PARTICULARIDADES ESTRUCTURALES Y DETERMINACIÓN DEL STRESS PRINCIPAL A PARTIR DE LA INFORMACIÓN DE UN PERFIL EN LA PARTE ORIENTAL DE LA SIERRA DEL ROSARIO, PINAR DEL RÍO, CUBA

Structural particularities and determination of principal stress from profile information in the western part of Sierra del Rosario, Pinar del Río, Cuba

Carlos E. Cofiño Arada
Dámaso Cáceres Govea

E-mail: cenriques@geo.upr.edu.cu
Universidad de Pinar del Río

RESUMEN

A partir de las descripciones de afloramientos y mediciones estructurales de estructuras disyuntivas y plicativas, con la utilización de sistemas que permiten el procesamiento de la información, se llega a resultados que sirven de base para el análisis y determinación de la posible orientación del *stress* principal σ_1 en el momento en que ocurrieron los movimientos tectónicos que afectaron el corte en el occidente de Cuba. Se reporta y explica la presencia y posición de restos de hidrocarburos en vetas y grietas en las secuencias carbonatadas del corte en la porción más oriental de la Sierra**.**

PALABRAS CLAVE: Tectónica, Geología Estructural, Sierra del Rosario, Stress.

ABSTRACT

Starting from description of outcrops and structural measurements in disjunctive and plicative structures that serve as the basis for the analysis and determination of the possible principal stress s_1 at the time that tectonic movement that affected the sequences in western Cuba happened is intended to clarify some of the structural characteristics of Sierra del Rosario geological cross section, as well as explaining the presence and position of hydrocarbons relicts in veins and joints that appear in carbonaceous sequence in the eastern part of the ridge.

KEY WORDS: Tectonic, Structural Geology, Rosario ridge, Stress.

INTRODUCCIÓN

Algunos aspectos relacionados con la geología de la Sierra del Rosario han sido publicados por diferentes autores (Pszczolkowski et al., 1975; Pszczolkowski y Albear, 1982; Pszczolkowski, 1994; Cobiella-Reguera y otros, 1997, 1998; Martínez, 1994), pero no se reportan resultados de mediciones estructurales que permitan explicar las direcciones de los esfuerzos provocados por el escamamiento tectónico para esta parte de la Cordillera de Guaniguanico; sin embargo, en otras áreas de la provincia, investigaciones relacionadas con esta temática han arrojado conclusiones muy interesantes (Cáceres, 1997, 1998; Gordon *et al*., 1997).

En el presente trabajo se determinan características estructurales a partir de la confección del perfil geológico estructural de 10 km de extensión, desde las cercanías de la Loma Mira Cielo hasta las proximidades de la Loma del Mulo en la Sierra del Rosario. Se tomaros 14 puntos de observación, y un total de 1 485 mediciones de elementos estructurales, de ellos 1 447 en grietas, seis en fallas normales, uno en falla inversa, ocho en pliegues de chevron y 6 en pliegues de amplias charnelas, 14 planos axiales y 14 ejes

de pliegues. La región del perfil fue dividida en tres zonas enmarcadas por dos planos de sobrecorrimientos que lo atraviesan perpendicularmente, lo que permite un análisis más detallado de las estructuras a nivel regional. Para el procesamiento e interpretación de los datos obtenidos se utilizó el software Spheristat, v.1.1.

GEOLOGÍA REGIONAL

La Sierra del Rosario es una de las regiones de Cuba más interesantes, desde el punto de vista geológico, debido a que en una reducida área se puede encontrar una amplia variedad de problemas tectónicos, estratigráficos y magmáticos; esto la convierte en un punto clave para el desciframiento de la geología de Cuba. La Sierra del Rosario presenta un corte estratigráfico que va desde el Jurásico al Eoceno, y su complejidad tectónica se registra en los mapas a través de las fallas de sobrecorrimientos y del gran plegamiento de la zona (Piotrowska, 1976; Martínez, 1987, 1989, 1994; Pszczolkowski, 1994; Fernández de Lara, 1995).

En el área de estudio se describen: la Formación San Cayetano, constituida por alternancias de areniscas y lutitas de edad Jurásico Medio - Jurásico Superior Oxfordiano; Formación El Sábalo, integrada por basaltos con intercalaciones de sedimentos de edad Jurásico Superior; Formación Artemisa, compuesta por calizas y argilitas con algunos pedernales de edad Jurásico Superior-Cretácico Superior Berriasiano; Formación Polier, en la que están presentes calizas, argilitas y areniscas de edad Berriasiano – Aptiano; Formación Santa Teresa, constituida por pedernales de coloración roja con argilitas de edad Cretácico Inferior Aptiano-Cretácico Superior Cenomaniano; Formación Carmita, donde están presentes calizas con pedernales de color negro y, en algunos casos, argilitas de edad Albiano-Cenomaniano, y Formación Guajaibón, constituida por calizas biogénicas de edad Cenomaniano. Todas estas formaciones en el orden mencionado descansan concordantemente, ya que se originaron en ambientes muy semejantes y no presentan hiatos estratigráficos entre ellas. Discordantemente, sobre la Formación Carmita yace la Formación Moreno, con pedernales y areniscas del Cretácico Superior Santomaniano-Campaniano. Discordante sobre la Formación Moreno yace la Formación Cacarajícara, en su parte inferior representada por el Miembro Los Cayos. Este miembro sólo es reconocido en algunas unidades septentrionales de la Sierra del Rosario, con espesores considerables de brechas compuestas por material detrítico fundamentalmente de calizas de muchas tonalidades, calcarenitas y calcilutitas. Su edad es Cretácico Superior Maastrichtiano. Culminando el corte, la Formación Manacas constituye un olistostroma con presencia de serpentinitas, calizas de tonalidades rojas, lutitas y fragmentos de rocas ígneas. Su edad es Paleoceno Superior-Eoceno Inferior.

Descripción del perfil

El perfil comienza al norte de la falla Pinar, por el río Bayate, siguiendo una dirección sudeste-noroeste, al sudoeste de la loma Mira Cielo, hasta la cercanía de la Loma del Mulo. El itinerario se inicia en un afloramiento de la Formación Artemisa, donde predominan las calizas de color gris claro con vetillas de calcita y restos de hidrocarburo, de 20-30 cm de espesor; intercalaciones de areniscas de granos finos con vetas de calcita y restos de hidrocarburo, de hasta 30 cm, y algunas capas de pedernal negro de 10 cm. Las rocas tienen yacencia sudoeste (220º/30º). Se observan claramente tres sistemas de vetas bien diferenciadas (Fig. 1): el primero de un rumbo nordeste con 60º, el segundo de un rumbo noroeste con 310º, y el tercero con un rumbo similar al primero, pero que desplaza al segundo, lo cual indica que fue originado más tarde en el tiempo. Al parecer, el segundo sistema producido por esfuerzos de orientación noroeste son grietas en escalón, y el tercero indica el desplazamiento del esfuerzo hacia el este, en rocas con yacencia NW 280º/18º. Los sistemas de grietas, por su parte, se muestran en la figura 2.

En el punto 2 (Fig. 3) se describe un gran afloramiento a ambos lados del río, con un predominio de calizas de color gris claro con vetas de calcita y restos de hidrocarburos, y algunas intercalaciones de areniscas de granos finos. El afloramiento posee una longitud de 100 m y se encuentra plegado en toda su extensión, mientras que en el punto 3 se siguen observando calizas de color gris claro con alternancia de areniscas. Toda la secuencia se encuentra plegada y fallada, y forma un sistema de fallas normales. En las grietas se observan restos de hidrocarburos (Fig. 4).

En el punto 4 se localizan las mismas calizas de color gris claro con vetas de calcita y restos de hidrocarburos, y algunas intercalaciones de arenisca de grano fino. Aquí, las rocas poseen yacencia S_o160º/32°. En el punto 5, el afloramiento tiene 40 m de largo con 12 m de altura. En esta parte del corte la secuencia se encuentra muy deformada y conforma pliegues de tipo chevron, donde sus planos axiales se hallan casi horizontales (Fig. 5). Se localizan abundantes calizas de color gris claro con numerosas vetas de calcita y restos

de hidrocarburos. En ocasiones se observa material carbonoso. Estas calizas tienen espesores de 20 a 30 cm. A menudo se localizan finas intercalaciones de calcarenitas, microplegadas, deleznables, de grano muy fino y color gris oscuro. Las capas buzan al SW 190º.

El punto 6, a 200 m del anterior, se caracteriza por un predominio de calizas de color gris con abundantes vetillas de calcita en muchas direcciones, con las que en reiteradas ocasiones se asocian restos de hidrocarburos. Estas calizas tienen espesores que varían de 15 a 25 cm. A veces, en las calizas se localizan finas capas de material carbonoso de color negro. Se observan pocas intercalaciones de areniscas de grano fino, con cuarzo y material carbonatado, con un espesor aproximado de 10 cm. Las capas poseen yacencia al Oeste S_0 270º/25º. El afloramiento tiene una longitud de 20 m (Fig. 6).

Siguiendo la misma dirección a 125 m del punto anterior, se localiza el punto 7 representado por un afloramiento de unos 35 m de largo. Se observan fundamentalmente calizas de color gris claro con abundantes vetas de calcita, en ocasiones con restos de hidrocarburos. El espesor de los estratos de calizas oscila entre 2 cm hasta 15 y 30 cm; se observan también finas intercalaciones de areniscas cuarzosas de granos finos agrietadas, y finas capas de pedernales de color negro. En la parte inferior del afloramiento la secuencia se encuentra en forma de pliegues continuos, de tipo chevron, donde sus planos axiales están inclinados hacia el sudoeste 240°/40°. La yacencia de las rocas es SO 230°/50° (Fig. 7).

En el punto 8 continúa el predominio de las calizas de color gris claro con vetas de calcita y restos de hidrocarburos, con intercalaciones de areniscas de grano fino. A unos metros de este punto se localiza el contacto entre las Formaciones Artemisa y Polier, que aquí parece ser tectónico. Estas rocas aparecen onduladas y formando pliegues de charnelas amplias. Las secuencias poseen yacencia suave con ángulos menores de 10º y buzamiento de 115º sudeste. A 200 m del contacto anterior se localiza un afloramiento de 13 m de longitud, punto 9, que constituye una secuencia plegada con amplias charnelas (Fig. 8).

De inmediato, a 25 m se encuentra una antiforma y una sinforma. Continúan las calizas de color gris claro, con vetas de calcita y restos de hidrocarburos. Seguidamente, se localiza otro cambio a una antiforma con flancos de buzamiento muy suave (Fig. 9). La charnela de esta estructura es amplia, con planos axiales casi verticales que se extienden en una dirección 300º (Rumbo), el eje de este pliegue también se orienta en esta dirección 10º → 300º.

A 250 m del punto anterior se localiza el punto 10, representado por calizas de color gris claro con vetas de calcita y, en ocasiones, restos de hidrocarburos y restos de material carbonoso. Estas calizas tienen un espesor de 10 a 20 cm, y poseen intercalaciones de areniscas cuarzosas de granos gruesos y finos. En las areniscas se localizan restos de hidrocarburos. El espesor es muy variado, y oscila entre unos pocos centímetros y un decímetro. Este afloramiento tiene aproximadamente 100 m de largo y en él se muestra un pliegue antiforma que aflora en el cauce del río. En el flanco norte del pliegue las rocas buzan con SO 340º/25º, mientras en el flanco sur de esta estructura SO 195º/30º , este constituye el flanco de otra estructura sinforma que presenta los planos axiales paralelos, pero en su núcleo el ángulo de buzamiento de las rocas es mucho más abrupto 75º. En el punto 11 se localizan calizas grises con finas intercalaciones de areniscas de color amarillento, bien estratificadas.

Siguiendo el itinerario, a unos 300 m del punto 11, se detecta el contacto normal entre la Formación Polier y la Formación Santa Teresa, y aparecen los pedernales con intercalaciones de lutitas finamente estratificadas. El espesor de esta secuencia en el área es de alrededor de los 100 m. En esta secuencia no se realizaron mediciones de agrietamiento debido a las limitaciones del afloramiento.

Algo semejante sucede en la parte caótica del perfil, donde aparecen desarrolladas secuencias de la Formación Manacas que yace sobre los depósitos de la Formación Santa Teresa. A continuación aparece la Formación Polier, que yace discordantemente a través de un contacto tectónico sobre la Formación Manacas. Aquí se describen los puntos 12, 13 y 14, en los cuales se observan calizas de color gris con restos de hidrocarburos e intercalaciones de areniscas cuarzosas de color amarillento.

Estructuras plicativas

Un amplio desarrollo de estructuras plicativas caracteriza el perfil, específicamente en las escamas inferior y media. Resulta significativo en la escama inferior en la Formación Artemisa, la abundancia de pliegues de tipo chevron que van desde tumbados (Fig. 5) hasta inclinados (Figs. 3 y 4), donde sus ejes y planos axiales se orientan indistintamente en direcciones desiguales. Es común encontrar estructuras complejas combinadas de pliegues y fallas (Figs. 3 y 4).

En la escama media, en la Formación Polier, es aún mayor el desarrollo de estructuras plicativas, pero aquí van a existir suaves flexuras de las capas, y se observa a veces una superposición de los esfuerzos

deformacionales, los pliegues existentes son de charnelas amplias y se localizan combinaciones de antiformas y sinformas (Figs. 8 y 9).

Estructuras disyuntivas

Numerosas fallas de diferentes tipos, a veces relacionadas con estructuras plegadas, han sido descritas a lo largo del perfil, así como un amplio desarrollo de grietas de cizalla, extensión e híbridas, muchas veces relacionadas con vetas sigmoidales.

En la escama inferior, en el punto 1, se observan varios sistemas de grietas. Un primer sistema (Fig. 1) corresponde a grietas en escalón y grietas de cizallas, mientras que en el segundo sistema predominan las grietas de cizallas y extensión (Fig. 2). En toda la escama se localizan vetas de cizallas rellenas de calcita con restos de hidrocarburos. En las escamas media y superior, en la Formación Polier, también se encuentran abundantes grietas de cizallas rellenas de calcita con restos de hidrocarburos, y fallas normales e inversas asociadas a plegamientos (Figs. 3 y 4).

Dos grandes fallas de sobrecorrimiento se destacan en el perfil, atravesándolo perpendicularmente, las que fueron tomadas como guía para dividirlo en tres zonas. Evidentemente, estas fallas de sobrecorrimiento le imprimen una característica escamada a la región.

Características microestructurales del perfil

Para el estudio de los elementos estructurales medidos (agrietamiento, planos axiales, ejes de pliegues, planos de fallas), se realizó el trabajo por escama de forma independiente, según la información geológica utilizada en la confección del perfil, además de la subdivisión en tres partes de las escamas inferior y media, para comprobar la existencia o no de variaciones locales dentro de éstas.

En la escama inferior los datos del agrietamiento fueron analizados en las partes baja, media y alta por separado. En la parte baja se observa una orientación del *stress* principal al noroeste 333º, mientras en la parte media su orientación es noreste 078º. Para la parte superior se aprecia una recuperación del *stress* principal al noroeste 274º.

Los pliegues desarrollados en esta parte del perfil poseen planos axiales inclinados al sudeste-noroeste principalmente, relacionados con esfuerzos en esta misma dirección, además de algunos inclinados al noreste-sudoeste pero en menor magnitud, mientras sus ejes se hunden en dos grupos bien definidos al noroeste y sudoeste.

Los datos de fallas representados en la figura 4 indican rumbo noroeste con planos inclinados al noreste y sudoeste, respectivamente; se trata en su mayoría de fallas normales que responden a una etapa tardía de los movimientos tectónicos en el área. Esta dirección de las estructuras disyuntivas puede haber sido heredada de fallas preexistentes, reactivadas debido a los movimientos tectónicos que provocaron la subdivisión en bloques de la Sierra del Rosario.

La escama media también fue dividida en tres partes. Para la parte baja de esta escama fue determinada una orientación del *stress* principal al noreste intensa, alrededor de los 042º . En la parte media fue detectada una orientación del *stress* principal σ_1 al noroeste 289º. De igual manera, los datos del agrietamiento de la parte superior destacan una orientación al noreste 034. Los planos axiales de los pliegues medidos en esta parte del corte presentan una inclinación noreste y sudeste, mientras que los ejes de los pliegues se hunden al noroeste. Para la parte superior del corte se elaboró un solo grupo de datos para el agrietamiento, que indica una orientación del *stress* principal al noreste 014º.

Del análisis de los diferentes diagramas de contorno por escamas, no se observan diferencias significativas, y se revelan dos orientaciones del *stress* principal al noreste y noroeste, respectivamente. Los rangos de orientación, en ocasiones demasiados amplios, pueden estar relacionados con rotaciones locales del *stress* principal en determinados sectores, aunque resulta evidente la superposición de esfuerzos deformacionales en el tiempo, según una rotación horaria del *stress* principal (Figs. 1 y 2). La inclinación de los planos axiales al noroeste y sudeste responde a esfuerzos dirigidos en esta dirección durante la fase principal del transporte tectónico, mientras que sus ejes rotan hacia el paralelismo en dicha dirección. De igual manera pueden interpretarse los planos axiales inclinados al noreste o sudoeste y sus respectivos ejes, según una orientación sudoeste-noreste del *stress* principal.

DISCUSIÓN

Un análisis de los afloramientos representados en las figuras 1, 2 y 6 argumenta el surgimiento de grietas y vetas bajo esfuerzos al noroeste (en una etapa inicial), siendo desplazados por otro sistema que responde a una orientación al noreste del *stress* principal.

Del análisis de todos los datos del perfil se concluye que la orientación *stress* principal σ_1 en todo el corte, indica una tendencia noroeste 300º y noreste 045º expresada a través de los diagramas de contorno por escamas. La orientación de los planos axiales al noroeste-sudeste de los pliegues, asegura una dirección

fundamentalmente noroeste del transporte de los mantos durante la etapa inicial de los sobrecorrimientos.

Los sistemas de grietas de cizalla más antiguos indican una dirección noroeste del *stress* principal σ_1 aunque existen sistemas de grietas superpuestas que dan idea, debido al desplazamiento del sistema más antiguo, de rotaciones regionales del *stress* principal σ_1 (Figs. 1, 2, 6). No descartamos la posible existencia de condiciones locales que pudieran haber afectado y provocado rotaciones internas de σ_1 determinando rangos de orientación, en ocasiones algo diferentes.

De todo lo anterior se deduce que la orientación del máximo *stress* compresivo σ_1 durante los sobrecorrimientos es evidentemente noroeste, mientras que la desviación hacia el noreste de σ_1 representa una etapa más tardía, provocada por una rotación al Este del máximo *stress* compresivo σ_1 debido a condiciones regionales.

CONCLUSIONES

1. La mayor cantidad de deformaciones, tanto plicativas como disyuntivas, se vincula con la parte inferior y media del perfil.
2. Se describen grietas de cizallas y de extensión, fundamentalmente en las unidades inferiores del perfil, y son más extendidas en la parte baja (escama inferior) por estar ubicada más cerca del plano que permitió el despegue tectónico durante los movimientos que afectaron la región.
3. Se determinaron solamente pliegues del tipo chevron, relacionados con las partes más inferiores (escama inferior) del perfil, próximos a la falla Pinar.
4. La dirección principal de los esfuerzos que provocaron el transporte tectónico (sobrecorrimientos) en la región, poseen una orientación al noroeste 300° aproximadamente.
5. La variación en la orientación de los esfuerzos al noreste 040° fue provocada, según nuestro criterio, por una rotación regional al noreste del *stress* principal σ_1.
6. La abundancia de grietas con presencia de restos de hidrocarburos permite relacionarlas con el sistema más tardío de agrietamiento, con el que se vincula la migración de éstos en la región.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CÁCERES, D.: "Estructura geológica y pronóstico preliminar para metales básicos + Barita en la parte central de las Alturas Pizarrosas del sur". Tesis doctoral, Universidad de Pinar del Río, Departamento de Geología, 1997.

----------: "Diferentes fases deformacionales en la porción más meridional de Sierra de los Órganos", p. 67, Resumen III Congreso Cubano de Geología y Minería., 1998.

COBIELLA, J.: "Melanges de la Sierra del Rosario, Cuba occidental. Tipos e implicaciones regionales", *Minería y Geología* XV (2): 3-10, 1998.

COBIELLA, J., A. HERNÁNDEZ, N. DÍAZ Y P. OBREGÓN: "Estudio de algunas areniscas de las Formaciones San Cayetano y Polier, Sierra del Rosario, Cuba", *Minería y Geología* XIV (3) : 59 – 68, 1997.

FERNÁNDEZ DE LARA, R: "Esquema estructural de la parte central de Cuba", 1995. (Inédito).

GORDON, M., P. MANN Y D. CÁCERES: "Cenozoic tectonic history of the North American- Caribbean plate boundary zone in western Cuba", *Journal of Geophysical Research* 102 : 10055-10082, 1997.

MARTÍNEZ, D.: "Algunas consideraciones acerca de la tectónica en la provincia de Pinar del Río", *Bol. Geociencia,* 1987.

----------: "Estratigrafía, tectónica y magmatismo de la Z. E. F. Guaniguanico", 1989. (Inédito.)

----------: *Generalización del mapa geológico a escala 1:100 000 del occidente de Cuba,* IGP, Ciudad de La Habana, 1994.

PIOTROWSKA, K.: "Outline of Tectonic of the Pinar del Rio Province (Cuba)", *Studia Geologica Polonica,* XXIV : 183-191, 1976.

PSZCZOLKOWSKI, A.: "Geological cross – section through the Sierra del Rosario thrust belt, western of Cuba", *Studia Geologica Polonica* 105: 67-90, 1994.

PSZCZOLKOWSKI, A., K. PIOTROWSKA Y K. MYCZNSCKI: *Texto explicativo al mapa geológico de escala 1:250 000 de la provincia de Pinar del Río,* Oficina Territorial de Recursos Minerales, Ciudad de La Habana, 1975.

PSZCZOLKOWSKI, A. Y J. F. ALBEAR: "La secuencia vulcanógeno sedimentaria de la Sierra del Rosario, provincia de Pinar del Río, Cuba", *Ciencias de la Tierra y el Espacio* 6 :42 – 52, 1982.

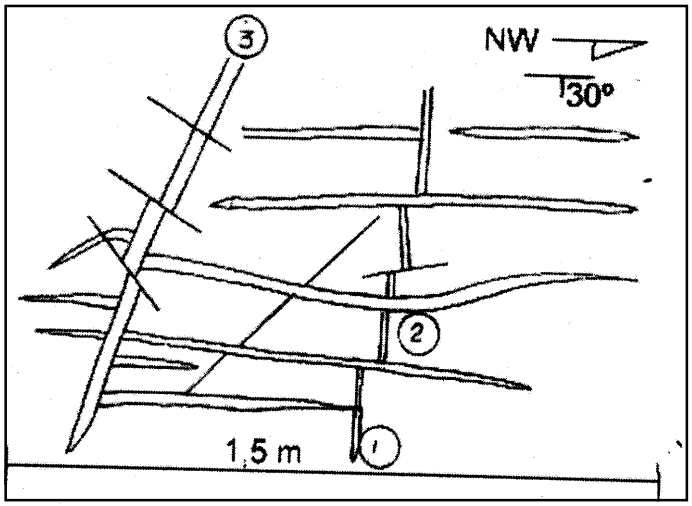

Figura 1. Esquema de la posición espacial de los sistemas de grietas. El primero con un rumbo nordeste 60º, el segundo con un rumbo noroeste 310º, el tercero de rumbo similar al primero, pero que desplaza al segundo.

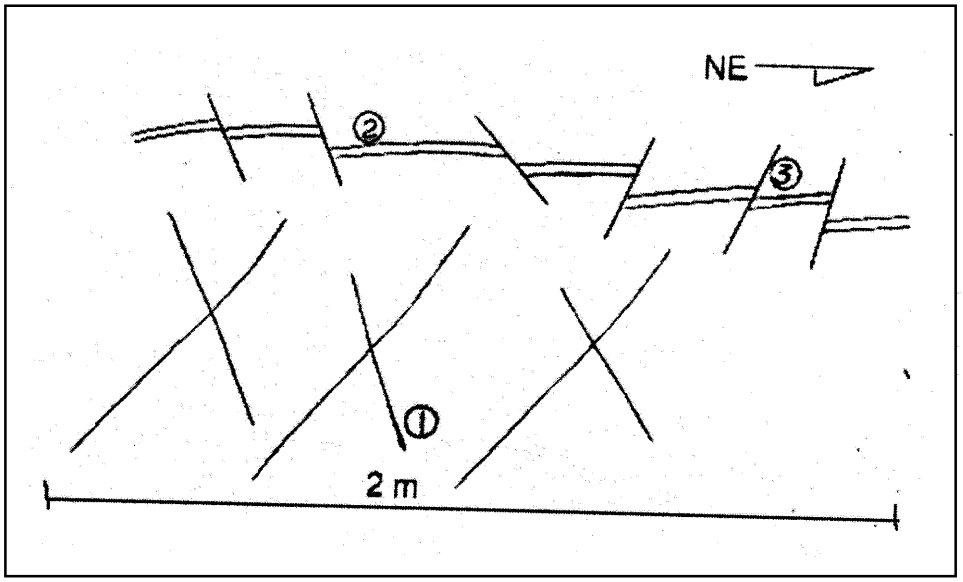

Figura 2. Esquema de los distintos sistemas de grietas originados por esfuerzos con una componente NW, (1) Grietas de cizalla originadas por esfuerzos NW, con orientación 210º/78º y 350º/80º, (2) Grietas de extensión originadas por el mismo esfuerzo, con orientación 110º/60º, (3) Cizallas originadas por un esfuerzo, con una componente más hacia el Este. Su orientación oscila entre 200º/60º y 310º/60º, respectivamente.

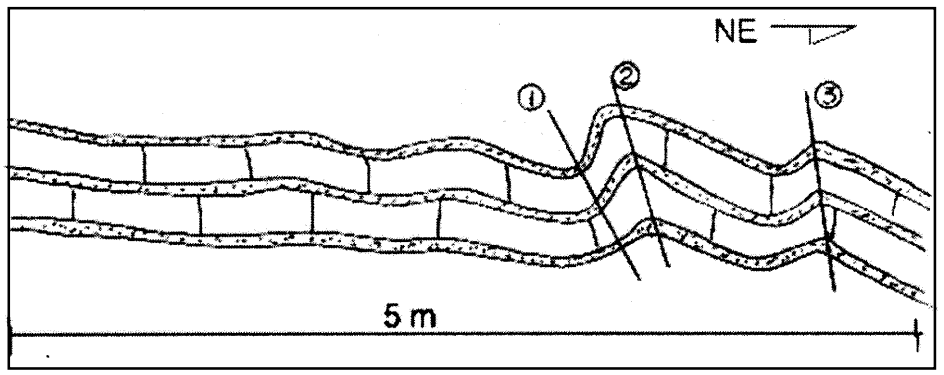

Figura 3. Esquema de las secuencias plegadas en el punto 2. Predominio de calizas de color gris claro con vetas de calcita y restos de hidrocarburos, y algunas intercalaciones de areniscas de granos finos. (1) Plano Axial 320º/50º, Eje de Pliegue 50º → 220º, (2) Plano Axial 330º/45º, Eje de Pliegue 45º → 240º, (3) Plano Axial 060º/65º, Eje de Pliegue 20º → 310º.

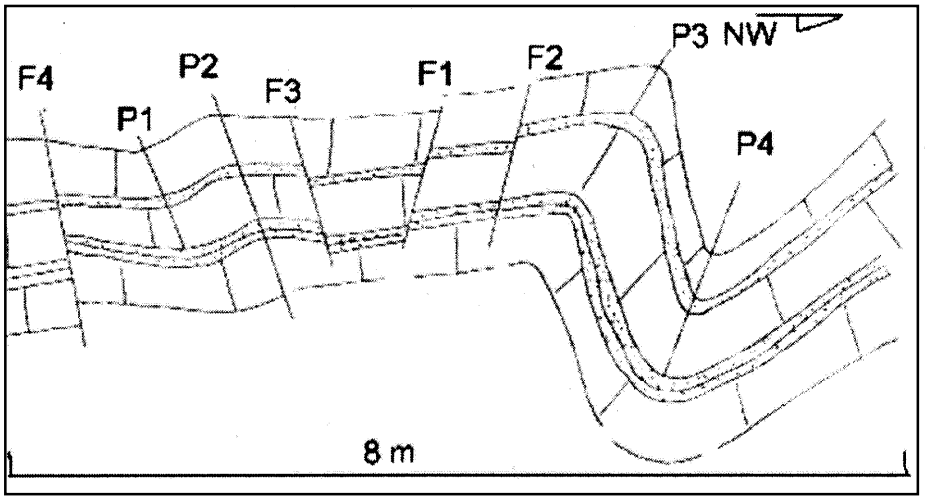

Figura 4. Esquema de un afloramiento donde se combinan sistemas de fallas y pliegues. Afloran calizas de color gris claro con alternancia de areniscas. Toda la secuencia se encuentra plegada y fallada, formando un sistema de fallas normales. En las grietas se observan restos de hidrocarburos. Fallas normales: 1) 270º/60º, 2) 270°/60°, 3) 060°/65° . Fallas inversas: 4) 080º/60º Pliegue N°1 Plano Axial 230°/60°, Eje del Pliegue 40°→310º. Pliegue N°2 Plano Axial 220°/60°, Eje del Pliegue 40°→290º. Pliegue N°3 Plano Axial 290°/70°, Eje del Pliegue 60°→200º. Pliegue N°4 Plano Axial 100°/60°, Eje del Pliegue 70°→195º.

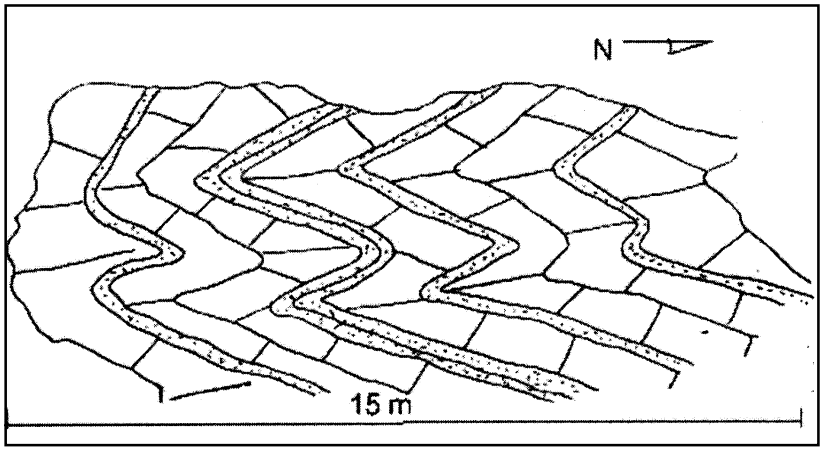

Figura 5. Esquema que muestra las secuencias plegadas. Calizas de color gris claro con numerosas vetas de calcita y restos de hidrocarburos; en ocasiones se observa material carbonoso. Estas calizas tienen espesores de 20 a 30 cm, muy deformadas (pliegues tipo chevron), sus planos axiales se ubican casi horizontales. Plano Axial 190º/12º Eje de Pliegue 25º→260º

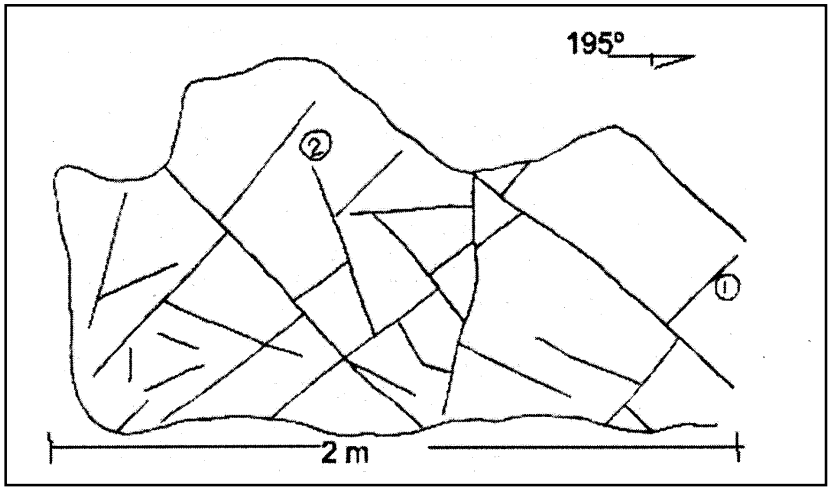

Figura 6. Esquema que muestra la posición espacial de los distintos tipos de grietas. (1) El sistema de grietas al parecer es el más antiguo, pues en la mayoría de los casos las vetas que se encuentran en esa dirección están desplazadas por las grietas del sistema (2).

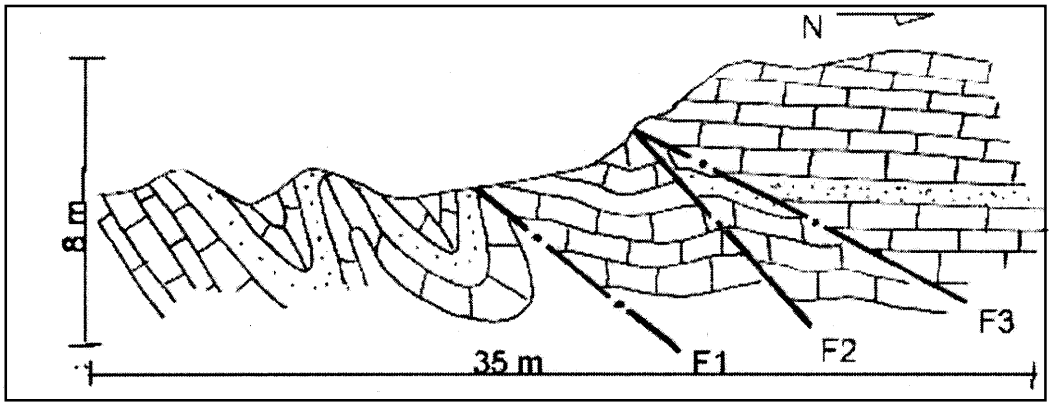

Figura 7. Esquema de un afloramiento donde se combinan fallas y pliegues. En la parte inferior del afloramiento la secuencia se encuentra en forma de pliegues continuos, de tipo chevron, donde sus planos axiales están inclinados hacia el sudoeste 240°/40°. Fallas: 1) 250°/50°, 2) 270°/50°, 3)240°/40°. Pliegue: Plano Axial 240°/40°. Eje del Pliegue 20°→ 332°.

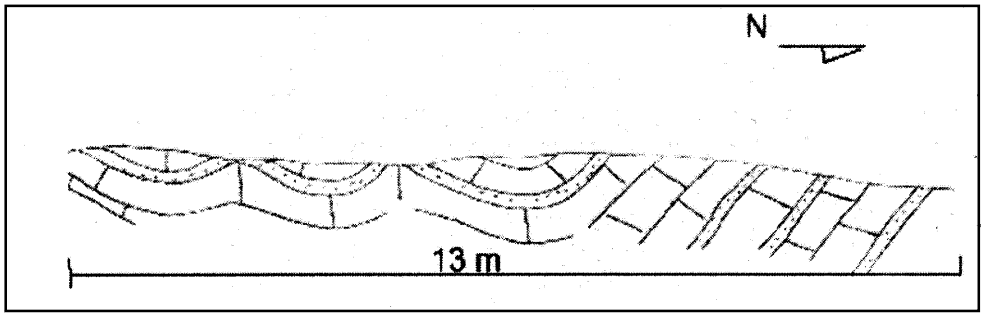

Figura 8. Esquema de las secuencias plegadas en lecho del río, a 200 m del contacto anterior. Afloramiento de 13 m de longitud, que constituye una secuencia plegada con amplias charnelas.

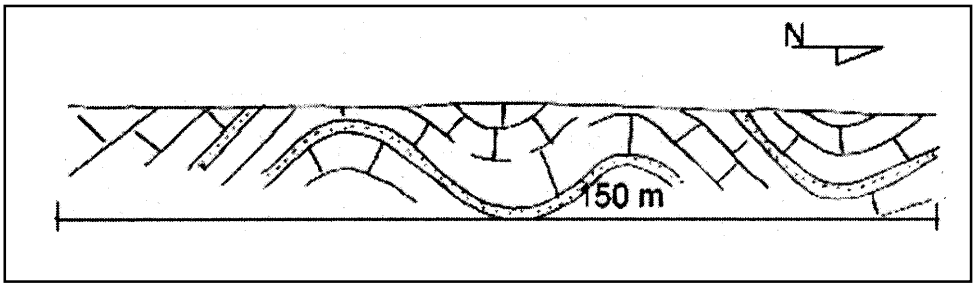

Figura 9. Esquema donde se observan secuencias plegadas de la Formación Polier. Las charnelas de estas estructuras son amplias, con planos axiales casi verticales que se extienden en una dirección 300° (Rumbo). El eje de este pliegue también se orienta en esta dirección 10°→300°.