

# EXTRACCIÓN POR SOLVENTE

CENTRO DE INVESTIGACIONES DE LA LATERITA

## EQUIPAMIENTO MODERNO

- Agitadores con control e indicación de la velocidad, peachímetros, termostatos, viscosímetros y cristalería.
- Banco con capacidad de 750 mL/min y miniplanta con capacidad de 5 m<sup>3</sup>/día en acrílico transparente para el escalado, evaluación y optimización de forma continua de los resultados de laboratorio. Con rotámetros para la medición y control de los flujos, bombas peristálticas para la alimentación del sistema y electrodo en la línea para la indicación del pH de extracción.
- Solventes ácidos: carboxílico, fosfórico, fosfónico y fosfínicos.

## Y PERSONAL ESPECIALIZADO

- Su equipo está formado por Ingenieros y Técnicos Químicos y Metalúrgicos, los cuales tienen en su haber:
  - Nueve años en la aplicación de esta novedosa técnica.
  - Entrenamientos en el país y en el exterior por reconocidos especialistas tales como el doctor Gordon M. Ritcey.
  - Proyectos de Investigación-Desarrollo.
  - Obtención *Know How* y desarrollo de tecnología.
  - Participación en eventos nacionales e internacionales.
  - Publicaciones en revistas nacionales y extranjeras.

## Estilo tectónico y geodinámica de la región de Moa

Alina Rodríguez Infante\*

\*Ingeniera geóloga. Profesora asistente. Departamento de Geología. ISMM. Las Coloradas, Moa, Holguín CP-83329.

**RESUMEN:** Como parte de las investigaciones sismotectónicas realizadas en Moa, se aplicó un conjunto de métodos morfotectónicos y geológicos que permitieron determinar la ubicación, características y comportamiento geodinámico actual de las principales estructuras que afectan el territorio. Entre los métodos aplicados se encuentran los métodos morfométricos, fotointerpretativos, trabajos de campo y microtectónica. De forma auxiliar fueron utilizadas las informaciones gravimétrica, magnetométrica y geodésica.

Como resultado de la investigación se cartografiaron las fallas de cuatro sistemas que cronológicamente corresponden a los períodos de evolución geotectónica regional y se estableció el esquema de los movimientos geotectónicos contemporáneos, que se caracterizan por el predominio de los movimientos de ascenso, sin obviar la existencia de desplazamientos horizontales y rotacionales entre los bloques morfotectónicos.

**ABSTRACT:** In the seismotectonic research of Moa was applied several methods of investigation; such as morphometric maps, the aerial photographic interpretation, geological cartography, geodesic and geophysical methods.

In the Moa zone was determined four fault systems related each one to different periods of the evolution of Moa region. For other hand, was obtained the neotectonic scheme suggesting uper, horizontal and rotational movements of the morphotectonic blocks.

## INTRODUCCIÓN

A pesar del gran número de trabajos desarrollados en el territorio de Moa con el objetivo de estudiar la génesis, distribución y reservas de los yacimientos ferroniquelíferos, así como de los estudios regionales realizados sobre el complejo ofiolítico, ha sido insuficiente, hasta la fecha, el estudio tectónico detallado; este se hace difícil partiendo de la alta complejidad tectónica regional, a causa de la superposición de eventos originados en condiciones geológicas contrastantes.

Con el objetivo de suplir esta deficiencia y dar respuesta a las necesidades de esclarecimiento del diseño tectónico del territorio para valorar las zonas de estructuras activas, el comportamiento y tendencia de los movimientos geodinámicos actuales, así como las áreas de riesgos ante procesos sísmicos y tectónicos para la mejor proyección de las inversiones y medidas de protección, es que se realiza el presente estudio.

La línea metodológica asumida se basó en la determinación de las estructuras tectónicas disyuntivas a partir de los alineamientos de las formas y medidas del relieve en los mapas topográficos y morfométricos y en las fotografías aéreas, luego de lo cual se procedió a las comprobaciones a través del trabajo de campo y el análisis microtectónico. Paralelamente a ello se interpretaron diferentes materiales aereogeofísicos y geodésicos.

### Rasgos geotectónicos evolutivos de la región

El análisis tectónico detallado del territorio se realizó tomando como base los trabajos realizados por diferentes autores (Iturraide-Vinent, 1990; Lewis y Drapper, 1990; Morris, 1990 y Campos, 1991), que en su conjunto explican la secuencia de procesos geotectónicos del cretácico hasta el reciente en el contexto regional.

Los principales eventos que afectaron al bloque oriental cubano comienzan en el mesozoico, cuando se inició el modelo geotectónico que caracteriza a los sistemas de arcos insulares y cuencas marginales que se desarrollan en las periferias de los márgenes continentales transformantes como consecuencia de la convergencia (Campos, 1991).

A este período se asocian las rocas más antiguas de Cuba oriental representadas por las formaciones metamórficas, volcánicas y sedimentarias, que se muestran en ocasiones altamente deformadas llegando en algunos casos a formar parte de melanges, presentando en general una yacencia isoclinal.

A fines del maestrichtiano ocurre la extinción del arco volcánico cretácico cubano y se inician los procesos de compresión de sur a norte que originan, a través de un proceso de acreción oceánica, el emplazamiento del complejo ofiolítico según un sistema de escamas de sobrecorrimiento con mantos tectónicos altamente dislocados de espesor y composición variable.

Los movimientos de compresión hacia el norte continuaron durante el paleoceno hasta el eoceno medio, cuando ocurrió la colisión y obducción del arco volcánico cretácico sobre el paleomargen de Bahamas. Este proce-

so de colisión no ocurrió en el bloque oriental con iguales características que en el resto de Cuba a causa del surgimiento, a inicios del paleógeno, de la depresión tectónica Cauto-Nipe que provocó la rotación de Cuba oriental en sentido antihorario, retrasando y haciendo menos violenta la colisión.

A partir del eoceno medio y hasta el mioceno medio las fuerzas de compresión tangencial se reducen y quedan expresadas sólo a través de fallas Wrench, plegamientos y empujes locales. Toman importancia para la región los movimientos verticales que caracterizan y condicionan la morfotectónica regional y se inician, a partir del mioceno medio, el proceso de ascenso del actual territorio de la isla de Cuba.

Si bien es cierto que los movimientos verticales responsables de la formación del sistema de Horts y Grabens, caracterizan los movimientos tectónicos recientes y es preciso tener en cuenta la influencia que sobre Cuba oriental tienen los desplazamientos horizontales que ocurren a través de la falla Oriente (Bartlett-Caimán), y el desarrollo de la fosa de Bartlett a mediados del mioceno, la cual constituye la zona límite entre la Placa norteamericana y la Placa caribeña que se desplaza en dirección este con una velocidad de 15 mm anuales (Mann *et al.*, 1990) originando campos de esfuerzos de empuje con componentes fundamentales en las direcciones norte y noreste que, a su vez, originan desplazamientos horizontales de reajuste en todo el bloque oriental cubano.

#### Principales sistemas de fallas del territorio

Como resultado de estudios realizados en el territorio (Rodríguez-Infante y otros, 1996) fueron cartografiadas las estructuras disyuntivas que conforman un enrejado donde se distinguen cuatro sistemas principales. La descripción de cada uno de estos sistemas y las principales estructuras que los conforman se realiza a continuación según un orden cronológico, desde el sistema más antiguo, asociado genéticamente al proceso de emplazamiento del complejo ofiolítico, hasta el más joven, originado bajo las condiciones geodinámicas contemporáneas.

El sistema más antiguo de los reflejados actualmente en la superficie tiene su origen asociado al cese de la subducción que generó la colisión entre el arco insular y el margen continental, y dio lugar, bajo estas condiciones de compresión, al emplazamiento del complejo ofiolítico, por lo que las fallas de este sistema se encuentran espacial y genéticamente relacionadas con los límites de los cuerpos máficos y ultramáficos dentro del complejo y de éste con las secuencias más antiguas. M. Campos (1991) considera probable que este proceso se halla iniciado a fines del campaniano. Las fallas de este sistema aparecen frecuentemente cortadas y dislocadas por sistemas más jóvenes y por lo general no constituyen límites principales de los bloques tectónicos activos en que se divide el territorio actual.

Un ejemplo de estructura de este sistema es la falla ubicada al sur de Quesigua, al este del río de igual nombre, que pone en contacto las serpentinitas ubicadas al norte con los gabros que afloran al sur, así como las fallas que en El Lirial Abajo, Peña y Ramírez, y Caimanes Abajo ponen en contacto a las serpentinitas con las rocas de las formaciones La Picota, Mícará y Quibiján respectivamente.

Se cree que muchas estructuras de este sistema se encuentran enmascaradas por las dislocaciones más jóvenes y por las potentes cortezas de meteorización desarrolladas sobre el complejo ofiolítico. Estas fallas en su mayoría se encuentran pasivas lo que se demuestra por su pobre reflejo en el relieve, donde puede ser notado su presencia fundamentalmente por el contacto alineado y brusco entre litologías diferentes. Excepción de lo anterior lo constituye la falla ubicada al sur de Quesigua, que aún se refleja a través de un escarpe pronunciado arqueado, con su parte cóncava hacia el norte, que sigue la línea de falla, se piensa que está asociado a la actividad geodinámica actual del sector que es considerado uno de los más activos dentro del territorio.

El segundo sistema cronológico y que desde el punto de vista geodinámico contemporáneo es el de mayor importancia en el territorio, está constituido por fallas de dos direcciones: noreste y norte-noroeste, que se desplazan mutuamente y se cortan entre los sesenta y ochenta grados. Las fallas de este sistema constituyen las dislocaciones más abundantes y de mayor extensión de la región, que afectan indistintamente todas las litologías presentes y son a su vez los límites principales de los bloques morfotectónicos. Su origen está asociado al proceso de colisión del arco volcánico cretácico sobre la plataforma de Bahamas en el eoceno medio.

Las principales estructuras representativas de este sistema serán caracterizadas a continuación y se muestran en la Figura 1.

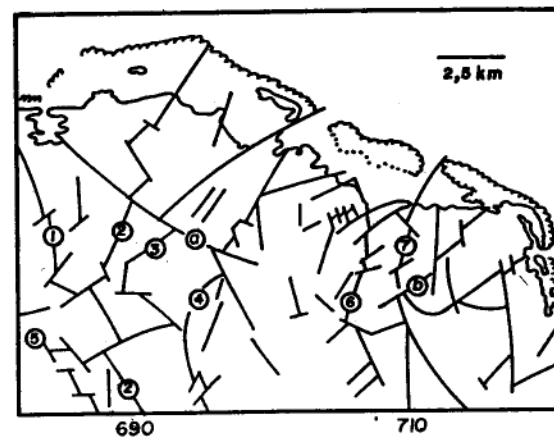


FIGURA 1. Esquema tectónico de Moa: 1. Los Indios, 2. Miraflores, 3. Cabaña, 4. Moa, 5. Maquey, 6. Cayo Guam, 7. Quesigua, a) Cananov, b) El Medio.

#### Falla Los Indios

Se extiende desde la parte central del área al oeste de cayo Chiquito, atraviesa, hacia el norte, la bahía de Cananova y se refleja dentro de la zona nerítica marina a través del desplazamiento de la barrera arrecifal y los depósitos litorales. En varios puntos esta estructura aparece cortada y desplazada por fallas de dirección norte-noreste. Su trazado es en forma de línea curva cóncava hacia el oeste-sudoeste, con un rumbo que oscila entre los 10° y 30° oeste en los diferentes tramos que la conforman.

En los mapas de anomalías magnetométricas locales de Chang (1991) esta estructura aparece reflejada a través de la alineación de un gradiente entre anomalías máximas positivas que llegan hasta 160 nT y negativas de hasta -40 nT. Este comportamiento magnetométrico es claramente reflejado por los métodos morfométricos. Según criterios geomorfológicos, a través de esta estructura ocurren desplazamientos horizontales del sector de la corteza terrestre en dirección sur-sudeste para el bloque occidental y norte-noroeste para el oriental.

#### Falla cayo Guam

Con una dirección N15°W, se extiende desde la parte alta del río de igual nombre, y se observa con nitidez hasta Punta Yagrumaje. Al igual que la falla Los Indios, esta estructura aparece cortada y desplazada en varios tramos por fallas de dirección noreste y sublatitudinales. Entre los criterios que permitieron su identificación se encuentran las variaciones bruscas de las direcciones principales del agrietamiento y variaciones hipsométricas entre ambos bloques de fractura.

La componente horizontal de los movimientos de falla en el período neotectónico es indicado por los criterios geomorfológicos en sentido norte-noroeste para el bloque occidental y sur-sudeste para el oriental; en el gráfico lineal de los desplazamientos verticales esta estructura se refleja por un salto de 8 mm en el período 1993-1994 y de 10 mm en el intervalo 1990-1994.

#### Falla Moa

Dentro del territorio es la estructura de mayor extensión y su trazo se corresponde con una línea cóncava hacia el este cuyo arco mayor se encuentra en la zona de Calentura. Se hace más recta hacia el norte, con una dirección de N48°E, mientras que en su parte meridional tiene un rumbo N25°W. En la parte norte esta estructura se bifurca en dos tramos: uno de rumbo N35°E denominado La Vigía y otro de rumbo N74°E nombrado La Vegueta, con índices y criterios similares.

En su conjunto forma la estructura más compleja pero a su vez de más fácil reconocimiento por su expresión nítida en la topografía. Entre los principales criterios que la identifican se encuentran la alineación de sistemas fluviales de cauces profundos en forma de barranco y laderas sumamente escarpadas de pendientes mayores de treinta grados, valores hipsométricos y morfométricos muy contrastantes entre cada uno de los bloques de falla y desplazamiento de la línea costera. Además de estos criterios descritos, en la presa Nuevo Mundo se realizaron mediciones geodésicas verticales y horizontales y se demostró que en ambas direcciones existen desplazamientos relativos actuales. En el tramo Yarey-Calentura la línea de fractura se enmarca con el cambio en la orientación y magnitud de las isolinéas positivas y negativas en el mapa de anomalías magnetométricas.

Según el análisis geomorfológico y topográfico el movimiento horizontal de los bloques de falla es muy complejo para esta estructura; indica hacia la parte septentrional un desplazamiento noreste para ambos bloques de falla, mientras que en la parte meridional el bloque occidental se desplaza hacia el sudeste.

Según el análisis geomorfológico y topográfico el movimiento horizontal de los bloques de falla es muy complejo para esta estructura; indica hacia la parte septentrional un desplazamiento noreste para ambos bloques de falla, mientras que en la parte meridional el bloque occidental se desplaza hacia el sudeste.

#### Falla Miraflores

Se extiende en forma de arco cóncavo hacia el este-noreste con un trazo casi paralelo a la falla Moa y un rumbo N25°W, desde el límite sur del área hasta cayo Chiquito y desde aquí hasta Punta Majá con una orientación N35°E. Su límite meridional, al parecer, lo constituye la falla Moa al sur del área de trabajo y entre los criterios que permitieron identificarla se encuentran el contacto brusco de litologías a ambos lados de la fractura, la formación de escarpe de falla con pendientes por encima de los treinta grados, facetas triangulares y desplazamientos de la línea de costa y zonas pantanosas de más de 0,5 km.

Esta falla, hacia su porción septentrional, aparece desplazada hacia el oeste por fallas de dirección noroeste y en su parte central es cortada por la falla de deslizamiento por el rumbo Cananova, que será descrita posteriormente.

En el gráfico lineal de las anomalías gravimétricas de Liuby (1983) se observa un gradiente elevado donde los valores máximos corresponden al Cerro de Miraflores (100 mGal) y los mínimos al área de Centeno (84 mGal).

#### Falla Cabaña

Se extiende desde el extremo centro occidental del área al noroeste del poblado de Peña y Ramírez hasta el norte de la ciudad de Moa, cortando la barrera arrecifal y limitando el extremo oriental de cayo Moa Grande.

En su parte meridional presenta una orientación de N70°E hasta la zona de Zambumbia, donde es truncada por un sistema de fallas submeridionales y aflora nuevamente con nitidez al nordeste del poblado de Conrado, donde inicia su control estructural sobre el río Cabaña. En las cercanías de Centeno esta estructura es cortada y desplazada por la falla Cananova y toma una orientación N56°E, la cual mantiene hasta penetrar en el océano Atlántico.

En algunos sectores el trazo de la falla se pierde topográficamente, a causa fundamentalmente de la actividad del hombre, como ocurre en el tramo Los Pinos-Moa.

### Falla Quesigua

Se expresa a través de un arco con su parte cóncava hacia el este nordeste y mantiene, en su parte septentrional, un rumbo N10°E, y en la meridional N40°W. Se extiende desde la barrera arrecifal hasta interceptar el río Jiguaní al sudeste del área de trabajo. Entre los criterios para su identificación se encuentran la variación de dirección del agrietamiento entre los bloques resultantes de la falla; alineación y desplazamiento de la línea de costa y zonas geomorfológicas de hasta dos kilómetros y desplazamientos de zonas pantanosas e intenso cizallamiento en la zona de falla. En el análisis geodésico no se observan desplazamientos verticales pronunciados entre los puntos situados a ambos lados de la falla y solo se marcan con desniveles de 2 mm en el ciclo de mediciones 1990-1993. Sin embargo, los desplazamientos horizontales evidenciados por los parámetros geomorfológicos están en el rango de 0,75-1,0 km.

### Falla Maquey

Limita y contornea las estribaciones septentrionales de la sierra del Maquey. Aflora desde la zona de Hato Viejo hacia el sur de La Colorada y asume un rumbo N65°E por más de siete kilómetros hasta Calentura Abajo, donde se cruza con las fallas Moa y Caimanes. En su parte más occidental mantiene una orientación N78°E y es cortada y desplazada por estructuras de orientación noroeste.

Su cartografiado fue posible por la suma de criterios de morfometría y fotointerpretación como alineaciones fluviales, desplazamientos de divisorias y otras formas del relieve. En el mapa de anomalías magnéticas locales se define bien su trazo por la discontinuidad de las líneas de anomalías positivas a ambos lados de ella, con desplazamientos en la alineación de los cierres positivos que provocan, además, el desplazamiento de la falla Miraflores hacia el este en el bloque septentrional con una magnitud de 1,5 km.

Analizando los criterios que permitieron la identificación y caracterización de estas estructuras, se hace evidente que muchos de ellos son utilizados para la interpretación de fallas tanto activas como pasivas, mientras que otros, por su parte, son sólo formas de manifestación de estructuras que se han mantenido activas o se han reactivado en periodos recientes; por lo tanto, es evidente que los movimientos geodinámicos actuales se manifiestan a través de ellos. Este fenómeno estudiado en detalle para estas siete fallas, que se consideran fundamentales por su extensión, se manifiestan en mayor o menor grado en todas las estructuras del sistema sin dejar de tener en cuenta que algunas pueden haber quedado encubiertas por sistemas más jóvenes o por la corteza de intemperismo desarrollada sobre el complejo ofiolítico.

El tercer sistema de estructuras está constituido por dos fallas de tipo *strike-slip*, determinadas durante las recientes investigaciones y que no habían sido reportadas con anterioridad, a las que se le denominan

Cananova y El Medio. Por la posición que ocupan, orientación y componentes fundamentales de los desplazamientos, no tienen similitud con las fallas antes descritas y se considera que su origen corresponde al mioceno medio, momento en que se inician los movimientos hacia el este de la placa Caribeña a través de la falla Oriente, lo que desarrolla un campo de esfuerzo de dirección norte-noroeste origina la compresión del bloque oriental cubano en la zona de sutura de éste con la plataforma de Bahamas y provoca la ruptura y el reacomodamiento de la corteza.

### Falla Cananova

Fue mapeada a escala 1: 25 000 desde la bahía de Yaguaneque hasta el poblado de Jucará; presenta un rumbo predominante N53°W. Es cortada en diferentes puntos por estructuras submeridionales, y se caracterizan toda la zona de ella por el grado de cizallamiento de las rocas.

Entre los criterios que permitieron su identificación se encuentran los desplazamientos de formas de relieve, de la barrera arrecifal, de zonas pantanosas, variaciones de la orientación del agrietamiento y presencia de espejos de fricción.

Según el análisis de los métodos aplicados, se pudo determinar que a través de la falla Cananova ocurre un desplazamiento horizontal máximo de 1 500 m hacia el noroeste, del bloque norte respecto al sur y un movimiento rotacional izquierdo -antihorario-, calculado en un valor medio de 40° de ese bloque norte. Hacia el sudeste el estudio de la falla se encuentra limitado, por cortar esta la meseta serpentinitica de potentes espesores de corteza que constituye el yacimiento Moa; esto, a su vez, proporciona un criterio antropogénico relacionado con la minería, ya que por la zona por donde cruza la falla no existe explotación minera, lo que puede evidenciar la posible existencia de mineralización secundaria asociada a la estructura o alteración en los espesores y contenidos del mineral.

El mapa de anomalías magnéticas locales para la zona se hace sumamente complejo, por la cantidad de estructuras de variada orientación así como por la complejidad litológica presente, donde se mezclan de forma caótica rocas básicas y ultrabásicas del complejo ofiolítico con rocas vulcanógenas y sedimentarias.

### Falla El Medio

Fue mapeada desde Punta Mangle hasta su intersección con el río Quesigua, con un rumbo aproximado de N40°E. Al igual que la falla Cananova, origina un alto cizallamiento de las rocas a través de todo su trazo. Los criterios para su identificación fueron la presencia de espejos y estrías de fricción, variaciones bruscas de los valores morfométricos entre ambos bloques de falla, desviación de la orientación de elementos morfológicos como son las divisorias de aguas principales y líneas del drenaje, y desplazamiento de formas del relieve como ocu-

re entre las zonas de montañas y premontañas bajas al sur de Palmarito.

En el estudio microtectónico se pudo determinar que en el bloque sur se desarrollan cuatro sistemas de diaclasas, dos de orientación noreste y dos noroeste con un buzamiento promedio de 82°, mientras que en el bloque norte los cuatro sistemas fundamentales son noroeste con buzamiento promedio de 67°, lo que constituye un criterio para considerar la posible existencia de un movimiento rotacional antihorario del bloque Cupey norte respecto al sur.

En el esquema fototectónico se puede observar cómo esta estructura desplaza lateralmente los cuerpos de gabro y en ocasiones limita su extensión, fenómeno que también se manifiesta en los depósitos parálisis.

El cuarto sistema de fracturas que aparece desarrollado en el territorio corresponde a estructuras sublongitudinales, que aparecen en toda el área, pero que tienen su máxima expresión en las zonas periféricas de los sectores de máximo levantamiento, como las fallas a través de las cuales corren algunos tributarios como el arroyo La Veguita del río Moa, el arroyo La Vaca, arroyo Colorado al oeste del Cerro Miraflores, y la de mayor envergadura que se encuentra al sur de Caimanes.

En las estructuras de este sistema no es frecuente encontrar desplazamientos geológicos y geomorfológicos apreciables y su expresión está dada, fundamentalmente, por la formación de barrancos, alineaciones fluviales, líneas rectas y netas de tonalidades más oscuras y en algunos casos, se han determinado rasgos evolutivos en la comparación de fotos de años diferentes.

Las características descritas anteriormente permiten suponer una génesis asociada a procesos de descompresión o expansión de bloques, al disminuir las tensiones horizontales que mantienen cohesionado los macizos rocosos a causa de los movimientos verticales diferenciales.

La edad de este sistema es considerada posmioceno, cuando se inicia el proceso de ascenso definitivo del territorio actual de Cuba oriental como tendencia general.

Existen en la zona otras estructuras de interés tectónico como son la falla Cupey y la falla Arroyón, que durante las investigaciones fueron estudiadas, documentadas y cartografiadas, pero que al no constituir límites de bloques no han sido descritas.

## CONCLUSIONES

1. En el territorio de Moa existen cuatro sistemas de fracturas que corresponden a diferentes periodos y estilos tectónicos, ellos aparecen reflejados en el relieve con diferentes grados de nitidez.
2. El sistema más antiguo genéticamente, está relacionado con el proceso de emplazamiento de la secuen-

cia ofiolítica ocurrido durante el maestrichtiano y constituye las fronteras entre las rocas del complejo y entre éstas y las rocas más antiguas.

3. El segundo sistema cronológico genéticamente asociado al proceso de obducción del arco volcánico cretácico sobre el paleomargen de Bahamas, es el sistema más importante pues constituye los límites de los bloques morfotectónicos y los planos a través de los cuales ocurren los desplazamientos actuales.
4. El sistema de *strike-slip* desarrollado juntamente con la formación de la fosa de Caimán y los movimientos entre las placas norteamericana y caribeña, se caracteriza también por su gran actividad; corta al sistema anterior con un ángulo de 50° a 70° y condiciona el movimiento de muchos sub-bloques del territorio.
5. Las fracturas de dirección norte-sur, desarrolladas durante el período de desarrollo platafórmico presentan un pobre reflejo en el relieve y un gran control sobre el drenaje, y constituyendo un criterio importante de delimitación e interpretación de los bloques en levantamiento.
6. Los movimientos neotectónicos para la región son intensos y se ponen de manifiesto a través de desplazamientos horizontales y verticales, movimientos rotacionales entre bloques morfotectónicos, y movimientos sísmicos.

## BIBLIOGRAFÍA

- CAMPOS, M.: *Tectónica y minerales útiles de la asociación ofiolítica y de los complejos vulcanógenos del arco insular cretácico en Cuba oriental*, (Inédito), Departamento de Geología, I.S.M.M., 1991.
- CHANG, J.L.: *Levantamiento aerogeofísico complejo en el territorio de las provincias Guantánamo y Holguín, Sector Guantánamo sur*, Fondo Geológico Nacional, 1991.
- DÍAZ, J.L.: «Movimientos tectónicos recientes de Cuba occidental. Nuevas investigaciones geodésicas y geomorfológicas», *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, vol. 17, 1990.
- ITURRALDE-VINENT, M.: «Las ofiolitas en la constitución geológica de Cuba», *Ciencias de la Tierra y el Espacio*, vol. 17, 1990.
- LEWIS, J.F. and G. DRAPER: «Geology and tectonic evolution of the northern caribbean margin. The caribbean region», *The geology of North America*, vol. H, 1990.
- LIUBY, L.R. y otros: *Informe sobre los resultados del levantamiento erogeofísico realizado en las provincias de Holguín y Guantánamo*, Fondo Geológico Nacional, 1983.
- LUNDREN, P.R. and R.M. RUSSO: «Finite element modeling of crustal deformation in the North America-Caribbean boundary zone», *Journal of Geophysical*, vol. 101, no. 35, 1996.
- MANN, P.; C. SCHUBERT and K. BURKE: *Review of caribbean neotectonic. The geology of North American*, vol. H, 1990.
- MORRIS, A.E.; I. TANER; H.A. MEYERHOFF and A.A. MEYERHOFF: «Tectonic evolution of the caribbean region; alternative hypothesis», *The geology of North American*, vol. H, 1990.
- RODRÍGUEZ-INFANTE, A.; M. MUNDI y J.L. CASTILLO: «Morfotectónica y sismotectónica de la región de Moa», *Minería y Geología*, vol. 13, no. 2, 1996.