

ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE UN SECTOR DEL YACIMIENTO LOS PERALES/LAS MESETAS NORTE. CUENCA DEL GOLFO SAN JORGE. LAS HERAS, SANTA CRUZ, REPUBLICA ARGENTINA.

Lopez, Alejandro (1) – D'Angiola, Marta (2) - Saavedra, Benito (2)

(1) YPF S.A. (2) BAKER ATLAS ARGENTINA

ABSTRACT

A structural analysis of a sector of Los Perales/Las Mesetas Norte field, San Jorge basin, was done using data from an acoustic-resistive image log and three dip logs, logged by Baker Atlas Argentina during 1977. The results showed that a high angle fault generated two sets of fractures, striking parallel to the fault trace. Breakout analysis from the three fault closest wells proved that the horizontal component of in situ stress is SW – NE. On the other hand, the results obtained from the well located farther from the fault, the horizontal component of in situ stress is NW-SE, in accordance with the fold developed in this block too. Irregularities on the fault plane are causes for transtension and transpression zones development. This fact generated open and closed fracture systems, creating good conditions for oil accumulation.

INTRODUCCION

El presente trabajo describe un estudio realizado conjuntamente por YPF S.A. y Baker Atlas Argentina (ex Western Atlas Logging Services). Los resultados obtenidos aportan valiosa información al modelo estructural de un sector del yacimiento Las Mesetas – Los Perales Norte, ubicado en el flanco sur de la Cuenca del Golfo San Jorge. El área estudiada abarca una superficie aproximada de 14 km² y dista unos 60 km al NW de la ciudad de Las Heras, provincia de Santa Cruz.

Se han utilizado datos obtenidos a partir de un perfil de imágenes de pozo y de 3 perfiles de buzamiento adquiridos en sondeos perforados durante el año 1997.

De acuerdo con la información geológica regional, la secuencia estratigráfica característica de este sector de la cuenca está compuesta por un basamento pre-Cretácico conocido como Grupo Bahía Laura, y un relleno constituido por sedimentitas cretácicas (Grupo Chubut), terciarias y cuaternarias. Los tramos perfilados corresponden a la sección inferior (Miembro Inferior o Secuencia Tobácea) y a la sección superior de la Formación Bajo Barreal, de edad cretácica, donde se encuentran desarrollados los principales reservorios de hidrocarburos de este campo.

La zona se halla afectada por un sistema principal de fallas regionales directas de alto ángulo, con rumbo predominante NW-SE y buzantes hacia el SW (fallas A y B). Asociadas con el mismo hay fallas directas cuyas trazas son paralelas a las del juego principal, pero buzando en sentido contrario (falla C).

Observando las curvas estructurales, es posible identificar la presencia de un pliegue antiformal en el bloque comprendido entre las fallas B y C; su eje posee orientación NE-SW, buza hacia el NE y está limitado al SW por la falla B. Numerosas fracturas han sido identificadas en la imagen del sondeo LP-1404, las cuales parecen estar asociadas tanto con la falla B como con el pliegue.

El análisis de las elongaciones de pozos obtenidos a partir de las imágenes de pozo y de los perfiles de buzamiento permitió definir que el campo de esfuerzo actual al que está sometida la zona estudiada tendría dirección NW-SE (azimut aproximado: 135° - 315°), quedando en evidencia la reactivación por inversión tectónica sufrida por el sistema de fallas directas que constituye el rasgo estructural más relevante del área.

BASE DE DATOS Y METODOLOGIA

Dado que este análisis estructural se basa esencialmente en datos aportados por un perfil de imágenes acústicas y resistiva (STAR) adquirido en el pozo LP-1404 y tres perfiles de buzamiento registrados en los sondeos LP-1365 LM-418 y LM-422, en la tabla siguiente se detalla la información aportada por cada uno al estudio.

El buzamiento estructural ha sido expresado en dirección de buzamiento y el buzamiento en grados, calculado mediante análisis de clusters. Las fracturas obtenidas de la imagen STAR, han sido clasificadas en abiertas y cerradas y analizadas estadísticamente. Las direcciones de elongación de los pozos indican el azimut de la máxima elongación del pozo, observadas en las imágenes acústicas o bien por diferencia de calibres en los perfiles de buzamiento.

Pozo	Perfil	Buzamiento Estructural	Fracturas	Elongación del pozo
LP-1404	Imagen STAR	161°/4° 135°/6°	Fracturas Abiertas 025° - 205° / 72° SE 015° - 195° / 65° NW 108° - 288° / 52° SW 107° - 287° / 62° NE	114° - 294°
			Fracturas Cerradas Princ.: 109° - 289° / 67° NE 108° - 288° / 59° SW Secun.: 020° - 200° / 71° NW 018° - 198° / 69° SE	
LP-1365	Diplog	029°/2° 046°/1°		135° - 315°
LM-418	Diplog	317°/1°		045° - 225°
LM-422	Diplog	007°/1°		130° - 310°

DISCUSION

La línea sísmica de la figura 2 que cruza el área de estudio en dirección N - S y el mapa de la figura 1, muestran claramente que el rasgo estructural más importante del área lo constituye un sistema de fallas regionales directas de alto ángulo, cuyas trazas irregulares poseen una dirección principal NW - SE con cambios de rumbo localizados, donde adoptan una dirección aproximadamente W - E.

En el mismo mapa estructural es posible apreciar los diagramas de rosas correspondientes a la dirección de elongación de los pozos obtenidos a partir de los perfiles de buzamiento registrados en los pozos LM - 418 LM - 422 y LP - 1365 y con el perfil de imágenes del pozo LP - 1404. Como se observa, en los tres últimos pozos la dirección de elongación de los mismos es NW - SE, lo cual permite inferir que la componente horizontal del máximo esfuerzo compresivo actual en las respectivas locaciones, tiene una orientación SW - NE.

Por otro lado, la ovalización registrada en el sondeo LM - 418 muestra una componente horizontal de esfuerzo máximo con dirección NW - SE. Estas variaciones indican que el sistema de fallas influye directamente en la distribución regional de esfuerzos. Considerando que la posición de este último pozo está suficientemente alejada de fallas, se podría aceptar que la dirección de la componente horizontal del máximo esfuerzo compresivo, determinada a partir del análisis de la elongación de los pozos, coincide con la del esfuerzo principal.

Un esfuerzo compresivo principal NW - SE permitiría explicar la dirección de ovalización en los pozos LM - 422 LP - 1365 y LP - 1404 pues, al tener las fallas B y C trazas oblicuas a la dirección del esfuerzo, provocarían que éste se descomponga según una componente normal y otra paralela al plano de falla. La primera sería la responsable de la dirección de elongación de los referidos sondeos. Por esta razón, las direcciones de ovalización de los pozos se habrían desarrollado paralelas a las trazas de las fallas en los sondeos cercanos a las mismas.

La dirección planteada también explicaría la formación del pliegue antiformal existente en el bloque comprendido entre las fallas B y C, cuyo eje es perpendicular a la misma.

Todas estas evidencias sugieren que el esquema estructural distensivo caracterizado por el fallamiento directo descrito, habría sido reactivado inversamente por el actual esfuerzo principal compresivo NW - SE (azimut aproximado: 135° - 315°). Este es un nuevo aporte que avala la hipótesis de inversión tectónica planteada por Chelotti (1997) y Homovc et al, (1993, 1995).

Con el perfil de imágenes simultáneas STAR adquirido en el sondeo LP-1404, se identificaron numerosas fracturas cerradas que conforman dos juegos principales conjugados, de rumbo paralelo con la falla B. Se

interpreta que los mismos están genéticamente relacionados la mencionada falla en su etapa distensiva. De esta manera, el ángulo de inclinación promedio de las fracturas que buzan en el mismo sentido que la falla, indicaría que la misma buza entre 60 y 65° al SW (figuras 3 y 4).

Aunque en menor proporción, también fueron identificados con el perfil de imágenes, dos juegos conjugados de fracturas abiertas con rumbo SW – NE y dos juegos conjugados de rumbo perpendicular a los primeros, las cuales estarían asociadas al flanco SE del pliegue que se desarrolla en el bloque perforado con el pozo LP – 1404, tal como se muestra en las figuras 5 y 6.

Las fallas, especialmente aquéllas con desarrollo regional, poseen comúnmente una morfología no planar, presentando irregularidades en la superficie del plano de falla que con el desplazamiento de bloques generan zonas dilatacionales o transtensivas y antidilatacionales o transpresivas (Skarmeta, 1996).

Esta situación creará en las zonas transtensivas condiciones propicias para el entrapamiento de hidrocarburos, ya que ellas están sometidas a un menor esfuerzo normal respecto de la traza lineal de la falla. Por las razones mencionadas precedentemente, resultaría de interés investigar todas aquellas irregularidades que presenten las fallas del área de estudio, tanto en su traza horizontal como en profundidad, ya que podrían tener asociadas fracturas abiertas propias de zonas transtensivas de alto potencial económico.

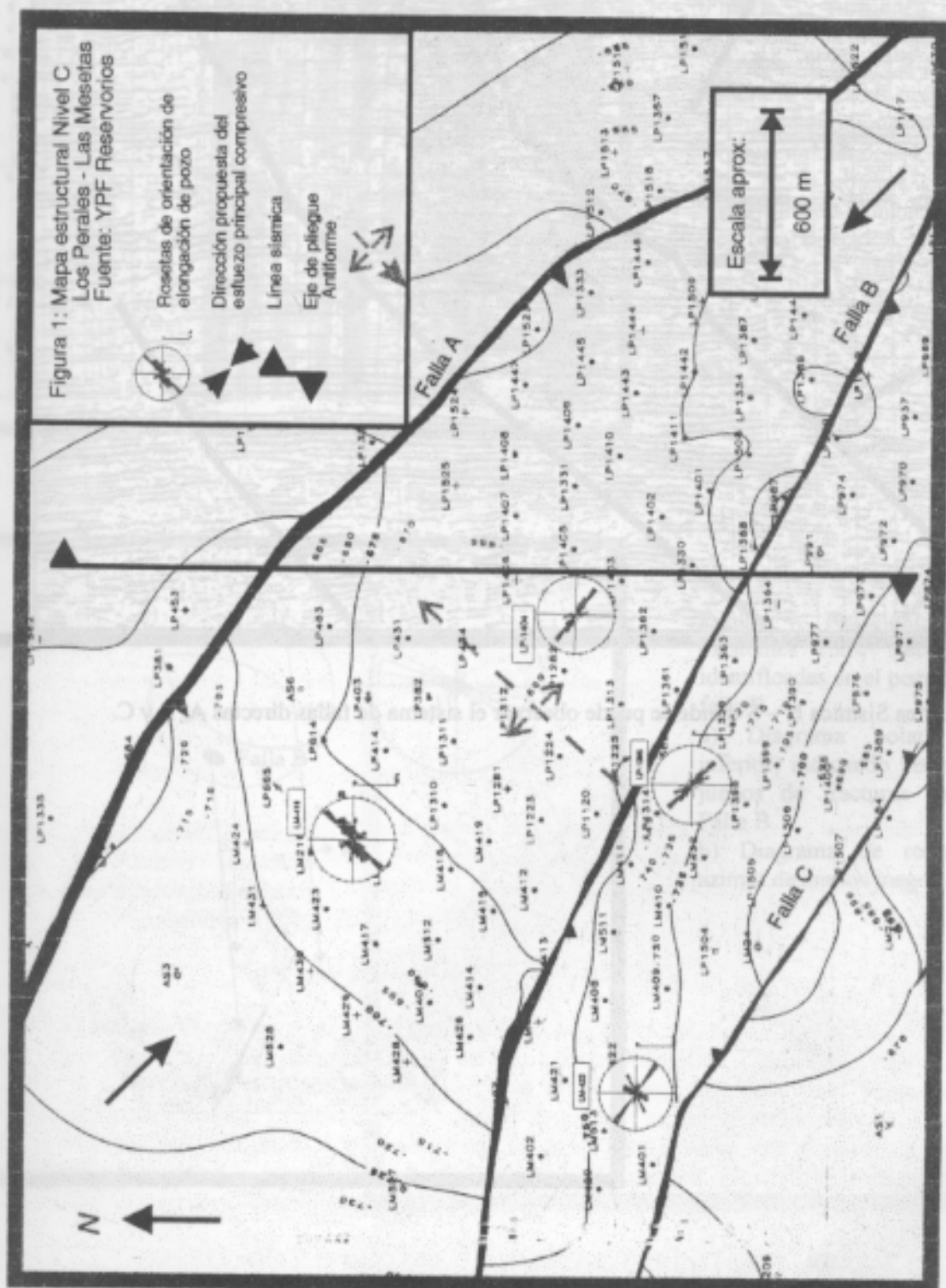
Para materializar lo expresado en el párrafo anterior, resultaría recomendable densificar la cantidad de datos de elongación de pozos y de fracturas, con lo cual será posible definir con mayor certeza las variaciones de dirección del esfuerzo principal.

CONCLUSIONES

- La falla directa de alto ángulo ubicada inmediatamente al sur del pozo LP – 1404, habría generado en la posición del mencionado sondeo, dos juegos de fracturas conjugados de rumbo paralelo a la misma. El ángulo de inclinación de las fracturas que buzan en el mismo sentido que la falla indican que la misma buza entre 60 y 65° al SW.
- El análisis de las direcciones elongación u ovalización realizado en los pozos LP – 1404, LP – 1365 y LM – 422 evidencia que en la posición de cada sondeo, la componente horizontal del máximo esfuerzo compresivo actual es SW – NE. Esta dirección estaría motivada por la descomposición del esfuerzo principal en los planos de las fallas B y C.
- El análisis de elongación en el pozo LM – 418, indica que en la locación del sondeo, la dirección de la componente horizontal del máximo esfuerzo actual es NW – SE. Considerando que esta posición está suficientemente alejada de fallas, se podría aceptar que la dirección del esfuerzo compresivo principal que afecta al área también es NW – SE (azimut aproximado: 135° - 315°) y el mismo sería el responsable de la formación del pliegue existente en el bloque.
- En este tipo de esquema estructural, irregularidades en el plano de falla, tanto en sentido horizontal como vertical, generan zonas de transtensión y transpresión, originando sistemas de fracturas abiertas y cerradas respectivamente, que resultan un fuerte condicionante para la ocurrencia de hidrocarburos.
- En la posición del pozo LP – 1404 la mayoría de las fracturas son cerradas y estarían asociadas con la falla B. Las mayor parte de las fracturas abiertas encontradas en esta locación son esencialmente paralelas al eje del pliegue, interpretándose que las mismas estarían relacionadas con el mismo y no con una zona de transtensión.
- Sería interesante investigar la ocurrencia de zonas de transtensión donde las trazas de fallas sufren un cambio de dirección y, con apoyo de sísmica 3D, donde sus planos presentan irregularidades en profundidad tales como las que muestra en la figura 2 la falla B. Las fracturas abiertas asociadas con tales zonas podrían constituir un importante reservorio debido a que las mismas no sólo brindarían un espacio donde se puedan acumular los hidrocarburos, sino que también inducirían un flujo de fluidos al momento de producirse su apertura.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las autoridades de YPF S.A. y Baker Atlas Argentina S.R.L. por autorizar la publicación del presente estudio.



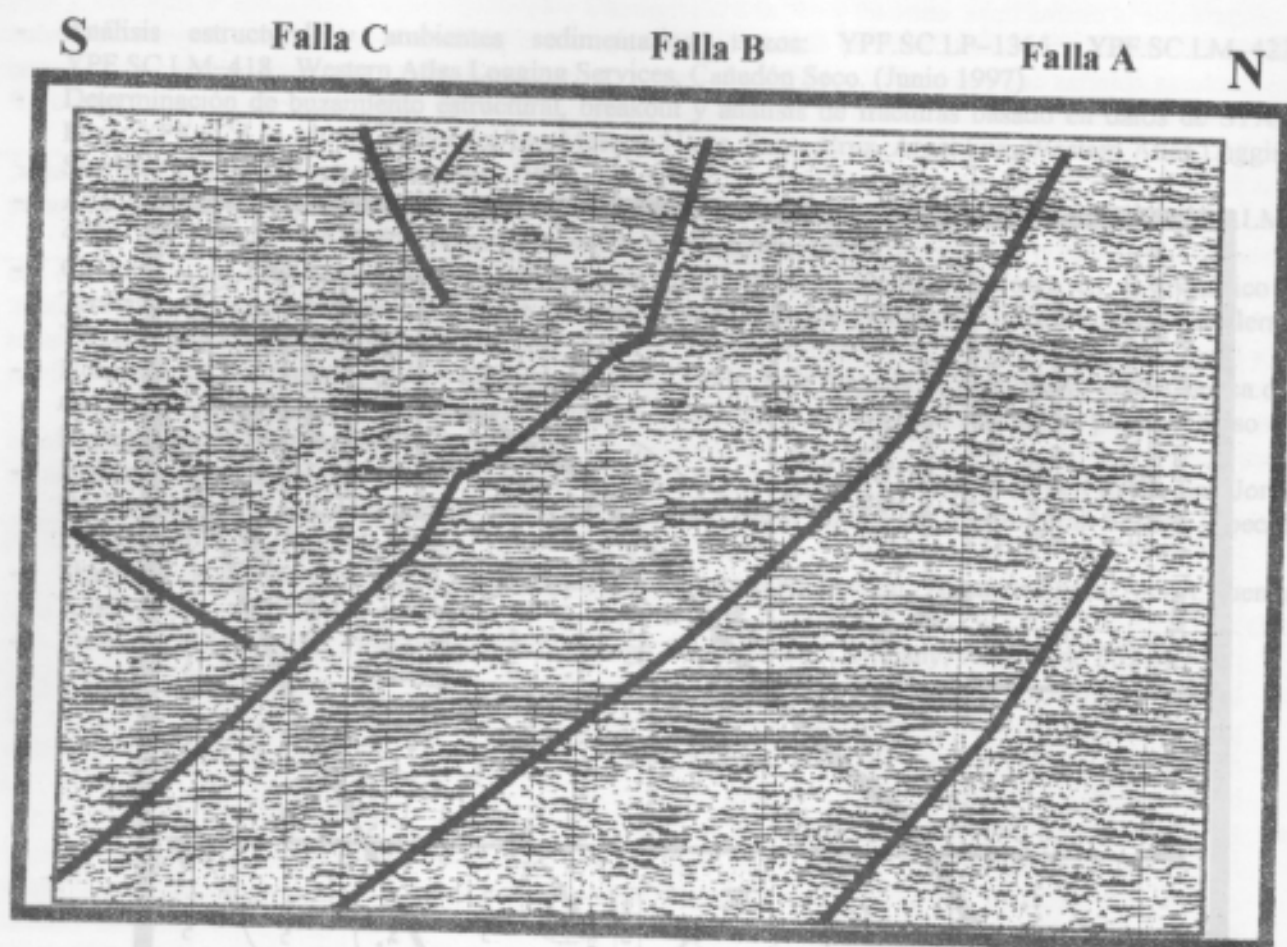
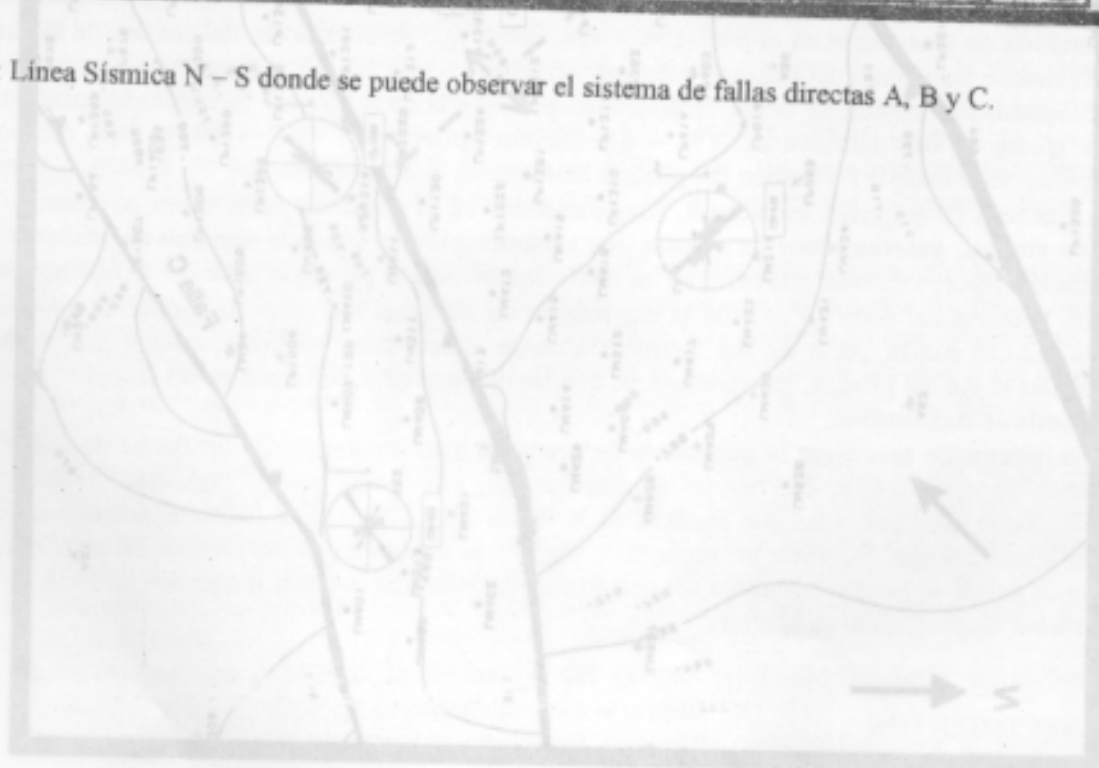


Figura 2: Línea Sísmica N – S donde se puede observar el sistema de fallas directas A, B y C.



DISCRIMINACION ENTRE AGUA E HIDROCARBURO PESADO EN PRESENCIA DE BAJOS CONTRASTES DE RESISTIVIDAD Y POROSIDAD EN EL YACIMIENTO DE MENDOZA

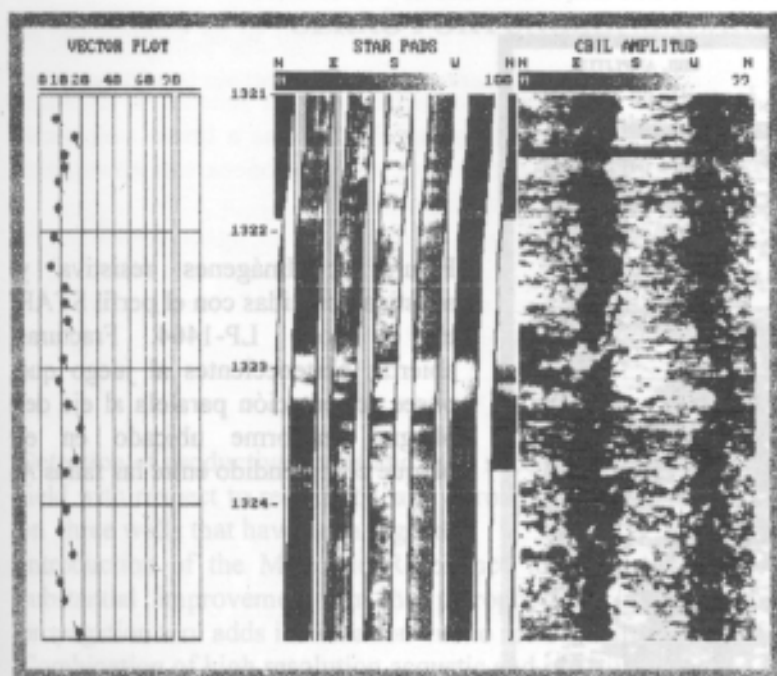


Figura 3: Imágenes resistiva y acústica obtenida con el perfil STAR en el pozo LP-1404.

Fracturas cerradas pertenecientes a los juegos conjugados que poseen orientación paralela a la traza de la falla B. Se observa claramente el desarrollo de elongación de pozos con igual dirección.

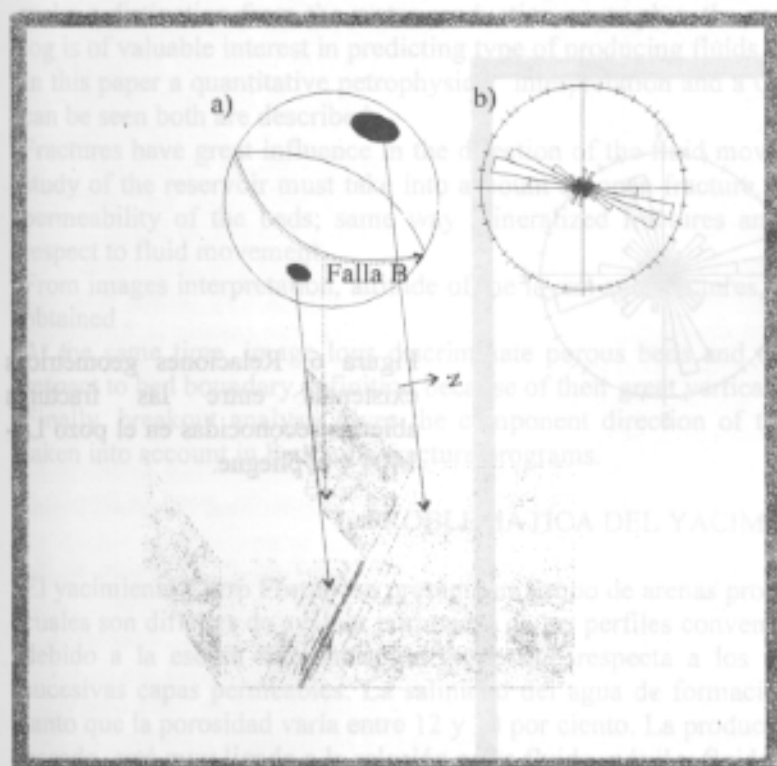


Figura 4: Relaciones geométricas existentes entre fracturas cerradas identificadas en el pozo LP-1404 y la falla B.

a) Diagrama polar (Hemisferio inferior) indicando las modas de los juegos de fracturas cerradas y la Falla B.

b) Diagrama de rosas indicando azimut de ambos juegos conjugados.

MARCO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO CERRO FORTUNOSO

El yacimiento Cerro Fortunoso se ubica en la porción sur de la provincia de Mendoza, a 130 Km. al SSE de la ciudad de MALARGÜE, en el ámbito de la cuenca neuquina.

La unidad productiva es el Grupo Neuquén (Cretácico Superior - Campaniano) que está constituida por una potente sucesión de sedimentitas continentales que alcanzan un espesor de 700 mts. En la misma se

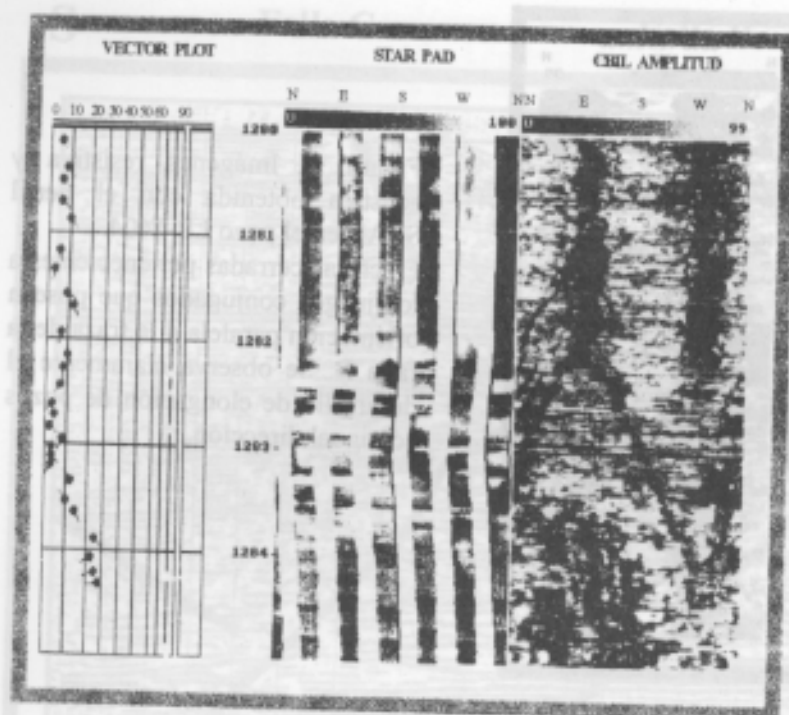


Figura 5: Imágenes resistiva y acústica obtenidas con el perfil STAR en el pozo LP-1404. Fracturas abiertas pertenecientes al juego que posee orientación paralela al eje del pliegue antiforme ubicado en el bloque comprendido entre las fallas A y B.

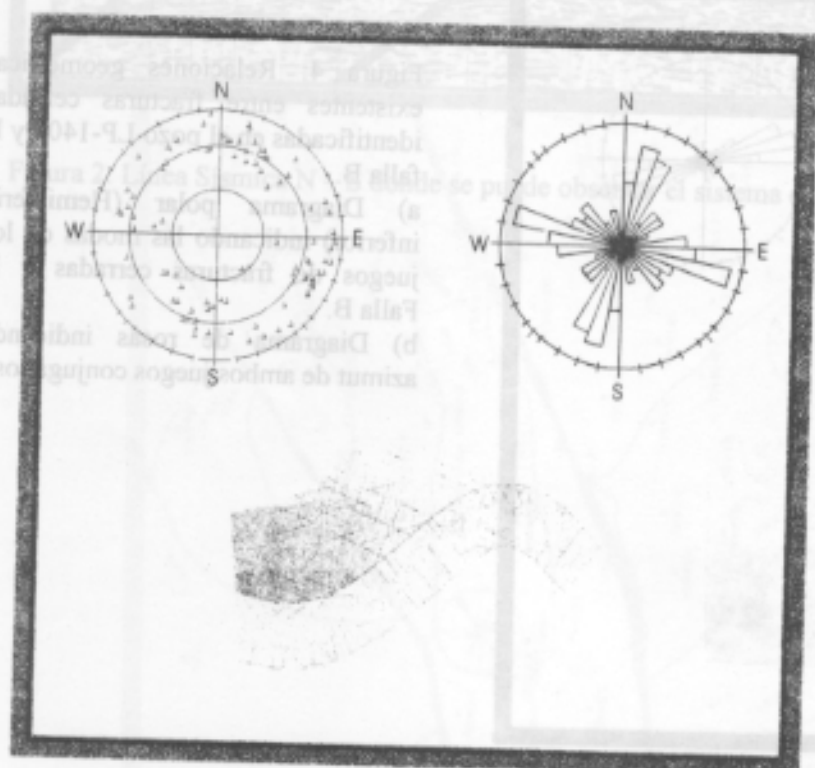


Figura 6: Relaciones geométricas existentes entre las fracturas abiertas reconocidas en el pozo LP-1404 y el pliegue.