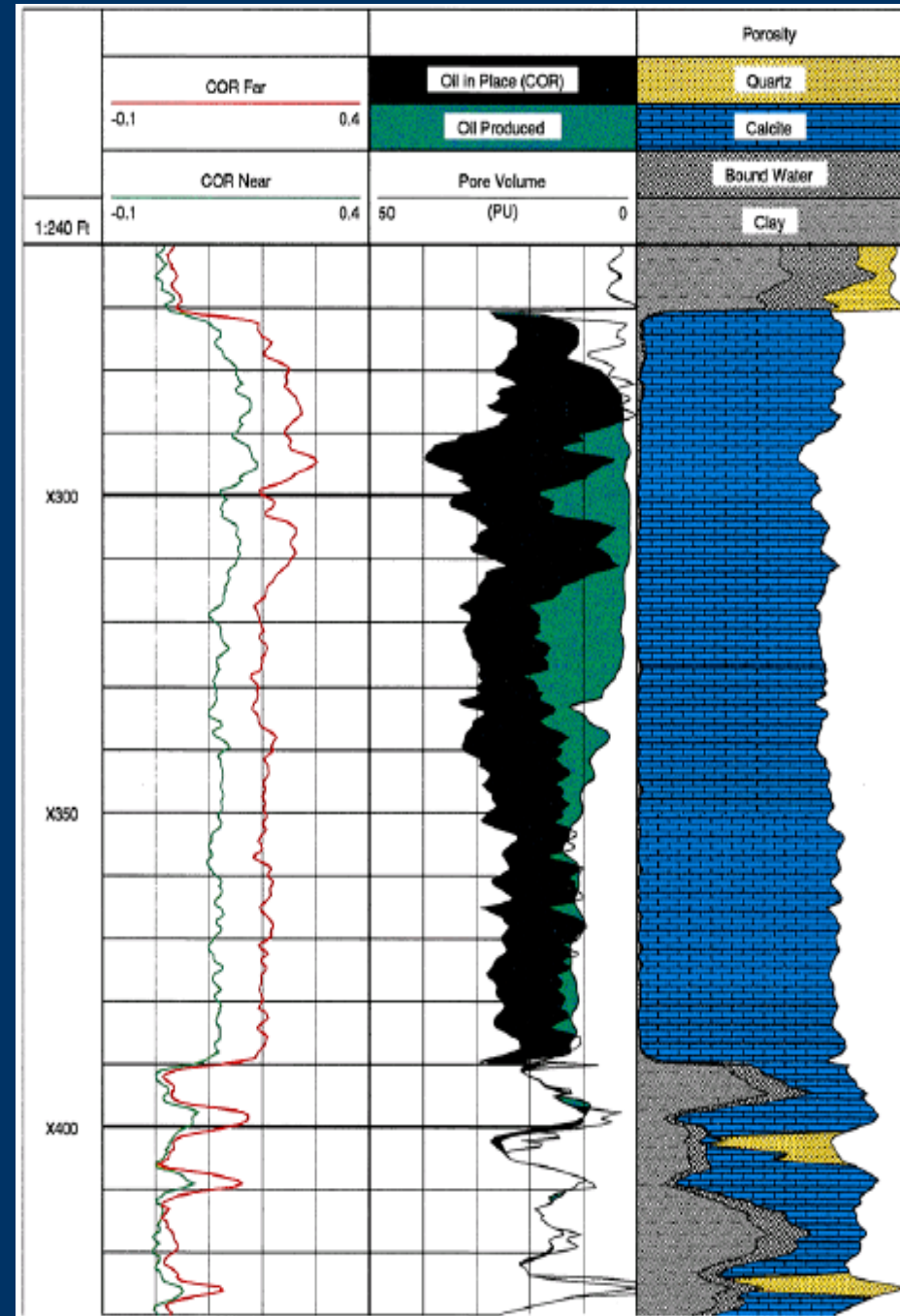
Is High Resistivity intervals Pay?

Identify Pay Zone

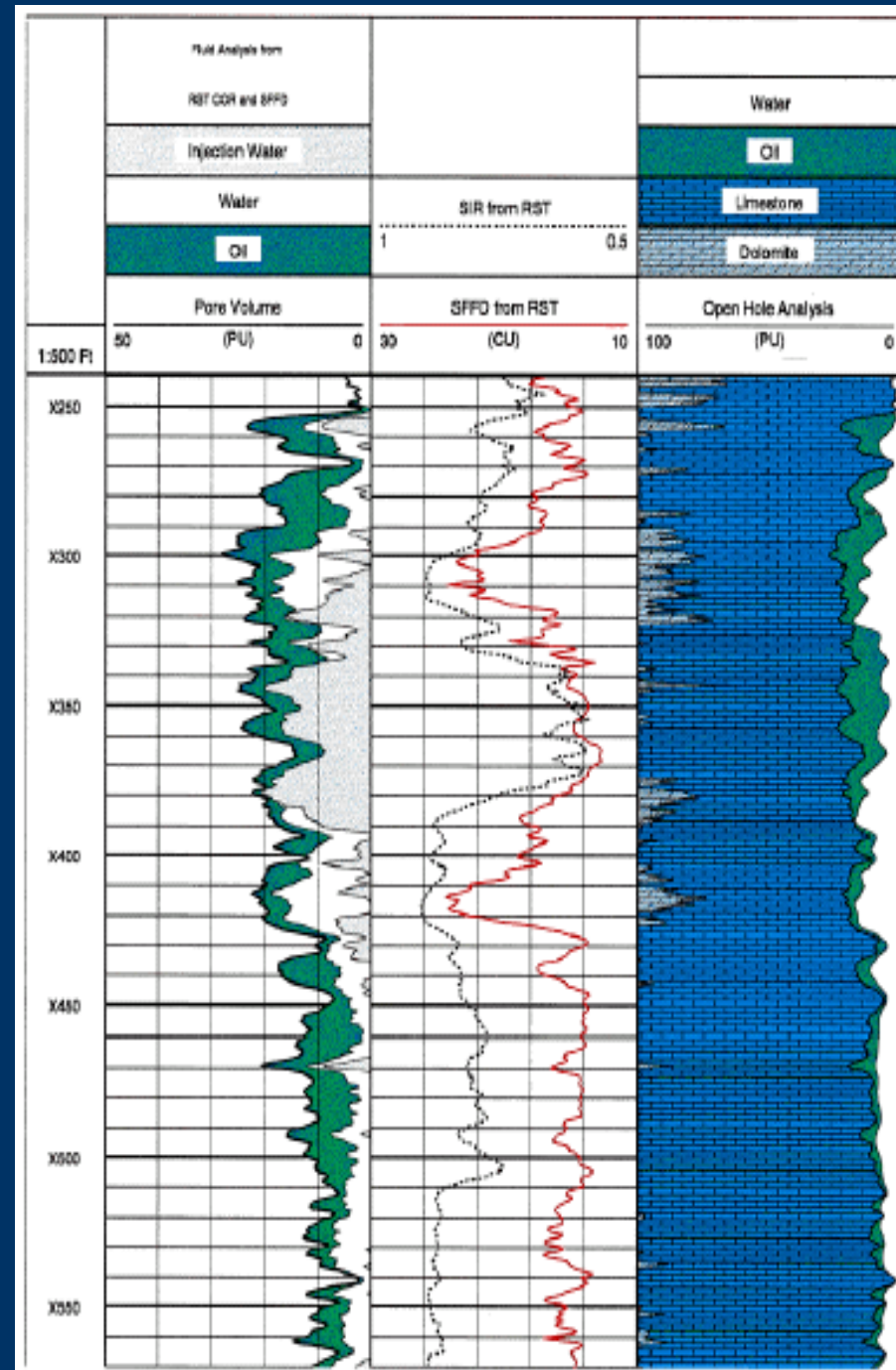
# Especificaciones RST

- Diámetros, Largo 1-1 1/16 & 2-1/8", 33'
- Presión/ Temperatura 15000psi / 300°F
- Maximo O.D. de la Tuberia 7-5/8" & 9-5/8"
- Resolución Vertical 6"
- Profundidad de investigación 4 – 6 " **Schlumberger**

# Ejemplo 1 : Monitoreo del Yacimiento



# Ejemplo 2 : Detección de Inyección de Agua



# Ejemplo 3 : Monitoreo de contactos

