

# **CARACTERISTICAS ESTRUCTURALES DE LOS LÍMITES MERIDIONALES Y SEPTENTRIONALES DE LA PARTE ORIENTAL DE SIERRA DEL ROSARIO**

**Autores: Dr. Carlos E. Cofiño Arada<sup>1</sup>  
Dr. Dámaso Cáceres Govea<sup>1</sup>  
Dr. René Fernández de Lara<sup>2</sup>**

**Institución: <sup>(1)</sup> Universidad de Pinar del Río  
<sup>(2)</sup> Empresa Geominera de Pinar del Río.**

**E-mail: [cenriques@geo.upr.edu.cu](mailto:cenriques@geo.upr.edu.cu)**

**Fax: 53 82 5479.**

## **RESUMEN**

En la Geología del archipiélago cubano convergen elementos de diferentes orígenes y características, como son: el borde pasivo Jurásico-Cretácico del continente norteamericano, el arco volcánico del Cretácico y el arco volcánico del Terciario Temprano, recubiertos por sedimentos más jóvenes (Eoceno Medio-Cuaternario), que conforman una región de geología muy compleja.

La Sierra del Rosario constituye una de las áreas más extensas de afloramientos del margen continental norteamericano en Cuba. A todo lo largo de su borde meridional la subzona El Rosario está separada de la subzona Los Palacios por la falla Pinar. En la región septentrional, las secuencias del Rosario están sobrecorrida por ofiolitas y cortes del arco volcánico cretácico extinto, sobre los que yacen los depósitos sinorogénicos. Este conjunto petrotectónico fue denominado como Zona estructuro-facial Bahía Honda (Pszczolkowski, 1982) y en la actualidad, por presentar una paleogeografía ajena con respecto a las relaciones estratigráficas y paleogeográficas de las regiones que la rodean, ha sido denominada Terreno Zaza.

En este trabajo se explica el funcionamiento de las dos estructuras a partir de la información aportada por la interpretación de indicadores cinemáticos que permiten explicar la evolución de

ambos contactos como fracturas Riedel en un principio, hasta funcionar como fallas gravitacionales en sus estadios finales.

## **ABSTRACT**

The geology of Cuban archipelago is very complex based on the fact that in a rather small territory, different types of the geological elements have divers origin and characteristics.

In Sierra del Rosario they are represented by.

- 1- The passive American continental margin of Jurassic and Cretacic age.
- 2- Cretacic and early Tertiary volcanic arcs, covered by younger sediments of Eocene Quaternary age.

Sierra del Rosario in one of the largest out crop of the continental margin in Cuba.

Along the entire southern border Sierra del Rosario is limited from Los Palacios zone by Pinar fault. To the north Rosario sequences are overthrust by ophiolites and the sequences of the extinted arc sinorogenic deposits.

The petroctectonic complex was named as Bahia Honda structural zone (Pszczolkowski 1982) and most recently ac it shows a different paleogeography compares with the continuos regions, it has been renamed as Zaza Terrain.

This work explains the contains of two structures (Zaza and Rosario) bases on the information obtained from kinematics indicators show evidence on the evolution of both contacts as Riedel fractures at the beginning becoming gravitational fault at the final stage.

Key words: Tectonic, Deep structure, kinematics indicators

## **INTRODUCCIÓN**

En la Geología del archipiélago cubano convergen elementos de diferentes orígenes y características, como son: el borde pasivo Jurásico-Cretácico del continente norteamericano, el arco volcánico del Cretácico y el arco volcánico del Terciario Temprano, recubiertos por sedimentos más jóvenes (Eoceno Medio-Cuaternario), que conforman una región de una geología muy compleja. Las complicadas interrelaciones de estos elementos han dado lugar a diferentes interpretaciones sobre las características geológicas de sus límites, la ubicación de las cuencas originales de los márgenes continentales y de los arcos volcánicos; su evolución y geodinámica en el tiempo y el espacio caracterizan la constitución geológica actual.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

La metodología consistió en la realización de los trabajos de campo para realizar determinaciones y mediciones de microestructuras, conjuntamente con las observaciones detalladas de los afloramientos durante el itinerario geológico, se le prestó atención a la posible superposición de eventos tectónicos en el tiempo, sentido e intensidad de las fuerzas que lo originaron y su relación con las demás estructuras conocidas, las mediciones de elementos estructurales y su posterior procesamiento e interpretación permiten presentar nuevas ideas sobre la existencia y evolución de dichas estructuras estudiadas.

### **Observaciones realizadas por el rumbo de la zona de Falla Pinar**

Punto N° 50 (X-302 150, Y-334 125). En el lecho del río San Juan afloran calizas, con alternancias de pedernal. Las calizas son de color gris claro, algo arenosas. Los estratos alcanzan hasta 20 cm de espesor y están afectados por vetas de calcita y grietas, con restos de materia orgánica. En ocasiones se observan hidrocarburos en estas grietas. Los pedernales son de color negro y su espesor varía desde los primeros cm hasta alcanzar 15 cm (Formación Artemisa). Las secuencias aparecen plegadas, se distinguen pliegues isoclinales con sus planos axiales inclinados ( $45^{\circ} \rightarrow 200^{\circ}$ ), sus ejes están casi horizontales y se hunden hacia una dirección de  $100^{\circ}$ . Las rocas presentan yacencia  $S_0 200^{\circ} / 30^{\circ}$ .

Punto N° 51 (X-294 250, Y-329 200). Cantera abandonada en el margen derecho de la carretera a Soroa. En los afloramientos de serpentinita se observan muchos elementos estructurales que permiten determinar los diferentes desplazamientos ocurridos en la falla. Indicadores, tales como estriaciones y escamas de calcita, han permitido distinguir tres momentos de desplazamientos en el tiempo: el primero, evidenciado por estriaciones que tienden a ser horizontales o sub horizontales con desplazamiento siniestro, el segundo se superpone al anterior y las estrías marcan una orientación de  $45^\circ$  en el plano y el tercero que indica el desplazamiento vertical originado por una falla normal, en la que el bloque norte está levantado con respecto al bloque sur.

El plano de la falla principal medido presenta elementos de yacencia  $85^\circ \rightarrow 160^\circ$ , además se observan otros sistemas de fallas secundarios, ( $25^\circ \rightarrow 065^\circ$ ,  $70^\circ \rightarrow 220^\circ$ ).

En el piso de la cantera se evidencian otras pequeñas estructuras que al parecer pertenecen a la misma familia que las descritas anteriormente, son estructuras de esquistosidad cizallamiento que demuestran el sentido de los movimientos que afectaron esta zona y que hicieron funcionar la falla Pinar como una fractura de Riedel principal con desplazamiento siniestro (Cáceres, 1997).

Punto N° 52 (X-302 450, Y-333 325). Ubicado en el margen derecho del río San Juan. El afloramiento abarca un área de  $100 \times 25$  m, donde se observan serpentinitas asociadas con la zona de falla Pinar. Se describen numerosas estructuras de esquistosidad cizallamiento que expresan movimientos siniestros relacionados con la zona de falla Pinar, así como fragmentos de rocas rodeados por material serpentinitico que muestran una apariencia sigmoidal, indicando el sentido del desplazamiento. La posición de bloques fracturados y tumbados en la dirección del movimiento recuerdan estructuras típicas de bookshelf sliding descritas por Ramsay (1987). Otras estructuras medidas confirman el predominio de movimientos sinestrales en la zona de falla.

Punto N° 53 (X-305 825, Y-335 325). Ubicado debajo del puente del río que atraviesa el campismo La Chorrera. Está constituida por calizas de color gris claro, que alternan con areniscas finamente estratificadas, ambas con abundantes vetillas de calcita (Formación Polier). La

secuencia en su conjunto aparece plegada, lo que permite, a partir del análisis de sus elementos, determinar el sentido de las fuerzas que provocaron el plegamiento.

A continuación por el cauce del río aguas arriba, a 100 m se observan algunas estructuras como fallas inversas y pliegues con planos axiales y ejes bastante verticalizados, cuya orientación corrobora los movimientos sinestrales de las fallas. En estas secuencias aparecen calizas de color gris oscuro, laminadas e intercaladas con calizas de estratificación más gruesa. Además, aparece un plegamiento en las calizas donde se evidencian elementos estructurales tales como pliegues con vergencia suroeste, con ejes bastantes verticalizados y fallas inversas que aseguran los desplazamientos sinestrales que caracterizan la zona de falla Pinar.

Punto N° 54 (X-304 650, Y-334 575). Alternancias de calizas y lutitas de la Formación Polier. Las calizas son algo arenosas, de color gris, con abundantes vetas de calcita. Las lutitas son de color carmelita, en forma de láminas muy finas con yacencia  $S_0$   $150^\circ/20^\circ$ ,  $S_0$   $170^\circ/15^\circ$  y las estructuras disyuntivas cortan a las rocas con ángulos bajos ( $PF_1$   $35^\circ \rightarrow 150^\circ$ ,  $PF_2$   $30^\circ \rightarrow 175^\circ$ ). Este tipo de estructura se repite en el corte, como evidencia de que las mismas se originaron durante los cabalgamientos.

Punto N° 61 (X-309 300, Y-337 650). Situado a 1 km del puente de Cayajabos por la Autopista Nacional en dirección a Pinar del Río. Se observan una serie de cuerpos lenticulares envueltos en una matriz serpentinitica, dando lugar a estructuras en las que se puede determinar el sentido y dirección de los movimientos de éstas a través de su plano principal, con una orientación este-oeste. Se aprecia un gran escarpe de falla donde se describen estrías y escamas de calcita que indican movimientos. Las estriaciones presentan orientación  $30^\circ \rightarrow 110^\circ$ , mientras el plano de falla se inclina al suroeste ( $70^\circ \rightarrow 200^\circ$ ). En el piso del escarpe aparecen una serie de estructuras (fragmentos de rocas desplazados) que confirman los desplazamientos siniestros.

Punto N° 64 (X-284 700, Y-325 350). Ubicado a 6 km de San Cristóbal por la carretera a Bahía Honda en su margen derecho. Se observa un gran afloramiento de serpentinitas muy facturadas, donde aparecen bloques de calizas formando cuerpos en forma de budinas. Además se describen

abundantes escamas de calcita y estrías que indican la dirección de los movimientos en los distintos planos de fallas.

PF<sub>1</sub> 65° → 130°, 08° → 125°

PF<sub>2</sub> 85° → 215°, 08° → 310°

PF<sub>3</sub> 90° → 030°, 08° → 305°

PF<sub>4</sub> 80° → 190°, 10° → 260°

A la izquierda de la carretera, en una cantera abandonada, se observa una secuencia plegada de las rocas de la Formación Artemisa. Las rocas poseen yacencia S<sub>0</sub> 050° / 45°; sin embargo, la vergencia de los pliegues es suroeste.

### **Observaciones en el contacto de la subzona el Rosario con las rocas de la subzona Bahía Honda.**

Punto N° 55 (X-289 700, Y-339 350). Próximo al contacto por la parte norte entre las secuencias de El Rosario y Bahía Honda, por la carretera a San Diego de Nuñez. Se observan calcarenitas de color gris claro con aspecto brechoso, que constituyen la parte alta de la Formación Cacarajícara, por debajo de las cuales yacen calizas estratificadas, finamente laminadas, cuya foliación debe haber sido originada bajo esfuerzos de orientación norte - noroeste. Las rocas poseen yacencia S<sub>0</sub> 345°/70°. Estas secuencias son atravesadas por sistemas de fallas aproximadamente paralelos que se inclinan hacia el este (55° → 074°) y dividen las secuencias en pequeños bloques que conforman una secuencia escalonada, variando en ocasiones sus ángulos de inclinación a más abruptos entre 68° y 70°. No se observaron indicadores que permitieran determinar el tipo de falla.

Otro sistema de falla con orientación 70° → 165°, indica desplazamientos siniestros, a partir de datos de escamas de calcita y estrías.

Punto N° 57 (X-285 800, Y-339 550). Contacto de la subzona El Rosario con la subzona Bahía Honda. Se observan bloques de calizas (Formación Quiñones) dentro de las secuencias de

Manacas, donde se aprecian indicadores cinemáticos, como escamas de calcita, que permiten determinar un desplazamiento de estas secuencias hacia el sur.

Punto N° 59 (X-292 500, Y-341 050). Contacto entre las secuencias de El Rosario y Bahía Honda por la carretera a San Diego de Nuñez. Se observan claramente indicadores cinemáticos de desplazamientos inversos de la secuencias de la subzona Bahía Honda sobre la subzona Rosario en calizas de color gris claro, representados por grandes escamas de calcita y estriación.

Punto N° 62 A (X-298 000, Y-342 550). Contacto de la Formación Manacas con las secuencias de la subzona Bahía Honda. Se observan areniscas, lutitas y algunas calizas de color gris claro verdoso, finamente laminadas con yacencia  $S_0$   $330^\circ / 50^\circ$ . Por encima, en contacto tectónico, se aprecian basaltos con pedernales de colores oscuros pertenecientes a la Formación Encrucijada.

Punto N° 62 (X-297 910, Y-342 615). Por el camino a San Claudio en la base de las lomas el Rubí y Ánimas, se observan las secuencias de la Formación Manacas por encima de las rocas de la Formación Cacarajícara. En las calcarenitas de color gris claro, se aprecian estriaciones y escamas de calcitas que indican movimientos sobre el plano de falla. Estas estructuras mapeadas y medidas indican movimientos siniestros, indicando que el contacto entre la subzona Bahía Honda y las secuencias de la subzona El Rosario también funcionó como una estructura con desplazamiento sinistral.

PF  $24^\circ \rightarrow 70^\circ$ ,  $20^\circ \rightarrow 090^\circ$

PF  $30^\circ \rightarrow 025^\circ$ ,  $20^\circ \rightarrow 080^\circ$

Por encima de estas rocas aparecen calizas de color gris claro muy foliadas con yacencia  $S_0$   $340^\circ / 70^\circ$  y lutitas finamente laminadas con la misma orientación de las calizas, así como areniscas de grano medio a grueso, con tonalidades carmelitas.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La Sierra del Rosario constituye una de las áreas más extensas de afloramientos del margen continental norteamericano en Cuba. A todo lo largo de su borde meridional la subzona El

Rosario está separada de la subzona Los Palacios por la falla Pinar. En la región septentrional, las secuencias del Rosario están sobrecorrida por ofiolitas y cortes del arco volcánico cretácico extinto, sobre los que yacen los depósitos sinorogénicos. Este conjunto petrotectónico fue denominado como Zona estructuro-facial Bahía Honda (Pszczolkowski, 1982) y en la actualidad, por presentar una paleogeografía ajena con respecto a las relaciones estratigráficas y paleogeográficas de las regiones que la rodean, ha sido denominada Terreno Zaza.

Un aspecto importante lo constituyen los límites meridionales y septentrionales de El Rosario. Su límite meridional ha funcionado como un sistema de fallas transcurrentes con desplazamientos siniestros que la ponen en contacto con la Depresión de los Palacios, mientras su límite septentrional esta representado por un frente de sobrecorrimientos que la pone en contacto con la subzona Bahía Honda que la sobrecorre; en dicho límite se han detectado indicadores cinemáticos que atestiguan además un desplazamiento sinistral de estas secuencias en un momento posterior a los cabalgamientos, originados a causa de la rotación horaria del stress principal y transformaciones en el régimen deformacional hacia el Eoceno Inferior parte alta (Cáceres, 1997, 1998), la presencia de estructuras de esquistosidad cizallamiento, de bookshelf sliding, tiling o imbrication de objetos descritos macroscópicamente (Blumenfeld, 1983) y explicados en (Passchier and Trouw, 1998) confirman su funcionamiento como una gran zona de shear con desplazamiento siniestro. Otros indicadores detectados, medidos y mapeados (estrías y escamas de calcita etc.) en varios puntos a lo largo del rumbo de la zona de falla Pinar (Fig. 2, 3, 4 y 5), brindan elementos para comprender que en la evolución de esta gran zona de fractura han intervenido otros movimientos subhorizontales hasta gravitacionales hacia la etapa final de su desarrollo (Cofiño Arada y Cáceres, 2002), (Fig. 1).

La zona de falla Pinar interrumpe la continuación hacia el Sureste de las estructuras de la sierra en particular los nappes. Por tanto los primeros movimientos según la falla deben datar del Eoceno Inferior (parte alta), posterior a la sedimentación de las secuencias de la Formación Manacas y a la formación de las distintas escamas generadas por los sobrecorrimientos. Datos obtenidos permiten afirmar la presencia de estructuras del tipo falla Pinar afectando las secuencias de la Formación Capdevilla (Fig. 6), esto hace suponer, su aparición durante o

posterior a los depósitos de la Formación Capdevilla, en la que no se han descritos estructuras que permitan incluir estas secuencias dentro de las rocas que se vinculan con los cabalgamientos.

En el caso de la zona de falla Pinar se ha podido demostrar su evolución en el tiempo, a partir de la determinación de varias estructuras extendidas por todo su rumbo, desde un sistema transcurrente en sus inicios hasta funcionar como un sistema normal al final de su desarrollo (Cofiño Arada y Cáceres, 2002), lo que atestigua los espesores de sedimentos interceptados en el pozo Candelaria 1 al sur de la falla, pudiéndose pensar en desplazamientos verticales de más de 4 km (Fig. 8).

La Falla Pinar constituye la estructura tectónica de mayor extensión mapeada en superficie para el área, la cual se extiende por su rumbo por más de 160 km (Fig. 7). Su desplazamiento vertical contribuye a aumentar el gradiente horizontal en el borde norte del mínimo gravimétrico que alcanza valores de 7-18 mg/km y hasta 22 mg/km, sobre una franja de 1-2 km de ancho (Fernández de Lara et al., 2002). Mediante trabajos sísmicos y gravimétricos de detalle se comprueba que el escalón gravimétrico general está compuesto por una serie de escalones (Fig.8) de menor desplazamiento vertical (del orden de 300-600 m) que, de forma general, se acucian unos contra otros. Asociados a estos escalones se detectan cuerpos serpentiniticos emplazados en los planos de fallas que se mapean por magnetometría y han sido comprobados por perforaciones y observados durante los trabajos de campo.

La estructura que hoy señala el escalón geomorfológico (Falla Pinar), es el elemento más septentrional de un sistema de fallas y se desvía hacia el noreste del eje principal del sistema, al este del elemento transversal que limita la subzona estructuro-facial El Rosario (Fernández de Lara et al., 2002). Esto hace que el Sistema Tectónico Pinar (STP) deje de ser mapeable en superficie, aunque se puede continuar por su rumbo por la zona de gradiente gravimétrico, las características del campo magnético y algunas características geomorfológicas (Fig. 7).

De forma general, el sistema tectónico Pinar en la actualidad tiene un buzamiento subvertical hacia el sur ( $70^{\circ}$  -  $80^{\circ}$ ) y se extiende en profundidad en el orden de 10 km, llegando a cortar la corteza continental (Fernández de Lara et al., 2002) (Fig. 8).

En el límite Norte (falla Bahía Honda) entre las secuencias del Rosario y la subzona Bahía Honda, se determinaron estructuras que también indican movimientos transcurrentes en el plano, representadas por grandes escamas de calcitas y estriación (Puntos N° 55, 57, 59), estas permiten interpretar este contacto como una fractura que ha funcionado como una zona falla de strike slip siniestra, posterior al emplazamiento, posiblemente en el mismo momento que falla Pinar (Eoceno Inferior parte alta) y que utilizó el plano de falla heredado del emplazamiento de las secuencias de la subzona Bahía Honda sobre las rocas de la subzona el Rosario (Punto N° 57), tal como ocurre en el pozo Mariel 1. En el corte por la línea II' se puede observar como este límite en profundidad se hace más vertical, (Fig. 8), donde existe un desplazamiento del basamento (Corteza continental de transición fina) a ambos lados de la falla de aproximadamente de 2,5 km.

La interpretación de los datos gravimétricos y magnéticos (Fig. 8) permite interpretar este límite primeramente como un emplazamiento alóctono de la subzona Bahía Honda sobre la porción norte de la subzona el Rosario. La característica estructural principal la constituyen dos grandes frentes de sobrecorrimiento extendidos en dirección latitudinal bien caracterizado por el campo gravimétrico y aeromagnético, estando la más meridional unida al macizo Cajálbana acorde a la modelación gravimétrica, la presencia de una depresión en el techo del complejo ofiolítico relleno por secuencias sinorogénicas y postorogénicas con potencia máxima hasta 2km y la diferencia en el comportamiento del techo del basamento (Corteza continental de transición fina) ambos lados del plano de falla permiten interpretar este contacto como una falla normal. Por tanto, con los datos adquiridos, se puede afirmar el comportamiento de este límite similar a falla Pinar, posteriormente al emplazamiento de las secuencias debido a los procesos de obducción que afectaron la región.

De todo lo anterior se deduce que la desviación hacia el noreste del stress principal representa una etapa más tardía de los movimientos, dando lugar a las fracturas de Riedel principal (falla Pinar y falla Bahía Honda), que en su continuo desarrollo evoluciona, pasando por movimientos subhorizontales de 45°, hasta que en su etapa final funcionan como una estructura gravitacional que origina tres dos bloques bien definidos originado una compleja estructura donde la parte central lo constituye el cinturón plegado y cabalgado que se encuentra levantado sobre las secuencias meridionales y septentrionales del Terreno Zaza.

## CONCLUSIONES

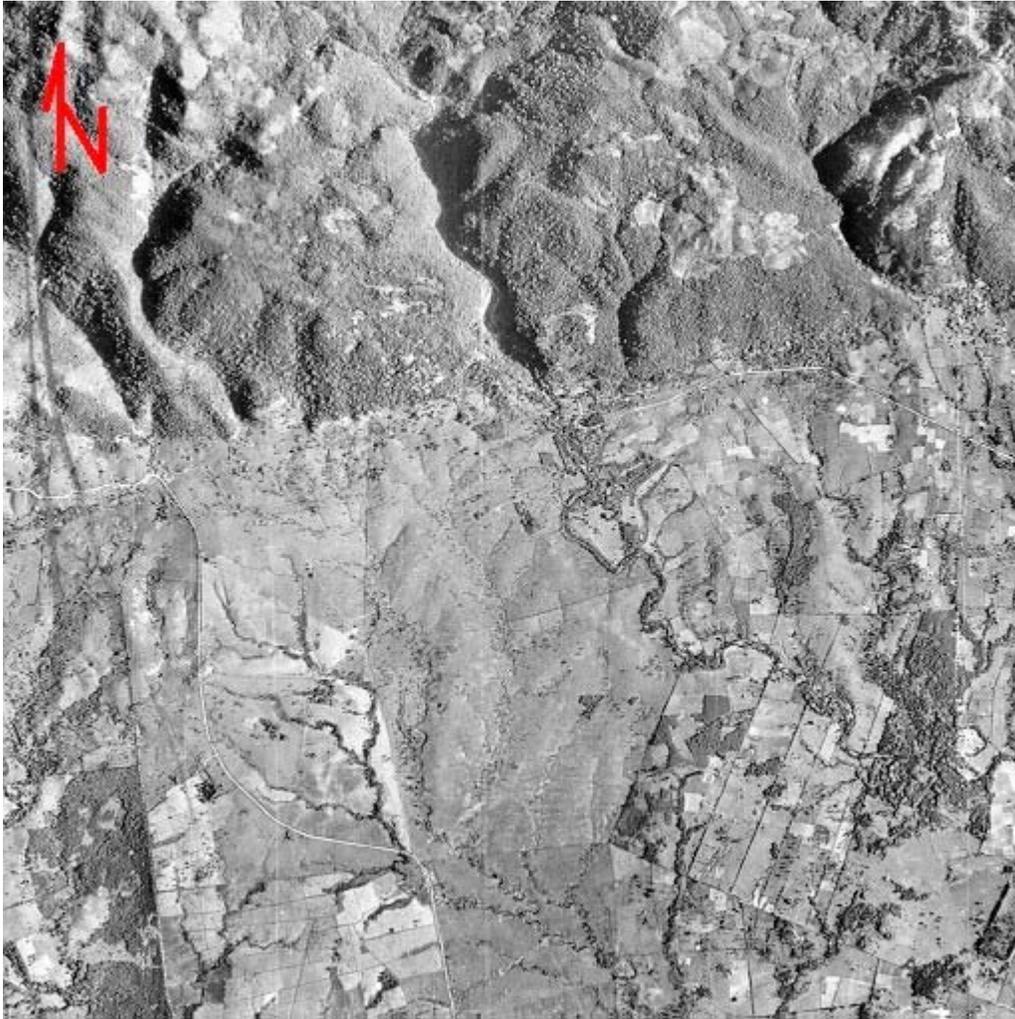
1. Se confirma el funcionamiento de la falla Pinar, como un sistema transcurrente en sus inicios hasta funcionar como un sistema normal al final de su desarrollo, a partir de la determinación de estructuras extendidas por todo su rumbo.
2. Se comprueba que el escalón gravimétrico general que se relaciona con la zona de falla Pinar está compuesto por una serie de escalones de menor desplazamiento vertical (del orden de 300-600 m) que, de forma general, se acúan unos contra otros.
3. En el límite Norte (falla Bahía Honda) entre las secuencias del Rosario y la subzona Bahía Honda, funcionó también como una estructura similar a falla Pinar, tanto en el tiempo como en la característica de sus movimientos, posterior al emplazamiento de las secuencias de la subzona Bahía Honda por encima del reto del corte de Guaniguanico.

## BIBLIOGRAFIA

1. Cáceres, D., (199): *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, Pinar del Río.
2. Cáceres, D., (1998): *Diferentes fases deformacionales en la porción más meridional de la Sierra de los Órganos*. Resumen III Congreso Cubano de Geología y Minería. pp: 67-68.
3. Cofiño Arada, C.E., Cáceres, D., (2002): “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 Rio, Cuba.” En *Minería y Geología* N 1 del Vol. XIX.
4. Cofiño Arada, C.E., Cáceres, D., (2002): “Efectividad de la utilización de los métodos microtectónicos en el desciframiento de la evolución de estructuras tectónicas (Falla Pinar).” En *Minería y Geología* N 2 del Vol. XIX.
5. Díaz Duque, J.A., Azze Pavón, A.B., Díaz O., Casarreal, G., (1987): “Utilización del Gradiente Total Normal de la Gravedad en el Estudio de la Estructura Profunda de la provincia de Pinar del Río.” En *Minería y Geología* Vol. 5, N° 3: 45-50.
6. Fernández de Lara, R., Fajardo López, S., (2002): “Contribución de la Información Geofísica a la constitución geológica de la provincia de Pinar del Río en apoyo a modelos regionales de prospección.” En *Memorias del II Congreso Cubano de Geofísica*. Ciudad de La Habana.
7. Martínez, D., Vázquez, M, Chang, J.C., Denis, R., Fernández, O., Fernández de Lara, R., Barrios, E., Peláez; R., (1991): *Informe sobre los resultados del levantamiento geológico y prospección a escala 1: 50 000 Pinar – Habana*. MINBAS. E.G.M Pinar del Río.

8. Passchier, C. W., And Trouw, R. A. J., (1998): *Microtectonic Copyright Springer- verlag Berlin Heidelberg*. Printed in Germany.
  
9. Pszczolkowski, A., and de Albear, J. F., (1982): “Subzona estructuro-facial de Bahía Honda, Pinar del Río; su tectónica y datos sobre la sedimentación y paleogeografía del Cretácico Superior y del Paleógeno.” En *Revista Ciencias de la Tierra y del Espacio*, 5: 3-24.

Figura 1. Vista aérea de una parte del área, afectada por la falla Pinar (límite septentrional de la



subzona El Rosario). Se distingue claramente el contraste entre los bloques norte y sur, afectados por esta estructura en la parte oriental de la provincia de Pinar del Río.

Figura 2. Abundantes escamas de calcita y estrías, que señalan la dirección de los desplazamientos (sinestrales) en un plano de la zona de falla Pinar, localizado en calizas pertenecientes a la Formación Artemisa, a 6 km de la ciudad de San Cristóbal por la carretera a Bahía Honda (Pto. N° 64).



Figura 3. Calizas de color gris oscuro con abundantes vetas de calcita y restos de hidrocarburos, pertenecientes a la Formación Artemisa, en las que se detectan abundantes escamas de calcitas y estrías en un plano de la zona de falla Pinar, que indican un desplazamiento sinistral, localizado en la cantera abandonada en el margen derecho de la carretera a Soroa (Pto. N° 51).



Figura 4. Calizas de color gris oscuro con abundantes vetas de calcita y restos de hidrocarburos, pertenecientes a la Formación Artemisa (cantera abandonada en el margen derecho de la carretera a Soroa). Cambios en la orientación de las estrías y escamas de calcita, desde horizontales a subhorizontales en el plano de falla, permiten interpretar la evolución de la estructura en el tiempo (Pto. N° 51).



Figura 5. Calizas de color gris oscuro con abundantes vetas de calcita y restos de hidrocarburos, pertenecientes a la Formación Artemisa (cantera abandonada en el margen derecho de la carretera a Soroa). Escamas de calcita determinadas en el plano de falla indican movimientos gravitacionales superpuestos a los sinestrales (Pto. N° 51).



Figura 6. Distintas estructuras mapeadas en las secuencias de la Formación Capdevilla en el área del valle La Pastora, próximas al contacto con las secuencias del Rosario.

(A y B)- Cantera ubicada a 2 Km al Norte del poblado de Cayajabos donde aflora una secuencia de areniscas polimícticas, de grano medio, de color amarillento con espesores de 15 cm y mayores, intercaladas con lutitas finamente estratificadas con tonalidades grises, afectadas por fallas normales y transcurrentes siniestras  $82^{\circ} \rightarrow 160^{\circ}$  (tipo falla Pinar) (Pto. N° 71).

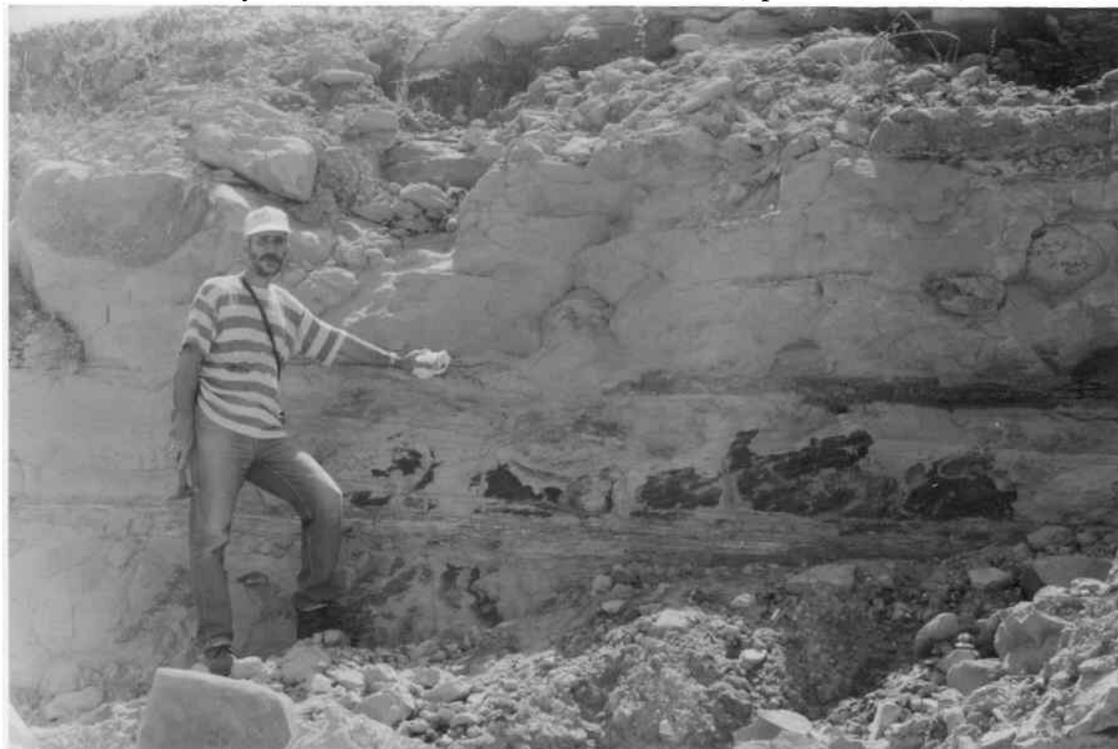




Figura 6. Distintas estructuras mapeadas en las secuencias de la Formación Capdevilla en el área del valle La Pastora, próximas al contacto con las secuencias del Rosario.

(C)- Estrías observadas sobre un plano de falla en la cantera, indican la dirección y sentido de los desplazamientos. Por su posición el plano de falla es paralelo a las estructuras detectadas en la zona de falla Pinar ( $80^{\circ} \rightarrow 170^{\circ}$ ) (Pto. N° 71).



Figura 6. Distintas estructuras mapeadas en las secuencias de la Formación Capdevilla en el área del valle La Pastora, próximas al contacto con las secuencias del Rosario.

(D)- Interestratificación de areniscas y lutitas de la Formación Capdevilla, fracturadas y agrietadas. El tipo de agrietamiento difiere del que afecta las secuencias que se desarrollan en el Rosario (Pto. N° 56).



Figura 7.

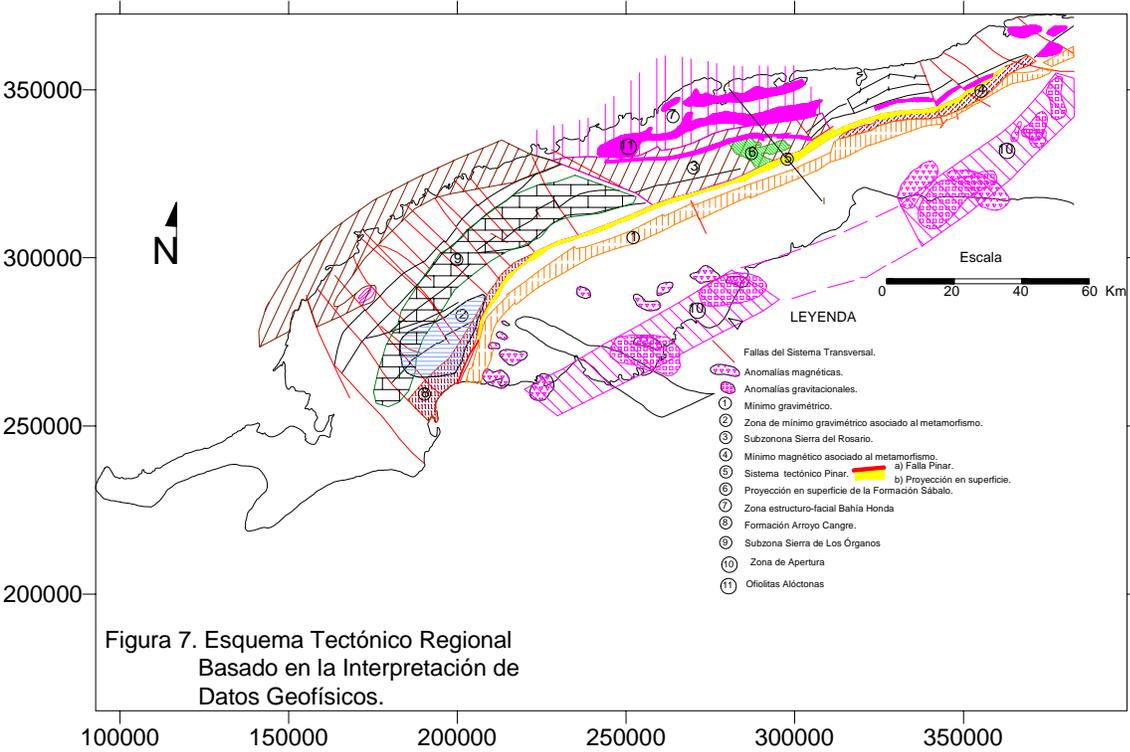
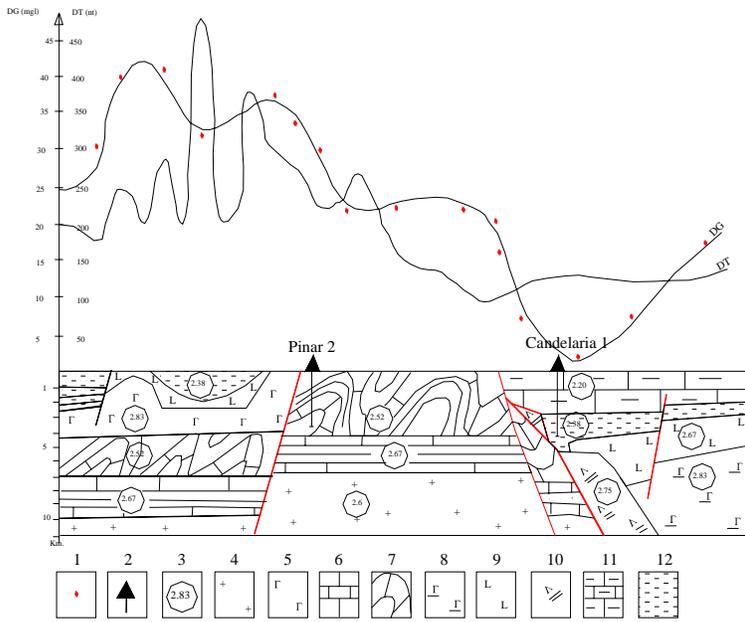


Figura 7. Esquema Tectónico Regional Basado en la Interpretación de Datos Geofísicos.

Figura 8.



1- Valor de DG calculado 2- Pozos profundos 3- Densidad (g/cm3) 4- Capa granítica  
 5- Complejo cumulativo aloctono 6- Cobertura continental aloctona 8- Complejo cumulativo  
 autoctono 9- Cobertura vulcanógeno sedimentaria de la corteza oceánica 10- Complejo  
 cumulativo alterado 11- Sedimentos postorogénicos 12- Sedimentos sinorogénicos

Figura 8. Perfil por la Línea I - I basado en la Modelación Gravimétrica.