

# Análisis de Registros a Hoyo Desnudo a Distintos Tiempos de Exposición. Cuenca del Lago de Maracaibo. Venezuela

CHENG FRANCISCO\*; ESCANDON LUIS; MONTOYA JOSE & ZAMBRANO CARMEN;  
PDVSA, Maracaibo, Venezuela.

## RESUMEN

El siguiente trabajo tiene como finalidad analizar los registros corridos a lo largo de una sección repetida (13400' – 13900'), en un pozo exploratorio ubicado al sureste de la Cuenca del Lago de Maracaibo, los cuales fueron grabados a distintos tiempos de exposición a hoyo desnudo.

La metodología aplicada consistió en la adquisición de registros, utilizando herramientas similares, la clasificación y organización de la información existente, los análisis estadísticos para cada tipo de registros basados en la variación que estos presentaron y finalmente concluir las posibles causas que pudieran estar afectando dichas lecturas.

El registro que presentó mayores variaciones fue el inducción, observadas a nivel de las arenas, y son atribuibles a la presencia de filtrado de lodo y su interacción con el sistema roca fluido. Igualmente, el registro sónico presentó leves variaciones a nivel de estos cuerpos, registrando para la segunda fecha de grabación un mayor tiempo de tránsito. Estos cambios se atribuyen a una sustitución de fluido capaz de atenuar el tiempo de tránsito. Por otro lado, los registros radioactivos no presentaron variaciones a lo largo de la sección repetida.

El impacto que generó la adquisición de los datos e interpretación de los perfiles, a diferentes tiempos de exposición, nos permitió cuantificar la variación de las lecturas e identificar los registros que mayormente son afectados (Inducción), obteniendo así un alto nivel de confiabilidad de la data de registros acústicos y radioactivos.

## INTRODUCCION

El pozo exploratorio "POZO-A", ubicado en la Cuenca del Lago de Maracaibo, Campo Motatán. Edo. Trujillo. (Ver Figura 1) inicio su perforación el 19/06/2005, alcanzando hasta el momento una profundidad de 16230'.

Para la fase perforada del hoyo 8 ½", (objetivo de interés), se corrió la herramienta PEX (GR – Resistividad – Densidad – Neutrón - Sónico), desde la profundidad de 10500' hasta 13934'.

Seguidamente se continuo con la perforación de la fase de 8 ½" durante un mes, y

es cuando se realiza una nueva corrida de registros con la misma herramienta PEX, desde la profundidad de 13500' hasta 16040', obteniéndose una sección repetida de aproximadamente 500'.

En este sentido, el presente estudio pretende analizar posibles diferencias existentes en los registros grabados luego de aproximadamente un mes de exposición del hoyo.

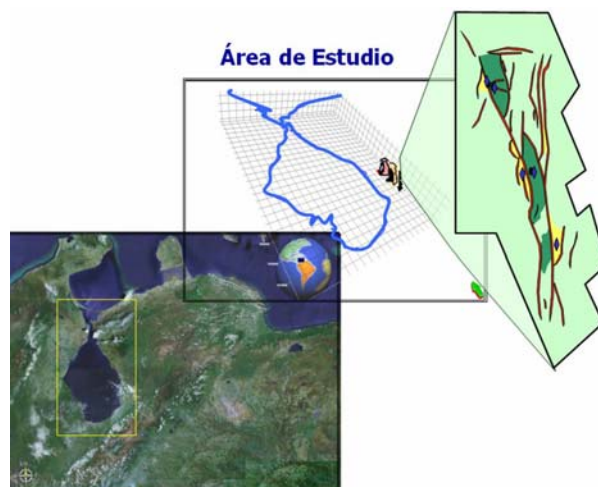


Figura 1. Ubicación Geográfica del pozo en estudio.

## METODOLOGÍA

En la siguiente Tabla 1. se presenta el flujograma utilizado para el análisis de los registros a hoyo desnudo.

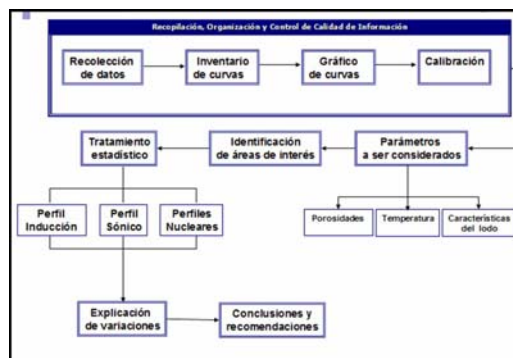


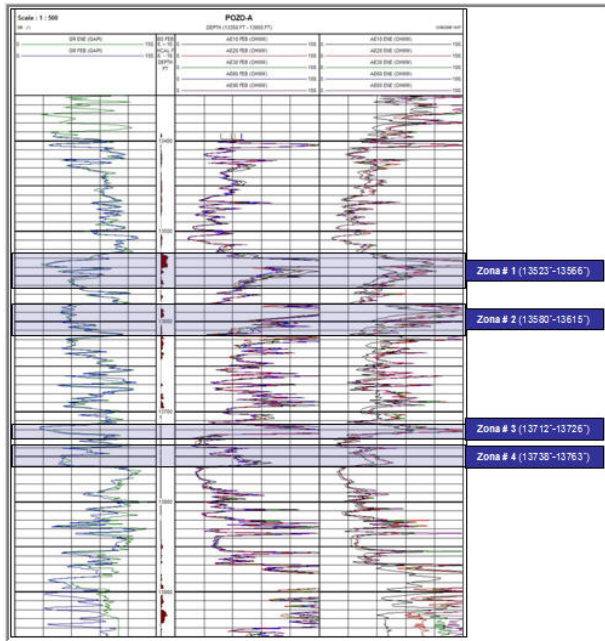
Tabla 1. Flujograma metodológico para el análisis de los diferentes registros.

Una de las fases más importantes de este estudio es la recopilación y control de calidad de la información. Seguidamente mediante los parámetros considerados (Ver Tabla 2), se

procedió a identificar en la sección repetida las zonas principales interés (Ver Figura 2).

CARACTERÍSTICA	ENERO	FEBRERO
DENSIDAD	10.2	13.2
% SOLIDOS	< 5%	< 5%
% ACEITE	99/70	99/68
%AGUA	1	1
ALCALINIDAD	5.50	6
VISCOSIDAD	60 F, 21 P, 17 PC	88 F, 56 P, 24 PC

**Tabla 2.** Características del fluido de perforación para las diferentes fechas.



**Figura 2.** Identificación de zonas de interés en la sección de estudio.

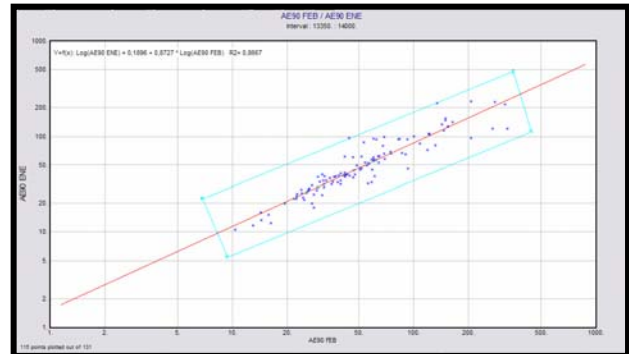
A partir del Tratamiento Estadístico (Gráficos cruzados de interrelación, Medidas de Dispersión, y Distribuciones de Frecuencia), se pudo visualizar y cuantificar los comportamientos atípicos entre los dos grupos de datos, relacionados por la misma variable en tiempos distintos de exposición.

Analizando los resultados de los tratamientos estadísticos para cada tipo de curva (Resistivos, Acústicos y Radioactivos), seguidamente se emitieron las conclusiones y consideraciones a tomar para futuras adquisiciones de registros.

### ANÁLISIS PARA EL REGISTRO DE INDUCCIÓN

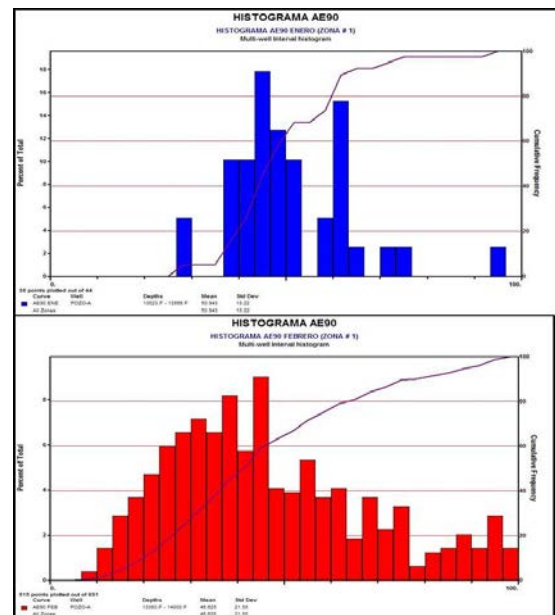
La Figura 3, muestra un gráfico de interrelación del nivel de medida 90 pulgadas de la herramienta de Inducción para las diferentes

fechas, en donde, el coeficiente de correlación de la misma es de 0.86. Igualmente para los otros niveles de medida (60", 30", 20" y 10") los resultados de estos coeficientes se encuentran en el rango de 0.86 y 0.9.



**Figura 3.** Crossplot entre las curvas de Inducción AE90 para las distintas fechas de estudio.

Los Histogramas de Frecuencia y Curvas de Frecuencia Acumulativa, fueron otros tratamientos estadísticos utilizados en el análisis del registro de Inducción en sus diferentes fechas de adquisición. (Ver Figura 4); en donde se puede observar visualmente la alta dispersión de las barras para el mes de Enero caracterizada por presentar una distribución normal en comparación con las de Febrero, en la cual se observa una distribución sesgada hacia la izquierda.



**Figura 4.** Crossplot entre las curvas de Inducción AE90 para las distintas fechas de estudio.

Una Curva de Control de Calidad o Porcentaje de error fue realizada para el análisis de las variaciones de los valores de todas las curvas de resistividad adquiridas para el mes de

Enero en comparación con las del mes de Febrero, la cual es generada a partir de la desviación estándar promedio obtenida de cada curva de resistividad.

Este análisis nos permite determinar que las mayores variaciones o altos porcentajes de error de las curvas en estudio se presentan principalmente en los cuerpos de areniscas (Ver Figura 5). Estos valores de error se ubican en un rango entre 40-80%, considerados los mismos como consecuencia de diferencias de las características del fluido en el radio de investigación de la herramienta.

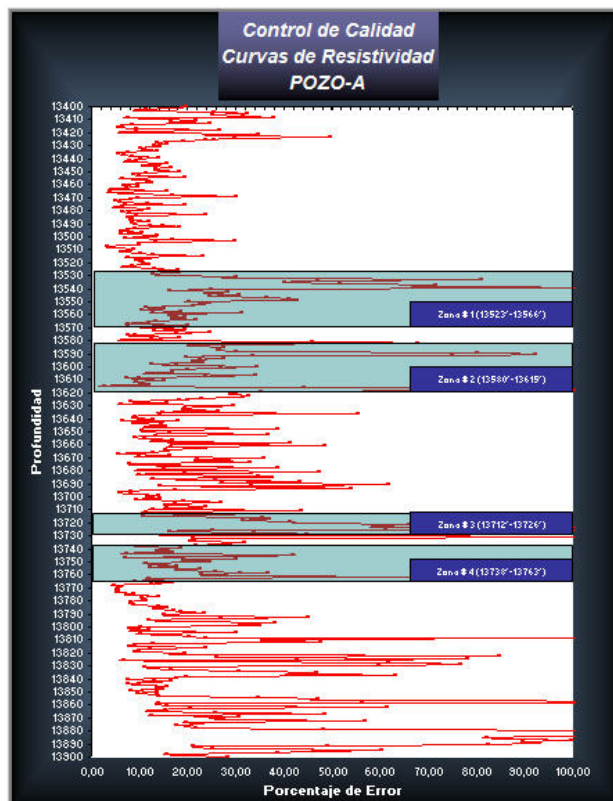


Figura 5. Curva de Control de Calidad o Porcentaje de error para el registro de Inducción.

### ANÁLISIS PARA EL REGISTRO ACÚSTICO

En la Figura 6. se observan algunos de los intervalos que presentan variaciones para el registro sísmico en sus distintos tiempos de adquisición.

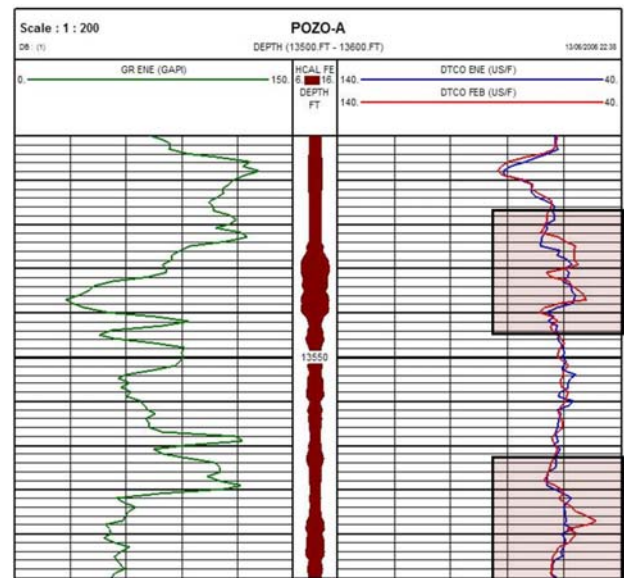


Figura 6. Intervalos con variaciones de los registros Sísmicos para las distintas fechas de estudio.

En la Figura 7. se muestra un gráfico de interrelación para el registro sísmico, observando una moderada dispersión de su conjunto de valores, presentando un coeficiente de correlación de 0.73.

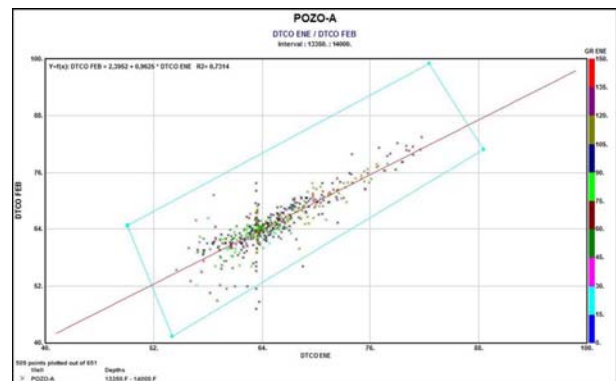
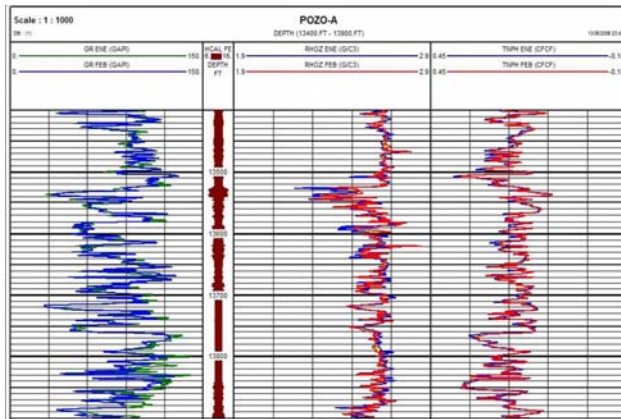


Figura 7. Crossplot entre las curvas del Registro Sísmico para las distintas fechas de estudio.

Estas variaciones o anomalías presentes en dichos intervalos, son las consecuencias de los diferentes cambios de fluidos, asociados a cambios de densidad, siendo los mismos capaces de atenuar la transmisión de la energía sísmica y producir mayores tiempos de tránsito. Igualmente la presencia de picos de ruido (García, 1999), los cuales se generan cuando los centralizadores de la herramienta rozan con la pared del hoyo, generando un pulso que llega al receptor antes de la llegada de la señal original, teniendo como resultado un tiempo de tránsito más corto.

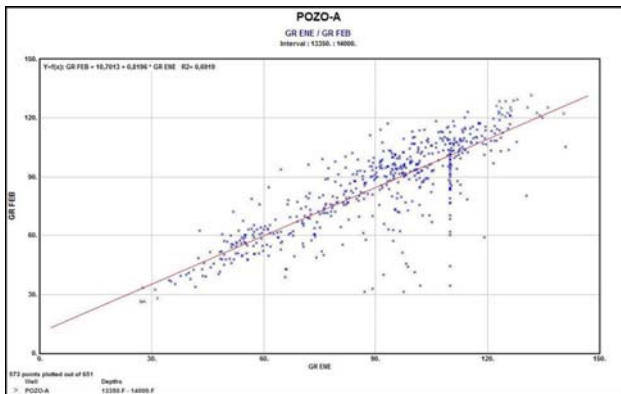
## ANÁLISIS PARA LOS REGISTROS RADIOACTIVOS

Se puede observar en la Figura 8. el despliegue de las diferentes curvas radioactivas (Rayos Gamma, Densidad y Neutrón) en la zona de estudio; caracterizándose la misma por presentar muy baja variación cualitativa o visual entre los registros adquiridos a distintos tiempos de exposición.



**Figura 8.** Despliegue de los Registros Radioactivos en la zona de estudio.

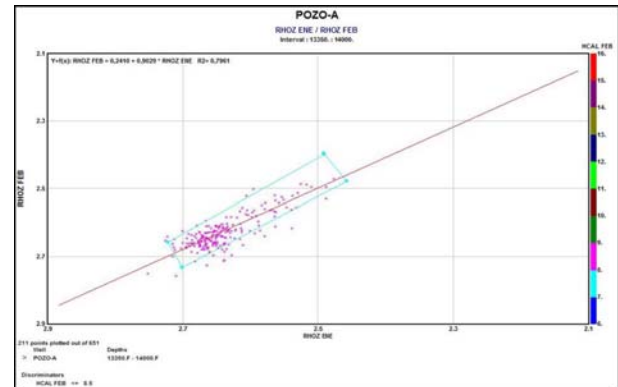
Seguidamente en las Figuras 9, 10 y 11, se presentan los diferentes Gráficos de Interrelación para cada tipo de registro radioactivo, confirmándose así el alto nivel de coeficiente de correlación y la poca variación de estos tipos de registros.



**Figura 9.** Crossplot entre las curvas del Registro de Rayos Gamma para las distintas fechas de estudio.

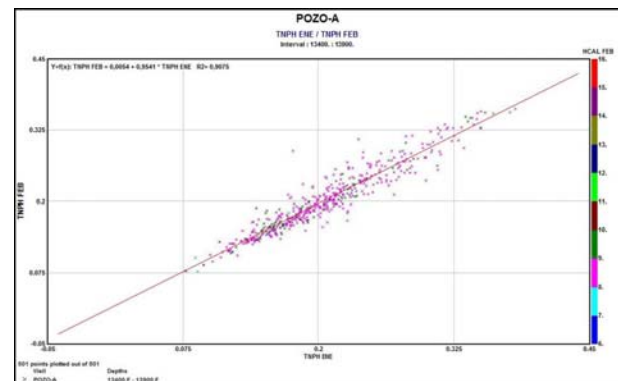
En este gráfico se puede observar que no hay cambios significativos, solo algo de dispersión para los valores altos de API, característico de los niveles de mayor radioactividad en las lutitas. Adicionalmente la herramienta de absorción de rayos gamma es unidireccional, por lo que quizás al correr la herramienta, ésta toma diferentes

azimut en las diferentes corridas, aumentando así las variaciones estadísticas.



**Figura 10.** Crossplot entre las curvas del Registro de Densidad para las distintas fechas de estudio.

Para el Registro de Densidad ocurre algo parecido a lo que presenta el Registro de Rayos Gamma, ya que estas medidas también son unidireccionales, pudiendo medir diferentes azimut en las diferentes corridas. Igualmente es muy importante observar la presencia de derrumbes, que pueden provocar ligeras variaciones en el perfil.



**Figura 11.** Crossplot entre las curvas del Registro de Neutrón para las distintas fechas de estudio.

El Registro de Neutrón en su gráfico de interrelación se caracteriza por tener una pendiente cercana a los 45° y un coeficiente de correlación por encima del 90%. Esto es debido a las bajas porosidades que presenta la formación en estudio, en donde sus concentraciones de hidrógeno se encuentran en menos cantidad y esperando así una alta tasa de cuentas, que por ende presenta pocas variaciones estadísticas.

En lo que respecta al análisis de repetibilidad de los registros radioactivos, se observa en la Tabla 2. siendo los registros que tienen mayor desviación estándar son el de Rayos Gamma y el de Neutrón, mientras que el que mejor repite es el de Densidad.

TIPO DE REGISTRO	Desviación Absoluta Promedio
Rayos Gamma (GR)	8,74
Densidad (RHOZ)	1,19
Neutrón (TNPH)	6,37

**Tabla 2.** Análisis de Repetibilidad para los registros Radioactivos.

## CONCLUSIONES

- La herramienta de Inducción es la que presenta mayor variación a lo largo de la sección repetida, siendo la misma asociada a los cambios de fluido presentes en la perforación para cada fecha de la adquisición de los registros.
- Las variaciones presentadas en el registro Sónico se pueden atribuir a las diferencias en las densidades de los fluidos y a la presencia de picos de ruido, que pueden atenuar los valores a altos o bajos valores de tiempo de tránsito.
- El registro de Rayos Gamma, presentó muy poca variación a lo largo de la sección repetida, obteniéndose mayores niveles de dispersión de los datos en las zonas definidas como lutitas, debido a la alta radioactividad encontrada y a las variaciones estadísticas que éstas presentan.
- El registro de Densidad fue el que presentó menor variación de todos los registros analizados, caracterizándose por presentar una desviación estándar promedio de 1.19%, las cual se debió principalmente a los pequeños derrumbes y calidad del hoyo.
- El registro de Neutrón igualmente presenta una muy baja variación, repitiendo los valores con un 6,37% de error a nivel de toda la sección.
- El impacto principal que generó el tiempo de exposición del hoyo, sobre la interpretación de los perfiles, está directamente asociado con las características del fluido de perforación y la calidad del hoyo.

## RECOMENDACIONES

- Es necesario que las condiciones ambientales sean muy similares al momento de realizar este tipo de ensayos.
- Utilizar esta metodología para casos muy parecidos y así poder llevar un estudio completo de las consecuencias que se originarían al momento de analizar los registros adquiridos a tiempos distintos.
- Realizar perfiles de invasión en las arenas, en la cual se involucren parámetros como la resistividad, porosidad, permeabilidad, etc., para tener un mejor

conocimiento de la zona lavada, zona de transición y la zona virgen.

- Correr en pozos similares y para futuros estudios, el registro caliper de alta resolución en fechas diferentes, para evitar incertidumbre a la hora de evaluar los resultados de los perfiles de investigación somera.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BASSIOUNI Z.** (1994) **Theory, Measurement, and Interpretation of Well logs.** Henry L. Doherty Memorial Fund of AIME, Society of Petroleum Engineers, Richardson, Texas, p.372
- BAIRD T, DRUMMON R** (1998) **High-Pressure, High-Temperature Well Logging, Perforating and Testing.** Oilfield Review. Summer 1998
- ESPINOZA, C.,** (2003), **Análisis de Registros a Huevo Abierto a Tiempos Distintos de Exposición bajo Ambientes Hostiles Campo Píritu, Oriente de Venezuela.** Trabajo Especial de Grado, Universidad Central de Venezuela.
- GARCÍA, Eduardo** (1999) **Curso básico de perfiles de pozo en Hoyo Desnudo.** CIED PDVSA, Puerto La Cruz 200 p.
- WALPOLE R., FREUND J.** (1990) **Estadística aplicada con aplicaciones.** Editorial Prentice-Hall. México.