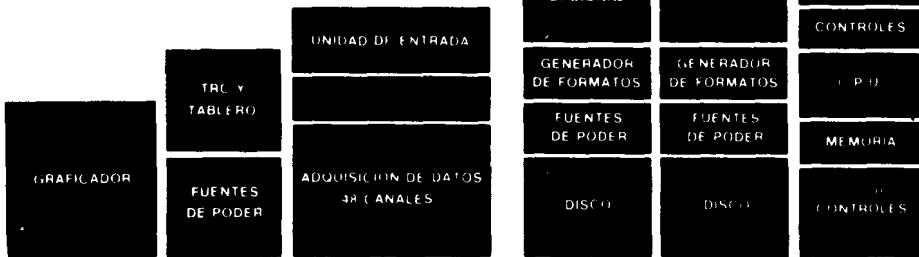


Una Nueva Dimensión Para Geofísica

GS-2000

Diseñado para ayudar al observador en la adquisicion de datos de alta calidad.

GS-2000 SISTEMA DE ADQUISICION DE DATOS ASESORADO POR COMPUTADORA



Mejores Datos a Costo más Bajo

GEO SPACE



P. O. Box 36374 Houston, Texas 77036
5803 Glenmont Telephone 713/666-1611
Cable: GEOSPA Telex: 762-903

ONE OF THE COMPANIES
APPLIED MAGNETICS CORPORATION



**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. 528-83-90 514-44-02

COMPAÑIA MEXICANA AEROFOTO, S. A.



ESPECIALIDADES

Cartografía
Catastro urbano y rural.
Cálculo electrónico.
Diseño fotogramétrico electrónico de obras de ingeniería.
Estudios preliminares
Fotointerpretación
Fotografía aérea, panorámica, infrarroja y a color.
Fotografía comercial aérea
Fotomurales
Levantamientos fotogramétricos
Localización de obras
Mosaicos fotográficos
Programación electrónica.
Topografía

132 empleados especializados.

EQUIPO

- | | |
|---|---|
| 1 Avion Queen Air A-80 Mat. XB-XAK | 4 Cámaras de Reproducción |
| 1 Avion Riley Rocket, Mat. XB-SAR | 3 Unidades de Telurómetro MRA-3 |
| 1 Avion Beach Craft Mat. XB-VIG | 4 Teodolitos Wild T-2 |
| 2 Aviones Piper Aztec Mat. XB-MOI y NOO | 2 Niveles automáticos Wild NAK-2 |
| 1 Avion Cessna 185 Mat. XB-TIS | 4 Camionetas doble tracción |
| Unidad Central de Proceso IBM. 1131 | 2 Autogratas Wild A-7 con Registradora de coordenadas |
| Lectora-perforadora de tarjetas IBM. 1442 | 1 Estero cartógrafo Wild A-8 |
| Unidad Impresora IBM. 1132 | 1 Autograt. Wild A-9 |
| 1 Camara Fotogramétrica Zeiss MRK-A | 4 Aviogratos Wild B-8 |
| 1 Camara Fotogramétrica Wild RC-8 | 1 Baliplex 780, de 7 proyectores |
| 1 Camara Fotogramétrica Wild RC-5 | 2 Kelsh K-5, de 4 proyectores c.u. |
| 3 Camaras Fairchild | 3 Kelsh K-1, de 2 proyectores c.u. |
| 4 Camaras para fotografía oblicua | 1 Multiplex de 8 proyectores c.u. |
| 5 Camaras Recibidoras | |

DIRECCION

Av. Obregón Mundial Num. 338 esq. con Peralvillo,
Teléfonos 43-38-32 con tres líneas directas y 19-87-45
Cable AEROFOTO, MEXICO MEXICO 12, D. F.
Servicios Aéreos Ave. Santos Dumont Num. 212.

Schlumberger

SCHLUMBERGER SURENCO, S. A.

AGENCIA EN MEXICO

Av. Morelos 98, Desp. 306

Tel. 566-81-22

MEXICO 6, D. F.

GEOFISICOS CONSULTORES PARA
PETROLEOS MEXICANOS



*Seismograph Service Corporation
of Mexico*

AVE. JUAREZ 95 - 207 • MEXICO I, D.F.
TELEFONOS : 18-27-25 • 18-56-33

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

Carlos Alemán A.

EXPLORACION

y

PERFORACION

Iturbide No. 36 Desp. 201. Tel. 10-15-64

MEXICO 1, D. F.

BOLETIN

de la

Asociación Mexicana de Geofísicos de Exploración

S U M A R I O

INCREMENTO DE LA RELACION SEÑAL A RUIDO MEDIANTE LA IDEA DEL ENFASIS.

Por: Fís. Antonio Roldán González
M. en C. Ricardo Díaz Navarro
Ing. Eduardo Pérez Zendejas

METODO PARA DETERMINAR VELOCIDADES

Por: James M. Horsby

ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

MESA DIRECTIVA PARA EL PERIODO 1971-1973

Presidente: Ing. Antonio C. Limón
Vicepresidente: Ing. Santiago Gutierrez
Secretario: Ing. David Juárez T.
Tesorero: Ing. Patricio Díaz Frías
Editor: Ing. Antonio Roldán G.
Vocales: Ing. Raymundo Aguilera
 Ing. Luis Madrigal
 Ing. Rafael Chávez Bravo
 Ing. Felipe Neri España

Presidente saliente: Ing. Armando Eguía Huerta

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 de la A M G E	\$ 200.00
Subscripción anual (no socios)	\$ 250.00
Números sueltos	\$ 75.00

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

ING. ANTONIO ROLDAN G.
Apdo. Postal 53-077
México 17, D. F.

Imprenta LIOSARDEZ
Puente de la Morena 18-B
México 18, D. F.
Tel. 515-69-31

INCREMENTO DE LA RELACION SEÑAL A RUIDO MEDIANTE LA IDEA DEL ENFASIS *

Por: Fís. Antonio Roldán González **
Ricardo Díaz Navarro, M. en C. **
Ing. Eduardo Pérez Zendejas **

INTRODUCCION

Existen varios procedimientos para enfatizar señales mezcladas con ruido al azar, entre las cuales puede mencionarse el apilamiento de las trazas de punto de reflejo común, y en general todos los procesos de mezcla de trazas.

El método que se presenta en este trabajo tiene la ventaja, sobre los anteriores, de que se conserva la forma básica del espectro de amplitudes de la señal de entrada, notándose únicamente cambios en la amplitud relativa de algunas componentes del espectro.

PROCESO

El proceso que se propone se muestra gráficamente en la Figura 1.

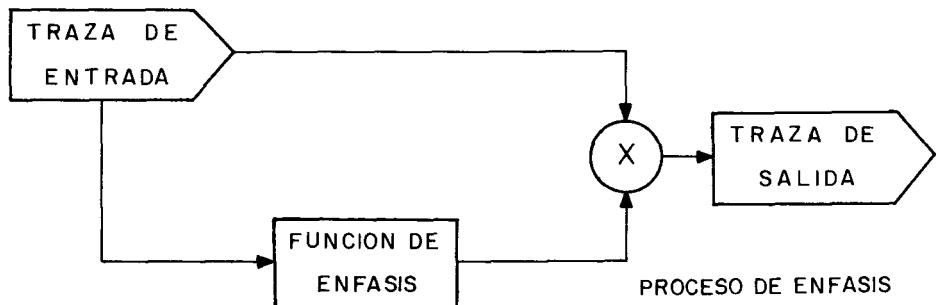


Figura 1.

* Este trabajo fue presentado en la 43a. Convención de S.E.G. y 5a. de A.M.G.E., en la ciudad de México, D.F., octubre de 1973.

** Centro de Procesamiento Geofísico. Instituto Mexicano del Petróleo.-

La función de Enfasis se determina de cada traza sísmica y se aplica a la misma traza de la que fue obtenida.

En la Figura 2 se muestra la determinación de la función de Enfasis y su aplicación a información sintética. Para obtener la función de Enfasis se procede de la manera siguiente:

- 1.- Se toma el valor absoluto de la traza a procesar.
- 2.- Se unen todos los máximos con una curva suave y continua, la cual es la función de Enfasis ideal para el proceso.

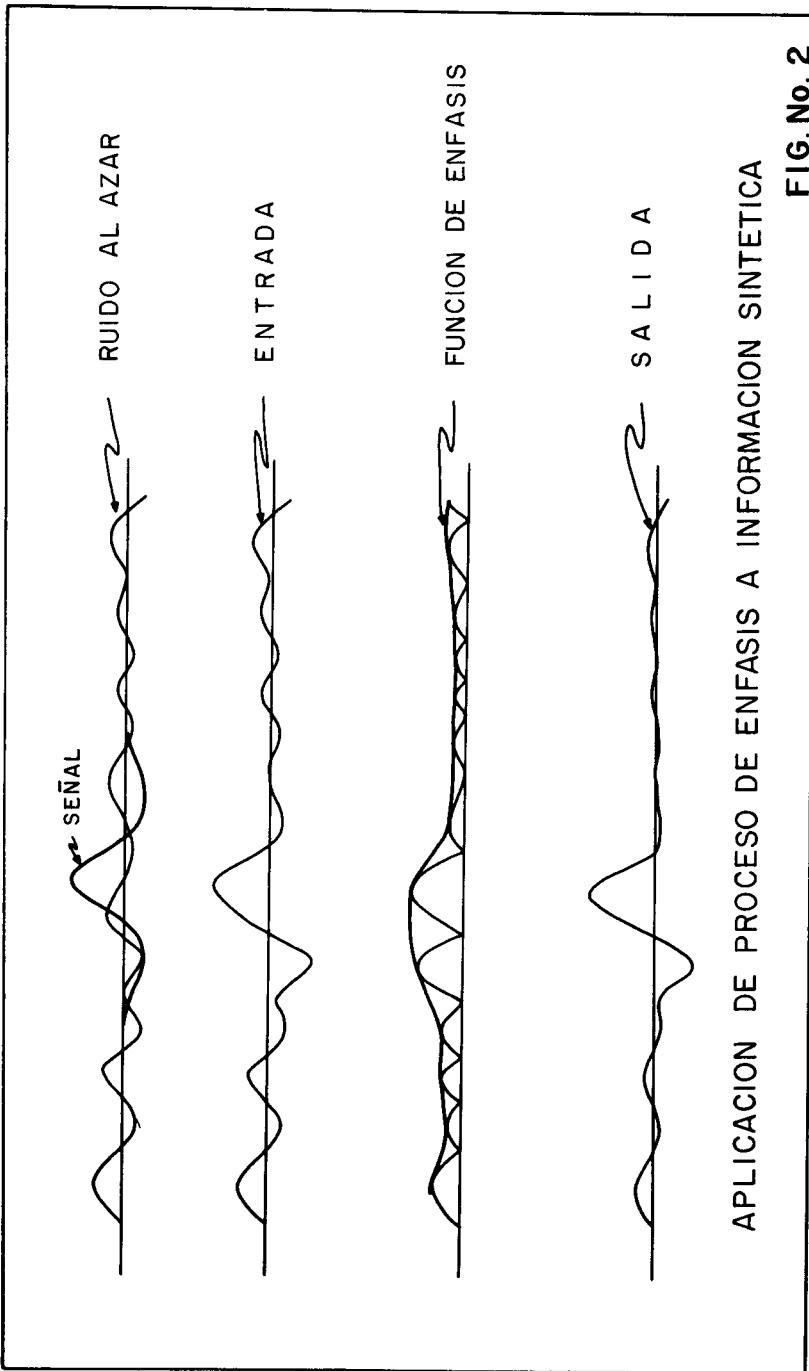
La traza enfatizada se obtiene multiplicando la función de Enfasis por la traza original. El proceso no es lineal, ya que el principio de superposición de los sistemas lineales no es aplicable en este caso.

De la Figura 2 puede observarse que los valores que sobresalen de un nivel medio serán enfatizados más fuertemente que los restantes. Los ceros de la traza original se respetan quedando, por consiguiente, - sin modificarse la frecuencia aparente de la traza enfatizada.

En las Figuras 3 y 4 se muestran las funciones de autocorrelación y los espectros de potencia de una traza apilada, antes y después del proceso Enfasis.

La función de autocorrelación tiene valores menores en las oscilaciones laterales de la traza enfatizada; esto se debe a que el proceso produce un cierto efecto de contracción en la señal sísmica, que se debe a la modificación de sus amplitudes. Este resultado se puede interpretar como una contracción, que no es en el sentido de la de Wiener, ya que ésta actúa en una onda sísmica completa. Este proceso tiende a contraer cualquier cresta o valle, de acuerdo con los valores de la función de Enfasis.

Como puede verse, no se obtiene un cambio apreciable en la banda del espectro de amplitudes, a excepción de que el proceso introduce pequeñas componentes de alta frecuencia, y sólo se nota la adición de - componente de alta frecuencia y pequeña amplitud, que son producidas - por la distorsión que sufre la señal sísmica de la traza original.



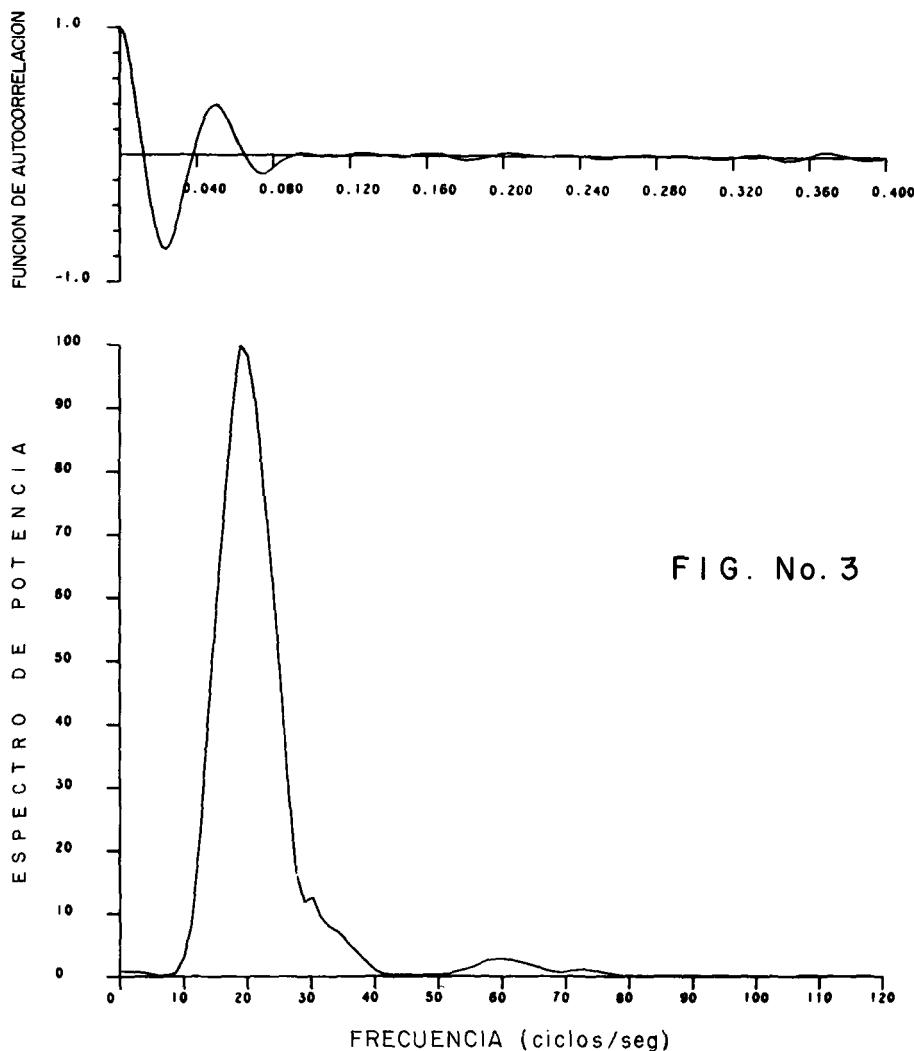


FIG. No. 3

FUNCION DE AUTOCORRELACION Y ESPECTRO DE POTENCIA DE UNA TRAZA APILADA DESPUES DE APLICAR EL PROCESO DE ENFASIS.

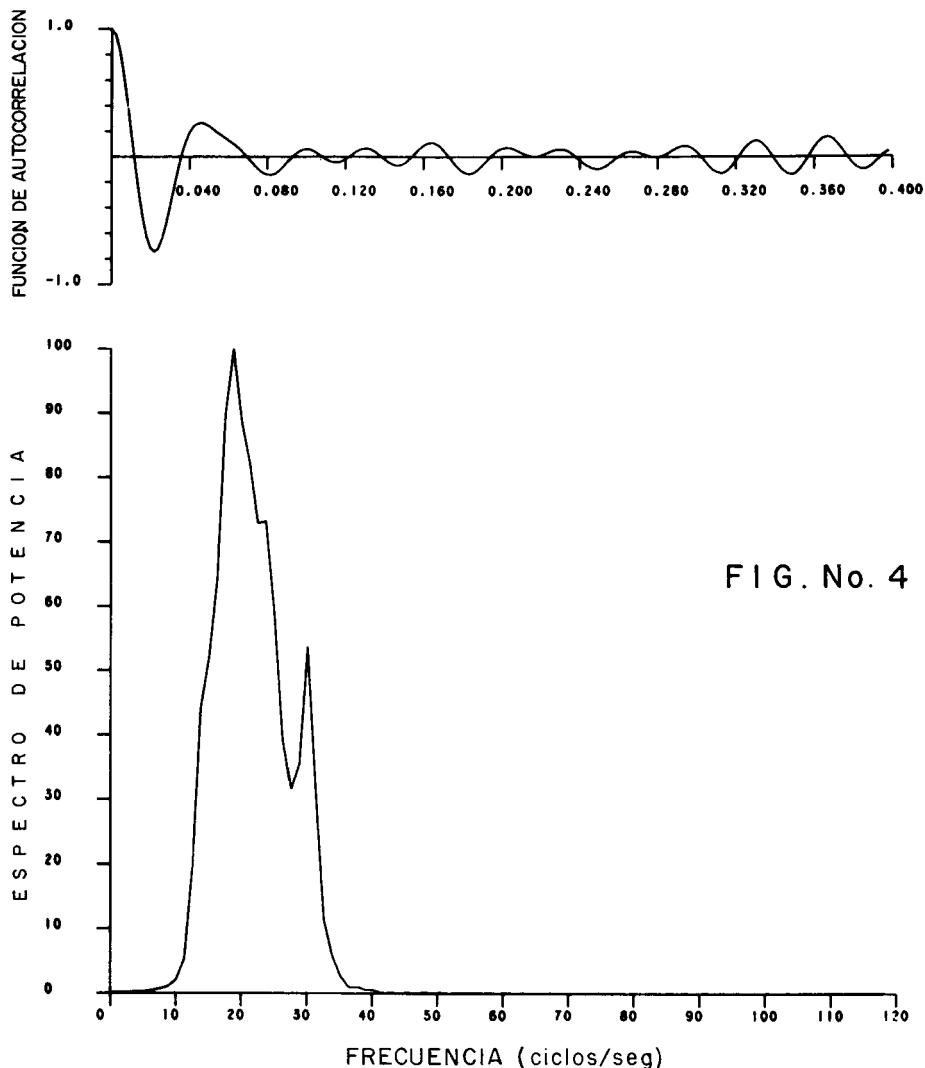


FIG. No. 4

FUNCION DE AUTOCORRELACION Y ESPECTRO DE POTENCIA DE UNA TRAZA APILADA ANTES DE APLICAR EL PROCESO DE ENFASIS.

6. ASOCIACION MEXICANA DE GEOFISICOS DE EXPLORACION

En la Figura 5 tenemos una sección apilada convencional, y en las Figuras 6 y 7 la sección correspondiente a la que se le aplicó el proceso Enfasis, antes y después del apilamiento.

En estas dos últimas secciones se mejora notablemente la relación señal a ruido. Ambas secciones contienen la misma información.

Siendo el Enfasis un proceso no lineal, se procedió a comprobar si no existe interferencia de este proceso con los procesos lineales convencionales usados en el procesamiento de datos.

Se demostró que no existe esa interferencia, probando el proceso a partir de la información de campo editada, después de la deconvolución y después del apilamiento.

La Figura 8 muestra una sección apilada convencional, y en las Figuras 9 y 10 se muestran dos secciones en las que no se encontraron diferencias notorias en la aplicación del proceso Enfasis en dos etapas - distintas del procesamiento de dicha sección.

En la primera se aplicó el proceso de Enfasis después de la información de campo editada, y en la segunda, después de la deconvolución. En ambas secciones se aplicó el proceso antes del apilamiento.

CONCLUSIONES

Este proceso es de refinamiento y sólo podrá usarse en donde la relación señal a ruido es, al menos, un poco mayor que la unidad. También puede usarse para obtener mejores funciones de autocorrelación en el diseño de operadores de deconvolución, y mejores velocidades de apilamiento en los análisis automáticos de velocidad.

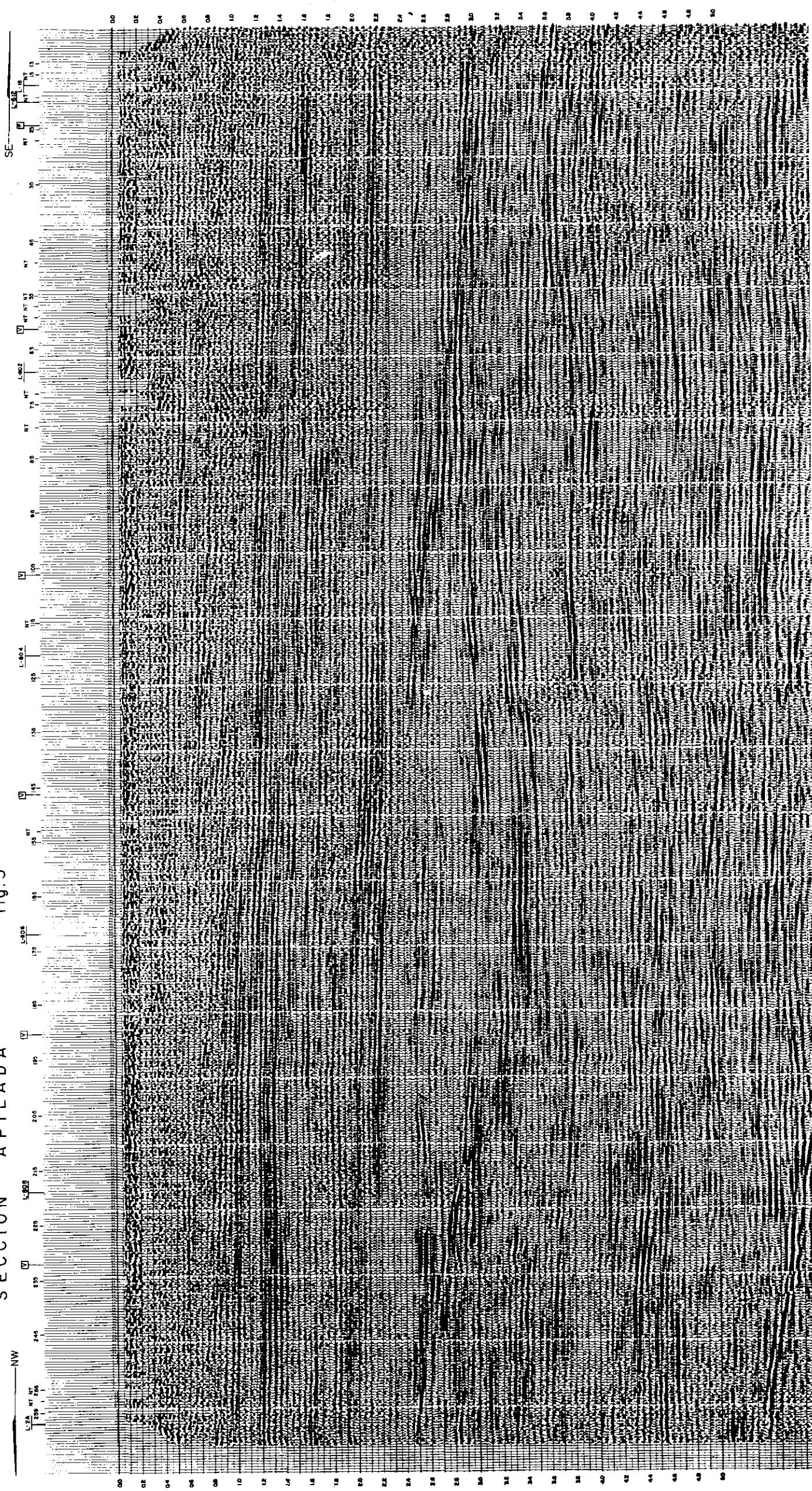
REFERENCIAS

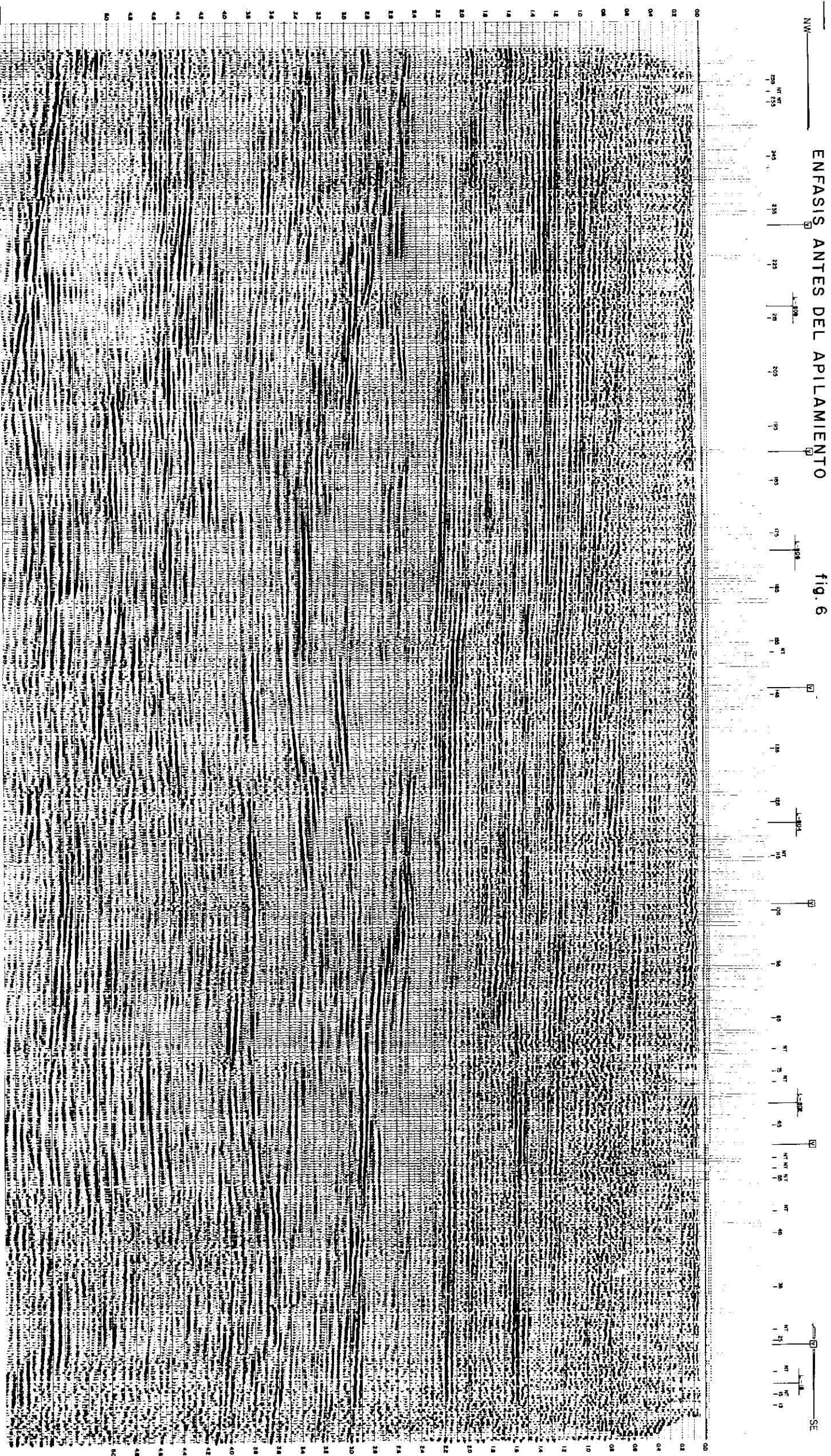
Conferencias impartidas por el Dr. Manuel Cerrillo Valdivia al personal de Investigación del Centro de Procesamiento Geofísico en el Instituto Mexicano del Petróleo. 1973.

Este trabajo y sus aplicaciones correspondientes son propiedad del Instituto Mexicano del Petróleo, quedando, por consiguiente, prohibida su reproducción parcial o total, así como su uso indebido.

SECCION APIADA

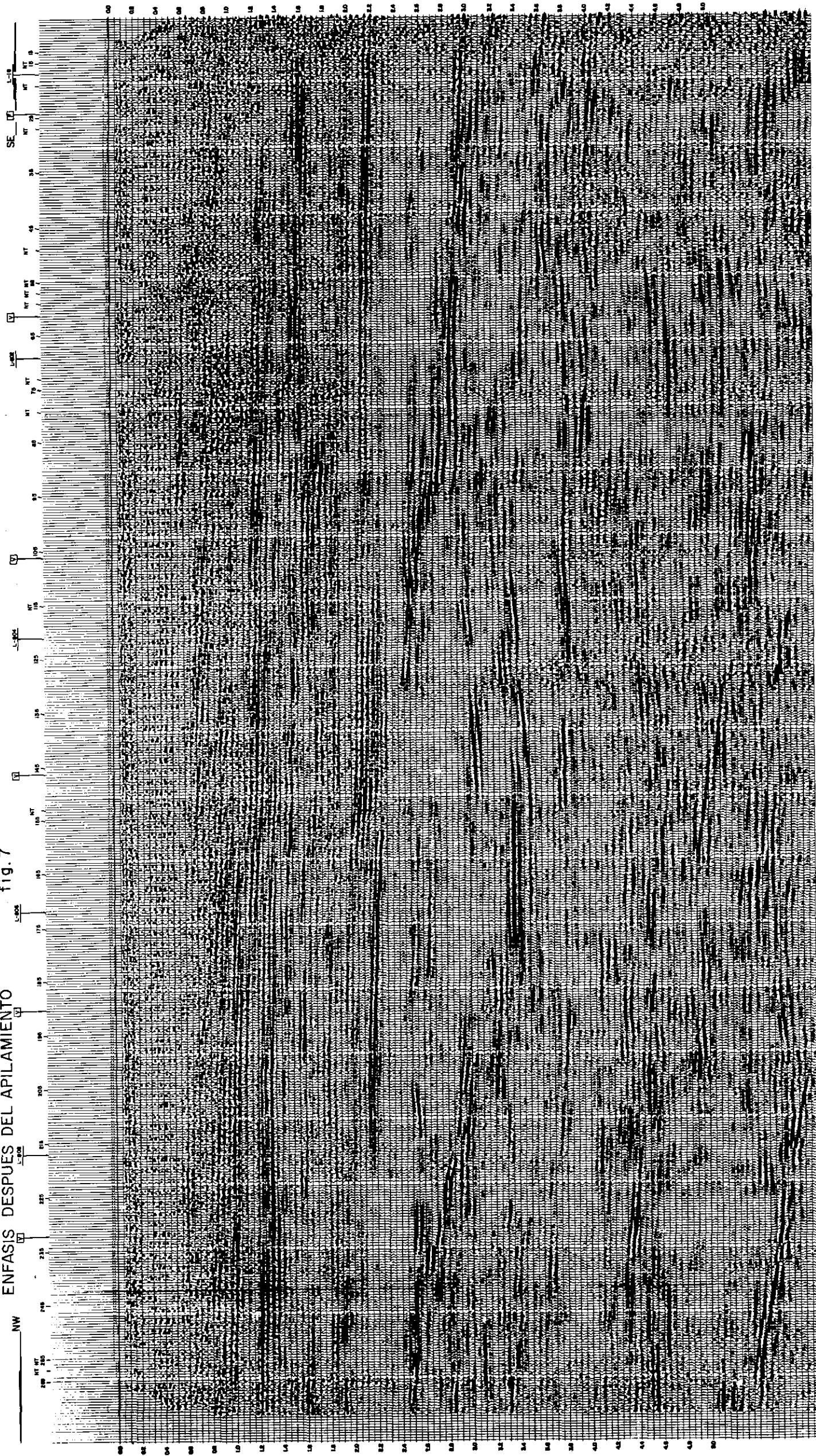
5
B.
4





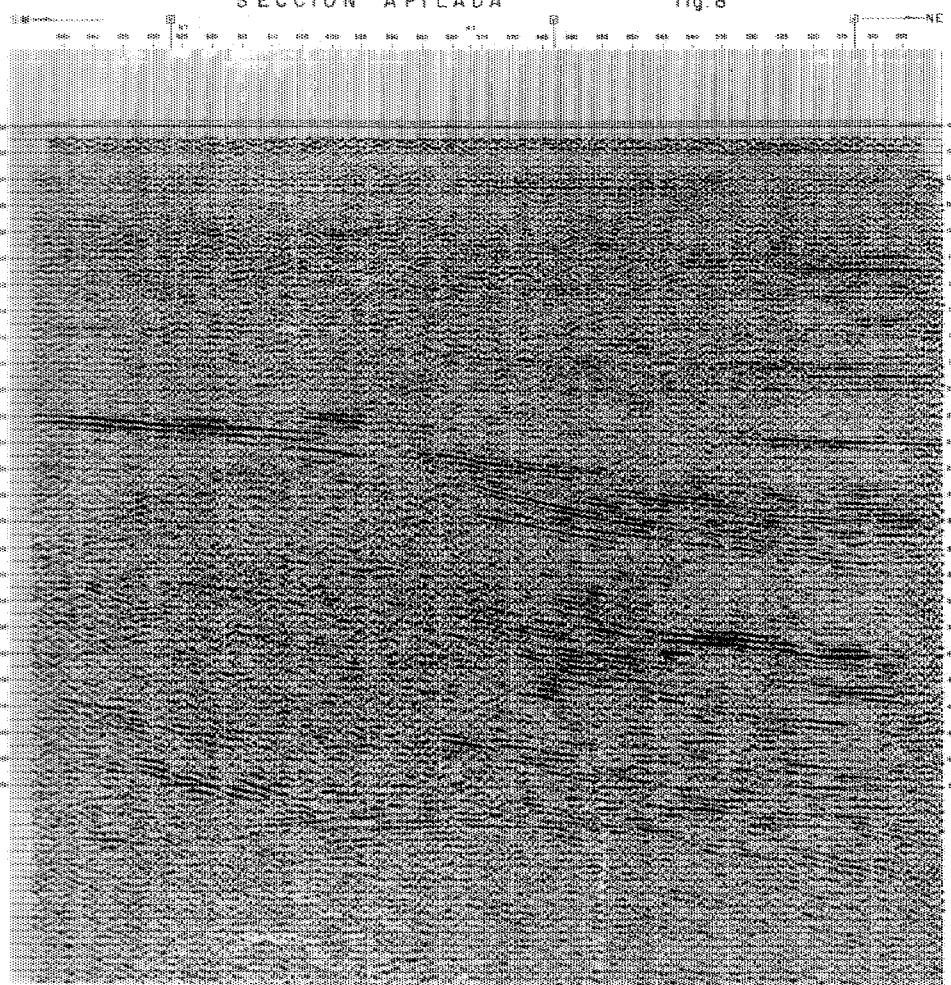
ENFASIS DESPUES DEL APILAMIENTO

Fig. 7



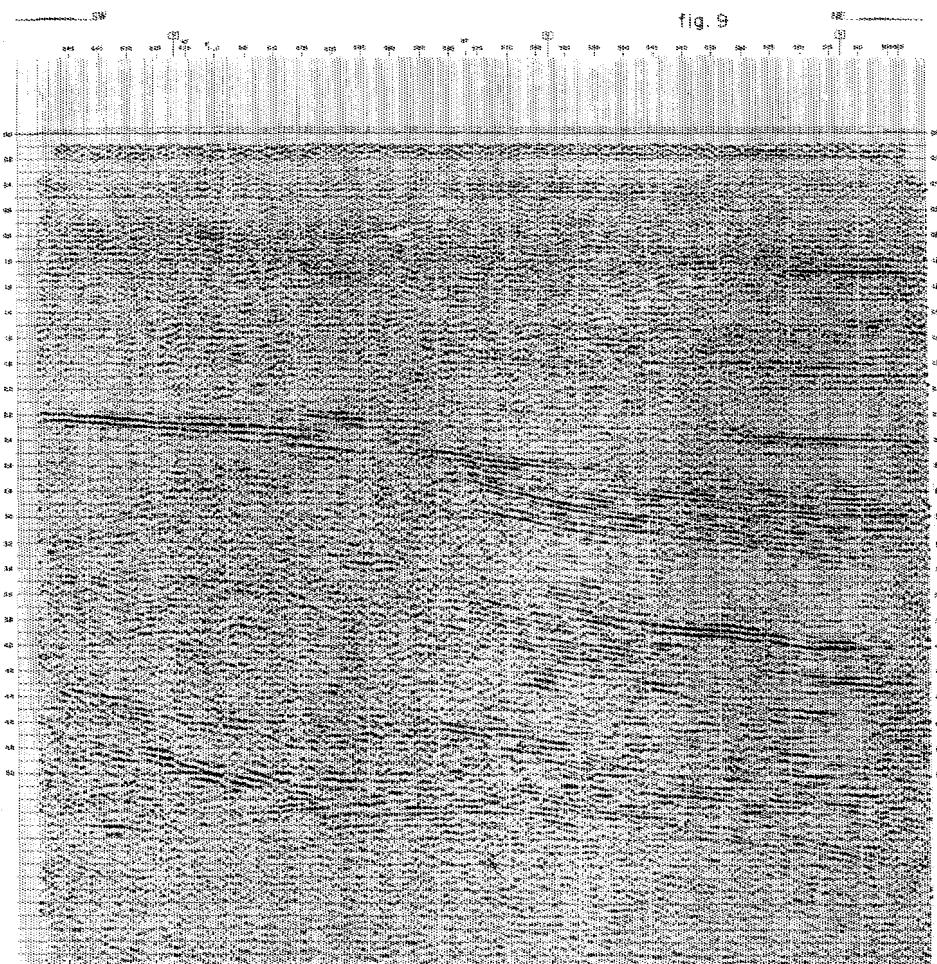
SECCION APIADA

fig. 8



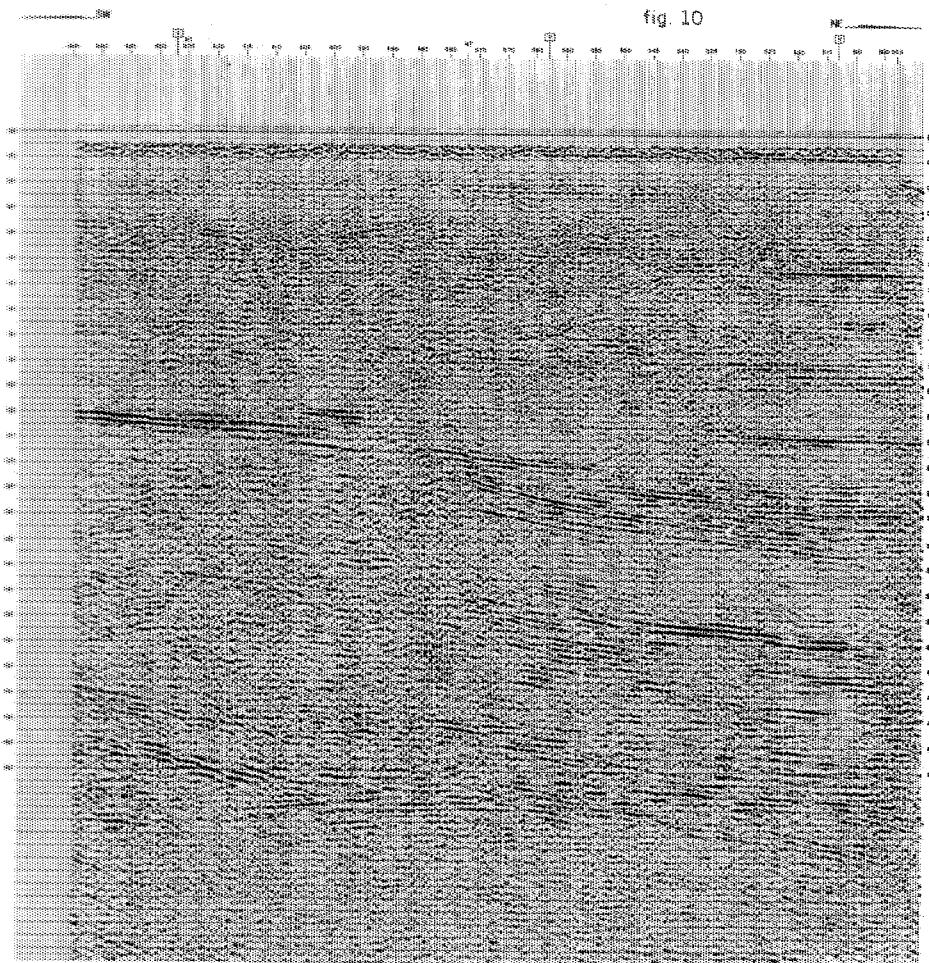
ENFASIS APLICADO A UNA SECCION EDITADA

fig. 9



ENFASIS DESPUES DE LA DECONVOLUCION Y ANTES DEL APILAMIENTO.

fig. 10



UN METODO PARA DETERMINAR VELOCIDADES A PARTIR DE INFORMACION DE PUNTO DE REFLEJO COMUN

Por: Jim. M. Hornsby *
(Traducido por Guadalupe Pérez Ruiz)**

I.- INTRODUCCION

A.- Notas Históricas.

El problema de la determinación de la velocidad de propagación de un disturbio sísmico es fundamental en sismología, tanto de exploración como de terremotos. Su solución ha ido evolucionando colateralmente con los avances de los métodos geofísicos, pero las consideraciones usadas en la simplificación de estos esfuerzos, hacen que los resultados no sean más que aproximaciones. Sin embargo, debido a que estas aproximaciones continuamente mejoran con el transcurso de los años, y a que las mediciones con que se cuenta son únicamente tiempos a distancias conocidas de la fuente que produce el disturbio sísmico, es notable el grado de aproximación que se obtiene actualmente.

En este trabajo nos interesa solamente aquella parte del problema relacionado con los métodos de reflexión usados en sismología de exploración. El contenido se irá reduciendo hasta considerar únicamente los métodos de punto de reflejo común. Se hace esta restricción debido a que el trabajo de punto de reflejo común y las técnicas digitales, son los nuevos elementos que nos han colocado en el lugar que actualmente ha alcanzado el problema de la determinación de las velocidades, en comparación con los métodos usados hace una década.

Al realizarse cubrimiento múltiple del subsuelo, es necesario aplicar correcciones dinámicas más exactas. Afortunadamente, la capacidad del geofísico para dar esa información se incrementó con los tendidos largos que el método requiere, y que hicieron necesarios procedimientos especiales de campo para la recopilación de los datos de velocidad.

* Western Geophysical Company. Houston, Texas.

** Centro de Procesamiento Geofísico. Instituto Mexicano del Petróleo.

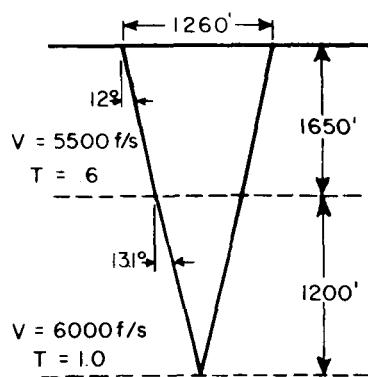
B.- Panorama de la Solución

Al contar con información de tendidos largos y gran abundancia de datos, se puede aplicar la estadística matemática en la solución de las ecuaciones clásicas para el cálculo de la velocidad, y se obtienen resultados bastante aproximados a la realidad.

Primero revisaremos las suposiciones en que se basa el método del presente trabajo, que es uno de los representativos actualmente.

La computadora digital puede calcular la trayectoria de un punto a otro en un medio de velocidad conocida. Pero el problema de pasar por medio de trayectorias curvas de un punto caracterizado por una coordenada tiempo-distancia a otro de velocidad desconocida es difícil y se corre el riesgo de que el error acumulado sea grande. En consecuencia, consideraremos trayectorias rectilíneas y a las velocidades resultantes se les hará una corrección que tome en cuenta la curvatura de la trayectoria. Para este fin se usa comúnmente la corrección de Dix (+), y aunque no es completamente satisfactoria, nunca da una sobre corrección. Es decir, esta velocidad siempre cae entre la velocidad verdadera y la velocidad calculada usando trayectorias rectilíneas. Es razonable considerar que las diferencias entre la velocidad verdadera y la velocidad corregida son pequeñas y pueden ser estimadas.

En la Figura 1 se muestra un ejemplo en donde se calculan las tres velocidades mencionadas anteriormente para el caso simple de dos capas. En este ejemplo suponemos que se conoce completamente la distribución de las velocidades y se ve que para un contraste de velocidad de 500 pies/segundo la magnitud del error es pequeña, si se consideran trayectorias rectilíneas. Este error, aunque pequeño, puede causar dificultades serias debido a la aceleración.



TIME	STRAIGHT RAY \bar{V}	DIX V_i	DIX \bar{V}	TRUE \bar{V}
.6	5500	5500	5500	5500
1.0	5705.5	6000.6	5700.2	5700

Figura 1

En la Figura 2 se muestran los resultados de un programa de computadora sobre datos de velocidad promedio obtenidos de una determinación típica del Golfo de México. Se trata de una sección con velocidad relativamente baja, por lo que se esperan pequeñas discrepancias entre las velocidades calculadas y las velocidades verdaderas.

WESTERN GEOPHYSICAL COMPANY VELOCITY ANALYSIS

TABLE COMPUTED USING VEL ANALYSIS ON WESTERN LINE TA-126 OFF TEXAS SP 660

TWO WAY TIME	AVERAGE VELOCITY	DEPTH	INTERVAL DEPTH	INTERVAL VELOCITY	DIA CORRECTION		DEPTH	AVERAGE VELOCITY
					INTERVAL VELOCITY	INTERVAL DEPTH		
0.200	5075.	507.	507.	5075.	5075.	507.	507.	5075.
0.300	5248.	787.	280.	5594.	5578.	279.	786.	5243.
0.400	5379.	1076.	289.	5772.	5754.	288.	1074.	5371.
0.500	5534.	1363.	308.	6154.	6115.	306.	1360.	5519.
0.600	5673.	1702.	340.	6407.	6720.	336.	1694.	5651.
0.700	5815.	2042.	351.	7067.	6972.	349.	2042.	5806.
0.800	5989.	2396.	362.	7231.	7136.	357.	2381.	5952.
0.900	6127.	2757.	378.	7567.	7441.	372.	2738.	6084.
1.000	6271.	3115.	369.	7342.	7106.	365.	3110.	6220.
1.100	6312.	3505.	402.	8040.	7880.	394.	3675.	6318.
1.200	6511.	3907.	378.	7564.	7496.	375.	3869.	6448.
1.300	6592.	4285.	404.	8090.	7960.	398.	4244.	6529.
1.400	6649.	4684.	804.	8043.	7944.	794.	4642.	6631.
1.600	6867.	5494.	818.	8181.	8087.	804.	5436.	6795.
1.800	7013.	6112.	836.	8361.	8264.	826.	6245.	6939.
2.000	7148.	7148.	841.	8413.	8326.	833.	7071.	7071.
2.200	7261.	7989.	899.	8991.	8837.	884.	7904.	7185.
2.400	7407.	8888.	1328.	8856.	8750.	1312.	8788.	7323.
2.700	7568.	10217.	1366.	9108.	8990.	1349.	10100.	7482.
3.000	7722.	11583.	2280.	9122.	9029.	2257.	11449.	7632.
3.500	7922.	13863.	2458.	9834.	9670.	2417.	13706.	7832.
4.000	8161.	16322.	5055.	10111.	9959.	4980.	16124.	8062.
5.000	8551.	21377.	5595.	11191.	10928.	5464.	21103.	8441.
6.000	8991.	26973.					26567.	8856.

Figura 2

Debido a que se trabaja con diferencias de tiempo entre las diferentes trazas, cualquier método debe incluir una compensación para el echado. Existen varias posibilidades para llevar a cabo esta compensación, aunque para echados grandes (en exceso de 30°), cualquier esfuerzo de compensación es inútil. El método del presente trabajo compensa el efecto del echado agrupando las trazas en familias de punto de reflejo común. Esta suposición equivale a decir que aunque el echado está presente, no hay cambios laterales en la velocidad del subsuelo considerado en el análisis.

II.- DESCRIPCION DEL METODO

A.- Definición de Términos

Tal como se mencionó en la introducción, tanto la motivación como los medios para el análisis de velocidad se derivan del método sísmico del PRC. Podemos esperar que una determinación digna de confianza necesita tanto de la geometría del tendido, como del reforzamiento estadístico del mismo, el cual es proporcionado por el método PRC. Con el objeto de asegurar que los términos sean claros, en la Figura 3 se ilustra la relación entre los seis elementos de una familia, usando 24 trazas de 11 puntos de tiro consecutivos. Llamaremos una "familia PRC" a cualquier columna de la organización de trazas mostradas en la figura. De este modo, la primera familia de PRC con seis elementos, es la que empieza con la traza 21 del punto de tiro 1, y se necesitarán 11 puntos de tiro más para producir 24 de estas familias PRC.

CDP	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
S.P	1	21	22	23	24
2	17	18	19	20	21	22	23	24	
3	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
4	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	
5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	.	.	.	
6	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
7	.	.	.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
8	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	.	.	.	
9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	.	.	
10	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	.	
11	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	

Figura 3

Con objeto de eliminar, o por lo menos reducir al mínimo el efecto del buzamiento, efectuaremos el análisis de velocidad usando diferencias de sobretiempo normal entre las trazas de la familia PRC. Dentro de la familia el método depende de las correlaciones mutuas entre todas las posibles combinaciones de dos trazas. Como vía de ilustración, supongamos que los dos eventos en cada una de las trazas de la Figura 5 son el resultado de la situación que se muestra en la Figura 4.

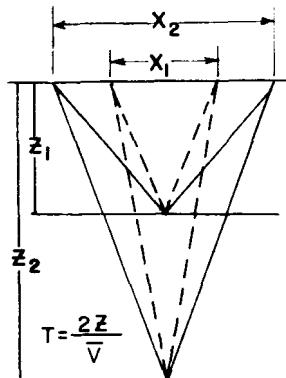


Figura 4

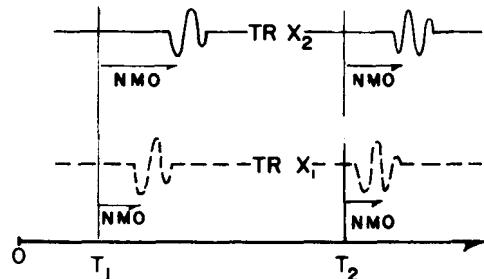


Figura 5

Supongamos que $\text{TR}X_1$ y $\text{TR}X_2$ son trazas del PRC a distancias X_1 y X_2 de su correspondiente punto de tiro, en donde se reciben reflexiones a una profundidad Z_1 con una velocidad promedio V_1 , y a una profundidad Z_2 con una velocidad promedio V_2 . Entonces, estas dos reflexiones aparecerán en las dos trazas, como se muestra en la Figura 5. Generalmente se desconoce la información proporcionada en la Figura 4, excepto por las distancias X_1 y X_2 , y nuestro problema consistirá en deducir o calcular el corrimiento en tiempo indicado en la Figura 5.

La ecuación de sobretiempo normal (Normal Move Out) para una trayectoria recta es:

$$\text{NMO} = \sqrt{T^2 + \left(\frac{X}{V}\right)^2} - T \quad (1)$$

en donde T es el tiempo de reflexión vertical.

Figura 4

El método que se usa consiste en que si se da un conjunto de estimaciones de las velocidades desconocidas, y con cada una de ellas se calcula el sobretiempo normal usando la ecuación (1), y concordantemente se ajustan las trazas, podremos decir por inspección visual si nuestras suposiciones fueron correctas o no, en la inteligencia de que la evaluación anterior deberá hacerse para cada reflexión. Esto es, si encontramos la velocidad que "organice" los primeros eventos en la traza, la anotamos, pero seguiremos experimentando hasta encontrar otra velocidad que organice los segundos eventos, sin eliminar la posibilidad de que estas dos velocidades sean las mismas.

B.- Estadística para Medir Alineamientos.

La sugerencia anterior de que los alineamientos producidos por los sobretiempos normales de una velocidad particular puedan medirse - por inspección, es sólo para establecer el concepto. La tarea de examinar muchas relaciones entre trazas va más allá de las posibilidades normales, y es difícil que el humano sea lo suficientemente discriminatario. Al hacerlo así, en primer término tomaremos nota del hecho de que estamos trabajando datos sísmicos en forma digital. Por ejemplo, las trazas ilustradas en la Figura 5 deben interpretarse como un conjunto de valores discretos, en lugar de una curva continua.

En la Figura 6 suponemos que se tienen dos trazas en forma digital y deseamos examinarlas por correlación en los intervalos en tiempo de interés. Es claro que las dos trazas están bien alineadas, esto es, - "correlacionadas" en las zonas de tiempo 1, 2 y 3, y que la correlación entre ellas no es muy buena en cualquier otra parte. Ahora proponemos que esas relaciones sean expresadas con la estadística S_i

$$S_i = \sum_i TR_1 \times TR_2$$

donde i es el índice para el intervalo, y la notación \sum_i significa que la suma se efectúa sobre los pares de puntos dentro del intervalo. Tomemos intuitivamente a estas correlaciones mutuas como el primer candidato para una medida de correlación. Estas serán positivas cuando los números que intervienen son del mismo signo. Los eventos "fuertes" producirán - productos mayores que los débiles. Desde luego que al relacionar una - "cresta" con un "valle" se producirán productos negativos, pero se puede esperar que éstos sean cancelados por valores aleatorios positivos después de realizar el promedio en una zona pequeña. En cualquier evento el problema de determinar cuál zona en tiempo contiene eventos correla-

cionados, es esencialmente el de buscar los valores positivos más grandes de S_i .

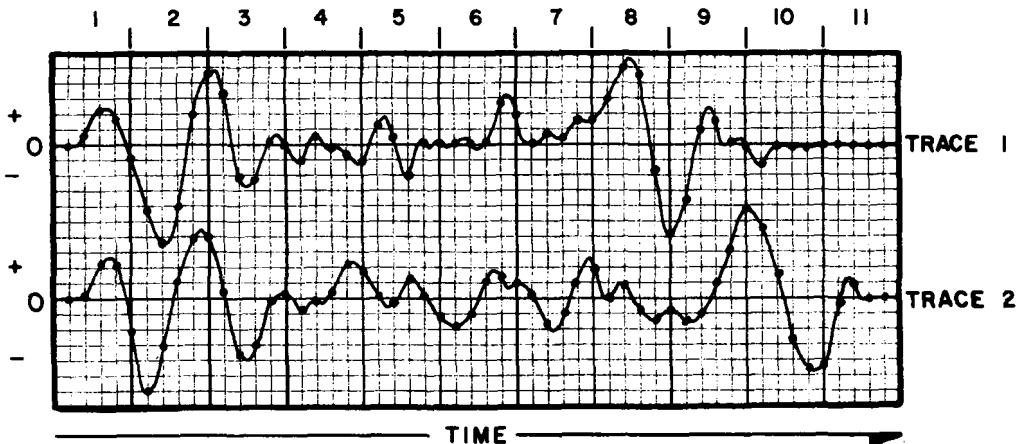


Figura 6

C.- El Método

Con el concepto estadístico de la multiplicación mutua S_i como medida del alineamiento, estamos en posibilidad de sugerir un simple esquema para examinar el rango de velocidades consideradas. Supongamos que \bar{V}_1 es la velocidad promedio menor que esperamos tener, y deseamos verificar la presencia de esta velocidad y todas las velocidades promedio comprendidas entre \bar{V}_1 y \bar{V}_n en incrementos de $\Delta \bar{V}$. Como se dijo antes, se supone que los datos de la familia PRC están ya en una forma tal que son fácilmente accesibles al sistema de cómputo. Al problema de si \bar{V}_1 ó cualquier otra velocidad \bar{V}_r está presente, demanda fijar intervalos de tiempo y examinarlos. Así consideraremos que la corrección por sobretiempo normal se aplica en toda la longitud de cada traza de la familia PRC, usando una velocidad constante \bar{V}_1 . Entonces dividimos la escala de tiempo fijada en intervalos escogidos, lo suficientemente pequeños para obtener la mejor resolución. Esta situación se indica esquemáticamente en la Figura 7, en la que se representan los miembros de la familia PRC corregidos por sobretiempo normal iguales de tiempo. Podemos realizar una multiplicación mutua y su suma, tomando para cada intervalo en tiempo todas las combinaciones entre dos trazas, y esos productos-

sumas se van agregando simultáneamente para formar una sola estadística para cada intervalo en tiempo.

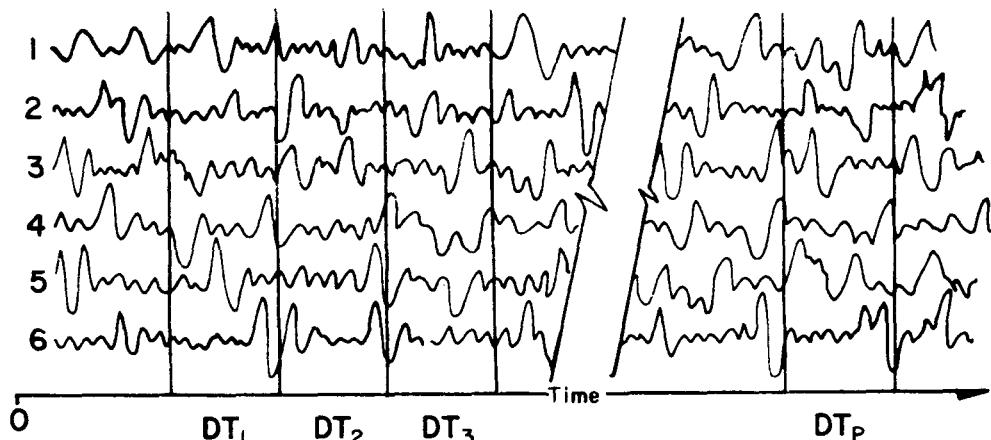


Figura 7

En la Figura 8 se ve el efecto de aplicar la corrección por sobretiempo normal, usando velocidades constantes en datos reales. Cada registro de 24 trazas contiene las mismas 4 familias, y cada familia - formada por 6 trazas de PRC. Las trazas del primer registro fueron corregidas por sobretiempo normal con velocidad promedio constante de 5800 pies/segundo; las del segundo registro, con una de 6500 pies/seg., y el tercero fue corregido con 7000 pies/segundo. Se observa el rango de las distancias del tendido presentes en cada familia de PRC por la variación del patrón de blanqueo. Consistentes con nuestras suposiciones, debemos observar alineamientos verticales como evidencia de corrección por sobretiempo normal. La velocidad de 5800 pies/segundo produce alineamientos en la vecindad de 1.4 segundos; la de 6500 pies/segundo, - alrededor de 2.4 segundos, y la de 7000 pies/segundo, a 3.2 segundos. Además, observamos que la energía más fuerte en la vecindad de 1.7 segundos estuvo sobrecorregida para la primera velocidad y falta de corrección para la segunda.

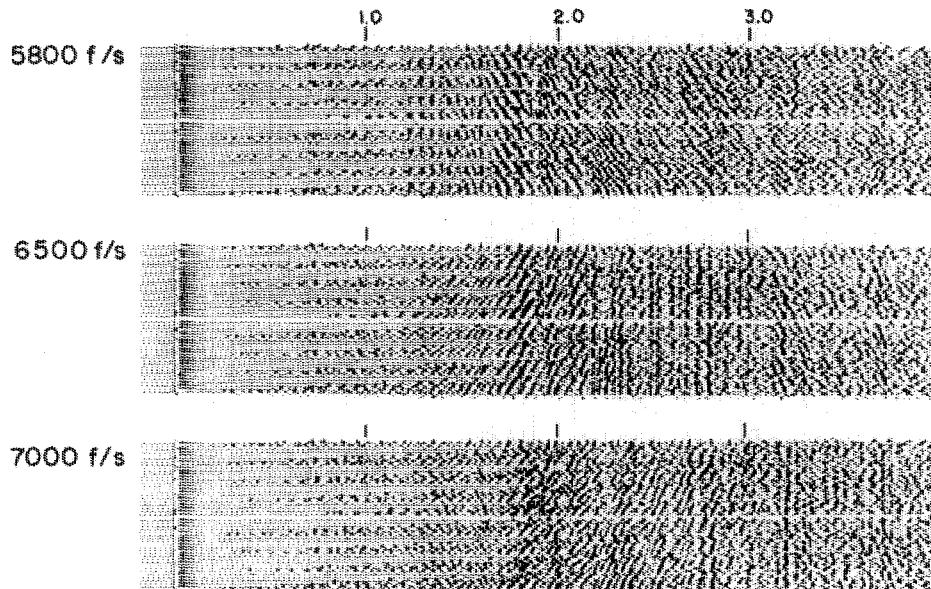


Figura 8

A medida que se avanza en cubrir el rango de velocidades y calcular la estadística para cada intervalo de tiempo, se genera una tabla cuyos renglones son las zonas de tiempo y sus columnas son las velocidades. Esta tabla se ilustra en la Figura 9.

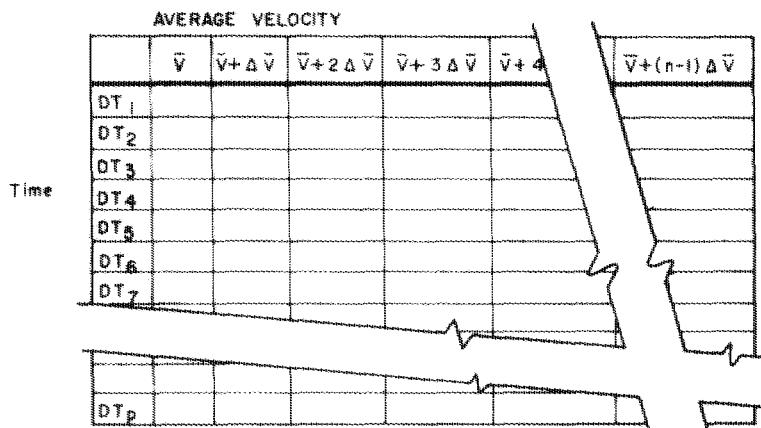


Figura 9

El proceso puede ser repetido para cualquier combinación de 2 trazas dentro de la familia PRC. De esta forma, la tabla representa una suma de la estadística generada por esas combinaciones y por tantas familias PRC como lo sugieran las necesidades del análisis.

Al finalizar el cálculo, los renglones pueden ser analizados para buscar el máximo relativo, y este máximo corresponderá a la columna de velocidad que se intercepte con el tiempo asociado con el renglón. Claramente los números dependerán del nivel de ganancia de los datos de entrada y de la calidad de las reflexiones. Por consiguiente, al hacer estos juicios, trataremos de buscar picos relativos en lugar de cualquier valor. Una porción de una tabla típica se muestra en la Figura 10.

Notamos que los renglones en la Figura 10 están "normalizados" de modo que el valor más grande se fija en 999 y el valor máximo real se conserva en una columna separada, para facilitar el examen e interpretación de la tabla. Esto es, una curva de velocidad podría ser establecida buscando los 999, y la columna de valores máximos está disponible para el caso en que se necesite aplicar "pesos".

El análisis de la tabla también revela que hay alguna dispersión de los valores 999. Nuestra primera idea es que esto puede mejorarse haciendo promedios verticales adicionales. Esta línea de investigación se ve recompensada al comprobar que nuestro proceso es tal que sumar renglones de hecho equivale a usar zonas de tiempo más anchas. Podría mos, por ejemplo, sumar tres renglones para formar uno solo, que representaría una zona tres veces más ancha que las originales, pudiendo repetir este proceso con cualquier cantidad de traslape que se desee.

Este proceso de análisis de los resultados se facilita enormemente con el uso de gráficas. En la Figura 11 se tiene la versión graficada de la tabla completa de la cual se tomó la Figura 10. En este caso se promediaron tres renglones de la tabla para producir una línea horizontal en la gráfica. Se eliminó la primera de las tres y se seleccionó una nueva para producir la siguiente línea y dar un traslape de 2/3 (o promedio corrido). La curva vertical que corre a la derecha de la presentación, es simplemente una gráfica del máximo en cada renglón y está relacionada con la energía total en la que la suma de los productos mutuos en un punto de correlación entre dos trazas, es análogo a la suma de los cuadrados de una sola traza.

D.- Exposición Matemática

Tal vez debemos desarrollar una notación en un lenguaje más formal. Se enfatizará que en esta sección el concepto de una traza sísmica debe incluir la representación de la traza en forma digital. Supone mos un proceso con muestreo uniforme de la traza y escalamientos sucesivos de los valores, de tal manera que resulta una serie estacionaria de tiempo T_{cjk} , donde los subíndices representan la k -ésima muestra del miembro j th de la c -ésima familia de PRC. Aun cuando esta notación identifica a la traza por su familia PRC, debemos tener en mente que su distancia al punto de tiro en la superficie es también conocida, de tal modo que podemos ajustar por sobretiempo normal a una velocidad constante V y obtener las series de tiempo.

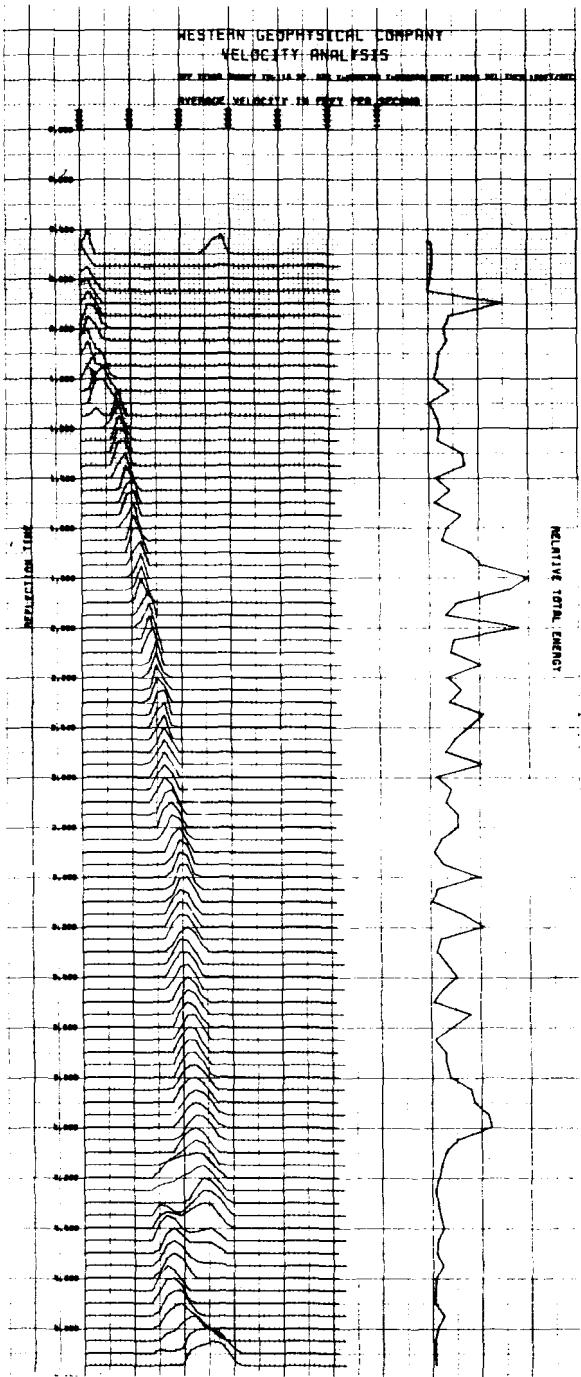


Figura 11

$$T_{vcjk} = T_{cjm}, \quad m = \sqrt{(kr)^2 + (\frac{x}{v})^2} / r$$

en donde r es el intervalo de muestreo. Usaremos el símbolo T con cuatro subíndices para indicar que una traza ha sido corregida por sobre tiempo normal, donde el primer subíndice representa las velocidades.

El punto sobresaliente de este desarrollo es el problema de si - dos series de tiempo T_{vcik} y T_{vcjk} , $k = 1, 2, \dots$, se correlacionan o no en un rango restringido de k . Esto es, si la velocidad indicada por el subíndice v se aplica en cualquier punto de tiempo, podríamos esperar que - los segmentos de T_{vcik} y T_{vcjk} se correlacionaran en la vecindad de ese tiempo.

Nuestra suposición tácita es que el proceso aleatorio que estamos manejando es Gaussiano. Entonces, la distribución conjunta del T_{vcik} es normal multivariable, y una medida de correlación entre T_{vcik} y T_{vcjk} está dada por la covariancia.

$$\text{cov}(T_{vcik}, T_{vcjk}) = E\left\{ T_{vcik} \times T_{vcjk} \right\} \quad (2)$$

en donde E es el operador de expectación. Esta relación es de un valor práctico limitado en la forma dada, porque no podemos repetir los experimentos para obtener la covariancia de la muestra, por lo que se propone dividir la escala de tiempo en pequeños intervalos de longitud $n\tau$ y argumentar que esta división nos permite considerar las distribuciones dentro de distintos intervalos. Ahora, en lugar de la ecuación (2), usaremos una forma modificada para ser aplicada a intervalos t .

$$\text{cov}(T_{vcit}, T_{vcjt}) = \sum_{k=(t-1)n+1}^{nt} T_{vcik} \times T_{vcjk} \quad (3)$$

Las ecuaciones (2) y (3) confirman nuestra intuición de que una medida apropiada de la correlación entre intervalos de tiempo comunes de dos trazas de la misma familia PRC, es la suma de los productos mutuos dentro del mismo intervalo. Notamos que cuando los intervalos no están correlacionados, el valor esperado de esa medida es cero.

Se puede dar apoyo estadístico al argumento anterior, repitiéndolo para cada una de las covariancias posibles dentro de la familia PRC, y para

conjuntos repetidos de familias PRC. Los resultados, después de p familias, se representan por una matriz cuyos elementos están definidos por:

$$s_{tv} = \sum_{c=1}^p \sum_{i \neq j} \sum_{k=(t-1)n+1}^{tn} T_{vcik} \times T_{vcjk} \quad (4)$$

El esquema de cálculo se obtiene de las ecuaciones (1) y (4). La matriz permite una interpretación directa, ya que la velocidad de cualquier intervalo de tiempo t puede ser determinada buscando su valor máximo a lo largo de ese renglón. Nótese, en particular, que:

$$s_{tv} + s_{(t+1)v} = \sum_{c=1}^p \sum_{i \neq j} \sum_{k=(t-1)n+1}^{(t+1)n} T_{vcik} \times T_{vcjk},$$

la que confirma que se pueden sumar renglones de para obtener el efecto de alteraciones para cualquier múltiple entero de las n subdivisiones originales.

III.- DISCUSION

A.- Selección de los Parámetros de Entrada.

En el desarrollo del método, nuestro lenguaje frecuentemente - fue libre en cuanto a la discusión de la longitud de los intervalos de tiempo, el número de familias necesarias y otros parámetros que pudieran ser suministrados. Este material, como es de esperarse, está regido - por los objetivos del usuario y por la calidad de los datos.

Los resultados producidos por métodos de la clase que estamos discutiendo, crean un interés que va más allá de la ventaja obvia que ofrecen en la selección de las velocidades de apilamiento. De ahí que si se desea hacer inferencias estratigráficas, tenemos que asegurarnos de dividir la escala de tiempo en intervalos más pequeños que los usados - cuando sólo interesan las velocidades de apilamiento. Estos distintos objetivos se ilustran en la Figura 12, en donde se han analizado los mismos datos usando diferentes intervalos de tiempo. El intervalo de 24 - milisegundos sin traslapos es tal vez un extremo, pero el número de eventos discretos no es igualado por los otros. La presentación con el intervalo de 72 milisegundos ofrece un patrón de velocidades más coherente, pero retiene "quiebres" significativos, que pueden relacionarse con los

trenes de onda separados que están presentes. El intervalo de 150 milisegundos da una definición clara de las velocidades de apilamiento, y un poco más.

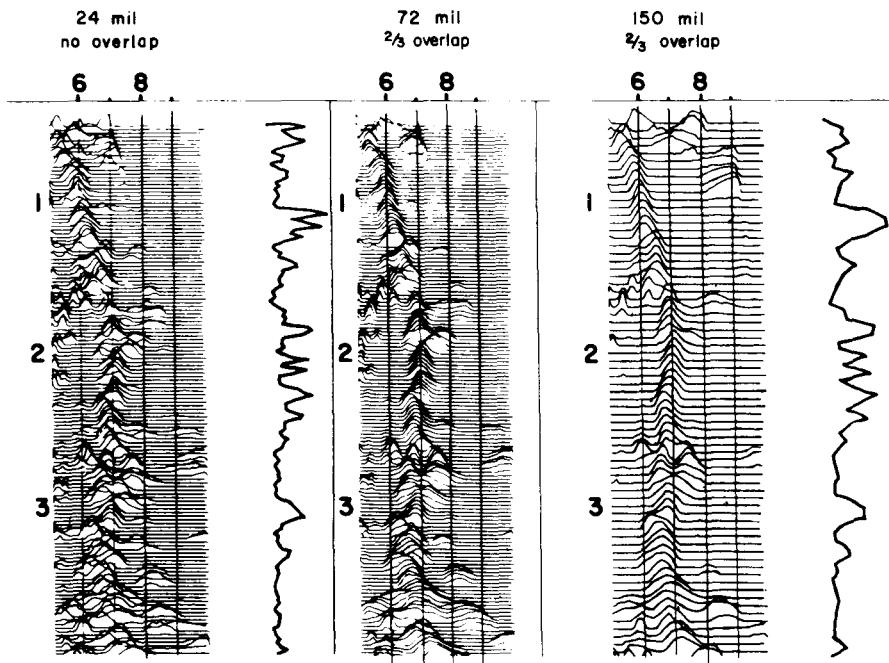


Figura 12

En este método para la determinación de velocidades, las estadísticas están controladas por la multiplicidad de la cubierta y el número de familias PRC usadas. En general, la multiplicidad n del apilamiento ofrece $(\frac{n}{2})$ combinaciones diferentes de dos trazas. En una familia PRC de 600% hay 15 patrones de multiplicaciones mutuas, mientras que con 1200% elementos hay 66. Aclararemos que se necesitan menos familias PRC para datos al 1200%, que para el 600%. En la Figura 13 se muestra una comparación sorprendente del efecto del número de familias PRC que se usan. El mismo subsuelo se analizó usando 6 familias con datos al 1200%, y con dos familias de datos al 1200%, con resultados casi idénticos.

La elección de parámetros es frecuentemente un compromiso - entre los objetivos y la economía. Como es de esperarse, intervalos - más finos y mayor número de familias PRC, implican un aumento en el costo del producto.

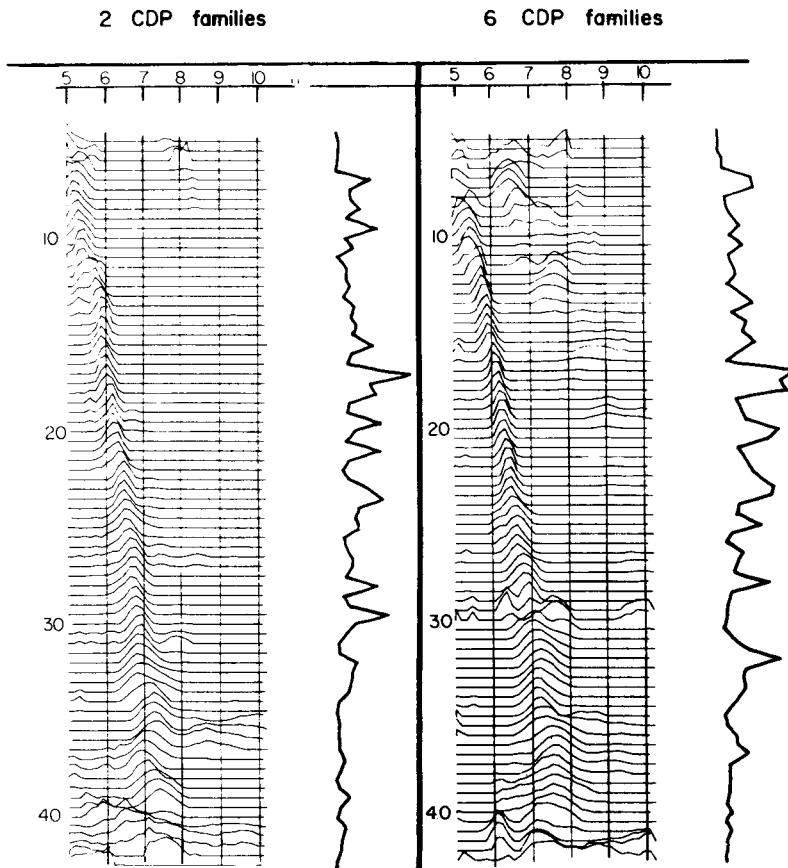


Figura 13

B.- Dependencia de los Datos.

Los resultados de este tipo de análisis están relacionados, naturalmente, con la calidad de los datos que se suministran. Lo anterior se ha expuesto no como una disculpa si se obtienen resultados pobres, sino con la idea de sugerir que la presentación producida por el programa, se interprete en conjunto con los datos. Por ejemplo, la Figura 14 es típica de muchas áreas del Golfo de México, con buena definición de velocidades proporcionadas a un tiempo de 2.2 aproximadamente, después del cual la velocidad de los múltiples se convierte en factor dominante.

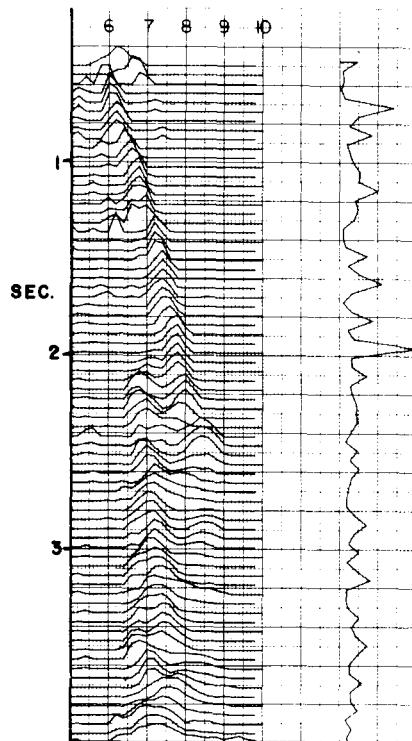


Figura 14

100%

TRIAL 1200%

6000 8000 ft/sec

FINAL 1200%

TRIAL
VELOCITY

SECONDS

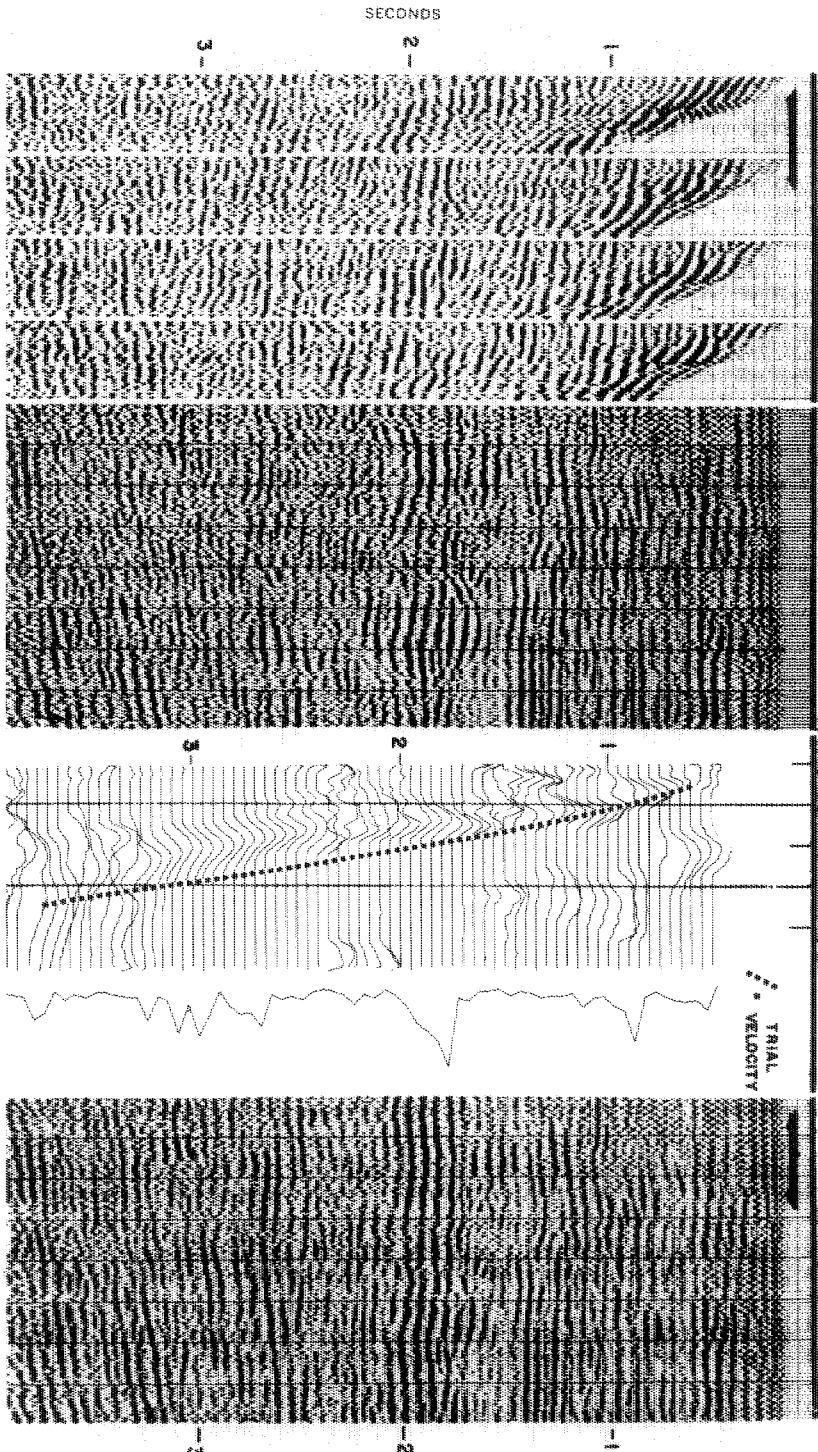


Figure 15

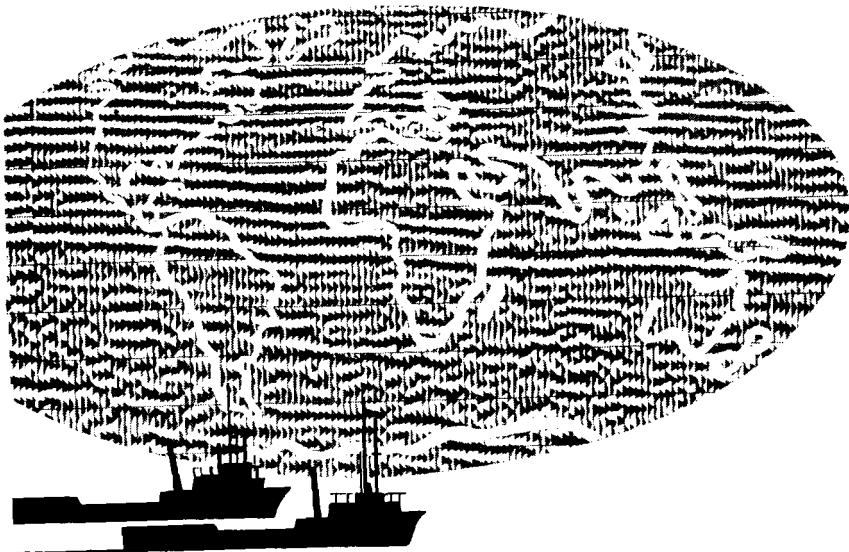
Puede esperarse que la sección muestre esencialmente el mismo problema, aunque se espera que el apilamiento con una velocidad extrapolada disminuya el efecto de los múltiples y permita que la energía de los eventos primarios, que es más débil, se manifieste.

La Figura 15 muestra un caso histórico de cierto interés. La sección se apiló originalmente usando la velocidad de "ensayo". Se muestran tanto las secciones al 100% como al 1200%, procesadas con esa velocidad. En un esfuerzo por mejorar la sección apilada, los datos se sometieron al programa de análisis de velocidades, y éste indicó claramente una velocidad más baja. Apilando con esta nueva velocidad, se obtuvo una sección final mejor. Es inconfundible la determinación de la velocidad en la vecindad de 2.5 segundos de datos, en donde el ojo humano fracasa para apreciar la necesidad de una corrección residual. Con base en la experiencia, se observa una deficiencia de corrección en 100% de la sección, pero ejemplos semejantes a éste son decisivos para el uso de una herramienta que no deje pasar desapercibidos eventos tan sutiles.

REFERENCIAS

- (+) Dix, C. Hewitt, "Seismic Velocities from Surface Measurements" Geophysics, Vol. XX, No. 1 (Jan. 1955), pp. 68-86.

NUESTRO "SIS" ES MUNDIAL



La Petty Geophysical Engineering Company está creciendo. La demanda constante por más y más productos derivados del petróleo y la consiguiente búsqueda de reservas, dan la oportunidad de crecer. Lo demás es cosa nuestra. La respuesta, creemos, es obtener resultados positivos para Ud. a través de nuestra experiencia, conocimientos, habilidades y creatividad. No es por accidente que las cuadrillas de la Petty están formadas por gente que ha tomado parte en el desarrollo de métodos nuevos—aceptados por toda la industria. Como líder en la exploración geofísica, la Petty minimiza sus riesgos exploratorios con los datos más precisos disponibles.

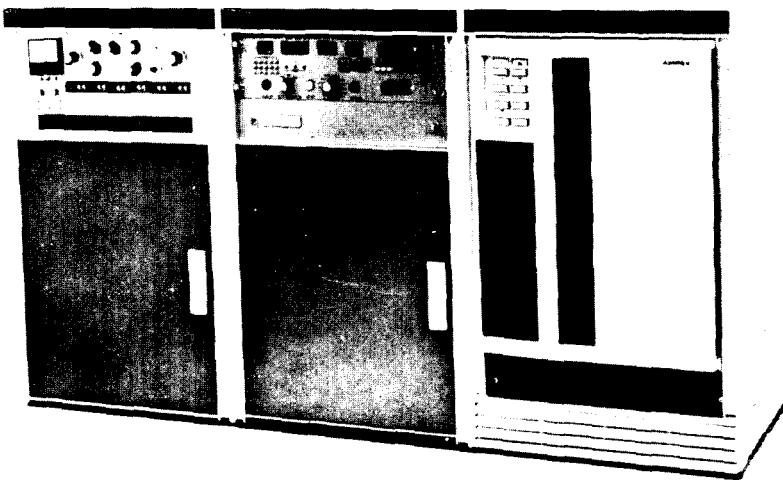
97 Avenida Juarez, Desp. 405, Mexico 1, DF
Tel. 521-08-34



"Desde 1925, Progreso por Excelencia"

El equipo digital de campo SUM-IT VII es un sistema completo para emplearse en el registro sísmico de datos con cualquier técnica de campo: Vibroseis, Dinoseis, Dinamita y otros generadores de energía. El formato empleado es SEG-A de 9 pistas -- en cinta de $\frac{1}{2}$ ".

SUM-IT VII



Para mayor información dirigirse a : Electro - Technical Labs Div., Mandrel Industries, Inc. P. O. Box 36306, Houston, Texas 77036



ELECTRO-TECHNICAL LABS



WESTERN en Mexico

La exploración geofísica halla la
riqueza del subsuelo para el desarrollo de
la nación sin alterar la belleza de la
tierra.



WESTERN GEOPHYSICAL
Post Office Box 2459
Litton Houston, Texas 77001, E.E.U.U.

PERFORACIONES, S. A.

**CONTRATISTA DE PERFORACION
EXPLORATORIA DESDE 1950 PARA**

PETROLEOS MEXICANOS

SECRETARIA DE MARINA

CONSTRUCTORA MALTA, S. A.

NATIONAL SOIL SERVICES, CO.

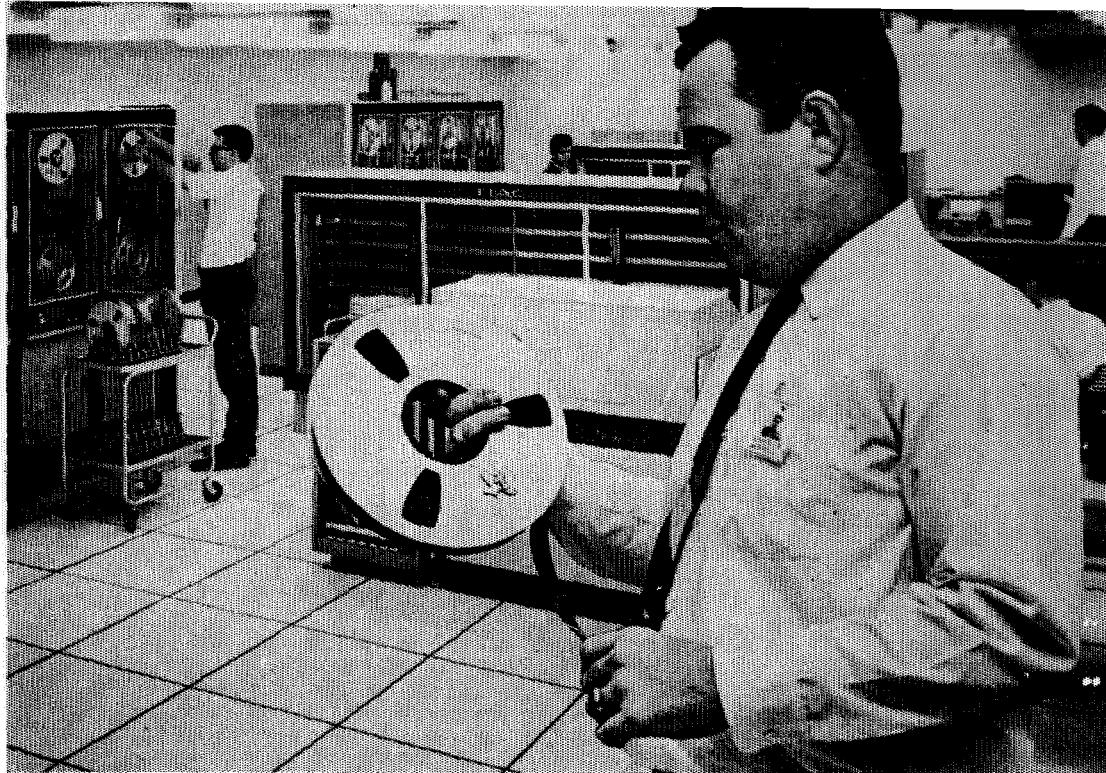
**CIA. FUNDIDORA DE FIERRO Y
ACERO DE MONTERREY, S. A.**

Y PARTICULARES

AVENIDA JUAREZ No. 119 - 5o. PISO

TEL. 566-44-11 CON 2 LINEAS

MEXICO 1, D. F.



Su trabajo: PRODUCCION SISMICA!

Procesos solicitados: PROGRAMAS AEN-O, DCN-1, DPG-O

La cinta que Carlos Bissell se prepara a montar en un centro GSI de procesamiento, contiene registros de una de las líneas principales de su levantamiento marino. La oficina de interpretación necesita una sección después de que los sismogramas han sido editados (eliminadas trazas ruidosas, cambio de polaridad, etc.), corregidos por desplazamiento horizontal, deconvueltos y reunidas las trazas de profundidad común. Usted tiene prisa por ver los resultados en el informe semanal. Ahora es el momento en que Carlos tiene que producir.

¿Qué le ayuda a Carlos a producir? Primero, él conoce su trabajo. Ha sido entrenado para ello y tiene más de cinco años de experiencia en producción sismica, 12 meses de esta aquí mismo, en este centro. Segundo, trabaja con equipo digital de alta velocidad, probado en producción y específicamente diseñado para procesar datos sismicos. Tercero, tiene a su mando una biblioteca completa de alta eficiencia, programas de producción para aprovechar la potencia elaboradora del TIAC. Sobre todo, él está respaldado por hombres de la mayor, experiencia digital en producción sismica—

Programadores, geofísicos de area, sismólogos, investigadores y gerentes de operaciones.

Con todo este apoyo, Carlos tiene que producir. Es su levantamiento y Ud. quiere su información geofísica libre de ruido y múltiples, y deconvuelta.

GSI está entregando producción sismica digital en todo el mundo. Carlos podría hacer este mismo trabajo al igual que otros en centros de procesación sismica digital pertenecientes a GSI en Dallas, Nueva Orleans, Midland, Houston, Londres, Calgary y en otros que se abrirán próximamente.

GSI significa producción geofísica, sismica digital o analógica, gravimetría, magnetometría, acumulación de datos de campo, procesamiento e interpretación.

Estamos obligados a ello. Es nuestro trabajo.

GSI

de Mexico S. A. de C. V.

AVENIDA JUAREZ 119. DESPACHO 42.
MEXICO 1, D.F.





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

Av. Juárez No. 117-5o. Piso
México 1, D. F. Tel. 5 46 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 Tel: 25 56 82 y 25 56 08

* MARCA REGISTRADA DE DU PONT



CORPORATION

THOMPSON BUILDING
TULSA, OKLAHOMA 74103

CONSULTORES INTERNACIONALES DE
GEOLOGIA Y GEOFISICA

Ben. F. Rummerfield.- Presidente

Norman S. Morrisey.- Vice-Presidente

John Rice.- Jefe de Geofisicos

Operación con unidades Vibroseis*

Aplicada a la tecnología de campo

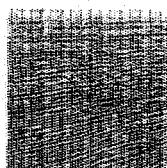


- Diseño de vehículo adaptado al terreno.
- Correlación digital de campo.
- Diseño específico de campo.

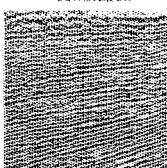
Adeuada para el proceso de datos

TVAC

Normal correlation
and deconvolution



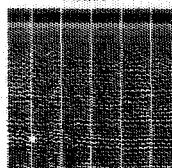
Adaptive
correlation



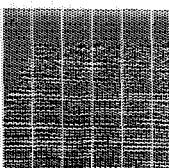
- Técnica de pulsos compresionales para el contenido de información traza por traza.
- Deconvolución apropiada a la mezcla de fases, característica del Vibroseis.
- Apilamiento vertical con la consiguiente supresión de ruido de gran amplitud.

ANSAC

Computed
statics



ANSAC statics



Esta técnica está diseñada para determinar y aplicar correcciones estáticas inherentes al sistema CDP basada en las siguientes consideraciones.

- Correcciones por fuente de energía.
- Correcciones por detección
- Echado
- Dinámicas residuales

La técnica de Vibroseis requiere de una continua evaluación de los parámetros de campo y su relación con una cuidadosa planeación del proceso de datos. Y esta es la función del Seiscom/Delta en

las operaciones Vibroseis. Eficiencia en el trabajo de campo, calidad en el centro de proceso. Mayor información con el representante Seiscom/Delta.



Seismic Computing Corp.
P. O. Box 36789 Houston, Texas 77036 713/785-4060



Delta Exploration Company Inc.

* Registered trademark and service mark of Continental Oil Company

La Competencia en Exploración Geofísica Total en Telédyne Incluye

Adquisición de Datos • Completa y moderna instrumentación y técnicas • Operaciones mundiales • Terrestres y marinas • Explosivos sísmicos convencionales • VIBROSEIS® • DINOSEIS® • Pistola de aire • Alambre detonante • Sparkers • Gravimetría • Magnetometría

Procesado de Datos • Estado al día en el arte de computación digital • Serie completa de avanzados programas para mejoración de datos • Determinación automática de velocidad • Análisis de espectro • Programas especiales

Interpretación • Investigación • Problemas Especiales • Datos Mas Significativos

*Marca de Fábrica y Uso de Continental Oil Company

†Marca de Fábrica de Atlantic-Richfield Company

TELEDYNE EXPLORATION

3628 Chimney Rock Road, P. O. Box 36269

Houston, Texas 77036

Oficinas: Midland/New Orleans/Calgary/The Hague

