

DELEGATURA DE PROPIEDAD INDUSTRIAL

División de Nuevas Creaciones

SOLICITUD

PATENTE DE INVENCION

21. EXPEDIENTE No. _____

54. TÍTULO _____ METODO DE ADQUISICION DE SISMICA 3D CON GEOMETRIA
SINUSOIDAL

51. CLASIFICACIÓN INTERNACIONAL _____

71. SOLICITANTE _____ ECOPETROL S.A

DOMICILIO _____ PIEDESUESTA,, SANTADER, COLOMBIA

74. APODERADO _____ LUZ CLEMENCIA DE PAEZ
C.C. 35.456.344 de Usaquen

22. BOGOTÁ, D. C., _____



Industria y Comercio
SUPERINTENDENCIA

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO



No. 12-132773- -00000-0000

Fecha: 2012-08-08 11:31:35 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 38

DIRECCIÓN DE NUEVAS CREACIONES
SOLICITUD DE PATENTE - NACIONAL

1	TIPO DE SOLICITUD	☒ Patente de invención		☐ Patente de Modelo de Utilidad	
2	TÍTULO DE LA INVENCIÓN			3	CIP Clasificación Internacional de Patentes
MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE SÍSMICA 3D CON GEOMETRÍA SINUSOIDAL				G01V 001/038	
4	SOLICITANTE (S) ☐ Esta persona también es inventor. Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria				
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE		IDENTIFICACIÓN	
ECOPETROL S.A.					
5	DATOS DEL SOLICITANTE				
DIRECCIÓN		Km. 7 Vía a Piedecuesta		No. TELÉFONO 3 47 36 11	
CIUDAD		Piedecuesta		CORREO ELECTRÓNICO clientes@cavelier.com	
DEPARTAMENTO/ESTADO		Santander		NACIONALIDAD O LUGAR DE CONSTITUCIÓN	
PAÍS DE RESIDENCIA		Colombia			
6	INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria				
APELLIDOS		NOMBRES		NACIONALIDAD	
1. DUARTE CASTRO		María Teresa		Colombiana	
2. AGUDELO ZAMBRANO		William Mauricio		Colombiano	
3. GUEVARA OCHOA		Saúl Ernesto		Colombiano	
4. CALLE OCHOA		Andrés Eduardo		Colombiano	
DIRECCIÓN DE CORREO ELECTRÓNICO:					
7	DATOS INVENTOR (ES) Para datos adicionales utilizar hoja de información complementaria				
PAÍS RESIDENCIA		DEPARTAMENTO/ESTADO		CIUDAD	
1. Colombia		Santander		Piedecuesta	
2. Colombia		Santander		Piedecuesta	
3. Colombia		Santander		Piedecuesta	
4. Colombia		Santander		Piedecuesta	
OTRO(S) SOLICITANTE(S) Y/O (OTRO(S)) INVENTOR(ES)					
☒ Los demás solicitantes y/o (demás) inventores se indican en una hoja de información complementaria.					
8	☐ REPRESENTANTE LEGAL ☒ APODERADO				
APELLIDOS		NOMBRES		IDENTIFICACIÓN	
De Páez		Luz Clemencia		C.C. 35.456.34 T.P. 23.555	
DIRECCIÓN		Carrera 4ª No. 72-35		No. TELÉFONO 3 47 36 11	
CIUDAD		BOGOTA		CORREO ELECTRÓNICO cavelier@cavelier.com	
PAÍS		COLOMBIA		No. RADICACIÓN O PROTOCOLO DE PODER GENERAL	

2

9	DECLARACIONES DE PRIORIDAD ☐ SI ☒ NO			
(33) PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	(31) NÚMERO	(32) FECHA (AAAA/MM/DD)
10	DECLARACIÓN SOBRE USO DE RECURSOS GENÉTICOS O BIOLÓGICOS			
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de recursos genéticos o biológicos de los que cualquiera de los países miembros de la Comunidad Andina es país de origen.</i>				
☐ SI ☐ NO				
Nota: En caso afirmativo deberá anexar copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, expedido por la Autoridad competente.				
11	DECLARACIÓN SOBRE USO DE CONOCIMIENTOS TRADICIONALES			
<i>Declaro que el objeto de la presente solicitud de patente fue obtenido a partir de conocimientos tradicionales de comunidades indígenas, afroamericanas o locales de países miembros de la Comunidad Andina.</i>				
☐ SI ☐ NO				
Nota: En caso afirmativo deberá anexar la licencia o autorización de uso de conocimiento tradicional, o certificado o número de registro.				
12	REDUCCIÓN DE TASAS			
<i>Declaro que carezco de medios económicos para presentar la solicitud de patente.</i>				
☐ SI ☐ NO				
Nota: En caso de ser persona natural y carecer de medios económicos, y por lo tanto, aplique la reducción de tasas a que se refiere la resolución vigente en tarifas, debe firmar la presente solicitud bajo la gravedad de juramento.				
Micro, pequeñas y medianas empresas ☐				
Universidades públicas o privadas ☐				
Entidades sin ánimo de lucro ☐				
Debe aportar los documentos que se indican en el numeral 17 de anexos				
13	AUTORIZACIÓN DE NOTIFICACIÓN EN LÍNEA ☐ SI ☐ NO			
Manifiesto que he leído y entendido perfectamente los términos y condiciones de uso de medios electrónicos para las notificaciones en línea a través de Internet de los actos administrativos proferidos por la Superintendencia de Industria y Comercio que deben ser notificados personalmente y, en consecuencia, autorizo el servicio de notificación a través de internet.				
14	PARA PUBLICAR A PARTIR DE LA FECHA DE PRESENTACIÓN O DE LA PRIORIDAD INVOCADA:			15 COMPROBANTE DE PAGO O PAGO ELECTRÓNICO
Si es Patente de Invención ☐ 6 meses ☐ 12 meses ☒ 18 meses ☐ Otro Cual:		Si es Patente de Modelo de Utilidad ☐ 6 meses ☐ 12 meses ☐ Otro Cual:		No. <u>12-0079028</u> Fecha: <u>2012/08/01</u>
16	FIRMA DEL SOLICITANTE, DEL APODERADO O DEL REPRESENTANTE LEGAL			
Junto a cada firma, indicar el nombre del firmante y su calidad (si tal calidad no es obvia al leer el petitorio)				
Nombre del Firmante LUZ CLEMENCIA DE PAEZ		Firma <u>LUZ CLEMENCIA DE PAEZ</u> <u>TP# 23555 CJS</u>		
C.C 35.456.344 de Usaquén		Tarjeta Profesional 23.555		

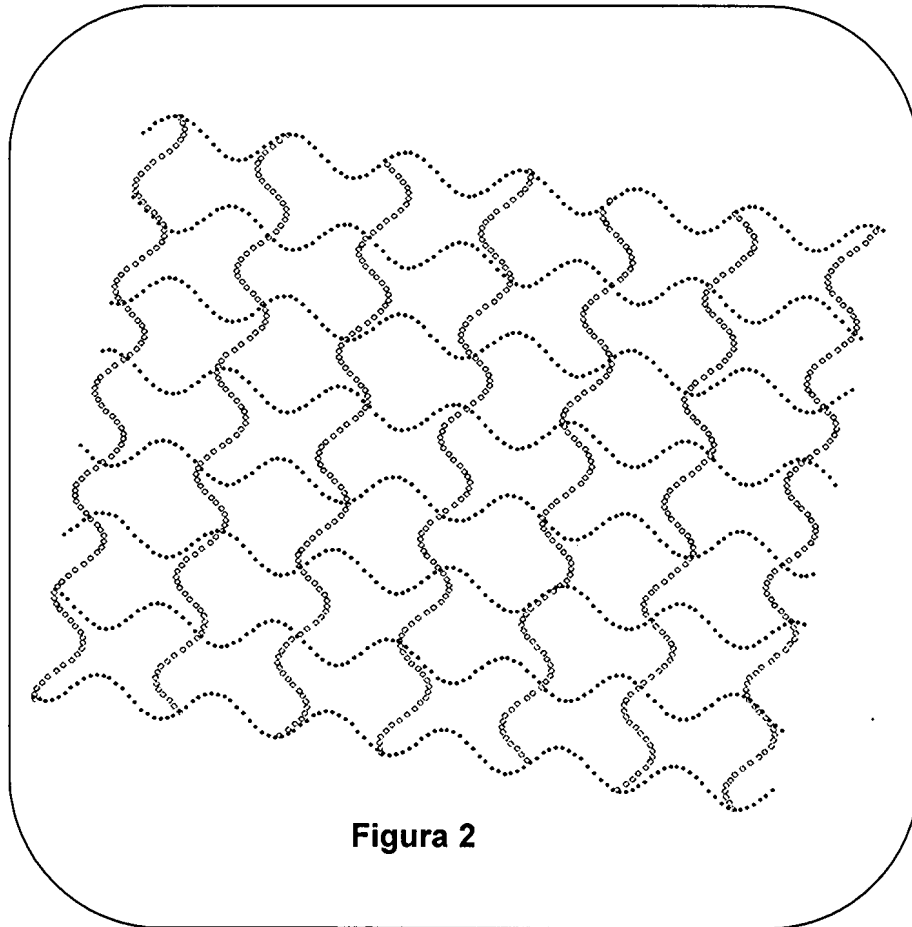
3

17	ANEXOS
Documentación Técnica 1. ☒ Descripción 2. ☒ Reivindicaciones 3. ☒ Dibujos y/o figuras 4. ☒ Resumen. 5. ☐ Documento de Prioridad. 6. ☐ Traducción del documento de prioridad. 7. ☐ Certificado de depósito de material biológico si fuera el caso. 8. ☐ Listado de secuencias de nucleótidos y/o aminoácidos en forma digital si fuera el caso. 9. ☒ Arte final 12 x 12. 10. ☐ Anexo formato digital. N° de folios: 16 N° Reivindicaciones: 4 N° folios: 5	Documentación Jurídica 11. ☒ Poderes de ECOPETROL S.A. y UNIVERSIDAD EAFIT. 12. ☒ Documento que legalmente pruebe la cesión de los inventores a los solicitantes o a su causante (4 documentos). 13. ☐ Copia del contrato de acceso de recursos genéticos o productos derivados, o certificado o número de registro, si fuera el caso. 14. ☐ Copia de la licencia o autorización de conocimientos tradicionales, o certificado o número de registro, si fuera el caso. 15. Reducción de tasas Micro, pequeñas o medianas empresas ☐ Copia simple de la declaración de renta del año inmediatamente anterior, o en su defecto prueba documental idónea. ☐ Documento de constancia de cumplimiento con lo establecido en la ley 905 de 2004. Universidades públicas o privadas ☐ Copia acto de reconocimiento institucional emitido por el Ministerio de Educación Entidades sin ánimo de lucro ☐ Copia de registro vigente en Cámara de comercio. ☐ Hoja de información complementaria. ☐ Otros, especificar 16. ☒ Comprobante de pago de la tasa de presentación de la solicitud. 17. ☐ Comprobante de pago por reivindicación de prioridad. 18. ☐ Comprobante de pago de la tasa por concepto de excedente de palabras en la publicación. 19. ☐ Comprobante de pago por reivindicación adicional a 10.

1	(12) TIPO DE SOLICITUD		NUMERO DE RADICACIÓN	
☒ Patente de invención ☐ Patente de Modelo de Utilidad			FECHA DE PRESENTACIÓN	
4	(71) SOLICITANTE (S)			
APELLIDOS O RAZÓN SOCIAL		NOMBRE	IDENTIFICACIÓN	TIPO
UNIVERSIDAD EAFIT				
5	DATOS DEL SOLICITANTE			
PAÍS DE RESIDENCIA		DEPARTAMENTO/ESTADO	CIUDAD	DIRECCIÓN
Colombia		Antioquia	Medellín	Carrera 49 7 Sur 50, Avenida Las Vegas
TELÉFONO		FAX	E-MAIL	NACIONALIDAD
6	(72) INVENTOR (ES)			
APELLIDOS		NOMBRE	NACIONALIDAD	
7	DATOS INVENTOR (ES)			
DIRECCIÓN		CIUDAD	DEPARTAMENTO/ESTADO	PAÍS RESIDENCIA
9	(30) DECLARACIONES DE PRIORIDAD			
PAÍS DE ORIGEN		CÓDIGO PAÍS	NÚMERO	FECHA (AAAA/MM/DD)

5

FIGURA CARACTERISTICA



MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE SÍSMICA 3D CON GEOMETRÍA SINUSOIDAL

CAMPO DE LA INVENCION

Uno de métodos más empleados en el campo de la exploración de posibles yacimientos de hidrocarburos es la sísmica de reflexión. Este método consiste en emitir ondas mecánicas en cercanías o sobre la superficie del terreno estudiado por medio de explosiones en pozos o camiones vibradores (en tierra) o detonaciones a poca profundidad de la superficie del agua usando cañones neumáticos (en zonas marinas, fluviales o lacustres). Cada vez que estas ondas encuentran una discontinuidad, especialmente en el límite entre capas geológicas, parte de su energía es devuelta a la superficie como onda reflejada (onda PP) o como onda convertida (onda PS). Las respuestas de reflexión o conversión son captadas en la superficie empleando receptores electromecánicos denominados según su tipo geófonos, hidrófonos o acelerómetros. Estos datos contienen información que puede ser procesada e interpretada para obtener imágenes de la estructura y una estimación de las propiedades subsuelo.

La calidad de los datos obtenidos depende de la distribución (geometría) de las fuentes y receptores. Cada configuración geométrica permite obtener una distribución acimutal y de offset específica, por lo que ciertas configuraciones permiten mapear con mayor eficiencia la información en el subsuelo.

La presente invención corresponde a una mejora del método de adquisición sísmica 3D, en el que las líneas fuente y líneas receptor son distribuidas en forma sinusoidal. Su uso permite obtener una distribución regular del azimuth y del offset en comparación con la distribución irregular que se obtiene a través del uso de geometrías repetitivas (ortogonal, diagonal). Favorece además la atenuación de *footprint* y permite adaptar la geometría a la topografía con el propósito de evitar el mayor número de obstáculos.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

En el campo de obtención de datos sísmicos existe la constante necesidad de proveer la mejor calidad posible para dichos datos. Esta necesidad implica un compromiso técnico-económico en el cual se quiere obtener la información más

completa posible dentro de la viabilidad económica del proyecto. Es así como se conocen diferentes alternativas y soluciones técnicas en el campo de la presente invención, dirigidas a mejorar la calidad con la que se adquieren los datos sísmicos obtenidos por diferentes métodos.

Ahora bien, la patente Estadounidense No. US 5787051 hace referencia a un método para la adquisición de datos sísmicos que emplea un conjunto de líneas paralelas de fuente/receptor. Cada línea de fuente y receptor tienen una configuración lineal de receptores y de fuentes espaciados en intervalos iguales, a su vez las líneas de fuente/receptor presentan espaciamiento independiente para cada una de ellas. El método también comprende generar una perturbación sísmica a partir de una fuente (explosivos, vibradores o cañones de aire) y recibir la energía sísmica en los receptores dispuestos simétricamente respecto a dicha fuente.

Menciona esta patente que el método de adquisición 3D revelado regulariza la distribución de offset y azimuth para cumplir con los objetivos de resolución por medio del procesamiento cooperativo. Lo anterior permite reducir el footprint. Sin embargo este método requiere de la reconstrucción de la información en numerosos bins por medio de interpolación de la información y claramente sufre de un mal muestreo espacial de datos.

La adquisición de datos sísmicos empleando una geometría regular, en donde se alinean las fuentes de energía sísmica en "líneas de fuente" y se alinean los receptores en "líneas de receptor" que son perpendiculares entre sí formando una grilla rectangular, se denomina "geometría ortogonal" (tal como la de la patente No. US 5402391). En programas sísmicos terrestres, las geometrías uniformes como la geometría ortogonal ofrecen la ventaja de adquirir los datos sísmicos de manera más ágil y sencilla. Sin embargo, inducen la repetición de patrones debido a su simetría geométrica, en donde las líneas de receptor y las líneas de fuente se cruzan en distancias fijas y con un ángulo constante de 90 grados.

Como consecuencia de la obtención de patrones en las geometrías regulares, ciertos rangos de offset no son muestreados en absoluto y otros resultan redundantes. Adicionalmente, la simetría y los patrones repetitivos en la geometría ortogonal afectan los datos adquiridos debido a la distribución irregular de offsets y

azimuts, reduciendo la calidad de los datos sísmicos y aumentando la incertidumbre en el análisis de indicadores de hidrocarburos como el análisis AVO e interpretación geológica en general.

De otro lado, la patente Estadounidense No. US 6044040 revela un método de adquisición de datos sísmicos en 3D, en donde se ubica una posición central por encima de un objetivo estratigráfico. El método luego posiciona líneas de receptor radialmente fuera de la posición central, desplazadas angularmente una respecto a la otra en intervalos iguales, a lo largo de todo el círculo. El método luego posiciona líneas de disparo entre, y, transversales a las líneas de receptor. El método también puede cambiar la forma de círculo a una forma de elipse. Para la elipse, las líneas de receptor son irradiadas desde un punto en la intersección de los ejes mayor y menor de la elipse. Las líneas de receptor se encuentran espaciadas más cercanamente en relación con los puntos de extremo del eje mayor que respecto a los puntos de extremo del eje menor. Las líneas de disparo se encuentran espaciadas más cercanamente adyacentes a los puntos de extremo del eje mayor que adyacentes a los puntos de extremo del eje menor.

Al igual que la patente Estadounidense No. US 5787051, el anterior documento emplea un patrón regular en donde la simetría y las repeticiones afectan los datos adquiridos debido a la distribución irregular de offsets y azimuts, reduciendo la calidad de los datos sísmicos y aumentando la incertidumbre en el análisis de indicadores de hidrocarburos.

Finalmente, la solicitud de patente Estadounidense No. US 2011261646 revela un método para la adquisición de datos sísmicos empleando una fuente acústica generadora de señal, de la cual una porción de la señal sísmica acústica se refleja en una o más interfaces. El método incluye navegar un buque a lo largo de una línea de navegación que se encuentra sobre un área de estudio remolcando un cable marino sísmico. La línea de navegación tiene una configuración sinusoidal definida por una amplitud y una longitud de onda. El cable marino sísmico incluye una pluralidad de hidrófonos para recibir la porción de la señal acústica reflejada. El método se caracteriza en que el cable marino sigue la configuración sinusoidal de la línea de navegación del buque mientras obtiene los datos sísmicos. El cable marino tiene una longitud al menos igual a la distancia navegada por el buque

mientras navega a lo largo de una longitud de onda completa de la configuración como se mide a lo largo de la línea de navegación sinusoidal.

Este documento emplea la función sinusoidal como línea de navegación del buque con un cable marino que sigue dicha configuración, buscando ofrecer un método alternativo de obtención de datos sísmicos. No obstante, la anterior patente, está limitada a la obtención de información de yacimientos marinos y no es aplicable a la superficie terrestre.

Uno de los criterios de calidad de un diseño de adquisición es la regularidad en la distribución de offset y de azimuts es obtenida, es decir, cómo está muestreado cada rango de offset y de azimuts de cada bin en la superficie objetivo. Se considera que una distribución es “regular” cuando existe muestreo para cada rango de offset o de azimuts homogéneo. Se considera que una distribución es “irregular” cuando existen rangos de offset o azimut que no son muestreados.

En virtud de lo anterior, varios autores han planteados nuevas geometrías con el fin de dar solución al problema de irregularidad en la distribución de offsets y de azimuts, y atenuar la aparición de footprint en los datos sísmicos a través de la implementación geometrías de adquisición diferentes a las ortogonales entre las cuales se destacan:

(1) Geometrías no ortogonales (Soubaras, 2002; Lawton, 2003) plantean como la geometría diagonal atenúa el footprint, sin embargo Duarte (2011) ha mostrado que el *footprint* permanece y es evidente al ser analizado en el dominio KxKy.

(2) Geometría ortoaleatorio (Galbraith, 2009) perturbada en un rango conocido en el cual las posiciones de fuentes y receptores son perturbadas aleatoriamente en un radio cercano a su posición inicial de diseño aleatorio.

(3) Diseño aleatorio (Cordsen, 1999) en el cual la posición de las fuentes y receptores son ubicados de forma aleatoria en el terreno, conservando el número de fuentes y receptores constante. Este diseño es ideal para la distribución regular de fuentes y receptores, sin embargo tiene un impacto ambiental y costo muy alto, por lo cual incluso en zonas con restricciones ambientales bajas no resultaría viable.

Las soluciones propuestas en el estado de la técnica tienden a incluir algún grado de aleatoriedad en el diseño. La presente invención busca dar solución al problema de irregularidad en la distribución de offsets y de azimuts y en consecuencia atenuar la aparición de footprint en los datos sísmicos, partiendo de un camino opuesto a la aleatoriedad, pues utiliza una función conocida y regular (sinusoide) que al adicionar variables como λ , A , φ permite obtener una respuesta en offset y azimut similar a una configuración geométrica aleatoria, con clara reducción en los costos y de menor impacto ambiental porque no es necesario abrir caminos de trocha en todas las direcciones para la ubicación de las fuentes y receptores y porque la geometría puede ser adaptada a las restricciones socio ambientales y curvas las curvas topográficas

El método de la presente invención provee entonces un mejor muestreo espacial de los datos sísmicos ayudando a mejorar la interpretación. En particular reduce la incertidumbre en el análisis de fracturas, análisis de amplitud vs offset y la obtención de imágenes migradas más realistas.

La geometría de adquisición sinusoidal atenúa el *footprint* y obtiene mejor distribución de offsets y azimut comparada con las adquisiciones convencionales (ortogonal y ortoaleatoria). Así, se provee una mejora en cuanto a la calidad e interpretabilidad de los datos sísmicos 3D adquiridos.

El método de la presente invención permite obtener un cubrimiento en offset y azimut comparable a una adquisición aleatoria, mitigando sus impactos ambientales.

Por todo lo anterior, es claro que el método de la presente invención provee una mejora significativa, que permite tomar decisiones más acertadas a la hora de iniciar la exploración petrolera.

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

La presente invención propone un método que emplea una función sinusoidal para la geometría de las fuentes y los receptores. Así, se provee un método de adquisición sísmica 3D con geometría sinusoidal.

La sinusidad en la geometría se aplica a las líneas de fuente y de receptor a partir de una función seno (ecuación 1), en donde las variables críticas corresponden a: (1) amplitud "A", (2) longitud de onda y (3) ángulo Phi φ .

$$y = A \sin (x + \varphi) \quad \text{Ecuación 1}$$

El método de la presente invención es aplicable tanto a superficies terrestres como marinas y comprende:

- Localizar las fuentes de energía y los receptores de conformidad con la geometría sinusoidal, formando una malla con líneas sinusoidales igualmente espaciadas y con fase inicial constante o variable,
- Iniciar las ondas sísmicas a partir de las fuentes, y
- Registrar en los receptores la energía reflejada o convertida que viene del subsuelo

El método de la presente invención permite adaptar la geometría de adquisición en función de los parámetros (A, λ , φ) a los obstáculos (restricciones socioambientales, mineras etc.) del área de estudio, obteniendo previamente al diseño, un inventario georreferenciado (coordenadas X, Y) de los obstáculos y programando la geometría del seno en función de los mismos. Para implementar el diseño optimizado a los obstáculos se crea una grilla binaria, en la cual las posiciones de los obstáculos les son asignados el valor 1 y las posiciones sin obstáculos el valor 0. Se generan grillas de sinusoides dentro de un rango discreto de (A, λ , φ) y se suman los valores cruzados a lo largo de la trayectoria. La minimización de estos valores resulta en un conjunto de parámetros optimizados a los obstáculos.

La geometría también puede adaptarse a las curvas de nivel del terreno, de forma que en la mayoría de los casos se utilice un nivel topográfico medio a lo largo de la cuadrícula de adquisición. Para optimizar la grilla a la topografía del terreno se calcula una altura promedio de la zona de adquisición y se minimizan las diferencias con respecto a este promedio. Esta optimización a la topografía es de gran impacto porque minimiza el tiempo en ubicación de puntos de receptoras/fuentes y minimiza el problema de estáticas porque presentaría

menores oscilaciones topográficas y por ende obtención de imágenes de mayor calidad.

Igualmente, otro objetivo de la presente solicitud es proveer una geometría de adquisición de datos sísmicos compuesto por un grupo de fuentes sonoras y de receptores, que se caracteriza porque las líneas de fuentes y receptores se localizan siguiendo una función sinusoidal, indicada con mayor detalle más adelante.

Finalmente, el método de la presente solicitud permite la adquisición de datos sísmicos 4D, por cuanto dicha adquisición es simulada a partir de una adquisición anterior con el propósito de monitorear un reservorio.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 muestra la geometría ortogonal (estado de la técnica). El cuadro A corresponde a la configuración de líneas fuente y líneas de receptor dispuestas de forma ortogonal en el área estudiada. El cuadro B muestra el diagrama de distribución de offset obtenido para la geometría ortogonal, en la cuál es visible los patrones en forma de enrellado comúnmente conocidos como footprint.

La Figura 2 ilustra la configuración geométrica de líneas fuente y receptor como el de la presente invención, siguiendo una geometría sinusoidal. En ella, se muestran las líneas de fuente y receptor, las cuales siguen la geometría sinusoidal.

La figura 3 corresponde a la función sinusoidal, de conformidad con la presente invención, en ella se representan las variables con amplitud "A", longitud de onda y ángulo de desfase Φ .

La Figura 4 muestra el proceso de creación de una línea de receptoras de forma sinusoidal a partir de la perturbación en una línea de receptoras de forma lineal por una función sinusoidal.

La Figura 5 representa el proceso de creación de una línea de fuentes de forma sinusoidal a partir de la perturbación en una línea de fuentes de forma lineal por una función sinusoidal

La Figura 6 muestra cómo se construye la geometría sinusoidal, de acuerdo con la presente invención.

La Figura 7 corresponde a las geometrías de adquisición terrestre, según el ejemplo experimental de la presente invención.

La Figura 8 ilustra la distribución de offsets para las diferentes geometrías del ejemplo experimental de la presente invención.

La Figura 9 muestra la distribución de azimuts para las diferentes geometrías del ejemplo experimental de la presente invención.

La Figura 10 corresponde al análisis de Fourier en el dominio K_x , K_y , para las diferentes geometrías del ejemplo experimental de la presente invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

Para mejor entendimiento de la presente invención y de los documentos del estado de la técnica, se definen a continuación algunos términos específicos del campo tecnológico de la invención:

Se entenderá por "offset", la distancia entre una fuente de energía y un receptor.

Se entenderá por "azimut", el ángulo medido desde el Norte de la línea que une una fuente de energía y un receptor

Se entenderá por "bin", la división en elementos rectangulares de un área de interés. Es el equivalente a un pixel en una imagen. El tamaño natural del bin es en un lado la mitad de la separación de receptores y en el otro la mitad de la separación de fuentes.

Se entenderá por "distribución" la manera en que una propiedad (por ejemplo el offset o el azimut) muestrea el intervalo de interés.

Se entenderá por "distribución irregular" la distribución en que algunos rangos de la propiedad de interés no sean muestreados.

Se entenderá por "distribución regular" la distribución en que todos los rangos de la propiedad de interés son muestreados de manera uniforme.

Se entenderá por "footprint", el ruido repetitivo que afecta los datos adquiridos con la sísmica de reflexión, provenientes de la distribución irregular de offsets y azimuts.

Se entenderá por "onda PP", una onda compresional reflejada a partir de una discontinuidad entre capas geológicas en el subsuelo.

Se entenderá por "onda PS", una onda cortante convertida a partir de una discontinuidad entre capas geológicas en el subsuelo.

Se entenderá por "fold", el número de puntos de reflexión (para onda PP) o conversión (para onda PS) en un bin y que representa la redundancia de las mediciones sísmicas.

Se entenderá por "línea de fuente", la línea a lo largo de la cual se ubican las fuentes sonoras, dependiendo de su geometría.

Se entenderá por "línea de receptor", la línea a lo largo de la cual se ubican los receptores, dependiendo de su geometría.

Se entenderá por "patch" a todas las estaciones receptoras "vivas" que registran los datos sísmicos para un punto de tiro cualquiera en una geometría de adquisición sísmica 3D.

Tal como pueden establecer las personas medianamente versadas en esta materia, para el objeto de la presente invención se debe disponer de fuentes sísmicas y receptores, así como de los dispositivos normalmente empleados en la adquisición de datos sísmicos.

La presente invención se explicará con más detalle ahora, con ayuda de las figuras:

La Figura 1 compuesta por los cuadros A y B ilustra la geometría ortogonal conocida en el arte. Esta figura muestra la configuración geométrica de líneas de fuente y receptores que se encuentran perpendiculares entre sí. El cuadro B es un diagrama de distribución de offset, que representa el número de puntos de reflexión o conversión que corresponden con cada rango de offset. Los ejes corresponden: eje Y (offset) y eje X (Número de bin). La distribución de offset es más regular cuando se observa una distribución homogénea en los bins para un rango de offset sin ningún patrón geométrico observable. Nótese que en este caso el diagrama presenta patrones e importantes áreas sin muestreo (en color blanco).

Por su parte, la Figura 2 muestra la geometría sinusoidal propuesta por el método de la presente invención, en la cual las líneas fuente y receptoras varían en relación a una función sinusoidal.

La figura 3 muestra la curva que representa gráficamente la función seno, aplicable al método de la presente invención. Esta función es la base para realizar la modificación a las líneas de fuente y receptoras. En referencia a esta función se determinó las variables críticas como: amplitud, λ y ángulo Φ .

Igualmente la Figura 4, ilustra un esquema que representa la proyección de los puntos de los receptores en una línea horizontal respecto a una curva de forma sinusoidal. Los cuadrados simbolizan los puntos de los receptores de las coordenadas X,Y para la geometría base: geometría ortogonal y los círculos muestran los puntos de los receptores de las coordenadas X,Y para la geometría sinusoidal.

Como puede observarse, la Figura 5 corresponde a la proyección de los puntos de fuentes de una línea horizontal a una curva de forma sinusoidal. Los cuadrados representan los puntos de fuentes (coordenadas X,Y para la geometría base: geometría ortogonal) y los círculos representan los puntos de fuentes (coordenadas X,Y para la geometría sinusoidal).

Para la construcción de la geometría sinusoidal se emplean los parámetros de diseño definidos como óptimos en una geometría ortogonal y se modifican las coordenadas X, Y de los puntos de los receptores, tal como se muestra en la figura 4. Igualmente, se modifican las coordenadas X, Y de los puntos de fuentes,

según la figura 5, en relación a una función sinusoidal dada por las ecuaciones 2 a 5.

Ecuación sinusoidal para líneas de fuentes

$$x'_{sou} = A_{sou} \sin \left[\frac{2\pi}{\lambda_{sou}} * (y_0 - y_{sou}) + \varphi(x_{sou}) \right] + x_{sou}$$

Ecuación 2

$$y'_{sou} = y_{sou}$$

Ecuación 3

Ecuación sinusoidal para líneas de receptoras

$$y'_{rec} = A_{rec} \sin \left[\frac{2\pi}{\lambda_{rec}} * (x_0 - x_{rec}) + \varphi(y_{rec}) \right] + y_{rec}$$

Ecuación 4

$$x'_{rec} = x_{rec}$$

Ecuación 5

Donde:

A_{rec} = Amplitud de las líneas receptoras

A_{sou} = Amplitud de las líneas fuente

λ_{sou} = Longitud de onda para las líneas de fuente

λ_{rec} = Longitud de onda para las líneas de receptoras

(x'_{sou}, y'_{sou}) = Coordenadas de un punto de fuente en la geometría sinusoidal.

(x'_{rec}, y'_{rec}) = Coordenadas de un punto receptor en la geometría sinusoidal.

(x_{sou}, y_{sou}) = Coordenadas de un punto de fuente en la geometría ortogonal base.

(x_{rec}, y_{rec}) = Coordenadas de un punto receptor en la geometría ortogonal base.

X_0 = Primera coordenada x de la líneas fuente de la geometría ortogonal base

Y_0 = Primera coordenada y de la líneas receptoras de la geometría ortogonal base

φ = Ángulo de fase (radianes)

Los parámetros del diseño principales son:

RLI: Separación de líneas receptoras

SLI: Separación de líneas fuente

RI: Intervalo entre receptores

SI: Intervalo entre fuentes

Los valores máximos y mínimos para las variables críticas son:

(1) Amplitud (A): El rango de varianza es $(\lambda/6) \leq A \leq (\lambda/3)$:

$$- A_{\text{rec}} \leq 1/3SLI$$

$$- A_{\text{sou}} \leq 1/3RLI$$

(2) Longitud de onda (λ): λ_{sou} no debe ser igual ó múltiplo entero de λ_{rec}

$$- \lambda_{\text{sou}} \leq 2RLI$$

$$- \lambda_{\text{rec}} \leq 2SLI$$

(3) Angulo Phi (φ) (0-2 Π)

Para garantizar una distribución de offsets y azimuts regular (cercana a la aleatoria) debe cumplirse, que dado:

$$\frac{\lambda_{\text{sou}}}{RLI} = \alpha \frac{\lambda_{\text{rec}}}{SLI} \quad \text{Ecuación 6}$$

α no sea un entero o un racional con denominador menor al número de líneas activas en la parcela. De este modo los ángulos de intersección entre líneas fuente y líneas receptoras no se repetirán sino pocas veces en la adquisición

Los parámetros del diseño para crear la geometría sinusoidal se conservan iguales en referencia a la geometría base (ortogonal) en donde el eje X es paralelo a la dirección de las líneas de receptores y el eje Y es paralelo a la dirección de las líneas fuente, como se muestra en la figura 6.

En la Figura 6 se representa la construcción de la geometría sinusoidal. La figura A simboliza la geometría base (geometría ortogonal); en la figura b se esquematiza la perturbación para las líneas receptoras por una función sinusoidal y la figura c simboliza la perturbación para las líneas fuente por una función sinusoidal.

Para comparar la geometría empleada en el método de la presente invención, se muestra en la Figura 7 los siguientes cuadros: el cuadro A) que corresponde a la

geometría ortogonal. El cuadro B), que ilustra la geometría diagonal: esta geometría es similar a la geometría ortogonal en cuanto que las líneas receptoras son continuas y paralelas, pero se diferencia en el ángulo que estas hacen con las líneas de disparos. Esta flexibilidad en la escogencia del ángulo, es lo que hace este diseño. En esta geometría los ángulos más empleados son dos: (1) 26,7 grados: distancia vertical el doble de la horizontal, se obtienen bins rectangulares, en los que el intervalo de disparo es el doble que el intervalo de grupo. (2) 45 grados: distancia vertical igual a la horizontal, bins cuadrados. El cuadro C) que muestra la geometría ortoaleatoria: Modifica la posición de los puntos fuente/receptor en radio de circunferencia conocido. Finalmente, el cuadro D) muestra la geometría sinusoidal: corresponde a un tipo de geometría en la cual las líneas fuente y receptoras oscilan en relación a una función sinusoidal $y = A \sin(x + \phi)$, se caracteriza por presentar una distribución de offset y azimuth homogénea.

Basado en la anterior información, las personas medianamente versadas en la materia podrán llevar a cabo el método de la presente invención, empleando la función propuesta y ubicando las fuentes sonoras y los receptores, siguiendo la geometría sinusoidal y recibiendo e interpretando los datos obtenidos, de acuerdo con la tecnología actualmente empleada en el campo de adquisición sísmica.

Por su parte, el sistema de la presente solicitud, está compuesto por una pluralidad de fuentes sonoras y receptores, los cuales se caracterizan porque se ubican en líneas sinusoidales que siguen las funciones indicadas arriba.

Los parámetros de diseño de la presente invención son calculados de la misma forma siguiente: El tamaño del bin (Cordsen, 2000) se obtiene en función de la velocidad de intervalo sobre la frecuencia máxima a registrar y el buzamiento del horizonte objetivo. El Fold 3D (Krey, 1997) se calcula a partir del fold 2D, tamaño de bin, frecuencia máxima y velocidad de intervalo. La densidad de disparos (Cordsen, 2000) se calcula a partir del fold 3D, número de canales y tamaño del bin. Para el caso del intervalo entre receptoras, este intervalo es calculado a partir del offset máximo inline y del intervalo de grupo (distancia entre receptores) (Galbraith, 1990). El patch de registro se computa en función del X_{max} (profundidad objetivo) (Cordsen, 2000). A partir de este punto se diseñan los parámetros (A , λ , ϕ) teniendo en cuenta: la distribución regular de azimuth, la distribución regular de offset, los obstáculos socioambientales y la topografía, en

orden de significancia, de forma que los receptores activos y los disparos se ubican en un senoide.

El sistema de adquisición está compuesto de fuentes de energía elástica activadas electrónicamente desde una central de adquisición. Los receptores son instrumentos electromecánicos que transforman el movimiento del suelo en señales eléctricas. Estas señales son digitalizadas y transmitidas vía cable, fibra óptica o por ondas de radio. En la central de adquisición se controlan los tiempos de inicio de fuente, de cada una de las señales de los receptores y se graban (registran) archivos numéricos correspondientes a cada disparo.

EJEMPLOS

Se presentan tres geometrías de adquisición sísmica convencionales: (1) ortogonal, (2) diagonal, (3) aleatoria vs la geometría de adquisición propuesta en la presente invención (geometría sinusoidal) con el objetivo de comparar cualitativamente cómo es la distribución de offset, azimuth y número de onda para identificar cuál geometría de adquisición presenta mayor atenuación de la huella del diseño sísmico footprint.

Las geometrías comparadas son: ortogonal, diagonal, ortoaleatoria y sinusoidal, dichas geometrías coinciden en que fueron creadas con los mismos parámetros de diseño (tabla 1), solamente se modificó la geometría de adquisición, según se muestra en la figura 7.

Los parámetros de diseño son presentados en la Tabla 1:

Tabla 1. Parámetros de diseño sísmico

Parámetros de diseño sísmico Campo Tenerife	
Intervalo de receptoras	20m
Intervalo de fuentes	20m
Tamaño del <i>bin</i>	10x10
Intervalo líneas de disparo	360
Intervalo línea de receptoras	280
Número de canales	3456x3 multicomponente
Nominal <i>fold</i>	48
Aspect ratio	0.964
Fold in-line	6
Fold-cross line	8
Fold total	48
Profundidad del objetivo	2200m
Target time	1800
Vp/Vs	1.78

Se generaron los diagramas de: offset, azimuth y número de onda para cada geometría, tal como se muestra en las figuras 8 a 10.

Como puede observarse, la figura 8 muestra el diagrama de distribución de offset para las cuatro geometrías. En las tres geometrías: ortogonal, diagonal y ortoaleatoria (figuras 8-A-B-C) se distinguen patrones por efecto del footprint mientras que en la geometría sinusoidal estos patrones no son visibles (Figura 8-D).

Igualmente, la Figura 9, corresponde al diagrama de distribución de azimuth. Representa el número de trazas que corresponden con cada valor de azimuth, buscando un muestreo regular de los azimuth dentro del rango de azimuth definido para el diseño. Los ejes corresponden: eje Y (rango de azimuth) y eje X (Número de bin). Todo punto en color blanco representa que ese rango de azimuth no fue muestreado. En las tres geometrías (Figuras 9-A-B-C) se aprecia que no ocurrió muestreo en el rango de azimuth de 100-110 grados mientras que en la geometría sinusoidal (Figura 9-D) ocurre muestreo en todos los rangos de azimuth.

Finalmente, La Figura 10, corresponde al diagrama de distribución de offset en el dominio del número de onda. Este diagrama representa un mapa de auto-similaridad en el cuál las adquisiciones sin footprint pueden tener un espectro Kx-Ky con un pico de amplitud en cero. Los ejes corresponden: eje Y (Número de onda en la dirección Crosline) y eje X (Número de onda en la dirección Inline).

Para las geometrías ortogonal, diagonal y aleatoria (Figuras 10-A-B-C) se identifica variaciones cíclicas en el espectro, lo cual indica la obtención de footprint. Mientras que la geometría sinusoidal (Figura 10 D) las variaciones en amplitud disminuyen y tienden a concentrarse en un área menor y cercana al pico cero.

De acuerdo con lo anterior, es posible establecer que el método propuesto por la presente invención supera los problemas técnicos aún no resueltos por los métodos conocidos en el arte previo y que provee las ventajas anteriormente mencionadas.

REIVINDICACIONES

1. Método de adquisición sísmica VSP 3D terrestre o marina, caracterizado porque comprende los siguientes pasos:
 - Localizar las fuentes de energía siguiendo una geometría sinusoidal,
 - Localizar los receptores con la geometría del pozo siguiendo una geometría sinusoidal,
 - Formar las líneas de fuente y receptor, de acuerdo con la geometría sinusoidal formando la parcela de estudio con sinusoides igualmente espaciados y con fase inicial constante o variable,
 - Iniciar ondas sísmicas a partir de las fuentes, y
 - Registrar la energía reflejada o convertida que viene del subsuelo en los receptores
2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la geometría sinusoidal de las fuentes de energía está gobernada por las ecuaciones:

$$x'_{sou} = A_{sou} \sin \left[\frac{2\pi}{\lambda_{sou}} * (y_0 - y_{sou}) + \varphi(x_{sou}) \right] + x_{sou}$$

y

$$y'_{sou} = y_{sou}$$

y porque la geometría sinusoidal de los receptores está gobernada por las ecuaciones:

$$y'_{rec} = A_{rec} \sin \left[\frac{2\pi}{\lambda_{rec}} * (x_0 - x_{rec}) + \varphi(y_{rec}) \right] + y_{rec}$$

$$x'_{rec} = x_{rec}$$

Donde:

A_{rec} = Amplitud de las líneas receptoras

A_{sou} = Amplitud de las líneas fuente

λ_{sou} = Longitud de onda para las líneas de fuente

λ_{rec} = Longitud de onda para las líneas de receptoras

(x'_{sou}, y'_{sou}) = Coordenadas de un punto de fuente en la geometría sinusoidal.

(x'_{rec}, y'_{rec}) = Coordenadas de un punto receptor en la geometría sinusoidal.

(x_{sou}, y_{sou}) = Coordenadas de un punto de fuente en la geometría ortogonal base.

(x_{rec}, y_{rec}) = Coordenadas de un punto receptor en la geometría ortogonal base.

X_0 = Primera coordenada x de la líneas fuente de la geometría ortogonal base

Y_0 = Primera coordenada y de la líneas receptoras de la geometría ortogonal base

φ = Ángulo de fase (radianes)

3. Sistema para detección de datos sísmicos que comprende una pluralidad de fuentes sonoras y receptores, que se localizan siguiendo una función sinusoidal.
4. Sistema de acuerdo con la reivindicación 3, en donde la geometría sinusoidal de las fuentes de energía está gobernada por las ecuaciones:

$$x'_{sou} = A_{sou} \sin \left[\frac{2\pi}{\lambda_{sou}} * (y_0 - y_{sou}) + \varphi(x_{sou}) \right] + x_{sou}$$

y

$$y'_{sou} = y_{sou}$$

y porque la geometría sinusoidal de los receptores está gobernada por las ecuaciones:

$$y'_{rec} = A_{rec} \sin \left[\frac{2\pi}{\lambda_{rec}} * (x_0 - x_{rec}) + \varphi(y_{rec}) \right] + y_{rec}$$

$$x'_{rec} = x_{rec}$$

Donde:

A_{rec} = Amplitud de las líneas receptoras

A_{sou} = Amplitud de las líneas fuente

λ_{sou} = Longitud de onda para las líneas de fuente

λ_{rec} = Longitud de onda para las líneas de receptoras

(x'_{sou}, y'_{sou}) = Coordenadas de un punto de fuente en la geometría sinusoidal.

(x'_{rec}, y'_{rec}) = Coordenadas de un punto receptor en la geometría sinusoidal.

(x_{sou}, y_{sou}) = Coordenadas de un punto de fuente en la geometría ortogonal base.

(x_{rec}, y_{rec}) = Coordenadas de un punto receptor en la geometría ortogonal base.

X_0 = Primera coordenada x de la líneas fuente de la geometría ortogonal base

Y_0 = Primera coordenada y de la líneas receptoras de la geometría ortogonal base

φ = Ángulo de fase (radianes).

RESUMEN

La presente solicitud se relaciona con un método de adquisición sísmica VSP 3D terrestre o marina, caracterizado porque comprende los siguientes pasos: Localizar las fuentes de energía siguiendo una geometría sinusoidal; Localizar los receptores con la geometría del pozo siguiendo una geometría sinusoidal; Formar las líneas de fuente y receptor, de acuerdo con la geometría sinusoidal formando la parcela de estudio con sinusoides igualmente espaciados y con fase inicial constante o variable; Iniciar ondas sísmicas a partir de las fuentes, y Registrar la energía reflejada o convertida que viene del subsuelo en los receptores. La geometría sinusoidal está gobernada por las siguientes ecuaciones:

$$x'_{sou} = A_{sou} \sin \left[\frac{2\pi}{\lambda_{sou}} * (y_0 - y_{sou}) + \varphi(x_{sou}) \right] + x_{sou}$$

y

$$y'_{sou} = y_{sou}$$

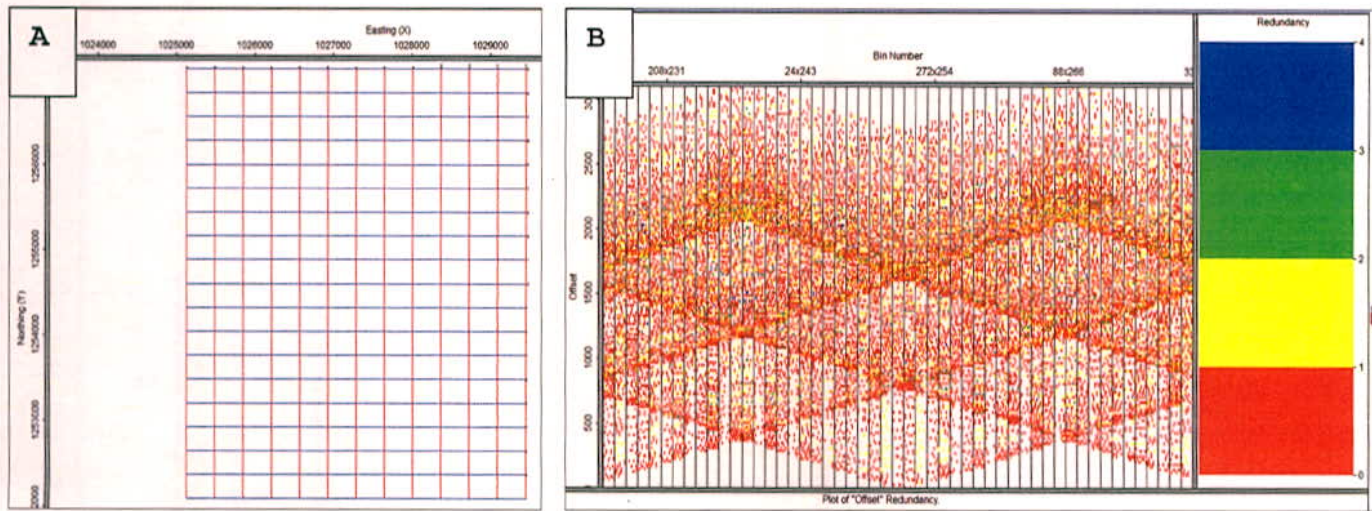


Figura 1

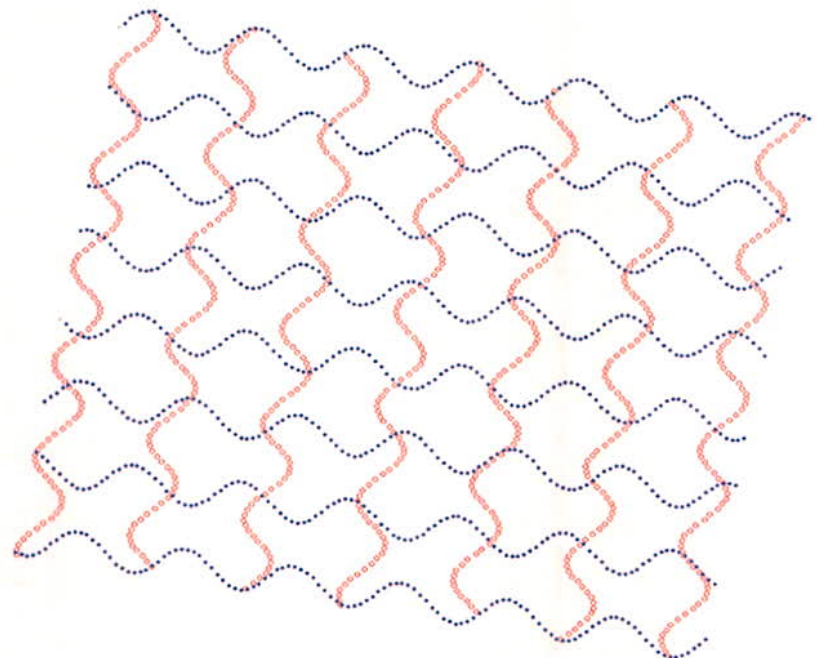


Figura 2

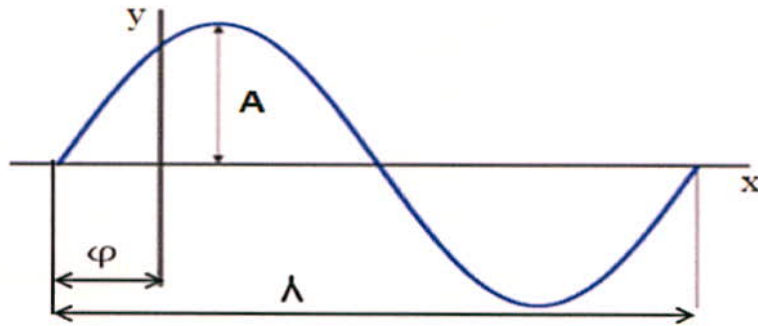


Figura 3

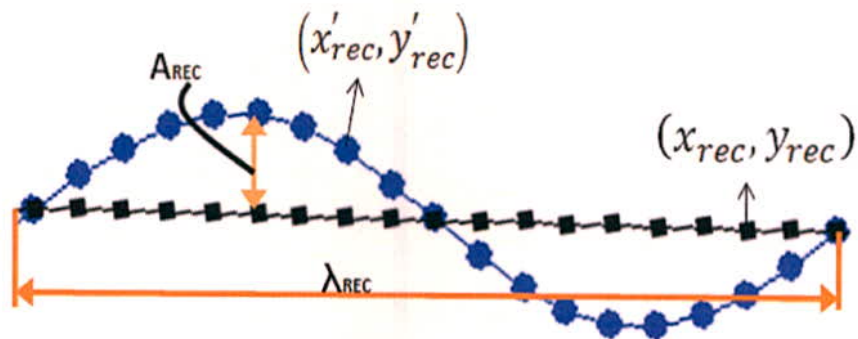


Figura 4

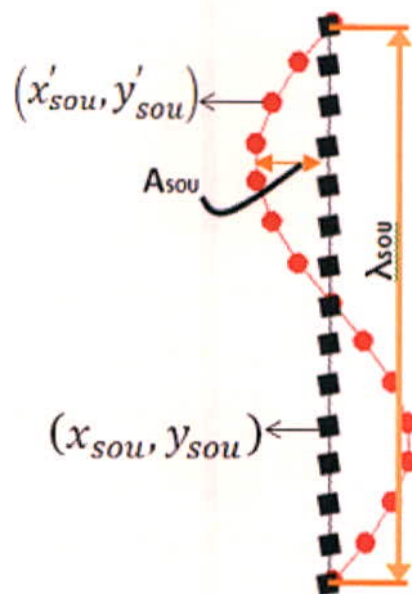


Figura 5

3/5

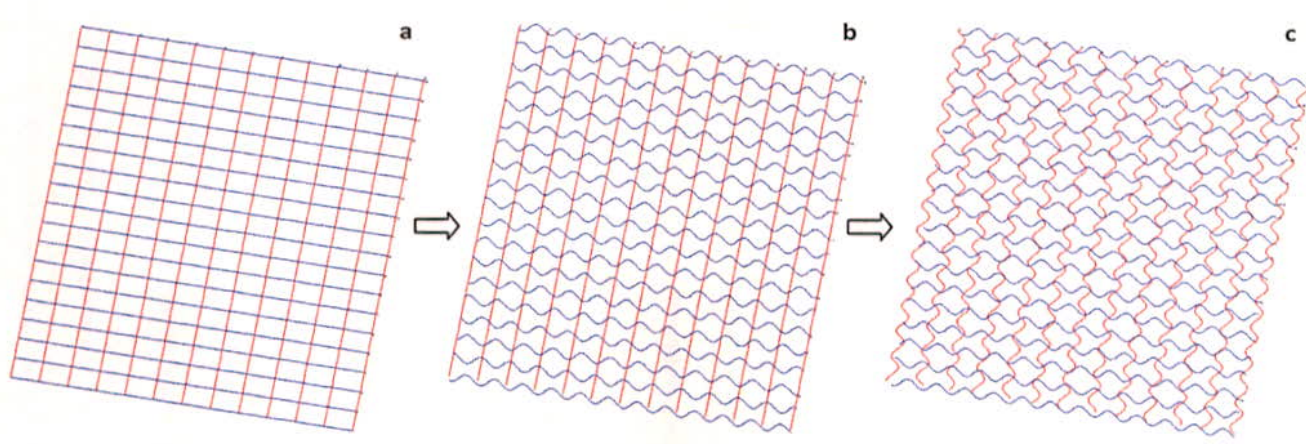


Figura 6

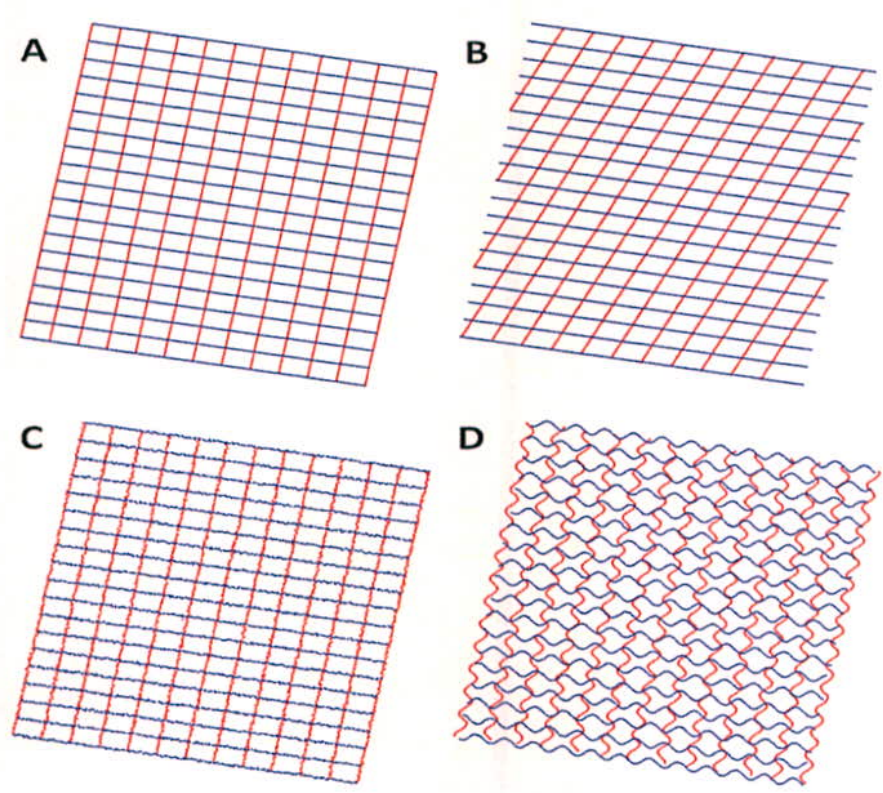


Figura 7

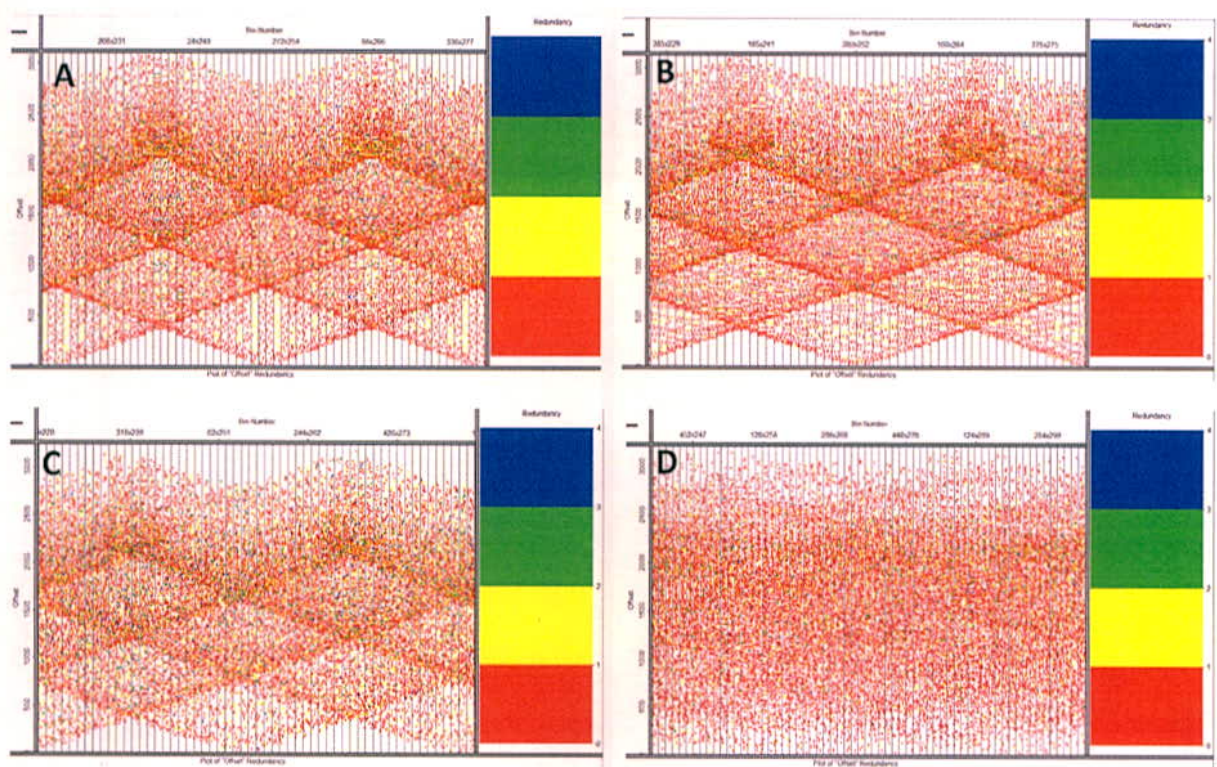


Figura 8

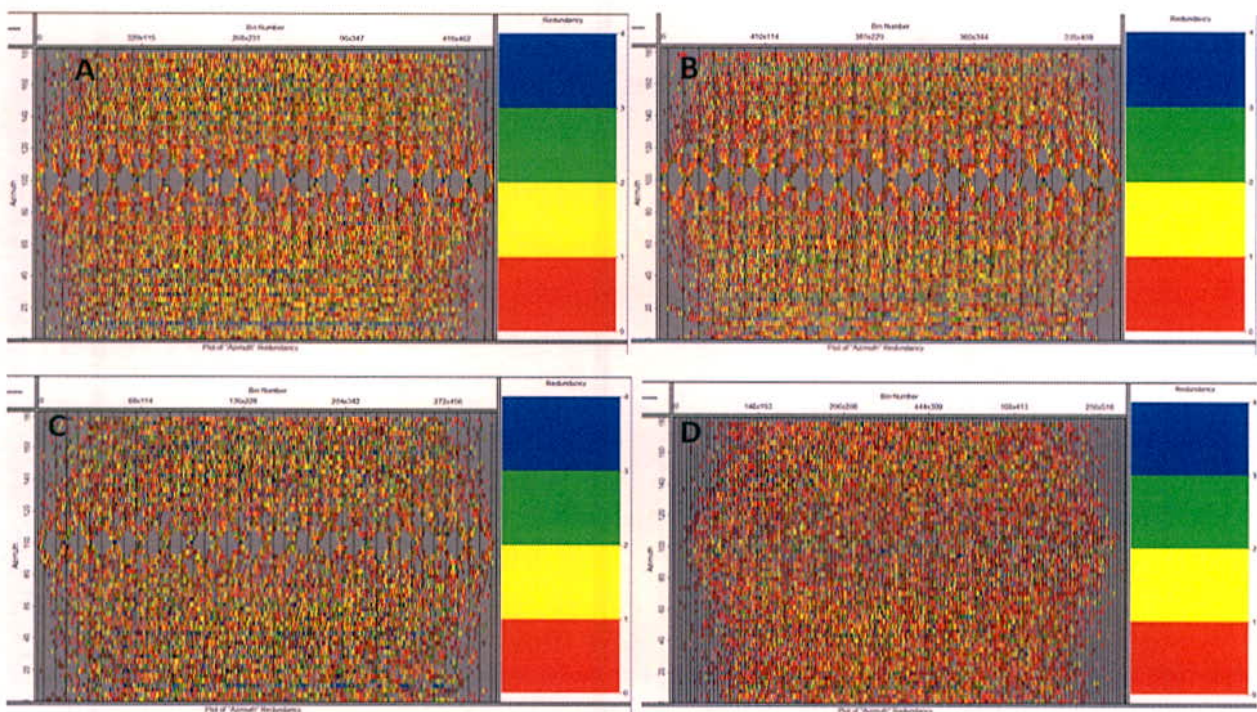


Figura 9

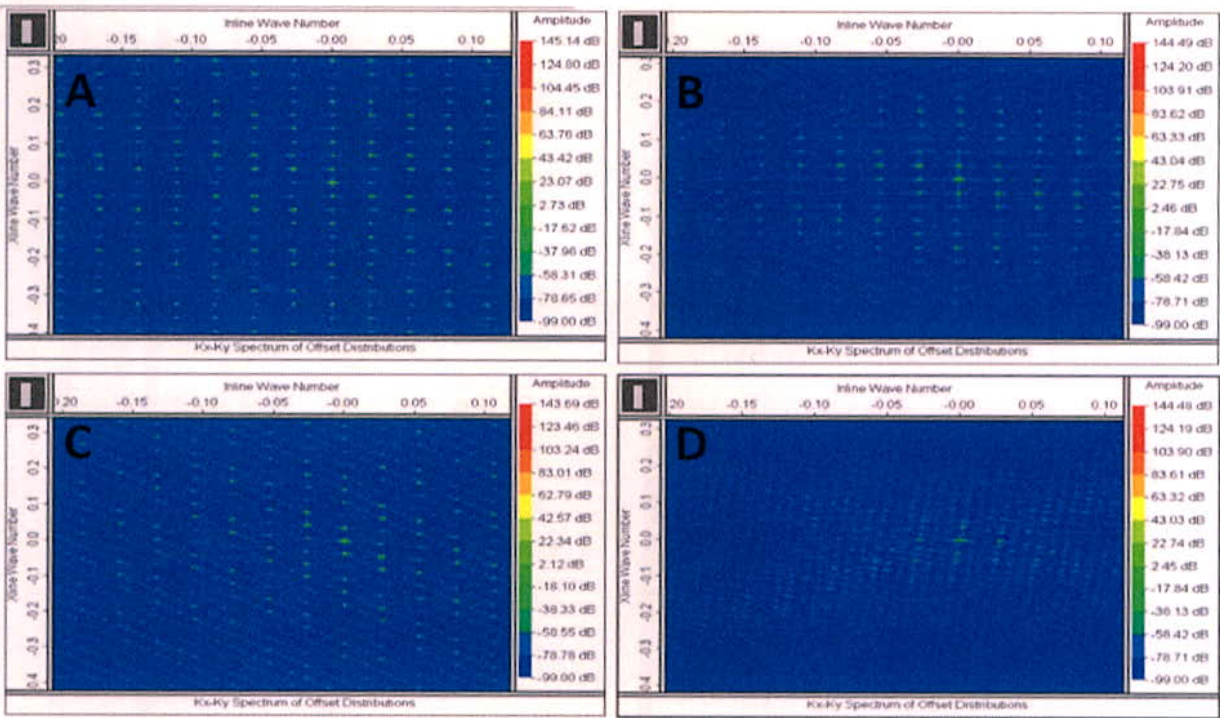


Figura 1



GRUPO ASESOR JURIDICO MAGDALENA MEDIO

Piedecuesta, junio 15 de 2012

Señores

DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES

Superintendencia de Industria y Comercio

Bogotá, D.C.

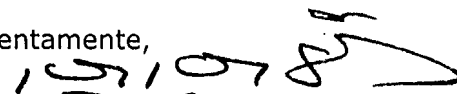
Asunto: Trámite de solicitud de patente en Colombia a nombre de ECOPETROL S.A., y la Universidad EAFIT.

Título: "Método de adquisición de sísmica 3D con geometría sinusoidal".

JAVIER DARIO CONTRERAS LOPEZ, mayor de edad y vecino de esta ciudad, abogado en ejercicio, identificado con cédula de ciudadanía número 91.298.583 de Bucaramanga y con Tarjeta Profesional No. 83.749 del Consejo Superior de la Judicatura, actuando en mi calidad de Apoderado General de ECOPETROL S.A. según escritura pública 4300 de la notaria 71 de Bogotá, debidamente facultado para otorgar poderes y representar a ECOPETROL S.A. ante autoridades administrativas, por medio del presente confiero poder especial a la abogada **LUZ CLEMENCIA SUÁREZ DE PÁEZ**, identificada con cédula de ciudadanía N° 35.456.344 expedida en Usaquén (Bogotá) y portadora de la tarjeta profesional N° 23.555 del Consejo Superior de la Judicatura, para que en nombre de la sociedad que represento, soliciten, tramiten, y en general, realicen todas las gestiones necesarias para la obtención del registro de patente titulado: "Método de adquisición de sísmica 3D con geometría sinusoidal".

La apoderada queda facultada, de conformidad con el artículo 70 del Código de Procedimiento Civil, y en especial para notificarse de decisiones que se profieran en el trámite referido, sustituir el poder previa aprobación por parte de ECOPETROL S.A., interponer los recursos de ley y en general para realizar todos los actos tendientes a la legítima defensa de los intereses de ECOPETROL S.A.

Atentamente,



JAVIER DARIO CONTRERAS LOPEZ

C.C. 91.298.583 de Bucaramanga

T.P. 83.749 del C. S. de la J.

ACEPTO:



LUZ CLEMENCIA SUÁREZ DE PÁEZ

C.C. N° 35.456.344 de Usaquén (Bogotá)

T.P. N° 23.555 Minjusticia

Cra 7ª No. 37-69 Piso 1, Bogotá, D.C. Colombia
Teléfono: (571)2344000

27 JUN 2012

DILIGENCIA DE PRESENTACION PERSONAL
Notaria 1a. del Circulo de Barrancabermeja

El anterior escrito dirigido a División de
Nuevas Creaciones

Fue presentado personalmente por Javier Danilo
Contreras Lopez

con C.C. No. 91 298.583 de Bucaramanga

T.P. No. 83.749. CSJ

y manifestó que reconoce y acepta
el contenido del mismo.
compareciente:



HUELLA INDICE DERECHO



Medellín, julio 23 de 2012

Señores
DIVISIÓN DE NUEVAS CREACIONES
Superintendencia de Industria y Comercio
Bogotá, D.C.

Asunto: Trámite de solicitud de patente en Colombia a nombre de
ECOPETROL S.A., y la Universidad EAFIT.

Título: "Método de adquisición de sísmica 3D con geometría sinusoidal".

JUAN LUIS MEJÍA ARANGO, mayor de edad y vecino de esta ciudad, identificado con cédula de ciudadanía número 8.351.889 de Medellín, Rector y representante legal de la UNIVERSIDAD EAFIT, con NIT 890.901.389-5, por medio del presente confiero poder especial a la abogada LUZ CLEMENCIA SUÁREZ DE PÁEZ, identificada con cédula de ciudadanía N° 35.456.344 expedida en Usaquén (Bogotá) y portadora de la tarjeta profesional N° 23.555 del Consejo Superior de la Judicatura, para que en nombre de la institución que represento, soliciten, tramiten, y en general, realicen todas las gestiones necesarias para la obtención del registro de patente titulado: "Método de adquisición de sísmica 3D con geometría sinusoidal".

La apoderada queda facultada, de conformidad con el artículo 70 del Código de Procedimiento Civil, y en especial para notificarse de decisiones que se profieran en el trámite referido, sustituir el poder, interponer los recursos de ley y en general para realizar todos los actos tendientes a la legítima defensa de los intereses de LA UNIVERSIDAD EAFIT.

Atentamente,


JUAN LUIS MEJÍA ARANGO
C.C. 8.351.889 de Medellín

ACEPTO:

LUZ CLEMENCIA SUÁREZ DE PÁEZ
C.C. N° 35.456.344 de Usaquén (Bogotá)
T.P. N° 23.555 Minjusticia



CESION DERECHOS PATRIMONIALES

Yo, **Maria Teresa Duarte Castro**, identificado con cédula de ciudadanía N° 63.553.157 de Bucaramanga, declaro haber participado, mediante aportes conceptuales propios de mi profesión y dentro de las actividades desarrolladas en el Convenio de Cooperación Tecnológica 008-2009, suscrito entre ECOPETROL S.A. y la UNIVERSIDAD EAFIT, en la realización de la tecnología denominada:

"MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE SÍSMICA 3D CON GEOMETRÍA SINUSOIDAL"

Declaro que CEDO Y TRANSFIERO, sin limitación alguna, a favor de ECOPETROL S.A. y la UNIVERSIDAD EAFIT, los derechos patrimoniales derivados de esta invención u obra, para que en adelante, pertenezcan exclusivamente a ECOPETROL S.A., y la UNIVERSIDAD EAFIT, sociedades constituidas y existentes bajo las leyes colombianas, domiciliadas en las ciudades de Bogotá D.C., y Medellín respectivamente.

El presente documento se suscribe para ser presentado por ECOPETROL S.A., en las solicitudes de patentes de esta invención ante las Oficinas de Patentes que lo requieran.

Para constancia se firma en Piedemonte a los 26 días del mes de Julio de 2012.

Cedente: Maria Teresa Duarte Castro
Maria Teresa Duarte Castro
C.C. 63553157 de Bucaramanga

-Autor/Inventor



CESION DERECHOS PATRIMONIALES

Yo, **William Mauricio Agudelo Zambrano**, identificado con cédula de ciudadanía N° 79.782.480 de Bogotá, declaro haber participado, mediante aportes conceptuales propios de mi profesión y dentro de las actividades desarrolladas en el Convenio de Cooperación Tecnológica 008-2009, suscrito entre ECOPETROL S.A. y la UNIVERSIDAD EAFIT, en la realización de la tecnología denominada:

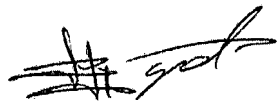
“MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE SÍSMICA 3D CON GEOMETRÍA SINUSOIDAL”

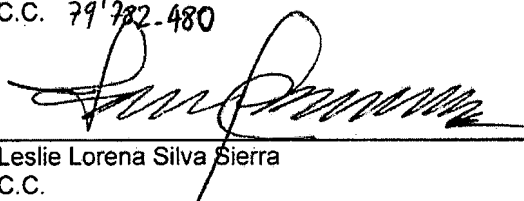
Declaro que CEDO Y TRANSFIERO, sin limitación alguna, a favor de ECOPETROL S.A. y la UNIVERSIDAD EAFIT, los derechos patrimoniales derivados de esta invención u obra, para que en adelante, pertenezcan exclusivamente a ECOPETROL S.A., y la UNIVERSIDAD EAFIT, sociedades constituidas y existentes bajo las leyes colombianas, domiciliadas en las ciudades de Bogotá D.C., y Medellín respectivamente.

Por su parte, Yo, **LESLIE LORENA SILVA SIERRA**, mayor de edad, vecina de Bucaramanga, identificada con Cédula de Ciudadanía N° 60.390.489 expedida en San José de Cúcuta (Norte de Santander) en mi carácter de Apoderado General de ECOPETROL S.A., tal como lo determina el poder general otorgado por el señor PRESIDENTE DE ECOPETROL S.A., mediante Escritura Pública No. 1391 de Abril 30 de 2008 de la Notaría Setenta y dos (72) del Circuito de Bogotá, y yo **JUAN LUIS MEJIA ARANGO**, mayor de edad, vecino de Medellín, identificado con cédula de ciudadanía N° 8.351.889 expedida en Bogotá, en mi condición de Rector de la UNIVERSIDAD EAFIT, ACEPTAMOS para ECOPETROL S.A., y la UNIVERSIDAD EAFIT, respectivamente, la cesión que hace el autor u inventor, mediante este documento.

El presente documento se suscribe para ser presentado por ECOPETROL S.A., en las solicitudes de patentes de esta invención ante las Oficinas de Patentes que lo requieran.

Para constancia se firma en _____ a los _____ días del mes de _____ de _____.

Cedente:  _____ -Autor\Inventor
William Mauricio Agudelo Zambrano
C.C. 79'782-480

Acepto:  _____ -por ECOPETROL
Leslie Lorena Silva Sierra
C.C.

Acepto: _____ -por la EAFIT
Juan Luis Mejia Arango
C.C.



CESION DERECHOS PATRIMONIALES

Yo, **Saúl Ernesto Guevara Ochoa**, identificado con cédula de ciudadanía N° 19.386.279 de Bogotá, declaro haber participado, mediante aportes conceptuales propios de mi profesión y dentro de las actividades desarrolladas en el Convenio de Cooperación Tecnológica 008-2009, suscrito entre ECOPETROL S.A. y la UNIVERSIDAD EAFIT, en la realización de la tecnología denominada:

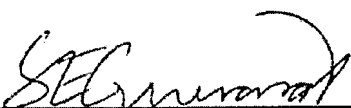
"MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE SÍSMICA 3D CON GEOMETRÍA SINUSOIDAL"

Declaro que CEDO Y TRANSFIERO, sin limitación alguna, a favor de ECOPETROL S.A. y la UNIVERSIDAD EAFIT, los derechos patrimoniales derivados de esta invención u obra, para que en adelante, pertenezcan exclusivamente a ECOPETROL S.A., y la UNIVERSIDAD EAFIT, sociedades constituidas y existentes bajo las leyes colombianas, domiciliadas en las ciudades de Bogotá D.C., y Medellín respectivamente.

El presente documento se suscribe para ser presentado por ECOPETROL S.A., en las solicitudes de patentes de esta invención ante las Oficinas de Patentes que lo requieran.

Para constancia se firma en Buesaramanga a los 4 días del mes de Julio de 2012.

Cedente:


Saúl Ernesto Guevara Ochoa
C.C. 19.386.279 Bogotá

-Autor/Inventor



CESION DERECHOS PATRIMONIALES



Yo, **Andres Eduardo Calle Ochoa**, identificado con cédula de ciudadanía N° 91.290.817 de Bucaramanga, declaro haber participado, mediante aportes conceptuales propios de mi profesión y dentro de las actividades desarrolladas en el Convenio de Cooperación Tecnológica 008-2009, suscrito entre ECOPETROL S.A. y la UNIVERSIDAD EAFIT, en la realización de la tecnología denominada:

“MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE SÍSMICA 3D CON GEOMETRÍA SINUSOIDAL”

Declaro que CEDO Y TRANSFIERO, sin limitación alguna, a favor de ECOPETROL S.A. y la UNIVERSIDAD EAFIT, los derechos patrimoniales derivados de esta invención u obra, para que en adelante, pertenezcan exclusivamente a ECOPETROL S.A., y la UNIVERSIDAD EAFIT, sociedades constituidas y existentes bajo las leyes colombianas, domiciliadas en las ciudades de Bogotá D.C., y Medellín respectivamente.

El presente documento se suscribe para ser presentado por ECOPETROL S.A., en las solicitudes de patentes de esta invención ante las Oficinas de Patentes que lo requieran.

Para constancia se firma en Bucaramanga a los ____ días del mes de Julio de 2012.

Cedente: Andres Eduardo Calle Ochoa -Autor/Inventor
C.C. 91290817

Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA	RECIBO DE CAJA	No. 12 - 0079028
		Bogotá D.C., Agosto 01 de 2012 - 11:29:36

RECIBIDO DE : CAVELIER ABOGADOS	NI 860.041.367
---------------------------------	----------------

*** Soporte del Pago ***					
TIPO PAGO	BANCO	CUENTA	No. PAGO	FECHA PAGO	VR. PAGO
CONSIGNACION	BANCO DE BOGOTA	062754387	157715703	01/08/2012	14.090.000.00

*** Conceptos Pagados ***			
CANT. RENTISTICO	CONCEPTO	Vr. UNDITARIO	Vr. CONCEPTO
1 50005-01-01 SOLICITUDES	1 TRAMITES DE SOL. DE PATENTE DE INVENCIÓN	590.000.00	590.000.00
			\$590.000.00
=====			

SON: **QUINIENTOS NOVENTA MIL PESOS MONEDA CORRIENTE**

Responsable: _____
Recibo de Caja Aplicado al Expediente No. _____

SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO

No. 12-132773- -00000-0000
Fecha: 2012-08-08 11:31:35 Dep. 2020 DIR.NUEVASCR
Tra. 2 PATENTES Eve: 1 REGDEPOSITO
Act. 411 PRESENTACION Folios: 38

COLO: 19547- 805-001-8

 Industria y Comercio SUPERINTENDENCIA		SUPERINTENDENCIA DE INDUSTRIA Y COMERCIO DIVISION DE NUEVAS CREACIONES EXTRACTO PARA PUBLICACIÓN SOLICITUD DE PATENTE DE INVENCION	
(21) N° de solicitud:		(51) Int Cl:	G01V 001/038
22) Fecha de solicitud:		(71) Solicitante(s)	ECOPETROL S.A. Y UNIVERSIDAD EAFIT
(30) Prioridad	(31) No. Prioridad	(32) Fecha	(33) País
		(72) Inventor(es)	MARIA TERESA DUARTE CASTRO Y OTROS
		(74) Apoderado:	LUZ CLEMENCIA DE PAEZ
(54) Título: MÉTODO DE ADQUISICIÓN DE SÍSMICA 3D CON GEOMETRÍA SINUSOIDAL			

Resumen:

La presente solicitud se relaciona con un método de adquisición sísmica VSP 3D terrestre o marina, caracterizado porque comprende los siguientes pasos: Localizar las fuentes de energía siguiendo una geometría sinusoidal; Localizar los receptores con la geometría del pozo siguiendo una geometría sinusoidal; Formar las líneas de fuente y receptor, de acuerdo con la geometría sinusoidal formando la parcela de estudio con sinusoides igualmente espaciados y con fase inicial constante o variable; Iniciar ondas sísmicas a partir de las fuentes, y Registrar la energía reflejada o convertida que viene del subsuelo en los receptores. La geometría sinusoidal está gobernada por las siguientes ecuaciones:

$$x'_{sou} = A_{sou} \sin \left[\frac{2\pi}{\lambda_{emi}} \cdot (y_0 - y_{sou}) + \varphi(x_{sou}) \right] + x_{sou}$$

y

$$y'_{sou} = y_{sou}$$

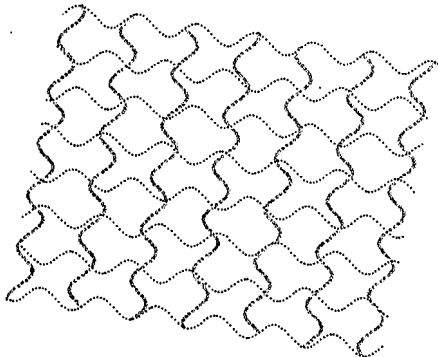


Figura 2

☒ Indicación que se solicita una patente.
☒ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☒ Descripción de la invención
☒ Dibujos de ser estos pertinentes
☒ Comprobante de pago de las tasas establecidas (De ser el caso formato de descuento)
Completa ☒ Incompleta ☐

PATENTE DE INVENCION PCT ☐ MODELO DE UTILIDAD PCT ☐ Art.33 Decisión 486/00, Circular Única

☐ Indicación que se solicita una PCT
☐ Copia de la solicitud en español, tal como fue presentada inicialmente (capítulo descriptivo, reivindicatorio, resumen)
☐ Dibujos de ser estos pertinentes
☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas (de ser el caso formato de descuento)
Completa ☐ Incompleta ☐

DISEÑO INDUSTRIAL ☐ (Art. 119 Decisión 486/00)

☐ Indicación que se solicita Diseño industrial
☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐ Representación gráfica y fotográfica del Diseño industrial o muestra del material que incorpora el diseño.
☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐ Incompleta ☐

ESQUEMA DE TRAZADO ☐ (Art. 92 Decisión 486/00)

☐ Indicación que se solicita un esquema de trazado
☐ Datos de identificación del solicitante o de la persona que presenta la solicitud
☐ Representación gráfica de un esquema de trazado
☐ Comprobante de pago de las tasas establecidas
Completa ☐ Incompleta ☐