

APLICACION DE TECNICAS AMBIENTALES EN REGISTROS SISMICOS 3D EN AREAS DE FUERTE TOPOGRAFIA. YACIMIENTO AGUADA BAGUALES, NEUQUEN. ARGENTINA.

Sandra G. Martínez* y Marcelo L. Sorba**

*** Pluspetrol E y P. S.A. Argentina**

**** Geólogos Asociados S.A. Argentina**

ABSTRACT

In a rough arid-semiarid topography area, a 3D seismic acquisition was carried out using vibroseis as emission source where, a prima face, a portable operation would have been convenient from an environmental point of view.

Based on operator's interest in reducing the environmental impact during the operation and in complying with the current regulations it was possible to improve the seismic lines openings and the ground works by means of environmental and geomorphical techniques, obtaining at the same time good quality seismic data with the least environmental impact.

After one year a field work was performed in order to check the positive evolution of the landscape, soils and vegetation involved.

INTRODUCCIÓN

El objetivo de este trabajo consiste en demostrar cómo la aplicación de conceptos geomórficos-ambientales en una operación sísmica 3D "on shore" conduce a resultados aceptables en un área que posee topografía adversa, quebrada y de altas pendientes, donde prima facie la viabilidad ambiental de un programa 3D con vibros es imposible y sí sería conveniente una operación portátil debido a lo accidentado del paisaje.

También reflejar que con simples técnicas ambientales es posible proteger además del paisaje, los suelos y la vegetación, obteniendo buena calidad de información sísmica sin incrementar los costos.

METODOLOGÍA

Actualmente el uso de vibros como fuente de energía en una operación sísmica 3D es el más recomendado por sus resultados técnicos y economicidad relativa.

En las zonas áridas a semiáridas del centro-oeste y sur de la República Argentina la vegetación dominante, en consonancia con los escasos eventos pluviales que ocurren en estas latitudes, es achaparrada y de características xerófilas, por lo que los impactos ambientales que una operación de este tipo produce en zonas llanas y de fácil acceso son mínimos ya que las líneas de emisión responden a las técnicas de "picadas ecológicas".

Esta técnica es actualmente insustituible ya que las raíces del estrato arbustivo son un elemento muy importante en la estructuración de los suelos arenosos predominantes de las zonas de mesetas, generalmente expuestas a una fuerte erosión eólica.

Antiguamente la construcción de picadas consistía en remover los primeros 20 –30 centímetros de suelo con maquinaria vial, eliminando por completo la masa vegetal aérea y las raíces, desencadenando de inmediato la erosión eólica e hídrica inducida por este mal manejo de los recursos suelo y flora.

Por otra parte, en los sectores de fuerte topografía, adversa a la circulación de equipo pesado, el uso de vibros podría ser inicialmente desestimado, siendo una operación portátil con explosivos la más adecuada para lograr los objetivos ambientales. El resultado de combinar ambas técnicas redundaría en mayores costos operativos y en dificultosos resultados técnicos en el sector de empalme o contacto del área explorada con explosivos y la zona vibrada.

PLANTEO DEL PROBLEMA DE CAMPO

El problema presentado en este trabajo fue planteado en el Yacimiento Aguada Baguales, de Pluspetrol E & P. Esta Operadora decidió efectuar en él una operación sísmica 3D para lo cual y en cumplimiento de las normas nacionales y provinciales encomendó a Geólogos Asociados S.A. el Estudio de Impacto Ambiental Previo (EIAP) y monitoreo ambiental de las operaciones de campo. La Provincia del Neuquén, a través de su organismo ambiental, solicitó estrictas normas de preservación ambiental.

Efectuado el EIAP de la zona, orientado a la operación específica se arribó a las siguientes conclusiones:

Siguiendo los conceptos geomorfológicos de González Díaz y Ferrer (1986) en Geomorfología de la Provincia del Neuquén, el área corresponde a una "planicie estructural por arrasamiento" dentro de la cual se reconocen tres unidades: **Meseta, Paredes de Valle y Planicie Estructural.**

La zona de meseta presenta pendientes bajas, formas suaves y suelos arenosos, con un alto grado de cobertura vegetal (monte de jarilla, alpataco y zampa principalmente). Se podría decir que se trata de una geoforma de características estables en tiempos históricos.

El mayor riesgo presente en esta unidad es la deflación inducida por la eliminación de la cubierta vegetal, en especial la masa radicular que mantiene estructurado el suelo arenoso predominante. **Zona de Sensibilidad 4.** (Ver Figura N° 1 y Foto N° 3)

La segunda unidad geomórfica, ubicada al SE y S del Area Aguada Baguales, presenta valores de pendientes muy altos, llegando a observarse paredes a pico en la mayoría de los valles interiores del área. El sustrato está conformado por areniscas gruesas del Grupo Neuquén. Los procesos predominantes en esta unidad son erosivos, fundamentalmente hídricos, con episodios transitorios de traslado y acumulación de aluvio en el fondo de los valles. **Zona de Sensibilidad 1.** (Ver Figura N° 1 y Fotos N° 1 y 2.)

La dificultad para el normal desarrollo de las operaciones sísmicas convencionales (tránsito de vibros sobre la mata, "Picada Ecológica") en esta zona es alta. En un principio se sugirió realizar sísmica portátil para el S y SE del área ya que en el EIAP se determinó que era necesario realizar un alto porcentaje de aperturas con maquinaria vial. En el caso de realizar aperturas de accesos en bardas o paredes de valles la capacidad de regeneración de estas geoformas es, en tiempos históricos, nula. (oferta ambiental baja)

Hacia el oeste del área de registración existe una zona disectada, de relieve moderado. El paisaje en este sector es un tanto más suave, debido que se trata de sedimentitas de baja competencia, principalmente arcillitas. Las geoformas relevadas son bardas de moderada pendiente, ofreciendo una dificultad intermedia para el tránsito de los vibros a campo traviesa. **Zonas de Sensibilidad 2 y 3.**

(Ver Figura N° 1).

PLANTEO DEL DESARROLLO DE LAS TAREAS DE CAMPO

Debido a las consideraciones de los puntos anteriores la Consultora y el sector de Medio Ambiente de la Operadora evaluaron en forma conjunta la conveniencia de trabajar en la Zona de Sensibilidad 2, 3 y 4 con vibros como fuente de energía y con una operación portátil, con explosivos en la Zona de Sensibilidad 1. Sin embargo esta combinación no fue aceptada por los profesionales geofísicos dado las dificultades técnicas que plantea en la posterior interpretación de datos. Por otra parte la operación así planteada perdía sentido económico.

Observando lo complicado que resultaría la operación sísmica con vibros en la zona de pendientes abruptas, la fuerte presión de la Autoridad de la Provincia donde se desarrollaron las tareas y al gran compromiso de Pluspetrol E&P por preservar el medio ambiente, se le propuso a Geólogos Asociados S.A. realizar la auditoría ambiental durante las operaciones de programación de esquemas de tránsito de vibros en el Programa Sísmico 3D que se desarrolló en el Area, con el fin de monitorear la traza de las líneas de emisión a fin de optimizar el uso de la pobre oferta ambiental que el área ofrece y cumplir con los estrictos controles impuestos por la Autoridad de Aplicación de la Provincia del Neuquén.

RESULTADOS DE CAMPO

Como se mencionó anteriormente, en el EIAP se determinaron cuatro zonas con distinta Sensibilidad Ambiental, siendo la Zona 1 la de mayor probabilidad de afectación por la operación sísmica debido a lo

accidentado del relieve, riesgo que decrece hacia la Zona 4, área dominada por una meseta arenosa con importante desarrollo vegetal.

De los cortes realizados, ninguno superó los 100 mts. de longitud. Estos fueron realizados en zona virgen debido a la inaccesibilidad del terreno y vinculados básicamente a un problema de seguridad industrial. Todos los cortes fueron consultados, discutidos y autorizados por personal de la Dirección General de Medio Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Provincia del Neuquén.

En las áreas de mayor vulnerabilidad ambiental (1 y 2 del plano de sensibilidad ambiental), se priorizó el tránsito por cañadones, previo mejoramiento del fondo del cauce con máquinas topadoras. En zonas áridas como la analizada es frecuente, y sobre todo en época estival, la ocurrencia de tormentas convectivas, caracterizadas por un importante volumen de agua caída en un lapso pequeño. Los cauces que permanecen secos prácticamente todo el año evacúan un gran caudal apenas pasados algunos minutos del inicio de la precipitación debido al déficit de infiltración del sustrato rocoso (afloramientos arenosos y pelíticos del Gr. Neuquén). Esta corriente posee una fuerza tal que rompe la cohesión interna del sedimento de fondo cargándose de material en suspensión y convirtiendo a estos cauces en zonas de erosión, traslado y depositación de sedimentos.

Este mecanismo aluvional ocasiona que si se realizan pasadas de maquinaria vial en cauces aluviales activos las marcas de los trabajos son borrados apenas ocurrida una lluvia de características torrenciales, típico de climas áridos a semiáridos como el que nos ocupa. Por otra parte no permite la radicación de especies vegetales en el lecho del cauce, por lo cual el impacto ambiental por pasadas de equipos pesado es bajo y reversible en cortos lapsos. (Foto N° 4)

Las líneas de emisión, de sentido este – oeste, fueron transitadas a campo traviesa por los equipos vibradores. Esta acción de transitar sin abrir picadas favorece la regeneración de la cubierta vegetal a corto plazo, ya observado en programas sísmicos y en áreas de características similares, debido que sólo se daña el sector aéreo de la planta quedando intacto el sistema radicular.

El uso de helicóptero para el transporte de equipo sísmico de recepción facilitó a la protección de la flora y el paisaje al reducirse el tránsito.

Durante la auditoría se aconsejó a la compañía geofísica priorizar la ubicación de las líneas de emisión sobre trazas sísmicas antiguas y caminos existentes, donde técnicamente fuera posible, acción que disminuyó el impacto al pisado de la vegetación por los equipos vibradores y que se pudo realizar dado que la operación sísmica involucró una importante zona de explotación en el sector centro oeste del programa con caminos internos preexistentes.

En muchas ocasiones los vibros debieron realizar largos rodeos para acceder a puntos de vibrado, situación que por un lado retrasó la registración, pero por otro permitió una adecuada gestión ambiental de la obra.

CONCLUSIONES

En el EIAP se determinó que la oferta ambiental del área que nos ocupa y principalmente del sector sur y sureste del Programa Sísmico Aguada Baguales era extremadamente pobre. Con la supervisión continua encargada por el sector Medio Ambiente de Pluspetrol a la Consultora se logró una adecuada gestión ambiental, siendo esto verificado y aceptado por personal de la Dirección de Medio Ambiente de la Provincia del Neuquén.

En el EIAP se estimó que para la zona de sensibilidad 1 era necesario entre un 15 - 20 % de apertura de líneas sísmicas para que el tránsito de los vibros no se viera entorpecido y un 5 % de cortes, para la zona de sensibilidad 2. Estos porcentajes fueron aceptados como límites máximos por la Autoridad de Aplicación al evaluar el EIAP.

En gabinete se contabilizó la cantidad de kilómetros lineales registrados y los que se debieron cortar, repasar y carretear con maquinaria vial.

Kilómetros totales registrados: 622,372 Km.

Corte (Km.)	Carreteo (Km.)	Carreteo y Repasos (Km.)	Total (Km.)
0.840	23,199	44,747	68.786

Corte (%)	Carreteo (%)	Carreteo y Repasos (%)	Total (%)
0,135	3,728	7,190	11.05

Si se comparan los valores determinados en el EIAP, 20 – 25 % de cortes solamente, con el resultado final, 11,05 % englobando cortes y repasos, se puede decir que se ha logrado obtener una buena gestión ambiental de la operación sísmica, con el aporte del seguimiento continuo de las tareas y aplicando el concepto de priorizar la gestión ambiental. Adicionalmente se logró el objetivo de una adquisición sísmica óptima.

Un año después de haber terminado la operación sísmica, la zona de registración fue nuevamente auditada por personal de Pluspetrol y la Consultora, comprobándose la recuperación de la vegetación afectada.

Luego de finalizado el programa sísmico (principios de abril de 1998), se registró en la Provincia del Neuquén una importante sequía que se prolongó hasta prácticamente el fin de ese año. La vegetación en ese período no registró mejora alguna, incluso secándose por completo el sistema arbustivo aéreo (ramaje). Al recibir la zona las primeras precipitaciones los arbustos afectados comenzaron a reverdecer, observándose brotes de hasta 20 centímetros. (Fotos 5 y 6).

El suelo, como consecuencia del tránsito del equipo pesado, sólo recibió una pequeña compactación lo cual evitó por completo la erosión eólica e hídrica, ya que el estrato arbustivo disminuye la incidencia del viento en la superficie del suelo y su sistema radicular impide la remoción.

Los fondos de los valles acondicionados con maquinaria vial para el tránsito de los vibros no denotan en la actualidad la acción antrópica, ya que se trata de una geoforma con sedimentos que se trasladan como carga de fondo en cada episodio aluvional por tormentas convectivas típicas de climas áridos.

Este trabajo trata de demostrar que una operación sísmica aparentemente inviable con métodos convencionales, se torna favorable con la aplicación de normas de protección ambiental, manteniendo la calidad de los resultados sísmicos sin incrementar el costo de la operación.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a Pluspetrol E&P S.A. por permitir la publicación de los resultados de los controles ambientales realizados durante el proyecto sísmico 3D en el área Aguada Baguales y a Geólogos Asociados S.A. por brindar apoyo logístico durante las tareas de campo.

Se agradece, también, al Lic. Humberto Farfán por el apoyo profesional durante la tareas de campo y al Lic. Valerio Ferrante por la lectura crítica del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

GEOLOGOS ASOCIADOS S.A. 1998. "Estudio de Impacto Ambiental Previo en programas sísmicos. Sísmica 3 D. Area Aguada Baguales". Informe inédito.Pluspetrol E y P.S.A.

GONZALEZ DIAZ E. Y FERRER J. 1986. Geomorfología de la Provincia del Neuquén. Consejo Federal de Inversiones. Bs. As.

MARTINEZ, S Y SORBA, M. 1999. "Resultados Ambientales en Proyectos de Sísmica 3D en Areas de Topografía Adversa. Yacimiento Aguada Baguales, Neuquén". IV Congreso de Exploración y Desarrollo de Hidrocarburos. Mar del Plata, Argentina.

YPF S.A., GERENCIA DE GEOFISICA Y GEOLOGOS ASOCIADOS S.A. 1998. "Las técnicas ambientales en la sísmica 3 D actual vs. la apertura tradicional de líneas sísmicas. Resultados comparativos". 1998. 3ras. Jornadas de preservación de agua, aire y suelo en la industria del petróleo y del gas. Comodoro Rivadavia, Chubut.



Foto N° 1: Vista de los profundos cañadones que dominan el paisaje al SE del área Aguada Baguales. Como referencia, en el vértice superior izquierdo se observa una persona. Zona de sensibilidad 1.



Foto N° 2: Hacia el centro de la fotografía se observa una topadora realizando el repaso de un antiguo acceso. Zona de sensibilidad 1.



Foto N° 3: Línea símica registrada a campo traviesa en la zona de meseta. Aunque se observe el suelo removido por las ruedas de los vibros el mismo no se desestructura debido que el sistema radicular se encuentra intacto. Esta situación impide que el viento actúe como agente erosivo. El estrato arbustivo tratado de esta manera se recupera apenas ocurrida la primera lluvia, situación ya observada en programas sísmicos anteriores en zonas de similares características. Zona de sensibilidad 4.



Foto 4: Cañadón por el cual se desplazaron los vibros. A un año del registro se observa que el agua ha borrado todo indicio de circulación.



Foto 5: Pasados 12 meses de la operación sísmica se observa que la vegetación afectada por el pisado de los neumáticos de los vibros se encuentra reverdecida. El suelo como muestra la fotografía no presenta signos de erosión eólica.



Foto 6: El arbusto (Jarilla), que fuera pisado durante la registraci3n sísmica, presenta brotes de 20 centímetros de alto a un a1o de la registraci3n.



(IGE)A
GEOLOGOS ASOCIADOS S.A.

PLANO DE SENSIBILIDAD AMBIENTAL

YACIMIENTO AGUADA BAGUALES

Provincia del Neuquén, Argentina



REFERENCIAS

ZONA DE TRABAJO DE EXPLORACION SISMICA

① Zona de Sensibilidad Nº 1 (Mejor)

② Zona de Sensibilidad Nº 2 (Alta-Medía)

③ Zona de Sensibilidad Nº 3 (Medía)

④ Zona de Sensibilidad Nº 4 (Baja)

ESCALA
kilómetros 0 4

FIGURA 1