

VERIFICACIONES EXPEDITIVAS SOBRE EXISTENCIA DE DIFRACCIONES EN SECCIONES SISMICAS DE TIEMPO

PABLO BOCCACCIO

Departamento Geofísica - Gerencia de Exploración
Yacimientos Petrolíferos Fiscales

Entre los "ruidos" diversos, existen presuntas difracciones que a veces, en zonas de subsuelo muy plegado, podrían confundirse con anticlinales de mucho buzamiento, o viceversa. En otros casos es conveniente verificar si determinados alineamientos anormales son difracciones, por cuanto sus puntos brillantes podrían denunciar zócalo basamental o zonas de fallas; también podrían determinarse velocidades medias desde las curvas mismas, etc.. Es decir entonces que el análisis de las difracciones puede convertirse en una herramienta interpretativa, dejando aquellas por lo tanto, de ser "ruidos". Aquí se propone, reemplazando a los numerosos y largos cálculos que deben efectuarse para obtener curvas teóricas de difracción, un método expeditivo sumamente rápido, y la comparación de sus resultados con respecto al método tradicional.

Among many "noises", there are presumed diffractions that sometimes, in areas of very folded sediments, could be taken as very steep anticlines, or conversely. In other cases it is convenient to verify if certain abnormal alignments are diffractions, because their bright points could indicate dislocated basement, or zones of faults; also average velocities could be determined from the same curves, etc.

That is to say that the analysis of diffractions can be converted in an interpretative tool, and diffractions ceasing to be "noise". Here we propose, replacing the numerous and involved computations that have been carried out in order to obtain diffractions theoretical curves, a fast method, and the comparison of its results with those of the traditional method.

INTRODUCCION

Las curvas simétricas de eje vertical y aspecto hiperbólico que a veces se observan con mucha claridad en las secciones de tiempo (Figuras 7 al 10), obedecen, como se verá a continuación, a difracciones generadas por puntos de emisión o puntos "brillantes"; difracciones que el método de recubrimiento múltiple no cancela, ya que por el contrario, los sumandos, como se mostrará luego, entran prácticamente en fase. Estos puntos "brillantes" pueden pertenecer a cualquier irregularidad o interrupción brusca de la sedimentación, tales como: fracturas, zócalo irregular o paleorelieve, y aún pueden formarse por alguna litofacie dentro de la columna sedimentaria.

Las curvas de difracción, en general, son perfectamente distinguibles, por su aspecto geométrico típico, de los paquetes de reflexiones del entorno. Pero sucede en determinados casos que pueden confundirse con anticlinas empujadas, por lo que se hace necesario verificar si se trata de un evento o del otro.

Complementariamente, estas verificaciones permiten añadir, como se explicará más adelante, información valiosa a la interpretación, tal como definir una superficie o plano de falla, o determinar el orden de velocidad de la parte basal de una cuenca sedimentaria, etc.

Estas verificaciones se efectúan en base a plantillas transparentes, a escala de la sección sísmica, donde se dibuja la familia de curvas que corresponden a ley de velocidad local, calculándose una curva para cada profundidad o T_0 .

En el capítulo siguiente se explica el proceso de cálculo que, como se verá, es más bien largo, con el agravante de que ante cualquier variación de la ley de velocidad habrá que construir un nuevo juego de curvas.

El presente trabajo trata precisamente de reemplazar esos procesos de cálculo por un método rápido muy expeditivo cuyos resultados; como también se señalará más abajo, difieren en pocas milésimas de segundo de tiempo del cálculo exacto.

OBTENCION ANALITICA CLASICA DE CURVAS DE DIFRACCION,
SEGUN APARECEN EN LAS SECCIONES DE TIEMPO

Si suponemos una sección vertical en el plano z/x y distintas posiciones de un sumando con respecto al punto brillante, podremos definir, ya sea para una posición genérica cercana o alejada (Figura 1), lo siguiente:

$$T_{di} = \frac{a_i + b_i}{V_{dif}} \quad \text{Como el camino en tiempo de ida y vuelta del rayo sísmico del emisor al receptor, del sumando considerado.}$$

T_0 = Tiempo al origen o sea el camino vertical de ida y vuelta en tiempo, coincidente con la reflexión horizontal que pasa por el punto brillante.

V_{dif} = La velocidad media hasta dicho punto.

x_i = Distancia horizontal entre la proyección vertical del punto brillante y la estaca o punto medio del sumando considerado.

D = Longitud del sumando considerado, D_1 a D_6 para recubrimiento múltiple ("staking") de 6 sumandos.

Vemos entonces que los tiempos de difracción T_{d_i} , como surge de la f_i

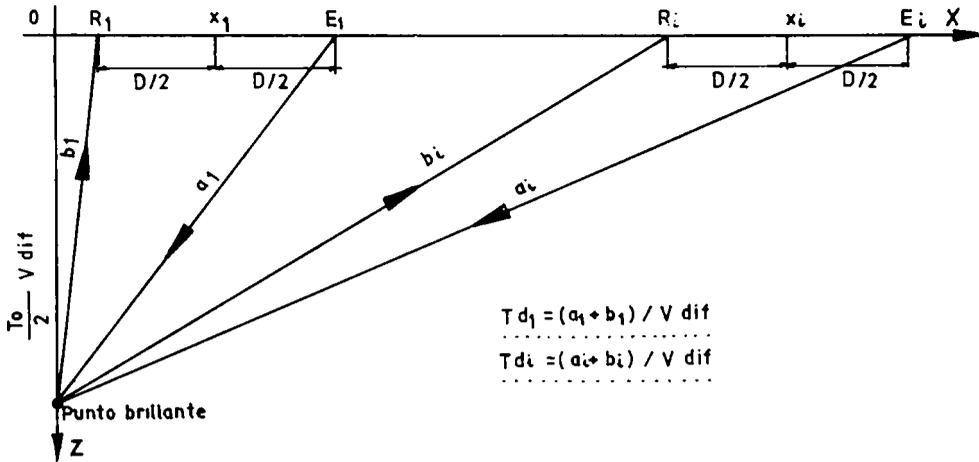


Figura 1: Ejemplo de un sumando, en dos posiciones extremas, con respecto al punto brillante PB.

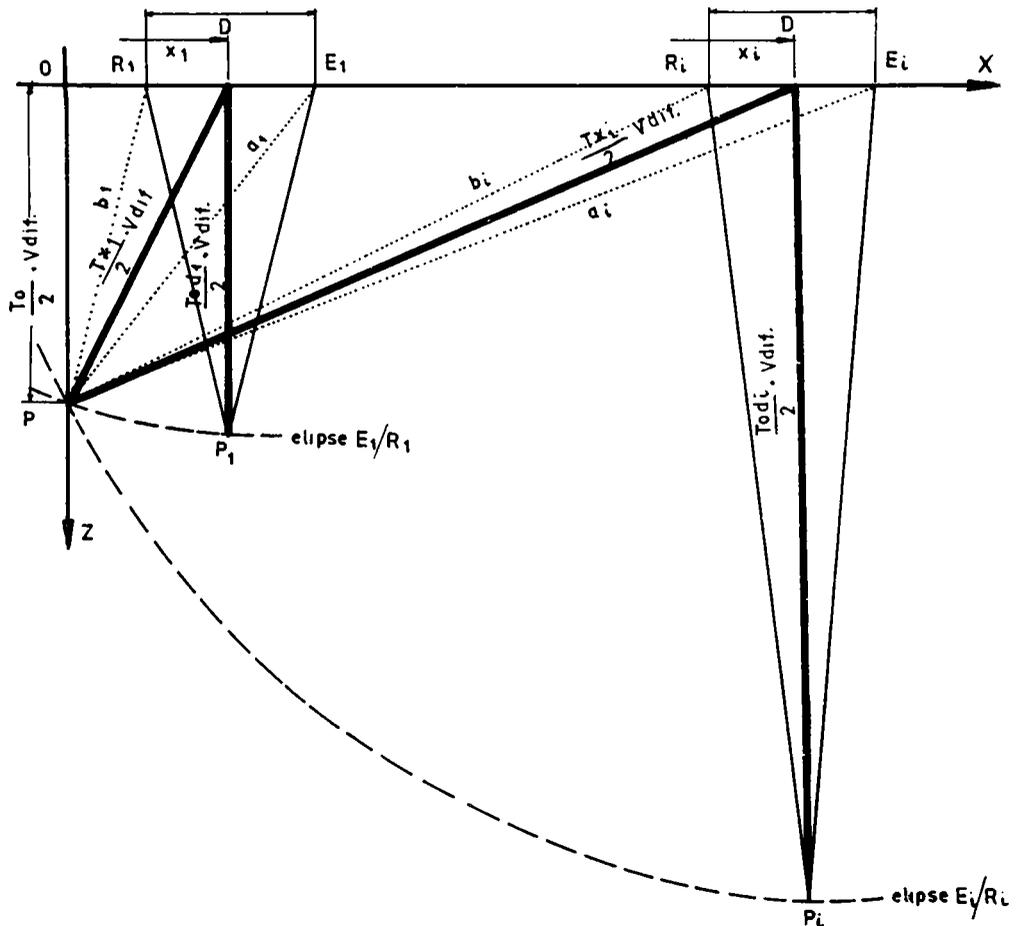


Figura 2: Reflexión virtual $E_i P_i R_i$ que "ve" el procesamiento en lugar de la difracción real $E_i P_i R_i$.

gura, son iguales a:

$$T_{di} = \frac{a_i + b_i}{V_{dif}} = \sqrt{\left(\frac{T_0}{2}\right)^2 + \frac{(x_i + D/2)^2}{V^2 dif}} + \sqrt{\left(\frac{T_0}{2}\right)^2 + \frac{(x_i - D/2)^2}{V^2 dif}} \quad (1)$$

Ahora bien, en el procesamiento, estos tiempos T_{di} son corregidos dinámicamente como si se tratara de reflexiones (Figura 2). Es decir, se obtienen tiempos T_{odi} , que se suponen tiempos verticales de ida y vuelta (columna 9 - Figura 3):

$$T_{odi} = \sqrt{T^2 di - \frac{D^2}{V^2 dif}} \quad (2)$$

Pero el procesado en realidad "ve" esos tiempos T_{di} de ida y vuelta de las difracciones como si fueran tiempos de ida y vuelta de reflexiones, es decir: no reconoce caminos recorridos siempre con la misma velocidad V_{dif} , sino caminos con velocidades V_{mi} crecientes con los T_{di} ; luego la expresión que corresponde a los resultados del procesamiento, es:

$$T_{odi} = \sqrt{T^2 di - \frac{D^2}{V^2 m_i}} \quad (3)$$

donde V_{mi} es la velocidad media hasta la virtual reflexión.

Entonces si queremos hallar estos T_{odi} , debemos obtener previamente las V_{mi} , y esto se hace de la siguiente manera: Con los pares de valores T_0/V_m de la ley de velocidad a adoptar se presenta la expresión (3) de la siguiente forma:

$$T' di = \sqrt{T_0^2 di + \frac{D^2}{V'^2 m_i}} \quad (4)$$

Luego se construye una tabla de valores $T' di/V' m_i$ para cada sumando D , dentro de la cual se interpolan los T_{di} hallados según la expresión (1) y finalmente con las V_{mi} resultantes de la interpolación se las aplica a la expresión (3) que es en definitiva la que nos dará los mismos tiempos que se obtienen en el procesado de la información. En la Figura 3, la columna 2 da los T_{odi} para el primer sumando ($D_1 = 660m$) y la columna 3 para el 6° sumando ($D_6 = 1.760m$), en el ejemplo considerado.

Sintetizando entonces, hay que proceder de la siguiente manera:

- En base a un T_0 y un V_{dif} dados por la sección sísmica en tiempos y por la ley de velocidad adoptada respectivamente y para distintos valores de x_i se hallan los T_{di} mediante (1).
- Mediante (4) se construye la tabla de valores $T' di/V' m_i$ hallándose por interpolación las V_{mi} a utilizar.
- Mediante (3) se obtienen los valores finales, para el sumando D , de los tiempos de difracción T_{odi} .

Si repetimos los cálculos para todos los sumandos, o sea para distintos valores de D (principalmente para el más alejado) observaremos que los valores T_{odi} de todas las curvas tienden a coincidir entre ellos en el origen (x_i cero o pequeño) y para distancias grandes de x .

Para el caso, de un $T_0 = 1,200s$, una $V_{dif} = 2.493 m/s$. y un dispositi

x_i metros	DIFERENCIAS ENTRE SUMANDOS			CALCULO DE LOS T_{xi}				DIFERENCIAS $T_{xi} - T_{d1}$ (RESUMANDO)		
	Tod (1) segundos	Tod (2) segundos	Δ Tod mili seg.	x_i / V_{dif}	x_i / V_{dif}	$T_{0/4} + x_i / V_{d1}$	T_{xi}	$\frac{T_{od} \text{ teor.}}{T_{d1} - T_{d2}}$	Δ TEORICO (8)-(9)	Δ REAL (8)-(10)
0	1,200	1,200	0	0	0	0,360000	1,200	1,200	0	0
220	1,213	1,211	+2	0,088247	0,007788	0,367788	1,213	1,212	+1	0
440	1,250	1,243	+7	0,176494	0,031150	0,391150	1,252	1,251	+1	+2
660	1,309	1,297	+12	0,264741	0,069558	0,429558	1,311	1,307	+4	+2
990	1,436	1,419	+17	0,397112	0,157698	0,517698	1,439	1,432	+7	+3
1320	1,596	1,575	+21	0,529482	0,280351	0,640351	1,600	1,591	+9	+4
1650	1,783	1,766	+17	0,661853	0,438049	0,798049	1,787	1,775	+12	+4
2090	2,060	2,045	+15	0,838347	0,702826	1,062826	2,062	2,051	+11	+2
2530	2,356	2,342	+14	1,014841	1,029902	1,389902	2,358	2,347	+11	+2
2970	2,665	2,654	+11	1,191335	1,419279	1,779279	2,668	2,657	+11	+3
3520	3,067	3,058	+9	1,411453	1,993611	2,353611	3,068	3,059	+9	+1
4070	3,478	3,471	+7	1,632571	2,665288	3,025288	3,479	3,470	+9	+1
4620	3,894	3,890	+4	1,853188	3,434306	3,794306	3,896	3,887	+9	+2
COLUMNA	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)

Figura 3: Planilla de valores comparativos de tiempos verticales.

vo de recubrimiento múltiple del 600% y 55 metros entre estacas se obtuvo, luego de todo el proceso de cálculo descrito, los resultados de las columnas 2 y 3 de la Figura 3 cuyas diferencias se indican en columna 4 de la misma figura.

Es importante observar que el pequeño valor de esas diferencias hace que en la sumación entren todos los sumandos prácticamente en fase, dando lugar a la formación de una curva de difracción final que es la que aparece en las secciones de tiempo.

OBTENCION ANALITICA EXPEDITIVA Y SU JUSTIFICACION

Es evidente, que todos estos cálculos son laboriosos y como se dijo con el agravante de que son válidos únicamente para cada juego de T_0/V_{dif} a verificar.

Lo que se propone en el presente trabajo es precisamente reemplazar los T_0d_i por los valores Tx_i (Ver Figura 2) definidos por:

$$Tx_i = 2 \sqrt{\left(\frac{T_0}{2}\right)^2 + \frac{x_i^2}{V^2 dif}} \quad (5)$$

con lo que los cálculos se reducen drásticamente a los de las columnas 5 al 8 de la Figura 3.

La justificación teórica del reemplazo surge de relacionar la expresión (5) con la expresión (2), mediante las siguientes sustituciones y desarrollo:

$$T_0^2 d = T^2 d - \frac{D^2}{V^2 dif} \quad (\text{de la expresión (2)})$$

luego reemplazando Td de la expresión (1):

$$T_0^2 d = \frac{(a + b)^2}{V^2 dif} - \frac{D^2}{V^2 dif}$$

$$\therefore T_0^2 d = \frac{(a + b)^2 - D^2}{V^2 dif} = \frac{1}{V^2 dif} (a^2 + b^2 + 2ab) - \frac{D^2}{V^2 dif}$$

pero:

$$a^2 = \left(x + \frac{D}{2}\right)^2 + \left(\frac{T_0}{2}\right)^2 V^2 dif = x^2 + \frac{D^2}{4} + xD + \frac{T_0^2}{4} V^2 dif$$

$$b^2 = \left(x - \frac{D}{2}\right)^2 + \left(\frac{T_0}{2}\right)^2 V^2 dif = x^2 + \frac{D^2}{4} - xD + \frac{T_0^2}{4} V^2 dif$$

luego:

$$2ab = 2 \sqrt{\left(x^2 + \frac{D^2}{4} + \frac{T_0^2}{4} V^2 dif\right)^2 - x^2 D^2}$$

ysumando m. a m. las tres últimas expresiones:

$$a^2 + b^2 + 2ab = 2x^2 + \frac{D^2}{2} + \frac{T_0^2}{2} V^2 dif + 2 \sqrt{\left(x^2 + \frac{D^2}{4} + \frac{T_0^2}{4} V^2 dif\right)^2 - x^2 D^2}$$

$$\begin{aligned} \therefore T_{0d}^2 &= \frac{1}{V^2 \text{dif}} (2x^2 + \frac{D^2}{2} + \frac{T_0^2 V^2 \text{dif}}{2}) + \\ &+ \frac{2}{V^2 \text{dif}} \sqrt{(x^2 + \frac{D^2}{4} + \frac{T_0^2 V^2 \text{dif}}{4})^2 - x^2 D^2} - \frac{D^2}{V^2 \text{dif}} \end{aligned}$$

ordenando y recordando la expresión (2):

$$\begin{aligned} T_{0d}^2 &= \frac{T_0^2}{2} + \frac{2x^2}{V^2 \text{dif}} + \frac{D^2}{2 V^2 \text{dif}} + \\ &+ \frac{2}{V^2 \text{dif}} \sqrt{\left[V^2 \text{dif} \left(\frac{x^2}{V^2 \text{dif}} + \frac{T_0^2}{4} \right) + \frac{D^2}{4} \right]^2 - x^2 D^2} - \frac{D^2}{V^2 \text{dif}} \end{aligned}$$

$$\therefore T_{0d}^2 = \frac{T_x^2}{2} - \frac{D^2}{2 V^2 \text{dif}} + \frac{2}{V^2 \text{dif}} \sqrt{\left(V^2 \text{dif} \frac{T_x^2}{4} + \frac{D^2}{4} \right)^2 - x^2 D^2}$$

Redistribuyendo y elevando al cuadrado:

$$\begin{aligned} \left(T_{0d}^2 - \frac{T_x^2}{2} + \frac{D^2}{2 V^2 \text{dif}} \right)^2 &= \frac{4}{V^4 \text{dif}} \left[\left(V^2 \text{dif} \frac{T_x^2}{4} + \frac{D^2}{4} \right)^2 - x^2 D^2 \right] \\ \therefore T_{0d}^4 + \frac{T_x^4}{4} + \frac{D^4}{4 V^4 \text{dif}} - T_{0d}^2 T_x^2 + \frac{T_{0d}^2 D^2}{V^2 \text{dif}} - \frac{T_x^2 D^2}{2 V^2 \text{dif}} &= \\ = \frac{4}{V^4 \text{dif}} \left(V^4 \text{dif} \frac{T_x^4}{16} + \frac{D^4}{16} + \frac{V^2 \text{dif} T_x^2 D^2}{8} \right) - \frac{4 x^2 D^2}{V^4 \text{dif}} \end{aligned}$$

ordenando y anulando términos iguales:

$$\begin{aligned} \frac{T_x^4}{4} - T_{0d}^2 T_x^2 - \frac{T_x^2 D^2}{2 V^2 \text{dif}} + T_{0d}^4 + \frac{D^4}{4 V^4 \text{dif}} + \frac{T_{0d}^2 D^2}{V^2 \text{dif}} &= \\ = \frac{T_x^4}{4} + \frac{T_x^2 D^2}{2 V^2 \text{dif}} + \frac{D^4}{4 V^4 \text{dif}} - \frac{4x^2 D^2}{V^4 \text{dif}} \end{aligned}$$

$$\therefore - T_x^2 \left(T_{0d}^2 + \frac{D^2}{V^2 \text{dif}} \right) + T_{0d}^4 + \frac{T_{0d}^2 D^2}{V^2 \text{dif}} = - \frac{4x^2 D^2}{V^4 \text{dif}}$$

$$\therefore T_x^2 = \frac{T_{0d}^4 + \frac{T_{0d}^2 D^2}{V^2 \text{dif}} + \frac{4x^2 D^2}{V^4 \text{dif}}}{T_{0d}^2 + \frac{D^2}{V^2 \text{dif}}} = T_{0d}^2 + \frac{\frac{4x^2 D^2}{V^4 \text{dif}}}{T_{0d}^2 + \frac{D^2}{V^2 \text{dif}}}$$

$$\therefore T_x^2 = T_{0d}^2 + \frac{\frac{4x^2 D^2}{V^4 \text{dif}}}{\frac{T_{0d}^2 V^2 \text{dif} + D^2}{V^2 \text{dif}}} = T_{0d}^2 + \frac{\frac{4x^2 D^2}{V^2 \text{dif}}}{T_{0d}^2 V^2 \text{dif} + D^2}$$

$$\therefore Tx^2 = T_{0d}^2 + \frac{4x^2 D^2}{(T_{0d}^2 V^2 \text{dif} + D^2) V^2 \text{dif}}$$

y finalmente teniendo en cuenta la expresión (2):

$$Tx^2 = T_{0d}^2 + \frac{4x^2 D^2}{T_d^2 V^2 \text{dif}} \quad (6)$$

Esta expresión nos dice que los Tx^2 son iguales o los T_{0d}^2 más un término que siempre es pequeño o tiende a cero.

En efecto para $x \rightarrow 0$, dicho término también tiende a cero y por lo tanto $Tx \rightarrow T_{0d}$.

Para $x \rightarrow \infty$, es aparentemente indeterminado, pero tiende al valor de $D^2/V^2 \text{dif}$ efectuando previamente la sustitución de T_d por su valor dado por la expresión (1).

Este valor de $D^2/V^2 \text{dif}$ es pequeño ante el valor que toma T_{0d} para $x \rightarrow \infty$, pudiendo desprejarse y por lo tanto en la expresión (6) también se cumple que $Tx \rightarrow T_{0d}$.

Para valores intermedios de x , los de Tx se apartan poco de T_{0d} , como se observa en la columna 10 de la Figura 3.

También puede hacerse el análisis de las variaciones de Tx con respecto a T_{0d} en forma gráfica. En efecto, al ser: (Figura 2)

$Td_i \cdot V \text{dif} = a_i + b_i = E_i P_i + P_i R_i$ se definen, en cada posición de cualquier sumando, elipses de focos E_i , R_i y semieje menor $T_{0i} \cdot V \text{dif}$. En dichas elipses los valores de $Tx \cdot V \text{dif}$ y $T_{0d} \cdot V \text{dif}$ corresponden a distancias al centro de las elipses y por lo tanto Tx es siempre levemente mayor que T_{0d} por ser $T_{0d} \cdot V \text{dif}$ el semieje menor.

Para $x \rightarrow 0$ ambos valores tienden a ser iguales por contigüidad.

Para $x \rightarrow \infty$ también tiende Tx a ser igual a T_{0d} ya que la distancia focal E_i , R_i , es muy pequeña con relación a los semiejes que tienden a ser iguales y por lo tanto la elipse tiende a una circunferencia de radio $Tx \cong T_{0d}$.

Volviendo a las diferencias en la parte intermedia en realidad son aún menores que las señaladas, ya que los T_{0d} a considerar no son los teóricos de la expresión (2), de la cual hemos partido para la comparación, sino los reales que se obtienen del procesamiento según la expresión (3) en la que, al ser las Vm_i mayores que la $V \text{dif}$ (ya que son crecientes precisamente a partir de $V \text{dif}$) nos da T_{0d} mayores que los teóricos. Por lo tanto las diferencias son menores como se observa en la columna 11 de la Figura 3

Las columnas 9, 10 y 11 están referidas al primer sumando, o sea para $D = 660$ mts.; no se consideró necesaria la comparación con otros sumandos por la casi igualdad de valores según se explicó y se muestra en columnas 2, 3 y 4.

En síntesis: el pico máximo de desviación de apenas 4 milisegundos justifica plenamente la introducción expeditiva de los Tx

VERIFICACIONES GRAFICAS EXPEDITIVAS

Veremos en los que sigue que aún se puede simplificar más, sin necesidad de construir plantilla alguna, ya sea clásica o expeditivamente.

Visualizaremos previamente como se presentan distintos eventos posibles en ambas secciones: o sea en la de profundidad en metros o sección geológica (Figura 4) y en la sección obtenida del Procesamiento de Datos o Sección Sísmica de Tiempo (Figura 5).

A partir de un supuesto punto brillante PB se puede observar (Figura 4) los casos extremos que pueden suceder en ese punto, o sea:

- Capa horizontal (I)
- Anticlinal normal (II)
- Anticlinal empinado (III) y
- Difracción (IV)

y para un caso genérico se ve que, por geometría es:

$$Tx_i \cdot V_{dif} > T_{o_i} \cdot V_{m_i}$$

siendo V_{m_i} velocidades medias hasta el nivel considerado y T_{o_i} los tiempos de ida y vuelta al mismo.

Teniendo en cuenta que $V_{dif} < V_i$ es forzosamente $Tx_i > T_i$

Es decir que en una Sección de Tiempo (Figura 5) cualquier anticlinal por muy empinado que sea, siempre tiene T_{o_i} menores que los correspondientes a la difracción de ápice coincidente.

Si quisiéramos migrar la presunta difracción de la Figura 5 (Puntos PB, D1, D2, D3...) tendríamos que todos los frentes de onda de radios $Tx_i/2$. Vdif se cortan en un punto, restituyéndonos a la situación de la Figura 4 (puntos $PB \equiv P1 \equiv P2 \equiv P3...$). Si esto no sucede se trataría entonces de un anticlinal empinado igual o cercano al definido por los puntos PB, A', B', C',...

En la práctica, dado el carácter experimental de los distintos T_o a leer, se produce a veces indeterminación en cuanto a la restitución de los puntos migrados, subsistiendo la duda si en realidad se trata o no de un anticlinal empinado.

A fin de mejor discernir, se propone migrar en vez de con centro en cada estación, con centro en el supuesto punto brillante y cortando a las ordenadas de valores $x_1, x_2, x_3, ...$. Si se trata de una difracción obtendremos una recta horizontal $OD_1 D_2 D_3, ...$ (Figura 6). De esta manera el punto $PB \equiv D_1 \equiv D_2 \equiv D_3, ...$ de la Figura 4 lo hemos dispersado en la recta en cuestión.

Si en cambio, se trata de un anticlinal empinado, entonces la tendencia de los puntos O, D1, D2, D3, ... sería la de conformar una curva OA'B'C' ...

Con este tipo de migración la capa horizontal (I) que pasa por el punto brillante, se restituye como el cuarto de circunferencia de radio $T_o/2$. V_{dif} , centro PB y extremos O para x igual a cero y O' para x límite = $T_o/2$ V_{dif} .

PROCEDIMIENTO FINAL DE VERIFICACION PROPUESTO

De acuerdo a todo lo considerado y sintetizando, el procedimiento para verificar una difracción en las secciones de tiempo, es el siguiente:

1°) Se leen los $T_{o_i}/2$ de la supuesta difracción (que son las $T_{o_i}/2 \approx Tx_i/2$

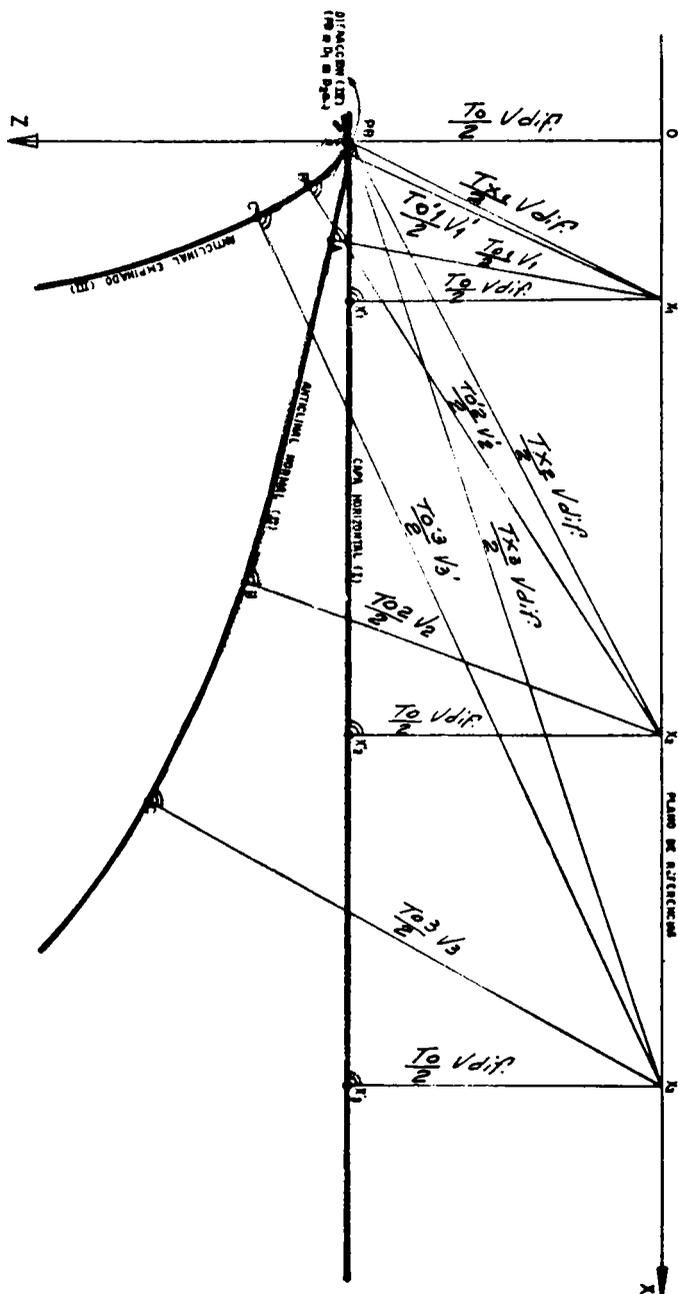


Figura 4: Distintos casos posibles en el plano x/z , o sea en la Sección geológica vertical, desde una difracción a una capa horizontal.

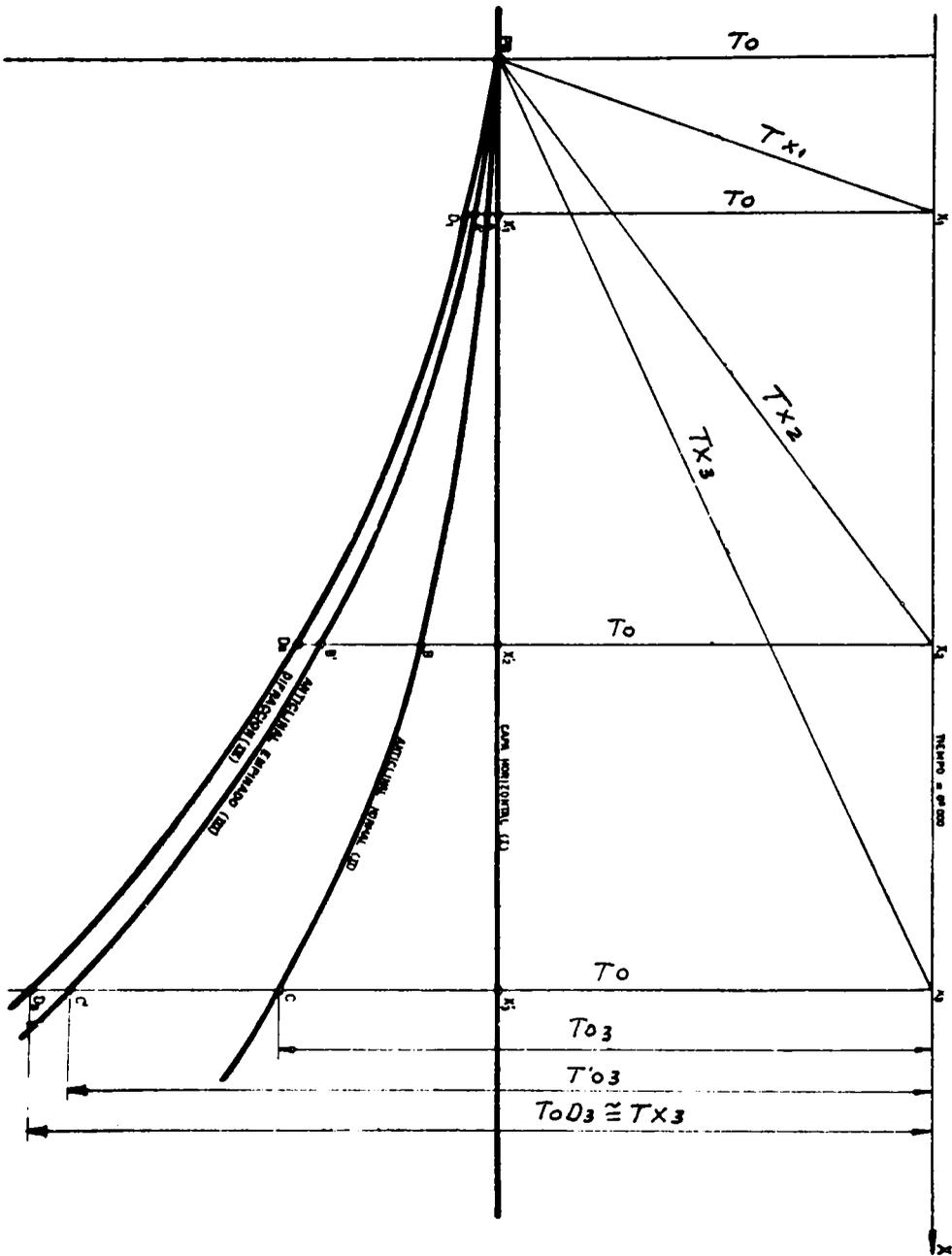


Figura 5: Los mismos casos de la figura anterior pero en el plano X/T, o sea en la Sección de tiempo.

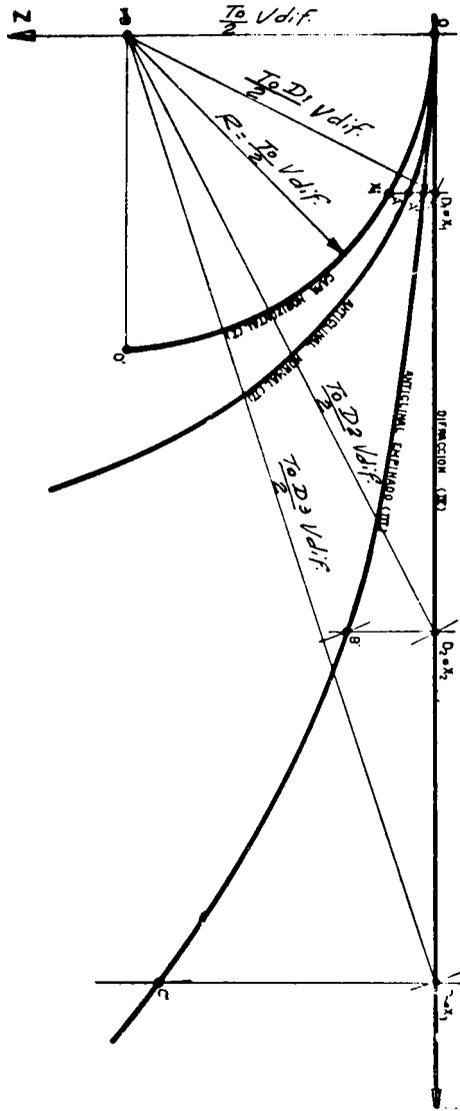


Figura 6: Migración expeditiva propuesta para una difracción, del plano x/z al plano x/y .

arriba analizados).

- 2°) Se los multiplica por la velocidad media del ápice utilizándose la ley de velocidad más confiable del lugar.
- 3°) Sobre un par de ejes z/x de iguales escalas se efectúa la migración, pero con centro en el ápice.
- 4°) Si los arcos $T_{0i}/2 \cdot V_{dif}$ cortan a las correspondientes ordenadas que pasan por los puntos x_i precisamente sobre dicho eje x, se trata entonces de una difracción.

Si en cambio se quiere construir plantillas, se efectuarán los cálculos de las columnas 5 al 8 de la Figura 3.

Algunos ejemplos

Ante todo, se hace especial hincapié sobre la necesidad de contar con leyes de velocidad muy confiables. Cualquier incertidumbre en las mismas se transmite a la verificación de presuntas difracciones o al cálculo de plantillas.

En efecto: se ha visto que de un anticlinal empinado a una difracción hay un paso muy pequeño (en realidad la difracción es el límite) y ese paso puede no ser detectado por un error en la velocidad. Por ej.: el caso más sencillo de considerar una velocidad media errónea ligeramente menor que la real precisamente transforma una difracción en un anticlinal al ser los rayos $T_{0i}/2 \cdot V_{dif}$ menores y viceversa si ese error consiste en considerar una velocidad media mayor.

La Figura 7 es el trozo de la Sección Sísmica que sirvió de base para este trabajo. La forma del basamento sísmico hizo sospechar que podría tratarse de una serie de arcos de difracción, pero su verificación no confirmó la sospecha ya que los arcos calculados son de mayor curvatura. Tampoco pudo admitirse que la V_{dif} , o sea la velocidad media utilizada, fuera erróneamente más lenta ya que se contaba con la determinación directa de un pozo exploratorio muy cercano y en la misma posición estructural.

La Figura 8 es un ejemplo que muestra perfectamente la variación de la curvatura según la profundidad, o sea según el aumento de la velocidad media.

La Figura 9 muestra un caso donde ha sido posible deducir la velocidad del basamento, por lo menos en la parte que va desde su techo al punto brillante difractor. Este dato era desconocido ya que la única ley de velocidad con que se contaba era la obtenida del procesamiento para el cálculo de las correcciones dinámicas y por lo tanto válida hasta la última reflexión que es precisamente la que define el techo o tope del basamento (punto A).

Se procedió de la siguiente manera: previamente se determinó a qué velocidad media respondía la presunta curva de difracción, en base a la expresión (5) pero despejando V_{dif} y reiterando la determinación, para observar un mejor valor promedio, o sea:

$$V_{B \text{ dif}} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} 2x_i}{n} \sqrt{T^2 x_i - T^2_B} \quad (7)$$

Luego con el par de valores T_{0A}/V_{m_A} conocidos hasta el techo del basamento y con el $T_{0B \text{ dif}}$ y $V_{B \text{ dif}}$ calculada, se obtuvo en el plano $T_0/2$ el segmento de unión que corresponde a la velocidad interválica del basamento, desde A hasta B.

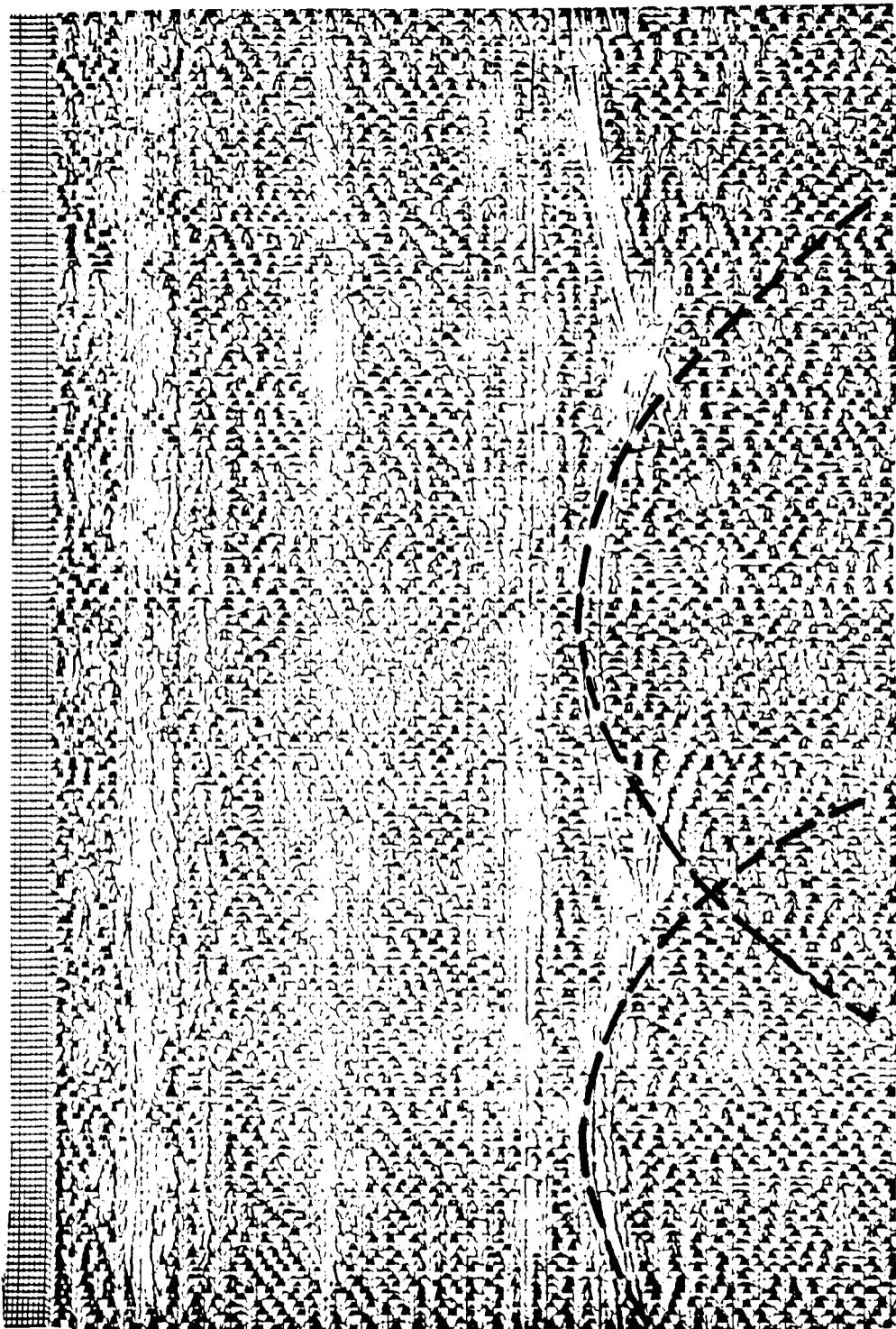


Figura 7: Sección de tiempo origen de este trabajo (Presuntas distracciones cuando en realidad son formas de basamento).

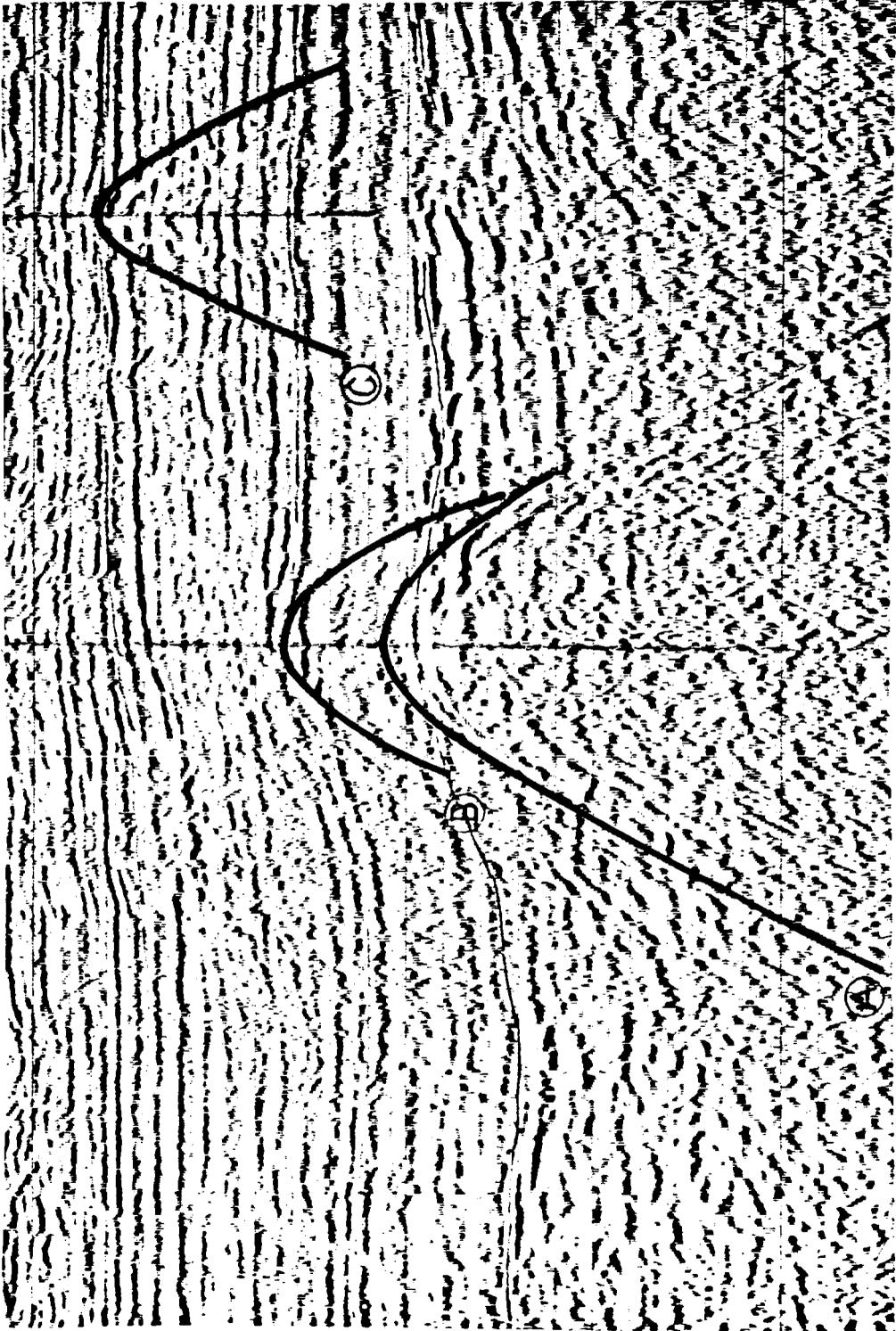


Figura 8: Sección de tiempo donde se observa la variación de la curvatura con la profundidad de la difracción.

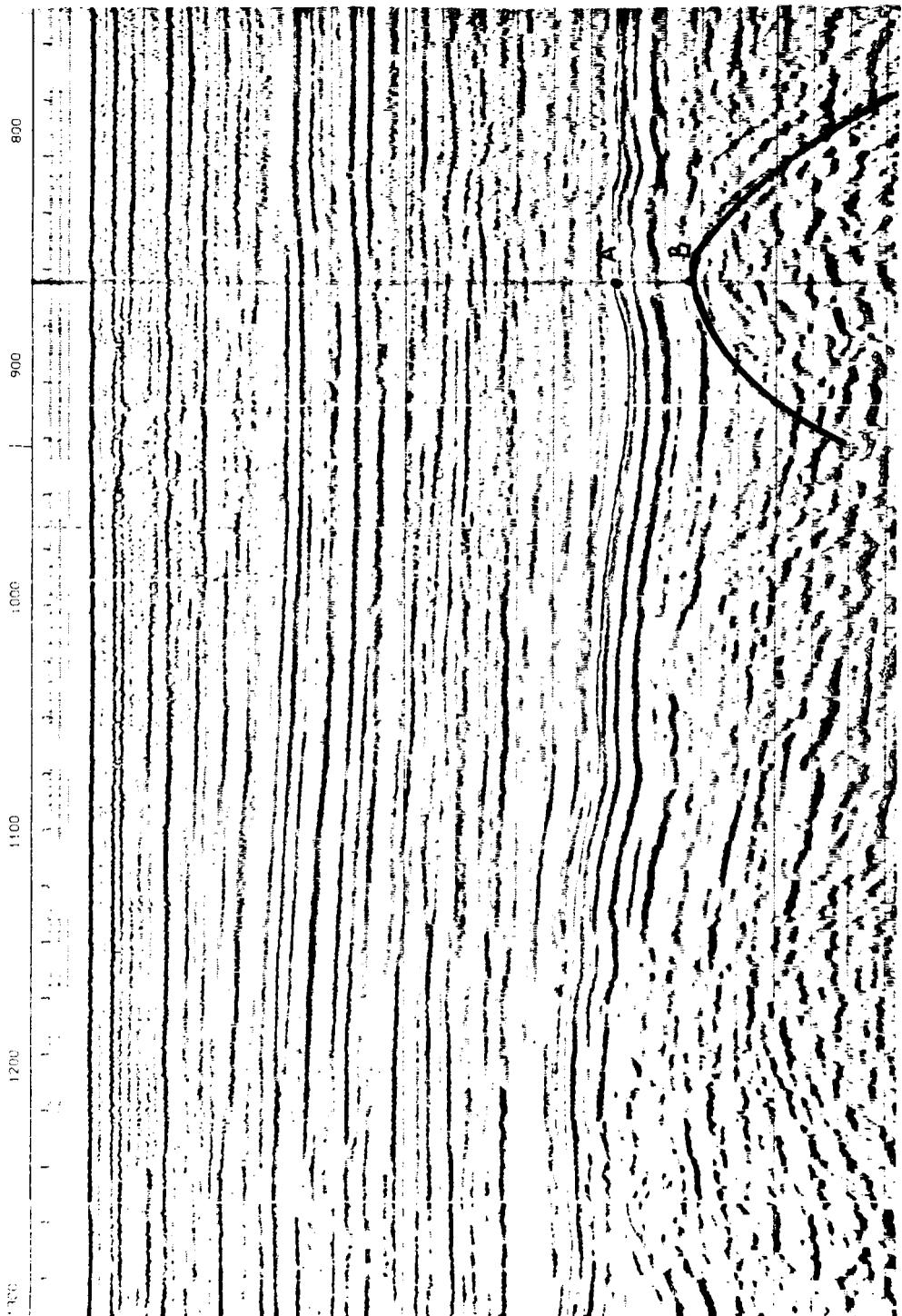


Figura 9: Sección de tiempo donde se calculó, utilizando la difracción, la velocidad interválica desconocida del sector basamental AB.

Finalmente la Figura 10 muestra una sección de tiempo en la cual fue posible marcar una fractura (confirmada luego por pozo) mediante una sostenida alineación de ápices de difracciones, provocadas precisamente por dicha fractura.

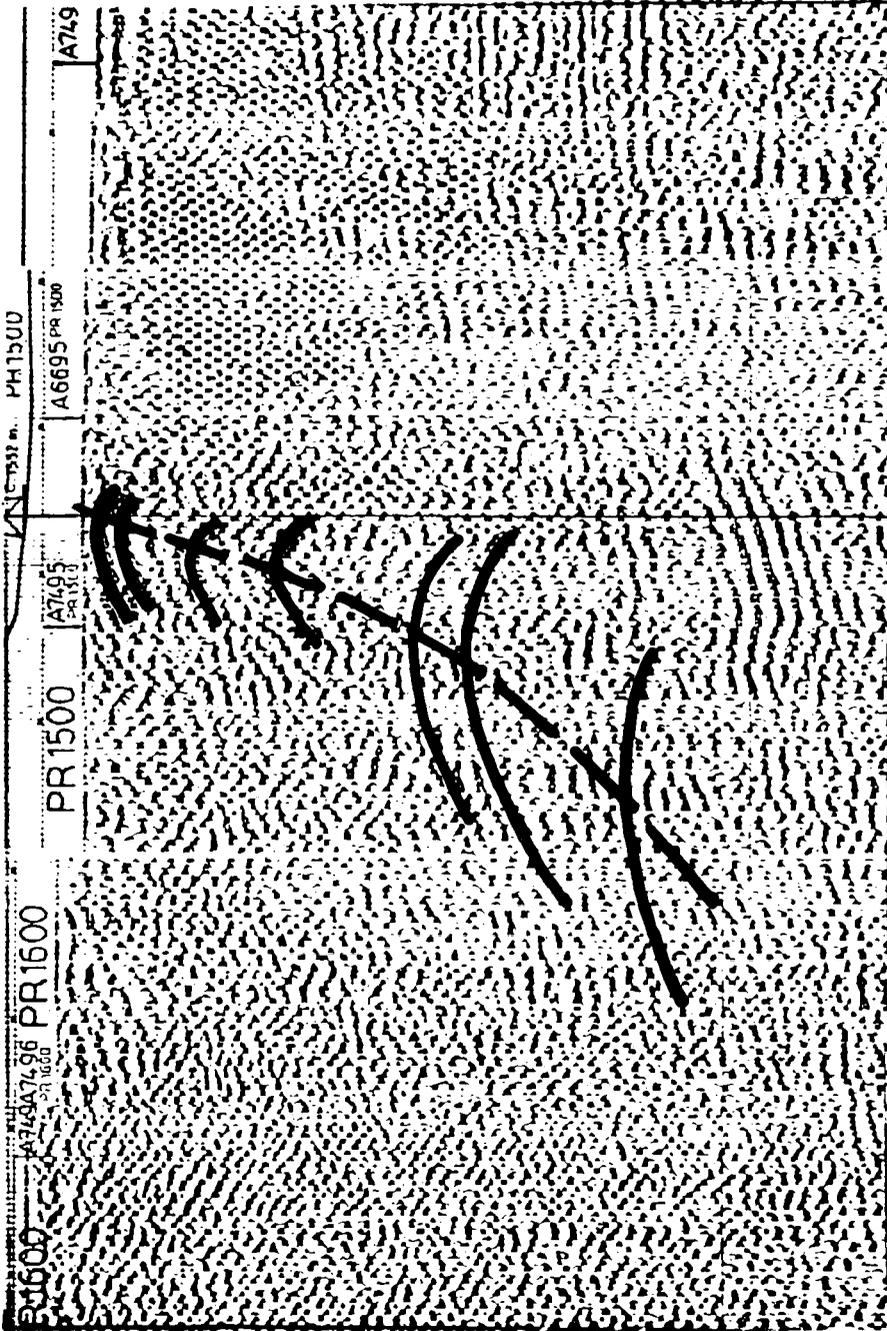


Figura 10: Sección de tiempo donde fue posible detectar una fractura como lugar geométrico de ápices de difracción.