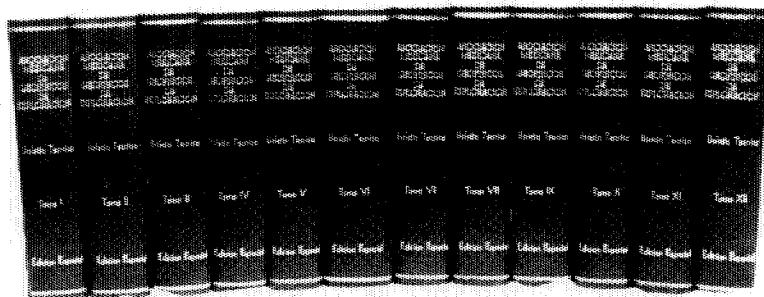


ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

Estimado Socio:

Tenemos a la disposición la colección completa en doce tomos del Boletín Técnico de nuestra querida Asociación, para mayor información con el M. en C. Rodolfo Marín Campos, a los Tels.: 567-82-61 (Directo) 587-29-77, 368-59-11 y 368-93-33, Exts.: 20355 y 20772 del Instituto Mexicano del Petróleo.



Presentación: Keratol o keratina
Colores: Azul, guinda, café, rojo o negro
Letras: Doradas o plateadas

Atentamente,

EL CONSEJO DIRECTIVO

Sumario

Página

- **SISMICA TRIDIMENSIONAL DE POZO Y SUS APLICACIONES
EN MEXICO.** **1**

*Oscar Ortíz R.
Marco A. Flores F.
Héctor Ramírez J.*

- **SEPARACION REGIONAL-RESIDUAL EN EL DOMINIO DEL
NUMERO DE ONDA.** **25**

*Ricardo Díaz N.
Alejandro Cerón F.*

- **CAMBIO DEL CONSEJO DIRECTIVO PARA EL BIENIO
1991-1992.** **39**

A.M.G.E.

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

CONSEJO DIRECTIVO

1991 –1992

Presidente	Ing. Jorge Reyes Núñez
Vicepresidente	Ing. Raymundo Aguilera Ibarra
Secretario	Ing. Francisco Rubén Rocha de la Vega
Tesorero	Ing. César Navarro Tafolla
Pro-Tesorero	Ing. Víctor A. Degollado Flores
Editor	Ing. Rodolfo Marín Campos
Coeditor	Ing. Fermín Castilla Ortega
Coordinador Ayuda Mutua	Ing. José G. Viveros Zúñiga
Subcoordinador Ayuda Mutua	Ing. Sergio García del Toro
Coord. Eventos Técnicos	Ing. Jaime Martínez Ramos
	Ing. Jorge Vera Sánchez
Coord. Eventos Sociales	Ing. Carlos López Ramírez
	Ing. Antonio Sandoval Silva

PRESIDENTES DELEGACIONALES

Reynosa	Ing. Gildardo Velasco Vázquez
Tampico	Ing. Everardo Castro Medellín
Poza Rica	Ing. Héctor Hernández Galicia
Coatzacoalcos	Ing. Luis Calzada Tovar
Villahermosa	Ing. Quintín Cárdenas Jammet
Cd. del Carmen	Ing. Jorge Stanford Best
Córdoba	Ing. Fernando López Juárez
Chihuahua	Ing. Enrique de la Rosa Santoscoy
Morelia	Ing. José Francisco Arrellano Guadarrama

VOCALES

IMP	Ing. Carlos Villegas Carrasco
IPN	Dr. Ernesto Filio López
UNAM	Dr. René Chávez Segura
EXTERIOR	Ing. Javier Núñez Ariza
JUBILADOS	Ing. Jorge Franco Páez

Para todo asunto relacionado con el Boletín Técnico, como manuscritos, suscripciones, descuentos especiales a bibliotecas públicas o universidades, publicaciones, anuncios, etc., dirigirse a:

M. en C. Rodolfo Marín Campos
Apartado Postal 57-275
06500 México, D.F.
Tel.: 567-82-61

Las aseveraciones y opiniones expresadas en los escritos en este Boletín, son de la exclusiva responsabilidad de los autores.

Boletín de la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración. Boletín Trimestral, editado por la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, Apartado Postal 57-275, 06500 México, D.F., Tels.: 545-79-68, 531-63-18 y 254-20-44, Exts.: 22537 y 23519. Solicitada la autorización como correspondencia de segunda clase en la Administración de Correos, D.F. Solicitada la licitud correspondiente a la Dirección de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Educación Pública. Prohibida su reproducción total o parcial sin la autorización de la AMGE.

SISMICA TRIDIMENSIONAL DE POZO Y SUS APLICACIONES EN MEXICO*

Ing. Oscar Ortiz R. **
Ing. Marco Antonio Flores F. **
Ing. Héctor Ramírez J. ***

RESUMEN

Una nueva herramienta geofísica tridimensional con tres geófonos colocados ortogonalmente ha sido diseñada para poder grabar en cada estación el campo de ondas completo.

Una de las aplicaciones más importantes de esta herramienta, es la de registrar las ondas compresionales, en su totalidad, independientemente de su dirección de propagación. Esto es relevante en casos de pozos desviados u objetivos sísmicos con echados altos.

También, es posible con esta herramienta el registrar las ondas de cizallamiento, tanto de polarización vertical como horizontal, haciendo posible la obtención de secciones sísmicas de cizalla.

De la obtención simultánea de los campos de onda compresionales y de cizalla, así como de los ángulos de arribo para cada campo de onda es posible la elaboración de una interpretación más completa y confiable.

Todas estas aplicaciones pueden ser empleadas, tanto para perfiles sísmicos verticales como con la fuente desplazada lejos del pozo para poder así obtener una mayor cobertura y delineación lateral de los objetivos.

El objetivo de este trabajo, es el de presentar las nuevas técnicas de adquisición y procesamiento de los datos registrados con esta nueva herramienta, así como sus aplicaciones en la interpretación sísmológica en México.

-
- * Presentado en el XXVI Congreso de la AIPM en la Ciudad de Monterrey, N.L.
 - ** Schlumberger Offshore Services, México
 - *** Petróleos Mexicanos

INTRODUCCION

Las localizaciones de los pozos son determinadas a partir de secciones sísmicas de superficie, las cuales vienen en escala de tiempo. El requerimiento fundamental para obtener una buena correlación de la sección geológica cortada por el pozo y los eventos de la sísmica de superficie, conduce al concepto de la medición de los tiempos de tránsito a diversas profundidades del pozo, de un pulso emitido por la fuente sísmica en la superficie.

Efectuando un muestreo en profundidad más fino y grabando el tren de ondas completo se ha desarrollado el concepto de Sísmica Vertical de Pozo (PSV), la cual permite la obtención del campo de ondas descendentes conteniendo múltiples y el campo de ondas ascendentes conteniendo energía reflejada en la vertical del pozo.

La técnica del PSV se ha sofisticado aún más, tal es el caso cuando la fuente se desplaza lejos del pozo, aumentando la distancia lateral fuente-geófono y haciendo más extensiva la cobertura lateral de los objetivos propuestos.

Tanto en el caso de capas no horizontales como con fuentes desplazadas, la oscilación de las partículas para la onda compresional no coincide con el eje de polarización del geófono vertical. Al mismo tiempo debido a la incidencia oblicua de los rayos y conversiones de los modos de propagación (compresional, cizallamiento) es necesaria la grabación de la información sísmica en tres ejes ortogonales.

En este trabajo se muestran las técnicas más avanzadas en adquisición, procesamiento e interpretación de la sísmica de pozo, empleando la última generación en equipo de adquisición de tres componentes, el cual se adapta a los requerimientos de las más complejas prospecciones de la sísmica de pozo (figura 1).

PROPAGACION DE ONDAS

Un medio elástico como la tierra es capaz de transmitir, tanto ondas compresionales (P), donde el desplazamiento de las partículas es paralelo a la dirección de propagación, como ondas de cizallamiento (S), donde el desplazamiento de las partículas es perpendicular a la dirección de propagación. Las ondas de cizallamiento pueden ser divididas de acuerdo al plano, en el cual las partículas oscilan. Si la oscilación es en el plano vertical se denominan ondas de cizallamiento polarizadas verticalmente (SV), mientras que si es en el plano horizontal se denominan ondas de cizallamiento de polarización horizontal (SH) (figura 2).

En un medio homogéneo los tres tipos de ondas P, SV y SH se propagan independientemente sin interacción. Esto ocurre igual si la incidencia es normal. Sin embargo, para incidencias oblicuas las ondas P y SV interactúan. Normalmente, en medios isotrópicos las ondas SH no están acopladas con las ondas P y SV y viajan independientemente.

La cantidad de conversión de P a SV o viceversa va a depender del contraste de velocidades del cambio litológico donde ocurre la conversión y del ángulo de incidencia.

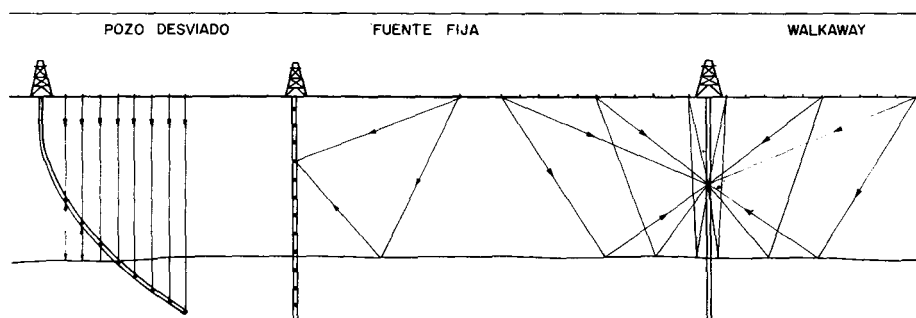


Figura 1.- Perfiles especiales de sísmica de pozo.

Es también importante señalar que los vibradores de ondas compresionales generan también un gran nivel de ondas SV.

Con el objeto de grabar la amplitud total, tanto P, como SV y SH independientemente de su ángulo de propagación se emplea la herramienta con tres geófonos ortogonales, para que posteriormente se emplee toda la información en una interpretación más exacta y completa.

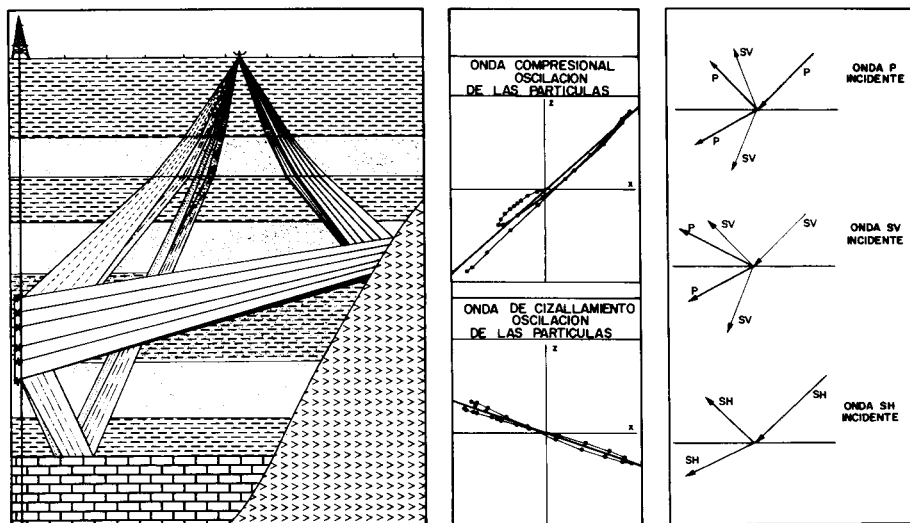


Figura 2. -Llegadas laterales, polarizaciones y propagación de las ondas P, SV y SH en un medio isotrópico.

DESCRIPCION DE LA HERRAMIENTA

La configuración de la herramienta de tres componentes (SAT), así como su descripción electrónica se presentan en la figura 3.

La sección mecánica compuesta de un brazo accionado hidráulicamente acopla la herramienta contra la pared del pozo con una fuerza graduable y monitoreable en la superficie hasta de 440 libras. Al final del brazo se encuentra colocado un patín microresistivo para la correlación de profundidad y un mejor posicionamiento de la herramienta.

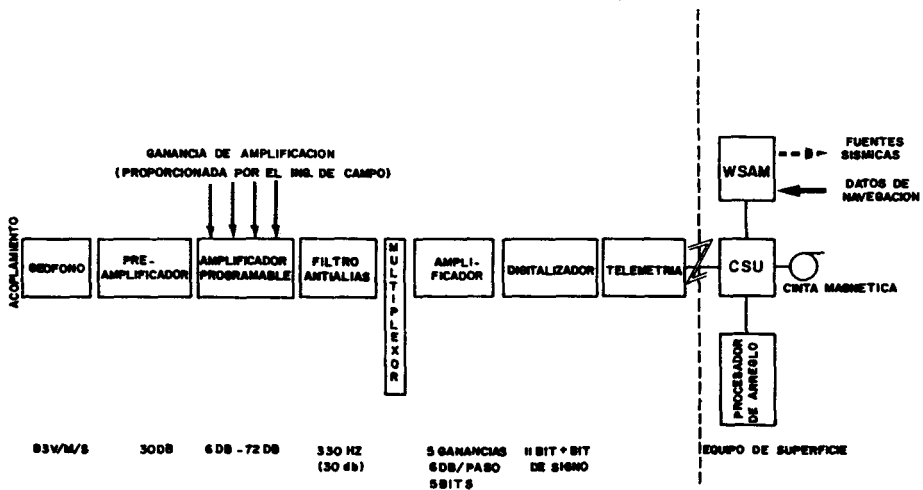
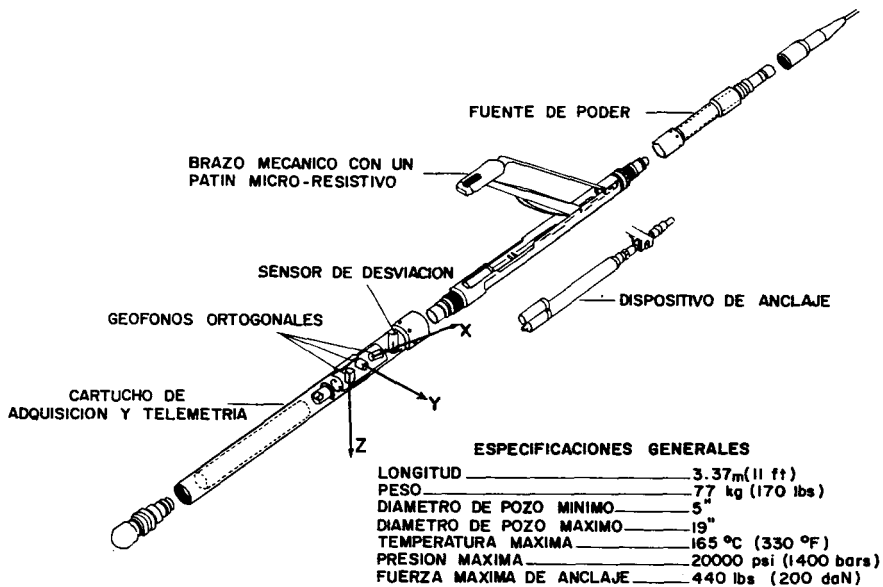


Figura 3.- Herramienta SAT (especificaciones técnicas)

Los geófonos colocados en los tres ejes ortogonales permiten la grabación del campo de ondas completo. Sus características más relevantes son su frecuencia natural de 10Hz y su alta sensibilidad de 0.83 V-cm-seg.

El sistema electrónico y telemétrico es bastante complejo y se encuentra, en su totalidad, dentro de la herramienta. Cada señal de los geófonos pasa a través de una etapa de preamplificación con una ganancia fija de 30 dB, luego por un amplificador programable. Aquí la ganancia puede ser seleccionada manualmente, con el objeto de optimizar la calidad de la señal (la ganancia puede ser variada desde 6 hasta 72 dB). Posteriormente, pasa por un filtro antialias, donde es remuestreada cada 1 ms. Luego es amplificada de acuerdo a la amplitud de cada muestra para posteriormente ser digitalizada y mandada por el sistema de telemetría a superficie, para su graficación en monitor (control de calidad) y grabación en cinta magnética con un rango dinámico total de 156 dB (para su posterior procesamiento).

PROCESAMIENTO

La información registrada con la herramienta SAT consta de 3 conjuntos de datos: X, Y y Z, uno de cada componente ortogonal. Cada uno de estos conjuntos de datos puede ser procesado utilizando los métodos convencionales del PSV. Por ejemplo, los datos de la componente Z son equivalentes a los obtenidos con una herramienta ordinaria de una sola componente vertical. En esta sección se describen los nuevos métodos que han sido desarrollados para el procesamiento del campo de ondas total obtenido con la herramienta SAT.

A continuación se muestran los pasos seguidos en el procesamiento del PSV registrado con la herramienta SAT en el pozo A (la figura 4 muestra la sección geológica correspondiente):

1. EDICION Y APILAMIENTO

A cada nivel, las trazas fueron editadas para eliminar ruidos aleatorios y trazas de mala calidad. Posteriormente, las trazas fueron sumadas nivel por nivel utilizando un algoritmo de apilamiento tipo median, una técnica bastante eficiente para mejorar la relación señal-ruido. Los resultados de esta operación se muestran en la figura 5, donde observamos la componente vertical (Z), las componentes horizontales (X,Y) y el pulso de la fuente.

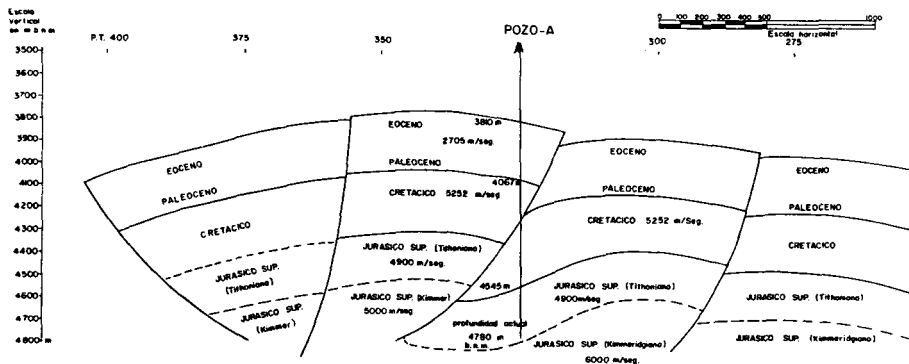


Figura 4.- Sección geológica.

2. POLARIZACION HORIZONTAL

Ya que la herramienta SAT se encuentra libre para girar de un nivel al siguiente, las componentes horizontales no representan un sistema de coordenadas fijo. Esta rotación puede ser compensada realizando una polarización lineal del arribo compresional directo. A cada nivel las amplitudes de las dos componentes horizontales son graficadas una con respecto a la otra dentro de una pequeña ventana de tiempo centrada en el primer arribo (este gráfico se conoce como hodógrafo). El análisis de este gráfico permite obtener el ángulo de polarización, el cual es entonces utilizado para proyectar las dos componentes en la dirección del rayo incidente (componente horizontal máximo, HMX) y en la dirección ortogonal (componente normal al horizontal máximo, HMN). Por lo tanto, la componente HMX se encuentra, en el plano de la fuente, es decir, en la línea de azimuth de la fuente, y la componente HMN representa el movimiento de partículas fuera de este plano.

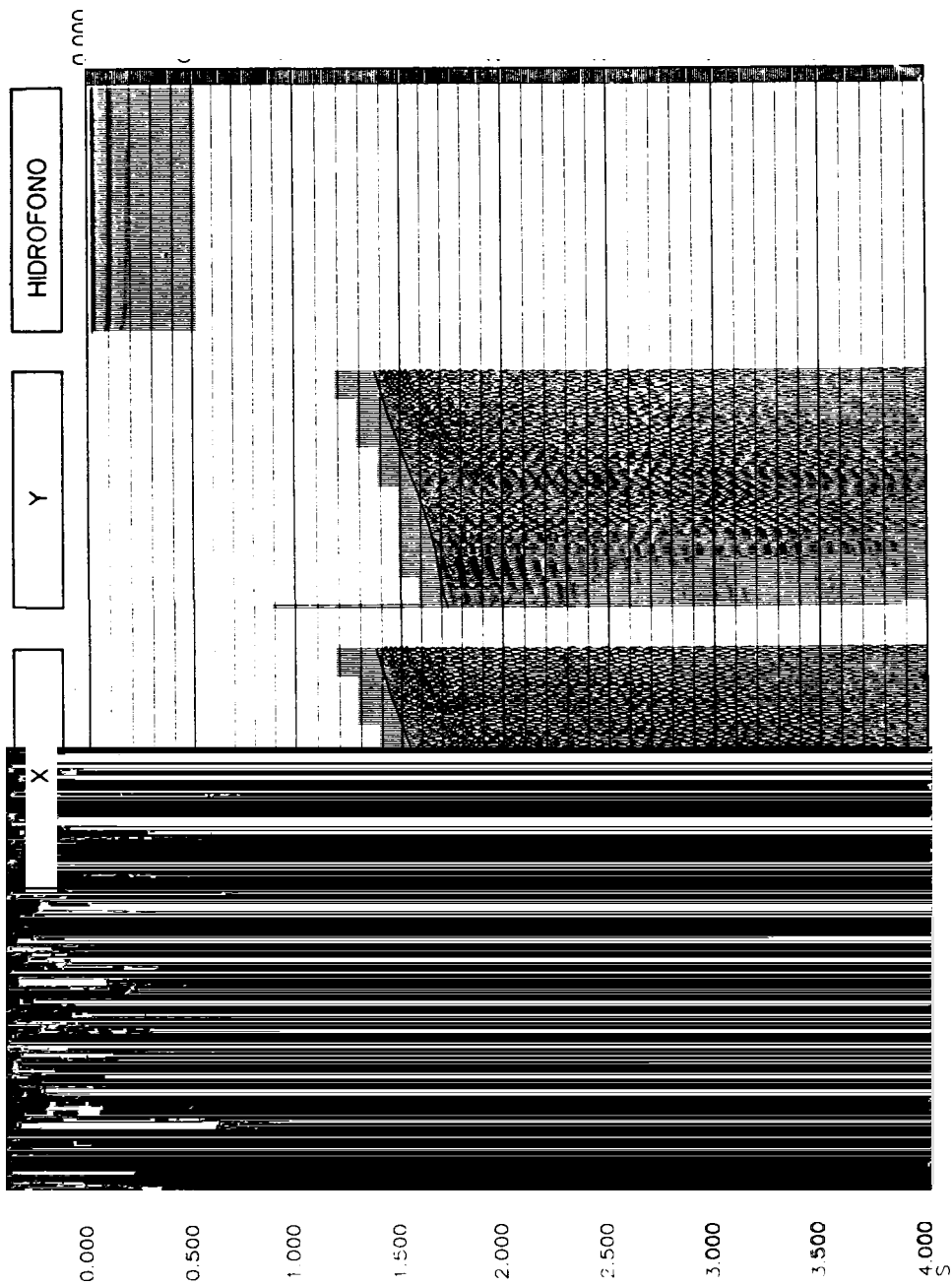


Figure 5.- Datos de campo

En la figura 6 se muestran los ángulos de polarización horizontal, así como las componentes resultantes de la transformación de coordenadas horizontales (HMX y HMN).

3. POLARIZACION VERTICAL

En forma similar, el arribo directo puede ser optimizado realizando una transformación de coordenadas en el plano vertical. El efecto de refracción en interfases inclinadas causa aún para un PSV con la fuente cercana al pozo, que el rayo directo no llegue a los receptores con un ángulo vertical.

La polarización del arribo directo fue nuevamente medida, esta vez por medio del análisis del hodógrafo de la componente vertical Z vs la componente HMX. Las dos componentes fueron entonces proyectadas a lo largo de la dirección tangente al primer rayo (componente TRY) y normal al primer rayo (componente NRY). En la figura 7 se muestran los ángulos de polarización vertical y las componentes TRY y NRY. En este caso se observa claramente a partir de los ángulos de polarización vertical, el efecto de refracción que ocurre en la cima del Cretácico debido al fuerte contraste de velocidades y a su echado estructural.

4. DECONVOLUCION DETERMINISTICA

La deconvolución de datos del PSV puede ser ayudada por técnicas poderosas generalmente no disponibles para la deconvolución de datos de sísmica de superficie. Estas técnicas determinísticas son la deconvolución con el pulso de la fuente y el diseño del filtro de deconvolución basado en la onda descendente.

a) Deconvolución "Q"

La atenuación de las altas frecuencias por absorción inelástica no es fácil de compensar. Recientemente se desarrolló una técnica para medir el coeficiente de atenuación a partir de la onda descendente de un PSV, el cual permitirá el diseño de un filtro que varía con el tiempo para compensar la pérdida de altas frecuencias (deconvolución Q).

En este caso se realizó la deconvolución Q antes de la deconvolución con el pulso de la fuente y de la deconvolución basada en la onda descendente. Esto fue logrado en dos etapas: Primero se determinó el factor Q

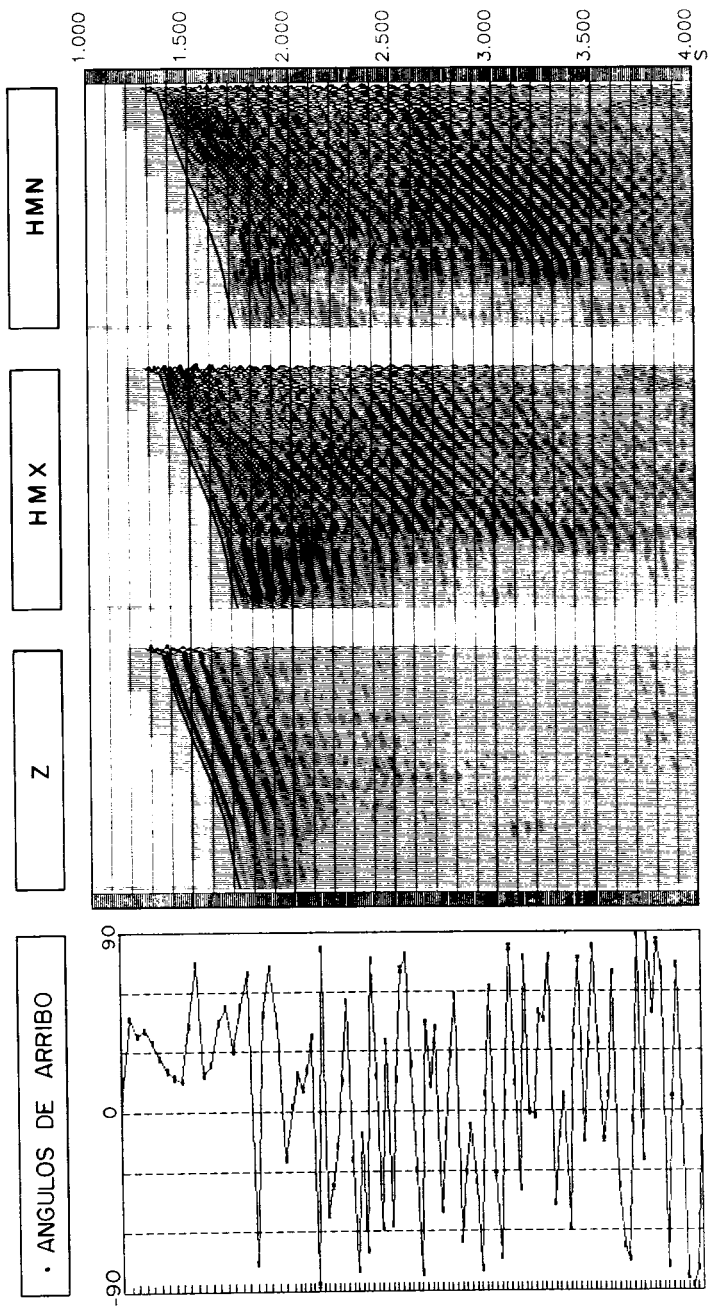


Figura 6.- Polarización horizontal.

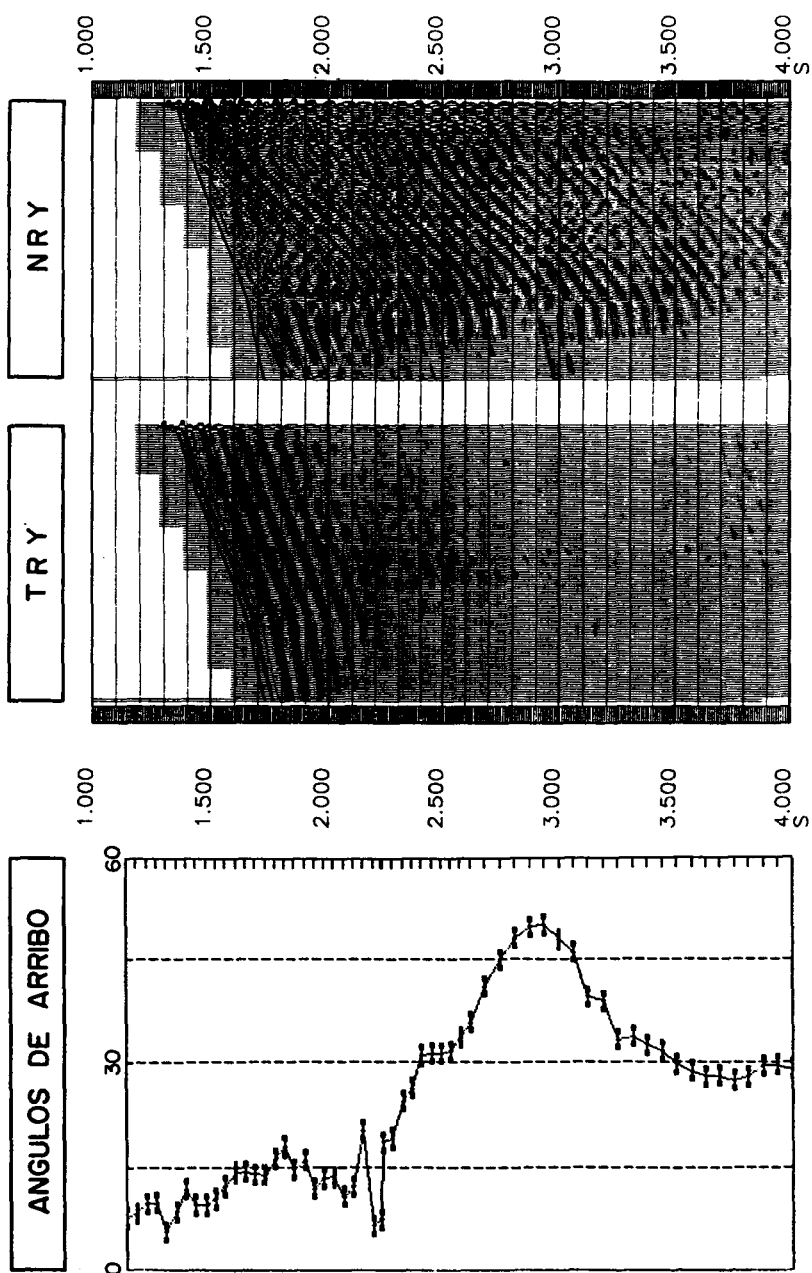


Figura 7.- Polarización vertical.

(coeficiente de atenuación) aplicando una técnica de relaciones espectrales al arribo directo de la componente TRY. Posteriormente, este factor fue utilizado para diseñar el filtro de deconvolución Q, el cual fue entonces aplicado a la componente vertical Z y a la componente horizontal HMX y HMN. La figura 8 muestra la gráfica de las relaciones espectrales vs tiempo sencillo y el resultado de la deconvolución Q en las componentes Z, HMX y HMN.

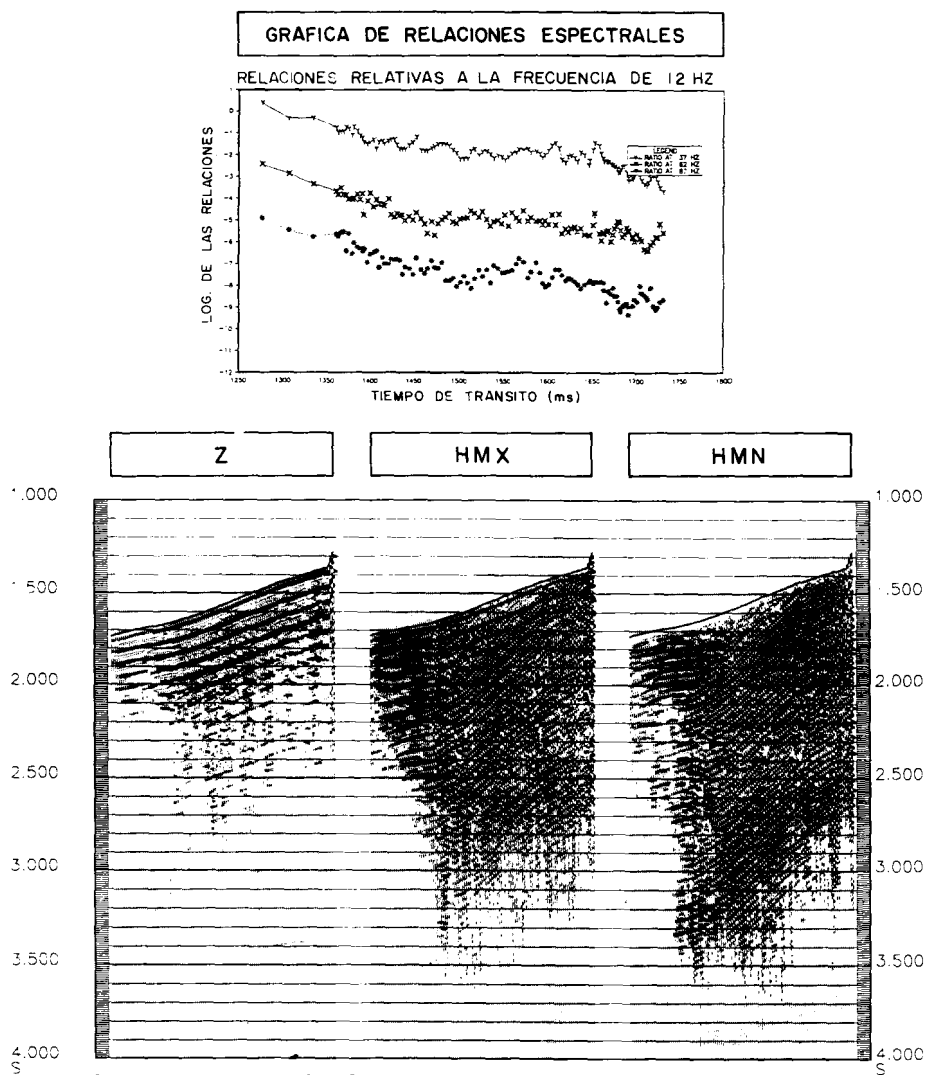


Figura 8.- Deconvolución Q.

b) Deconvolución con el pulso de la fuente.

Con el objeto de disminuir el efecto de burbuja se realizó la deconvolución con el pulso de la fuente. Los resultados de la aplicación de esta deconvolución a las componentes Z, HMX y HMN se muestran en la figura 9.

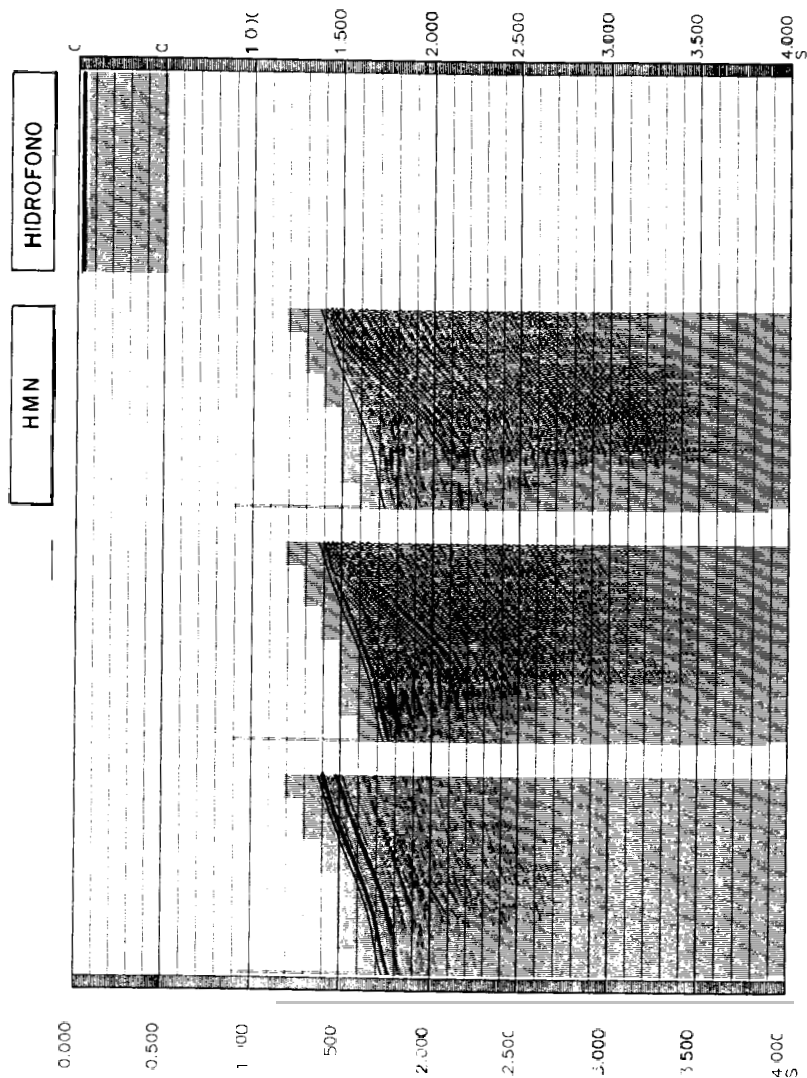


Figura 9.- Deconvolución con el pulso de la fuente.

c) Deconvolución basada en el campo de ondas descendente

El campo de ondas del PSV es dominado por el campo de ondas directo descendente, sin embargo, modos de propagación tales como ondas P reflejadas y ondas S existen en el campo de ondas total. En la componente TRY estos modos se encuentran bastante atenuados, por lo tanto, el aplicar un filtro de velocidad a la componente TRY nos permitirá obtener el campo de ondas descendente casi puro.

El campo de ondas descendente fue extraído de la componente TRY aplicando un filtro de velocidad tipo median de 7 niveles y filtros de formateo de onda fueron diseñados para transformar el tren de ondas a cada nivel en una ondícula de fase cero de banda limitada. Estos filtros fueron aplicados a las componentes Z, HMX y HMN, el resultado se muestra en la figura 10 donde podemos observar la excelente definición del primer arribo en la componente vertical, y los modos convertidos en las dos componentes horizontales.

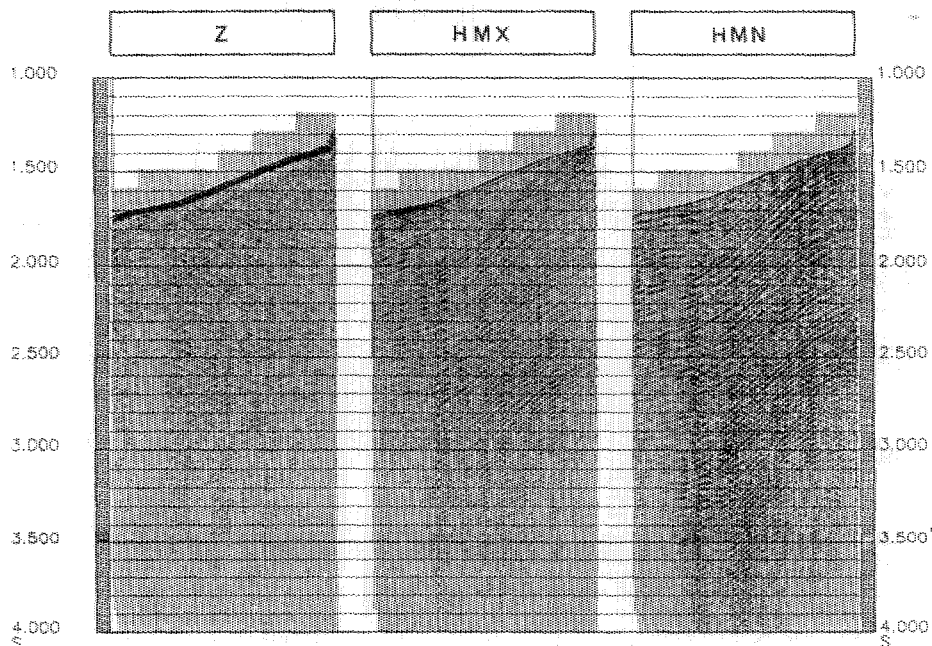


Figura 10.- Formateo de onda.

5. MODELAJE E INVERSION DE LOS TIEMPOS DE TRANSITO.

Con el fin de obtener una mejor interpretación de los datos, fue necesaria una estimación de las velocidades sísmicas en la región del pozo. Se realizó un estudio de las velocidades compresionales aparentes (a partir del tiempo del primer arribo) y de las velocidades de cizallamiento aparentes (a partir del tiempo de los eventos de cizallamiento descendentes). Para convertir las velocidades aparentes en velocidades verdaderas se utilizaron los ángulos de polarización. La relación entre velocidades aparentes y velocidades verdaderas para las ondas compresionales es:

$$V_{\text{verdadera}} = V_{\text{aparente}} \cos \phi \quad (1)$$

y para las ondas de cizallamiento:

$$V_{\text{verdadera}} = V_{\text{aparente}} \cos (\phi - 90^\circ) \quad (2)$$

donde ϕ es el ángulo de polarización del evento.

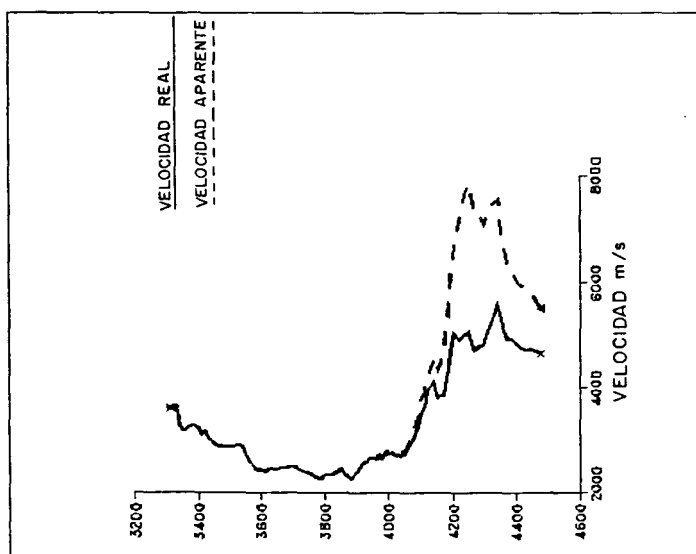
Los ángulos de polarización fueron encontrados a partir del arribo directo y del evento de cizallamiento más fuerte en la componente HMX. Las velocidades aparentes y los ángulos de polarización para las ondas compresionales y de cizallamiento se utilizaron como entrada en las ecuaciones 1 y 2. Los resultados se muestran en la figura 11, los cuales fueron utilizados para definir un modelo de velocidades.

6. SEPARACION DE LAS ONDAS COMPRESIONALES Y DE CIZALLAMIENTO.

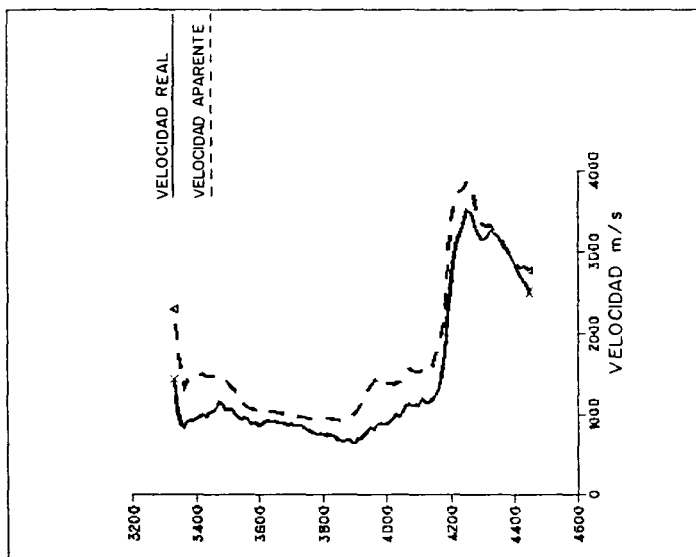
Se ha visto que, a pesar de que se trata de un PSV con la fuente cercana al pozo (30 m), debido al echado de las formaciones, los rayos incidirán en las capas con ángulos oblicuos. Esto dará lugar a cambios en el modo de propagación, es decir, se ganarán ondas de cizallamiento en las interfases.

Al tratar el campo de ondas total como puramente compresional se perjudican los resultados debido a la presencia de ondas de cizallamiento. Los algoritmos para el procesamiento del PSV no pueden manejar ambos tipos de ondas simultáneamente. Con herramientas de tres componentes, tales como la herramienta SAT, esto puede ser relacionado exitosamente.

ONDAS COMPRESIONALES



ONDAS DE CIZALLAMIENTO

*Figura 11.- Corrección de velocidades.*

La técnica se basa en el hecho de que cada tipo de onda puede ser caracterizada por su velocidad aparente y por polarización. Si además conocemos las velocidades verdaderas para las ondas compresionales y de cizallamiento, métodos geométricos permitirán la realización de esta separación. El algoritmo opera en el dominio frecuencia-número de onda ($F-K$). Una descripción completa, física y matemática puede ser encontrada en Oristaglio y Devaney, 1986.

Para obtener una buena separación, se requiere de la mejor estimación posible de las velocidades en la región del pozo para ambos tipos de ondas (compresionales y de cizallamiento). La técnica descrita en la sección anterior nos permitió la estimación de estas velocidades. La técnica de separación de ondas compresionales y de cizallamiento por ecuación de onda, fue implementada utilizando estas velocidades. La entrada a este algoritmo es el vector en dos dimensiones representado por la componente vertical y la componente HMX. La salida del programa consiste de dos campos escalares mostrados en la figura 12.

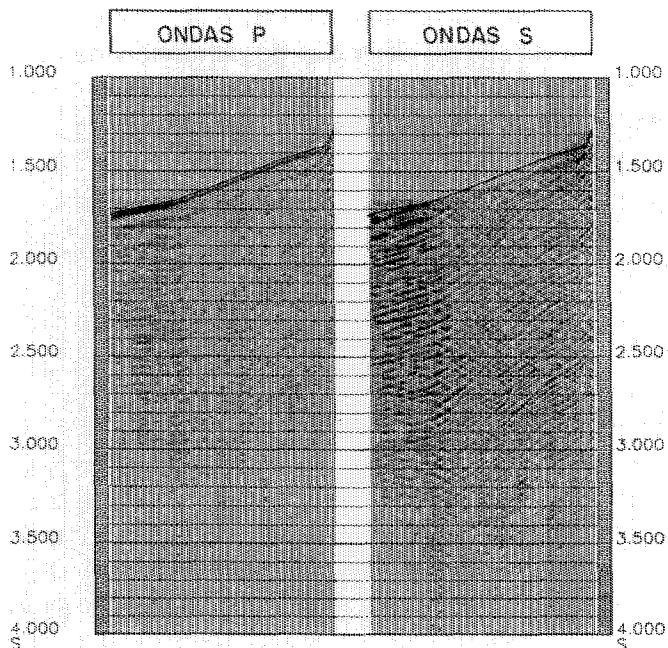


Figura 12.-Separación por ecuación de onda.

7. FILTROS DE VELOCIDAD

El siguiente paso en el procesamiento fue la separación de las ondas P y S en sus componentes descendentes y ascendentes. Una gran diferencia entre estas componentes es la alta amplitud de las ondas descendentes, la cual puede ser del orden de 10 a 20 veces la amplitud de las ondas ascendentes.

La técnica utilizada por Schlumberger consiste en extraer inicialmente las ondas descendentes y formar un campo de "ondas residuales" sustrayendo las ondas descendentes de las ondas totales. Este procedimiento asegura que ningún remanente de altas amplitudes de las ondas descendentes interfiera en el siguiente paso del procesamiento que consiste en realzar las ondas ascendentes.

Las ondas descendentes fueron extraídas de la componente escalar P utilizando un filtro de velocidades de 7 niveles en las trazas. Este campo de ondas fue sustraído del campo de ondas total para formar el campo de ondas residuales. Finalmente, las ondas ascendentes fueron realzadas en el campo de ondas residuales usando un filtro tipo median de 5 niveles. De la misma manera, el campo de ondas descendentes de cizallamiento fue sustraído del campo de ondas S y usando un campo de ondas residuales y un campo de ondas ascendentes S.

Los tres campos de ondas compresionales (descendentes, residuales y ascendentes) son mostrados en la figura 13. Los tres campos de ondas de cizallamiento son mostrados en la figura 14.

8. MIGRACION

Hay dos técnicas disponibles para la migración del PSV. La primera se conoce como "de punto de reflexión" (reflection point mapping) y consiste en una transferencia punto a punto de cada parte de los datos del PSV al punto donde la reflexión fue originada. Los puntos de reflexión son calculados por medio del trazado de rayos en el modelo de velocidades. Tanto las ondas compresionales como las ondas de cizallamiento pueden ser migradas utilizando esta técnica. La técnica depende grandemente del modelo de entrada.

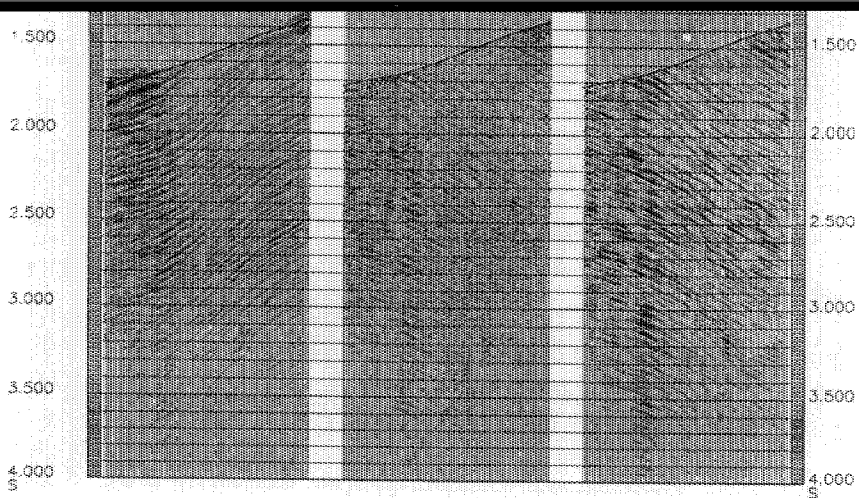


Figura 14.- Filtro de velocidad, ondas de cizallamiento.

La migración Kirchhoff es frecuentemente utilizada en sismica de superficie, pero ha sido recientemente adoptada para los casos más difíciles de PSV con la fuente alejada del pozo (ondas compresionales). En la práctica, la migración Kirchhoff fue restringida al uso de muchas fuentes y receptores. El problema de la fuente sencilla del PSV ha sido resuelto por Schlumberger utilizando una forma de migración de Kirchhoff, en la cual la apertura de migración se encuentra controlada limitando el buzamiento de los resultados.

El modelo de velocidades es aún requerido como entrada para la migración, pero la estructura resultante es independiente de la estructura del modelo. La imagen resultante es equivalente a una sección sísmica de superficie migrada.

EJEMPLOS DE APLICACION

Se registró un PSV en el pozo B, con el fin de estimar las profundidades de los contactos de formaciones por debajo de la profundidad total del pozo, así como el de proporcionar un control de velocidades sísmicas para ayudar en el cálculo de la profundidad de los reflectores en la sección sísmica de superficie. La figura 15 muestra los datos de campos X, Y y Z.

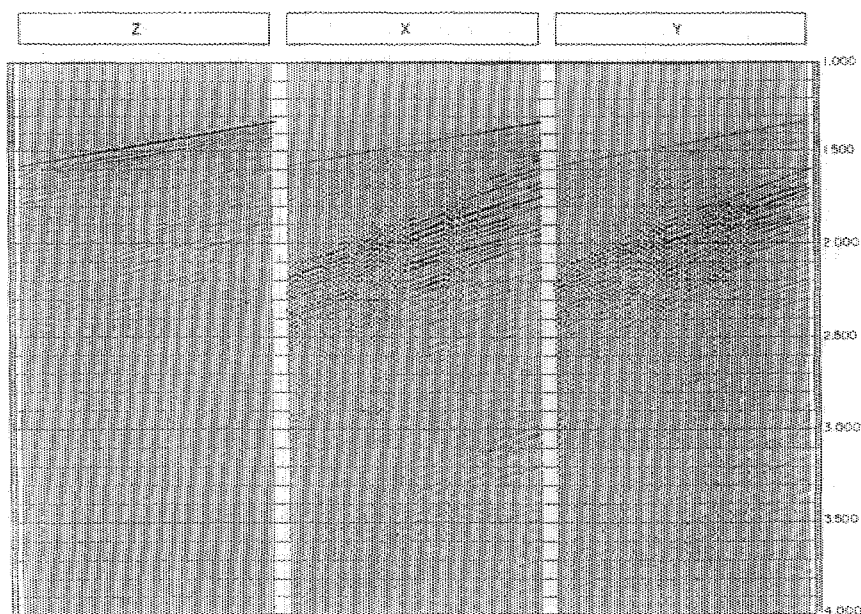


Figura 15.- Datos de campo.

Las secciones finales P y S se muestran en la figura 16 donde se han marcado los eventos principales, mostrando la correlación evidente entre estos dos PSV. En este caso, los eventos de interés corresponden a las reflexiones en la sección P a 3.350 y 3.400 seg. Para estos eventos se calcularon profundidades de 7,086 y 7,240 m, respectivamente (asumiendo una velocidad de intervalo de 6,250 m/seg).

Por otro lado, el conocimiento de las velocidades P y S nos permitirá realizar el cálculo de las propiedades mecánicas elásticas de la formación. Esto es de gran interés para la determinación de litología y detección de gas a partir de la sísmica de pozo.

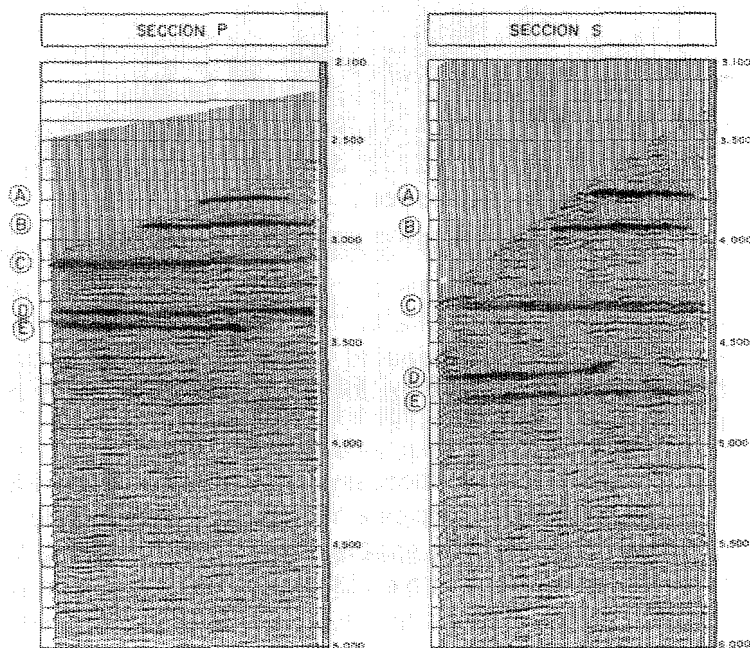


Figura 16.- Secciones finales P y S.

Otro PSV fue registrado en el pozo C. La figura 17 muestra la componente vertical Z, así como los resultados de la polarización horizontal (componentes HMX y HMN). En las componentes horizontales se observa claramente un evento descendente con pendiente distinta al primer arribo, el cual, en este caso, es debido a la reflexión en el plano de una falla en las proximidades del pozo.

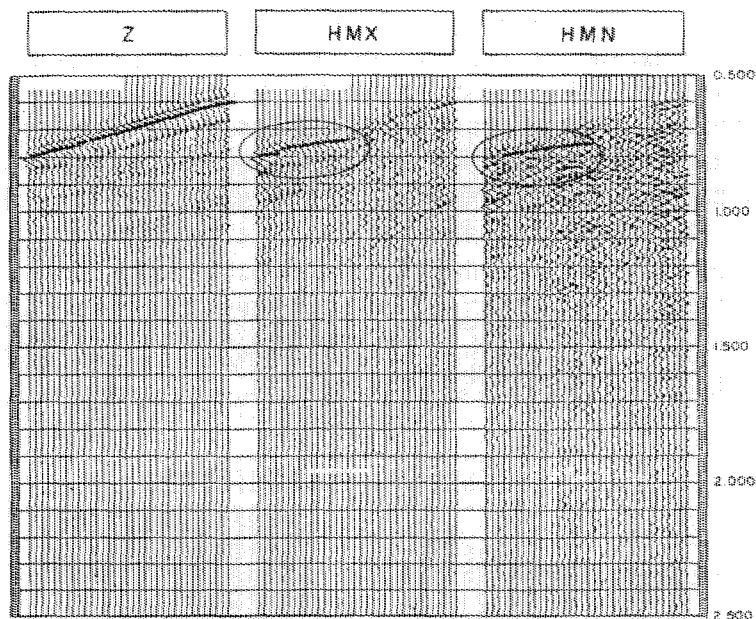


Figura 17.- Polarización horizontal.

Es de notar que la información recibida en las componentes horizontales de reflexiones que provienen de eventos con echados altos (por ejemplo, un plano de falla), representa un complemento importante para la información recibida en la componente vertical, obteniéndose así una recepción total de la señal proveniente del subsuelo independientemente de su dirección y tipo.

La figura 18 muestra los resultados finales de la migración del PSV compresional y del de cizallamiento de este mismo ejemplo, donde la interpretación final ha sido marcada y es posible observar que existen 2 fallas. La cobertura del PSV de cizallamiento está limitada a la cercanía del pozo debido a la geometría de la adquisición y a la Ley de Snell. Se puede obser

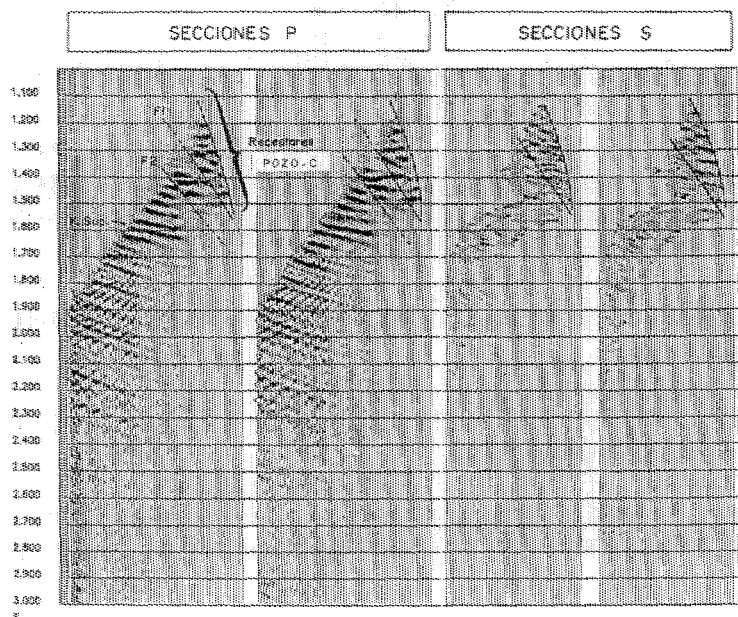


Figura 18.— Secciones finales migradas P y S.

CONCLUSIONES

De las técnicas de sísmica de pozo con la herramienta tridimensional analizadas, se puede concluir que las aplicaciones son mucho más extensas para las herramientas tradicionales de una componente vertical y que entre estas aplicaciones se encuentra:

- Determinación de los ángulos de arribo de la señal.
- Corrección de las velocidades de intervalo por refracción.
- Identificación de eventos según su dirección de propagación.
- Separación de los campos de ondas P y S.
- Determinación precisa de las amplitudes, así como del factor de absorción Q.
- Obtención de secciones migradas P y S en un mismo estudio.
- Determinación precisa de las velocidades P y S y el posterior cálculo de las propiedades mecánicas.
- Determinación litológica y detección de gas a partir del coeficiente de Poisson.
- Delineación de eventos con pendiente, fallas y domos salinos.

REFERENCIAS

1. *Bickel, S.H. and Natarajan, R.R.*, "Plane Wave Q Deconvolution: Geophysics" 50, 1426–1439 (1985).
2. *Oristaglio, M.L. and Devaney, A.J.* "A Plane Wave Decomposition for Elastic Waves Applied to the Separation of P-Waves and S-Waves in Vector Seismic Data": Geophysyscs 51, 419–423 (1986).
3. *Schlumberger* "Seismic Acquisition Tool". Marketing Document M-089080 (1986).
4. *Schlumberger* "Evaluación de Formaciones en México". Well Evaluation Conference (1984).

SEPARACION REGIONAL-RESIDUAL EN EL DOMINIO DEL NUMERO DE ONDA

*M. en C. Ricardo Díaz Navarro**

*Ing. Alejandro Cerón Fernández**

RESUMEN

Los filtros digitales lineales en dos dimensiones diseñados en el dominio del número de onda permiten realizar la separación de anomalías de diferentes dimensiones, tanto en información gravimétrica como magnética.

Se establecen las ventajas, tanto en exactitud como en tiempo de cómputo en el procesamiento de la información en el dominio del número de onda en comparación con el dominio del espacio.

INTRODUCCION

En sismología, los impulsos transitorios se pueden representar en el dominio del tiempo y en el dominio de la frecuencia, de igual manera los perfiles gravimétricos y magnéticos se pueden expresar en el dominio del espacio o en el dominio del número de onda. El tiempo en sismología es equivalente al espacio en gravimetría y la frecuencia al número de onda, respectivamente. Si en el perfil de la anomalía se tiene una cresta y un valle, la longitud de onda entre ellos es igual a la mitad de la longitud de onda y el número de onda al recíproco de la longitud de onda. En la figura 1 se establecen las definiciones de longitud de onda y número de onda.

* Instituto Mexicano del Petróleo

λ = Longitud de onda
 K = Número de onda

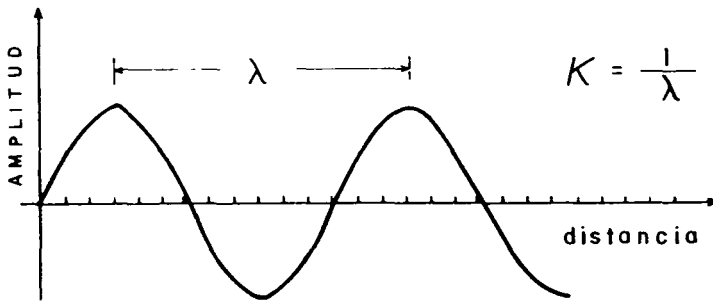


Figura 1.- Definición de longitud de onda y número de onda.

En una estructura geológica se tienen varias componentes periódicas (figura 2); la actividad tectónica y en particular, los fenómenos compresionales producen plegamientos que pueden relacionarse con funciones armónicas seno y coseno que maneja el análisis de Fourier.

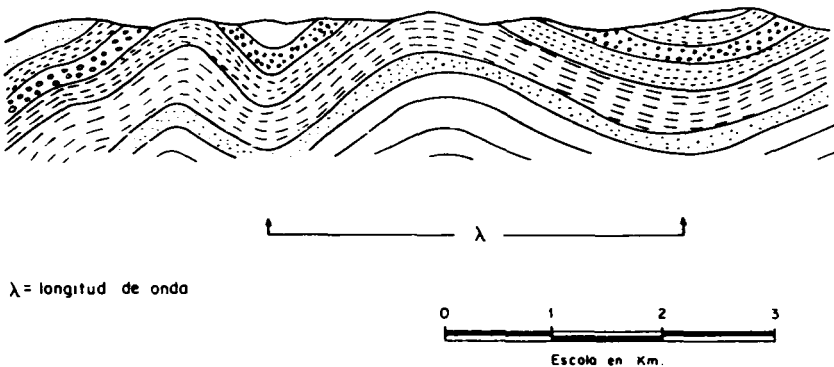


Figura 2.- Sección estructural.

En métodos potenciales, como lo son la gravimetría y magnetometría, se obtienen anomalías filtradas mediante la aplicación del análisis armónico, a partir de una serie de procesos, entre los cuales se citan: la Separación Regional-Residual, Continuación Analítica, Reducción al Polo, Gradiente Horizontal y Vertical, etc. La aplicación de estos procesos tiene como objetivo enfatizar a las anomalías de interés y de esta manera, poder realizar una mejor interpretación de los datos. En este trabajo se analiza el primer proceso correspondiente a la Separación Regional-Residual.

DESARROLLO

Considerando que la información gravimétrica y magnetométrica se comporta, dentro de ciertas limitaciones en forma lineal y consiste en una superposición de campos potenciales debidos a varias fuentes geológicas existentes en el subsuelo; entonces para depurarla se aplican los procesos de filtrado definidos en esta clase de sistemas, logrando separar las diferentes componentes de acuerdo al espectro presente. Los datos, generalmente, cubren un área determinada y matemáticamente el campo potencial definido en esta área es una función real $f(x, y)$ de dos variables reales, donde x , y representan al sistema ortogonal de referencia.

En un sistema lineal, la información de entrada se transforma mediante la función de transferencia o filtro en una información de salida. El filtrado en el dominio espacial se realiza a través del proceso convolución y en el dominio del número de onda se requiere que el filtro se multiplique por la función de entrada.

La Transformada de Fourier Bidimensional transfiere la información del dominio del espacio al del número de onda y viceversa.

$$f(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} F(k_x, k_y) e^{2\pi i (k_x x + k_y y)} \quad (1)$$

$$F(k_x, k_y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} f(x, y) e^{-2\pi i (k_x x + k_y y)} \quad (2)$$

donde (x, y) son las distancias medidas en un sistema de referencia cartesiano y (k_x, k_y) son los números de onda correspondientes.

El filtrado de funciones de dos variables se realiza en los dominios del espacio y del número de onda por las ecuaciones siguientes:

$$o(x, y) = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} i(x', y') s(x - x', y - y') dx' dy' \quad (3)$$

$$O(k_x, k_y) = I(k_x, k_y) S(k_x, k_y) \quad (4)$$

donde: $i(x, y)$ T.F. $I(k_x, k_y)$ = Información de Entrada
 $o(x, y)$ T.F. $O(k_x, k_y)$ = Información de Salida
 $s(x, y)$ T.F. $S(k_x, k_y)$ = Sistema Lineal o Filtro

Bracewell (1986) da las condiciones que $f(x, y)$ debe satisfacer para la existencia de su transformada. Las ecuaciones 3 y 4 son fundamentales en el filtrado de mapas, pero es necesario adaptarlas a datos reales. La información no es de dimensión infinita y por lo tanto, será necesario truncarla donde terminan los datos y además, el proceso se tiene que realizar en forma digital, ya que éstos generalmente están definidos en una malla o retícula. La herramienta que se usa es la Transformada de Fourier Digital, y en el proceso desarrollado en el Instituto Mexicano del Petróleo se usó el algoritmo de Cooley-Tukey, conocido en la literatura matemática como Transformada rápida de Fourier.

En análisis de la información se realiza en el plano (x, y) , donde el campo potencial se conoce en los puntos discretos definidos en la retícula. Al efectuar la transformación de Fourier, la información se pasa al dominio del número de onda, que también queda definido en un sistema cartesiano α, β (figura 3). En cada dominio, los datos definen a las matrices f_{ji} y F_{ji} , correspondientes al espacio y al número de onda respectivamente, donde a cada elemento le corresponde un valor muestreado; el primer índice representa las filas $j = 0, 1, 2, 3, \dots, M$ y el segundo índice representa a las columnas $i = 0, 1, 2, 3, \dots, N$. Esta forma de representar a los datos es muy útil, ya que permite manejarlos en forma matricial en la computadora digital.

Para datos discretos, la Transformada de Fourier queda como:

$$f_{nm} = \frac{1}{NM} \sum_{\alpha=0}^{N-1} \sum_{\beta=0}^{M-1} F_{\alpha\beta} e^{2\pi i (n\alpha/N + m\beta/M)} \quad (5)$$

$$f_{\alpha\beta} = \sum_{\alpha=0}^{N-1} \sum_{\beta=0}^{M-1} f_{nm} e^{-2\pi i (n\alpha/N + m\beta/M)} \quad (6)$$

El proceso de filtrado en el dominio del espacio (convolución digital) está dado por:

$$O_{nm} = \sum_{n=0}^{N-1} \sum_{m=0}^{M-1} S_{n-n', m-m'} i_{n'm'} \quad (7)$$

y en el dominio del número de onda está dado por:

$$O_{\alpha\beta} = S_{\alpha\beta} I_{\alpha\beta} \quad (8)$$

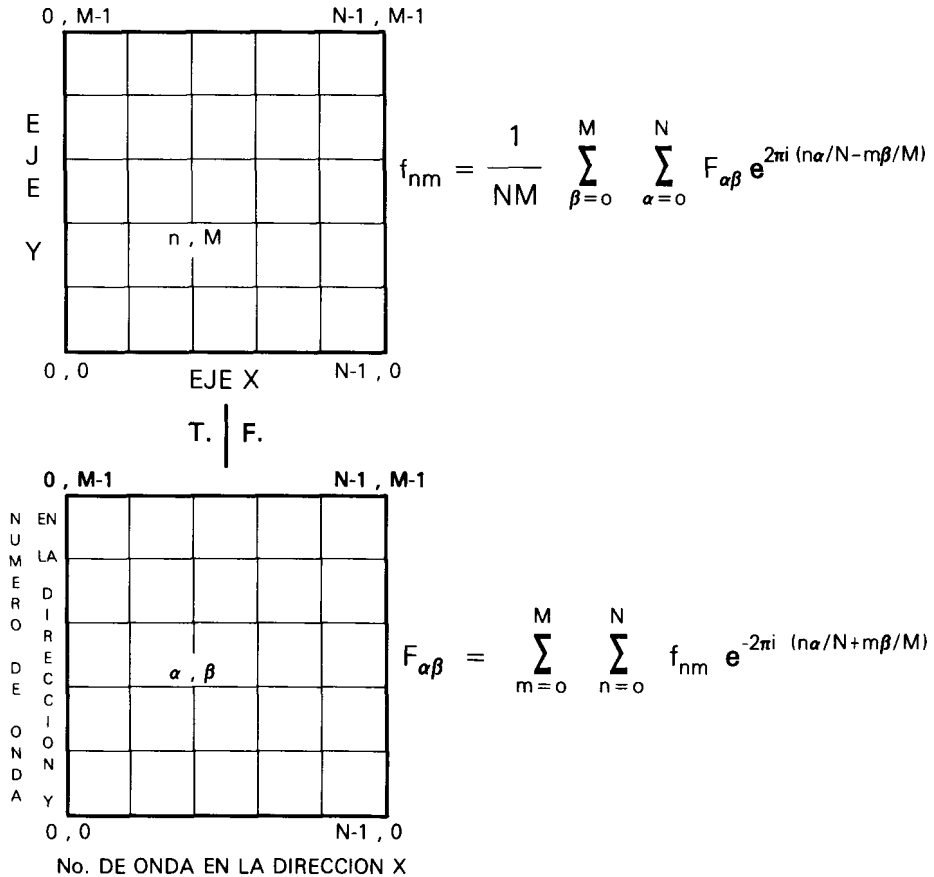


Figura 3.- Transformada de Fourier digital en dos dimensiones.

En la figura 4 se muestran los pasos del proceso realizado en el dominio del número de onda; el cual posee más ventajas que realizarlo en el dominio espacial, debido a que se emplean tiempo de cómputo menores y los resultados obtenidos son más exactos al estar definida la función de transferencia $S_{\alpha\beta}$ en toda la banda de frecuencias, a diferencia que el operador espacial es siempre necesario truncarlo. Otra ventaja adicional, es que para los procesos más comunes, las funciones de transferencia tienen expresiones sencillas y fáciles de programar.

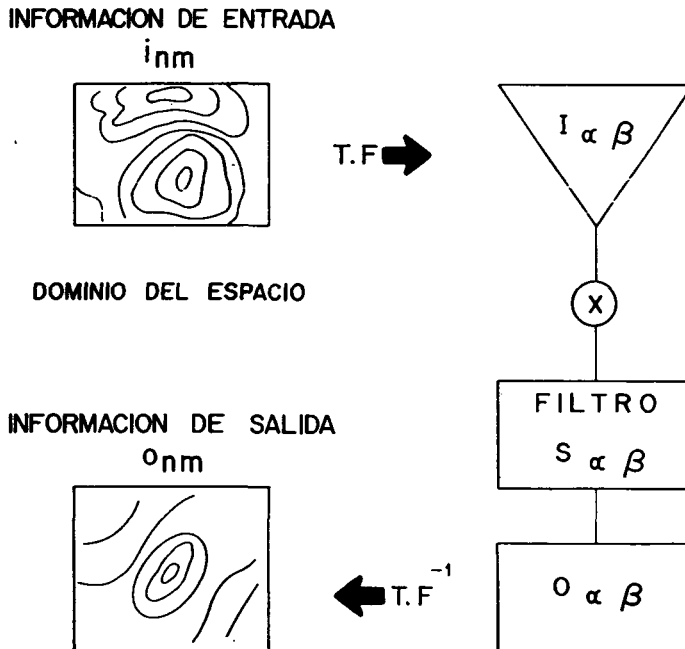
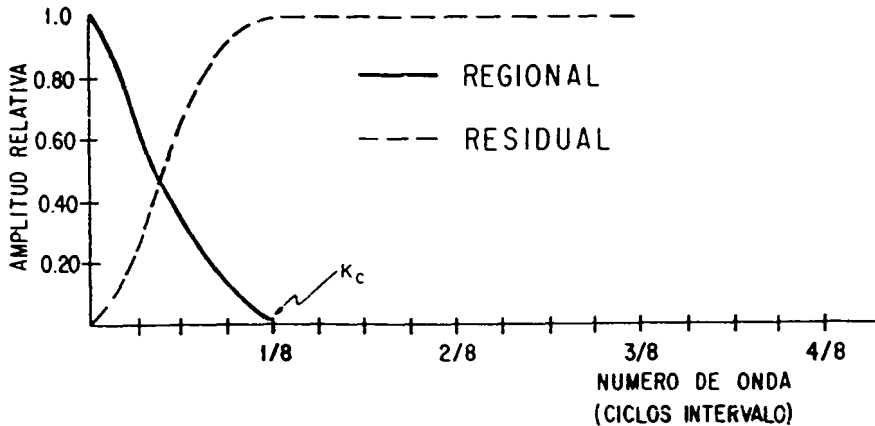


Figura 4.- Proceso de filtrado en el dominio del número de onda.

DISEÑO DEL PROCESO DE FILTRADO DE MAPAS

En métodos potenciales, como lo son la gravimetría y magnetometría, las estructuras profundas provocan anomalías de longitud de onda grandes, que corresponden a las anomalías regionales. El filtrado digital permite seleccionar, la banda de paso de las anomalías deseadas. El filtro regional deja pasar únicamente longitudes de ondas grandes, o números de ondas pequeños, mientras que el filtro residual deja pasar el complemento, que son longitud de ondas pequeñas o números de ondas grandes.

En la figura 5 se muestra la respuesta unidimensional en el dominio del número de onda de los filtros Regionales y Residuales, donde se escogió el espectro dado por la función de Hanning de tipo cosenoidal, dado por la ecuación $0.5 (1 + \cos \pi k/k_c)$, siendo k el número de onda y k_c el número de onda de corte. En la figura 6 se muestra la respuesta bidimensional correspondiente al filtro Regional.



$$F(k) = \frac{1}{2} \left[1 + \cos \frac{\pi k}{k_c} \right]$$

Figura 5.- Filtro de Hanning unidimensional.

Al trabajar con datos digitizados, se toman en cuenta los parámetros definidos en la teoría del muestreo, que son: la separación de las armónicas Δk , el intervalo de muestreo espacial Δx y el número total de muestras N , que deben cumplir la relación:

$$\Delta k \Delta x = 1/N \quad (9)$$

El fenómeno alias es introducido por el muestreo, produciendo un traslape del espectro de amplitud en el número de onda definido como: $k_N = 0.5/\Delta x$. Este número de onda se conoce en procesamiento de datos como el número de onda de Nyquist y es el máximo que se puede recu-

pero en cualquier proceso digital, a fin de evitar la distorsión armónica producido por el fenómeno alias, siempre se debe escoger un intervalo de muestreo que cumpla la relación: $\Delta x \leq 0.5/k_{\text{máx}}$, donde $k_{\text{máx}}$ es el máximo número de onda esperado en la información; entonces si el intervalo de muestreo es muy grande, los números de onda mayores a Nyquist no podrán ser detectados y los que se encuentren en la vecindad de esta frecuencia serán estimados incorrectamente.

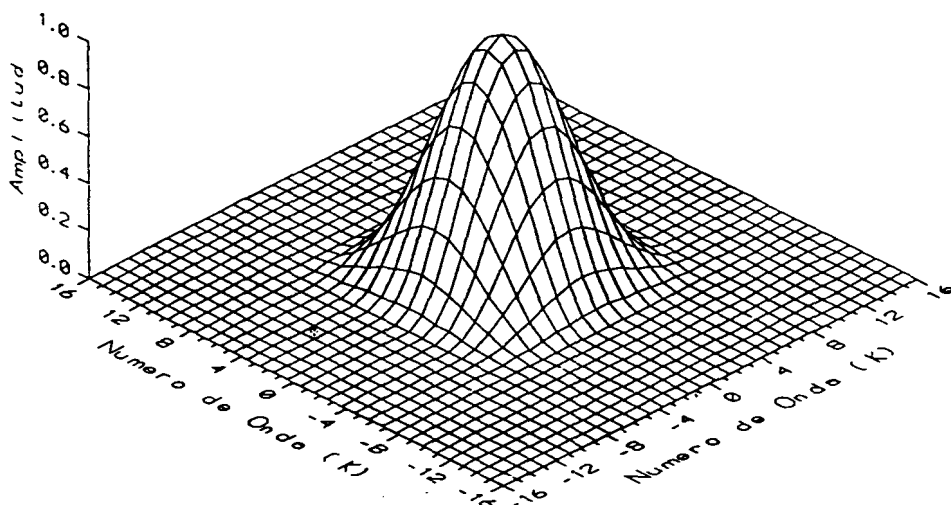


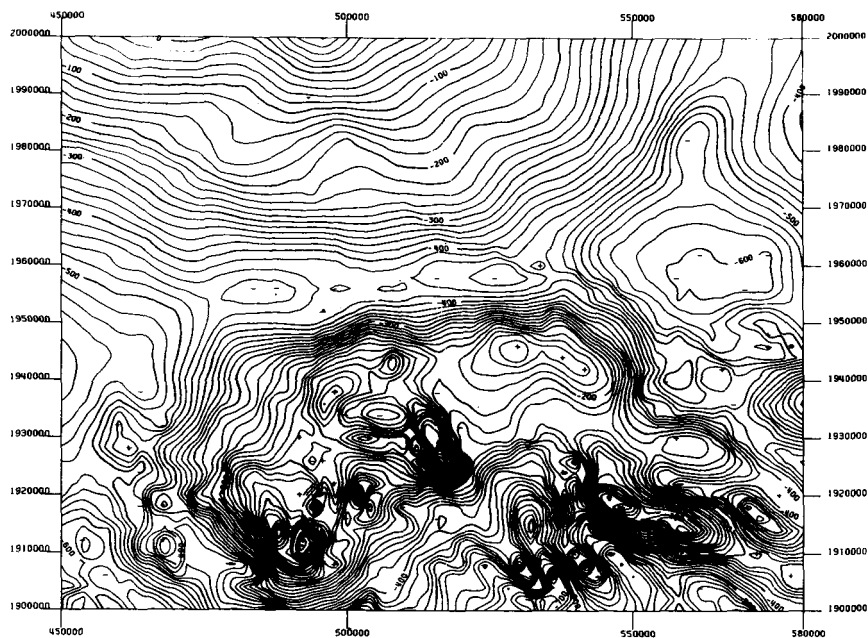
Figura 6.- Filtro de Hanning bidimensional ($K_c = 0.25$ ciclos/int.)

La manera de escoger el número de onda de corte correspondiente a la Anomalía Regional, es de acuerdo a la relación $k_0 = 1/L$, donde L es la longitud de la estructura que se desea quede presente en la Anomalía Regional. El número de onda k_0 se selecciona al 50% de la amplitud relativa en el espectro del filtro de Hanning y entonces el número de onda de corte k_c será igual a $2 k_0$. En consecuencia, las estructuras mayores L se conservarán en el proceso y las menores se eliminarán. Estas últimas quedarán presentes en la Anomalía Residual.

APLICACION DEL FILTRADO BIDIMENSIONAL LINEAL EN EL DOMINIO DEL NUMERO DE ONDA

Se escogió un área piloto de 103 x 100 km, localizada en la provincia geológica de la Sierra de Chiapas. El plano de anomalías de Bouguer posee en la parte norte anomalías de gran amplitud alineadas con "trends" de alta frecuencia con dirección NW-SE, que corresponden a un patrón estructural complejo. Las anomalías de la parte norte son de baja frecuencia, lo que podría significar geológicamente una mayor estabilidad tectónica. Una área de estas características se adapta perfectamente para probar el proceso de filtrado propuesto.

En la figura 7, se muestra el plano de anomalías de Bouguer y en las figuras 8, 9, 10 y 11, la aplicación de varios filtros con números de onda de corte de 6/64 ciclos/intervalo de muestreo, 12/64 ciclos/intervalo de muestreo, 20/64 ciclos/intervalo de muestreo y 32/64 ciclos/intervalo de muestreo; y en la figura 12 se muestra a la Anomalia Residual correspondiente al primer Regional, que se obtiene por la resta de matrices de la



Anomalia de Bouguer y la Anomalia Regional. En la secuencia de los diferentes Regionales, se observa que la banda de paso del filtro conserva números de onda cada vez más grandes y de una manera selectiva se obtiene desde un Regional fuerte, menos fuerte, débil, hasta una anomalía solamente suavizada, controlando de esta manera las frecuencias que se deseen queden presentes al final del proceso.

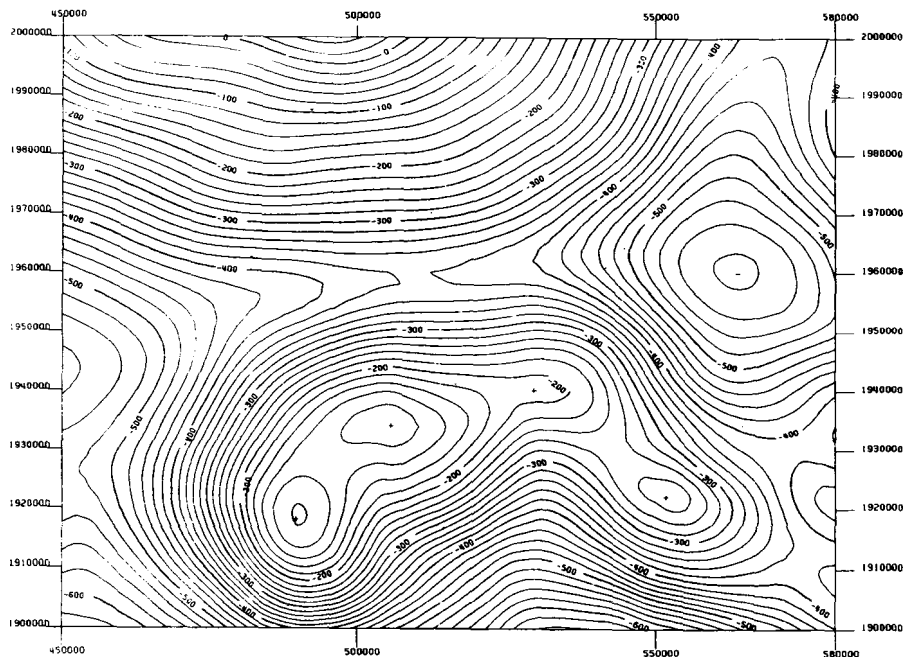
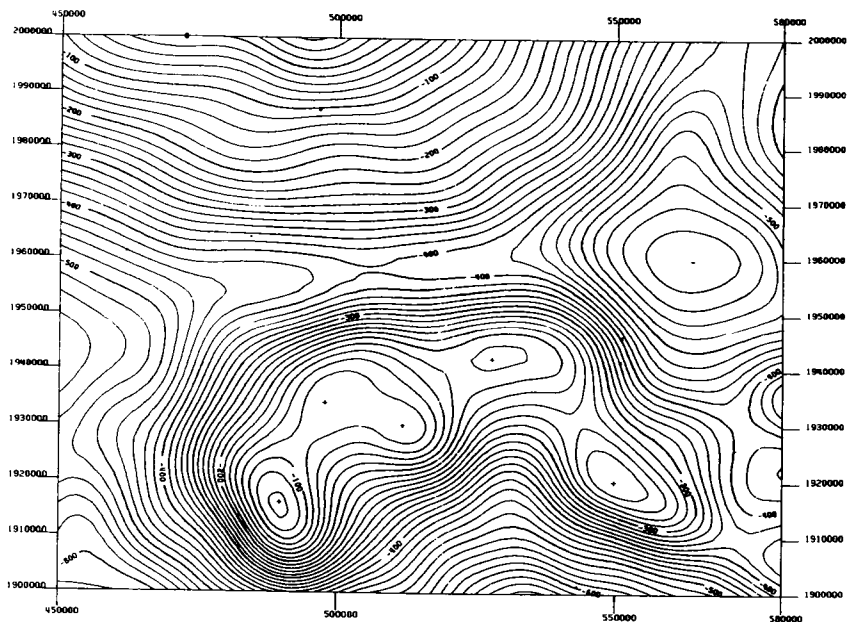
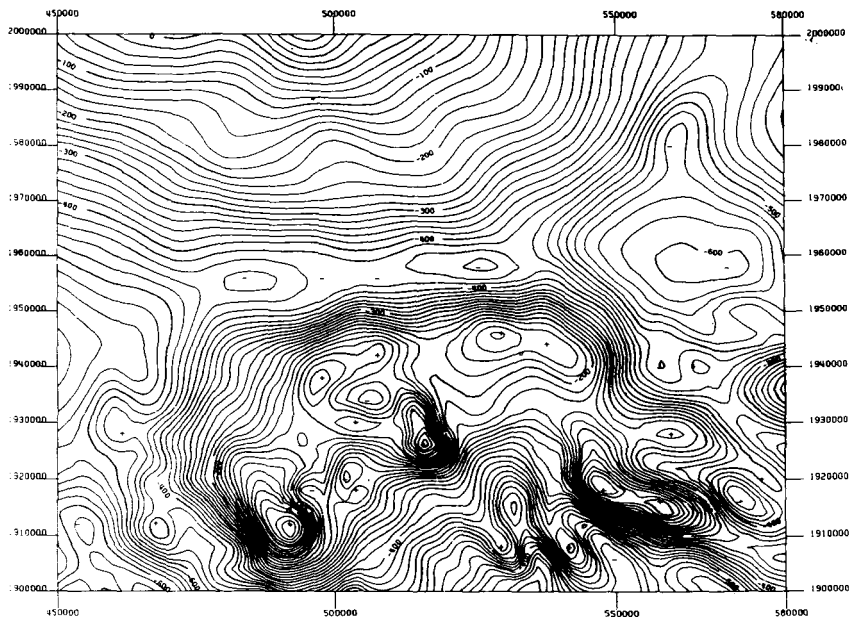


Figura 8.- Filtro Regional 6/64 ciclos/intervalo.

Los parámetros utilizados en la generación de los diferentes mapas fueron: el número de muestras $N = 128$ y el intervalo de muestreo $\Delta x = 2$ km. Se procesó un área mayor que la especificada en el área piloto, a fin de completar un número de muestras igual a una potencia de 2, que en este caso fue 7. En los mapas obtenidos únicamente se muestra el área piloto de 130×100 km y de esta forma se resuelve el problema de orillas, evitando así que la información termine abruptamente.





CONCLUSIONES

La aplicación de filtros bidimensionales digitales en el dominio del número de onda es un método eficiente para realizar la separación Regional-Residual en Métodos Potenciales, logrando aislar los efectos de diferentes fuentes geológicas. La herramienta matemática utilizada fue la Transformada de Fourier Digital, donde el algoritmo de Cooley Tukey (Transformada Rápida de Fourier) fue fundamental en la implementación del proceso en una computadora digital.

La separación Regional-Residual es un proceso dependiente de especificar correctamente el número de onda de corte y este parámetro es función de la naturaleza de los datos. En consecuencia, no existe un filtro único para realizar el proceso, por lo cual se recomienda ampliamente utilizar el método del análisis espectral dado por Spector (1970), a fin de escoger de una manera óptima el número de onda de corte.

REFERENCIAS

1. *Bracewell, R.N.:* "The Fourier Transform and its Applications", Mc Graw Hill Company (1986).
2. *Cooley, J.W. and Tukey, J.W.:* "An Algorithm for the Machine Calculations of Complex Fourier Series", *Math of comp.*, Vol. 19, pp. 297-301 (1965).
3. *Darby E.K. and Davis, E.B.:* "The Analysis and Design of Two-Dimensional Filters for Two-Dimensional Data", *Geophysical Prospecting*, Vol. 15, pp. 383-406 (1967).
4. *Dean W.C.:* "Frequency Analysis for Gravity and Magnetic Interpretation", *Geophysical* Vol. 23, pp. 97-127 (1958).
5. *Díaz, N.R.:* "Aplicación de Filtros Direccionales a Anomalías Gravitométricas", *Revista Inst. Mex. del Petróleo*, Vol. 15, No. 2 (1983).
6. *Fuller, B.D.:* "Two Dimensional Frequency Analysis and Design on Grid Operators, *Mining Geophysics*, Vol. 2, Tulsa, SEG pp. 658-708 (1976).

7. *Grant, F.S. and West, G.F.:* "Interpretation Theory in Applied Geophysics, New York, Mc. Graw Hill Book Co., Inc. (1965).
8. *Lindseth R.O.:* "Recent Advances in Digital Processing of Geophysical Data", Canadian Society of Exploration Geophysicist (1969).
9. *Odegard, M.E. and Berg, J.W.:* "Gravity Interpretation Using the Fourier Integral", Geophysics, Vol. 30, pp. 290-320 (1965).
10. *Robinson, J.E.:* "Spatial Filtering of Geological Data", 37th Session International Statistical Institute, London (1969).
11. *Spector and Gran, F.S.:* "Statistical Models for Interpreting Aeromagnetic Data", Geophysics, Vol. 35, No. 2, pp. 293-302 (1970).
12. *Zuefluech, E.G.:* "Application of Two Dimensional Linear Wavelength Filtering", Geophysics, Vol. 32, pp. 1015-1035 (1967).

CAMBIO DEL CONSEJO DIRECTIVO PARA EL BIENIO 1991-1992 *

Con fecha 5 de abril de 1991, se efectuó en el Auditorio "Bruno Mascanzoni" del Instituto Mexicano del Petróleo, la Asamblea Nacional Extraordinaria para llevar a cabo el cambio del Consejo Directivo de nuestra Asociación.

En el presidium se encontraron distinguidas personalidades de Petróleos Mexicanos, Instituto Mexicano del Petróleo, y representantes de sociedades e instituciones de Ciencias de la Tierra.

El acto de protesta fue tomado por el Sr. Ing. Raúl González García, Coordinador Divisional de Exploración y Representante Personal del Sr. Francisco Rojas, Director General de Petróleos Mexicanos, quien, además, dirigió un mensaje de exhortación al nuevo Consejo.

Durante la ceremonia, el M. en C. Salvador Hernández González, Presidente Saliente, rindió su Informe de Actividades correspondiente al Bienio 1989-1990, el cual presentamos en forma resumida:

En el rubro de Eventos Técnicos, se organizaron los siguientes eventos: tres conferencias técnicas en asambleas nacionales ordinarias; la Jornada Técnica "Ing. Armando Eguía Huerta", en la que se presentaron ocho ponencias nacionales y extranjeras; el IV Simposio de Geofísica, en donde se presentaron 45 conferencias (tres de ellas Magnas); y en coordinación con las delegaciones, les dieron apoyo con la presentación de ocho ponencias en asambleas locales.

* Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración

Respecto a la Tesorería, ésta recibió la cantidad de 21'305,182 pesos al inicio de su gestión y el saldo al finalizarla es de 57'387,438 pesos, depositados en Cuenta Maestra de cheques Bancomer, No. 5091300-3.



M. en C. Salvador Hernández González en el momento de rendir su informe de Actividades, correspondiente al Bienio 1989-1990.

Para el Boletín Técnico, se editaron y distribuyeron los Núms. 3 y 4 del Volumen XXVIII, 1 a 4 del XXIX, y 1 y 2 del XXX; los Núms. 3 y 4 del Volumen XXX fueron únicamente editados. Además, se editaron el Estatuto y Reglamento de la Asociación en un número especial.

Con respecto a la Ayuda Mutua, se integró el Comité respectivo dentro del Consejo Directivo, la tesorería de dicho Comité recibió la cantidad de 10'611,588 pesos, teniendo un saldo al final de 85'440,825 pesos en Cuenta Maestra de Cheques Bancomer, No. 5091299-7.

Se estrecharon relaciones con las siguientes sociedades: Asociación Mexicana de Geólogos Petroleros, Unión Mexicana de Asociaciones de Ingeniería, Asociación de Ingenieros Mineros Metalurgistas y Geólogos de México, Society of Exploration Geophysicists, Sociedad Brasileña de Geofísica y Sociedad Venezolana de Geofísica.

Finalmente, se conformó el Museo de Exploración, mediante donaciones particulares y la mayor parte, mediante préstamo de Pemex e IMP de piezas, equipo y mobiliario.

El Ing. Jorge Reyes Núñez, Presidente Entrante, dirigió un mensaje a la Asamblea en el que presentó su programa de trabajo, donde resaltó los siguientes puntos:

Membresía: Es indispensable formar un Directorio de Socios Activos, regularizando nuestra membresía. Se elaborarán las estrategias necesarias para hacer atractiva la inscripción de nuevos socios, ya que con este solo hecho, se le dará nueva vida y un gran impulso a nuestra Asociación.

Ayuda Mutua: Se desarrollará una verdadera labor de convencimiento para consolidar la Ayuda Mutua, sin olvidar su carácter humanitario, incorporando personas jóvenes y respetando los derechos de las personas mayores, que son socios fundadores.

Symposium: Se pondrá todo el empeño para que el V Symposium de Geofísica 1992 sea un éxito, dada su importancia como el Foro donde se pueden dar a conocer todos aquellos trabajos de Geofísica, que de otra manera quedarían inéditos.

Actividades Sociales: Se organizarán eventos para la convivencia y comunicación entre nuestros socios y sus familias.

Finalmente, a nombre de los integrantes del nuevo Consejo Directivo Nacional, dio las gracias por el voto de confianza recibido y exhortó a la membresía a trabajar todos juntos para llevar a nuestra Asociación al lugar que merece.



Algunos integrantes del nuevo Consejo Directivo Nacional, Bienio 1991-1992, de izquierda a derecha; Ingenieros Javier Núñez, F. Rubén Rocha, José G. Viveros, Jorge Reyes Núñez, César Navarro, Víctor A. Degollado y Jorge R. Vera.

RESULTADOS DEL COMITE NACIONAL ELECTORAL

El Comité Electoral elegido en la Cuarta Asamblea Nacional Ordinaria del 22 de febrero de 1991 y conformado por los señores ingenieros Héctor Palafox Rayón, José Guadalupe Viveros Zúñiga y José H. Salinas Altés,

entregó los resultados al Presidente del Consejo Directivo, Bienio 1989–1990, M. en C. Salvador Hernández González, de la votación para los cargos de Vicepresidente, Secretario, Tesorero y Coordinador de Ayuda Mutua para el Consejo Directivo Nacional, Bienio 1991–1992, y que fueron los que se enlistan en los anexos siguientes:

**CONVOCATORIA PARA LA ELECCION
DEL COMITE EJECUTIVO NACIONAL
BIENIO 1991-1992**

- A. En la Cuarta Asamblea Nacional Ordinaria, efectuada el 22 de febrero del presente año, y de acuerdo al Capítulo IV, Artículo 16, inciso (b) fue elegido el Comité Nacional Electoral, quedando constituido por los siguientes socios activos: Ings. Héctor Palafox Rayón, José Guadalupe Viveros Zúñiga y José Salinas Altés, declarándose abierto al registro de candidatos a puestos de elección de la Directiva Nacional, que de acuerdo con el inciso (d), deberán ser Socios Activos, serán postulados por escrito y por planilla y comprenderán los cargos de Vicepresidente (Presidente en el caso de las delegaciones), Secretario, Tesorero y Coordinador de Ayuda Mutua.

Dicho registro se cerrará el día 10 de marzo del presente año.

- B. Nota aclaratoria.- De acuerdo con el Capítulo IV, Artículo 16, inciso (e) de los Estatutos y Reglamentos de nuestra Asociación que dice: "En el caso del Consejo Directivo Nacional, el cargo de Presidente no será por elección, éste será ocupado por el Vicepresidente o Secretario (en caso excepcional) de la gestión anterior.

En base a lo anterior y en virtud de que el Vicepresidente de la presente gestión no radica en la Cd. de México; el cargo de Presidente para la gestión 1991-1992 será ocupado por el Secretario, Ing. Jorge Reyes Núñez.

Atentamente,

EL COMITE ELECTORAL

ING. HECTOR PALAFOX RAYON

ING. JOSE GUADALUPE VIVEROS ZUÑIGA

ING. JOSE H. SALINAS ALTES

CEDULA DE VOTACION

No. _____

Mesa Directiva 1991-1992

PLANILLA 1

Presidente: Ing. Jorge Reyes Núñez
Vicepresidente: Ing. Raymundo Aguilera Ibarra
Secretario: Ing. Rubén Rocha de la Vega
Tesorero: Ing. César Navarro Tafolla
Coordinador de
Ayuda Mutua: Ing. José G. Viveros Zúñiga

PLANILLA 2

Presidente: Ing. Jorge Reyes Núñez
Vicepresidente: Ing. Salvador Maldonado Cervantes
Secretario: Ing. Carlos López Ramírez
Tesorero: Ing. César Navarro Tafolla
Coordinador de
Ayuda Mutua: Ing. Sergio García del Toro

PLANILLA 3

Presidente:
Vicepresidente:
Secretario
Tesorero:
Coordinador de
Ayuda Mutua:

México, D.F., a 2 de abril de 1991

M. en C. Salvador Hernández González
Presidente del Consejo Directivo Nacional
Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración

El Comité Nacional Electoral, elegido en la Cuarta Asamblea Nacional Ordinaria del 22 de febrero del presente año, envía a usted los resultados de la votación para los cargos de vicepresidente, secretario, tesorero y coordinador de Ayuda Mutua para el Consejo Directivo Nacional de la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, Bienio 1991-1992.

Total de cédulas emitidas	522
Votos para Planilla 1	189
Votos para Planilla 2	175
Votos para Planilla 3	6
Cédulas sin votación	152

Se anexa a este documento copia de la Convocatoria para registro de planillas, planillas concursantes y total de resultados de votación.

COMITE NACIONAL ELECTORAL

ING. HECTOR PALAFOX RAYON

ING. JOSE G. VIVEROS ZUÑIGA

ING. JOSE H. SALINAS ALTES

c.c.p. Delegaciones AMGE

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION
RESULTADO DE VOTACIONES, BIENIO 1991-1992

DELEGACION	FOLIO	CED.	P-1	P-2	P-3	S/V
MEXICO	1-87	87	34	9	1	43
IMP	88-127	40	27	9	2	2
COMESA	128-141 510-523	28	0	26	0	2
REYNOSA	142-165	24	21	0	0	3
TAMPICO	166-274	109	47	19	2	41
SAN LUIS POTOSI	275-292	18	10	1	0	7
POZA RICA	293-344	52	13	32	0	7
CORDOBA	345-358	14	6	6	1	1
COATZACOALCOS	359-423	65	5	43	0	17
VILLAHERMOSA	424-455	32	10	22	0	0
CD. DEL CARMEN	456-479	24	15	2	0	7
MORELIA	480-487	8	0	0	0	8
ENSENADA	488-495	8	0	0	0	8
LINARES, N.L.	496-501	6	0	0	0	6
CHIHUAHUA	502-508	7	1	6	0	0
TOTALES:	1-508 510-523	522	189	175	6	152

COMITE NACIONAL ELECTORAL

ING. HECTOR PALAFOX RAYON

ING. JOSE GUADALUPE VIVEROS ZUÑIGA

ING. JOSE H. SALINAS ALTES

