

Desafío No. 1 ¿Cómo desarrollar algoritmos basados en elementos finitos para la propagación de ondas elásticas 3D a un nivel industrial usando arquitectura de supercomputación?

OBJETIVOS Y META:

Obtener soluciones que permitan desarrollar algoritmos basados en elementos finitos para la propagación de ondas elásticas 3D a un nivel industrial usando arquitectura de supercomputación.

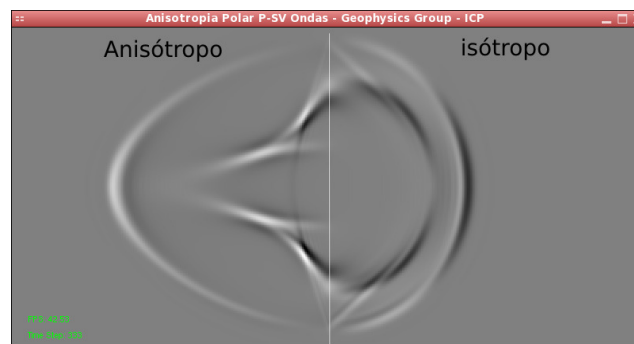
DESCRIPCIÓN:

Para obtener imágenes sísmicas de calidad en zonas de complejidad geológica estructural como el Piedemonte Llanero Colombiano; los prismas de acreción y diapiros de lodo del Caribe, las zonas de diapiros de sal en el Golfo de México; y los estratos pre-sal de Brasil, se hace necesario modelar el comportamiento de las ondas sísmicas en dichas zonas. Esto requiere conocimiento e integración de áreas como las matemáticas, física, geociencias, ingenierías y las ciencias afines a la supercomputación.

Convencionalmente, la industria de exploración trabaja con modelos sencillos de propagación de ondas sísmicas, haciendo uso de diferencias finitas o trazado de rayos; sin embargo, para tener una mejor descripción del comportamiento de las ondas en zonas complejas como fallas, cabalgamientos y diapiros, se hace necesario el uso de técnicas de elementos finitos, por ser estas apropiadas para la solución de la ecuación de onda en geometrías complejas. Infortunadamente, el uso de elementos finitos conlleva a mayores requerimientos de capacidad computacional (computación masiva). Una adecuada descripción y modelado de la propagación de ondas en medios complejos permite mejorar la obtención de imágenes sísmicas con base en técnicas de migración e inversión sísmica. Y una mejor imagen del subsuelo colombiano reduce la incertidumbre en la exploración de hidrocarburos para Ecopetrol.

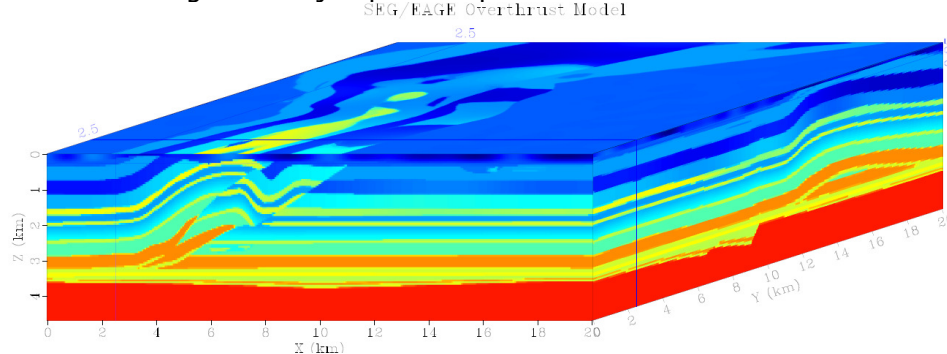
A continuación algunos ejemplos de representación gráfica de los recursos utilizados:

Figura 1. Comportamiento de las ondas sísmicas en medios con anisotropía



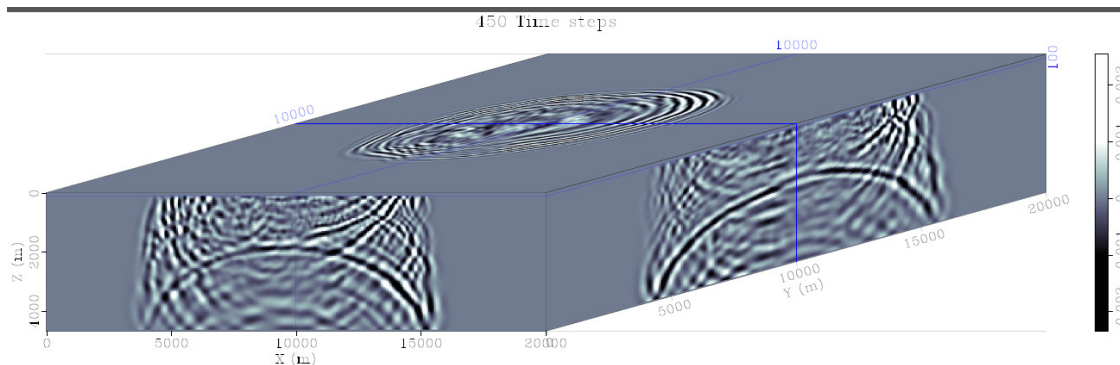
Fuente: Ecopetrol S.A.

Figura 2. Ejemplo Campo de velocidad Onda P



Fuente: Ecopetrol S.A.

Figura 3. Campos de Onda Propagándose en un volumen 3D.



Fuente: Ecopetrol S.A.

Convencionalmente la industria ha basado su desarrollo exploratorio haciendo uso de modelos de propagación de ondas con la teoría rayos (Norsar 3D®, <http://www.norsar.no/>). No obstante, el concepto del trazado de rayos tiene limitaciones para reproducir fenómenos reales de propagación de ondas sísmicas, en especial en la definición de los diapiros de sal o medios con anomalías de velocidad. Otro esquema para la solución de las ecuaciones de onda sísmica en la industria ha sido por medio de diferencias finitas (<http://www.tesseral-geo.com/>). Esta tecnología reproduce bien los fenómenos de propagación de ondas, pero tiene dificultades en la definición de la propagación de las ondas en medios estructuralmente complejos.

A nivel industrial no se tiene conocimiento de una herramienta software basada en elementos finitos para el modelado de propagación de ondas sísmicas. Se tienen reportes de aplicaciones a nivel académico, como la experiencia de la Universidad de Minas de Paris a través del consorcio internacional Seiscope (<http://seiscope2.osug.fr/?lang=en>), que hacen uso de esta tecnología para la solución de ecuaciones de onda elástica. Las soluciones a este desafío representan una oportunidad de posicionamiento y ventaja en la región, pues los posibles desarrollos



Convenio Marco 5220334
Acuerdo de Cooperación N°01
UNIRED – ECOPEPETROL S.A.

Concurso InNovaTe: Desafíos de Innovación Abierta
DESCRIPCIÓN DE DESAFIOS DE INNOVACIÓN ABIERTA



permiten tener independencia tecnológica; y la opción de crear modelos complejos; y reproducir otros fenómenos de propagación de ondas como el visco-elástico y la anisotropía. También permitirían el fortalecimiento de grupos de investigación en ciencias de la computación y geociencias.

De manera tal, que el desarrollo y uso de la tecnología con algoritmos de elementos finitos para la propagación de ondas sísmicas en medios complejos se presenta como una oportunidad también para la creación de empresas de base tecnología en este sector, con un mercado en la región, nacional e internacional.

Características Deseables de las iniciativas:

El desarrollo de la herramienta software de elementos finitos para la propagación de ondas sísmicas, debe incluir la descripción de los modelos *a priori* sobre la geología estructural para el análisis de la propagación de las ondas como una entrada de los datos. Debe tomar la información de volúmenes sísmicos y de registros de pozos. Dicho modelo sobre el que se propaguen las ondas debe tener una descripción geofísica con propiedades de las velocidades de onda P, onda S, densidad del medio en 3D; así como también la inclusión de las propiedades dispersivas y de anisotropía del medio.

El algoritmo de elementos finitos debe tener una salida relacionada con la generación de trazas sísmicas ordenadas por disparo en 3D, para una geometría óptima de adquisición. La geometría de adquisición debe coincidir con las propiedades geológicas estructurales para definir eventos sísmicos asociados a estructuras complejas.

Para el uso del software se debe contar con una interfaz de usuario grafica intuitiva y de fácil acceso. Que permita la definición y creación de los modelos de entrada 3D, el tipo de modelado sísmico: acústico, elástico, visco-elástico, isótropo o anisótropo. Con parámetros de salida para la generación de datos sísmicos sintéticos y el esquema de procesamiento óptimo a escala masiva. Se sugiere el uso de la plataforma Linux® y de open source, haciendo uso de la tecnología de procesamiento en paralelo GPGPU, OpenMP, o MPI. Como también la visualización 3D para la creación de modelos geológicos y la visualización de los datos sísmicos generados.