

ADQUISICION SISMICA – TELEDETECCION CARACTERIZACION DEL CAMPO ONDULAR EN LAS CUENCAS MARAÑON Y UCAYALI

Soto Javier, Asto Raúl, Saca Manuel

Email: javier.soto@cepsa.com, raul.asto@cepsa.com, Manuel.saca@cepsa.com,

La Cuenca sedimentarias del Río Ucayali, es de conocida filiación petrolífera, han venido siendo estudiadas durante los últimos 30 años sobre la base de la información sísmica, en la modalidad del Punto Común de Reflexión Sísmica CDP.

Los receptores, sismógrafos, la transmisión de señales y estabilidad de las fuentes de energía sísmica, necesaria para generar imágenes CDP, evolucionaron a mejor en los últimos años. La palabra sísmica, pasó de sistemas binario a tecnologías Delta Sigma de 24 bits, con una consecuente mejora de precisión y ampliación del Rango Dinámico de los sismógrafos, hasta hacerlos conmensurables con el Rango Dinámico de las señales y ruidos. Se probó la transmisión de información en forma radio telemétrica en tiempo real, asimismo, se experimentó con explosivos de diferente velocidad de deflagración, longitud y diámetro de los patrones en relación con el ancho de banda de los pulsos generados.

Del mismo modo la teledetección satelital, que es el conjunto de técnicas que permiten obtener información acerca de un objeto, área o fenómeno a través del análisis de datos adquiridos por un sensor que no está en contacto con el objeto en estudio, mejoró sustancialmente el producto de las imágenes en lo que respecta a su resolución llegando a ser cada vez más importantes en la captación de objetos con tamaño de píxeles de 0.6 a 1 metro. Con la mejora de los sensores remotos, el número de bandas de su espectro y la aparición de nuevas tecnologías satelitales con la incorporación de mayor cantidad de receptores GPS. Otra herramienta es el Modelo de Elevación Digital (DEM) que representa la distribución espacial de la altitud de la superficie del terreno y que reflejan las características morfoestructurales de la superficie (pendiente, orientación, etc.). Asimismo los sistemas de visualización, en su mejora, han permitido el filtrado e integración de datos sísmicos, geopotenciales, imágenes satelitales, DEM, mapas geológicos, geomorfológicos y otros.

En estas Cuencas sedimentarias, se han registrado innumerables pruebas de campo (pruebas de cantidad y profundidad de explosivos, Análisis de ruido), dirigidas a caracterizar la Cinemática y la dinámica del campo Ondular, con la finalidad de sintetizar variables geométricas entre receptores y señales de los sistemas de registro (longitud de cables de receptores, longitudes de espaciamientos entre receptores, distancias mínimas y distancia máximas a las fuentes) y así respetar las leyes de la física que sustentan los fenómenos de reflexión, refracción, difracción de rayos y finalmente los fenómenos que implican el tratamiento de señales en el método del CDP. En el presente artículo se discute la utilización de la información preexistente y los datos de sensores remotos para la planificación de levantamientos sísmicos.

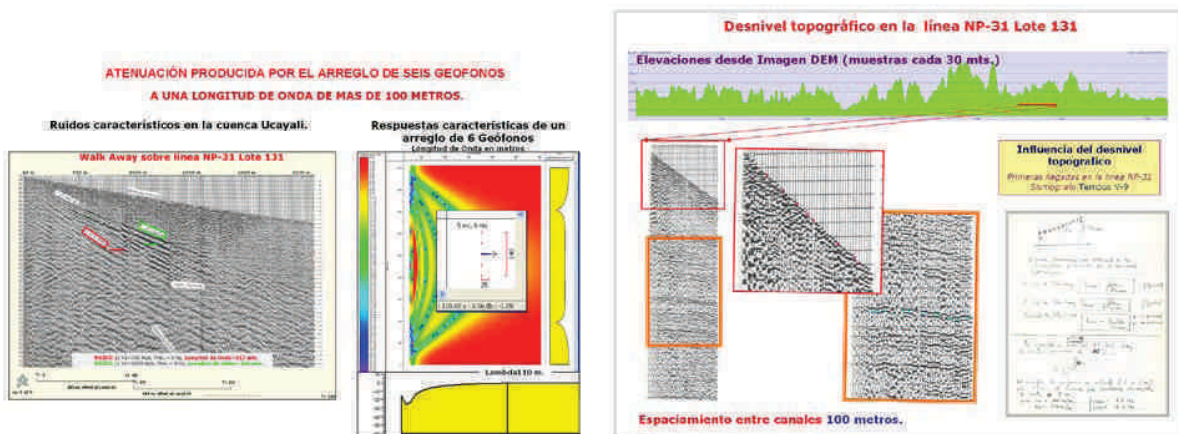
ANTECEDENTES

En CEPSA contamos con información de un análisis de ruido residual (Walk Away) registrado por la compañía Sísmica SA, en el año 1989 sobre la línea NP-31 y pruebas de profundidad y cantidad de explosivos. Esta información antigua es de mucho valor y es necesario prestar todo el esfuerzo para ubicarla, analizarla y así poder precisar las distancias máximas de los tendidos. La distancia máxima de los tendidos de registro sísmico nos ayudaran a pasar al estudio de sedimentos del pre-cretaceo, entendiendo que existe una relación arbitraria distancia máxima de tendido aproximadamente la profundidad máxima del horizonte de interés.

La siguiente discusión se toma en el ejemplo de la programación de un levantamiento en la cuenca Ucayali.

¿Geófonos extendidos o agrupados? En la actualidad aun se continúa con esta incógnita. La respuesta esta en entender cual puede ser el desfase de los arribos de las reflexiones a los Geófonos en la ristra y por otra parte cual es la longitud de onda aparente de los ruidos característicos en el área de trabajo. Para aclarar primero se analizo una imagen DEM, a partir de esta se obtuvo perfiles de elevación del terreno a lo largo de cada una de las líneas propuestas, con la finalidad de y se comprobó que existe desnivel topográfico que alcanza un 40% de pendiente en extensas zonas del área de trabajo. Segundo se aprecio el Análisis de Ruido (figura No 1) registrado en 1980 sobre la línea NP-31 y los shots gather de la línea NP-31 (figura No 2). El análisis de ruido se capto con Geófonos espaciados cada 10 metros, esto nos da una idea del efecto del desnivel topográfico en las primeras llegadas, obsérvese que en algunos casos alcanza un periodo aparente. Por otra parte el dispositivo diseñado para recolectar ruidos y capto dos ruidos que interfieren los frentes de onda de las reflexiones. El primero de 700 m/s de velocidad aparente, frecuencia aparentes de 6 hercios, longitud de onda de 117metro, el segundo de velocidad aparente de 1000 m/seg., frecuencia aparente de 9 hercios y longitud de onda aparente de 106 metros.

El desfase producido por los cambios de elevación del terreno y la longitud de onda de los ruidos indican que con arreglos de 6 geófonos sobre 25 metros, no podríamos cancelar ruidos de longitud mayor a los 25 metros. Tomamos los 25 metros como máximo extensión de la ristra, con lo cual se concluye en que el agrupamiento no es necesario por cancelación de ruidos y se comportaría como un filtro de altas frecuencias debido a los desniveles topográficos. Para conservar el efecto estadístico seria recomendable usar Geófonos agrupados o Geófonos digitales.

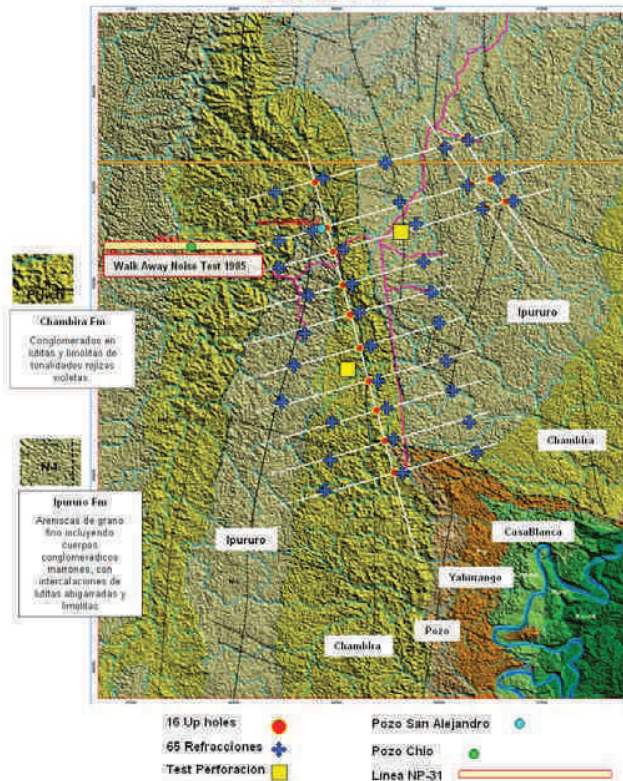


¿ANÁLISIS DE RIESGO SISMICO?

La combinación de una imagen DEM con el mapa geológico (figura No 3), son útiles para el diseño de la sísmica, para la programación de pruebas experimentales, zonificación del esfuerzo sísmico de campo (perforación de pozo, accesibilidad, ubicación de campamentos, planeamiento de las políticas HSE).

En la imagen DEM superpuesta con el mapa geológico, se aprecia que un 50 % del área de trabajo es topográficamente accidentado, y que afectara los arreglos de Geófonos. La litología de los suelos según esta imagen, ayuda a formular de manera mas precisa las tareas que deben ejecutar las compañías de servicios de levantamiento sísmico. Las zonas delimitadas son, el **Área 1** Flanco Oeste de la falla inversa de San Alejandro. Obsérvese los perfiles de elevación de terreno, en la figura N0 1. Esta zona sobrepasa los desniveles tolerables de desnivel topográfico necesarios para preservar las frecuencias aparentes de las reflexiones primarias, el **Área 2** Flanco Este de la falla Inversa San Alejandro. Obsérvese los perfiles de elevación de terreno, en la figura y **Área 3** Situada al sur del levantamiento.

MAPA DE ANALISIS DE RIESGO SISMICO



Se confecciono un mapa de riesgos sísmicos con la finalidad de racionalizar los esfuerzos de campo de los Up Hole surveys y refracciones cortas. El programa permitirá confeccionar un mapa de velocidades de Weatherin y subweatherin usando Cokriging y el mapa geológico como condicionante externo. El mapa de velocidades nos permitirá probar la hipótesis de existencia de Anomalías estáticas de Periodo Largo, las cuales pueden no ser un problema en el presente estudio, por la magnitud de los cierres estructurales, pero que ha sido observado en otras zonas de la cuenca Ucayali.

Hoy en día es factible pensar en utilizar estos avances y rescatar la importancia de la integración multidisciplinaria descrita para poder optimizar la caracterización del campo ondular que permita el planeamiento sin excesos y la ejecución de los levantamientos sísmicos dentro del marco de las políticas de QHSE, calidad, salud y seguridad del medio ambiente.

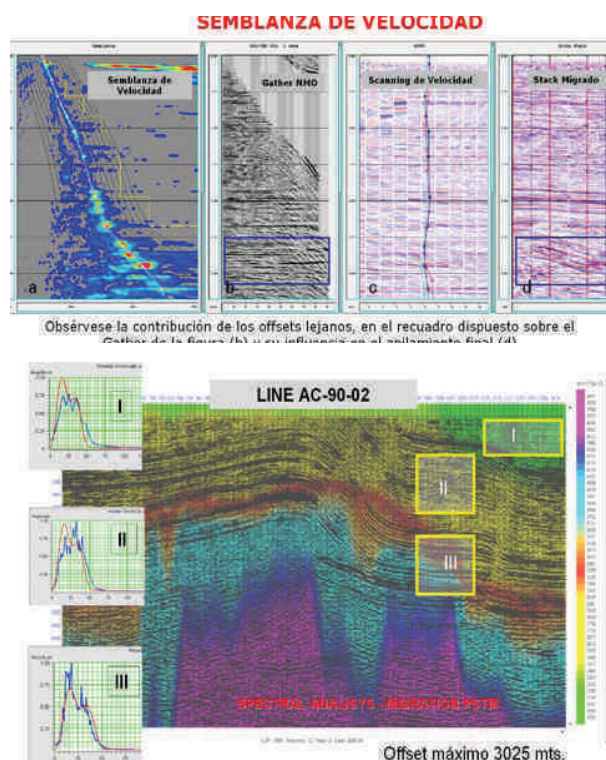
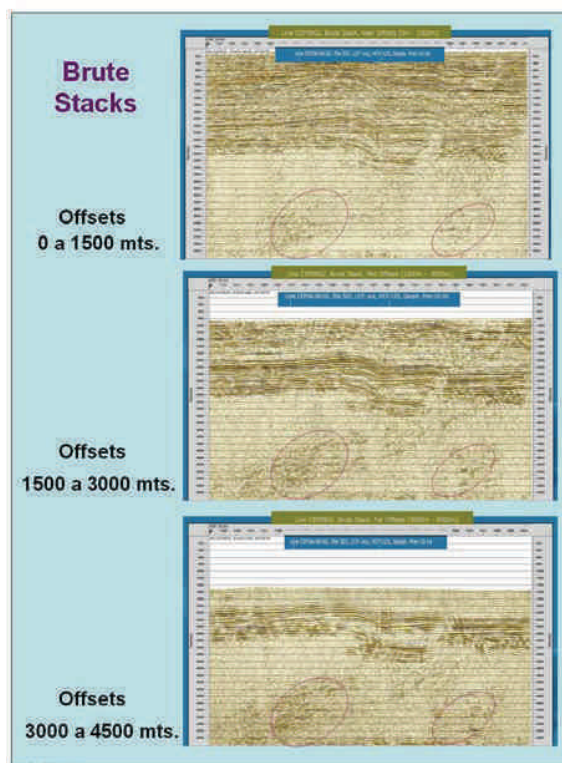
Distancia máxima de los tendidos de registro (Offset máximo)

Se realizo pruebas de apilamiento por offsets sobre la línea sísmica CEPESA-09-02 (figura No 4), a distancias de 0 a 1500, 1500 – 3000 y de

3000 a 4500 metros. Con la finalidad de estudiar las distancias máximas de los tendidos se apilo a diferentes distancias, las secciones sísmicas AC-90-02 y líneas registradas por CEPESA en el año 2009. Se reviso los CDP gathers de diferentes surveys, para diferentes distancias máximas y no se encontró distorsión de las ondulaciones debido a la aplicación de NMO. Entonces como mínimo se puede extender el tendido a 3200 metros, sin peligro de estiramiento y la consecuente cancelación de parte de los registros. Sin embargo ya los apilamientos en distancias largas de 3000 a 4500 metros nos indican que hay información utilizable. Se observan eventos sísmicos coherentes, profundos sobre los 3 segundos de grabación que evidencian que se puede mejorar las imágenes en la sección del precretaceo. Las semblanzas de velocidad de la figura X, muestra eventos con buzamientos pronunciados, ver el recuadro azul (d) y de velocidades altas (c). Estos eventos se ven distorsionados hasta bajar su frecuencia a frecuencias muy baja, las cuales son difíciles de apreciar en los shots gather, sin embargo los CDP gathers son claros y los muestran como anomalías AVO de tipo I, demasiado dudosas. Las distancias máximas de 4500 metros no son excesivas.

Frecuencia natural de los Geófonos

Durante la interpretación de la información del levantamiento sísmico, se detecto frecuencias en el orden de los 6 hercios (figura No 5 recuadro azul en la derecha), vistos en las secciones apiladas y migradas. En un principio se pensó en frecuencias bajas artificiales, asociadas al estiramiento de las ondulaciones, producido por el NMO. Con esta hipótesis, se realizo análisis espectrales sobre CDP gathers y shots gathers, los resultados de los análisis, indican que si, existen frecuencias bajas asociadas a señales reflejadas. Es probable que la reflexiones profundas, por teoría de mas baja frecuencia no estén sumándose con toda su energía suficiente en los eventos profundos, que en la actualidad son objetivos exploratorios. Se presume que se podría utilizar Geófonos de frecuencia natural más baja (8 HZ) o digitales de paso libre en bajas frecuencias (Geófono 3D).



Velocidad de deflagración de explosivos .En la cuenca Marañon se realizó un prueba de comparación del ancho del pulso y los espectros de frecuencia generados por la Pentrita y los Nitratos de Carbono, a diferentes profundidades cada 300 metros hasta alcanzar la profundidad final de 3700 metros (VSP pozo Chambira 157). Los sedimentos Terciarios y Cretácicos responden a la Pentrita (de velocidad igual a 7000 m/s), con un ancho de banda que alcanza los 50 hercios. Los Nitratos (de velocidad igual a 7000 m/s) solo excita los sedimentos del Terciario y Cretácico generando frecuencia predominantes alrededor de los 30 Hercios. Existe diferencia en los espectros hasta los 1500 metros de profundidad *one way*, se demostró que a profundidad mayor esta diferencia desaparece.

Obsérvese la sección sísmica de la línea AC-90-02, reprocesada por CEPSA en modalidad PSTM. Esta sección se analizo en varias ventanas y se muestra los espectros más representativos de la sección cretácica y terciaria. Los espectros no muestran armónicas superiores a los 60 hercios de frecuencia aparente. Esto contradice la idea del uso de Pentrita de velocidad de deflagración de 7000 m/s., ya que se esperaba frecuencias mucho más altas que en la sección superior.

CONCLUSIÓN

Se concluye que la integración de las interpretaciones de sensores remotas, aunados a la re ingeniería de la vasta información sísmica disponible en las cuenca sedimentarias del Perú, permite racionalizar los esfuerzos sísmicos de campo, con un efecto económico favorable.