
Solución a un problema estático en un área con topografía abrupta usando una velocidad de reemplazamiento variable

LUIS ANTONIO CASTILLO LÓPEZ

Profesor Asociado, Universidad Nacional de Colombia, Curso posgrado en Geofísica
e-mail: icastillo@ciencias.unal.edu.co

CARLOS PEDRAZA

Analista Senior, Petroseis Ltda.

RESUMEN

Teniendo en cuenta que para poder obtener una buena imagen del subsuelo, es necesario que las soluciones estáticas sean las más acertadas posibles en la etapa inicial del procesamiento, y no gastar tiempo en ensayos con procesos más sofisticados, sin tener resuelto el problema estático, se propone implantar un método de procesamiento usando un modelo de velocidad de reemplazamiento variable en el cálculo de la solución estática.

Se pretende explicar que el valor de la velocidad de reemplazamiento influye notoriamente en la imagen de la estructura, la cual puede verse deformada en gran magnitud. También puede ser cuestionado cómo ha sido asignado este valor de manera constante en los proyectos, dando más importancia al amarre con áreas cercanas que a la solución misma del problema estático.

Se mostrará un estudio en que se emplea una serie de datos reales procesados a partir de un modelo de velocidad de reemplazamiento variable y otra con un modelo de velocidad constante, las que –al ser comparadas y analizadas– dan como resultado grandes contrastes en las imágenes obtenidas.

Este método se ha ido desarrollando durante el procesamiento de información de las áreas con variaciones severas de topografía en Colombia. En el caso del área del piedemonte llanero, usando el paquete interactivo ProMAX, algoritmo Gauss-Seidel.

PALABRAS CLAVE: REFRACCIÓN, SUPERFICIE IRREGULAR, CORRECCIONES ESTÁTICAS, PROCESO

ABSTRACT

A problem in the reflection seismology is the precise determination of field statics correction that have to be applied to the reflection data in order to eliminate effects of weathering layer. Normally these corrections are calculated by shallow Reflection Surveys. The waves refracted at the weathering layers are in the reflection seismograms and constitute part of the called "first breaks". These are waves where the source-receiver ray trajectories are located within the weathering layer and partly along its bottom. The arrival times through the weathering layer needed to compute the field statics corrections. In this work, a simple and efficient method is described to obtain field statics using only field seismograms recorded by the CDP configuration. As input data ones considered: a) the surface topography of the seismic line, b) the first breaks and c) the geometry data. The method consists of determining from a starting velocity model, this model has a layer constructed taking into average thickness a velocity for the area.

The method propose to seismic processing, was tested on raw register an a seismic line with abrupt topography in a Colombia area. The obtained corrections with variable velocity were better than those computed with a constant velocity model.

The statics solutions are necessary to obtain a good subsurface image. But in the initial processing sequence it is necessary, and do not spend time in surveys with other process, that do not resolve the static problem. In this paper a processing using static model calculate with variable velocity is proposed.

This method have been development in the processing data in areas with irregular surface. For instance, Piedemonte Llanero. The software calculation is ProMAX, algorithm Gauss-Sediel.

KEYWORDS: REFRACTION, IRREGULAR SURFACE, STATIC CORRECTIONS, SEISMIC PROCESSING

INTRODUCCIÓN

Los datos sísmicos son mostrados como si fueran adquiridos (disparados y registrados) sobre una superficie plana (figura 1), sin mostrar los cambios por elevación existentes en el área que se va a prospectar. Esta hipotética superficie plana es conocida como el *datum sísmico*. Para reemplazar las capas cercanas de la superficie, entre la superficie del terreno y el datum, con la intención de remover los efectos de tiempo relacionado a diferencias en la elevación de la superficie.

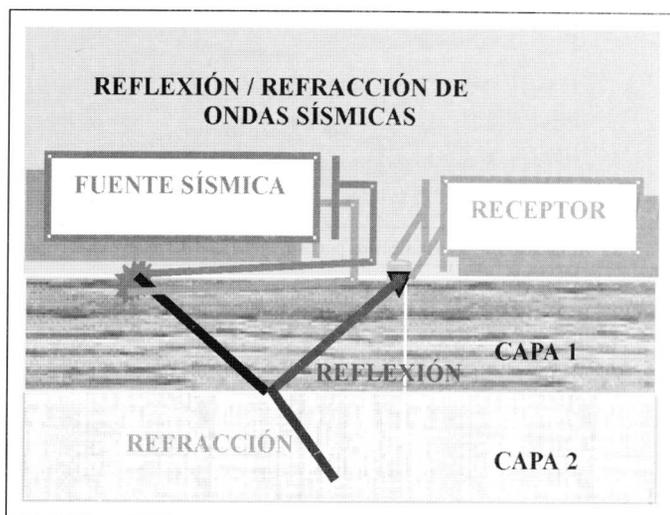


Figura 1. Cuadro esquemático de un par fuente – receptor y la trayectoria de rayo, que incide sobre un medio.

La velocidad de la segunda capa es comúnmente usada para la velocidad de remplazamiento. Este procesamiento “rule of thumb” se basa en la suposición que la segunda capa representa el promedio de velocidad entre la superficie y el datum. También se asume que con esta velocidad pueden ser removidos adecuadamente los efectos de estructuras en tiempo, causados por cambios en la elevación de superficie.

Se debe tener en cuenta que este procedimiento, efectuando un promedio de velocidad en un modelo donde la estructura es compleja (caso particular de muchas estructuras encontradas a lo largo de la geología colombiana) da como resultado una estructura o imagen deformada de la misma. En esta presentación no se pretende discutir el procedimiento anterior, sino dar otra alternativa a una mejor aproximación o interpretación de un modelo.

MARCO TEÓRICO

Un gran problema encontrado en prospección sísmica de reflexión es la determinación precisa de las correcciones estáticas que deben ser aplicadas a los datos para eliminar los efectos de la topografía en la Zona de Baja Velocidad (ZBV). Las ondas refractadas en la base de la ZBV, generalmente representadas en los sismogramas de reflexión como primeros arribos, son ondas cuyas trayectorias de los ra-

yos, desde la fuente hasta el receptor, se localizan predominantemente a lo largo de la ZBV y de la base. Estas señales deben contener la información necesaria para el cálculo de los tiempos de tránsito de las trayectorias verticales de las ondas sísmicas a lo largo de aquella zona y para el cálculo de las correcciones estáticas. En este trabajo se presenta un método simple y eficiente de cálculo de las correcciones estáticas de campo, a través del uso exclusivo de datos de reflexión sísmica registrados con la técnica CDP (“Common Depth Point”).

El concepto clave que enmarca la refracción sísmica se basa en la ley de Snell (figura 1), la establece que todo rayo al atravesar un medio entre dos formaciones de velocidades diferentes:

$$\frac{v_1}{v_2} = \frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} \quad (1)$$

los radios de los senos del ángulo incidente (i) y del refractado (r) son iguales a la razón de las velocidades de las dos formaciones (v_1, v_2).

Uno de los motivos para aplicar las correcciones estáticas es asegurar una buena imagen en el proceso sísmico. Las anomalías estáticas pueden producir estructuras falsas en la sección sísmica (longitudes de onda espaciales más grandes que la longitud del tendido). Las refracciones estáticas son efectivas para corregir anomalías de longitudes de onda espaciales más largas. Además, los métodos de refracción permiten determinar el espesor y las velocidades de las capas cercanas a la superficie al efectuar análisis de primeros arribos sobre los registros de campo (figura 2).

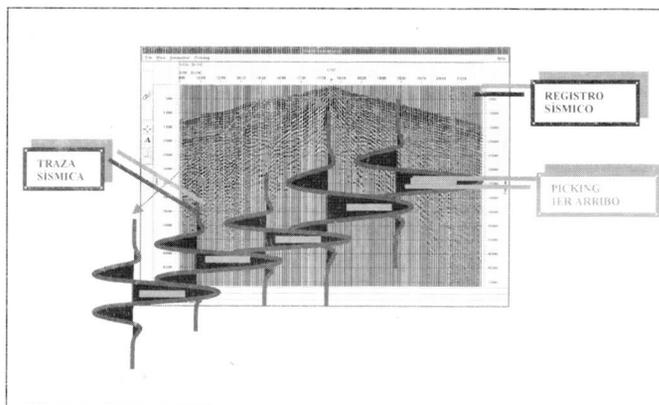


Figura 2. Registro bruto que resalta en la parte superior los primeros arribos y su picking (manual o automático).

METODOLOGÍA

Este método consiste en efectuar un modelamiento de la velocidad de reemplazamiento, usando la variación de velocidades calculadas para el primer refractor y no como una velocidad promedio.

El método fue probado en un tramo de una línea sísmica 2D, con una topografía y eventos superficiales abruptos, y los resultados muestran las diferencias entre los métodos.

Es importante recalcar que los datos sísmicos superficiales deben ser preservados si es posible para evitar cambios de estáticas antes de apilar. Cuando la topografía es severa, esto es mejor efectuado al hacer un "shift" de proceso (datum flotante) que sigue la topografía.

Cuando no es efectuado la corrección por refracción se distorsionan las reflexiones (hipérbolas) y las refracciones no son corregidas (Tilander et al, 1995).

EJEMPLO

En las figuras 3 y 4, se muestra un registro de campo al cual fue aplicado la corrección por refracción, donde pueden ser observados los cambios en los arribos vistos en cada traza, viéndose afectados tanto las refracciones y reflexiones. En este proceso las velocidades de reemplazamiento juegan un papel importante, con lo cual un modelo de velocidades variable puede ser considerado como una mejor aproximación a la geología.

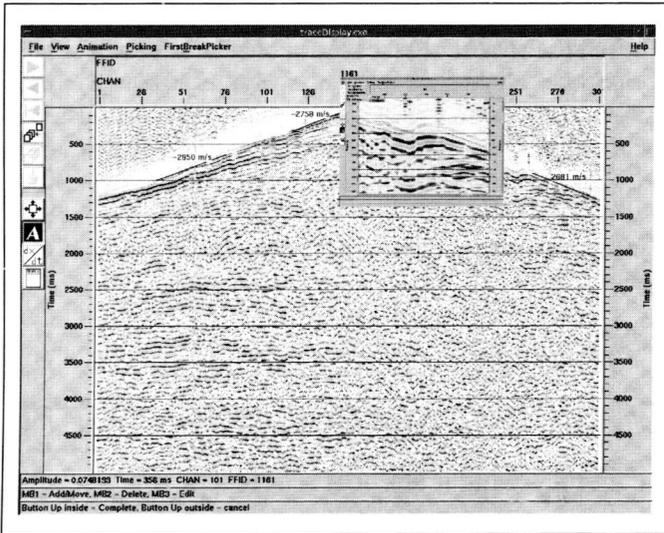


Figura 3. Registro sísmico que muestra los efectos de la topografía en la estructura de los datos.

En los resultados de las secciones apiladas con diferentes modelos de velocidades, puede observarse que los resultados son bien diferentes, con lo cual se deja a consideración el uso en la utilización de diferentes velocidades.

Según la interpretación efectuada por el interprete el modelo con una velocidad de reemplazamiento variable es mucho más aproximado a la realidad (Figuras 5 y 6).

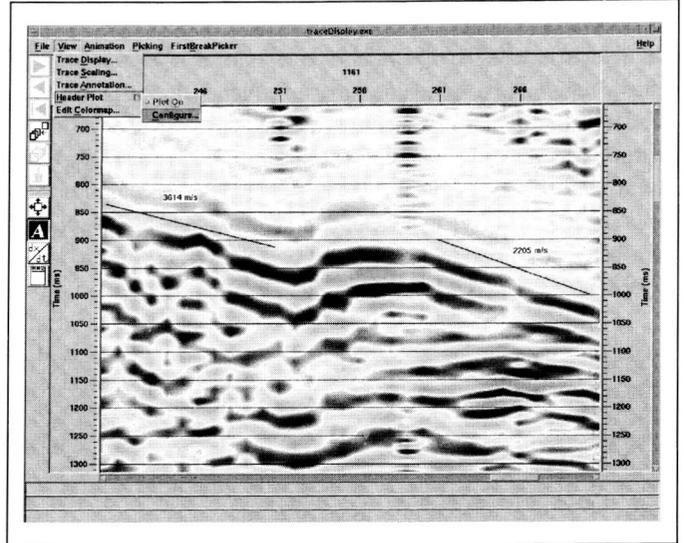


Figura 4. Ampliación de la zona afectada por la irregularidad del relieve en el registro sísmico ya mostrado.

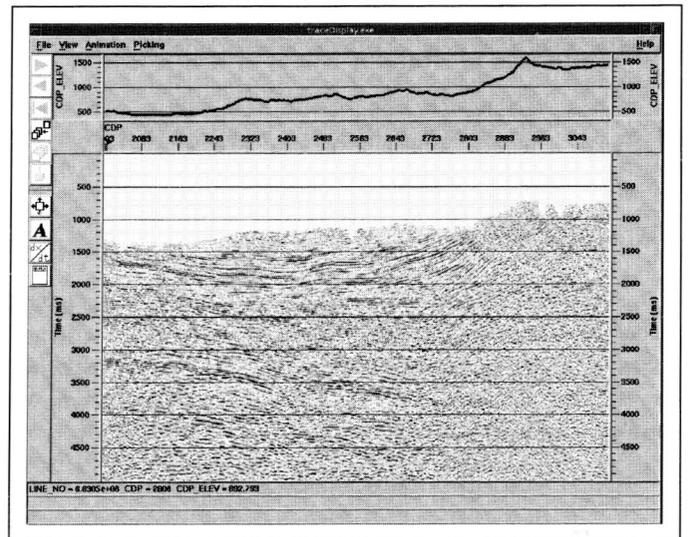


Figura 5. Sección apilada con velocidad de reemplazamiento constante.

CONCLUSIONES

Datos adquiridos en una variedad de terrenos incluyen la cordillera oriental, Los cuales presentan rocas expuestas en superficie y zonas montañosas con pendientes fuertes. Rocas de alta velocidad en la superficie pueden causar desacople disparo-receptor y malos alineamientos debido a determinación errada de estáticas.

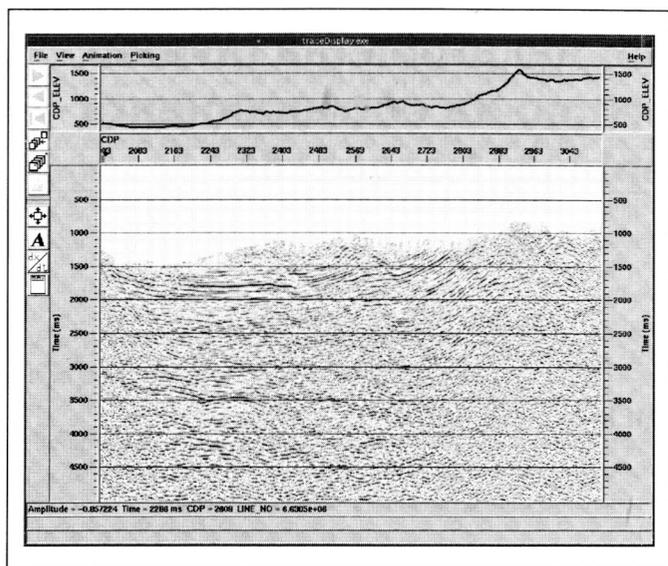


Figura 6. Sección apilada con velocidad de reemplazamiento variable.

El uso de un modelo de velocidades no muy aproximado puede dar como resultado una imagen distorsionada del subsuelo, con lo cual se recalca el uso de un modelo de velocidades más aproximado.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos especialmente al grupo de geofísica de PETROSEIS Ltda. en Bogotá, por su colaboración en cuanto a equipos, experiencia y conocimientos, al igual que a la Universidad nacional quien junto a PETROSEIS Ltda., hacen parte del desarrollo y evolución de la tecnología en procesamiento sísmico en Colombia.

BIBLIOGRAFÍA

- SHERIFF, R. E., & GELDART, L., P. 1991, Exploración sísmológica. Volumen II. Procesamiento e interpretación de datos. Noriega editores.
- TILANDER, N. G. & MITCHEL, R. G. 1995, Processing of Seismic data from overthrust areas in Latin America. Chevron Overseas Petroleum, Inc. San Ramon (California), USA.
- YILMAZ, O., 1987, Seismic data Processing. Society Exploration Geophysicists. Tulsa (Ok), USA.