



Informe Ambiental de Proyecto Exploración Sísmica Offshore y Onshore Restinga Alí 3D, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina.

Capítulo N° II – Descripción de Proyecto

Junio de 2014

**Informe Ambiental de
Proyecto Exploración
Sísmica Offshore y
Onshore Restinga Alí 3D,
Comodoro Rivadavia,
Chubut, Argentina.**

*Capítulo N° II – Descripción de
Proyecto*

Junio de 2014

Ref. N° 0220105

En nombre y por cuenta de ERM Argentina S.A.

Preparado por: Emiliano Azcona

Aprobado por: Fabián M. Palmada. _____

Firmas:

Cargo: Director de Práctica y Socio. _____

Fecha: Junio de 2014. _____

Este documento ha sido elaborado por ERM Argentina con la debida competencia, diligencia y cuidado con arreglo a los términos del contrato estipulado con el Cliente y nuestras condiciones generales de suministro, utilizando los recursos concertados.

ERM Argentina declina toda responsabilidad ante el cliente o terceros por cualquier cuestión que no esté relacionada con lo anteriormente expuesto.

Este documento tiene carácter reservado para el Cliente. ERM Argentina no asume ninguna responsabilidad ante terceros que lleguen a conocer este informe o parte de él.

La rúbrica: de Fabián Palmada, Representante Técnico, presentada en el presente Informe Ambiental de Proyecto es equivalente a la firma completa de Fabián Palmada:

TABLA DE CONTENIDOS

1	INTRODUCCIÓN.....	1
1.1	<i>OBJETIVO</i>	2
2	ASPECTOS GENERALES DE LOS ESTUDIOS SÍSMICOS. 2	
2.1	<i>ESTUDIOS SÍSMICOS OFFSHORE.....</i>	2
2.2	<i>ESTUDIOS SÍSMICOS ONSHORE.....</i>	6
3	ANTECEDENTES DE ESTUDIOS SÍSMICOS EN EL	
	ÁREA	10
3.1	<i>ANTECEDENTES RELEVAMIENTOS SÍSMICOS EN EL ÁREA</i>	10
3.2	<i>ANTECEDENTES DE TRABAJOS SÍSMICOS EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS</i>	10
4	CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO DE RELEVAMIENTO SÍSMICO 3D - RESTINGA ALÍ.....	12
4.1	<i>ÁREAS DE EXPLORACIÓN SISMICA.....</i>	12
4.2	<i>ETAPA PREVIA</i>	13
4.3	<i>RELEVAMIENTO SÍSMICO OFFSHORE</i>	15
4.3.1	<i>Especificaciones técnicas del relevamiento</i>	15
4.3.1.1	<i>Relevamiento en la Zona de Transición (ZT)</i>	15
4.3.1.2	<i>Relevamiento en el Offshore Cercano</i>	17
4.3.2	<i>Parámetros de adquisición.....</i>	18
4.3.3	<i>Arreglo de cañones de aire</i>	18
4.3.4	<i>Embarcaciones y navegación</i>	20
4.3.5	<i>Logística.....</i>	21
4.3.6	<i>Emisiones, Aguas residuales y Residuos.....</i>	22
4.3.6.1	<i>Emisiones atmosféricas.....</i>	22
4.3.6.2	<i>Aguas Residuales</i>	23
4.3.6.3	<i>Residuos</i>	23
4.3.7	<i>Aspectos de Higiene, Seguridad y Ambiente</i>	24
4.4	<i>RELEVAMIENTO SÍSMICO ONSHORE</i>	24
4.4.1	<i>Especificaciones técnicas.....</i>	25
4.4.1.1	<i>Camiones Vibro</i>	26
4.4.1.2	<i>Geófonos.....</i>	27
4.4.2	<i>Topografía</i>	28
4.4.3	<i>Fase de desmovilización.....</i>	29
4.4.4	<i>Cuadrilla de restauración.....</i>	29
4.4.5	<i>Residuos, efluentes y emisiones.....</i>	29
4.4.5.1	<i>Residuos sólidos.....</i>	29
4.4.5.2	<i>Aguas residuales.....</i>	30
4.4.5.3	<i>Emisiones a la atmósfera.....</i>	30
4.4.5.4	<i>Emisiones sonoras y vibraciones.....</i>	31
4.4.6	<i>Aspectos de Higiene, Seguridad y Ambiente</i>	36
4.4.6.1	<i>Avisos y comunicaciones</i>	37
4.4.7	<i>Logística.....</i>	37
4.5	<i>PERSONAL AFECTADO.....</i>	37
5	BIBLIOGRAFÍA Y PÁGINAS WEB.....	39

LISTADO DE TABLAS

Tabla N° 1: Parámetros de adquisición.....	18
--	----

Tabla N° 2: Emisiones atmosféricas estimadas a 60 días, Offshore (Toneladas)	23
Tabla N° 3: Especificaciones técnicas de los Vibros	27
Tabla N° 4: Emisiones atmosféricas estimadas a 60 días, fase Onshore (Toneladas)	30
Tabla N° 5: Nivel de Presión Sonora medido para 1 camión Vibro .	32
Tabla N° 6: Nivel de Presión Sonora estimado para set de 4 camiones Vibro	33
Tabla N° 7: PPV máximas registrados durante las mediciones, para 2 y 4 camiones Vibro	36

LISTADO DE FIGURAS

Figura N° 1: Esquema del relevamiento sísmico marino con nodos..	3
Figura N° 2: Relevamiento sísmico tridimensional con múltiples nodos	4
Figura N° 3: Esquema de funcionamiento de las cámaras de aire.....	6
Figura N° 4: Grilla de líneas sísmicas	13
Figura N° 5: Ejemplo de un nodo	16
Figura N° 6: Esquema de disposición del tendido de nodos perpendiculares a la costa y buque cañonero navegando paralelo a la costa.....	17
Figura N° 7: Firma espectral de los cañones de aire comprimido	19
Figura N° 8: Geometría de las fuentes del arreglo de cañones de aire comprimido.	19
Figura N° 9: Disposición del Arreglo de fuentes Vibros - Largo de camiones y separación	27
Figura N° 10: Valores instantáneos de las señales de velocidad recibidas en c/Geófono.....	34
Figura N° 11: registro del evento de vibraciones	35
Figura N° 12: Tabla con los datos de PPV registrados durante las vibraciones.....	35

LISTADOS DE FOTOS

Foto N° 1: Sub-arreglo de cañones de aire	4
Foto N° 2: Cañón de aire comprimido	5
Foto N° 3: Camiones Vibro, sistema hidráulico y la plancha emisora de energía.....	7
Foto N° 4: Convoy de camiones Vibro y bandilleros de seguridad ...	7
Foto N° 5: Línea de geófonos registradores perpendiculares al camino	8
Foto N° 6: Cableado de geófonos registradores	8
Foto N° 7: Preparado del cableado de geófonos registradores para ser extendido sobre el terreno.....	9
Foto N° 8: Relevamiento sísmico urbano en General Roca – Río Negro (1996)	11
Foto N° 9: Cañón de Aire.....	20

Foto N° 10: Ejemplo de lancha oceánica	21
Foto N° 11: Tendido de líneas receptoras con protección en un cruce de calles	28

LISTADO DE ANEXOS

- Anexo II-1** – Especificaciones técnicas de los buques típicos.
- Anexo II-2** – Especificaciones técnicas de los camiones Vibro.
- Anexo II-3** – Política de Higiene, Seguridad, Medio Ambiente y Calidad y Política de medio ambiente.
- Anexo II-4** - Procedimiento YPF sobre manejo de residuos en operaciones geofísicas.
- Anexo II-5** - Norma Interna YPF de uso de vehículos livianos y Procedimiento YPF de conducción invernal.

En el presente capítulo se detalla la Descripción del Proyecto de la Exploración Sísmica 3D Offshore y Onshore en la Restinga Alí, Comodoro Rivadavia, Chubut, Argentina; que será realizada por YPF S.A.

El proyecto exploratorio consiste en la realización de 2 campañas de exploración sísmicas 3D, una en el sector terrestre (Onshore) y otra en sector marino (Zona de Transición y Offshore Cercano). La campaña Onshore será realizada con camiones vibro y la campaña Offshore será realizada con un buque y 6 lanchas oceánicas cableras. El área total del Proyecto es de 264 km², y se estima un tiempo de trabajo de 60 días.

Un proyecto de características similares que cubría casi la totalidad del área del presente proyecto ha sido autorizado en el año 2006 por la Autoridad Ambiental del Chubut a través del “Estudio de Impacto Ambiental y Social Previo (E.I.A.S.P.), Restinga Alí Offshore”.

La información recopilada por ERM sobre el proyecto exploratorio presentada a continuación ha sido suministrada por YPF S.A., recopilada de sitios web y bibliografía referenciada.

La estructura del capítulo es la siguiente:

- Aspectos generales de los estudios sísmicos;
 - Offshore;
 - Onshore;
- Antecedentes de estudios sísmicos en el área;
 - Antecedentes en el área;
 - Antecedentes de trabajos sísmicos en zonas urbanas;
- Características del proyecto de relevamiento sísmico 3D;
 - Áreas del relevamiento;
 - Etapa previa;
 - Relevamiento sísmico Offshore:
 - Especificaciones técnicas del relevamiento;
 - Parámetros de adquisición;
 - Arreglo de cañones de aire;
 - Embarcaciones y navegación;
 - Logística;
 - Emisiones atmosféricas, aguas residuales y residuos;
 - Aspectos de higiene, seguridad y ambiente;
 - Relevamiento sísmico Onshore:
 - Especificaciones técnicas;
 - Topografía;
 - Desmovilización;
 - Cuadrilla de restauración;
 - Residuos, efluentes y emisiones (gases, ruido y vibraciones);
 - Aspectos de higiene, seguridad y ambiente;

- Logística;
- Personal afectado; y
- Bibliografía y Páginas web.

1.1 *OBJETIVO*

Este capítulo tiene como objetivo describir las características del proyecto de exploración sísmica que son de importancia para la realización del Informe Ambiental.

2 *ASPECTOS GENERALES DE LOS ESTUDIOS SÍSMICOS*

La exploración sísmica es un método geofísico por el cual se genera una onda elástica de baja frecuencia en la superficie, que viaja a través del subsuelo y regresa aportando información de las diferentes formaciones geológicas.

El método de exploración geofísico se utiliza para obtener información sobre el tamaño, la profundidad y la geometría de las estructuras geológicas subterráneas, usando ondas de sonido. Es decir, se utilizan los datos sísmicos para determinar la existencia de estructuras geológicas que podrían contener volúmenes comerciales de hidrocarburos.

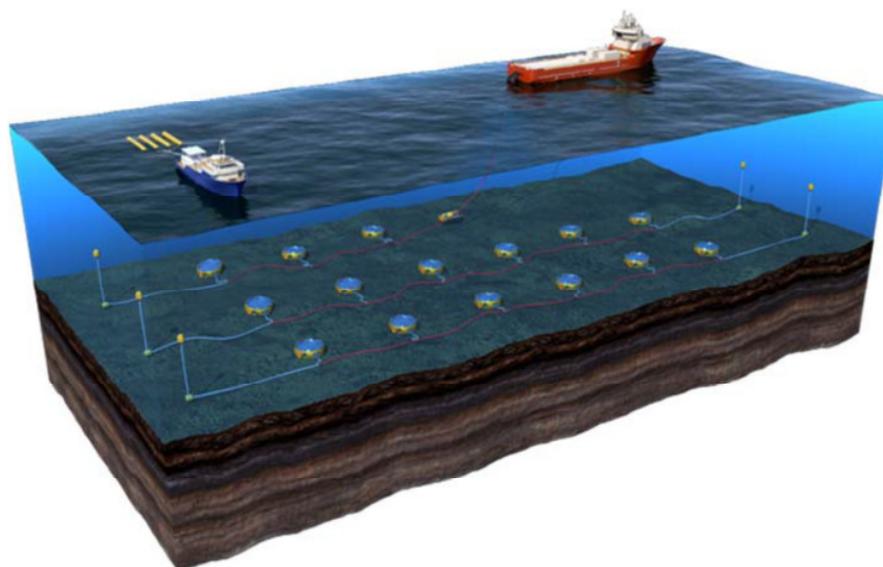
En la etapa de diseño del proyecto se determina el grillado de líneas sísmicas. Esto consiste en la definición de las líneas de emisión por donde circularán las fuentes emisoras de la señal sísmica, y perpendicularmente se realiza el trazado de las líneas receptoras donde se ubicarán los equipos receptores y registradores (geófonos e hidrófonos) de las señales reflejadas por el lecho rocoso.

2.1 *ESTUDIOS SÍSMICOS OFFSHORE*

En el caso de los relevamientos sísmicos marinos, se utilizan arreglos de cañones de aire comprimido que generan ondas sonoras submarinas de baja frecuencia y una red de hidrófonos para registrar las ondas sísmicas reflejadas. En este proyecto se utilizarán un tipo de hidrófono llamado “nodos”. Los nodos son hidrófonos que se fondean en el mar y no requieren ser arrastrados dado que la fuente sonora se desplaza sobre estos utilizando embarcaciones.

El relevamiento sísmico offshore implica la utilización de gran cantidad de energía generada por fuentes de ruido de baja frecuencia que operan en la columna de agua para que las ondas lleguen hasta el fondo del mar. El uso de cañones de aire comprimido produce una señal impulsiva (pulsos de corta duración) que es dirigida hacia abajo (fondo del mar) y luego se reflejan hacia la superficie desde los límites de los estratos geológicos.

Figura N° 1: Esquema del relevamiento sísmico marino con nodos

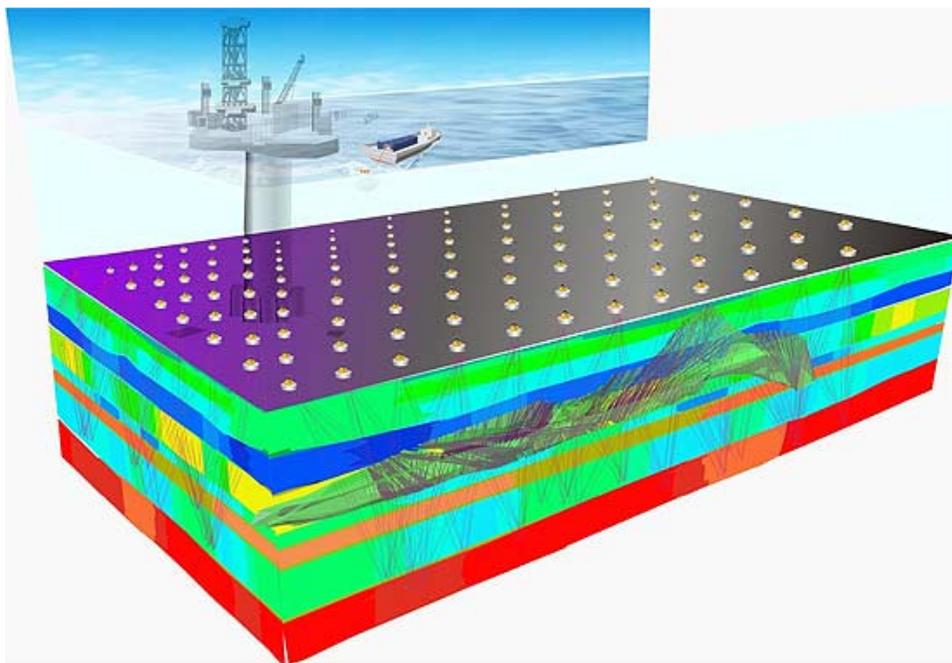


Fuente: YPF S.A.

Las señales que rebotan son recibidas por los hidrófonos, que se encuentran en los nodos fondeados, y luego los patrones reflectados en forma de ondas se registran digitalmente, se procesan, interpretan y se transforman en imágenes que reflejan las estructuras subterráneas. Esta información es almacenada y procesada por profesionales geofísicos para obtener perfiles de los estratos geológicos.

Los relevamientos tridimensionales (3D) típicos utilizan múltiples hidrófonos de registro sísmico. Estos están ubicados en forma paralela y a intervalos regulares para registrar los datos adecuados para la interpretación tridimensional de las estructuras geológicas que se encuentran debajo del fondo del mar (ver Figura N° 2).

Figura N° 2: Relevamiento sísmico tridimensional con múltiples nodos



Fuente: www.seismoshelf.com

La Foto N° 1 muestra un sub-arreglo de cañones fuera del agua. En la parte inferior están dispuestos los cañones de aire.

Foto N° 1: Sub-arreglo de cañones de aire



Fuente: www.oceansjsu.com

La Foto N° 2 muestra uno de los típicos cañones de aire que son utilizados en los relevamientos.

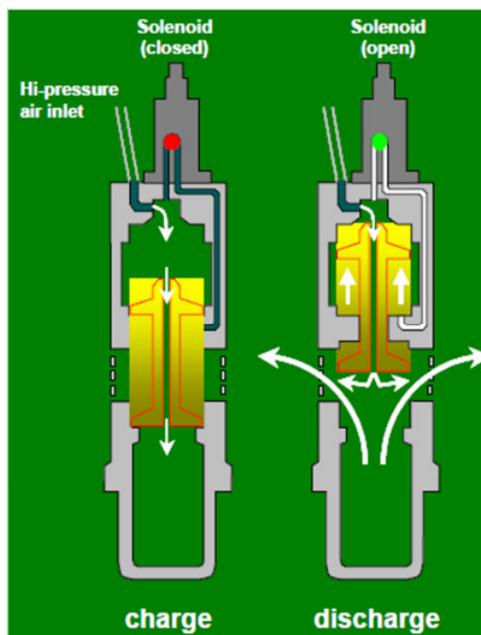
Foto N° 2: Cañón de aire comprimido



Fuente: www.ig.utexas.edu

Los cañones de aire comprenden 2 cámaras de aire de alta presión: una cámara de control (superior) y la cámara de descarga (inferior). El aire a alta presión, típicamente de unos 2000 a 25000 psi, es conducido hacia la cámara de control superior desde el compresor a bordo del buque sísmico a través de una manguera de aire. El cañón de aire es accionado mediante el envío de un pulso eléctrico a la válvula que se abre, permitiendo que el aire de alta presión fluya a la parte inferior del pistón de emisión. El aire a alta presión en la cámara inferior es descargado en el agua a través de las aberturas de la cámara de aire. El aire emitido forma una burbuja, que varía de acuerdo a la presión y profundidad de la operación, la temperatura y el volumen de aire liberado en el agua. El pistón es forzado hacia arriba, a su posición original por la alta presión de aire en la cámara de control, de modo que una vez que la cámara de descarga está completamente cargada con aire de alta presión, el cañón de aire está listo para emitir otra vez. La apertura de la lanzadera es muy rápida, tomando sólo unos pocos milisegundos, lo cual permite descargar rápidamente el aire a alta presión. En la Figura N° 3 se detalla el esquema de funcionamiento de las cámaras de aires.

Figura N° 3: Esquema de funcionamiento de las cámaras de aire



Fuente: IAGC, 2002.

2.2

ESTUDIOS SÍSMICOS ONSHORE

En el caso de los relevamientos sísmicos en tierra, se utilizarán camiones Vibro, los cuales inducen ondas de energía debajo de la superficie del suelo a través de una plancha emisora de energía. La energía que se refleja en las rocas regresa a la superficie en forma de reflexiones, que son registrados por una serie de sensores desplegados en el suelo, conocidos como geófonos. Los patrones de éstas ondas se registran digitalmente, se procesan, interpretan y se transforman en imágenes que reflejan las estructuras subterráneas. Esta etapa, desde la producción de las ondas hasta su registro o almacenaje digital es conocida en la industria como "Registro". Durante la etapa de registro los camiones vibro recorren líneas de emisión previamente trazadas durante la planificación del proyecto. El *convoy* de camiones emite señales cada 50 m sobre estas líneas. Perpendiculares a las líneas de emisión existen las líneas de recepción, sobre las cuales se colocan los geófonos receptores de las señales reflectadas por el lecho rocoso. En la Foto N° 3 se presenta una agrupación de camiones Vibro con su sistema hidráulico y plancha emisora de energía. En la Foto N° 4 se presenta un *convoy* de camiones Vibro operando junto con los bandilleros de seguridad para el desvío del tránsito.

Foto N° 3: Camiones Vibro, sistema hidráulico y la plancha emisora de energía



Fuente: YPF S.A.

Foto N° 4: Convoy de camiones Vibro y bandilleros de seguridad



Fuente: YPF S.A.

En la Foto N° 5 se puede observar el tendido de una línea de geófonos registradores en forma perpendicular al camino por donde circulará el camión Vibro.

Foto N° 5: Línea de geófonos registradores perpendiculares al camino



Fuente: Geólogos y Asociados S.A. – YPF

En la Foto N° 6 y la Foto N° 7 se puede observar un cableado con geófonos preparado para ser llevado al campo y tendido en el suelo previo su extensión total sobre las líneas de recepción programadas.

Foto N° 6: Cableado de geófonos registradores



Fuente: <http://www.alibaba.com/>

Foto N° 7: Preparado del cableado de geófonos registradores para ser extendido sobre el terreno



Fuente: <http://blog.newberrygeothermal.com/>

3.1 ANTECEDENTES RELEVAMIENTOS SÍSMICOS EN EL ÁREA

La cuenca del Golfo San Jorge abarca las provincias de Chubut y Santa Cruz. Dentro de éste área se han desarrollado diversos proyectos de exploración sísmica. Hasta el presente, los antecedentes de exploración dentro de la cuenca son:

- En 2003 Repsol YPF efectuó un Programa Sísmico 3D onshore en el Área Campamento Central, en el departamento de Escalante;
- En 2005 YPF realizó un proyecto de Registro Sísmico Offshore en el Golfo San Jorge; y
- En 2009 PAE efectuó tareas de Registración Sísmica 3D offshore en el Golfo San Jorge.

3.2 ANTECEDENTES DE TRABAJOS SÍSMICOS EN ZONAS URBANAS Y SUBURBANAS

- En 1996, YPF realizó trabajos sísmicos en las localidades de Plaza Huincul, Cutral-Có y Plottier, provincia de Neuquén; en las localidades de General Roca y Vista Alegre, provincia de Río Negro;
- En 1998, YPF realizó trabajos sísmicos en Cañadón Seco, provincia de Santa Cruz;
- En 2000, YPF realizó trabajos de exploración sísmica en San Patricio, provincia de Río Negro; en la localidad de Centenario, provincia de Neuquén; y en Comodoro Rivadavia km 8, provincia de Chubut;
- En 2001, YPF realizó trabajos de exploración sísmica en la localidad de Pico Truncado, provincia de Santa Cruz; y
- En 2002, YPF realizó trabajos sísmicos exploratorios en Rincón de los Sauces, provincia de Neuquén.

En la Foto N° 8 se presenta el Arreglo de Fuentes operando en zonas urbanas, durante las tareas de prospección sísmica realizadas en Río Negro en el año 1996.

Foto N° 8: Relevamiento sísmico urbano en General Roca – Río Negro (1996)



Fuente: WesternGeco - YPF S.A.

4 *CARACTERÍSTICAS DEL PROYECTO DE RELEVAMIENTO SÍSMICO 3D - RESTINGA ALÍ*

4.1 *ÁREAS DE EXPLORACIÓN SISMICA*

El proyecto de exploración sísmica será realizado en el sector centro y N del ejido urbano y suburbano la ciudad de Comodoro Rivadavia incluyendo los barrios del S y N de la ciudad hasta el N de Caleta Córdova (Punta Novales), departamento de Escalante, provincia de Chubut, Argentina. La zona de proyecto pertenece a la cuenca del Golfo San Jorge.

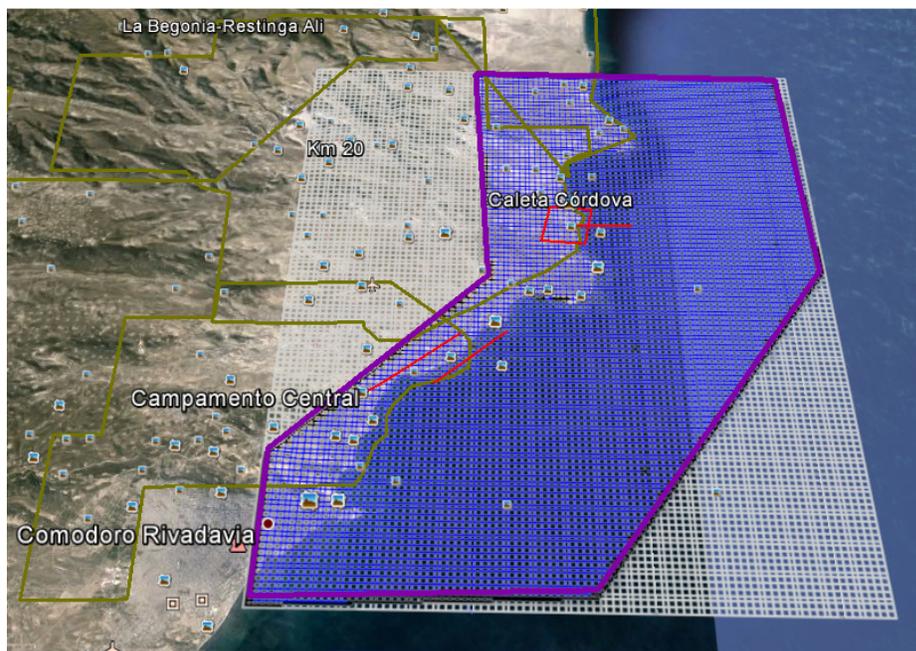
El área de relevamiento está dividida en dos sectores: uno en el sector terrestre (Onshore) y otro en el sector marino (Offshore). El sector marino, a su vez, está dividido en dos secciones: una lindante con la línea de costa que abarca de 0 m a 13 m de profundidad aproximadamente, y la segunda sección que abarca de los 14 m a los 55 m de profundidad aproximadamente. Estos sectores serán llamados "Zona de Transición" (ZT) y "Offshore Cercano" respectivamente.

La superficie del área de relevamiento Onshore es de 67 km². En cuanto al área Offshore, la superficie es de 197 km². El proyecto abarca un área total de 264 km². Ver Mapa de Ubicación General en el Capítulo 1.

En la etapa de diseño del proyecto se desarrolla la grilla de líneas sísmicas. Esto consiste en trazar las líneas de emisión por donde circularán las fuentes emisoras (camiones Vibro en tierra; buque cañonero en mar) y la líneas de recepción sobre las cuales serán ubicadas las fuentes receptoras (geófonos e hidrófonos).

El Proyecto de exploración sísmica 3D denominado "Restinga Alí", tiene un diseño de grilla de líneas de emisión y recepción de 200 m x 200 m tanto en tierra (onshore) como en el mar (offshore cercano). Los puntos de emisión y los puntos receptores se ubicarán cada 50 m sobre cada una de las líneas, resultando en una densidad de 100 puntos por km². Las líneas receptoras tendrán un tendido con dirección E-W, aproximadamente, perpendiculares a la línea de costa, y las líneas de emisión tendrán dirección N-S, aproximadamente paralelas a la línea de costa. En la Figura N° 4 se presenta la grilla preliminar de líneas sísmicas. Durante las tareas previas, esta grilla será ajustada en forma detallada en función de la topografía y del trazado de las calles en las zonas urbanas y periurbanas.

Figura N° 4: Grilla de líneas sísmicas



Fuente: YPF S.A.

El programa de relevamiento sísmico se va a ejecutar en forma simultánea en tierra y mar. Como alternativa, si fuera posible la zona de la restinga se registrará en forma solapada entre ambas zonas emitiendo ondas en el agua y recibiendo las señales en tierra y viceversa.

Se estima que el proyecto comience en el segundo semestre de 2014, y un tiempo de trabajo estimado de 45 a 60 días de operaciones de registro.

4.2

ETAPA PREVIA

Previamente a las tareas de prospección sísmica dentro del área de estudio, se realizarán las siguientes tareas:

1. Batimetría

Se realizará a través de ecosonda y GPS doble frecuencia. Para dicho trabajo se contratarán 2 lanchas oceánica de aproximadamente 7 m de eslora. Una de las lanchas realizará el trabajo, mientras que la segunda permanecerá en stand-by, estando disponible para el servicio en caso de rotura o desperfecto de la primera. Para esta tarea serán necesarias 6 personas. El objetivo de la batimetría es realizar mediciones de profundidades para la determinación de los riesgos para la navegación y colocación de nodos.

La selección del ecosonda a utilizar se establecerá entre las siguientes dos opciones:

- Ecosonda monohaz: equipo portátil de precisión hidrográfica, con frecuencia de trabajo de 38/200 kHz. Este instrumento mide el intervalo de tiempo que demora un pulso acústico en viajar desde el transductor, generador del mismo, hasta el fondo marino y regresar. Así, conociendo la velocidad del sonido en el agua, el tiempo de viaje de la onda reflejada puede medirse y convertirse en distancia. Esta distancia es la profundidad obtenida. El transductor del ecosonda se coloca fijo en la embarcación. Como resultado se obtiene un perfil del fondo marino;
- Ecosonda multihaz: con transductor, transceptor y unidad de procesamiento. Rango de trabajo entre 3 y 1.600 m, cobertura angular máxima de 140° y resolución de 1 cm. El principio de funcionamiento es el mismo que se describe en el punto anterior (ecosonda monohaz). Trabajan en frecuencias de 125 kHz y 250 kHz. Este equipo emite un conjunto de haces que “barren” angularmente el fondo marino. El ancho de la franja de barrido del fondo marino está en función de la profundidad de relevamiento. Una buena superposición de las trayectorias relevadas permite obtener un mapa batimétrico del fondo marino de detalle y realizar un modelado en 3D del mismo.

2. Relevamiento zona Onshore

El objetivo del relevamiento será identificar zonas con posible riesgo debido a instalaciones petroleras y construcciones particulares y determinar la ubicación más precisa respecto del grillado preliminar. Serán necesarias 4 personas y 2 vehículos para esta actividad.

3. Ajuste del diseño, trabajo de gabinete

Una vez finalizadas las tareas iniciales de campo, se analizarán en gabinete los resultados obtenidos y se realizará el diseño final del proyecto. Serán realizados los ajustes y cambios necesarios en el proyecto en función de la batimetría y las zonas de riesgos identificadas.

4. Muestreo INIDEP

El INIDEP realizará una campaña marina de muestreo previo con barco pesquero destinada a determinar la distribución y abundancia de organismos marinos en el área de trabajo, antes. Las tareas principales son: 1) realizar lances con la red de pesca de arrastre de fondo para capturar peces y fauna demersal acompañante; 2) realizar recorridos o “transectas” con la ecosonda para evaluar la presencia de fauna pelágica (peces y crustáceos); 3) hacer arrastres con una red pequeña para capturar zooplancton (red tipo “Bongo”); 4) realizar arrastres con una rastra pequeña para obtener muestras del bentos; 5) obtener información oceanográfica a través de perfiles con sonda “CTD” y fluorómetro para determinación de clorofila; 6) observación de mamíferos marinos en superficie.

El relevamiento sísmico en mar se realizará desde los 0 m a los 55 m de profundidad de distinto modo según la batimetría existente. Se han establecido dos sectores de trabajo con distintas modalidades técnicas de operación. Las zonas de trabajo en el Offshore, según la profundidad batimétrica, son:

- Zona de Transición: de 0 m a 13 m de profundidad;
- Offshore Cercano: de 14 m a 55 m de profundidad.

En el trabajo en mar las líneas de emisión tendrán dirección N-S paralelas, en su mayor parte, a la costa. Estas estarán tendrán una separación de 200 m.

Las líneas receptoras tendrán un tendido con dirección E-W perpendicular a la línea de costa, y tendrán también una separación entre sí de 200 m.

4.3.1 Especificaciones técnicas del relevamiento

A continuación se realiza una descripción detallada de los aspectos técnicos del relevamiento sísmico 3D que se realizará en el área del proyecto, para ambas zonas de trabajo.

4.3.1.1 Relevamiento en la Zona de Transición (ZT)

La Zona de Transición cuenta con una profundidad batimétrica de 0 m a 13 m. Cabe mencionar que esta profundidad es variable debido a la amplitud de marea diaria. Este punto es de importancia ya que las embarcaciones que transportan los cañones de aire tienen una restricción de calado mínimo, vinculada con la profundidad a la que se encuentran los cañones de aire. El arreglo de cañones de aire estará sumergido a una profundidad de 5 m. Como norma de seguridad YPF ha establecido una profundidad mínima de navegación segura de 10 m para las lanchas oceánicas, las cuales funcionarán como embarcación cañonera en la "ZT".

Para esta parte de la exploración se utilizarán 2 lanchas oceánicas de poco calado que transportarán el arreglo de cañones de aire. La embarcaciones navegarán en dirección N-S y viceversa, y perpendicular a las líneas de hidrófonos.

En el apartado 4.3.3 "Arreglo de Cañones de Aire" se presentan las características técnicas del arreglo sísmico y de los cañones de aire y su disposición geométrica.

En cuanto a los hidrófonos, se utilizarán equipos llamados "nodos" (OBN – *Ocean Botton Nodes*). Los mismos se fondean en el fondo marino mediante estructuras con peso para no ser arrastrados por las corrientes y las mareas. Las ventajas que proporcionan el uso de nodos de fondo consisten en la flexibilidad ya que se pueden desplegar casi en cualquier lugar, se colocan con facilidad, no requieren de cables, los obstáculos en el fondo marino no

presentan problemas, no existen problemas de conexión y son totalmente autónomos.

Los nodos autónomos se colocarán mediante barcazas en el fondo marino, con GPS y unidas por cuerdas y con algún anclaje, para evitar que las fuerzas de las corrientes y mareas los desplacen de su ubicación. Estos equipos son “regados” en el fondo marino por una embarcación, en líneas paralelas entre sí y perpendiculares a la costa y a la línea de emisión. La misma embarcación que riega los nodos los recupera uno por uno, y a su vez descarga la información registrada.

Los nodos disponibles en el mercado, normalmente tiene un diámetro de entre 43 cm a 53 cm. El peso aproximado es de 97 kg (49 kg en el agua).

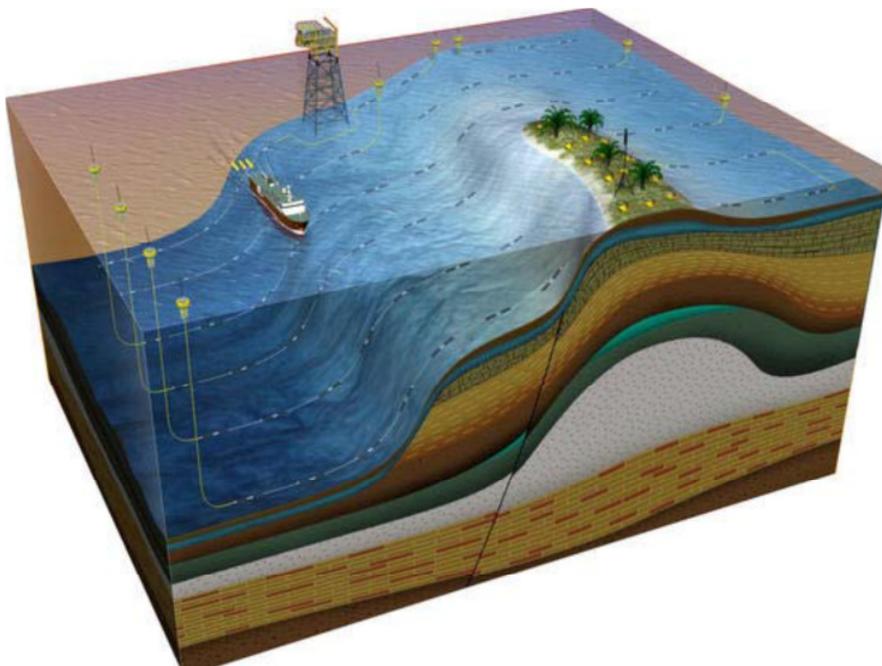
En la Figura N° 5 se presenta una imagen ejemplo de un nodo. En la Figura N° 6 se muestra un ejemplo de los nodos fondeados y la embarcación con el arreglo de cañones de aire navegando en línea paralela a la costa, y perpendicular a las líneas de tendido de los nodos.

Figura N° 5: Ejemplo de un nodo



Fuente: YPF S.A.

Figura N° 6: Esquema de disposición del tendido de nodos perpendiculares a la costa y buque cañonero navegando paralelo a la costa



Fuente: YPF S.A.

Las líneas receptoras (nodos) tienen un largo promedio de 8.000 m, y se orientan perpendiculares a la costa.

Se utilizarán 6.500 nodos, que se distribuirán en 4 patchs. Se registrará desplegando previamente el total de nodos, luego se emitirán las señales en toda el área correspondiente para obtener los registros programados. Una vez finalizado se levantarán los nodos y se desplegarán en un área vecina equivalente, se emitirán señales en todo los puntos del nuevo patch y se seguirá con el mismo procedimiento hasta terminar el relevamiento.

Las embarcaciones pequeñas que transporten los cañones de aire navegarán por líneas orientadas N-S y separadas por 200 m. Las emisiones se realizarán sobre estas líneas cada 50 m. La velocidad de navegación será 2,5 m/s (aproximadamente entre 4,8 y 5 nudos), realizándose entonces una emisión cada 20 s. Las embarcaciones se acercarán lo máximo posible a la costa, teniendo en cuenta la profundidad de calado mínima debida a la disposición del arreglo de cañones (ubicados a 5 m de profundidad). La aproximación a la costa estará determinada por la altura de la marea en la línea de emisión cercana a la costa. La profundidad de calado mínimo de seguridad para la navegación, debido a la disposición del arreglo de cañones, será de 10 m.

4.3.1.2 Relevamiento en el Offshore Cercano

La zona del Offshore Cercano cuenta con una profundidad batimétrica aproximada de 14 m a 55 m aproximadamente. Para esta parte de la exploración se utilizará una sola embarcación que transportará el arreglo de cañones de aire (“buque cañonero”).

En el apartado 4.3.3 “Arreglo de Cañones de Aire” se presenta las características técnicas del arreglo sísmico y de los cañones de aire.

Como fuente receptora, se utilizarán hidrófonos fondeados (nodos), al igual que en la Zona de Transición.

El buque cañonero navegará por líneas separadas por 200 m. Las emisiones se realizarán sobre estas líneas cada 50 m. La velocidad de navegación será 2,5 m/s (aproximadamente entre 4,8 y 5 nudos), resultando una emisión cada 20 s.

La modalidad de operación en el Offshore Cercano será la siguiente: el buque cañonero navegará por las líneas de navegación preestablecidas, remolcando el arreglo de cañones por detrás, de forma perpendicular al tendido de líneas de nodos. El buque emitirá, los hidrófonos ubicados en los nodos captarán y registrarán la información reflejada desde los estratos geológicos.

4.3.2 *Parámetros de adquisición*

En la Tabla N° 1 se resumen las características técnicas principales de los parámetros de la adquisición sísmica 3D de las operaciones offshore.

Tabla N° 1: Parámetros de adquisición.

Aspectos generales	
Modo de Adquisición	3D
Distancia entre emisiones	50 m
Orientación de las líneas	N-S
Separación entre líneas	200 m
Superficie del área a relevar	197 km ²
Arreglo sísmico	
Número de arreglos	1
Número de cañones por arreglo	32
Presión de operación	2000 psi
Volumen	3.000 pulgadas cúbicas
Separación entre emisiones	50 m
Número de cluster por arreglo	1
Longitud del arreglo	15,1 m
Ancho del arreglo	18 m
Profundidad de la fuente	5 m en la ZT - 7 m en el OC
Cantidad de subarreglos	4
Separación de la línea central	25 m
Amplitud pico a pico	pico a pico = 86,4 bar/m
Proporción primaria/burbuja	9 a 10
Velocidad del Buque	
Máx. velocidad teórica respecto del fondo	4,8 a 5 nudos

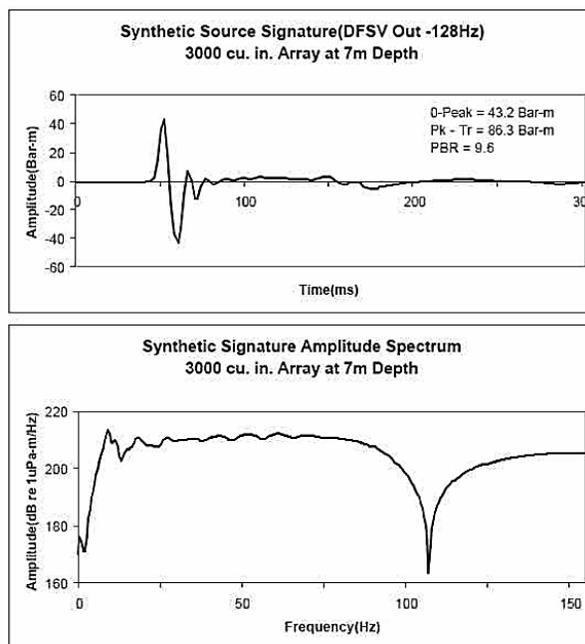
Fuente: YPF

4.3.3 *Arreglo de cañones de aire*

Se utilizará un arreglo sísmico con un total de 32 cañones de aire de una presión de trabajo de 2000 psi. Los cañones de capacidades diferentes

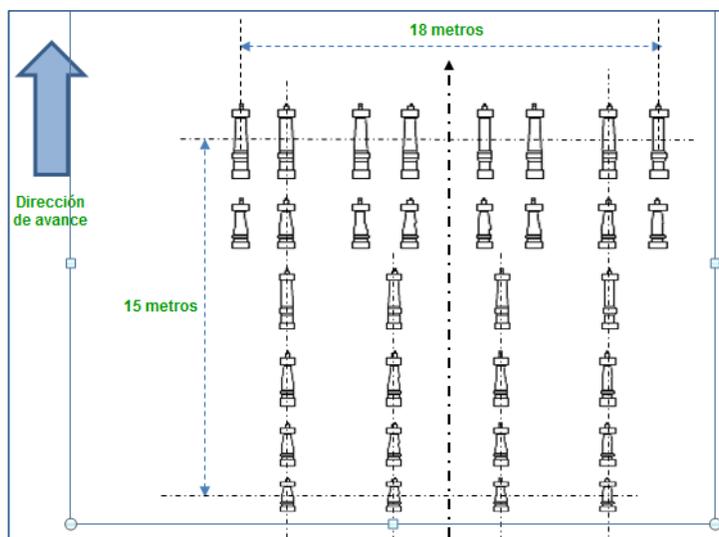
comprenden una fuente con un total de 3.000 pulgadas cúbicas. La profundidad del arreglo será de 7 m en el Offshore Cercano, y de 5 m en la Zona de Transición. El arreglo de fuentes tendrá un nivel sonoro máximo de 86,4 bar/m pico a pico (ancho de banda= 5 -120 Hz) cuando opera a 7 m de profundidad. En la Figura N° 7 se presenta un ejemplo de la firma espectral de los cañones de aire. En la Figura N° 8 se presenta un ejemplo del detalle de la disposición del arreglo de cañones.

Figura N° 7: Firma espectral de los cañones de aire comprimido



Fuente: YPF S.A.

Figura N° 8: Geometría de las fuentes del arreglo de cañones de aire comprimido.



Fuente: YPF S.A.

En Foto N° 9 se muestra un cañón de aire como los que se utilizará en el proyecto.

Foto N° 9: Cañón de Aire



Fuente: YPF S.A.

4.3.4 Embarcaciones y navegación

Para el registro sísmico en el mar se utilizará un barco para el arrastre de los cañones de aire comprimido. Las funciones del buque cañonero serán: llevar compresor sísmico a bordo; arrojar / izar set de cañones de aire; trabajar en ambientes costeros con fuerte flujo y reflujo de marea, y embarcar técnicos de YPF. El buque de adquisición a utilizarse en el sector del Offshore Cercano será buque del tipo *Supply* o similar.

Las características técnicas del buque de adquisición serán:

- Eslora: entre 25 m y 30 m;
- Cubierta corrida despejada, elementos de izaje (grúa o similares);
- Buen gobierno (doble timón);
- Buena propulsión (doble hélice);
- Hélice *bow thruster*;
- Capacidad para llevar hasta 6 técnicos geofísicos;
- Capacidad de trabajar en ambientes costeros con fuerte flujo y reflujo de marea;
- Capacidad de montar equipo electrónico en un camarote o en un tráiler de 20 pies en cubierta.

Se utilizarán también lanchas oceánicas que tendrán como función el regado de los nodos, despliegue y cambio de posición de los cables que contienen los receptores y recambio por fallos, relevamiento batimétrico, vigilancia de zona, transferencia de personas entre tierra y el barco cañonero, y dar apoyo logístico menor al barco cañonero. Se prevé el uso de 6 lanchas oceánicas. En la Foto N° 10 se presenta un ejemplo de las lanchas oceánicas que se contratarán para el proyecto.

Por otra parte, se prevé la utilización de 2 de estas lanchas oceánicas en el sector "ZT" para el transporte del arreglo de cañones ya que se precisan embarcaciones de menor calado de navegación, lo que permitirá una mayor aproximación a la costa.

Las características técnicas de las lanchas oceánicas son:

- Casco de acero;
- Motor diésel con potencia del orden de los 200 HP como límite inferior;
- y
- Capacidad oceánica: características marineras capaces de enfrentar oleajes; potencia y gobierno para actuar en zona de restinga (flujo, reflujo, sonda para control de profundidad, etc.).

Foto N° 10: Ejemplo de lancha oceánica



Fuente: YPF S.A.

En cuanto a la navegación, tanto el buque cañonero como las lanchas oceánicas de apoyo respetarán toda la normativa de navegación vigente de la Prefectura Naval Argentina (PNA). Se establecerá un radio de seguridad de 50 m como distancia mínima para otras embarcaciones, y se colocarán aproximadamente 12 boyas de seguridad de navegación. Las embarcaciones contarán con todas las capacidades para la tripulación y los equipamientos específicos de comunicación y seguridad que exigidos por las reglamentaciones internacionales de navegación de Organización Marítima Internacional (OMI) y ratificadas por PNA.

Las lanchas oceánicas solamente operarán de día, mientras que el buque cañonero durante las 24 h.

Cabe mencionar que no se bloqueará en ningún momento ninguna zona portuaria. YPF se adaptará a las exigencias y norma de los puertos, entrará y navegará por las zonas en función de lo dispuesto por la autoridad portuaria correspondiente.

4.3.5 Logística

Se utilizará el puerto de Comodoro Rivadavia como cabecera para las operaciones con las embarcaciones. Allí se realizará el abastecimiento de insumos para la operación y embarque del personal. También, YPF posee en este puerto una base que será utilizada en caso de ser necesario para el despliegue y control de equipos.

En cuanto al abastecimiento de combustible, las embarcaciones realizarán las cargas de combustible en el puerto de Comodoro Rivadavia cada 2 o 3 días, dependiendo de las operaciones.

El buque cañonero ingresará cada 3 días como mínimo al puerto para el abastecimiento de combustible y otros insumos o bien para el amarre en

momentos en los que no se opere (por ej. ante condiciones climáticas adversas). Considerando que la operación de registro del relevamiento offshore tendrá una duración máxima de 60 días, se estima que el buque ingresará o egresará del puerto unas 40 veces durante dicha operación.

Con respecto a las lanchas oceánicas, debido que sólo operarán de día, ingresarán y egresarán del puerto de forma diaria. Se estima entonces que las lanchas ingresarán o egresaran del puerto unas 720 veces durante toda la duración del proyecto.

4.3.6 *Emissiones, Aguas residuales y Residuos*

Se implementará un Plan de Monitoreo Ambiental para asegurar que todas las descargas de residuos al mar cumplan con los parámetros de la legislación aplicable (Ver Capítulo N° I).

4.3.6.1 *Emissiones atmosféricas*

Las emisiones estarán asociadas a los consumos de combustibles por parte de las embarcaciones participantes del Proyecto.

Se han identificado las siguientes fuentes de emisión de gases y material particulado a la atmósfera:

- Buque cañonero;
- Lanchas oceánicas cableras;
- Compresores de los cañones sísmicos; y
- Camionetas para asistencias en tierra para equipo Offshore.

Los compuestos que serán emitidos desde las fuentes identificadas son:

- Material particulado;
- Gases de combustión: NO_x, N₂O, SO_x, CO, CO₂; y
- Metano y COVNM (Compuestos orgánicos volátiles no metano).

YPF S.A. ha provisto los valores de masa de emisiones atmosféricas en base a datos de consumos de combustible de experiencia en proyectos similares y los cálculos realizados utilizando el procedimiento interno "Guía de Parámetros Ambientales. Revisión 3". Los datos considerados de consumo de combustible se presentan a continuación:

- Se estima el consumo de 83.767 L de Gasoil Marino como combustible, para los 60 días de trabajo estimados, entre el buque cañonero y las lanchas oceánicas;
- Se estima el consumo de 769,23 L de Gasoil Diesel como combustible para una camioneta de asistencia en tierra, durante los 60 días de trabajo estimado;

- El consumo total de combustible, entre camionetas de apoyo logístico para operaciones Offshore y embarcaciones, estimado para los 60 días de trabajo, es de 84,54 t.

En la Tabla N° 2 se presenta un estimado de emisiones atmosféricas, para los 60 días de trabajo, considerando como fuentes las embarcaciones (buque cañonero y lanchas oceánicas) y camionetas de apoyo logístico en tierra.

Tabla N° 2: Emisiones atmosféricas estimadas a 60 días, Offshore (Toneladas)

CO ₂	SO ₂	NO _x	N ₂ O	COVNM	CO	Mat. Part.	CH ₄
211,20	0,28	1,86	0,0067	0,46	0,77	0,1417	0,02
TOTAL	214,74 toneladas						

Fuente: ERM, 2014.

4.3.6.2 Aguas Residuales

Las aguas residuales que se generarán en los buques serán:

- **Aguas oleosas y de sentina:** Serán colectadas en el sistema de drenaje de la sala de máquinas y serán tratadas en un separador agua-hidrocarburo para luego ser descargadas al mar en cumplimiento con el Capítulo 1 y 2 del Título 8 del REGINA VE de la Prefectura Naval Argentina (Decreto N° 4516/73) o, en el caso de embarcaciones pequeñas, serán almacenadas y desembarcadas en el puerto para su tratamiento como residuos peligrosos.
- **Aguas grises y negras:** Serán recolectadas y almacenadas en un depósito de aguas residuales o tratadas y descargadas (en función del tipo de buque) de acuerdo al Capítulo 2, Título 8 del REGINA VE (Decreto N° 4516/73).

4.3.6.3 Residuos

Los residuos orgánicos de la cocina de los buques podrán ser desmenuzados y vertidos al mar según las especificaciones de MARPOL 73/78 adoptadas por el REGINA VE (Los restos de comida previamente pasados por un desmenuzador o triturador podrán descargarse al mar desde tales buques cuando estén situados a más de 12 millas de la costa).

Para el resto de los residuos no peligrosos serán consideradas aquellas reglamentaciones que regulan el manejo de residuos en el mar:

- Decreto N° 4516/73 - Régimen de la Navegación Marítima, Fluvial y Lacustre (REGINA VE) - Capítulo 3 del Título 8: Contaminación de las aguas por basuras;
- Ordenanza N° 2/98 de la Prefectura Naval Argentina. Se confeccionará un Plan de Gestión de Basuras, el cual deberá ser aprobado por la autoridad competente;
- Disposición de la Dirección de Protección Ambiental de PNA N° 2/12. *“Directrices de 2012 para la Elaboración de Planes de Gestión de Basuras”*

Existe un procedimiento internos de YPF S.A. para el Manejo de Residuos en Operaciones Geofísicas (ver Anexo II-4).

4.3.7 *Aspectos de Higiene, Seguridad y Ambiente*

Para la protección de la biota marina, se cumplirá con la política de la compañía y con los lineamientos del Comité Conjunto de Conservación de la Naturaleza (*Joint Nature Conservation Committee*) para la protección de mamíferos marinos respecto del ruido emitido. Se considerarán los siguientes aspectos:

- Capacitación del personal en biota marina local;
- Supervisión visual y acústica;
- Observadores de mamíferos marinos a bordo del buque;
- Registro de observaciones, preparación y presentación de informes;
- Búsqueda previa a la registración;
- Arranque progresivo;
- Interrupciones.

YPF dispone de los siguientes procedimientos internos en materia de Higiene, Seguridad y Ambiente que aplicará en la ejecución de este proyecto:

- Capacitación de Medio Ambiente;
- Control Operativo de Medio Ambiente;
- Manejo de Residuos en Operaciones Geofísicas;
- Gestión de Derrames Marinos y Fluviales;
- Evaluación de Riesgos Laborales
- Elementos de Protección Personal;
- Salud Ocupacional;
- Gestión de Emergencias;
- Prevención y Respuesta Ante Emergencias;
- Investigación de Incidentes;
- Seguimiento y Evaluación de Desempeño de Salud, Seguridad y Medio Ambiente.

YPF exigirá el cumplimiento de sus estándares y procedimientos a los contratistas de sísmica y navegación.

4.4 *RELEVAMIENTO SÍSMICO ONSHORE*

El relevamiento será realizado en zonas urbanas, residenciales, suburbanas, rurales, áreas costeras de playa y restingas, y zonas de uso petrolero perteneciente al ejido de la ciudad de Comodoro Rivadavia y el departamento de Escalante. El relevamiento sísmico se realizará, en los sectores urbanizados, por calles y caminos que permitan el acceso y operación de los equipos sísmicos. En los sectores sin urbanización se seguirá en la medida de lo posible

el trazado de las líneas planificado aprovechando picadas o caminos existentes en caso que los hubiera.

En cuanto al área costera de playas y restingas, el tránsito de los camiones Vibro estará restringido a zonas de playas de arena y/o gravas, es decir que los camiones no circularán por zonas de colchones de bentos ni sobre la restinga propiamente dicha. Asimismo, las camionetas de apoyo sí deberán circular sobre playas, zonas con colchones de bentos y restinga, para la realización del relevamiento topográfico y para el despliegue de geófonos.

4.4.1 Especificaciones técnicas

La circulación de los equipos vibradores se realizará por calles y caminos, los cuales deberán ser relevados especialmente en cuanto a tipo de construcciones e infraestructura. En las áreas vinculadas a producción de petróleo y gas se realizará también un relevamiento para identificar zonas con posible riesgo debido a infraestructura pública o privada.

También se realizará un relevamiento previo en el ejido urbano de la ciudad, con el fin de identificar instalaciones vulnerables al tránsito y vibrado y un relevamiento topográfico. El equipo de personas para realizar este relevamiento estará compuesto por 10 personas e insumirá entre 7 y 10 días antes del comienzo de las operaciones.

El método geofísico a utilizar se basa en la generación de perturbaciones mecánicas (ondas) de tipo compresional producidas por una fuente vibratoria (plancha de los Vibros). Los camiones Vibro generan un barrido de señales que se propagan en el suelo a partir de un activador y una plancha. La frecuencia de los barridos será del rango de 5 a 90 Hz. La duración de los barridos será por un lapso de tiempo corto (20 s de barrido lineal) transmitiendo de esta manera energía a la tierra. Se utilizarán 4 camiones vibro que circularán, en fila por la línea de emisión. En cada punto de emisión se estima que se trabajará durante 1', y el traslado entre cada punto insumirá también aproximadamente 1', siendo un tiempo de trabajo total por punto de emisión de 2' aproximadamente.

Considerando que el ancho de los camiones es de 4 m, el ancho de ruta necesario para la circulación de los camiones, como margen de seguridad, es de 5 m y la altura de ruta necesaria, como margen de seguridad, es de 4 m.

Las limitaciones operativas de los camiones en zonas urbanas son el ancho de las calles (5 m como mínimo), la altura de cableados (4 m como mínimo) y la existencia de construcciones, dado que la vibración podría dañarlas si se encontraran aproximadamente a menos de 5 m (en el Capítulo V se presenta el análisis de efectos de las vibraciones según las distancias).

Serán utilizadas 5 a 8 camionetas 4 x 4; 2 camiones tira cables y 1 ambulancia.

Siguiendo la traza de las líneas de recepción se colocan geófonos (equipos que captan las ondas emitidas por los Vibros). Los geófonos van unidos entre sí

por cables e interconectados a una estación receptora. Estos captan las ondas y las envían a la estación receptora (camión sismógrafo), donde se generan ilustraciones del subsuelo.

Las líneas de emisión tendrán una separación aproximada de 200 m y su orientación será N-S. La separación de las líneas de recepción será de 200 m, siendo su orientación E-W. La separación teórica de los puntos de emisión será de 50 m al igual que las estaciones de recepción, si bien los últimos ajustes los darán el diseño de la sísmica 3D, y una vez en campo, los topógrafos.

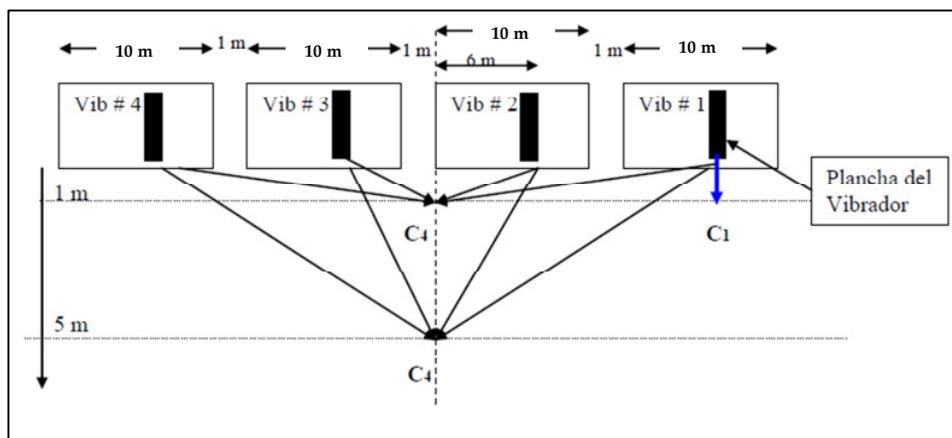
4.4.1.1 Camiones Vibro

Los camiones vibradores serán I/O AHV-IV. Estos camiones son articulados, lo que hace que presenten mejor prestaciones que camiones más antiguos. Esto implica que no sea necesario abrir picadas sísmicas para el tránsito de los mismos.

El peso aproximado de los camiones vibradores será de 37,3 t; y contarán con tracción 4x4. La fuente de emisión es una plancha de 2,5 m² que se pone en contacto con el suelo, y a través de ella se realizará la vibración. El peso de la plancha será de 1,98 t; o de 4.377 lb; y la fuerza aproximada aplicada al terreno es de 80.000 lb hold down. En las zonas urbanizadas los camiones operarán con 50% de su potencia de vibrado. Estarán vinculados a la operación 4 camiones vibradores.

El largo de los camiones será de 10 m, y el ancho es de 4 m. La altura de los mismos es de 3,68 m. Se utilizarán 4 Vibros alineados uno detrás del otro, con una separación de 1 m entre camión y camión. A esta formación se la denomina "Arreglo de Fuentes". El arreglo de fuentes tendrá un largo total de 39 m.

Figura N° 9: Disposición del Arreglo de fuentes Vibros - Largo de camiones y separación



Fuente: YPF – obtenido de WeternGeco.

Las principales especificaciones técnicas de los Vibros son las incluidas en la Tabla N° 3.

Tabla N° 3: Especificaciones técnicas de los Vibros

Características (ejemplo: Vibro AHV IV 362)	Medida
	Toneladas
Peso bruto	37,30
Peso neto	36,29
Peso de la plancha	1,98

Fuente: YPF S.A.

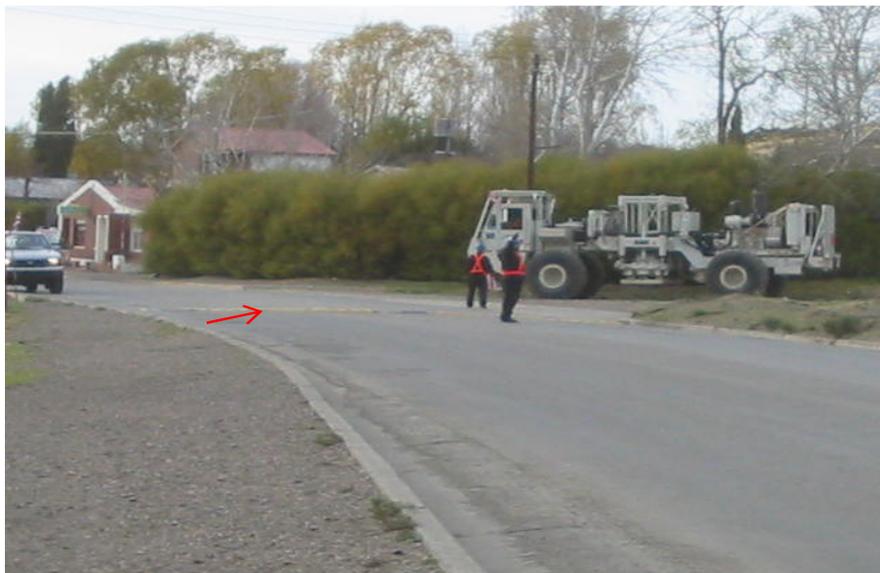
4.4.1.2 Geófonos

Los geófonos se presentarán en agrupaciones de 12 unidades alrededor de cada punto con un radio de 3,5 m (puntos de recepción) distanciados 4 m unos de otros. A esta formación se la denomina “Arreglo de Geófonos”. Por otra parte, estos puntos de recepción se localizarán con una separación de 50 m. Los cables que sostienen los geófonos no poseerán tensión por cuanto no implican riesgo para las personas (operarios o civiles).

Las líneas receptoras se orientarán de forma perpendicular a la costa con una separación promedio de 200 m. Cabe mencionar que esta separación se verá afectada en las áreas pobladas ya que se encontrarán sujetas al trazado de calles.

El tendido de las líneas receptoras con geófonos no bloqueará el tránsito. Las líneas se tenderán en las veredas, y se clavarán los geófonos a medida que el suelo lo permita. En los cruces de calles se colocarán protectores a fin de que los autos no dañen el material, pero no se obstruirá el tránsito. En la Foto N° 11 se puede observar el protector de la línea de geófonos utilizada para el cruce de una calle, lo que no requiere la necesidad de cortar el tránsito. Estos tendidos permanecerán armados entre 7 y 10 días, dependiendo del grado de avance de las operaciones.

Foto N° 11: Tendido de líneas receptoras con protección en un cruce de calles



Fuente: YPF S.A.

Habiéndose dispuesto el tendido de receptores, se procederá a emitir las señales sísmicas al suelo para producir un tren de ondas elásticas. Las ondas generadas serán captadas por los sensores que estarán equiespaciados a lo largo de las líneas de recepción y transformadas en impulsos eléctricos que, luego de ser amplificados y filtrados, serán grabados en forma digital en el equipo de registro, constituyendo así el registro sísmico que será utilizado para obtener datos estructurales y estratigráficos del subsuelo.

Toda la información se concentrará en un camión de registro sísmico (sismógrafo). En él trabajarán los observadores que monitorean el registro. Tendrán directa comunicación con los conductores de los vibros y con el personal encargado del movimiento de cables y cajas. El camión de registro junto con los observadores a él asociados, serán movilizados prácticamente todos los días de acuerdo al avance de las tareas.

Existe la posibilidad de utilizar en las zonas urbanizadas, nodos independientes, con el fin de evitar la interconexión de receptores con cables en las calles.

4.4.2 Topografía

Esta etapa se inicia algunos días antes que la adquisición sísmica, y luego se realiza en paralelo con la adquisición. Se efectuará el reconocimiento exhaustivo del área a explorar, y se llevará a cabo la señalización. Utilizando instrumental de posicionamiento satelital, se lleva a cabo el replanteo planialtimétrico, a fin de ubicar las líneas sísmicas, señalizando sobre el terreno mediante estacas y/o banderillas cada uno de los puntos emisores y receptores.

El equipo de personas para realizar las tareas de topografía estará compuesto por 10 personas e insumirá entre 7 y 10 días antes del comienzo de las operaciones. Se utilizarán aproximadamente 5 camionetas.

Se utilizarán estacas de madera con tela o estacas de alambre con banderas de plástico para la ubicación de puntos de registros, demarcando los caminos de los camiones vibradores y los accidentes geográficos importantes con cintas biodegradables o estacas.

Los trabajos de Topografía demandarán alrededor de 7 y 10 días en campo para luego dar paso a las tareas de registro sísmico, sin embargo puede darse cierto solapamiento de las actividades.

En esta etapa, a partir del trazo teórico de cada línea de emisión (dirección N-S) y línea de recepción (dirección E-W), se adecuarán dichas líneas a la realidad del campo, es decir a la geomorfología e hidrología del sitio.

4.4.3 *Fase de desmovilización*

Una vez que los datos sísmicos hayan sido recolectados y el equipo de registro haya sido desmovilizado, una cuadrilla de restauración se encargará de retirar todas las marcas del levantamiento, estacas y/o banderines, residuos generados durante la operación, o cualquier otro desecho que hubiera quedado a lo largo de las líneas sísmicas. Estos residuos se dispondrán adecuadamente.

4.4.4 *Cuadrilla de restauración*

Luego de la fase de desmovilización actuará una cuadrilla de restauración. La misma tendrá como objetivo volver las condiciones del medio a las previas a la ejecución de la prospección sísmica. En caso que se registren daños en la infraestructura ocasionados por la operación, se procederá a evaluar y gestionar la reparación correspondiente. Serán aproximadamente unas 10 personas las involucradas en la cuadrilla.

4.4.5 *Residuos, efluentes y emisiones*

4.4.5.1 *Residuos sólidos*

Se contará con un tráiler móvil para el mantenimiento de estas maquinarias ya que su traslado hacia otro sitio retrasaría las tareas de registro. Durante estas tareas se generarán residuos peligrosos por: carga de combustible, cambio de fluidos del motor, cambio de filtros, entre otros.

La empresa YPF S.A. dispone de un procedimiento interno para el manejo, almacenamiento y gestión de residuos sólidos. En el Anexo II-4 se adjunta el Procedimiento interno de YPF S.A. para el “Manejo de residuos en operaciones geofísicas”.

4.4.5.2 Aguas residuales

No se producirán efluentes líquidos en la etapa Onshore del proyecto durante las tareas de campo con excepción de los originados en los baños químicos que se instalarán.

4.4.5.3 Emisiones a la atmósfera

Se han identificado las siguientes fuentes de emisión de gases y material particulado a la atmósfera:

- Fuentes de combustión móviles: Camiones Vibro y vehículos de transporte de personal; y
- Fuentes de emisión lineales de material particulado debido al tránsito vehicular en caminos polvorientos.

Los compuestos que serán emitidos desde las fuentes identificadas son:

- Material particulado;
- Gases de combustión: NO_x, N₂O, SO_x, CO, CO₂;
- Metano y COVNM (Compuestos orgánicos volátiles no metano).

YPF S.A. ha provisto los valores de masa de emisiones atmosféricas en base a datos de consumos de combustible de experiencia en proyectos similares y cálculos realizados utilizando la "Guía de Parámetros Ambientales. Revisión 3". Los datos considerados de consumo de combustible presentan a continuación:

- Se estima el consumo de 96.225 L de Gasoil Diesel como combustible, para los 60 días de trabajo estimados, para la operación de 4 camiones Vibro en simultáneo.
- Se estima el consumo de 3.846 L de Gasoil Diesel como combustible para 7 camionetas de asistencia, durante los 60 días de trabajo estimado,
- El consumo total de combustible, entre camionetas de apoyo y camiones Vibro, estimado para los 60 días de trabajo, es de 83 t.

En la Tabla N° 4 se presenta un estimado de emisiones atmosféricas, para los 60 días de trabajo, considerando como fuentes los camiones Vibro (4 en simultáneo) y camionetas de apoyo logístico (8 camionetas).

Tabla N° 4: Emisiones atmosféricas estimadas a 60 días, fase Onshore (Toneladas)

CO ₂	SO ₂	NO _x	N ₂ O	COVNM	CO	Mat. Part.	CH ₄
250,00	0,33	2,21	0,096	0,54	0,91	0,17	0,0
TOTAL	254,204 toneladas						

Fuente: ERM, 2014.

Los datos han sido calculados por ERM, según información brindada por YPF.

4.4.5.4 Emisiones sonoras y vibraciones

Las emisiones sonoras y vibraciones son generadas por la maquinaria (Vibros) y vehículos de transporte de materiales y personal. Cabe mencionar que el ruido y los niveles de vibración producidos por la operación de los camiones Vibro tiene mayor significancia que los producidos por los vehículos de transporte de materiales y personal, es por ellos que estos últimos no han sido considerados para los análisis que se presentan a continuación.

A continuación se establece el área de influencia de las emisiones sonoras y de vibraciones producidas por las tareas de vibrado.

Ruidos

En relación a los niveles de ruido que emitirán los camiones Vibro durante las operaciones, no se disponen de datos de mediciones de ruido reales para el set de 4 camiones Vibro operando al mismo tiempo. Sin embargo, YPF S.A. ha facilitado los resultados de mediciones de ruido a 1 camión Vibro, realizadas en el año 2011 durante un programa de exploración sísmica 2D en la localidad de Guandacol, provincia de La Rioja.

Las mediciones han sido realizadas con un sonómetro marca Quest modelo 2900, seteado para registrar SPL (Nivel de presión Sonora) en Leq (promedio integrado), con filtro dB(A). Cabe aclarar que este filtro es utilizado en la práctica para registrar el rango de frecuencias, y sus intensidad correspondientes, que afectan al oído humano. Las mediciones han sido realizadas a 1,20 m del suelo, y a más de 1,20 m de cualquier superficie reflectante.

Las mediciones de ruido realizadas por YPF a 1 camión Vibro, se han ejecutado durante un ciclo característico del proceso, es decir que se registra desde el arribo al punto de emisión, durante las tareas de vibrado, y durante la desmovilización. Todo este ciclo (vibrado + movilización) tiene una duración aproximada de 2'.

Los resultados de dichas mediciones se presentan en la Tabla N° 5. Los niveles de ruido analizados son llamados Nivel de Presión Sonora (SPL).

Tabla N° 5: Nivel de Presión Sonora medido para 1 camión Vibro

Distancia de la fuente (m)	SPL (dB(A))
5	92,8
10	87,9
15	69,0
30	64,3
40	57,9
60	56,1
70	54,7
80	53,3

Fuente: YPF S.A.

La tabla anterior indica los resultados de las mediciones de ruido, en dB(A), para 1 camión Vibro en operación. En el presente proyecto se utilizarán 4 camiones vibro como fuente de emisión de ondas sísmicas. En base a los datos disponibles, se ha realizado una estimación del ruido producido por el set de 4 camiones Vibro en funcionamiento, utilizando la metodología para la suma de señales no coherentes (las señales de distintas fuentes sin relación de fase se llaman “no coherentes”).

Las señales de distintas fuentes sin relación de fase se llaman no coherentes. En estos casos no hay una suma automática de la presión sonora, pero la potencia sonora de ambas fuentes se debe sumar (doblar potencia equivale a +3 dB de presión sonora). Esto es válido cuando un punto es alcanzado por muchas fuentes o por sus reflexiones. Cuando dos fuentes sonoras radian sonido, ambas contribuyen en el nivel de presión sonora existente en un punto alejado de dichas fuentes. Si las dos radian la misma cantidad de energía, en un punto equidistante de ambas fuentes la intensidad sonora será dos veces mayor que si solamente tuviéramos una fuente radiando. Ya que la intensidad es proporcional al cuadrado de la presión, entonces al doblar la intensidad se produce un incremento de 3 dB en la presión sonora existente.

Cuando sumamos la contribución de dos o más fuentes, ésta no es igual a la suma numérica de los valores individuales en dB.

El método numérico para sumar niveles sonoros es el siguiente:

$$L_{Total} = 10 \cdot \log \sum_{i=1}^n 10^{\frac{L_i}{10}}$$

donde “n” es el número de fuentes sonoras y los niveles L_i son los niveles debidos a cada una de las fuentes, expresados en dB.

En base a lo expuesto, si se toma como referencia el nivel de presión sonora emitido por 1 camión Vibro, al duplicar la fuente los niveles incrementarían en 3 dB(A); entendiéndose por duplicar la fuente como considerar en este nuevo escenario a 2 camiones. Luego, si se duplica nuevamente la fuente, se volverían a incrementar en 3 dB(A) los niveles sonoros; entendiéndose por

duplicar nuevamente la fuente como considerar en esta última instancia a 4 camiones vibro.

En resumen, si se duplica de 1 camión Vibro a 2, los niveles sonoros se incrementarán en 3 dB(A). Si se vuelven a duplicar los 2 camiones Vibro a 4 camiones en la fuente (siendo esta la cantidad de camiones de un arreglo sísmico), los niveles sonoros volverán a incrementarse en otros 3 dB(A). Siendo que, si se estima el nivel de presión sonora emitido por un set de 4 camiones Vibro, deberán incrementarse 6 dB(A) a los valores registrados en las mediciones para un solo camión.

En la Tabla N° 6 se presentan los Niveles de Presión Sonora para un set de 4 camiones vibro, en base a las mediciones realizadas por YPF S.A. para un solo camión.

Tabla N° 6: Nivel de Presión Sonora estimado para set de 4 camiones Vibro

Distancia de la fuente (m)	SPL 1 camión (dB(A))	SPL 4 camiones (dB(A))
5	92,8	98,8
10	87,9	93,9
15	69,0	75,0
30	64,3	70,3
40	57,9	63,9
60	56,1	62,1
70	54,7	60,7
80	53,3	59,3

Fuente: ERM, 2014.

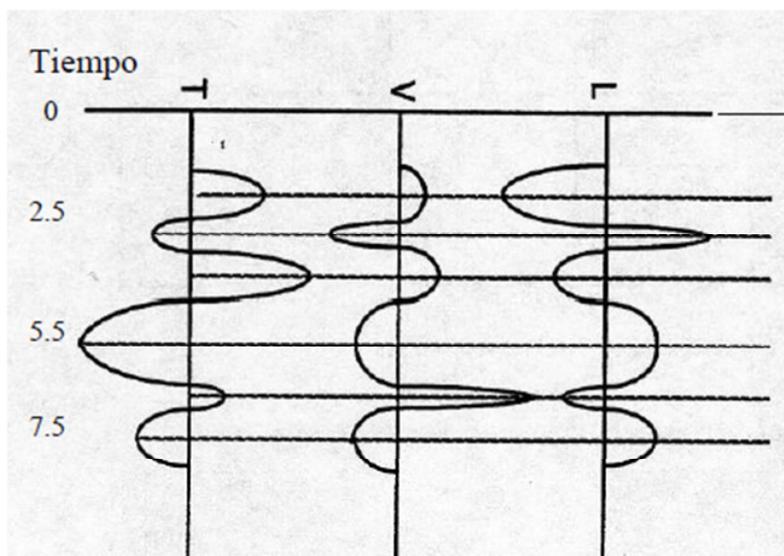
Vibraciones

En relación a los niveles de vibraciones que emitirán los camiones Vibro durante las operaciones geofísicas, se disponen de datos de mediciones realizadas por la compañía operadora WesternGeco. Estos datos han sido provistos por YPF a través del documento “Ensayos de Movimiento de Partículas debido a Vibración Sísmica” elaborado por WesternGeco, en base a varios eventos en diferentes locaciones, en el que se presentan los resultados de mediciones de vibraciones y se compara con niveles guía internacionales.

Para las mediciones se ha empleado el equipo Everlet V de Vibra-Tech Engineers. Este equipo es esencialmente una microcomputadora con memoria sólida, que computa los datos recibidos externamente desde un **Geófono de Velocidad de Tres Componentes** y un **Micrófono de Presión**. Tanto el Geófono 3C como el Micrófono son colocados a una distancia “x” donde se quiere medir el movimiento de partículas y la energía emitida. El equipo fue seteado para que comience la toma de datos cuando el nivel de las vibraciones recibidas por el Geófono 3C supere un determinado nivel.

Estos equipos registran el movimiento de las partículas en los 3 ejes ortogonales. La PPV (velocidad pico de la partícula) es el parámetro utilizado para indicar la potencia de la vibración, es decir la velocidad con la que se mueven las partículas a determinada frecuencia, efecto que produce la vibración. Estos valores de PPV son los valores máximos (en **mm/s**) de cada componente (ejes X; Y y Z) y generalmente ocurren a diferentes tiempos y frecuencias de vibración. En la Figura N° 10 se pueden observar la variación de la intensidad de las vibraciones durante un rango de tiempo desde los 0 s a los 7,5 s, para los 3 ejes. Transversal; Vertical y Longitudinal. El valor de PPV es la velocidad máxima, en **mm/s**, registrada durante el evento, en cualquiera de los 3 ejes.

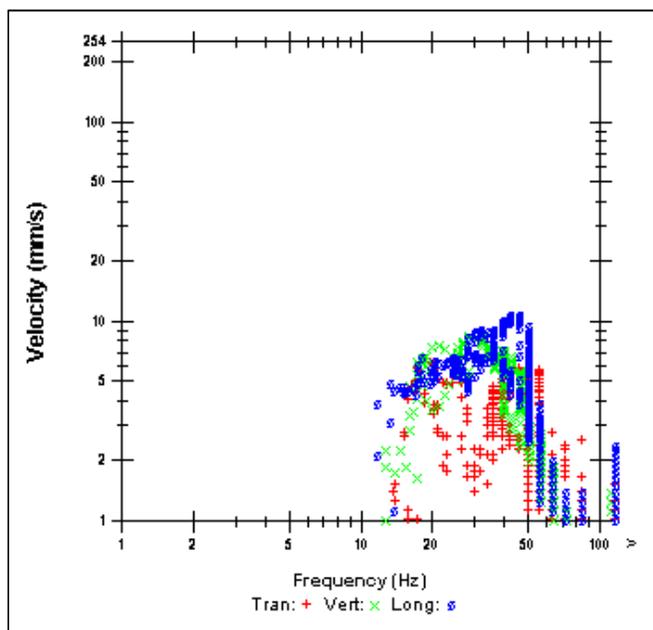
Figura N° 10: Valores instantáneos de las señales de velocidad recibidas en el Geófono



Fuente: WesternGeco - YPF S.A.

En la Figura N° 11 se presenta el ejemplo del registro de un evento de vibraciones. Se observan los valores de vibraciones registrados en función de la Velocidad Pico de la Partícula (PPV), en **mm/s**. Estos valores de PPV están registrados para todo el rango de frecuencias de vibraciones. Del registro presentado en dicha figura, se puede informar que el rango nominal de frecuencias operativo de los camiones vibradores oscila entre los 15 Hz y los 100 Hz aproximadamente.

Figura N° 11: registro del evento de vibraciones



Fuente: WesternGeco - YPF S.A.

Para la emisión de vibraciones se han empleado Vibradores AHV-IV-362 y RHV-321. Estos poseen una potencia de trabajo ("Hold Down Weight") de 60.000 lb, y cuya fuerza de salida fue del 80%. El control electrónico empleado fue Pelton Advance II y VibPro. Se utilizaron un total de 4 vibradores, y se compararon las respuestas obtenidas a diferentes distancias: 0,3 m; 5 m; 7,5 m y 10 m. Se han tomado registros vibrando con 2 y 4 vibradores. El tiempo de registro fue de 8 s. Las frecuencias de vibraciones de operación fueron programadas entre 8 Hz y 96 Hz.

En la Figura N° 12 se presentan los datos de vibraciones del registro sísmico, para 4 y 2 camiones Vibro. Se indican en círculos los valores máximos de PPV para las distintas distancias.

Figura N° 12: Tabla con los datos de PPV registrados durante las vibraciones

1).- 4 Vibradores de 267 Knewtons (60.000 lbf) Barriendo 8-96 Hz durante 8 segundos Lineal									
Distancia metros	Geofono Transversal			Geofono Vertical			Geofono Longitudinal		
	mm/seg	Hz.	"G"	mm/seg	Hz.	"G"	mm/seg	Hz.	"G"
0,3	28,96	5	0,87	115,82	57	9	34,54	3	1,1
5	2,79	17	0,09	11,43	47	0,66	10,67	21	0,34
7,5	3,68	32	0,09	3,81	43	0,16	13,97	28	0,30
10	2,41	23	0,08	3,68	47	0,17	6,89	20	0,09
2).- 2 Vibradores de 267 Knewtons (60.000 lbf) Barriendo 8-96 Hz durante 8 segundos Lineal									
0,3	23,88	4	0,8	113,79	51	8,59	46,74	2	1,33
5	13,72	19	0,25	14,99	47	0,93	13,34	16	0,24
7,5	5,33	30	0,16	2,79	51	0,12	5,84	18	0,11
10	4,45	8	0,08	2,54	47	0,12	3,94	4	0,07

Fuente: WesternGeco - YPF S.A.

En la Tabla N° 7 se presenta un resumen de los valores de PPV máximos registrados durante las mediciones realizadas por WesternGeco, para 2 y 4 camiones Vibro.

Tabla N° 7: PPV máximas registrados durante las mediciones, para 2 y 4 camiones Vibro

Distancia (m)	PPV máx. 4 Vibro (mm/s)	PPV máx. 2 Vibro (mm/s)
0,3	115,82	113,79
5	11,43	14,99
7,5	13,97	5,84
10	6,89	4,45

Fuente: ERM.

Cabe mencionar que estos registros han sido realizados con los camiones Vibro operando con un 80% de su "Hold Down Weight", es decir al 80% de su fuerza de trabajo. En las zonas urbanizadas los camiones utilizarán 50% de su potencia de vibrado.

Según un informe facilitado por YPF acerca del monitoreo de vibraciones durante las tareas de ejecución del Programa Sísmico 3D "Campamento Central", llevado a cabo en la ciudad de Comodoro Rivadavia, cuando los camiones Vibro operan con menor fuerza de trabajo los niveles de vibraciones son menores.

Se realizarán mediciones y monitoreos de vibraciones en todos los puntos de emisión.

4.4.6 Aspectos de Higiene, Seguridad y Ambiente

Se desplegará un equipo de señalización durante operación de los Vibro.

Se utilizarán bandilleros para el desvío del tránsito en cumplimiento con la reglamentación de tránsito de la municipalidad de Comodoro Rivadavia.

Los trabajadores utilizarán los elementos de protección personal apropiados para la protección auditiva durante las operaciones de vibrado.

Existen los siguientes procedimientos internos de YPF S.A. en materia de Higiene, Seguridad y Ambiente:

- Capacitación de Medio Ambiente;
- Control Operativo de Medio Ambiente;
- Manejo de Residuos en Operaciones Geofísicas;
- Remediación Ambiental;
- Uso de Vehículos livianos;
- Conducción Invernal;
- Evaluación de Riesgos Laborales
- Elementos de Protección Personal;
- Salud Ocupacional;

- Gestión de Emergencias;
- Prevención y Respuesta Ante Emergencias;
- Investigación de Incidentes;
- Seguimiento y Evaluación de Desempeño de Salud, Seguridad y Medio Ambiente.

En cuanto a la circulación cercana a acantilados, como medida de seguridad los camiones Vibro no se acercarán a menos de 10 m de ningún acantilado.

YPF S.A. exigirá el cumplimiento de sus estándares y procedimientos a los contratistas de sísmica y navegación.

4.4.6.1 *Avisos y comunicaciones*

YPF emitirá comunicaciones a la comunidad para informar sobre las tareas a realizar en las áreas afectadas. Se utilizarán periódicos de mayor tiraje en Comodoro Rivadavia y periódicos de menor tiraje de las zonas donde se esté trabajando. El proyecto también será comunicado públicamente en el Boletín Oficial de la provincia

Se habilitará una línea telefónica del tipo “0800” para atender reclamos y consultas.

Se realizarán reuniones con asociaciones vecinales para presentar el proyecto y sus actividades operativas.

4.4.7 *Logística*

No se instalará un campamento base de operaciones. Existe la posibilidad de emplear un tráiler de comunicaciones.

En cuanto al uso de vehículos, YPF tiene la normativa específica de manejo, ver Anexo II-6.

4.5 *PERSONAL AFECTADO*

No se instalará campamento de operaciones. Todo el personal será alojado en hoteles de Comodoro Rivadavia.

El personal involucrado durante el proyecto será:

- **Técnicos:** ingenieros electrónicos, geofísicos, topógrafos, , técnicos y/o licenciados en higiene y seguridad;
- **Onshore:** aproximadamente 50 personas;
- **Offshore:**
 - **Batimetría:** 6 personas con una lancha;
 - **Buque sísmico:** 10 técnicos más la tripulación;

- **Lanchas cableras:** 8 personas por lancha, se utilizarán en total 6 lanchas. Serán 48 las personas a utilizar para el trabajo de lanchas cableras. Las mismas serán contratadas en la zona del proyecto.

Los turnos de trabajo serán de 24 h en mar para el buque cañonero, siendo 2 turnos de 12 h cada uno. Las lanchas oceánicas solamente operarán durante el día.

Los turnos de trabajo en tierra serán un solo turno de 12 h (7 h a 19 h).

Alcudia León, Alejandro David; 2009. Microphone and geophone data analysis for noise characterization and seismic signal enhancement. Thesis for the degree of master of science, University of Calgary.

ERM, 2007. Evaluación de Impacto Ambiental Proyecto de Exploración Sísmica EC-08 3D; OXY.

ERM, 2012. Estudio de Impacto Ambiental y Social de la Exploración Sísmica Offshore en los Bloques 6, 11, 12 & 15, Uruguay; PGS.

Geólogos Asociados S.A., 2003. Estudio de Impacto Ambiental, Programa Sísmico 3D "Campamento Central". Elaborado para Repsol YPF.

IAGC, 2002. Marine seismic operation, an overview and Environmental Guidelines for Worldwide Seismic Operations.

JNCC guidelines for minimizing the risk of injury and disturbance to marine mammals from seismic surveys, August 2010.

Serman & Asociados S.A., 2006. Estudio de Impacto Ambiental Previo Registración Sísmica 3D ADDENDA "Restinga Alí, Offshore", YPF S.A.

SICA, 2007. Conceptos básicos del ruido ambiental. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente, Gobierno de España.

WesternGeco. Pacífico R. Concetti. Ensayos de movimiento de partículas debido a vibración sísmica.

Listado de sitios Web:

www.ypf.com
www.pgs.com
www.oceansjsu.com
www.ig.utexas.edu
www.alibaba.com
www.peakseismic.com
www.zergeosystemperu.com
www.seismoshelf.com
blog.newberrygeothermal.com
www.sicaweb.cedex.es

