

DOMÍNGUEZ, L.: *Posibilidades del carotaje sísmico en la Cuenca del Cauto*, Trabajo de diploma, ISPJAE, 1989.
 GALPERIN, E.I.: *El perfilaje sísmico vertical*, Moscú, 1980 (en ruso).
 GARCÍA, M.R. y E. DELFINO: *Posibilidades del carotaje sísmico en el área de la Bahía de Cárdenas*, Trabajo de diploma, ISPJAE, 1991.
 GOGONIENKOV, G.N.: *Cálculo y empleo de los sismogramas sintéticos*, Ed. Nedra, Moscú, 1972 (en ruso).

RAPOPORT, M.B.: *Técnica computacional en geofísica de campo*, Ed. Mir, Moscú, 1984.
 ROJAS, M. y D. NUÑEZ: *Posibilidades del carotaje sísmico en el área de la cuenca Los Palacios*, Trabajo de diploma, ISPJAE, 1987.
 STEWART, R. y otros: "Perfilaje sísmico vertical", *Geophysics*, 49 (8), 1984 (en inglés).
 YILMAZ, O.: *Procesamiento de datos sísmicos*, Tulsa, Society of Exploration Geophysicist, 1989 (en inglés).

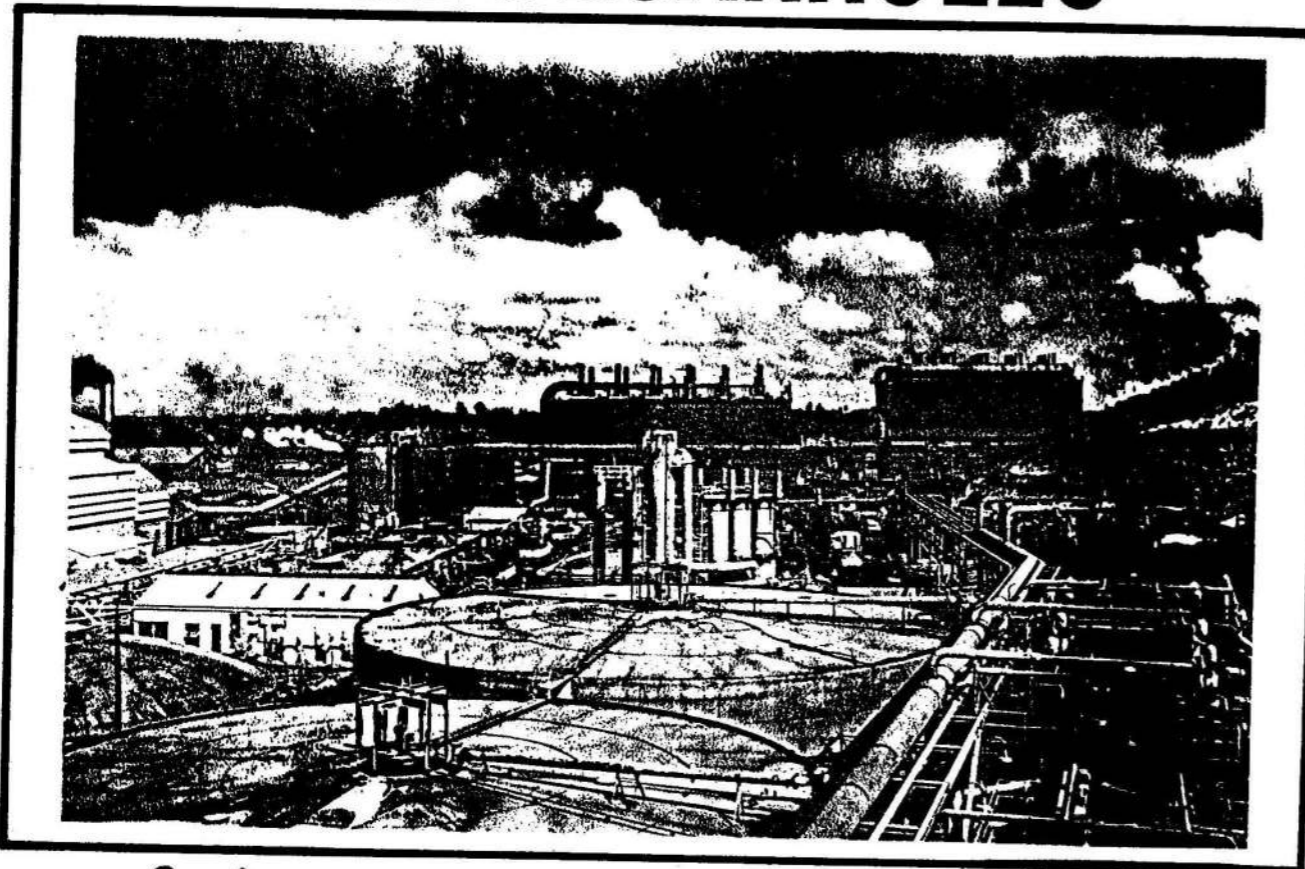
Vol. XIII, No. 2, 1996

MORFOTECTÓNICA Y SISMOTECTÓNICA DE LA REGIÓN DE MOA

Ing. Alina Rodríguez Infante
 Ing. Miraida Mundi Bout
 Ing. José Luis Castillo González

Departamento de Geología. Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa

ACERO PARA EL DESARROLLO



Entre en contacto con nosotros

RESUMEN:

Se exponen los principales rasgos que caracterizan la geomorfología, morfometría y neotectónica de la región de Moa. En el esquema geomorfológico se muestran las principales características del paisaje determinándose dos tipos principales de relieve: montañoso y de llanura. En el esquema tectónico se representan diez bloques neotectónicos concebidos para la región, así como las estructuras tectónicas de mayor interés y dentro de éstas las sismogeneradoras.

Este trabajo se realizó en coordinación con el Instituto de Sismología de la Academia de Ciencias de Cuba, el Centro Nacional de Investigaciones Sismológicas y el Instituto Superior Minero Metalúrgico, con el objetivo de establecer las principales direcciones de los movimientos neotectónicos de la región, así como las estructuras sismogeneradoras que en ella se encuentran. Esto hace posible el establecimiento de medidas que garanticen la seguridad constructiva, industrial y social.

El área investigada está comprendida entre los ríos Cananova, al oeste y Santa María, al este, extendiéndose de norte a sur desde el océano Atlántico hasta la coordenada 206 000 según el sistema de coordenadas Lambert, con una extensión de 217 km.

Se utilizaron diferentes metodologías de investigación, teniendo mayor peso los trabajos de fotointerpretación geólogo-tectónica y los métodos morfométricos. En las áreas más complejas se realizaron comprobaciones de campo, se utilizaron las informaciones obtenidas en trabajos geológicos anteriores desarrollados en la región, y como material complementario se emplearon las informaciones sísmicas y geodésicas.

La escala de presentación de los trabajos es 1:50 000. Como escala primaria de los trabajos morfométricos y mapas topográficos se utilizó 1:25 000. En la fotointerpretación se aplicaron las escalas 1:36 000 del proyecto K-10 de 1972, las fotografías aéreas 1:60 000 del levantamiento W AS M 21 AMS de 1956 y las fotografías a escala aproximada 1:100 000 de 1977.

Características geológicas

En la región existe una gran variedad litológica, donde están representadas seis de las ocho asociaciones estructuro-formacionales (AEF) propuestas por el doctor F. Quintas, las cuales se basan en las teorías que explican el origen y evolución de los arcos insulares y las características de sus conjuntos litológicos.

ABSTRACT:

The main features which characterize Moa geomorphology, morphometry and neotectonic region are shown in this article. The most important characteristics of the landscape with two types of relieves determined the mountainous and the plain. Besides, ten neotectonic blocks for the region and the most important tectonic structures are also represented. Among the tectonic structures, the generating-seism structure are included.

Las AEF representadas en la región son las siguientes:

- *AEF del basamento del Arco Insular Cretácico y de la antigua corteza oceánica.* Esta es la más importante, pues ocupa la mayor parte del área representada por la Asociación Ofiolítica en la cual aparecen rocas como harzburgitas, dunitas, lherzolitas, gabros normales y olivínicos.
- *AEF del Paleoarco Volcánico del Cretácico.* Compuesta por formaciones volcánicas y metavolcánicas que corresponden a las series toleítica y calcoalcalina, representadas por la formación Quibiján (KQ) y Santo Domingo (KSD). Afloran al sureste y suroeste.
- *AEF de las cuencas marginales del Cretácico Superior al Paleoceno Inferior.* Se compone de formaciones del tipo molásico y flyschoides, acumuladas en algunos casos en zonas de intensa actividad tectónica. Representada por las formaciones La Picota (KP) y Mícara (KM), aflorando en la parte oeste-suroeste.
- *AEF del Neoarco Volcánico del Paleógeno.* Compuesta por formaciones de composición predominante andesítico riodacítica y representada en la región por la formación Sabaneta (Psb), la cual se encuentra muy zeolitizada, aflorando en un gran área de la parte oeste.
- *AEF de las cuencas superpuestas de la etapa platformica.* Las formaciones que la componen se caracterizan por presentar una estructura simple y estar compuestas por secuencias terrígeno-carbonatadas, acumuladas en ambientes de diferentes tipos, y en ocasiones pueden ser molásicas y flyschoides. En la región está representada por la formación Capiro (Pcp). Aflora al este.
- *AEF terrígeno-carbonatada de la etapa de desarrollo platformico.* Está compuesta por formaciones carbonatadas y terrígenas que se caracterizan por presentar yacencia monoclinas, suave y horizontal. En la región está representada por las formaciones Majimiana (Nmj), Júcaro (Nju) y los depósitos cuaternarios (Qpy, Qf, Qpp). Afloran por todo el litoral.

Valoración geomorfológica

Se determinaron los principales rasgos y formas del paisaje, en gran medida se encuentran condicionados por la geología existente. Las principales formas del relieve en la región son:

Relieve de llanura

Se desarrolla en toda la zona norte del área, ocupando la parte intermedia entre el océano Atlántico

y el relieve de montaña. Se determinaron diferentes rasgos morfométricos que han facilitado su clasificación y generalización como son: los valores de pendiente, que fluctúan entre 0 y 9 grados, valores de disección vertical entre 10 m/km² y 90 m/km², y los valores de isobasitas de 100 y 50 m en el segundo y tercer orden respectivamente, llegando a ser nulo en la costa.

Relieve de montaña

Esta forma de relieve ocupa la mayor parte de la región de estudio. Se desarrolla en la porción sur central, el cerro Miraflores y en un sector aislado al norte de Cananova. Se caracteriza por presentar valores de pendiente que en ocasiones sobrepasan los treinta grados, las cotas máximas sobrepasan los 1 000 m. Los valores máximos de isobasitas son de 900 m en el segundo orden y 800 m en el tercero. Se observan diferentes formas menores de relieve como barrancos, depresiones cársticas superficiales, diente de perro, etcétera.

Este tipo de relieve se subdividió en cuatro tipos fundamentales:

- Premontañas aplanadas ligeramente diseccionadas (constituye la transición gradual entre relieves de llanura y montaña).
- Submontañas y premontañas ligeramente diseccionadas.
- Montañas bajas aplanadas ligeramente diseccionadas, donde se desarrollan las grandes cortezas de intemperismo.
- Montañas bajas diseccionadas.

Tectónica

La confección del esquema morfotectónico se realizó con los datos aportados por los mapas morfométricos a escala 1:25 000, obteniéndose las principales estructuras tectónicas actuales, probables sismo-

generadoras, y los bloques tectónicos existentes en la región.

Estructuras tectónicas

La gran complejidad tectónica de la región está determinada por diferentes sistemas de fallas superpuestas. El sistema de fallas más antiguo de dirección oeste-noroeste, fundamentalmente, coincide con el emplazamiento de las ofiolitas. Este sistema es afectado por otros dos casi perpendiculares entre sí de dirección norte-noroeste y noreste, las cuales constituyen los principales límites de bloques, como son las fallas Los Indios, Miraflores, Cabaña, Moa, Cayo Guam y Quesigua.

Todas las estructuras antes mencionadas son desplazadas por una falla transcurrente de dirección noroeste-sureste donde la magnitud del rechazo horizontal en algunos lugares es de 1,5 km aproximadamente (zona de Cabaña).

El sistema de fallas más joven presenta una dirección norte, la cual no se refleja en el relieve debido a su juventud.

Bloques tectónicos

A partir del análisis de estructuras tectónicas caracterizadas anteriormente y de los resultados obtenidos en la interpretación de los mapas morfométricos, la región quedó subdividida en diez bloques tectónicos, presentando una intensidad de movimientos verticales como se representa en la Figura 2.

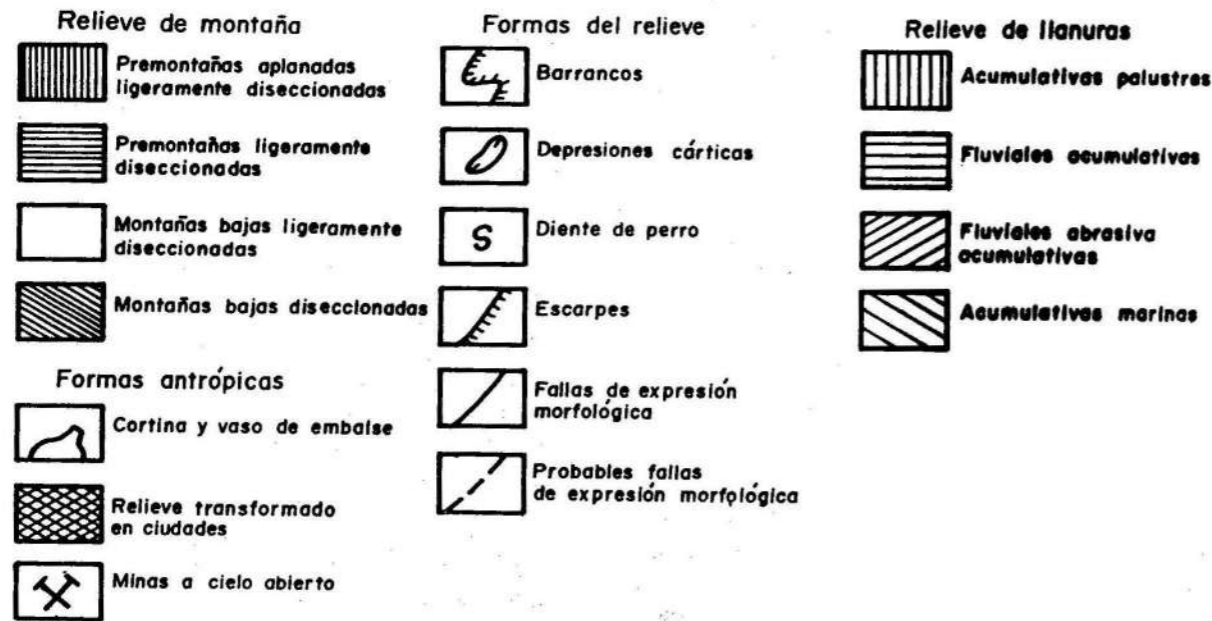
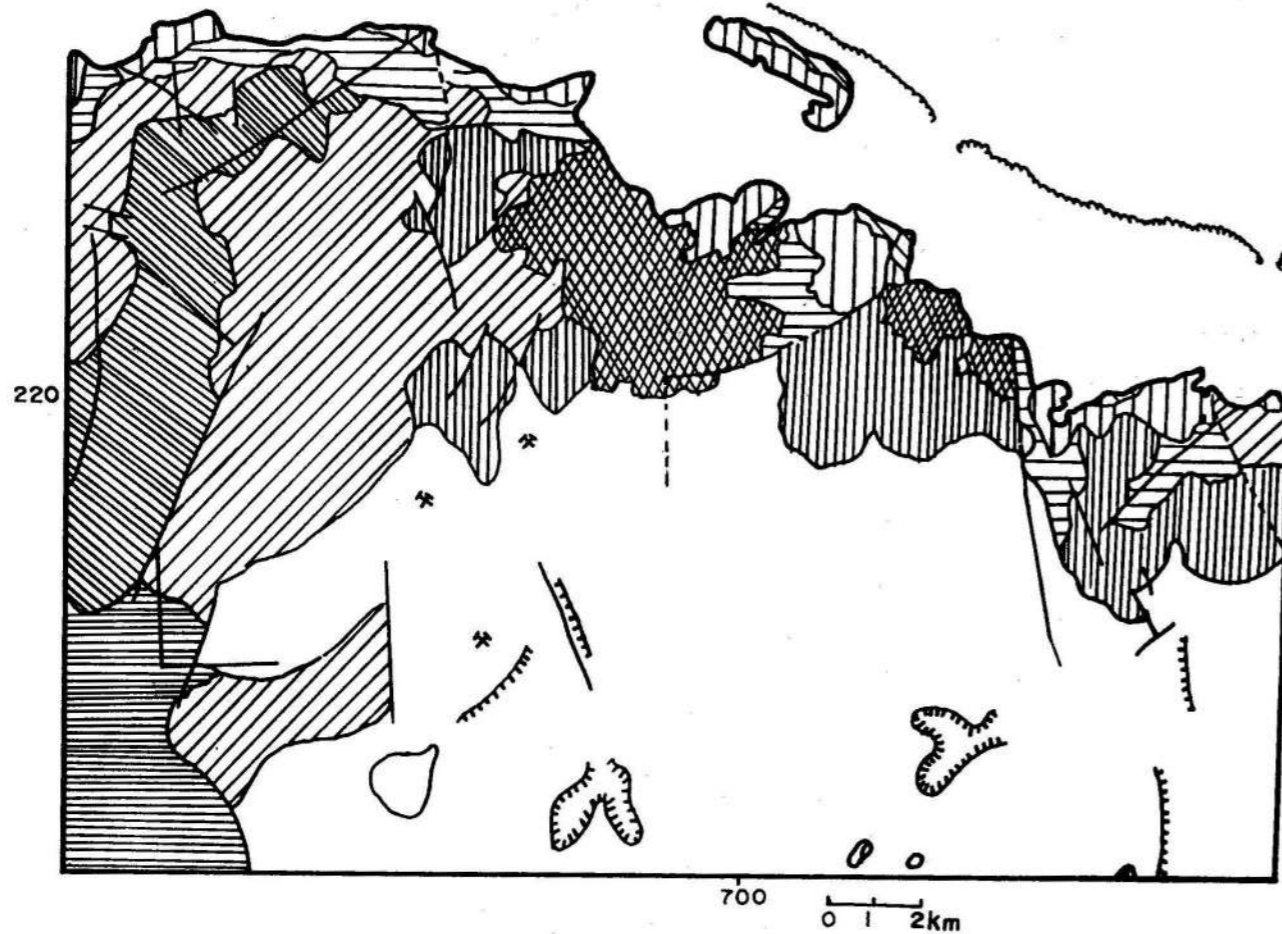


FIGURA 1. Mapa Geomorfológico.

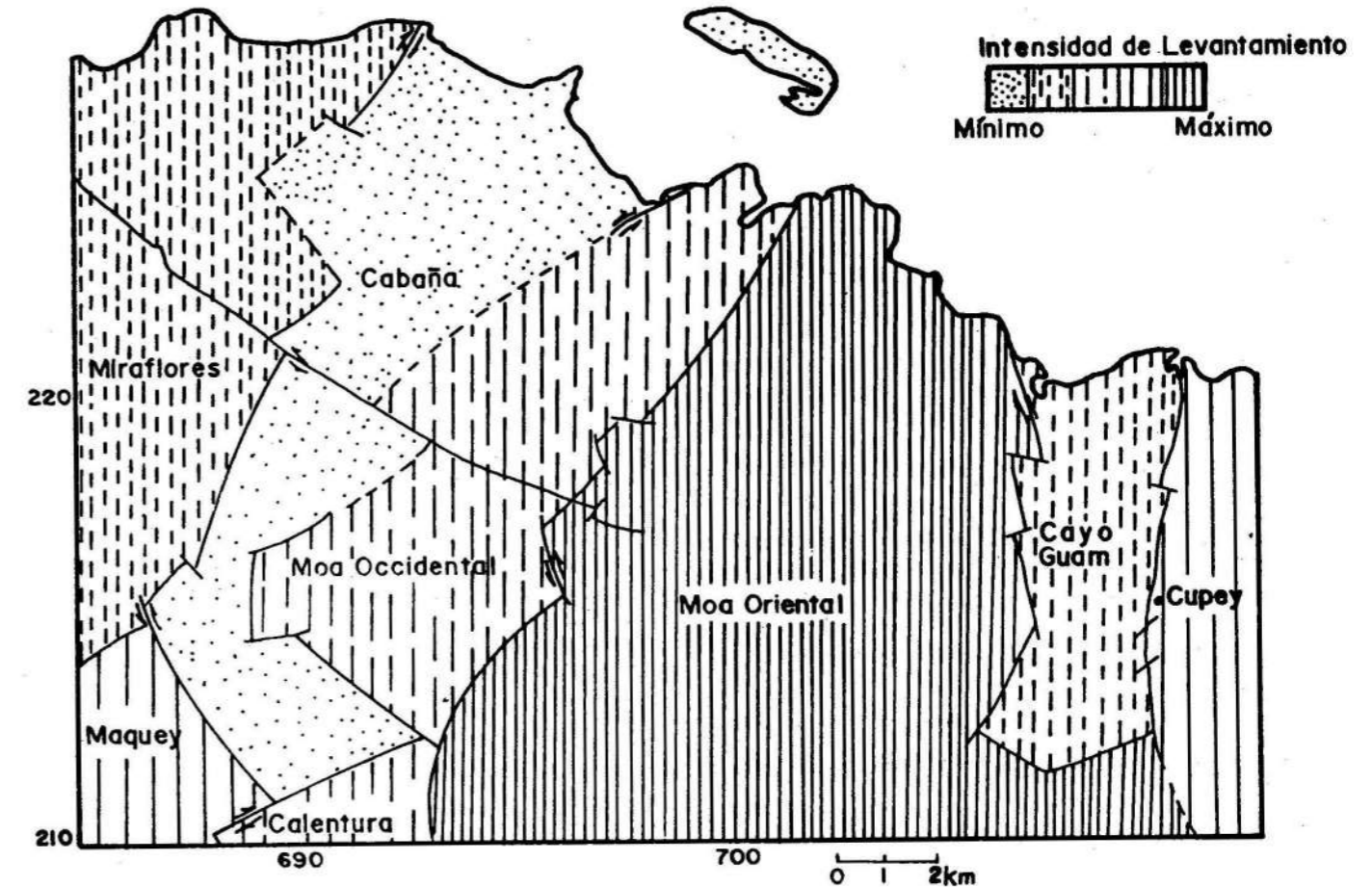


FIGURA 2. Esquema Morfotectónico.

Los bloques determinados según la magnitud relativa del levantamiento son:

- *Moa Oriental*: representa el bloque de mayor ascenso, con valores máximos de disección vertical que alcanzan los 650 m/km², valores isobasitas de 900 m en el segundo orden y 800 m en el tercero, y altura máxima de 1 179 m con dirección noreste.
- *Maquey*: presenta valores máximos de disección vertical de 450 m/km² y de isobasitas que alcanzan los 450 m en el segundo orden y 350 m en el tercer orden. Altura máxima de 791 m con dirección norte.
- *Cupey*: presenta valores máximos de disección vertical de 300 m/km², isobasitas de 250 m en el segundo orden y 150 m en el tercero. Altura máxima de 464 m con dirección norte.
- *Moa Occidental*: presenta valores máximos de disección vertical de 220 m/km², isobasitas de 350 m en el segundo orden y 250 m en el tercero. Alturas máximas de 363 m con dirección norte.
- *Calentura*: los valores máximos de disección vertical son de 370 m/km², isobasitas de 350 m en el segundo orden y 250 m en el tercero. Altura máxima de 304 m con dirección noroeste.
- *Miraflores*: valores máximos de disección vertical de 350 m/km², isobasitas de 300 m en el segundo orden y 300 m en el tercero. Altura máxima de 442 m con dirección noroeste.
- *Cayo Guam*: La disección vertical alcanza valores máximos de 230 m/km², isobasitas de 200 m en el segundo orden y de 150 m en el tercero. Altura máxima de 228 m con dirección norte.
- *Cabaña*: dividido por la falla transcurrente Miraflores en dos sub-bloques, Cabaña Norte, disección vertical de 100 m/km², isobasitas de 90 para segundo orden y 50 para el tercero. Altura máxima de 133 m con orientación norte; Cabaña Sur alcanza valores de disección vertical de 80 m/km², isobasitas de 200 m en el segundo orden y 150 m en el tercero. Altura máxima de 228 m con dirección norte.
- *Nuevo Mundo*: presenta valores máximos de disección vertical de 290 m/km², isobasitas de 100 y 50 m en el segundo y tercer orden respectivamente.
- *Cananova*: presenta valores de disección vertical de 90 m/km², isobasitas de 50 m en el segundo y tercer orden. Alturas máximas de 125 m con dirección este-oeste y 150 m con dirección norte-sur.

Valoración sísmica

Lo anteriormente expuesto en conjunto con la información sísmica quedó establecido para el área en el esquema de zonas sismogeneradoras, donde la zona Sabana es la principal y de su influencia depende en gran medida la actividad del área. El grado de sismicidad es de segunda categoría, lo que puede generar te-

rremotos de magnitud hasta 7. En el área de estudio existen también algunas zonas de estructuras tectónicas activas que constituyen límites de bloques que no pueden caracterizarse por su intensidad sismogeneradora, ya que los datos sísmicos en este caso no son suficientes.

Ejemplos:

La falla Quesigua, en la que en los dos últimos años se han registrado dos terremotos perceptibles, y la zona Miraflores-Calentura asociada a la zona sismogeneradora Puriá, de categoría cuatro.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En la región se manifiestan dos formas de relieve: de llanura, que se extiende por toda la parte norte con pendientes suaves y muy suaves, y de montaña que se ubica fundamentalmente al sur y centro de la región.
2. Se determinaron en el área diez bloques morfotectónicos delimitados por las fallas Quesigua-Cabañas, Moa y Miraflores de orientación norte noroeste; Cayo Guam y Los Indios de orientación noroeste y la falla Caimanes de dirección noroeste. Los bloques, según la intensidad relativa de ascenso son: Moa Oriental, Maquey, Cupey, Moa Occidental, Calentura, Miraflores, Cayo Guam, Cabaña, Nuevo Mundo y Cananova.
3. La zona sismogeneradora establecida de mayor importancia fue la zona Sabana.
4. Para determinar la magnitud de los desplazamientos actuales y su influencia sobre las obras ingenieriles es necesario crear una red de control geodésico en los límites bloques de movimientos más contrastantes y de mayor interés socio-económico.
5. Es necesario realizar una reevaluación ingenieril de algunos objetos de obra de explotación y/o construcción para establecer las medidas de seguridad necesarias.

BIBLIOGRAFÍA

- ATLAS NACIONAL DE CUBA, 1989.
- CAMPOS DUEÑAS, M.: "Rasgos principales de la tectónica de la porción oriental de las provincias de Holguín y Guantánamo", *Minería y Geología*, no. 2, 1983.
- LÓPEZ VERGORA, M.L.: *Manual de fotogeología*, Madrid, 1971.
- MARQUETTI, M.C.: "Proyecto de estudio sismotectónico de la Central Hidroacumuladora", *Emp.Int. Proy. Ind. Básica*, 1988.
- ORBERA, L.: "Estudio sismotectónico de la Central Hidroeléctrica Toa-Duaba", Informe Técnico, *Emp.Int. Proy. Ind. Básica*, 1990.
- QUINTAS CABALLERO, F.: "Análisis estratigráfico y paleogeografía del Cretácico Superior y del Paleógeno de la provincia Guantánamo y áreas cercanas", *Tesis doctoral*, ISMM, 1990.
- RODRÍGUEZ REY, F.J.: "Estudio aerofotogeológico de la región de Moa y zonas aledañas", *Trabajo de Diploma*, ISMM, 1987.

PROPIEDADES MAGNÉTICAS DE LAS ROCAS EN CONDICIONES DE ALTA PRESIÓN Y TEMPERATURA. UN EJEMPLO DE APLICACIÓN EN LITOTIPOS DE CUBA CENTRAL

Alberto E. García Rivero
Carlos M. Cruz Ferrán
Manuel Fundora Granda

Instituto de Geofísica y Astronomía: Laboratorio de Paleomagnetismo y Petrofísica.
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente. Ciudad de La Habana

RESUMEN:

Se presentan aspectos teóricos relacionados con el comportamiento de las propiedades magnéticas de las rocas en condiciones de alta presión y temperatura, así como los primeros resultados en litotipos de Cuba central.

El estudio de los efectos producidos por la acción de la presión y la temperatura sobre las propiedades de los minerales magnéticos en las rocas, es una de las principales tareas en el análisis del magnetismo de éstas.

Este trabajo aborda diversos aspectos metodológicos relacionados con el estudio de las propiedades magnéticas en condiciones de alta presión y temperatura, además presenta, a manera de ilustración, las primeras determinaciones de varios parámetros magnéticos de rocas del macizo Escambray y sus alrededores bajo estas condiciones.

Las propiedades magnéticas de las rocas y minerales en gran medida dependen de las condiciones externas de temperatura y presión, y de la historia de deformación (Nagata, 1970). Con el objetivo de extender la esencia física de estos fenómenos llamados magnetomecánicos se ha realizado un gran número de mediciones experimentales para diversos modelos de presión (uniaxial e hidrostática) y temperatura.

En el caso de la presión, la susceptibilidad inicial medida de un campo magnético débil, es un parámetro estructuralmente sensitivo, el mismo no sólo refleja las condiciones bajo las cuales se formaron las rocas, sino también reacciona sensiblemente a la presencia de los esfuerzos mecánicos posteriores (Kapicka, 1985).

Si las determinaciones son desarrolladas en la región de deformación elástica (Figura 1, región 0-A) no causan cambios estructurales en los minerales ferromagnéticos, siendo la variación de los parámetros magnéticos reversible con respecto a la acción del agente externo.

ABSTRACT:

The theoretical aspects of the behavior of magnetic properties of rocks under high pressure and temperature, as well as, the first results in litotypes of central Cuba are presented.

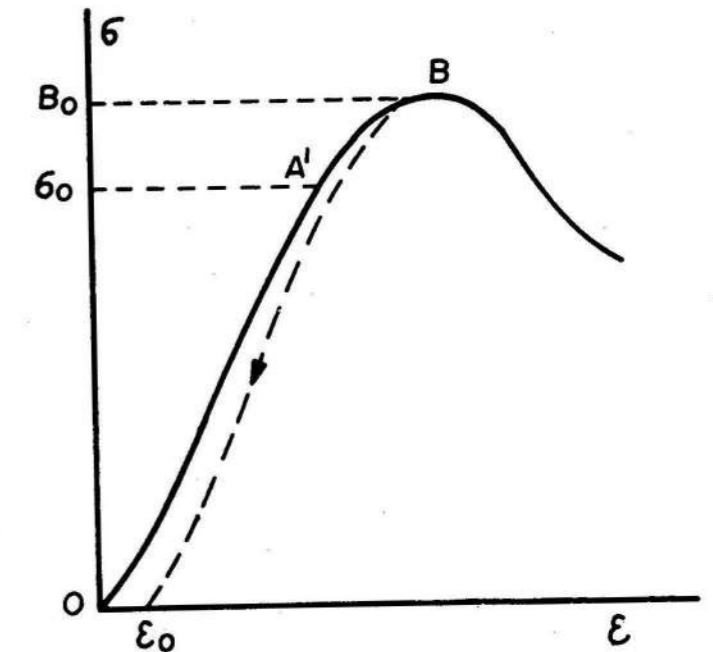


FIGURA 1. Curva de esfuerzo-deformación de las rocas.
ε₀: Zona de deformación permanente.
B₀: Fuerza compresiva.
σ₀: Punto a partir del cual la deformación es irreversible.

Desde el punto de vista teórico, los cambios de la anisotropía de la susceptibilidad magnética (reversibles e irreversibles, con respecto a un esfuerzo externo) pueden ser interpretados muy bien en término de