

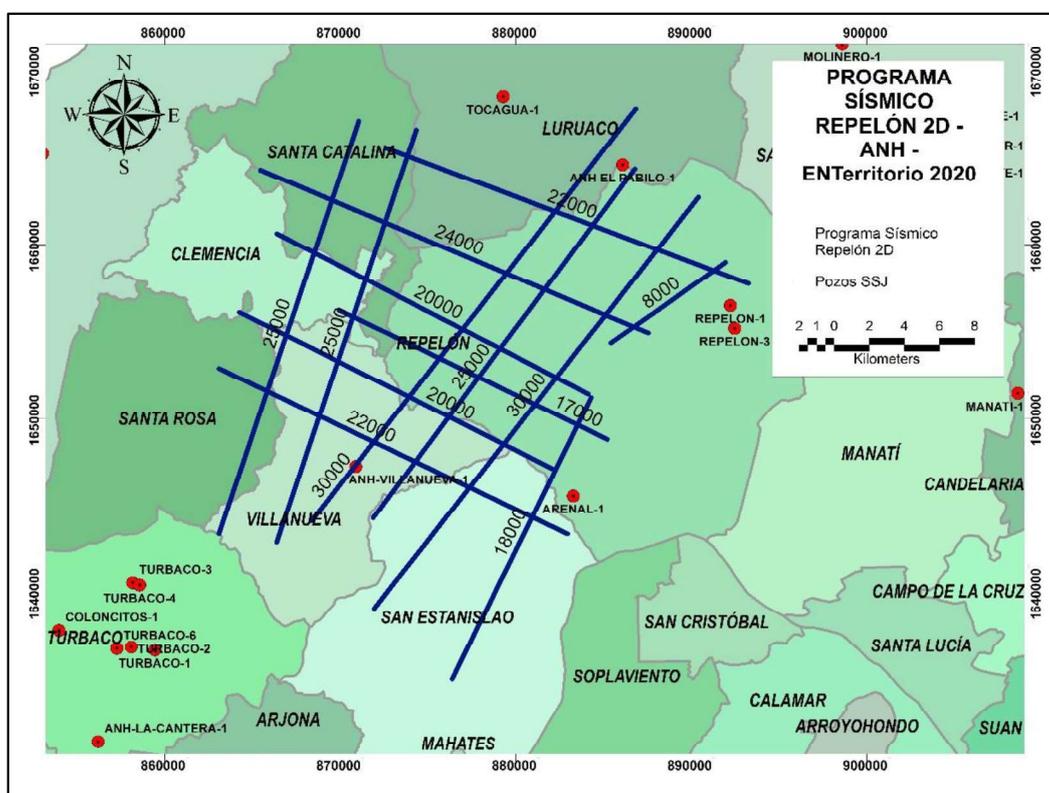
# CONTENIDO

## 1. OBJETO DEL CONTRATO

**ADQUISICIÓN Y PROCESAMIENTO DE SÍSMICA 2D EN EL ÁREA DE REPELÓN, CUENCA DE SINÚ – SAN JACINTO.**

## 2. LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

Las líneas sísmicas objeto de adquisición se encuentran en los departamentos de Bolívar y Atlántico en la Cuenca Sinú – San Jacinto, en jurisdicción de los municipios de Santa Catalina, Luruaco, Clemencia, Santa Rosa, Villanueva, San Estanislao y Repelón como se observa en la **Figura 1**.



*Figura 1. Localización del programa sísmico Repelón 2D*

ENTerritorio recomienda a los interesados en el proceso, por su cuenta y riesgo realizar la visita a la zona de trabajo, con el propósito de obtener una apreciación directa de las condiciones técnicas y sociambientales del área que incidan en la ejecución del proyecto.

El proponente adjudicatario no podrá presentar reclamaciones posteriores que se fundamenten en el hecho de que el contratista desconocía o no se encontraba familiarizado con los detalles y condiciones de la zona en la que se ejecutaría total o parcialmente el contrato, ya que en la confección de su ofrecimiento económico tuvo en cuenta las características determinantes que pudiesen incidir en la ejecución de este.

### 3. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS GENERALES DE LA ADQUISICIÓN SÍSMICA

La adquisición de datos sísmicos del programa Repelón 2D 2020, se realizará utilizando 3600g (recomendación) de fuente convencional (Sismigel o Emulsión SX05) a una profundidad de 20 hasta 30 pies, con un procesamiento sísmico hasta PSTM (Pre-Stack Time Migration).

El contratista podrá dar uso a nuevas tecnologías de registro tales como equipos inalámbricos, siempre y cuando estas sean aprobadas previamente por ENTerritorio, y demuestren desde el fabricante y pruebas de campo, que son eficientes y no afectarán en ningún momento los tiempos y la calidad de la etapa de registro.

#### 3.1 Parámetros Generales

##### Programa Sísmico Repelón 2D

Cuenca:	Sinú – San Jacinto.
Tipo de sísmica:	Regional 2D.
Longitud del proyecto:	286 Km full fold.
Área de influencia:	Departamentos de Bolívar y Atlántico

#### 3.2 Parámetros Geofísicos Generales

Distancia entre receptoras	20 metros
Distancia entre fuentes	40 metros
Número de canales	400
Cubrimiento (fold)	100
Tiempo de registro	7 segundos
Tasa de muestreo	2 milisegundos
Tipo de tendido	Split spread (cumpliendo con 286 Km de full fold)
Sensores	Análogos o digitales, frecuencia natural recomendada de 5 Hz

(opcional el uso de otros geófonos por unidad tales como DSU1-508, SG-5, etc.)

##### Fuente de Energía:

Tipo de Fuente	Sismigel o Emulsión SX05
Profundidad del Carga	De 20 pies hasta 30 pies
Tamaño de carga	Se recomienda 3600g, sin embargo, para determinar la carga a utilizar se harán pruebas experimentales desde 2700g hasta 36000 g
Tapón	Gravilla y ripios.

*“La profundidad y el tamaño de la carga se definirán de acuerdo con los datos obtenidos de las pruebas experimentales”*

### 4. ORIGEN DE COORDENADAS (Ver 7. Red Básica)

### 5. ACTIVIDADES ESPECÍFICAS DEL PROYECTO

Para el desarrollo del contrato, el contratista deberá:

- Elaborar y establecer un cronograma y programa detallado de trabajo (PDT) de ejecución del contrato. El cual se debe cumplir en todas sus partes, referentes a las diferentes etapas y términos que

comprenden el cumplimiento y ejecución del objeto de este contrato, el cual deberá ser aprobado por el supervisor del contrato.

- Tramitar y obtener por escrito, ante todas las autoridades correspondientes, todos los permisos que sean necesarios para el desarrollo del proyecto.
- El contratista hará todas las acciones que razonablemente estén a su alcance para obtener, en el menor tiempo posible y en cumplimiento de la legislación nacional vigente, los permisos, concesiones y/o autorizaciones en caso de requerirlas.
- Reunir la información geológica, geofísica, topográfica y demás que se considere necesaria para estudiar la posible modificación de parámetros según lo exijan las condiciones de respuesta sísmica del área. Con base en esta información Enterritorio determinará la posición de las pruebas experimentales a realizar.
- Conseguir la información existente de BM's, vértices geodésicos y puntos de amarre así no sean pasos obligados. Esta información debe presentarse a la interventoría para confirmar las coordenadas dadas.
- Acondicionamiento de trochas para líneas fuentes y líneas receptoras.
- El Proponente Adjudicatario se compromete a entregar a Enterritorio la información digital del trabajo de acuerdo con las especificaciones técnicas establecidas en el manual de entrega de información técnica vigente y debidamente georreferenciada.
- Realizar un taller ("workshop") antes del inicio de la adquisición sísmica, donde el contratista mostrará su metodología de trabajo y los planes a utilizar en el proyecto específico.
- Los equipos que utilizará el contratista deben causar las mínimas afectaciones ambientales, adicionalmente ser de última generación y el contratista debe certificar a la interventoría su mantenimiento periódico y reciente, y las calibraciones cuando haya lugar, para obtener una imagen de buena calidad del subsuelo.
- Enterritorio no reconocerá "stand by" en ninguna circunstancia.
- El trazado actual de las líneas es un prediseño; éste podrá ser modificado una vez se haya hecho la revisión de campo por parte del contratista y de común acuerdo con la interventoría y la supervisión de Enterritorio.

## **6. TROCHA Y TOPOGRAFÍA**

El acondicionamiento de trochas para las líneas sísmicas se llevará a cabo con los equipos adecuados y minimizando los daños al medio ambiente. El ancho máximo de las líneas será de 1,5 metro en las áreas desprovistas de vegetación arbórea o arbustiva y de 1 metro en los bosques primarios y de galería y en ningún caso se obstruirán los arroyos naturales; también se considerará que no se cortarán arbustos o árboles de más de 10 centímetros de diámetro a la altura del pecho (DPA). Lo anterior según lo estipulado en la Guía Básica expedida por el Ministerio de Ambiente y Vivienda Territorial

Las labores de topografía permitirán establecer las coordenadas de cada uno de los puntos de fuente de energía y de registro en las líneas sísmicas, información básica en el registro y procesamiento de la información. Los equipos de GNSS a utilizar en el proyecto deben ser de doble frecuencia, con capacidad de almacenamiento de datos, en cuanto a los equipos de navegación móviles deben tener una precisión hasta de 5m. Los equipos para la nivelación de las líneas deberán ser estaciones totales con amplio rango de medición y alto grado de precisión hasta de 1 m.

## **7. RED BÁSICA**

Para efectos del levantamiento topográfico del programa sísmico, se debe realizar una red básica de triangulación debidamente establecida, cuyos vértices se determinen con sistema GPS método estático, utilizando equipos de doble frecuencia que sean compatibles y de tecnología reciente, amarrados a puntos

geodésicos de la red Magna Sirgas (como mínimo 3 puntos distribuidos en el área de trabajo) y de nivelación geométrica de la Red Geodésica Nacional certificados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi "IGAC". Los datos deben presentarse en el sistema geodésico Datum Magna-Sirgas, referenciados al modelo Geoidal Geocol 2004. **Tabla 1.**

<b>SISTEMA GEOGRÁFICO DE COORDENADAS</b>	
Projected Coordinate System:	Mercator = GAUSS KRUGGER
Projection:	Transverse_Mercator
False_Easting:	1.000.000.000.000
False_Northing:	100.000.000.000.000
Central_Meridian:	-74.07750792
Scale_Factor:	1.000.000
Latitude_Of_Origin:	4.596200417
Linear Unit:	Meter
Geographic Coordinate System:	GCS_MAGNA-Sirgas
<b>El Geoide a utilizar será GEOCOL 2004</b>	

*Tabla 1. Sistema de Coordenadas.*

Los datos en crudo de la información bajada durante las sesiones para el establecimiento de la red geodésica básica deberán ser entregados en formato Rinex y se deben incluir las especificaciones técnicas del programa con que se procesa y ajusta la red geodésica básica.

Teniendo en cuenta, que en el artículo 2 de la resolución 364 del 25 de abril de 2012, se ha dispuesto a través de la página institucional la Información Geodésica de manera gratuita, motivo por el cual ya NO se genera ningún certificado, los vértices y puntos de nivelación geodésicos deben ser entregados a la interventoría técnica e Interventoría de topografía del proyecto para su verificación. Las líneas deben arrancar de los vértices de la red básica de triangulación o si es necesario se realizará una poligonal auxiliar hasta el punto de arranque de la línea.

## **8. ERRORES MÁXIMOS PERMITIDOS.**

Error de Cierre Horizontal

El siguiente coeficiente error de cierre horizontal será utilizado como un máximo

(L= longitud del "loop" ó poligonal)

- Menos de 10 Km. de longitud  $0.27 \text{ m} * w \text{ L}$
- Entre 10 y 20 Km.  $0.23 \text{ m} * w \text{ L}$
- Más de 20 Km.  $0.20 \text{ m} * w \text{ L}$

Error de Cierre Vertical

- Máximo  $0.15 \text{ m} * w \text{ L}$

## **INCERTIDUMBRE EN LA POSICIÓN DE UN PUNTO OBSERVADO CON GPS**

Se admite que las precisiones que se obtienen con un equipo GPS topográfico son del siguiente orden:

<b>MÉTODO</b>	<b>FRECUENCIA</b>	<b>OBSERVABLES</b>	<b>PRECISIÓN</b>	<b>APLICACIONES</b>
DIFERENCIAL	L1	C/A Y FASE	1 cm + 2 ppm	TOPOGRAFÍA
DIFERENCIAL	L1 y L2	C/A, P, FASE	5 mm + 1 ppm	TOPO/GEO

Y según el método de observación, las precisiones pueden ser:

<b>METODO DE OBSERVACIÓN</b>	<b>PRECISIÓN</b>
ESTATICO	5 mm + 1 ppm
ESTATICO - RAPIDO	5 - 10 mm + 1 ppm
RTK	2 cm + 2 ppm

## **9. PUNTOS DE REFERENCIA**

### **10.1. Vértices y puntos de nivelación geodésica**

En caso de no encontrarse vértices, puntos de nivelación de la Red Geodésica Nacional del IGAC en el área de trabajo, se deberán buscar los más cercanos a ésta y amarrar la red básica de triangulación del proyecto por sistema GNSS, método estático de alta precisión.

### **10.2. Mojoneros de programas sísmicos y pozos**

Los mojoneros de programas sísmicos antiguos existentes en el área deben ser incluidos en los levantamientos topográficos y deberán aparecer con otra simbología, en el mapa de BM's presentado por el contratista, al finalizar el programa. Enterritorio suministrará la información de que disponga, relacionada con las coordenadas de dichos BM's para facilitar su localización, pero la obligación general es del contratista.

Enterritorio suministrará un listado de pozos existentes en el área cubierta por el estudio, en los cuales deberán determinarse sus coordenadas con sistema GPS método estático de alta precisión. En caso de encontrarse un pozo que no esté en el listado suministrado, éste deberá ser incluido.

### **10.3. Control de operación**

- El jefe de topografía, quien haga sus veces o ejerza sus funciones emitirá un concepto por escrito sobre la viabilidad para la ejecución de la línea y sus recomendaciones. Por medio de reconocimiento de la línea sísmica y advertir sobre posibles complicaciones, obstáculos, entre otros, que pongan en riesgo la calidad de los datos sísmicos, advirtiendo entre otras la necesidad de posibles desviaciones y aportando también, la mejor solución técnica que cumpla con los requerimientos del contrato.
- Con anterioridad al inicio del registro de la línea, se deberá verificar la existencia o no, de obstáculos que impidan la adquisición normal de los datos sísmicos, mediante visitas y observación directa de los lugares.
- La labor de localización de los mojoneros de los programas anteriores y de los pozos perforados en el área, debe hacerse simultáneamente con el trabajo de topografía.
- El contratista debe entregar a la interventoría y a Enterritorio la certificación de calibración con fecha no mayor a seis meses al inicio de las labores de los equipos convencionales de topografía y unidades de GPS. Sobre una base establecida en campo, se deben patronar los equipos convencionales y antenas de GPS, cuyo control deberá realizarse mensualmente. Se debe tener una tarjeta con el registro de las pruebas de patronamiento.
- La información topográfica debe incluir: un croquis del trazado con referencias a obstáculos, vías de acceso y puntos notables (vértices, mojoneros, etc.); y un listado de coordenadas y elevaciones provisionales.
- Las coordenadas de las líneas sísmicas incluidas en el presente documento son preliminares y deben ser revisados por el contratista en campo, una vez en ejecución el contrato, se revisará en conjunto con el Interventor y/o Supervisor del contrato de Enterritorio, para aprobación de las coordenadas definitivas. De la misma manera los parámetros técnicos se definirán una vez concluido la línea experimental.

- Todas las Cuadrillas de Topografía deben conocer las regulaciones ambientales y los acuerdos privados con los dueños / poseedores de los terrenos y deben aplicarlos durante la operación.
- Los rumbos de las líneas deben ser controlados con observaciones solares diarias, mínimo dos, en caso de trabajar con topografía convencional. Tramos largos sin observaciones solares deben ser verificados con sistema GPS, por método de posicionamiento de tacos continuos resolviendo el azimut.
- No se aceptan cambios de rumbo excepto por motivos de fuerza mayor o caso fortuito o situaciones excepcionales a criterio de la interventoría, debidamente justificados y previamente aprobados por la interventoría y supervisión de ENTerritorio
- Las coordenadas y elevaciones finales del programa deben ser ajustadas a la red básica de triangulación

## **11. FUENTE SÍSMICA, PERFORACIÓN Y CARGADO DE POZOS**

Como fuente de energía se utilizará una fuente impulsiva, específicamente Sismigel o Emulsión SXO5, cuya cantidad de gramos se definirá a partir de las pruebas experimentales. En principio según resultados de programas sísmicos aledaños, se recomienda realizar prueba experimental entre 2700 gr y 3600gr, para determinar la carga a usar en el proyecto, así como la profundidad a la cual debe ser plantada la carga, entre 20 pies y 30 pies.

El Contratista se compromete a perforar los pozos a la profundidad establecida y a reperforarlos cuando se requiera, de acuerdo a las consideraciones técnicas definidas; a cargar los pozos y tacerlos asegurando que no haya pérdidas de energía por expulsión del material de tacado. En caso de que el material de tacado sea expulsado a la superficie durante la explosión de la carga, la compañía ejecutora deberá asumir las reparaciones ambientales y repetir el pozo.

La actividad deberá ser realizada con equipos de perforación portátiles con capacidad según los rangos de profundidad establecidos para esta adquisición. El Contratista proveerá para la ejecución del CONTRATO la relación de los equipos de campo disponibles para la ejecución de esta etapa del proyecto que incluya la siguiente información: cantidad, modelo, capacidad; especificar sistema de perforación y las herramientas y accesorios disponibles. Debe garantizar:

- Capacidad de perforación según los rangos de profundidad requeridos en este proceso de contratación.
- Bombas de agua con una potencia suficiente y según las condiciones del terreno donde se ejecute el levantamiento a fin de alcanzar las profundidades requeridas.
- Disponibilidad de compresores según las condiciones del terreno donde se ejecute el levantamiento a fin de alcanzar las profundidades requeridas.
- Equipos mecanizados de perforación con un pull down de capacidad mínima, para superar las condiciones del terreno donde se ejecute el levantamiento a fin de alcanzar la profundidad requerida.
- Programa de mantenimiento para los equipos a utilizar (basado en horas de uso).

El Contratista previo a la perforación de los puntos de tiro, deberá realizar un levantamiento de todos los obstáculos culturales que afecten la operación de campo (construcciones, manantiales, pozos de agua, líneas de conducción eléctrica, carreteras, ductos, etc.) con la finalidad de ubicar y barrenar los puntos de tiro con las medidas más adecuadas y seguras, evitando con esto conflictos que entorpezcan el desarrollo de los servicios. Se apoyará con equipos portátiles (GPS, detectores de metales, etc.) y ortofotomapas disponibles, entre otros.

La ubicación de cada pozo nivelado debe ser verificada técnica y ambientalmente por el grupo de control de calidad antes de perforar el pozo, para evitar tener que neutralizar pozos mal ubicados. Los pozos tendrán el diámetro y limpieza adecuada para que se deposite el material explosivo a la profundidad estipulada, una vez cargados con material explosivo deberá taparlos bien y cuidadosamente con gravilla y recorte obtenido de la perforación, para que la energía sea aprovechada al máximo.

La profundidad de cada pozo perforado debe ser verificada antes de proceder a bajar la carga. Si se evidencia colapso o falta de profundidad del pozo, este deberá ser re-perforado.

Cuando las condiciones del terreno dificulten la carga de los puntos de tiro por derrumbamiento, el Contratista deberá usar lodos de perforación, de acuerdo a las normas y reglamentos establecidos para ello, con el fin de "encamisar" las paredes del pozo de tiro.

Cuando sean cancelados uno o más puntos de tiro por causas no imputables ni al Contratista ni a Enterritorio, el primero propondrá al interventor, la perforación de puntos de tiro extras para su análisis y aprobación.

Cada grupo de perforación (Capataz de perforación – Cargapozo) deberá diligenciar un registro escrito completo que incluya la profundidad final del pozo, profundidad de carga, tamaño de la carga, tipo de roca perforada (litología) y cualquier otra novedad especial de los puntos de disparo, que ayude al análisis de la información adquirida. En todo caso la compañía ejecutora deberá garantizar que la carga haga acople con la roca circundante para la maximizar la energía.

El Contratista entregará diariamente a la Interventoría y/o Supervisor de Enterritorio, los reportes de campo en original firmado por el perforador y cargapozos, con su respaldo digital (Base de datos), de los diferentes grupos de perforación, señalando la producción de cada uno, desplazamientos realizados, profundidad de los pozos y la carga, litología cortada, consumo de material explosivo por pozo y cualquier anomalía presentada.

El Contratista deberá tramitar los permisos necesarios ante las autoridades competentes para el transporte, almacenamiento y seguridad del manejo del material fuente de energía. Todo el personal staff, calificado y labor que trabaje manipulando explosivos debe recibir un entrenamiento apropiado y mínimo para el uso de explosivos. Los cargapozos deben ser personal experimentado y certificado vigente emitido por la industria militar, con el fin de asegurar un detallado seguimiento de los procedimientos establecidos, manipulación segura del explosivo y calidad del tacado e información. El personal asignado para el cargado de pozos debe contar con una valoración de sus habilidades, entender y cumplir los procedimientos de carga de pozos sin excepción.

Todas las cargas deberán ser probadas con galvanómetro, antes del taponamiento de los pozos. Cada cargapozo debe tener la capacidad del cargado de pozos en situaciones especiales como, por ejemplo: zonas con alto nivel freático, cultivos, manejo de cargas atravesadas, recuperación de carga etc.

Todos los pozos deben ser tacados correctamente, con material consistente sacado de los pozos y gravilla, para evitar pérdida de energía y problemas ambientales, asegurando un buen tacado que permita obtener una excelente calidad de la información, además que el material fuente de energía no sea extraído por personal no autorizado. No se permitirá el tacado con otro tipo de materiales (palos, bolsas, tacos de pastos, etc.), lo cual ocasionará la re-perforación del pozo. Los pozos perforados en zonas de aluviales con alto nivel freático, tendrán un mayor esfuerzo en el cargado para evitar el soplado y colapso de los mismos. En estas áreas con alto nivel freático se debe garantizar la profundidad correcta de la carga, se sugiere para estos casos el uso de anclas de carga.

El contratista establecerá y mantendrá los más altos estándares de seguridad en cuanto a la manipulación, el transporte, el almacenamiento y la utilización de los explosivos. Enterritorio no se hace responsable por accidentes derivados de la manipulación inadecuada del material fuente de energía. No es permitido al contratista añadir o cortar detonadores.

Todos los pozos que sean cargados y no detonados deben ser neutralizados siguiendo el procedimiento establecido por el Contratista, y se debe informar a las autoridades militares competentes y a la interventoría de Enterritorio con la respectiva ubicación (Mapa y coordenadas).

## 12. REGADO Y REGISTRO

Antes del comienzo del registro, se verificará si los resultados de las líneas experimentales modificaron los parámetros iniciales, y en caso de modificación se adoptarán los definitivos.

Una vez ubicados por topografía los puntos de los receptores y cargados los puntos de disparo, se procederá a verificar por control de calidad el plantado de los geófonos que debe estar centrado en la estaca y libres de pasto, raíces, etc. que puedan producir "*noise strip*" en la señal.

Todos los geófonos deberán ser plantados en posición vertical y perfectamente acoplados al terreno consolidado. Diariamente se deberá probar la resistencia y desempeño de los geófonos, asimismo, se deberá tener un programa permanente de mantenimiento preventivo, asegurando la rotación del material y diferenciándolo del material reparado. La totalidad de los geófonos deberán satisfacer las pruebas de fuga eléctrica (*leakage*) con valor mínimo de 1 MEGAOHM empleando un medidor de resistencia de aislamiento. Si éstas no fueran cumplidas se suspenderá su uso hasta garantizar la reparación correspondiente.

El contratista debe realizar todos los controles y pruebas diarias, semanales y mensuales que el fabricante especifique para el equipo de registro (unidad central, cables, cajas, geófonos y demás accesorios) y las que Enterritorio considere necesarias. Las pruebas de inicio deben realizarse a todo el material antes de su ingreso a la línea en cualquier circunstancia.

La cuadrilla contará con personal experimentado en trabajos similares y el personal obrero recibirá la instrucción respectiva del tipo de trabajo, indicándoles principalmente el correcto plantado y acoplamiento de los geófonos sobre el terreno y el patrón de plantado a utilizar. Se debe utilizar un equipo de registro de última tecnología que permita una alta productividad y registros de óptima calidad. Se deben anexar las especificaciones técnicas del equipo y el número de canales disponibles para el proyecto. También se deben relacionar los equipos, software de oficina y de campo adicionales.

Se requiere un sistema de control del tendido y la calidad de los datos en "tiempo real", generalmente conectado al sistema de adquisición de datos, que permita entre otras cosas revisar los siguientes atributos:

- Picado automático de primeros arribos
- Primeros arribos predictivos
- Comparación entre los primeros arribos, predictivos y reales, para la detección de errores de geometría
- Relación de señal - ruido
- Energía del horizonte sísmico
- Análisis de frecuencias
- Error de resistencia en los grupos de geófonos
- Error de verticalidad de los grupos de geófonos
- Error de fugas o "*leakage*" de los grupos de geófonos

Esta unidad estará permanentemente monitoreada por un profesional del departamento de Control de Calidad, el que a su vez llevará un control estadístico de las características de cada uno de los registros; así como también el control de los parámetros de adquisición.

Antes de iniciar el registro el Contratista deberá presentar al Interventor, la información pre-registro para la revisión y aprobación de la misma. Una vez realizada la comprobación y control de calidad de los sensores, y del equipo de registro, y que la conexión entre los equipos de campo y cabina de instrumentos sea óptima, se procederá a registrar los datos sísmicos.

El Contratista, para asegurar un correcto control de calidad de los datos sísmicos a adquirir cumpliendo con el diseño definido por Enterritorio, deberá contar con software especializado tiempo completo en el campo, para evaluar las posibles variaciones en cubrimiento, por cualquier tipo de limitación en campo y así plantear al interventor técnico y/o supervisor de Enterritorio las opciones y recomendaciones viables identificadas y con base en éstas, se adoptará la más conveniente.

Semanalmente debe existir una rotación de por lo menos el 10% del material utilizado para su chequeo y aprobación. Los equipos que no pasen estas pruebas deben ser reemplazados. Así mismo, debe revisarse el estado de cables, geófonos, unidades de campo y llevar un registro del mantenimiento realizado, teniendo una historia de cada uno.

No se aceptarán trazas muertas (sin recepción de señal) sin justificación, en los siguientes casos:

- Inicio del día
- Dos trazas muertas consecutivas
- Una misma traza muerta en tres (3) disparos consecutivos

En el campo se debe hacer una relación de las trazas muertas en cada registro y se realizará un análisis de la información, teniendo en cuenta todas las variables que influyen en la respuesta sísmica.

Los puntos de disparo registrados en falsa posición o con errores de tendido, deberán ser repetidos en su posición normal, de lo contrario, no serán incluidos en la factura correspondiente. Los puntos de disparo registrados con baja energía deberán ser repetidos y si ésta anomalía persiste deberá informarse a Enterritorio. Los gastos adicionales correrán por cuenta del contratista.

Se debe archivar la copia del primer y último registro diario con la correspondiente explicación de cualquier anomalía (trazas muertas, ruidosas, etc.). En pruebas de campo se determinarán los niveles de ruido permisibles en los registros.

Cuando el número de "skips" (saltos o puntos de disparo fallidos) que no deben estar seguidos en la línea, supere el 1% del total de puntos de disparo programados, el contratista tendrá la obligación de descontar del valor de kilómetros registrados a facturar. En el evento en que el Contratista no cumpla como mínimo, con el 50% del cubrimiento exigido en el inicio y fin de la línea, Enterritorio no pagará los kilómetros de sísmica que dejaron de cumplir con este parámetro.

Todos los geófonos en la línea deben estar correctamente plantados, según las especificaciones del fabricante. Cada uno de estos debe ser verificado, en su posición en la línea, antes del inicio de las operaciones diarias.

El Contratista debe estimar la longitud de colas (estacas) que debe asociar a cada línea, con el fin de obtener el cubrimiento especificado anteriormente y sin modificar los parámetros técnicos del proyecto descritos.

El Contratista aplicará buenas prácticas de grabación, evitando registrar datos cuando el tendido esté ruidoso, o excesivamente ruidoso debido a lluvias, viento, circulación de vehículos, generadores, descargas eléctricas, ruido de helicóptero, personas o animales, desplazándose en la parte activa de la línea, etc.

Todos los datos sísmicos deben ser grabados en unidades de almacenamiento nuevas y apropiadas, que mantengan los estándares de la industria. El Contratista producirá dos (2) unidades de almacenamiento originales de campo por razones de seguridad, que deben ser movilizados en diferentes vehículos y serán almacenadas por separado, con todas las medidas de seguridad requeridas para preservar la información. Las unidades de almacenamiento serán claramente etiquetadas con el nombre de la Entidad, nombre del Contratista, número de cuadrilla, nombre del levantamiento, fecha, hora, número de línea, rango de files, rango de SP, Formato SGY, tasa de muestreo, y cualquier otra información que el Contratista y/o el Interventor y/o el Supervisor de Enterritorio considere conveniente.

En caso de que el centro de proceso no pueda leer las unidades de almacenamiento el Contratista será responsable por volver a adquirir tales datos afectados, sin costo para Enterritorio, a menos que el Contratista pueda recuperar los datos afectados con sus propias facilidades de proceso y dentro de un lapso aceptable

### **13. PROCESAMIENTO**

#### **13.1.PROCESAMIENTO EN CAMPO**

El Contratista se obliga a realizar todos los procesos de control de calidad que se requieran en el grupo, en donde asegure que los datos sísmológicos adquiridos están siendo grabados de forma correcta y de acuerdo a las especificaciones técnicas establecidas en el CONTRATO. Así mismo se obliga a contar en el grupo con el equipo y software necesario para realizar el procesamiento y control de calidad de la información sísmica.

El equipo será proporcionado por el Contratista y propuesto al interventor y/o supervisor de Enterritorio para su aprobación. Será dispuesto en campo directamente en la base de operaciones, y tendrá capacidad suficiente para el procesamiento de los datos que se registren, con software de procesamiento de última generación. Este equipo debe estar a disposición del supervisor de Enterritorio y/o de la Interventoría, en todo momento, desde el inicio del proyecto con el registro de las pruebas experimentales.

El Proponente Adjudicatario deberá proveer todos los detalles referentes a la locación, equipos, software y personal, para llevar a cabo el procesamiento de los datos sísmicos adquiridos conforme al flujo propuesto, el cual incluye pruebas de parámetros de proceso con el objeto de verificar su calidad e integridad. Adicionalmente, el Contratista deberá tener en campo un profesional altamente calificado, quien responderá por la calidad de la información producto del procesamiento sísmico y ejercerá control estricto sobre los parámetros de campo del proyecto.

La información sísmica adquirida en la jornada diaria, se entregará para el procesamiento preliminar en el menor tiempo posible después de la adquisición. Los puntos de disparo que no cumplan con las especificaciones técnicas, serán re-disparados antes del inicio de la siguiente jornada de adquisición, para lo cual el interventor, entregará un listado de los puntos a re-disparar.

La secuencia preliminar mínima de campo propuesta es la siguiente:

- Conversión de los datos al formato específico
- Asignación de geometría y chequeo geométrico
- Edición de Trazas y reversión de polaridad si es necesario

- Picado de primeros arribos
- Recuperación de amplitudes verdaderas (TAR)
- Deconvolución (será definida en el campo por la interventoría)
- Estáticas de refracción
- Apilado inicial
- Análisis de velocidad
- Estáticas residuales
- Filtros
- Apilado final
- Migración post-apilado de datos (una vez finalice el registro de la línea)

Al finalizar el registro completo de cada línea sísmica y luego de procesarse en campo, se entregará una copia de la línea procesada en formato SGY al interventor de Enterritorio.

El Proponente Adjudicatario se obliga a proteger, a no divulgar ni a poner a disposición de personas ajenas, la información que haya registrado y procesado. Al finalizar la adquisición sísmica y luego de recibida y aprobada la información final por parte de Enterritorio, el Proponente Adjudicatario mantendrá en confidencialidad los datos adquiridos y procesados.

**(SUGERENCIA) Nota. Enterritorio requiere que el cien por ciento (100%) de los datos sísmicos sean procesados por el Contratista y validados por la interventoría en campo en el menor tiempo posible.**

### **13.2. Procesamiento Sísmico 2D hasta PSTM**

El procesamiento de los datos sísmicos se debe realizar en un centro de procesamiento establecido en la ciudad de Bogotá D.C., que cuente con equipos y software de última generación, y con el personal especializado de acuerdo al requerimiento mínimo establecido en el numeral 4 de este documento.

El objetivo del procesamiento de los datos sísmicos 2D es obtener una imagen sísmica de alta calidad, a fin de generar una mejor interpretación geológica de la cuenca. El método de procesamiento será hasta Prestack Time Migration (PSTM). Sin embargo, la compañía podrá sugerir el método y la secuencia de procesamiento a aplicar, el cual será acordado entre el proponente adjudicatario, la interventoría y Enterritorio y. Es importante que el procesamiento que se aplique a los datos sísmicos preserve las amplitudes relativas, con el fin de realizar futuros estudios de AVO o Inversión Sísmica.

Se pueden utilizar funciones que compensen la divergencia esférica y la atenuación inelástica, ya sea con curvas logarítmicas o exponenciales en función del tiempo, o simplemente el inverso de la distancia. No se deben aplicar ganancia ni balanceo espectral en etapa pre-apilado. Así mismo, se deberá hacer modelamiento de ruido alineado para posteriormente ser sustraído de los datos sin aplicar ningún tipo de filtro. Adicionalmente se debe hacer un editado manual de trazas anómalas para evitar que se generen spikes en la etapa de la migración.

#### **13.2.1 Secuencia básica de procesamiento**

Se aclara que la secuencia de procesamiento descrita a continuación es básica y que al momento de adjudicar el contrato ésta será sometida a pruebas, con el fin de seleccionar los parámetros que mejor apliquen para cada programa adquirido, no obstante, la secuencia de procesamiento variará según los resultados obtenidos:

- Conversión a formato SEG-Y
- Asignación de Geometría
- Editado de Trazas Ruidosas, Invertidas, Spikes
- Picado de primeros arribos
- Recuperación de amplitudes (El algoritmo aplicado deberá preservar las amplitudes relativas)
- Deconvolución
- Análisis de Velocidades 1 (Cada 1 Km)
- Estáticas Residuales Primer paso
- Análisis de Velocidades 2 (Cada 500 m)
- Estáticas Residuales Segundo paso
- Migración Post Apilado en tiempo
- Migración Pre-Apilado en Tiempo (primera iteración)
- Análisis de velocidades (500 m. o 250 m., de acuerdo con el concepto del interventor)
- Migración Pre-Apilado en Tiempo (segunda iteración)

Para determinar los parámetros sísmicos que mejor apliquen en la cuenca, se debe hacer un análisis a partir los parámetros de adquisición y de la evaluación de los factores que dependen de las características de la onda y su variación dentro del medio sedimentario. Entre los principales factores se encuentran: geometría del reflector, amplitud de la onda, continuidad, disposición de las secuencias y velocidad.

#### **14. LÍNEAS SÍSMICAS EXPERIMENTALES**

Las líneas sísmicas experimentales son segmentos de una o unas de las líneas sísmicas propuestas en donde se llevan a cabo pruebas que involucran arreglos con diferentes tipos de cargas a diferentes distancias, combinadas con varias profundidades de pozos, para establecer los parámetros más eficientes para la adquisición. Los diseños de las líneas experimentales deben ser propuestos por la compañía ejecutora y aprobadas por la interventoría y la supervisión de Enterritorio.

Una vez aprobado el diseño, la compañía realizará los ensayos para establecer los mejores parámetros que deben ser reportados a Enterritorio y/o interventoría para su aprobación.

Los reportes deben incluir un estudio detallado de las variables de campo (respuesta sísmica de acuerdo con la geología, topografía, capa meteorizada, carga y profundidad de la fuente, etc), su análisis y respectivos resultados que deben ser entregado en el menor tiempo posible a la interventoría y Enterritorio.

En conjunto con la contratista, la interventoría y Enterritorio, se elaborará un acta donde se indicarán los parámetros seleccionados para la adquisición del programa sísmico, acta suscrita que formará parte integral del contrato. Los resultados de estas pruebas deben incluir registros de campo, análisis de los datos con el equipo de proceso y demás variables que permitan llegar a una conclusión sobre los parámetros del programa sísmico. Estos resultados también deben ser incluidos en el reporte final que se entregue a Enterritorio.

#### **15. PRODUCTOS A ENTREGAR POR EL CONTRATISTA**

En desarrollo del proyecto, el Proponente Adjudicatario deberá presentar:

##### **15.1.Cronograma**

Un cronograma o Programa Detallado de Trabajo (PDT) que debe incluir todas las actividades a realizar para la correcta ejecución del contrato, las cuales deben ajustarse a los tiempos establecidos en el presente documento. El cronograma antedicho debe ser discutido, ajustado y aprobado tanto por el Interventor y/o el Supervisor de Enterritorio, como por el representante del contratista al que le sea adjudicado, previo a la suscripción del Acta de Inicio.

## 15.2. Datos adquiridos

A la finalización del registro, el Proponente Adjudicatario entregará dos (2) copias recibidas a satisfacción por ENTerritorio, (una copia para ANH y otra copia para el EPIS), de la siguiente información, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Manual de Entrega de Información Técnica vigente.

Los archivos deberán estar ordenados en carpetas de acuerdo con los procesos realizados. La información será organizada en un orden adecuado, con un archivo de texto anexo, donde se relaciones todos los archivos entregados.

- Archivos SPS. Los SPS estarán de acuerdo con la recomendación de la SEG (Shell processing support format)
- Archivos de producción: Archivos formato SEG-D en carpetas por día de producción. La información SEG-D de adquisición estarán de acuerdo a la recomendación de la SEG (Última revisión SEG Rev 3)
- Archivos de registro: Pruebas iniciales, en carpetas por día de pruebas
- Archivos de soporte
  - Archivos de Topografía
    - Coordenadas preplot –postplot, en sistema Magna-Sirgas origen Bogotá (CMB, SP1, UKOOA)
    - Esquemas de línea (\*.dwg, \*.pdf)
    - Perfiles de elevaciones, con esquemas de líneas para fuentes y receptoras.
    - Mapas preplot y postplot (\*.dwg, \*.pdf)
    - Modelo de elevación digital
  - Archivos unidad de adquisición. En carpetas por día de producción
    - Inventario
    - Parámetros
    - Pruebas diarias
    - Reportes
    - Archivos SPS
  - Archivo información de soporte. Formato \*.xls, pdf
    - Localización general del programa sísmico
    - Mapa de ubicación del programa
    - Listado de archivos SEG-D
    - Reporte del Observador: Incluir los parámetros de adquisición, compensaciones y offsets, configuración del tendido, información de las fuentes. En las observaciones incluir los archivos de pruebas, omitidos, UHT retransmitidos, inicio y finalización de producción, etc.
    - Listado de estaciones receptoras en skip
    - Listado de estaciones ruidosas o disparos defectuosos especificando su causa
    - Listado de estaciones receptoras desplazadas
    - Diagramas de cubrimiento preplot y postplot. Utilizar la misma escala de colores, rango máximo-mínimo del fold preplot nominal. Mapas de distribución de offsets y azimut.
    - Listado de pozos anómalos
    - Gráficas de disparos representativos con análisis espectral

- Gráficas de estáticas aplicadas
- Secuencia de procesamiento de campo
- Apilados brutos de campo
- Esquema de línea
- Perfiles de línea
- Modelo de elevación digital
- Mapa de tiempos de pozo (UHT)
- Mapa de profundidad de pozo y tope de carga
- Archivos de proceso en campo
  - Apilado final, registros con geometría. Formato SEG-Y. Los archivos SEG-Y se entregarán de acuerdo con la recomendación de la SEG (Última revisión SEG-Y Rev I)
  - Apilados, Formato JPG
  - Archivo de Velocidades RMS

El Contratista se obliga a custodiar la información, por un tiempo de cinco (5) años., teniendo en cuenta las cláusulas de confidencialidad.

### **15.3.Reportes**

Los reportes que el contratista deberá entregar como resultado de cada una de las fases del proyecto son los siguientes

- **Informes diarios y semanales**

Durante la etapa de adquisición de la información sísmica y procesamiento de campo se deben presentar a la interventoría, informes diarios y semanales.

El informe diario debe incluir el avance en las actividades pre-operativas y operativas del proyecto. El informe semanal debe contener un resumen de las operaciones, donde se mencionen los aspectos más relevantes, así como un cuadro estadístico con la producción, y un mapa comparativo con cubrimiento preplot y postplot. El informe debe ser entregado a la Interventoría en campo el primer día hábil de la semana. El formato para la entrega de estos reportes debe ser acordado entre el Contratista y el Supervisor y/o Interventor de Enterritorio.

- **Informe mensual**

El Contratista entregará, un resumen ejecutivo al interventor y/o al supervisor de Enterritorio, con la información general del contrato que incluya el estado general del proyecto en cuanto a las operaciones de adquisición acompañado por gráficos, mapa de avance, cuadros estadísticos, fotografías, análisis y comentarios en aspectos referentes a la gestión inmobiliaria, gestión ambiental, gestión social, administración, control de calidad y protección industrial. Estos informes incluirán una evaluación permanente de cada una de las actividades ejecutadas e índices de gestión mensual. Se incluirá un registro de las notas conformado por todos los temas que se desarrollen durante la operación entre el Contratista, el interventor y/o el supervisor de Enterritorio.

Se debe entregar durante la siguiente semana al mes vencido, además serán recopilados y entregados en un solo volumen al interventor y copia al supervisor designado por Enterritorio. El formato para la entrega de estos reportes debe ser acordado entre el Contratista, el interventor y/o el supervisor de Enterritorio.

- **Informe Final de Operaciones**

El informe final de operaciones debe resumir todas las actividades desarrolladas desde el inicio de la actividad de recopilación de información primaria, hasta la finalización del programa sísmico.

Informe final, debe describir claramente:

- Organización del grupo (logística, personal, comunicaciones, transporte, seguridad, etc.).
- Aspectos contractuales del proyecto propiamente dicho.
- Descripción de los trabajos en cada uno de los temas desarrollados con los procedimientos utilizados y resultados alcanzados.
- Estadísticas de adquisición (fecha de inicio y final, kilometraje y calidad de la información).
- Descripción del equipo utilizado.
- Pruebas de inicio de grupo (monitores, análisis y comentarios).
- Análisis de los parámetros geofísicos seleccionados.
- Respuesta sísmica, incidencia de la topografía, la geología, etc., en la calidad de la información.
- Variaciones representativas de: velocidades de primeros arribos, ground roll, frecuencias, etc., representadas en gráficas.
- Listado de BM's colocados y diferencias con BM's existentes en el área.
- Coordenadas de inicio y final de cada línea.
- Coordenadas de puntos de control utilizados.
- Cuadro de diferencias de los puntos referenciados de programas anteriores.
- Registros de campo típicos (no necesariamente los mejores) e imagen reducida de al menos una línea sísmica.
- Incluir información relevante de procesamiento, como gráficas de análisis de frecuencia, semblanzas de velocidad, estáticas aplicadas, apilados, etc.
- Recomendaciones sobre cambios en especificaciones y soluciones dadas a los problemas que se presentaron durante el desarrollo del contrato como aporte para futuros procedimientos.
- Programa Detallado de Trabajo Final de proyecto en el cual se muestre todas las incidencias del mismo. Éste debe ser comparativo entre el PDT inicial aprobado y el final, en el cual se detallen y expliquen las desviaciones entre el real ejecutado y el inicial aprobado.
- Registro de paz y salvos por todo concepto del contratista durante la ejecución del proyecto, tanto a sus proveedores como a sus empleados.
- Conclusiones y recomendaciones a nivel técnico, logístico, ambiental, calidad de la información, social, etc.
- Estadísticas de HSE.
- Otros relevantes de la operación.

#### **15.4.Productos del Procesamiento Sísmico**

El Contratista está obligado a entregar dos (2) copias producto del procesamiento de los datos sísmicos en el centro de proceso, de como mínimo la información que se lista a continuación:

- Shot gathers con geometría en formato .SGY de cada una de las líneas con un "header" donde se explique la ubicación de cada parámetro.
- CDP "Gathers" antes de entrar a la migración, con la secuencia de pre-procesamiento y estáticas aplicadas en Amplitud Preservada.
- Apilados finales con post-proceso y sin post-proceso, en formato .SGY, de cada una de las líneas sísmicas entregadas.

- Secciones sísmicas de migración post apilado en tiempo, con post-proceso y sin post-proceso, en formato SGY. de cada una de las líneas sísmicas entregadas.
- Secciones sísmicas de migración pre apilado en tiempo (PSTM) con post-proceso y sin post-proceso, en formato SGY de cada una de las líneas sísmicas entregadas.
- Secciones sísmicas de migración con el uso de migración pre apliado en profundidad (PSDM) de las líneas sísmicas de buzamiento
- Reporte de las pruebas de procesamiento realizadas a cada programa.
- Secuencia de procesamiento utilizadas y aprobada por las partes.
- Campo de velocidades de apilamiento y migración en formato SGY y ASCII.
- Coordenadas de procesamiento en formato ASCII.
- Secciones sísmicas en formato TIFF de alta resolución.
- Informe de procesamiento.

**Nota: Los archivos SGY se entregarán de acuerdo con la recomendación de la SEG (Última revisión SEG-Y Rev I)**

**Nota . Toda la información de la adquisición y el procesamiento recibida a satisfacción por parte de ENTerritorio se debe entregar, tanto al supervisor de la ANH como al EPIS, en disco duro y en copia física, de a los lineamientos establecidos en el manual de entrega de información técnica vigente.**