

Valoración de la Herramienta “WaveSonic” y su contribución a la evaluación de formaciones

Carlos Andrés Oyola Mosquera. Ing. de Petróleos. USCO.

Alejandro Valderrama Olaya. Ing. de Petróleos. USCO.

Resumen

En el presente trabajo se realizó el soporte teórico de los registros sónicos haciendo énfasis en la herramienta de nueva tecnología WaveSonic™. El tema es tratado, a partir de la descripción teórica de las ondas, tipos de ondas y sus propiedades que se generan a partir de este tipo de herramientas seguido de conceptos básicos necesarios para una confiable evaluación de formaciones.

Finalmente se describe una operación hecha en campo detallando cada uno de los pasos que se siguieron en la corrida de la herramienta, además la interpretación de la data que se obtuvo y las recomendaciones respectivas que se hicieron con respecto a este pozo para los trabajos pertinentes de aumento de producción.

Palabras claves: Registros Eléctricos de Pozos, WaveSonic, Refracción y Reflexión de Ondas, Anisotropía, Ondas P, Ondas S, Mecánica de Rocas, Propiedades Petrofísicas.

Abstract

In this document we made the theoretical support of the sonic logs doing emphasis in the new technology WaveSonic™ tool. The topic is treated, from the theoretical description of the waves, types of waves and its properties, that are generated starting from this type of tools followed by necessary basic concepts for a reliable formations evaluation.

Finally, it described an operation made in field, detailing each steps that we continued in the running of the tool, besides, the interpretation of it data it that it was obtained and the respective recommendations that it made with regard to this well for the pertinent works of production increase.

Introducción

Existen diferentes registros para múltiples fines que se utilizan durante la etapa de perforación de un pozo o desarrollo de un campo. Cuando se corre un registro se determinan diferentes propiedades tanto de la formación como del fluido existente; estas propiedades juegan un papel muy importante para los diferentes trabajos que se puedan realizar en un pozo, y es por eso que se hace necesario una cuidadosa interpretación de los datos finales del registro.

Uno de los registros más versátiles, es el registro sísmico de dipolo cruzado, que se basa en el principio físico de refracción de ondas. Esta herramienta se puede correr tanto en pozos de hueco abierto como en pozos de hueco revestido; esta generación llamada "WaveSonic" es una herramienta que presenta un transmisor monopolar, dos transmisores dipolares y un arreglo de ocho anillos con cuatro receptores cada uno, la cual la hace diferente y más versátil que las anteriores herramientas. Con esta es posible determinar propiedades petrofísicas como la porosidad primaria y propiedades geomecánicas de la roca en formaciones inconsolidadas, lo cual no era posible con las anteriores herramientas y que son importantes para realizar una confiable caracterización de la zona de interés en la cual se corre el registro.

Actualmente a las propiedades mecánicas de la roca, medidas por la herramienta "WaveSonic", se suma la determinación del porcentaje de anisotropía presente en el yacimiento, que es la no uniformidad del mismo; su determinación es importante para planear trabajos encaminados a aumentar la producción de un pozo; teniendo en cuenta la directa proporcionalidad que hay entre la anisotropía y el número de fracturas en la zona de interés.

Adquisición del registro

Al llegar a la locación, se debe reportar al jefe del equipo y elegir el lugar más adecuado para el parqueo de la unidad de registro; a la espera de la orden del representante de la compañía operadora para iniciar el trabajo.

En la locación se debe:

- **Chequear la sarta de herramientas a correr.** Se procede a sacar cable, a encender el generador y chequear el sistema junto con la sarta de herramientas a correr en el pozo, igualmente se procede a chequear las ruedas de medición de profundidad y medidor de tensión para detectar posibles anomalías y poder corregirlas a tiempo.
- Alistar la sarta de herramientas en la planchada.
- **Hacer el Rig-up.** Es el proceso que comprende armado e izamiento del juego poleas (inferior y superior), ancla, tensiómetro, cabeza del cable del tensiómetro, intercom, cable del intercom y cabeza del cable de registro sobre la mesa y la torre.
- **Armar verticalmente la sarta en la boca del pozo.** Consiste en la conexión vertical de la sarta de herramientas a correr con la cabeza del cable de registro en la boca del pozo. Para esta configuración de la sarta fue así (de arriba hacia abajo): D4TG - Wavesonic™ -EMINAV. Teniendo en cuenta retirar los protectores de aluminio al momento de conectarla con la sarta.
- **Toma de referencia.** Consiste en ubicar la unión entre la cabeza del cable de registro y la herramienta de telemetría D4TG como punto de referencia de profundidad en la mesa rotaria teniendo en cuenta la rotaria de perforación.
- Alimentar eléctricamente la sarta de herramientas.
- **Programación de la frecuencia de disparo.** Antes de iniciar la toma del registro, se debe reiterar la frecuencia de disparo acordada, a la cual operarán los transmisores dipolos; esta decisión de toma con anticipación entre representantes de la compañía operadora y el analista de registros. Para nuestro caso de estudio se operó con una frecuencia de 2.2 KHz para rocas duras, debido al alto grado de

consolidación de la formación en el nivel superior. La programación de esta frecuencia se hace en el MIT (Master Instruction Table) en el sistema de superficie, igualmente, en el "Flash Table" se introducen datos de geometría de pozo, fluidos del pozo, fluidos de formación y características de formación.

- **Log down.** Es el proceso de bajar la sarta hasta llegar al tapón removible registrando simultáneamente, verificando lecturas del tiempo de tránsito de la onda - P en tubería libre que debe ser del orden de 57 mseg/pie, además, verificar la forma de onda como parámetro de control de calidad.
- **Toma de registro en sección repetida.** A partir del fondo, se hace un registro preeliminar de 200 pies con una velocidad constante de 30 pies/min para ubicar en profundidad la herramienta y correlacionarla con un registro anterior del pozo.
- **Toma del registro principal.** Una vez hecha la sección repetida y la herramienta ya ubicada en profundidad, se vuelve a fondo para dar inicio a la toma del registro principal que comprende el intervalo de (2930 - 2100 pies), a una velocidad constante de 30 pies/min. Debido a que la capacidad del sistema de superficie es insuficiente para ver en tiempo real toda la información que se puede obtener con la herramienta Wavesonic™, se tuvo la obligación de seleccionar una parte de la información para lograr monitorear durante el registro.

Durante el registro se logró ver las pistas correspondientes a los datos de gamma ray, tensión, profundidad, tiempo de tránsito de las ondas del monopolo, tiempo de tránsito de las ondas de los dipolos X y Y.

Mientras se corría el registro, se tuvo en cuenta monitorear la actividad de cada uno de los receptores por medio del sistema en superficie, para estar seguros de su buen funcionamiento durante el registro. En este caso se tuvo que seleccionar la la

pantalla de monitoreo de la actividad de los receptores que reciben las ondas del monopolo por lo anteriormente escrito.

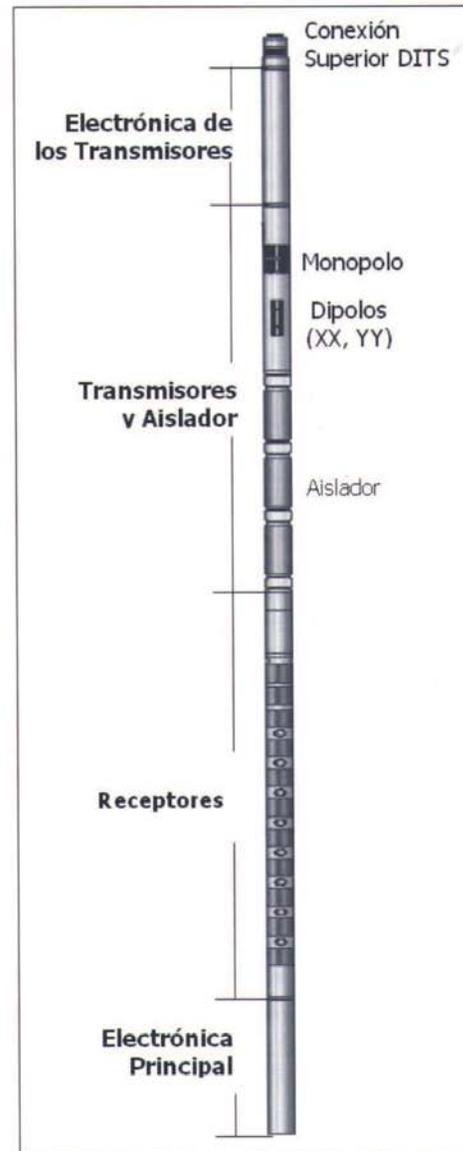


Figura 1. Esquema WSTT.

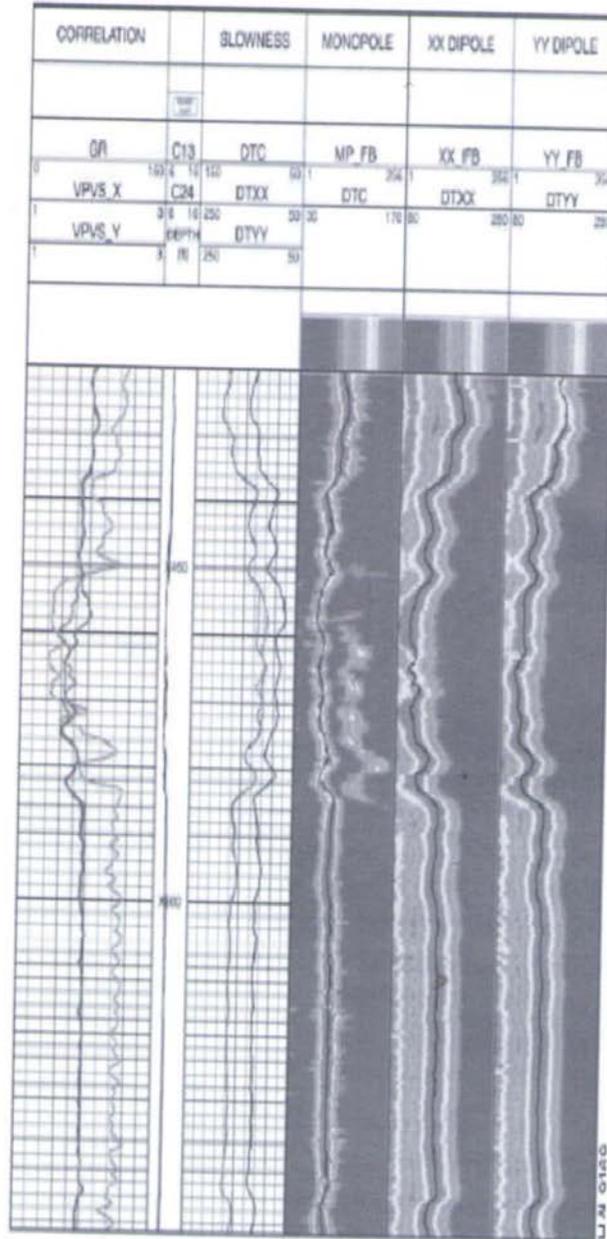
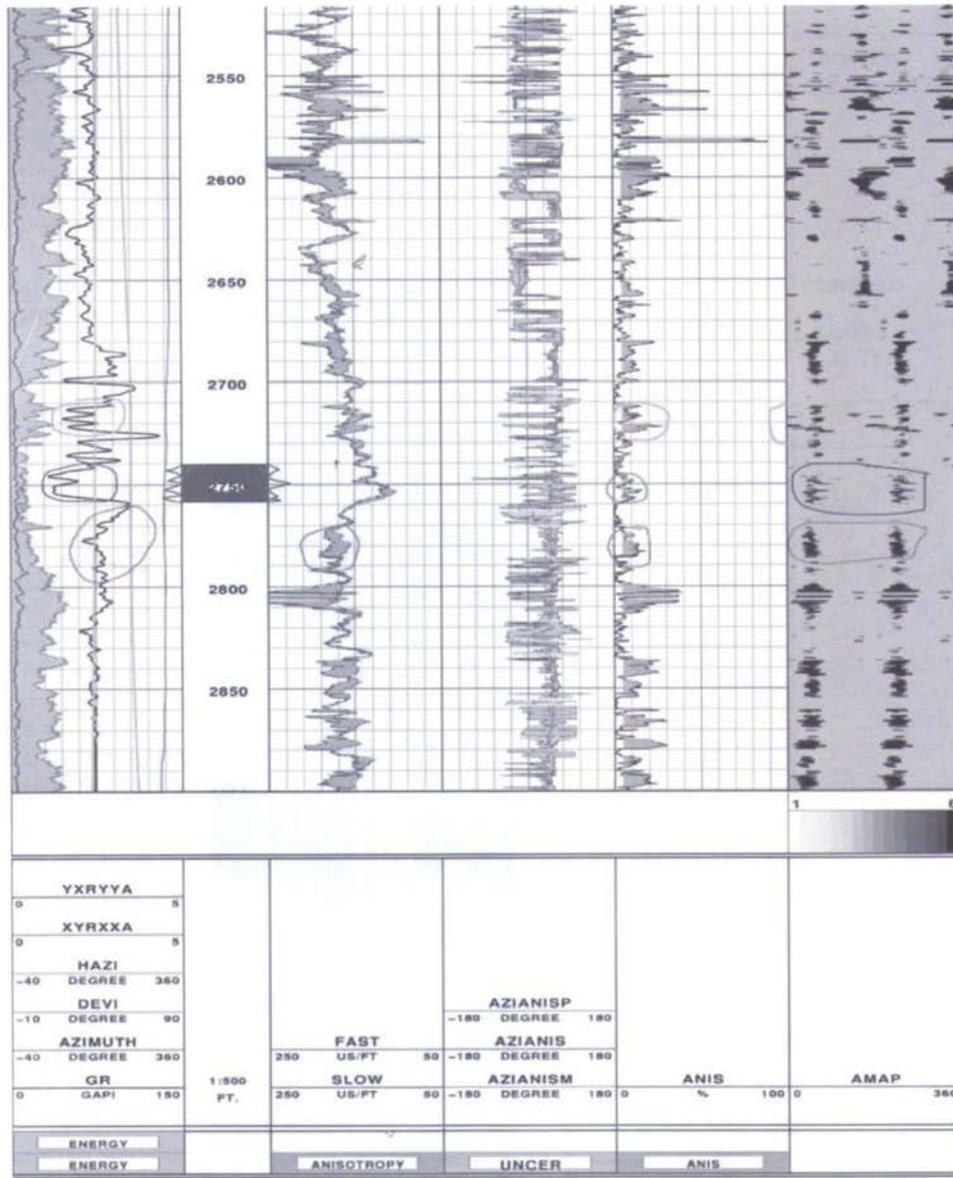


Figura 2. Δt por el método de semblanza.



Conclusiones

El uso de las herramientas dipolares ofrece parámetros de gran importancia al momento de realizar una confiable evaluación de formaciones y así planear estrategias de trabajo para el aumento de la producción de un pozo.

Con el uso de una herramienta dipolar se puede obtener una relación entre las velocidades de las ondas "flexural" del pozo y las ondas de corte de la formación logrando estimar un $\Delta t_{\text{formación}}$ cuando se presentan formaciones lentas o inconsolidadas en las que $\Delta t_{\text{formación}}$ es mayor que Δt_{fluido} .

En el intervalo registrado encontramos que la zona comprendida entre los 2740 – 2758 pies que ya estaba cañoneada presenta un 15% de anisotropía y existe una zona comprendida entre 2711 – 2755 pies que presenta un 30% de anisotropía, las cuales ameritan que se planeen trabajos de recompletamiento.

Recomendaciones

Al momento de correr un registro sísmico, especialmente con herramientas de última tecnología como esta, se debe tener especial cuidado que la herramienta esté totalmente centralizada, ya que es el requisito más importante cuando se va a realizar un análisis anisotrópico.

Para el operador de la herramienta de dipolo cruzado sería de mucha utilidad y conveniencia tener bases teóricas sólidas sobre geología, perfilaje de pozos e interpretación de registros, con el fin de sacar el máximo provecho a los adelantos tecnológicos de la herramienta, los cuales están profundamente relacionados con fenómenos, variables y comportamientos de las formaciones en el subsuelo.

Siempre que se solicite un servicio de registro sísmico, hacer uso de la herramienta de dipolo cruzado; ya que además de presentar la información convencional de las herramientas sísmicas, se puede grabar y guardar información adicional que en un futuro le puede interesar al cliente.

Referencias Bibliográficas

1. ANISOTROPY PROCESSING OVERVIEW. Halliburton. 2000.
2. HERNÁNDEZ, Antonio. RODRIGUEZ, Eduardo. TORNE, Juan. LAZO, Jorge. KESSLER, Calvin. "Case Histories - Combining Crossed Dipole Sonic Anisotropy and Oriented Perforating to Optimize Hydraulic Fracturing in the Burgos Basin - Reynosa, Mexico" Paper SPE 92014. Presentado en la Exhibición y Conferencia Técnica Anual SPE. Puebla, Mexico. 8 – 9 de Noviembre de 2004.
3. JIMENEZ, Freddy. SANCHEZ, José. MESA, Harold. RODRIGUEZ, Ricardo. KESSLER, Calvin. "Using Cross Dipole Sonic anisotropy Data to Improve Reservoir Understanding in the Southern/Marine Areas of Mexico" Paper SPE 80204. Presentado en la Exhibición y Conferencia Técnica Anual SPE. Denver – Colorado, USA. 5 – 8 de Octubre de 2003.
4. KESSLER, Calvin. VARSAMIS, Georgios. "A New Generation Crossed Dipole Logging Tool: Design and Cases Histories" Paper SPE 71740. Presentado en la Conferencia Técnica Anual SPE. New Orleans, USA. 30 de Septiembre – 3 de Octubre de 2001.
5. OPEN HOLE and CASE HOLE LOGS FORMATION EVALUATION MANUAL. Halliburton 1995.
6. SEARS, Francis y ZEMANSKY, Mark. Física. Madrid, Aguilar, 1969.
7. SONIC TOOL OPERATION. Halliburton. Training Manual for Excel 2000.
8. USSEL, Dan. <http://www.kettering.edu/~drussell/demos.html>. Applied Physics Kettering University. 2002.
9. WAVE SONIC CROSS DIPOLE. Field Operation Manual. Halliburton. 2003.
10. WORK FLOW ANISOTROPY PROCESSING. Halliburton 2000.