



CONSULTORES Y CONTRATISTAS
DE
GEOLOGIA Y GEOFISICA

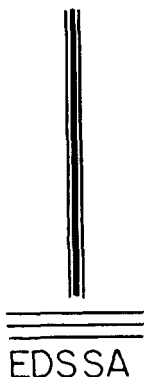
Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A.

RIO BALSAS 101 8º. PISO APDO. POSTAL 5-255

MEXICO 5, D. F.

TELS. 533-62-46

EXPLORACIONES DEL SUBSUELO, S.A.



- OCEANOGRAFIA
- GEOFISICA
- GEOLOGIA
- PERFORACIONES
- REPRESENTANTE EN MEXICO DE
DECCA SURVEY (LATIN AMERICA) INC.

PASEO DE LA REFORMA 393-401
MEXICO 5, D.F. TEL. 511-27-66



SCHLUMBERGER SURENCO, S. A.

AGENCIA EN MEXICO

Bahia de San Hipólito 56-Desp. 302

Tel. 250-62-11

MEXICO 17, D.F.

**GEOFISICOS CONSULTORES PARA
PETROLEOS MEXICANOS**



***Seismograph Service Corporation
of Mexico***

**RIO TIBER 50-101 MEXICO 5, D.F.
TELEFONOS : 514-47-94 514-47-96**

**SUBSIDIARIA DE
SEISMOGRAPH SERVICE CORPORATION
6200 East 41st. St. • Box 1590 • Tulsa, Oklahoma, U.S.A.**

ESPECIALIZADOS EN :

**SERVICIO DE
GEOFISICA**

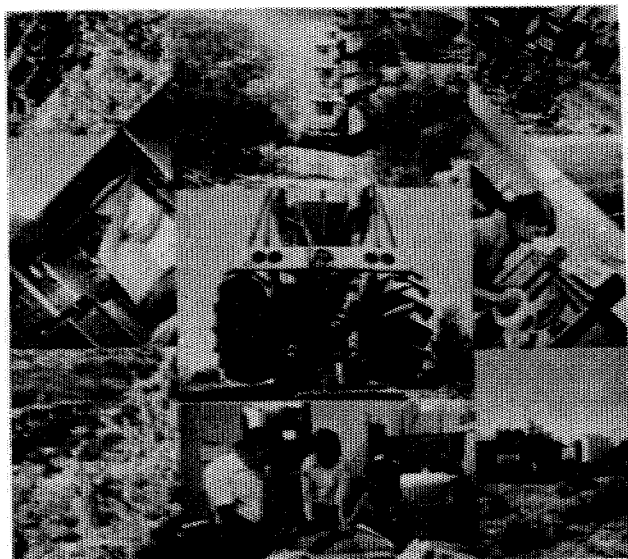
- Levantamientos :**
- Sismológicos
 - Gravimétricos
 - Magnetométricos
 - Procesado de Datos Magnéticos
 - LORAC - Levantamiento Electrónico

**SERVICIO DE
REGISTRO DE POZOS**

- Registros para Evaluación de Formaciones
- Registros de Pozos de Producción
- Servicio de Terminación Permanente
- Registro Continuo de Velocidad



EMPRESA 100% MEXICANA
AL SERVICIO DE LA INDUSTRIA
PETROLERA



BRUSELAS 10-3^{ER} PISO
COL. JUAREZ
MEXICO 6, D.F.

566 41 44
TELS. 566 43 90
566 42 37

BOLETIN

de la

Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración

S U M A R I O

Perfiles Sísmicos Verticales, sus
Aplicaciones en la Exploración
Geofísica.

Por: P. Kennett*, R. L. Ireson* y
P. J. Conn.

* Seismograph Service Ltd.
Well Survey Division,
Ravensbourne,
Keston, Kent
England.

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

MESA DIRECTIVA PARA EL PERIODO 1980-1981

Presidente	Ing. Luis Madrigal Ugalde
Vicepresidente	Ing. Raymundo Acosta Ojinaga
Secretario	Ing. Raymundo Aguilera Ibarra
Tesorero	Ing. Miguel Barrientos Martínez
Editor	Ing. Rogelio Aspíroz Aguilar
Vocal Poza Rica, Ver.	Ing. Ernesto Elorduy Téllez
Vocal Coatzacoalcos, Ver.	Ing. Jorge Reyes Núñez
Vocal Reynosa, Tam.	Ing. Jerónimo Rivera Juárez
Vocal Tampico, Tam.	Ing. Arturo Pérez Galicia
Vocal Córdoba, Ver.	Ing. Rodolfo Bárcenas Pérez
Vocal Instituto Mexicano del Petróleo	Ing. Ricardo Díaz Navarro
Vocal Instituto Politécnico Nacional	Ing. Jorge Franco Páez
Vocal Universidad Nacional de México	Ing. Enrique del Valle Toledo

Este boletín no se hace responsable de las ideas emitidas en los artículos que se publiquen, sino sus respectivos autores.

Este boletín se publica cada tres meses y se distribuye gratuitamente a los socios.

Cuota anual para miembros	\$ 300.00
Suscripción anual (no socios)	\$ 350.00
Números sueltos	\$ 120.00

Para todo asunto relacionado con el boletín: manuscritos, asuntos editoriales, suscripciones, descuentos especiales a bibliotecas públicas o Universidades, publicaciones, anuncios, etc., dirigirse a:

M.C. ROGELIO ASPIROZ AGUILAR
Apdo. Postal 53-077
México 17, D.F.

RESUMEN

En los últimos cuatro o cinco años se han corrido los Perfiles Sísmicos Verticales en una gran cantidad de pozos y en diferentes provincias geológicas con el objeto de ayudar al procesador de datos sísmicos y de mejorar la interpretación geológica.

Dentro de las propiedades especiales del Perfil Sísmico Vertical se tiene la separación de las ondas registradas que viajan en forma ascendente y de las descendentes, lo cual proporciona un medio para el estudio detallado de la respuesta acústica de la tierra. En particular la deconvolución de los datos da una idea más clara de la mecánica de las reflexiones múltiples y de la manera en la que éstas pueden obscurecer las reflexiones primarias en las cercanías del pozo.

Las reflexiones primarias obtenidas de la respuesta de la tierra se pueden observar con una mayor resolución de lo que permiten los datos sísmicos convencionales, haciendo una correlación más precisa con la litología y permitiendo una buena estimación de la serie de coeficientes de reflexión. La inversión de las trazas sísmicas para producir un registro de impedancia acústica lleva a una mejor definición de la secuencia sedimentaria, y es de particular interés en la predicción de las variaciones lito-

lógicas antes de efectuar la perforación.

Por otra parte, los datos del Perfil Sísmico Vertical se pueden usar para la evaluación de los parámetros usados en técnicas tales como la deconvolución y en la determinación del ancho de banda de la señal para la evaluación de los datos sísmicos convencionales.

INTRODUCCION

Aunque la técnica del Perfilaje Sísmico Vertical ha llegado a ser necesaria en algunas provincias geológicas para ayudar al analista geofísico y al procesador, la interpretación de los datos y los usos potenciales del método aún se encuentran, en gran parte, sin desarrollar.

En este artículo se discuten las cuatro áreas principales de interés. Estas son:

- (i) El uso del P.S.V. (Perfil Sísmico Vertical)* en la identificación y el análisis de los sistemas de reflexión múltiple para su comparación con los registros sísmicos y los registros sintéticos.
- (ii) El registro preciso de la reflexión primaria por encima

*Vertical Seismic Profile

de la profundidad total del pozo (P.T.), y el estudio de su relación con la litología y la sección sísmica.

- (iii) De la naturaleza de los frentes de onda y de muchos - medios ambientes geológicos es razonable esperar que la estimación de la onda descendente se aplicará con una buena aproximación a las localidades cercanas al pozo; en otras palabras, la onda descendente derivada del - pozo se puede utilizar en el diseño de los operadores de deconvolución para las trazas sísmicas cercanas al - pozo. Esta técnica se ha usado experimentalmente con éxito relativo.

- (iv) El registro preciso de la respuesta a la reflexión primaria a profundidades mayores de la P.T. ; esto es va lioso, particularmente en aquellos casos en donde son - oscuros los resultados de la porción importante de la sección sísmica.

Por otra parte, se discute en forma particular el uso de las - técnicas de inversión e integración de los datos del P.S.V., con el objeto de mejorar las estimaciones de las variaciones de la impedancia acústica abajo de la profundidad total del pozo (P.T.).

PERFIL SISMICO VERTICAL O P.S.V.

El registro obtenido de un sismodetector enterrado a profundidad en un pozo es, en esencia, sólo una traza de reflexión sísmica casi vertical, pero con la propiedad particular de que la energía llega al sismodetector tanto desde arriba como desde abajo. Bajo circunstancias normales, el primer arribo de la onda sísmica es directo desde arriba en el punto de tiro al detector y el tiempo de este arribo junto con los otros tiempos de los primeros arribos registrados con el sismodetector a otras profundidades se usan para calibrar el registro sónico obtenido en el mismo pozo. La adquisición de datos sísmicos con el sismodetector a diferentes niveles desde el fondo del pozo hacia arriba, permite efectuar un estudio del efecto que ejerce la tierra sobre la onda acústica propagada a través de ella. Bajo un número de suposiciones válidas simples, se pueden separar las ondas que viajan ascendente y descendentemente en cualquier punto del subsuelo en el pozo, y después procesarlas y estudiarlas en forma independiente. La onda ascendente, que emerge en la superficie, constituye parte de los datos de reflexión sísmica y la cual corresponde a la auto-convolución de onda descendente observada justo arriba de un reflector, la cual emerge como la cola del múltiple de ese evento de reflexión en los datos de refle-xión sísmica sin procesar. Es de gran importancia la forma en que los eventos múltiples y primarios en los datos del P.S.V va-riarían dependiendo de la posición del sismodetector en el pozo.

INTERPRETACION DE MULTIPLES Y PRIMARIOS A PARTIR
DE LOS DATOS DEL P.S.V.

La figura 1 ilustra un caso simple de dos reflectores primarios en el subsuelo y el patrón de eventos del P.S.V. que se generará. Se muestran las trayectorias de rayos a dos posiciones del sismodetector. Por conveniencia se han separado las dos clases de eventos a la derecha e izquierda del primer diagrama aunque los dos se originen en la misma ubicación de la fuente de energía cercana al pozo.

Para evitar confusiones por el detalle, la posición superior del sismodetector se muestra sólo con los eventos que viajan ascendentemente, es decir, con eventos que arriban al sismodetector desde abajo; aunque los eventos que viajan descendentemente, reflejados de la superficie, se presentarán también en este nivel. La posición inferior del sismodetector sólo tendrá energía descendente que llega a él en este modelo en particular. El diagrama a la derecha de la figura indica el patrón de eventos que pudieran esperarse de esta configuración en el subsuelo. Se debe hacer notar que el eje horizontal corresponde a la profundidad en el pozo, y el eje vertical corresponde al tiempo sencillo del primer arribo y los tiempos subsecuentes son de reflexión o de reverberación. Las trayectorias, marcadas con línea negra continua delgada en la izquierda de la figura representan eventos simples de reflexión primaria (primarios o reflejos

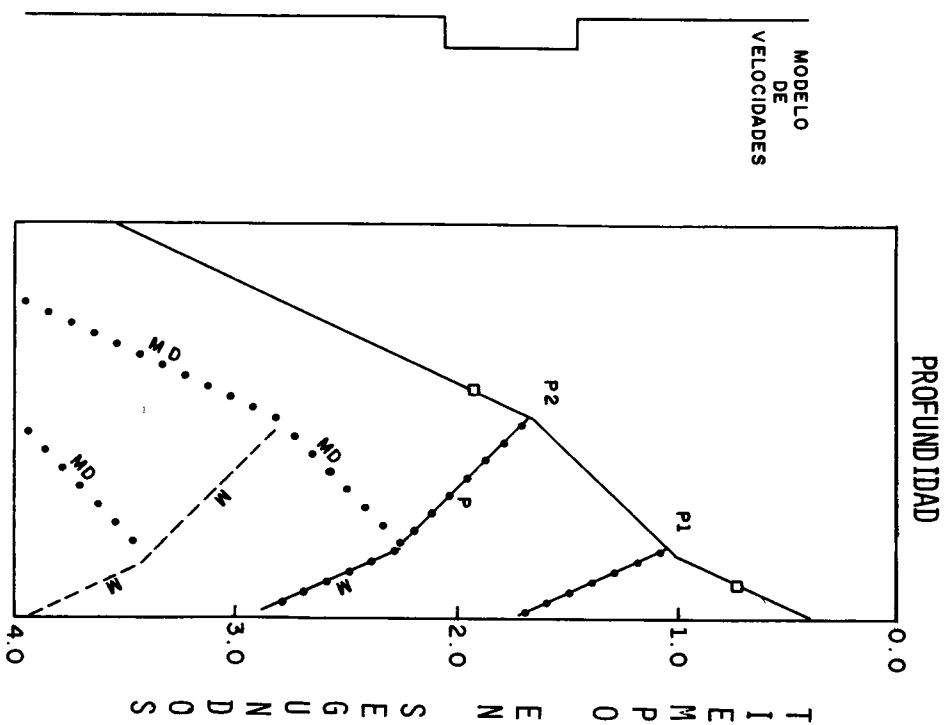
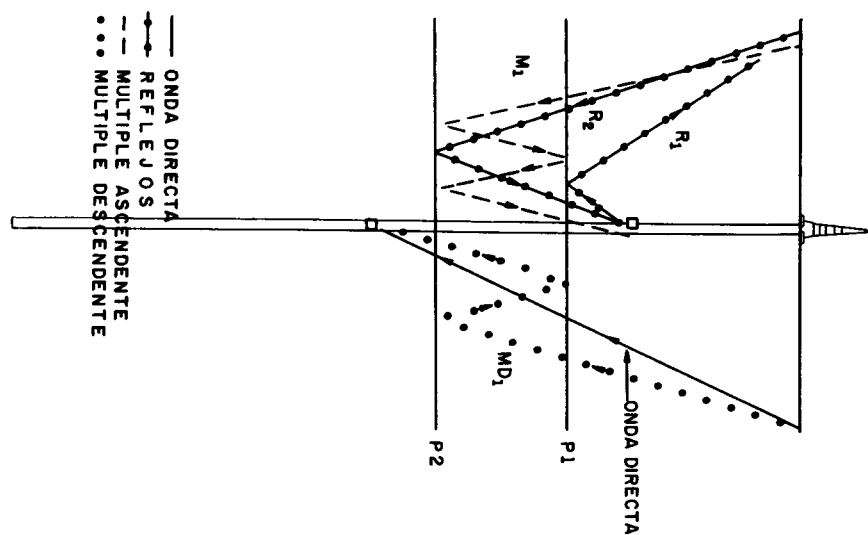


FIGURA 1

primarios). Igual tipo de línea se ha usado en el diagrama de la derecha de la misma figura para ilustrar la variación del tiempo de arribo de esos eventos con respecto a la profundidad del sismodetector en el pozo. Las trayectorias con línea cortada, son eventos múltiples que arriban ascendentemente al sismodetector y se ilustran también en el diagrama de la derecha. Cuando los eventos de línea continua y cortada emergen a la superficie, constituyen los datos de reflexión sísmica (en el método sísmico de reflexión convencional). Los eventos con línea punteada son eventos múltiples que llegan hacia abajo al sismodetector. Esos eventos no se observan en los datos sísmicos (registrados en el método sísmico convencional). El evento con línea negra gruesa es el arribo directo. En las subsecuentes figuras se utilizarán las siguientes convenciones: línea continua delgada o letra R para los primarios, línea cortada o letra M para los múltiples que viajan ascendentemente y línea punteada o MD para los múltiples que viajan descendentemente. En este diagrama se puede observar que el múltiple que viaja hacia arriba termina cuando el sismodetector está abajo del último reflector implicado en su generación. La reflexión primaria y todos los múltiples en la cola, como éste, se registran justo arriba del reflector, y todos ellos tienen su última reflexión sobre ese reflector. Es por esto que cuando el sismodetector se encuentra justo bajo ese reflector, las reflexiones primarias y múltiples ya no se pueden registrar. Esta reverberación sólo se manifiesta como la onda que viaja descendentemente abajo de este

punto. La terminación de un evento ascendente en el P.S.V. - permite la identificación de un múltiple y su origen; la continuación de un evento a través de la curva de primeros arribos (curva de tiempo - profundidad) lo define como una reflexión primaria. Debemos considerar primero el reconocimiento de los múltiples y su origen. Aunque el procesado sísmico se diseña para quitar los múltiples, en muchas áreas esto no se logra - completamente, por lo tanto la identificación de los múltiples en la sección sísmica y su origen pueden ser de gran importancia para una interpretación .

La figura 2 ilustra los datos del P.S.V. a partir de 2,000 pies hasta una profundidad de casi 11,000 pies en un pozo en la zona norte del Mar del Norte. Se puede observar la presencia de - eventos que viajan tanto ascendente como descendentemente. Todos los eventos descendentes están situados en forma paralela a la curva de primeros arribos y todos los eventos ascendentes se presentan como una imagen de espejo en la curva de primeros arribos. El único procesado aplicado a estos datos es un apilamiento de trazas a profundidad constante, una función potencial de amplificación dependiente de T (tiempo de viaje) - variable con la profundidad, para compensar la divergencia esférica y la pérdida por transmisión, y un filtro de 8-60 Hz. Es - importante hacer notar la intensidad y persistencia de la forma de onda que viaja descendentemente.

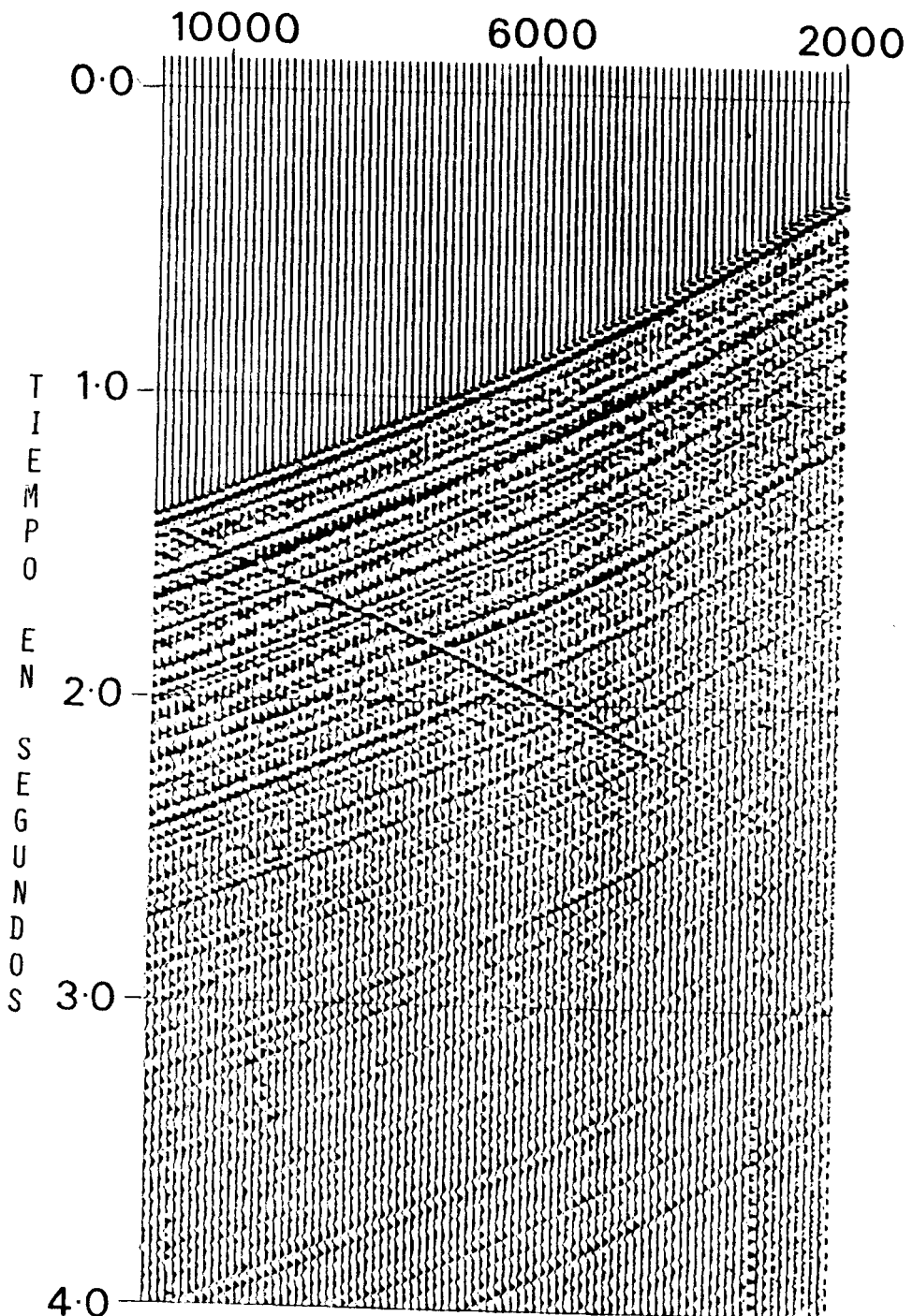


FIGURA 2

Si los datos de esta figura se ajustan para que así tengan lugar los primeros arribos a sus tiempos corregidos de reflejo, o en otras palabras, la pendiente de la curva de primeros arribos se duplica en tal forma que todos los eventos que viajan hacia arriba deben alinearse a sus tiempos reales de reflexión. La figura 3-A ilustra este aspecto. Los datos se han defasado y después procesado para eliminar la onda que viaja descendente-mente, éstos ahora contienen todas las reflexiones primarias y sólo los trenes de múltiples asociados que viajan ascendentemente. Si estos datos se han defasado para que los primeros arribos tengan lugar a tiempos idénticos, entonces la forma de onda descendente se alinea. Posteriormente con un procesado se quitan las ondas ascendentes. Esto se ilustra en la figura 3-B. El patrón de los sistemas de reverberación se puede observar claramente, así como también la duración e intensidad de los múltiples, lo cual da una idea de la magnitud del problema que habrá de atacar, por medio de la deconvolución, en el procesado de datos sísmicos obtenidos en líneas sísmicas cercanas al pozo. Los eventos que persisten a través del sismodetector a profundidad somera se generan muy cerca de la superficie, arriba de 2,000 pies. Los múltiples de interestratos aparecerán mientras el sismodetector pasa descendiendo a través del primario que da origen a ellos. El hecho de que la mayoría de los eventos presentes en esta figura se continúan a través de la traza del sismodetector más somero indica que la mayor parte de la actividad de múltiples está asociada por lo menos con uno de los primarios

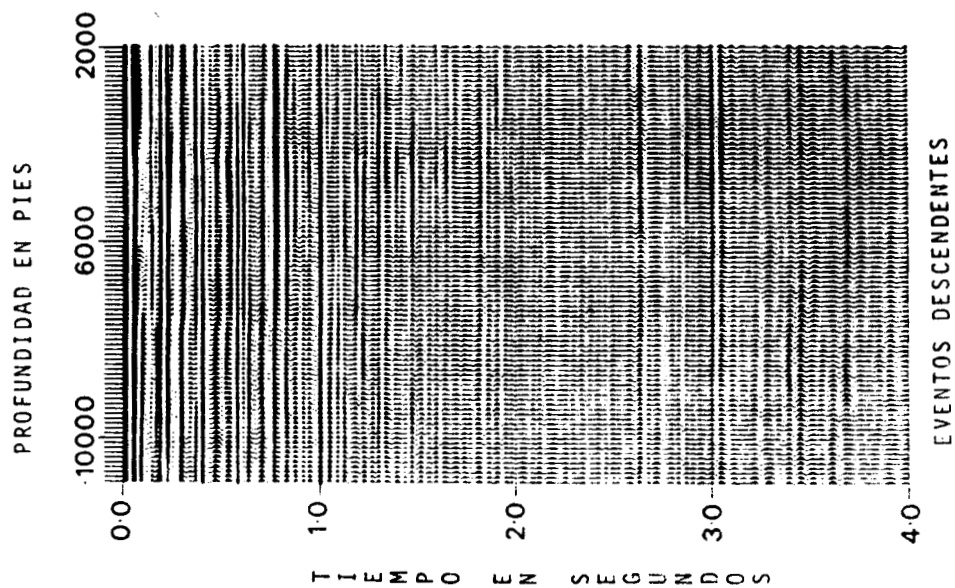


FIGURA 3B

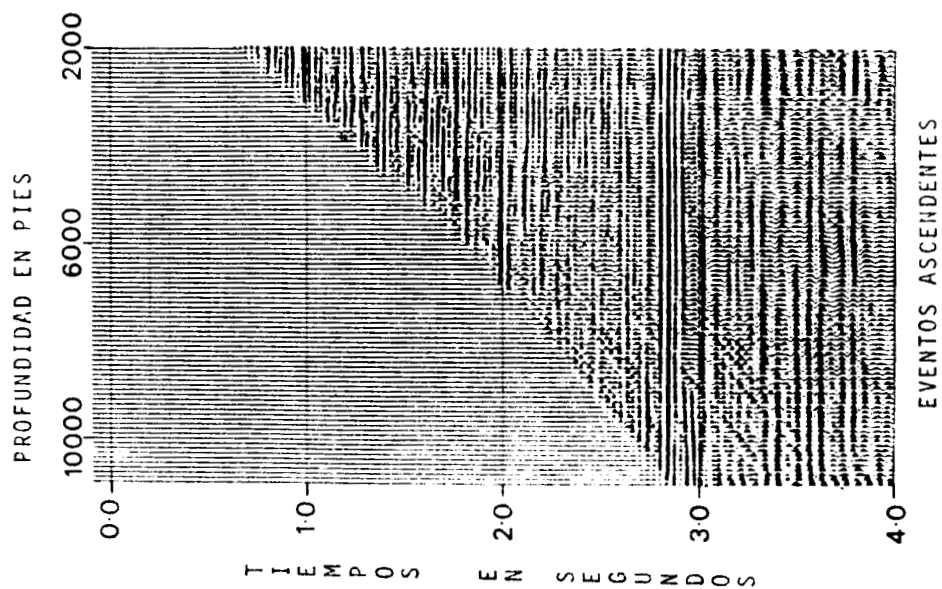


FIGURA 3A

cercanos a la superficie. La reverberación del fondo marino se puede observar claramente en un período de 200 ms., después del tiempo cero. La intensidad de los eventos a 1.00 y 3.00 segundos por ejemplo, indica la presencia de reverberaciones fuertes de período largo. La sección con los reflejos primarios y sus múltiples ascendentes asociados, se muestra en la figura 3-A. Su interpretación permite reconocer los reflectores primarios y los múltiples; es posible identificar el reflector primario así mismo a más profundidad dentro del pozo con el cual se asocia cada múltiple. La figura 4 presenta los mismos datos que la figura 3-A, pero se han identificado algunos de los primarios y sus múltiples asociados. Los primarios se han indicado con una R y se pueden identificar porque éstos terminan en la curva de tiempo - profundidad; los múltiples ascendentes están identificados con una M. La terminación del evento múltiple que queda alineado con la intersección del evento primario con la curva de tiempo - profundidad y la alineación con el reflejo que corta en la curva de tiempo - profundidad, identifica el origen de este múltiple. Por ejemplo, todas las series de eventos múltiples entre los 2.18 y 2.50 seg. terminan directamente abajo del punto en el cual el primario a 1.380 seg. encuentra la curva de tiempo - profundidad. Esto identifica ese evento primario como el último reflector asociado en esos múltiples. En general, el evento primario así identificado en este tipo de sección parece ser también el primario más bajo implicado en la generación de los múltiples identificados, como se describió anteriormente. De partici

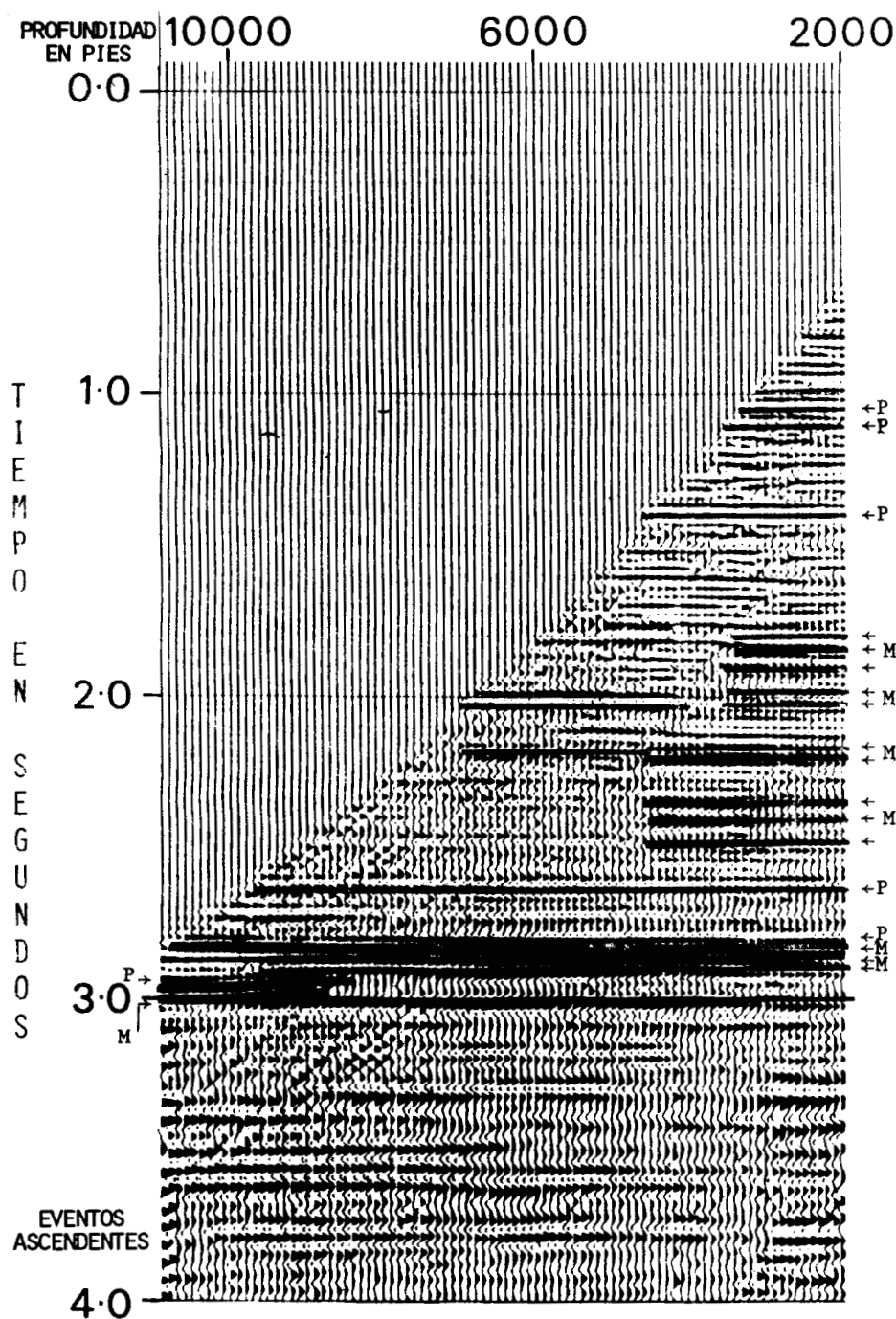


FIGURA 4

cular interés en la figura 4 es la fuerte secuencia de eventos que principian a casi 2.8 segundos. El evento continuo a través de los datos a 2.8 segundos, señalado como primario es una reflexión generada por una discordancia en la cima del Jurásico. Los eventos múltiples abajo de 2.8 segundos, que corren paralelos a este evento, son múltiples de período corto y parte de la misma onda reflejada. El evento fuerte continuo a 3.00 segundos señalado como múltiple, es la reverberación del fondo marino. Los eventos justo arriba de 3.00 seg. al lado izquierdo de la figura, muestran la diferencia en tiempo (marcada como primario) y son reflectores primarios con echado, provenientes del Jurásico, el que se obscurece repentinamente por la presencia de los múltiples y los posibles efectos estructurales; mientras el sismodetector se mueve hacia arriba del pozo. Las reflexiones de los estratos con echado mostrarán la diferencia en tiempo a tiempos más cortos, mientras el sismodetector sube alejándose de los reflectores. Esto se debe a la migración del punto de reflexión echado arriba. El echado real, pero no la dirección, se puede calcular a partir de esta diferencia en tiempo (ver Apéndice 1). Se debe hacer notar que la sección de la figura 4 indica sólo el cambio en los patrones de múltiples y primarios mientras el sismodetector sube a través del subsuelo. Debe tomarse en cuenta - que ésta no es una sección sísmica transversal. En presencia de estratos con echado se logra una cobertura horizontal limitada, con una posición fija de la fuente de energía. Si la cima y la base de un sistema primario generador de múltiples se va a iden-

tificar en una sección, entonces deben estar presentes las formas de onda ascendentes y descendentes. La figura 5 utiliza los mismos datos que las figuras anteriores, pero ahora los diferentes tipos de ondas se han retrasado otra vez a sus tiempos sencillos y después se han recombinado. Para simplificar los patrones resultantes y para destacar múltiples de interestratos de período más largo, se han atenuado todos los múltiples de períodos menores a 600 milisegundos. Más adelante discutiremos la técnica de deconvolución por medio de la cual se logra esto. El múltiple M_1 es un múltiple de interestrato ascendente, generado entre los dos primarios, R_1 y R_2 . El múltiple descendente que se convierte en el múltiple M_1 , cuando el sismodetector pasa a través del primario más bajo, es el que se indica como MD. El uso de técnicas especiales de deconvolución permite que se separen múltiples de diferentes períodos y se estudien sus orígenes sin la confusión que puede causar la presencia de toda clase de múltiples en una sección. Con el uso de los tipos de presentación ilustrados y el criterio de identificación descrito, el P.S.V. ha resultado ser de gran utilidad en muchas áreas para la identificación de los múltiples y su origen en los datos sísmicos. Es interesante hacer notar que los múltiples de interestratos del tipo ilustrado aquí estarán presentes en los datos sísmicos y no parece que el apilamiento o las técnicas de deconvolución actuales los atenúen, además obscurecerán los detalles, en particular en la parte más profunda de la sección.

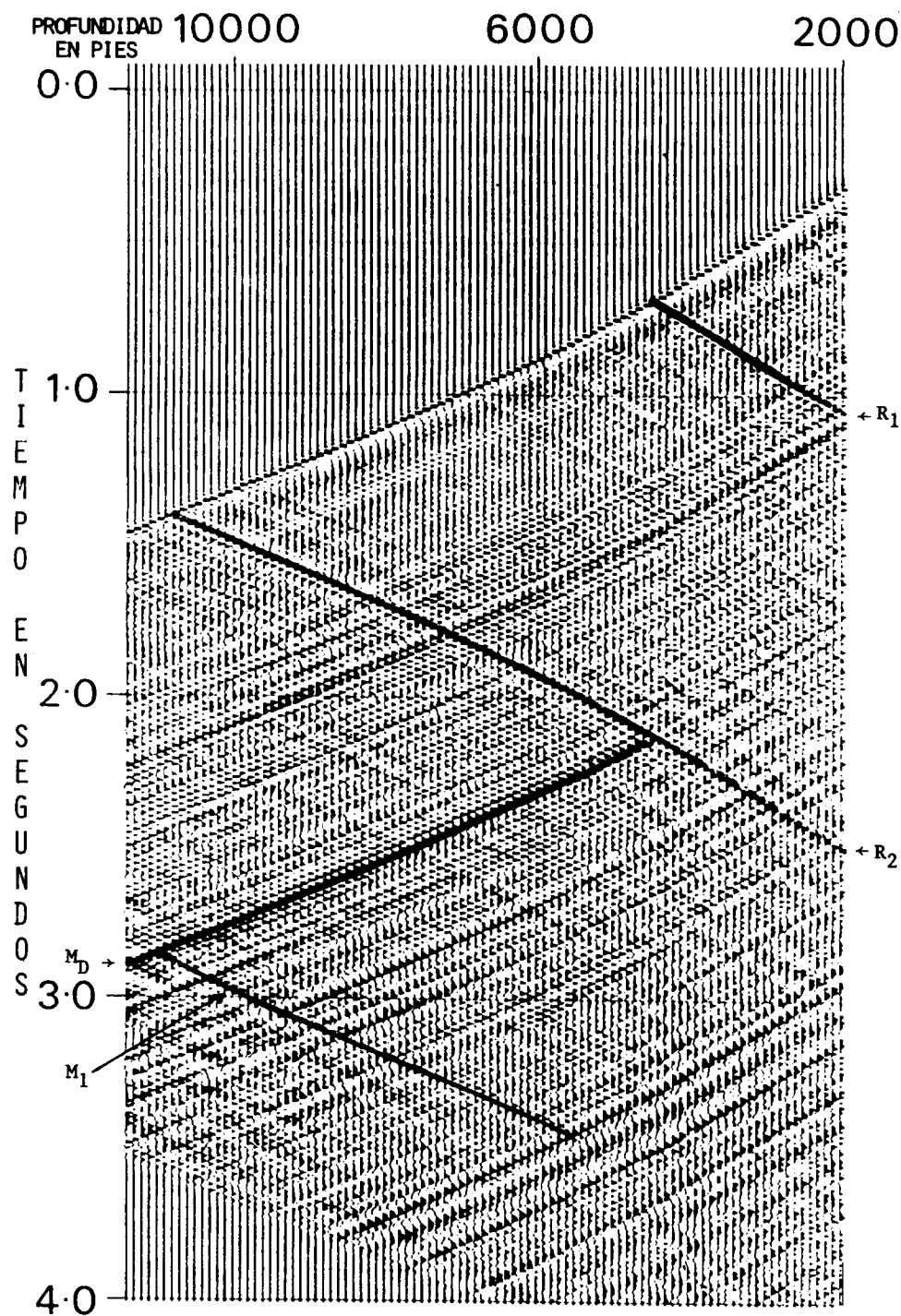
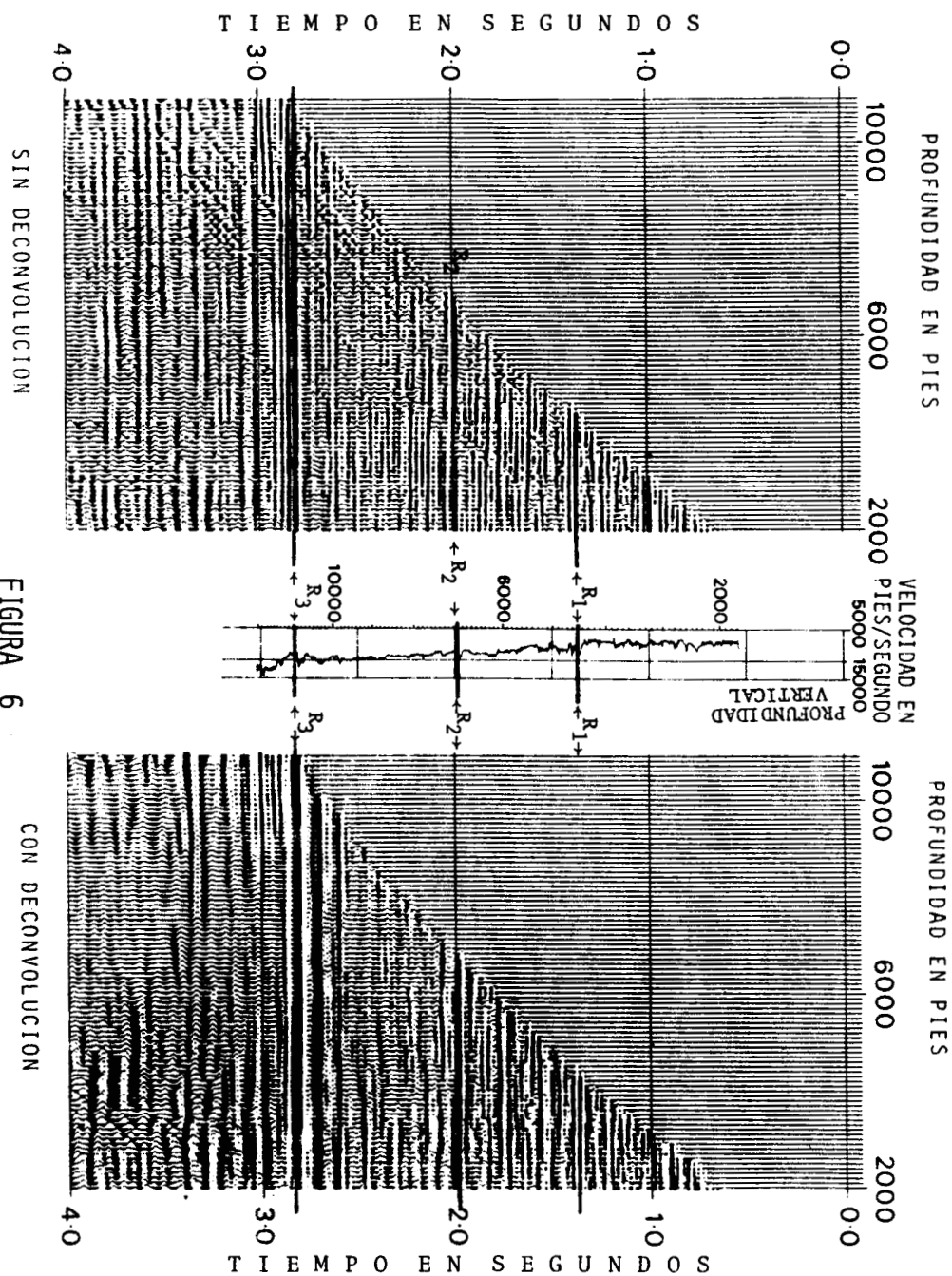


FIGURA 5

DECONVOLUCION DE LOS DATOS DEL P.S.V. PARA MEJORAR
LA RESOLUCION DE LA REFLEXION PRIMARIA

La diferencia en el aspecto de las ondas ascendentes y descendentes y el hecho de que en cualquier punto del subsuelo las ondas descendentes pueden invertirse en echado para aparecer como la cola múltiple de cualquier evento primario en ese punto, nos lleva a un método nuevo de deconvolución. Si se puede diseñar un operador para que elimine eficientemente estas ondas, entonces es posible producir una sección de P.S.V., la que indicará sólo la respuesta a la reflexión primaria en el pozo. La figura 6 ilustra los datos del P.S.V. antes y después de haberse aplicado una deconvolución impulsional diseñada a partir de la forma de onda descendente. El operador de deconvolución se ha diseñado y aplicado traza por traza. En el centro también se ilustra el registro de velocidad obtenido en el pozo. Se puede observar claramente una relación entre los eventos de los registros de velocidad y los eventos del P.S.V., en particular en la curva de tiempo - profundidad. Se puede ver que el P.S.V. deconvuelto contiene mucho menos múltiples, y que la correlación con el registro de velocidad es mucho más precisa. En esta sección se han señalado varios eventos primarios y su correlación con el registro de velocidad. La polaridad de los datos del P.S.V. se establece únicamente por la referencia a la polaridad del primer arribo al sismodetector, y particularmente después de la deconvolución se puede observar que se correlacionan muy estrechamen-



te con la dirección del cambio de velocidades al mismo tiempo - que en el registro de velocidad. La polaridad para todas las secciones del P.S.V. es tal, que una onda de compresión reflejada por un aumento en la impedancia acústica aparece como un valle blanco. La relación de tiempo entre el registro de velocidades y el P.S.V. es idéntica puesto que ambos se han producido de los mismos datos.

La figura 6 ilustra la correlación entre los datos del P.S.V. y la litología descrita por el registro calibrado de velocidades. En particular, después de la deconvolución se puede evaluar la respuesta de la reflexión de la litología en cualquier punto del pozo. La comparación del P.S.V. sin deconvolución con el P.S.V. deconvuelto permite una evaluación del efecto que los múltiples tienen en la respuesta de reflexión primaria. La ondícula de la fuente de energía (onda básica) se puede quitar o reconstruir en los datos del P.S.V. usando técnicas de deconvolución de la "característica" de la fuente de energía (proceso de reconstrucción de la onda sísmica), para que así se reduzca su efecto en cualquier comparación.

Gran parte de la actividad de los múltiples observada en los datos del P.S.V. sin deconvolver se eliminará de los datos sísmicos de reflexión procesados por medio de técnicas de deconvolución y apilamiento. Sin embargo, en la mayor parte de los datos sísmicos procesados queda presente parte de los múltiples resi-

duales.

COMPARACION ENTRE EL P.S.V. Y LOS DATOS SISMICOS PROCESADOS

La figura 7 ilustra la comparación entre los datos sísmicos de reflexión procesados, correspondientes a una línea que pasa junto al pozo y el P.S.V. deconvuelto. Los datos sísmicos se han procesado usando algunas de las técnicas más nuevas, incluyendo reconstrucción de la onda sísmica. La polaridad de la sección es nominalmente la misma del P.S.V. En general la correlación es buena aunque un examen minucioso revelará una cola considerable del pulso presente en la sección sísmica, una continua presencia de actividad de múltiples y una cierta ambigüedad de polaridad que se puede indicar en algunos eventos, en particular a profundidad. Para ilustrar la resolución del P.S.V. deconvuelto, en comparación con el registro de velocidades del pozo y la sección sísmica, se muestra en detalle el área de 2.6 segundos para abajo.

La figura 8 ilustra esta comparación. Es clara la correlación entre los datos del P.S.V. deconvueltos y el tramo de sección sísmica, así por ejemplo, la presencia de una reflexión de arena altamente porosa en el yacimiento se aprecia claramente como R_2 en el P.S.V. La comparación entre el P.S.V. deconvuelto con la sección sismológica procesada convencionalmente revela la presencia de actividad de múltiples que obscurece la respuesta pri-

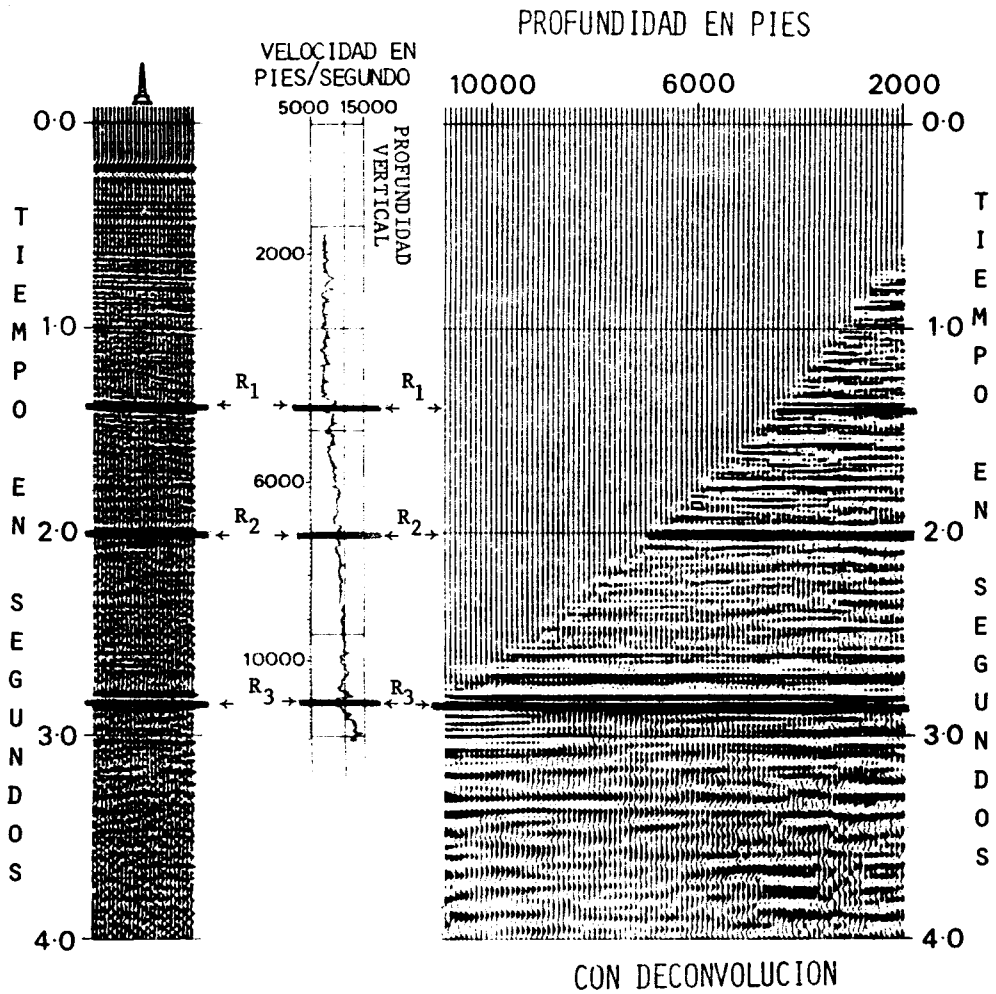


FIGURA 7

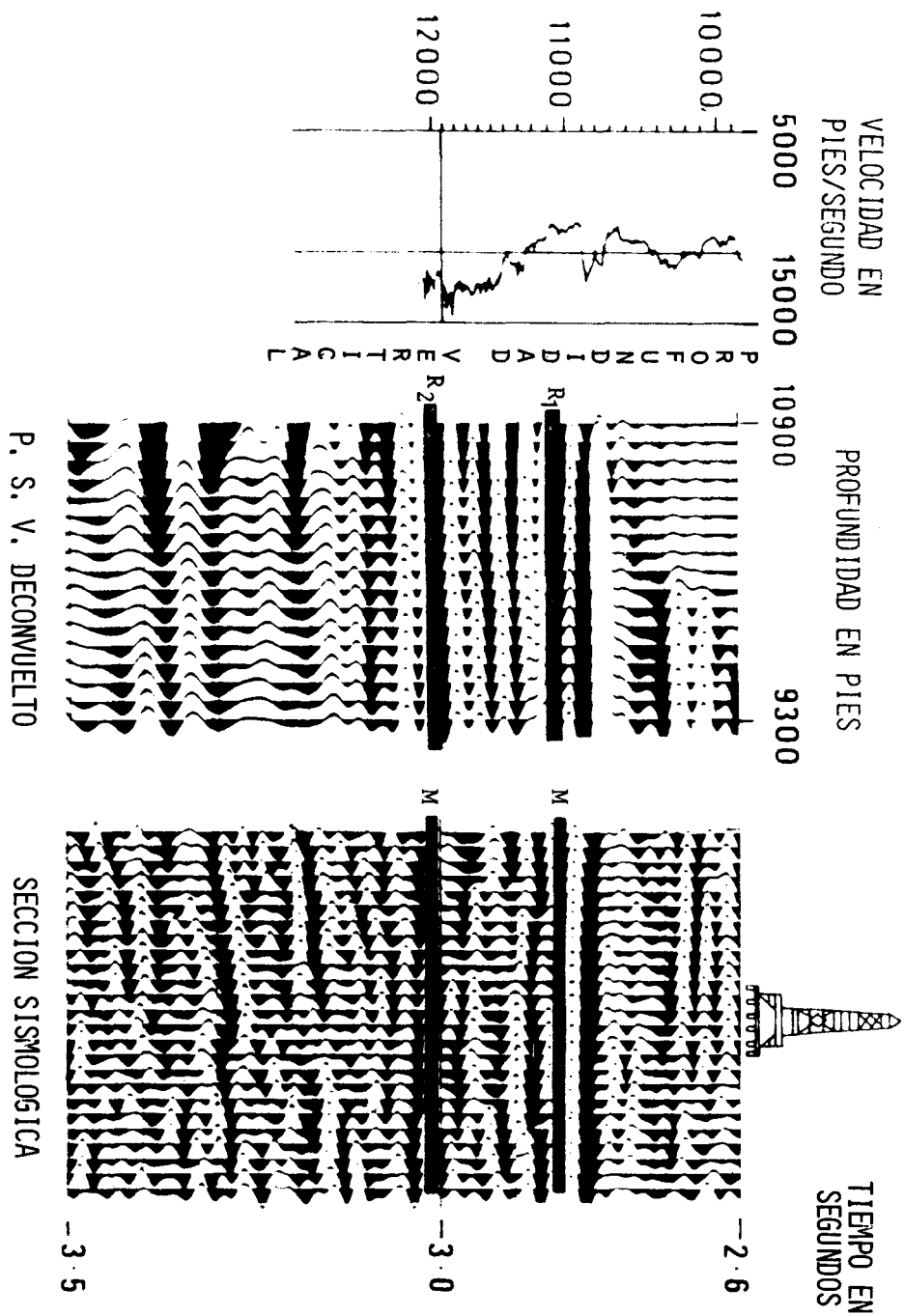


FIGURA 8

maria y, en particular, muestra que la cola del reflejo R_1 de - alta amplitud correspondiente a la discordancia, obscurece la re flexión R_2 interna del yacimiento. La reverberación del fondo marino a 3.00 segundos es aún muy visible en la sección sísmica, obscureciendo el reflejo R_2 . Se debe recordar en ésta y en las figuras subsecuentes que los datos del P.S.V. representan la res puesta del subsuelo en el pozo y, en teoría, es comparable con sólo una traza en la sección sísmica que se ilustra.

El procedimiento usado generalmente para confirmar la presencia de reflexiones primarias y su origen litológico en los datos sísmicos a partir de datos obtenidos en el pozo, es el sismograma sintético. Se considera que no es pertinente hablar sobre la - construcción y uso de sismogramas sintéticos en este artículo, aunque tal vez es conveniente mencionar algunos puntos. Aunque el sismograma sintético permite comprender bastante bien la mecá - nica de las reflexiones en un área de interés, en particular - puede ser engañoso de varias maneras. El carácter del sismograma sintético dependerá de la buena calidad y el detalle fino de los registros de impedancia acústica, los cuales pueden ser erró neos, especialmente en algunas situaciones de yacimientos con - presencia de gas. La calibración del registro de velocidad mediante los datos de tiros de comprobación es relativamente burda cuando se requiere de este detalle fino de velocidad. Se hacen suposiciones con respecto a las posibles cualidades de absorción y dispersión de la tierra. Como se ilustra en estos datos, gran

parte de la actividad de los múltiples y de la forma del pulso tiene lugar muy cerca de la superficie. El sismograma sintético, por lo general, no tiene velocidades detalladas cerca de la superficie, ni información de densidad disponible, y además, es muy difícil estimar los efectos correctos de la divergencia de los múltiples en el algoritmo sintético, el cual controlará las amplitudes relativas de eventos múltiples y primarios pronosticados por el sismograma sintético. Algunos o todos estos efectos pueden correlacionarse con dificultad entre un sismograma sintético y una sección sísmica detallada. El P.S.V. no tiene estos problemas y la respuesta detallada a la reflexión primaria, los patrones (forma en que se presentan) de los múltiples y amplitudes que ésta describe son todos los de la "tierra auténtica" e independiente de los efectos del pozo. En muchas situaciones el sismograma sintético supera los requerimientos que se le hacen, particularmente si se ha diseñado para llenar una necesidad específica. No se sugiere que el sismograma sintético y el P.S.V. sean mutuamente excluyentes, y en la mayoría de los casos se complementarán el uno al otro. Entre las experiencias del autor nos encontramos con que un estudio de los datos de reflexión sísmica junto con el P.S.V. y los datos del sismograma sintético dan como resultado una mejor comprensión de la forma en que se manifiesta la litología en los datos sísmicos de reflexión y las limitaciones que estos datos han impuesto a la resolución de las unidades litológicas y la definición de los efectos estratigráficos y estructurales. Las diferencias en el tiempo en el que ocu

rren los cambios de impedancia acústica entre los registros de - velocidades calibrados y la sección sísmica de reflexión se pueden determinar y comprender las razones de estos retrasos.

DECONVOLUCION DE LOS DATOS SISMICOS MEDIANTE EL USO DE LOS PARAMETROS DERIVADOS DEL P.S.V.

Los datos del P.S.V. descritos hasta ahora, proporcionan una descripción detallada de lo que está sucediendo en el pozo. Los datos sísmicos presentados muestran, particularmente por comparación con los datos del P.S.V., tener problemas considerables con respecto a la resolución y a la interferencia de múltiples. Ahora surge una pregunta importante: ¿Se pueden usar los datos adquiridos en un P.S.V. para mejorar los datos sísmicos alrededor del pozo?. Como ya se estableció en la introducción, a partir de la naturaleza de los frentes de onda y de muchos ambientes geológicos, es razonable esperar que la estimación de la forma de onda que desciende se aplicará con una buena aproximación a las localizaciones cercanas al pozo. En otras palabras, la onda descendente derivada del pozo se puede usar en el diseño de los operadores de deconvolución para las trazas sísmicas cercanas al pozo. Si los patrones de los múltiples varían rápidamente lejos del pozo, entonces las estimaciones en el pozo son demasiado específicas.

La figura 9 ilustra, a la derecha, los datos sísmicos procesados

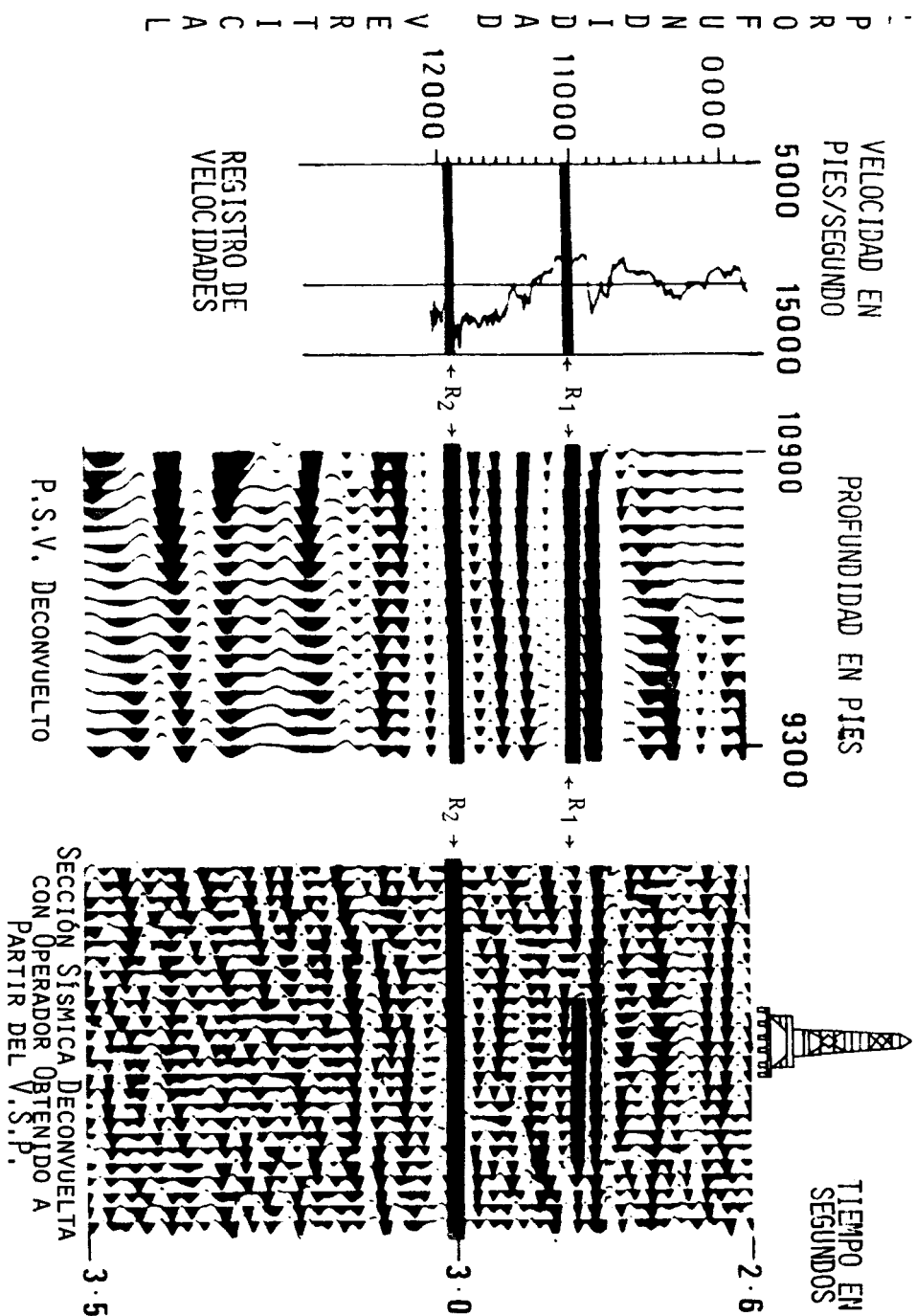


FIGURA 9

utilizando un operador de deconvolución derivado del P.S.V., - comparados con el registro de velocidad a la izquierda y los datos del P.S.V. deconvueltos al centro. Existe una buena concordancia entre los datos del pozo y la sección sísmica en la lo calización del pozo. Algunas de las correlaciones se señalaron con flechas y zonas sombreadas.

La figura 10 es una comparación entre los datos sísmicos procesa dos en forma convencional, a la izquierda de la figura, y los - datos sísmicos procesados usando operadores obtenidos del P.S.V., a la derecha de la misma. Las tendencias litológicas básicas im plicadas en los datos de la izquierda aún están presentes en los datos de la derecha. La reverberación del fondo marino, marcado como M, se ha eliminado de los datos de la derecha y se revela la presencia de un fuerte evento primario a un poco menos de 3.0 segundos, marcado con R₂. Este evento se correlaciona con un - evento con echado en el P.S.V. deconvolucionado y una disminu - ción fuerte de velocidades en el registro. La ausencia de echa - do en este evento en la sección sísmica puede indicar que el via je es a lo largo del rumbo de este reflector o que es lateral de una falla localizada cerca del pozo. La resolución de la sec - ción sísmica a la derecha parece mejorada y esta sección parece añadir información en la cercanía del pozo. En este ejemplo, en particular un examen de los datos sísmicos procesados convencio - nalmente, muestran una profundidad constante del agua y una se - cuencia sedimentaria bastante consistente cerca de la superficie

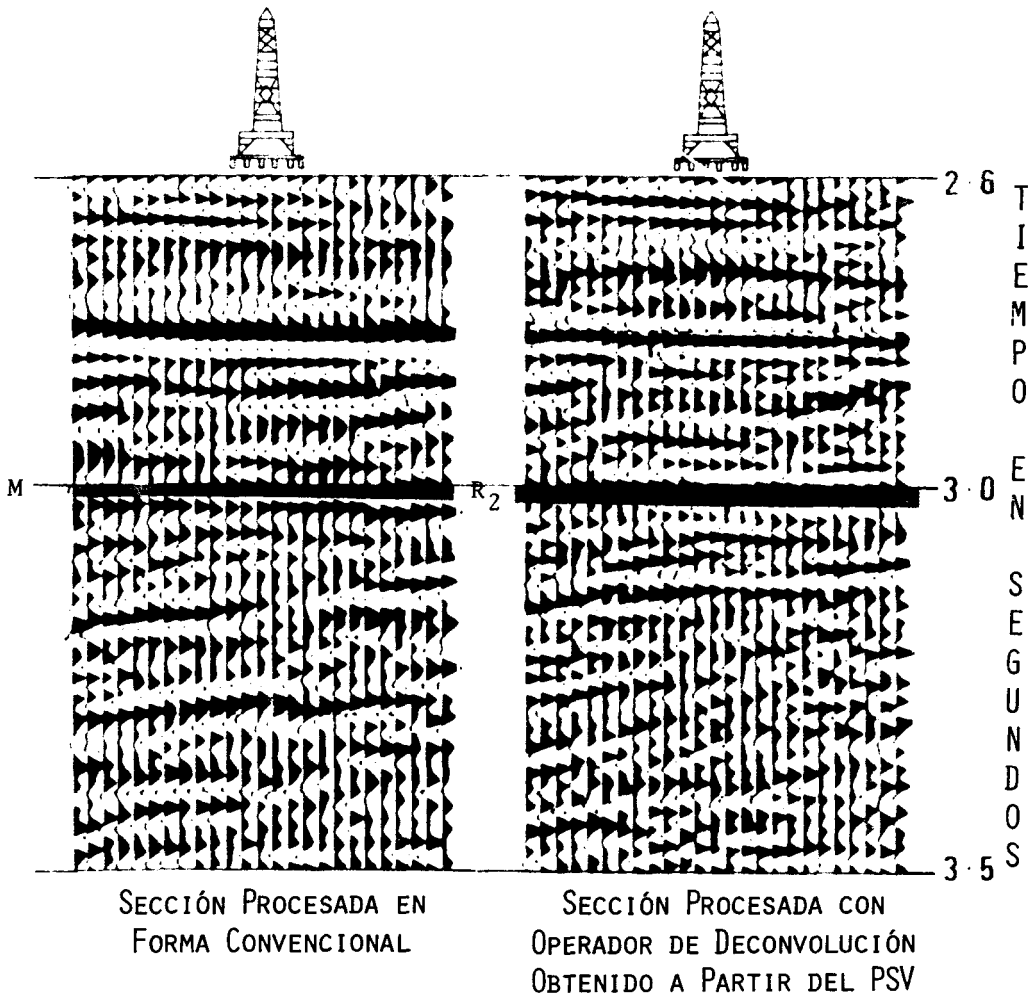


FIGURA 10

y a lo largo de la línea del perfil. En algunos casos esta técnica ofrece la posibilidad de mejorar considerablemente los datos sísmicos cercanos a la localización del pozo.

PREDICCION ANTICIPADA A LA BARRENA

La presencia de un sismodetector profundo en el subsuelo debiera permitir una buena evaluación de la actividad de reflexión abajo de la P.T. del pozo. El método de "predicción anticipada a la barrena" es una aplicación bien establecida de los datos del P.S.V. y se ilustra en algunos de los siguientes ejemplos. De particular importancia es el conocimiento de los patrones de reverberación arriba de la barrena que permite una deconvolución eficaz de los datos del P.S.V. a cualquier profundidad y el esclarecimiento de la actividad primaria bajo la profundidad total.

La figura 11 ilustra un P.S.V. que se obtuvo en el Mar del Norte hasta una profundidad de 10,300 pies, correspondiente a la profundidad total del pozo (P.T.). Los eventos arriba de la P.T. se pueden correlacionar claramente con el registro de impedancia acústica que se muestra a la izquierda. Algunos eventos fuertes abajo de la P.T. del pozo son evidentes y se señalan con R_1 y R_2 . Se han deconvuelto los datos usando la forma de onda descendente pero no se han eliminado abajo de la P.T. ninguno de los múltiples de interestratos generados a partir de un par de eventos primarios abajo de la P.T. Por lo tanto, se debe tener

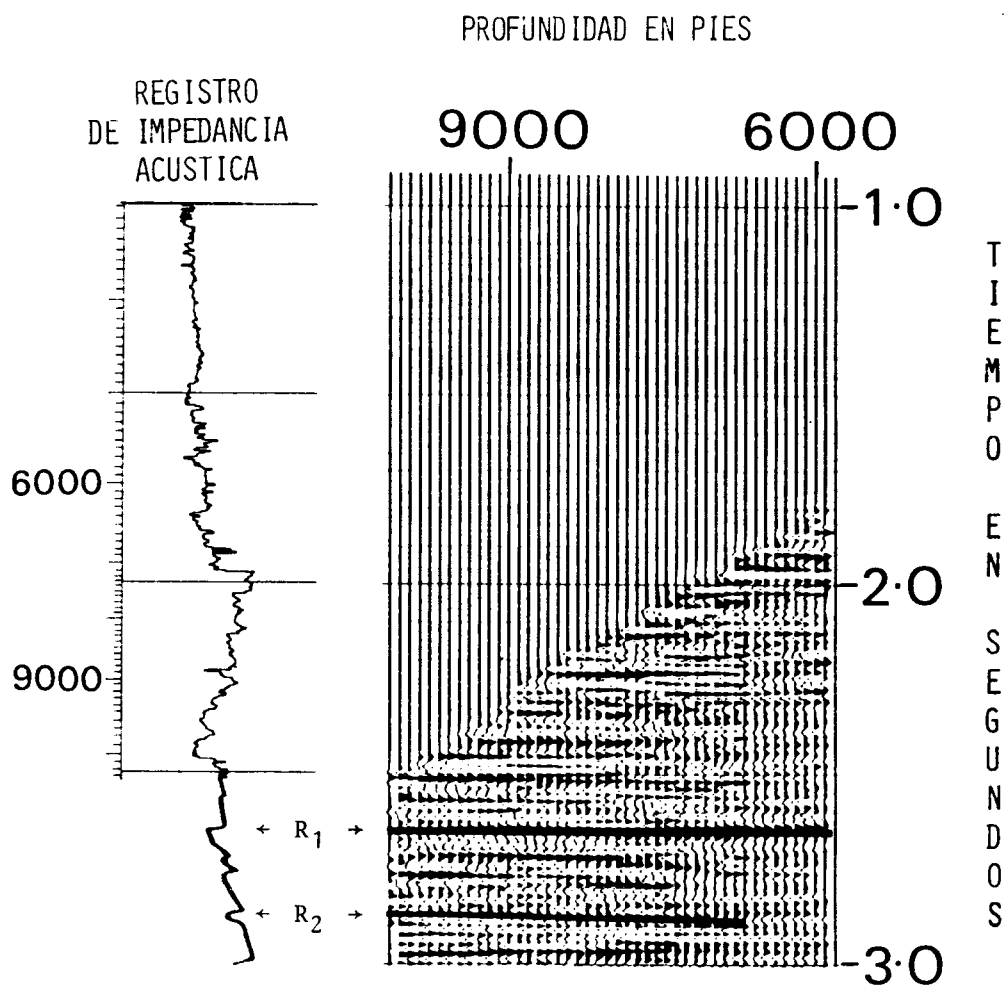


FIGURA 11

cuidado en la interpretación de estos datos. El registro de impedancia acústica que se muestra a la izquierda, calculado a partir de los registros de densidad y velocidad registrados en el pozo, se han continuado abajo de 10,300 pies en una manera simple a partir del tiempo, la polaridad y la intensidad de las reflexiones primarias abajo de la P.T. que se tienen en el Perfil Sísmico Vertical para tener la impedancia acústica estimada abajo de la P.T. A causa del echado, los reflejos primarios interpretados tienen que extenderse sobre la curva de tiempo - profundidad extrapolada para evaluar sus tiempos correctos de ocurrencia en el registro. Aunque este método es muy rudimentario, puede proporcionar una buena indicación de lo que parecen ser variaciones de impedancia acústica abajo de la P.T. La figura 12 ilustra el pozo terminado. A la derecha, el P.S.V. se ha completado a la nueva P.T. Se ha extendido la interpretación original a través de la curva de tiempo - profundidad sobre los datos adicionales del P.S.V. para indicar la correlación entre la respuesta de la reflexión y el registro de impedancia acústica. El registro de impedancia acústica, calculado a partir de registros realizados en el pozo, se completó a la nueva P.T. y para comparación se tiene el registro interpretado bajo 10,300 pies de la figura anterior. Es pertinente en este caso hacer notar que es muy fácil enjuiciar experiencias pasadas, sin embargo, esta técnica se ha usado varias veces en una situación de campo con bastante éxito. La distancia a la cual se pueden lograr predicciones exactas dependerá mucho de la complejidad de las variaciones.

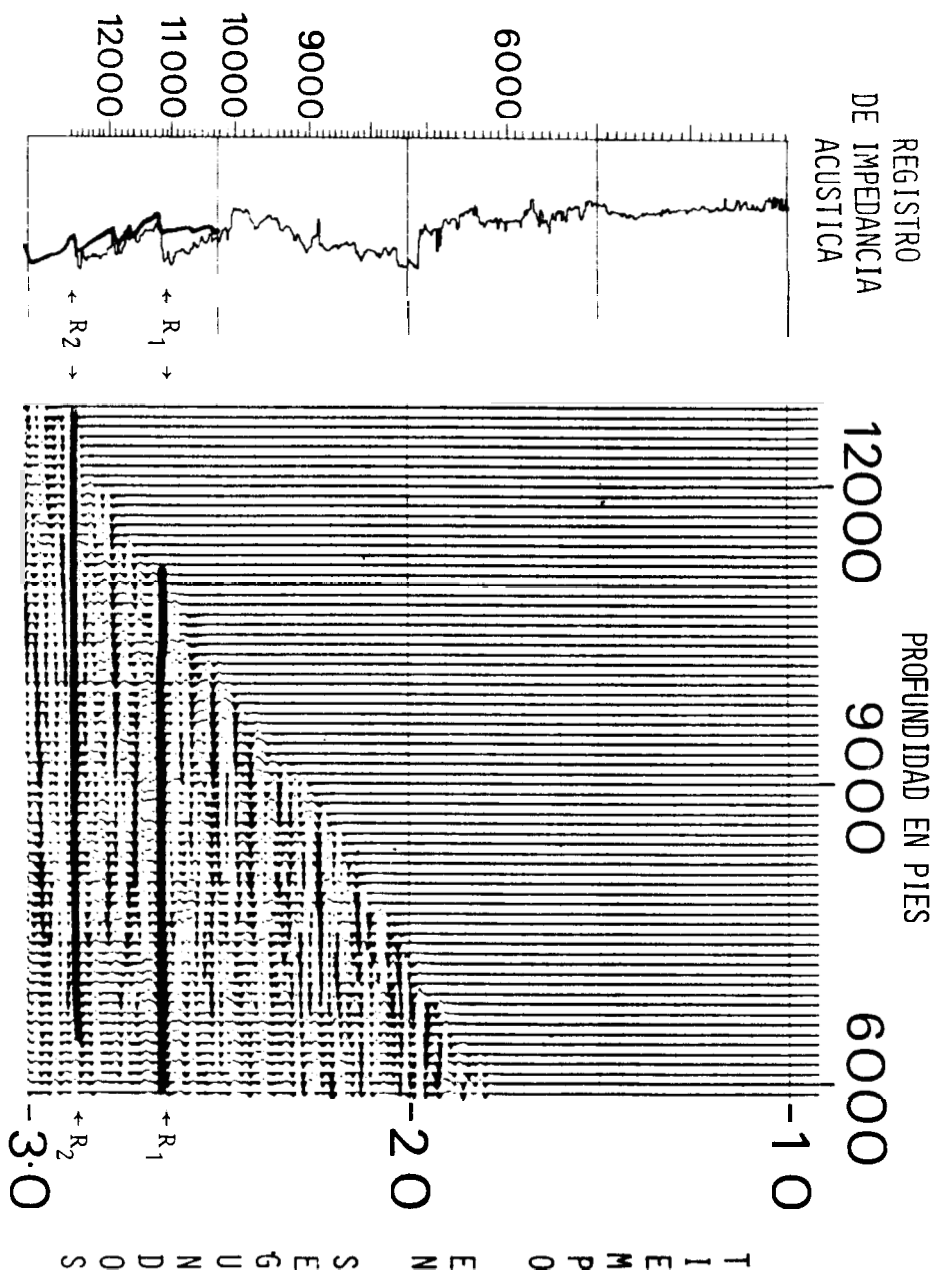


FIGURA 12

ciones de la impedancia acústica abajo de la P.T. Las interpretaciones han tenido éxito a distancias que exceden a 5,000 pies abajo de la barrena a grandes profundidades donde los datos de reflexión sísmica no se pudieron interpretar en las secciones - sismológicas.

INVERSION E INTEGRACION DE LOS DATOS DEL P.S.V.

La habilidad para una deconvolución eficaz de los datos del P.S.V. lleva a la posibilidad de inversión de esos datos y el tratar de construir una forma de registros de impedancia acústica en la localización del pozo. Esto es de particular interés en relación a la idea de proporcionar un método más preciso de predicción antes de la barrena.

La figura 13 muestra, a la derecha, los datos del P.S.V. de la figura 11, es decir, antes de profundizar el pozo, ilustrando las dieciocho posiciones más profundas del sismodetector. Los datos deconvueltos del P.S.V. se han invertido mediante un algoritmo que intenta calcular los coeficientes de reflexión y quitar cualquier actividad adicional de múltiples de interestratos generados abajo de la posición del sismodetector. Los datos invertidos se han integrado y filtrado con un filtro de paso de banda de 10-40 Hz. Los datos invertidos sin filtrar e integrados mostraron distorsión del contenido de la frecuencia alta y baja del registro de impedancia acústica. Se considera que el -

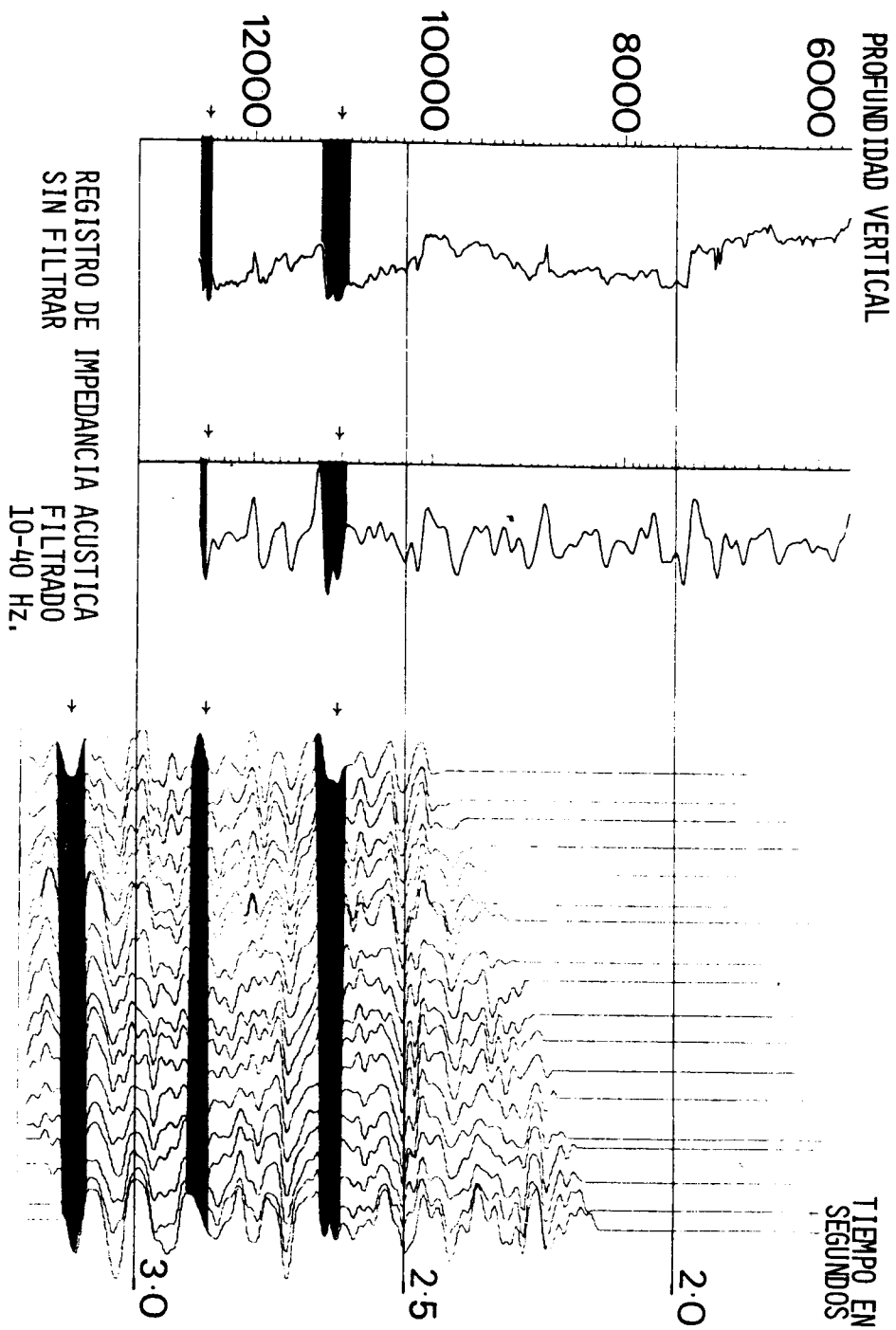


FIGURA 13

ruido y un contenido restringido de alta frecuencia son responsables de la distorsión de las frecuencias menores a 5 Hz en los datos presentados por la inversión. Por lo tanto, los datos se han filtrado reteniendo sólo las frecuencias en las cuales los datos parecen confiables. A la izquierda de la figura se muestra el registro de impedancia acústica de la figura 12. La traza en el centro es el mismo registro pero filtrado con un filtro de paso de banda de fase - cero de 10-40 Hz. Algunas de las correlaciones entre los datos invertidos del P.S.V., integrados y filtrados, y el registro de impedancia acústica filtrado y sin filtrar se indican con flechas, sombreadas ligeramente en la figura 13. La predicción de las variaciones de impedancia acústica se extiende más allá de la profundidad final del pozo. Esta forma de procesado y presentación ofrece un juego de datos más fáciles de interpretar para predecir con anterioridad a la barrena. Se espera procesar los datos del P.S.V. para poder obtener un acoplamiento más detallado y acertado con el registro de impedancia acústica sin filtrar.

Los datos del P.S.V. se pueden invertir empleando las técnicas establecidas como se aplican a los datos sísmicos; lo que es una indicación del grado de efectividad de estas técnicas. Todas las técnicas de inversión se basan en la eliminación total de múltiples, ya sea antes o durante el proceso de inversión. La capacidad de las técnicas de procesado del P.S.V. para retener o descartar la actividad de los múltiples en los datos del P.S.V.

en una forma eficaz y controlada, significa que en la localización de cualquier pozo se puede examinar el efecto de cualquiera de los múltiples de interestratos mencionados, en particular en el proceso de inversión.

OTRAS APLICACIONES

En este artículo se demuestran varias áreas de interés aunque hay muchas otras posibilidades. Por ejemplo, se puede lograr una buena definición del sistema de reflexión cercano a la superficie al usar la forma de onda descendente y, a partir de esto, se puede construir la información de la impedancia acústica desde el nivel más somero del detector hacia la superficie. Los análisis espectrales en áreas específicas de las formas de onda ascendentes y descendentes proporcionan información sobre los efectos de filtrado cerca de la superficie, y el posible ancho de banda diferente de la energía múltiple y primaria que tiene lugar en el mismo tiempo de los datos de reflexión sísmica. Existe un gran número de provincias geológicas donde un filtrado selectivo de los datos sísmicos, utilizando parámetros determinados a partir de pruebas en los datos del P.S.V., ha dado como resultado formas de atenuar la presencia de múltiples en las secciones sísmicas.

C O N C L U S I O N

La adquisición y el procesado de los datos del P.S.V. en un pozo proporcionan al Analista Geofísico información adicional más detallada que permite una mejor interpretación de los datos de reflexión sísmica en la localización del pozo. También el reconocimiento de actividad residual de múltiples en los datos sísmicos procesados y su origen ayuda a la interpretación de los datos lejanos al pozo.

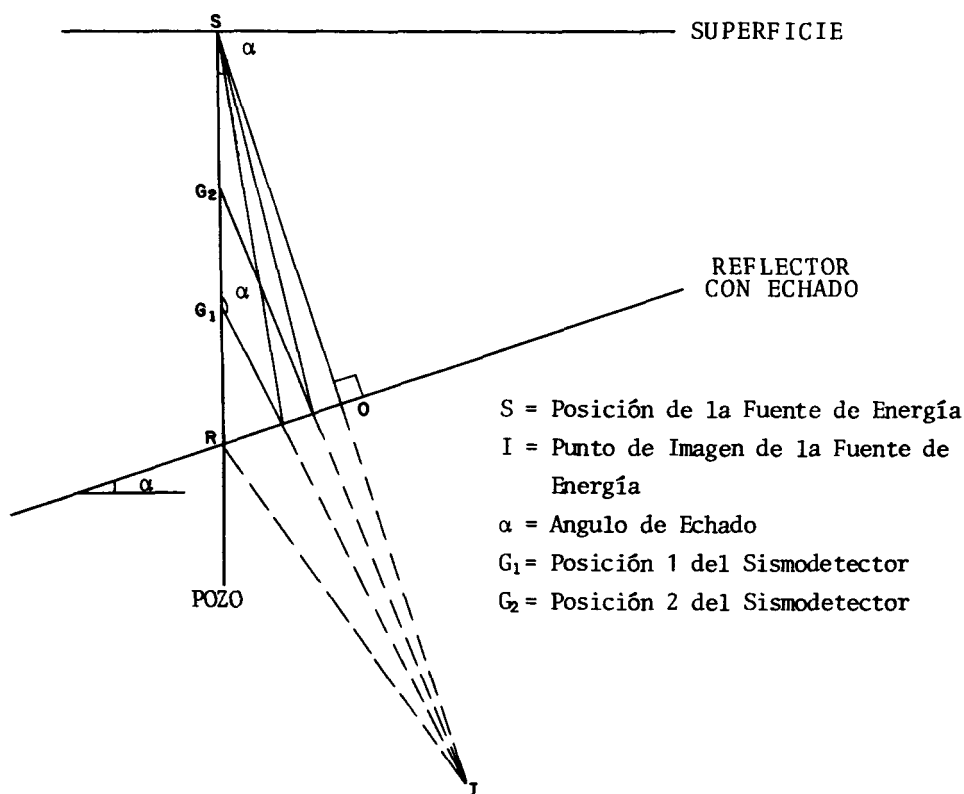
El Procesador Geofísico tiene la posibilidad de mejorar la información sísmica disponible en las proximidades del pozo por medio del uso de parámetros determinados a partir del P.S.V. Los datos resultantes pueden permitir una mejor resolución de las zonas productoras y de la estructura o estratigrafía en las proximidades del pozo ayudando así al Analista Geofísico. Los métodos descritos para la predicción antes del uso de la barrena ya han encontrado utilidad al predecir la presencia de rocas almacenadoras potenciales, material intrusivo y basamento, localizados antes que la barrena en áreas donde los datos sísmicos, ya sea - por motivos de profundidad, condiciones cerca de la superficie o interferencias de múltiples, no permite análisis alguno. Esta - técnica es de especial importancia en la perforación de pozos exploratorios profundos y en la detección y reconocimiento de zonas con sobrepresión antes de ser perforadas.

La exploración de hidrocarburos entra en una nueva y más difícil era, donde las zonas productoras parecen estar más profundas o manifestarse en formas más sutiles en los datos sísmicos de reflexión. Sólo con la integración de las técnicas del P.S.V. en los programas de desarrollo y exploración se podrá lograr el éxito en el futuro.

A P E N D I C ECALCULO DEL ECHADO A PARTIR DE LOS DATOS DEL P.S.V.

Para calcular el ángulo de echado a partir de una curva hiperbólica de sobretiempo por distancia de reflexiones primarias observadas en datos del P.S.V. procesadas, se deben hacer dos suposiciones:

1. El reflector con echado es un plano, superficie uniforme.
2. La velocidad del material arriba del reflector se puede considerar como constante.

METODO 1. Punto de Imagen

El punto de imagen se determina de forma que:

$$SO = OI \quad y \quad SR = RI$$

Cuando t_1 = Al tiempo de viaje sobre la distancia SG_1 . (Por ejemplo tiempo del primer arribo de ida G_1).

t_2 = Tiempo de viaje sobre la distancia SG_2 . (Por ejemplo tiempo del primer arribo de ida a G_2).

t_3 = Tiempo de viaje sobre la distancia IG_1 . (Es decir, el tiempo de reflexión del evento a G_1 en la sección P.S.V. de tiempos de ida y vuelta aparentes menos el tiempo de ida del primer arribo, t_1).

t_4 = El tiempo de viaje sobre la distancia IG_2 . (Es decir, el tiempo de reflexión del evento a G_2 en la sección P.S.V. de tiempos de ida y vuelta aparentes menos el tiempo de ida del primer arribo, t_2).

t_5 = El tiempo de viaje sobre la distancia SI .

Utilizando la regla del coseno en el triángulo $G_1 G_2 I$

$$\cos \gamma = \frac{t_3^2 + (t_1 - t_2)^2 - t_4^2}{2t_3(t_1 - t_2)}$$

Por lo tanto el ángulo γ se puede calcular:

Utilizando la regla del coseno en el triángulo $SG_1 I$

$$t_5^2 = t_1^2 + t_3^2 - 2t_1 t_3 \cos. \gamma$$

Por lo tanto t_5 se puede calcular:

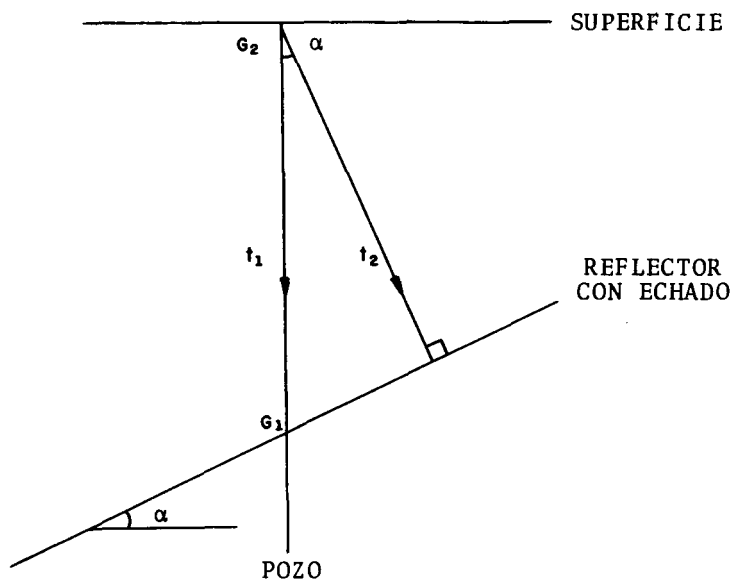
Usando la regla del seno en el triángulo $SG_1 I$

$$\frac{t_3}{\text{Sen } \alpha} = \frac{t_5}{\text{Sen } \gamma}$$

Por lo tanto el ángulo de echado, α , se puede calcular

METODO 2, Cálculo Rápido

Si un evento de reflexión con echado se puede seguir en los datos procesados del P.S.V. a partir de la curva de primeros arribos a una traza registrada en o cerca de la superficie, se puede hacer un cálculo rápido del echado.



G_1 Es la posición del sismodetector a un reflector

G_2 Es la posición del sismodetector en la superficie.

t_1 = Tiempo de ida y vuelta al primer arribo en G_1

t_2 = Tiempo de reflexión de ida y vuelta en G_2

α = Angulo de echado

Por lo tanto: $\cos \alpha = \frac{t_2}{t_1}$

$$\therefore \alpha = \cos^{-1} \frac{t_2}{t_1}$$

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Asociación Europea de Geofísicos de Exploración (EAEG) por la publicación de este artículo, así como a Seismograph Service Limited y a Compañía Mexicana de Exploraciones, S. A.

También se agradece la colaboración de los señores ingenieros - Héctor Palafox Rayón y Esteban Vega Santander por la revisión de la traducción y sus valiosos comentarios.

No podemos dejar de mencionar el invaluable trabajo del Departamento de Traducción de Cía. Mexicana de Exploraciones que hizo posible que este artículo estuviera al alcance de un mayor número de lectores; gracias pues, a las señoritas traductoras Marise la Mariana Peña Mejía, Concepción Navarro Xibillé y Ma. del Carmen Herrada, y a la señorita Guillermina Durán por su excelente trabajo de mecanografía.

Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, A. C.

APDO. POSTAL 53-077 TELS: 254-20-44 Y 250-26-11 EXTS. 2107, 2436. 2889 Y 533-26-98

MEXICO 17, D. F.

MESA DIRECTIVA

1980-1981

Presidente:

Ing. Luis Madrigal Ugalde

Vicepresidente:

Ing. Raymundo Acosta Ojinaga

Secretario:

Ing. Raymundo Aguilera Ibarra

Tesorero:

Ing. Miguel Barrientos Martínez

Editor:

Ing. Rogelio Aspíroz Aguilar

Presidentes de Secciones Locales:

Ing. Jorge Reyes Núñez

Coatzacoalcas, Ver.

Ing. Jerónimo Rivera Juárez

Reynosa, Tam.

Ing. Arturo Pérez Galicia

Tampico, Tam.

Ing. Ernesto Elorduy Téllez

Poza Rica

Ing. Ricardo Díaz Navarro

Vocal I.M.P.

Ing. Rodolfo Bárcenas Pérez

Córdoba, Ver.

Ing. Jorge Franco Páez

Vocal I.P.N.

Ing. Enrique del Valle Toledo

Vocal U.N.A.M.

A los integrantes de nuestra Asociación:

Se comunica a nuestros socios de las indemnizaciones otorgadas a la beneficiaria de nuestro compañero fallecido, ingeniero CESAR TOVAR DANIEL, de acuerdo a los términos del Seguro de Grupo, que esta Asociación tiene suscrito con la Compañía de Seguros La Nacional, así como por concepto de Ayuda Mutua.

Atentamente

EL EDITOR.

Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, A. C.

APDO. POSTAL 53-077 TELS: 254-20-44 Y 250-26-11 EXTS. 2107, 2436, 2889 Y 533-26-98

MEXICO 17, D. F.

MESA DIRECTIVA

1980-1981

Presidente:

Ing. Luis Madrigal Ugalde

Vicepresidente:

Ing. Raymundo Acosta Ojinaga

Secretario:

Ing. Raymundo Aguilera Ibarra

Tesorero:

Ing. Miguel Barrientos Martínez

Editor:

Ing. Rogelio Aspíroz Aguilar

Presidentes de Secciones Locales:

Ing. Jorge Reyes Núñez

Coatzacoalcas, Ver.

Ing. Miguel Angel Martínez Domingo

Reynosa, Tam.

Ing. Arturo Pérez Galicia

Tampico, Tam.

Ing. Ernesto Elorduy Téllez

Poza Rica

Ing. Ricardo Díaz Navarro

Vocal I.M.P.

Ing. Rodolfo Bárcenas Pérez

Córdoba, Ver.

Ing. Jorge Franco Páez

Vocal I.P.N.

Ing. Enrique del Valle Toledo

Vocal U.N.A.M.

México, D.F., julio 2 de 1981.

Recibí del Fondo de Ayuda Mutua de la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, A.C., la cantidad de - - \$25,000.00 (VEINTICINCO MIL PESOS) en mi calidad de beneficiaria del ingeniero CESAR TOVAR DANIEL, quien colaboró a la integración y mantenimiento del fondo citado.

Ma. del Carmen Calva de Tovar

SRA. MA. DEL CARMEN CALVA DE TOVAR

RAA'belc

Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, A. C.

APDO. POSTAL 53-077 TELS: 254-20-44 Y 250-26-11 EXTS. 2107, 2436, 2889 Y 533-26-90

MEXICO 17, D. F.

A C T A .

MESA DIRECTIVA

1980-1981

Presidente:

Ing. Luis Madrigal Ugalde

Vicepresidente:

Ing. Raymundo Acosta Ojinaga

Secretario:

Ing. Raymundo Aguilera Ibarra

Tesoroero:

Ing. Miguel Barrientos Martínez

Editor:

Ing. Rogelio Aspíroz Aguilar

Presidentes de Secciones Locales:

Ing. Jorge Reyes Núñez

Coahuila de Zaragoza, Ver.

Ing. Miguel Ángel Martínez Domingo

Reynosa, Tam.

Ing. Arturo Pérez Galicia

Tampico, Tam.

Ing. Ernesto Elorduy Téllez

Poza Rica

Ing. Ricardo Díaz Navarro

Vocal I.M.P.

Ing. Rodolfo Bárcenas Pérez

Córdoba, Ver.

Ing. Jorge Franco Páez

Vocal I.P.N.

Ing. Enrique del Valle Toledo

Vocal U.N.A.M.

A las 18 horas del día 29 de Julio de 1981, en el domicilio de la Sra. María del Carmen Calva de Tovar, sito en Luis Cabrera 61-A, Circuito Economistas, en Cd. Satélite, Estado de México, el señor Ingeniero Luis Madrigal Ugalde, Presidente de la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración, hace entrega del cheque No. - 19018 de Banca CREMI, S.A., por la cantidad de \$250,000.00 (DOSCIENTOS CINCUENTA MIL PESOS / CERO CENT.) a la propia señora Ma. del Carmen Calva de Tovar, designada única beneficiaria del señor Ing. César Tovar Daniel, en el Seguro de Vida de grupo que la Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración A.C., tiene contratado con La Nacional, Compañía de Seguros. Están presentes también en el acto el Sr. Leonardo Rodríguez Dávila, Representante de La Nacional y el Sr. Ing. Antonio Camargo Zanoguera. Firman la presente Acta los presentes.

Ma. del Carmen Calva
SRA. MA. DEL CARMEN CALVA

Luis Madrigal U.
ING. LUIS MADRIGAL U.

DE TOVAR

de Tovar

[Signature]
SR. LEONARDO RODRIGUEZ D.

[Signature]
ING. ANTONIO CAMARGO Z.

SOCIOS PATROCINADORES

PETROLEOS MEXICANOS

COMPañIA MEXICANA DE EXPLORACIONES, S.A.

C A A S A

D U P O N T

WESTERN GEOPHYSICAL

GEOPHYSICAL SERVICE DE MEXICO, S.A. DE C.V.

PETTY GEOPHYSICAL ENGINEERING DE MEXICO

Tres veces mejor.

Litton Resources Group (El Grupo de Recursos Litton) se halla compuesto de tres compañías bien conocidas en el terreno de la exploración geofísica.

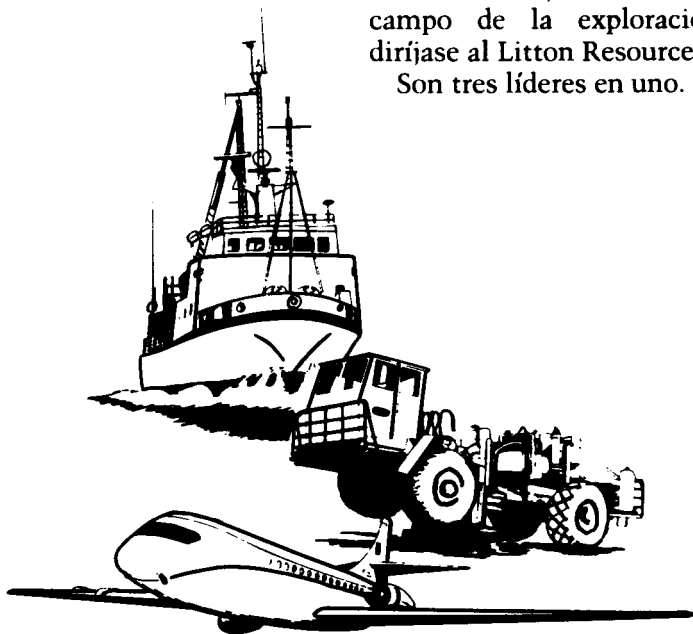
Western Geophysical es una de las líderes de la industria en servicios de exploración terrestre y marítima. Para ello utiliza métodos sísmicos gravitacionales y magnéticos, entre otros, para obtener en casi todas las regiones del mundo entero la información geofísica requerida.

Aero Service se distingue por la forma en que lleva a cabo toda clase de levantamientos aéreos y todo tipo de aerocartografía desde el radar de visión lateral hasta los métodos fotogramétricos y de espectro múltiple más modernos.

Litton Resources Systems es una líder en la manufactura de equipo electrónico y mecánico de exploración. Es la única compañía en el mundo entero que ha diseñado y construido una línea completa de equipo sísmico para uso en tierra y mar. LRS distribuye esta línea de equipo en todos los países del mundo.

Para el mejor servicio total en el campo de la exploración geofísica diríjase al Litton Resources Group.

Son tres líderes en uno.



LITTON RESOURCES GROUP

P.O. Box 2469, Houston, Texas 77001

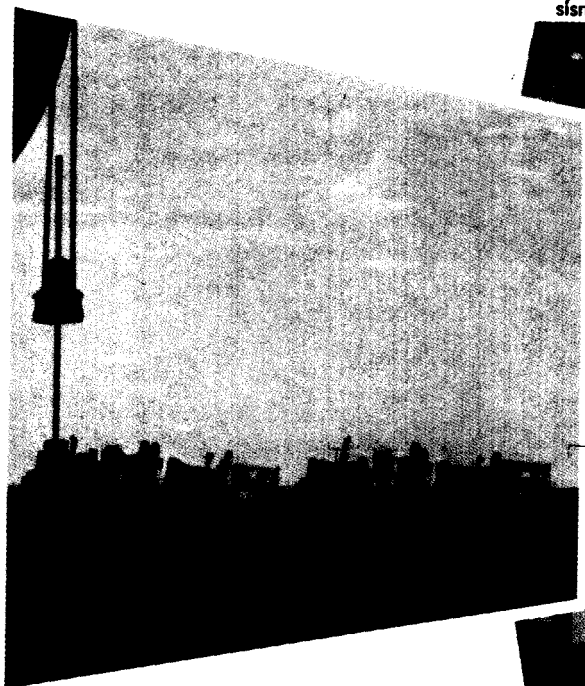


EN EL TRABAJO

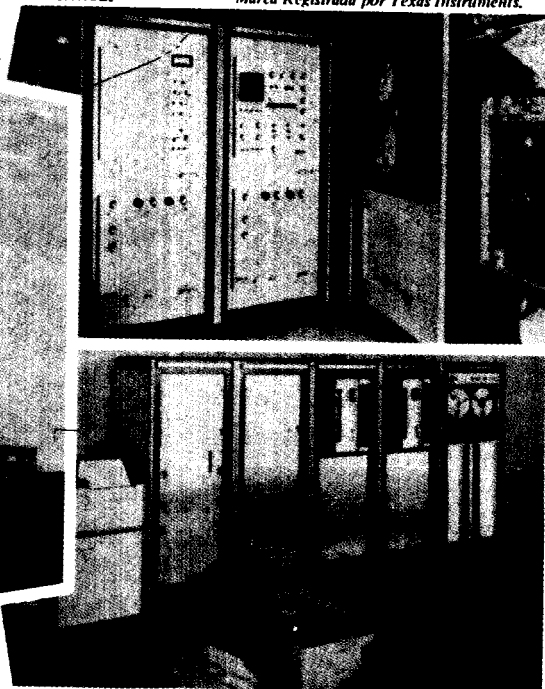
**. . . para ayudar a resolver sus
problemas en exploración sísmica**

Sistema de registrado digital (DFS-IV*) montado
en camión usado por GSI para reunir la información
sísmica.

**Marca Registrada por Texas Instruments.*



Los vibradores GSI combinan potencia
y frecuencia para proveer información
sísmica de alta relación señal-ruido.



Los programas de procesamiento de GSI
combinados con Texas Instruments
Multiple Applications Processor (TIMAP*)
producen información sísmica muy
efectiva en costo, rapidez y alta fidelidad.

Para mayores informes comuníquese a GSI de
Mexico, S. A. de C. V., Río Rhin No. 22 7o. piso
México 5, D. F. Teléfono 566-92-44.

GSI de MEXICO, S.A. de C.V.
SUBSIDIARIA DE
TEXAS INSTRUMENTS
INCORPORATED





Du Pont, S.A. de C.V.

Morelos N° 98-52 Piso

México 6, D.F. Tel. 546-90-20

DEPARTAMENTO DE EXPLOSIVOS

**Fábrica Ubicada en:
DINAMITA DURANGO**

**DINAMITAS
GEOMEX* 60% (Gelatina Sismográfica)
SUPER MEXAMON*
TOVEX* EXTRA
DETOMEX*
FULMINANTES
ESTOPINES ELECTRICOS
ESTOPINES SISMOGRAFICOS "SSS"**

ACCESORIOS DEL RAMO

OFICINAS EN: TORREON, COAH.
Edificio Banco de México Desp. 305 Tel. 2 09 55

REPRESENTANTE EN: GUADALAJARA, JAL
Juan Manuel No. 1184 Tels: 25 56 82 y 25 56 08

♦ MARCA REGISTRADA DE DU PONT