

La fracción magnética es la más enriquecida en cobalto desde el punto de vista absoluto, y no volumétrico, en los ocres inestructurales fundamentalmente. El cobalto puede estar asociado a la todorokita [3], la que ofrece reflexiones estrechas e intensas, aunque no debe descartarse su incorporación a la fase goethítica, ya que las imperfecciones estructurales permiten la incorporación no estequiométrica de elementos, en los casos en que exista una relación inversa entre el grado de cristalinidad de la goethita y la cantidad de elementos incorporados [9]. Todo esto a su vez puede influir en el crecimiento de dicho cristal, debido a la incorporación de cationes divalentes en la red cris-

TABLA 5. Composición mineralógica de las cortezas

Zona geoquímica	Fracción magnética	
Ocre con concreciones	Magnetita, maghemita, goethita, hematita, todorokita, saponita	Goethita, espinelas cromíferas, esmetitas, antigonita, lizardita
	Magnetita, todorokita, espinelas cromíferas, goethitas, serpentina	Goethita, lizardita, saponita, espinelas cromíferas
Ocre inestructural	Magnetita, maghemita, todorokita, serpentina, espinelas cromíferas	Goethita, nontronita, lizardita, hercinita
	Magnetita, goethita, espinelas cromíferas	Goethita, saponita, lizardita, antigorita, hematita, maghemita, espinelas cromíferas
Ocre estructural	Magnetita, maghemita, todorokita, goethita, cuarzo, saponita, espinelas cromíferas	Saponita, lizardita, goethita, cuarzo
	Magnetita, maghemita, goethita, saponita, todorokita, cuarzo	Goethita, serpentina, todorokita, cuarzo, espinelas cromíferas

Las esmectitas y serpentinas enriquecidas provocan el desarrollo de la mena serpentinitica de balance. Un 30 % del níquel está asociado a la goethita de estructura defectuosa, lo que se detecta en los roentgenogramas por la ausencia de reflexiones, por el quimismo y la microscopía óptica. Estudios anteriores sobre la formación de la corteza demuestran, que hacia la base del corte este fenómeno es posible [6,2], lo que puede influir no sólo en la incorporación de los cationes antes mencionados, sino también la del aluminio y con ello retardar la nucleación rápida y amplia de la goethita [7].

El contenido de aluminio en las rocas friables puede estar ligado a las goethitas, debido a que no se detectan reflexiones de fases mineralógicas típicas para él. Esto, desde el punto de vista económico, es de gran importancia destacarlo, ya que no existen vías para su extracción en esa forma por los métodos industriales convencionales [8].

En la parte superior del corte, ocres inestructurales, aumenta en la constitución de las lateritas fundamentalmente, la fase goethítica, y además de la saponita se observa la nontronita. En las fracciones paramagnéticas, al parecer el cobalto está relacionado con la goethita pues, a pesar de que se reportan contenidos de manganeso no aparecen sus minerales cristalinos, aunque no se debe descartar posibles formas amorfas del mismo. Las espinelas cromíferas aparecen indistintamente en ambas fracciones del material friable.

### CONCLUSIONES

1. Las variedades petrológicas del yacimiento Vega Grande, juegan un papel controlador en la mineralización de las cortezas de intemperismo.
2. Las cortezas están constituidas por granos no totalmente homogéneos y más bien gruesos.

talina, en esta ocasión no sólo con posibilidad de  $Co^{2+}$ , sino de  $Mn^{2+}$  [5].

La maghemita ( $\gamma Fe_2O_3$ ) aparece en las fracciones magnéticas, posiblemente como un producto intermedio de la oxidación de la magnetita o hematita tan poco desarrollada en estos perfiles, aunque no es posible descartar un origen por deshidratación de la goethita [4].

En las fracciones paramagnéticas en la base del corte, los ocres estructurales están constituidos fundamentalmente por esmectitas (saponitas), serpentina (lizardita y antigorita) y goethita (ver Tabla 5).

3. Las fases mineralógicas de la corteza son: en la base del corte, serpentina (lizardita y antigorita)-saponita-goethita, variando a esmectitas (saponita y nontronita)-goethita, y goethita hacia la parte superior del perfil, con fases secundarias acompañantes, magnetita, maghemita, todorokita, espinelas cromíferas y algo de cuarzo.
4. Las fases goethíticas, al parecer, son poco cristalinas o de estructuras defectuosas, lo que favorece la incorporación de otros elementos a su estructura.

### BIBLIOGRAFIA

1. ALMAGUER, A.: "Informe petrográfico del yacimiento Vega Grande", Informe final, Centro Nacional de Fondo Geológico, La Habana, 1991.
2. ———: "Mineralogía y geoquímica de las cortezas de intemperismo lateríticas de las rocas ultramáficas de la provincia de Holguín", Tesis doctoral, Centro de Información Científico Técnica de la Academia de Ciencias, La Habana, 1989.
3. BURNS, R. et al.: "The todorokite - buserite problem further considerations", American Mineralogist, vol. 70, pp. 205-208, 1985.
4. FANIRAN, A.: "Maghemite in the Sydney duricrusts", American Mineralogist, vol. 55, May-June, pp. 925-933, 1970.
5. FAGET, G. y otros: "Síntesis y caracterización de goethitas con sustituyentes", Trabajo de diploma, Univ. de la Habana, 1988.
6. KUHNEL, R. A.: "The crystallinity of minerals in alteration profiles (an example on goethite in laterite profiles)", Min. Society Symposium Sheffield, Delft. The Netherlands, 1973.
7. ——— y otros: "The crystallinity and partitioning of elements in nickeliferous laterites", Bull. BRGM, Sec. II, 3ra ed., pp. 191-206, 1974.
8. LEWIS, D. G. et al.: "The influence of aluminium in the formation of iron oxides. IV. The influence of  $(Al^+)$ ,  $(OH)$  and temperature", Clays and Clay Minerals, vol. 27, no. 3, pp. 195-200, 1979.
9. MENDELOVICI, E. et al.: "Aluminum-bearing goethite in Venezuelan laterites", Clays and Clay minerals, vol. 27, no. 5, pp. 368-372, 1979.

# CONDICIONES PALEOTECTONICAS Y DE SEDIMENTACION DE LAS FORMACIONES SABANETA Y VIGIA SEGUN EL MODELO DE UNA CUENCA DE RETROARCO

Ing. Marianela del C. García Torres  
Ing. Norge Carralero Castro  
Ing. Joaquín Proenza Fernández  
Ing. Jesús Blanco Moreno

Instituto Superior Minero Metalúrgico. Facultad de Geología

### RESUMEN

En este trabajo se estudian dos unidades litoestratigráficas asociadas a la actividad volcánica paleogénica (formaciones Sabaneta y Vigía). Se analizan las características tectónicas y litológicas de cada secuencia en las diversas áreas donde afloran, obteniéndose algunas ideas acerca de las condiciones paleontológicas y de deposición.

Se argumenta un modelo de evolución y desarrollo del neorco y su correspondiente cuenca de retroarco, lo que permite comprender con mayor claridad el desarrollo geológico del mismo.

### ABSTRACT

It's carried out a study of two litostratigraphic units associated to the paleogenic volcanic activity (Fm. Sabaneta and Vigía). Analysed are the tectonic and litological characteristics of each formation in different outcroppings getting some ideas about the paleotectonic and depositional conditions.

It's argued a model of evolution and development from the newarc and their corresponding basin of backarc.

### Descripción de los cortes de las formaciones Sabaneta y Vigía en diferentes regiones de Cuba oriental

#### Formación Sabaneta

Autor: M. Iturralde (1975); redefinida por F. Quintas (1989).

Se considera como Fm. Sabaneta, al conjunto de rocas vulcánicas-sedimentarias de grano predominantemente fino, que usualmente están zeolitizadas o montmorillonitizadas y que contienen intercalaciones de calizas, silicitas, tobas cloritizadas y excepcionalmente pequeños cuerpos de basaltos.

Se propaga en Cuba oriental por Sabaneta, Sagua de Tánamo, Farallones, Palenque de Yateras, Baracoa, Calabazas y Mayarí Arriba.

#### Zona Sabaneta-Calabazas-Achotal

En esta región el corte fue dividido en dos miembros, Campo Largo y El Deseo. En general está constituido por tobas de color gris, verde claro y blanco. Las tobas, generalmente, son de grano fino y medio, y es frecuente la estratificación gradacional. Es característica la presencia de concreciones piríticas, indicadoras del carácter reductor del medio en el cual se acumularon los sedimentos, además, aparecen radiolarios y foraminíferos planctónicos típicos de los fondos batiabísales.

Miembro Campo Largo: ocupa la parte baja del corte, y se compone de tobas intercaladas con tufitas, areniscas tobáceas, calcarenitas, conglomerados y margas que yacen concordantemente sobre la Fm. Gran Tierra (Paleoceno Inferior) según un contacto transicional.

La fauna reportada permite datar al miembro como Daniano-Landeniano.  
Espesor: 500 m.

Miembro El Deseo: ocupa la parte superior del corte, constituido por tobas de diversa granulometría con algunas intercalaciones de tufitas, areniscas y conglomerados formando lentes que se acuñan rápidamente. Son raras las intercalaciones de calizas laminadas y de aleurolitas. La edad del miembro está referida al Paleoceno Superior-Eoceno Medio basal de acuerdo a la fauna reportada.  
Espesor: 600 m.

#### Zona Mayarí Arriba

Los estudios más completos de la Fm. Sabaneta han sido realizados por J. Cobiella (1973-1974); F. Quintas y N. Carralero (1984); Muñoz y Díaz (1974).

Cobiella divide la formación en cuatro miembros: Puerto Escondido, El Pulpito, Sabaná y La Vuelta, este último posteriormente fue separado al compararse su correlación con la Fm. Gran Tierra.

Miembro Puerto Escondido: presenta un espesor de unos 70 m de tobas de grano fino de color verde claro a gris, y tobas lapillíticas alteradas a zeolitas y minerales arcillosos. La edad corresponde al Eoceno Tardío-Eoceno Medio.

Miembro Basaltos Sabaná: constituido por un espesor de (60-120 m) de basaltos almohadiformes, intercalados entre brechas volcánicas y calizas, contenedoras de foraminíferos planctónicos que le atribuyen una edad probable al Paleoceno Superior.

Miembro El Pulpito: con un espesor de (200-250 m) está compuesto por tobas ceneríticas zeolitizadas y argilitizadas con abundante radiolarios. Aparecen intercalaciones de tobas lapillíticas y vítreas. Su edad probable corresponde al Eoceno Medio.

#### Zona de Baracoa

En Baracoa existen áreas poco extensas donde aflora la Fm. Sabaneta. La potencia calculada es de 200 m como máximo y su edad es Paleoceno-Eoceno Medio.

El corte está constituido por tobas ceneríticas, vítreas, cloritizadas y argilitizadas, en menor medida zeolitizadas, con intercalaciones de capas muy finas de radiolaritas y calizas biomicriticas.

Yace discordantemente sobre las formaciones Mícará y La Picota, siendo sobreyacida discordantemente por la Fm. Capiro del Eoceno Superior. La edad

de la formación en Baracoa es Paleoceno-Eoceno Medio.

#### Zona de la cuenca de Sagua de Tánamo

En esta zona se encuentra ampliamente propagada la Fm. Sabaneta, estudiada por Quintas, Adamovich y Chejovich, Rojas, Acuña, Nagy y otros. En Cananova descansa discordantemente sobre la Fm. Mícará. El corte en la parte baja está compuesto por tobas ceneríticas bien estratificadas en capas desde finas hasta medias con intercalaciones de radiolaritas. Las tobas son de color gris verdoso, predominando las bentonitizadas sobre las zeolitizadas. Los datos paleontológicos son escasos.

En los indios de Cananova, en la base de la formación, se intercalan areniscas de grano grueso y algunas brechas parecidas a las de la Fm. Mícará. Los datos de fauna indican una edad Paleoceno Inferior (Daniano), según Quintas (1989).

Hacia el sur, en Río Castro, F. Arcial (1979) obtuvo datos paleontológicos de una asociación correspondiente al Eoceno Inferior a Medio.

En Farallones de Moa existe un magnífico corte de la formación, constituido por tobas vitroclásticas y zeolitizadas, y en menor grado, argilitizadas, tufitas, calizas y radiolaritas.

Las rocas presentan color verde de diferentes tonos. La estratificación es de fina a media.

#### Zona de Bernardo-Palénque

En esta zona el corte ha sido estudiado por Carralero, Ortiz, Quintas y Rodríguez (1976); Nagy y otros (1976).

Carralero divide la formación en dos miembros: San Rafael y Madre Vieja. La potencia aproximada de la formación es de alrededor de 900 m. Predominan tobas ceneríticas zeolitizadas y argilitizadas, aunque también están presentes tobas vítreas, tufitas y radiolaritas. Los colores predominantes son verde claro y gris claro. Generalmente están bien estratificadas.

El miembro San Rafael ocupa la parte baja del corte y se compone de tobas de grano fino vitroclásticas o vitrocristaloclasticas de color gris perlado o verde claro, a veces de aspecto masivo.

En el corte del miembro Madre Vieja están presentes tobas zeolitizadas y argilitizadas, tufitas, tobas cloríticas y silicificadas. Las tobas zeolitizadas forman paquetes de decenas de metros de espesor hacia el techo del miembro y en la base del mismo. La formación en general es prácticamente estéril desde el punto de vista paleontológico.

#### Zona Palmarito de Cauto

En la parte superior de la formación aparece una secuencia rocosa ampliamente zeolitizada. Está constituida, además, por intercalaciones de areniscas vulcanoclasticas y tobas vitroclásticas completamente zeolitizadas, tufitas calcáreas, calizas tobáceas y calizas. Estas rocas son grisáceo-verdosas claras, generalmente de grano fino a medio, y bien estratificadas.

#### Formación Vigía

Autor: M.T. Kosary (1957).

Redescripción: D.P. Coutin y P. Jakus (1976).

Origen del nombre: loma La Vigía, situada a 7,5 km al noreste del poblado de Auras.

Localidad tipo: junto al poblado de Alcalá, a unos 25 km hacia el noreste de Holguín.

En la parte inferior de la formación, afloran areniscas, limonitas con intercalaciones de calizas, y margas. Las limonitas y areniscas generalmente son de color verde grisáceo, de grano grueso a fino, bien estratificadas.

El material clástico predominante es de serpentinitas, calizas y detritos vulcanógenos del Cretácico Superior.

En la parte superior del corte afloran predominantemente tufitas, tobas y margas bien estratificadas.

Edad probable: Paleoceno Superior-Eoceno Medio.

#### Zona Tacajó

La brigada cubano-húngara (1976) divide la formación en dos secuencias, inferior y superior. En la parte baja describen un corte de areniscas y limonitas de color verde a verde grisáceo, con intercalaciones de calizas y margas. En la parte superior predominan las tufitas, tobas y margas. Las tobas pueden estar bentonitizadas o silicificadas. El espesor total es de unos 700 m, correspondiendo al corte inferior alrededor de 500 m.

#### Zona Holguín

Litológicamente está constituida por areniscas de grano grueso, aleurolitas con intercalaciones de tobas rioclasticas, tufitas y margas.

Las tobas rioclasticas son de color blanco grisáceo, porosas, con algún contenido de material carbonatado. Generalmente son vitroclásticas, a veces psamíticas. Las capas de la formación en la mayoría de los casos están plegadas y fracturadas. Las margas presentan contenidos apreciables de radiolarios.

Su edad se fija en el Paleoceno Superior-Eoceno Medio.

#### Zona Alcalá

En el área Alcalá la Fm. Vigía forma una franja fallada que abarca casi toda la parte central del oeste al este, ocupando unos ocho kilómetros cuadrados, sólo interrumpida por bloques aislados de la Fm. Camazán.

Afloran tobas blancas porosas de aspecto masivo, muy ligeras, areniscas de grano grueso y color gris verdoso o amarillento, bastante deleznable. Las calizas de la Fm. Vigía forman capas de 5 a 7 cm de espesor, y se encuentran silicificadas. Las margas tienen un color blanco crema, su textura es masiva, formando capas de 20 cm o más.

Tectónicamente la formación está plegada con buzamientos que oscilan entre 14-50 grados. El agrietamiento está poco desarrollado.

La potencia total es de unos 700 m y su edad comprobada data del Eoceno Inferior-Medio.

#### Condiciones paleotectónicas y de acumulación de las formaciones estudiadas

Los sedimentos que dieron lugar a la Fm. Sabaneta se acumularon en un mar abierto de fondos

batiabísales, demostrado por la presencia de radiolarios y foraminíferos planctónicos característicos de este medio, hacia donde frecuentemente aflúan turbiditas desde el sur, lo que indica la existencia de una gran inestabilidad en la cuenca.

Las concreciones piríticas muestran un ambiente reductor ligeramente ácido. La granulometría de las tobas señala que la fuente de suministro se encontraba algo alejada.

Las rocas carbonatadas probablemente provenían de los materiales de este tipo, presentes en el paleomargen de Bahamas, situado al norte, pues hacia esta dirección aumenta el componente calcáreo y disminuye el vulcanoclastico.

Una característica importante de las tobas de la Fm. Sabaneta radica en el hecho de encontrarse alteradas, generalmente zeolitizadas y en menor medida argilitizadas.

La Fm. Vigía presenta un mayor contenido de material terrígeno. El componente volcánico proviene de una elevación situada hacia el norte. Los clastos de serpentinitas corresponden a los bloques del Cretácico, en tanto que las calizas son atribuidas al paleomargen de Bahamas.

Durante los períodos de subsidencia se depositaron las limonitas en un mar muy profundo, desarrollándose a continuación la actividad volcánica submarina, que dio lugar a las tobas y tufitas a partir de las cenizas transportadas por las corrientes.

#### Génesis, desarrollo y destrucción del arco de isla volcánico paleogénico (neoarco)

Los diferentes modelos que se han expuesto para explicar el origen del neoarco, presentan puntos vulnerables dado el insuficiente conocimiento geológico existente de las secuencias pertenecientes a la actividad volcánica paleogénica. De forma general se pueden distinguir tres concepciones acerca del origen y desarrollo del arco.

La primera concepción basada en una polaridad de sur a norte de la zona de Wadati-Benioff (Cobiella, 1988; Iturralde, 1992; y otros) expone una clásica zonación morfoestructural de los componentes del arco, no así para el mecanismo que dio origen al mismo, la zona de donde provenía la corteza oceánica consumida por la subducción y el lugar actual donde encontrar los restos del prisma de acreción (si existió) y la fosa oceánica.

Los autores de este trabajo opinaron, que lo más positivo del modelo radica, en la interpretación de que las formaciones que se tratan aquí se redepusieron en una cuenca de retroarco (back arc basin), brindando expectativas mayores de encontrar restos del complejo de subducción hacia la parte sur de la Sierra Maestra en el lugar que hoy ocupa la fosa de Bartlett y las áreas cubiertas por el mar Caribe.

La segunda concepción (Quintas y otros, 1993) sustenta una polaridad de la zona Wadati-Benioff de norte a sur, que fundamenta la génesis del arco a partir del proceso de apertura de la Cuenca de Yucatán que en su extremo más oriental dio lugar al rift Cauto.

Por otro lado, al plantear la existencia de dos arcos de islas volcánicos, logra dar una explicación

más acabada a las diferencias existentes en Jamaica y La Española, así como, a las variaciones existentes dentro de la Fm. Sabaneta.

El aspecto más controvertido del modelo, radica en la ubicación de los componentes morfoestructurales frontales en Cuba oriental, no reportándose hasta la fecha ninguna evidencia de este hecho.

Los trabajos de E. Rosencrantz (1990), han demostrado que la Cuenca de Yucatán tiene características de una estructura de retroarco, y su formación corresponde al Paleoceno-Eoceno Temprano. De ser así, el mecanismo para explicar el origen del arco por riftogénesis de la Cuenca Cauto sería imposible, porque los primeros horizontes de vulcanitas de Paleógeno representados en Cuba oriental datan de la parte alta del Daniano.

La tercera concepción es defendida principalmente por geólogos norteamericanos que realizan investigaciones regionales en el Caribe (Mann, Draper, Lewis, Montgomery y otros), los cuales establecen la existencia de sólo un gran arco de islas volcánicas (Arco de las Antillas Mayores), no considerando los potentes espesores de hasta 6 km de vulcanitas terciarias

en Cuba oriental y la no existencia de rocas volcánicas entre el Cretácico Superior (Campaniano) y el Paleoceno Inicial en todo el territorio cubano, a diferencia de otras zonas del Caribe.

### CONCLUSIONES

Los autores de este trabajo consideran que las formaciones tratadas se acumularon en una cuenca de retroarco, debido a que grandes espesores de vulcanitas se depositaron en este tipo de cuenca, así como por el grado de alteración a minerales del grupo de las zeolitas y argilitas que presentan las mismas, lo cual es característico para estas condiciones (Minorv Utoda, 1991).

Al analizar la distribución de los principales cuerpos intrusivos (Plutones Baitiquirí, Nima Nima), la distribución de los yacimientos minerales y manifestaciones útiles en la Sierra Maestra, se determinó que existe una concordancia con las generalidades de las distribuciones en los arcos y los modelos tectónicos que se asumen como válidos en la actualidad (Figuras 1 y 2) en correspondencia con el modelo que se expone.

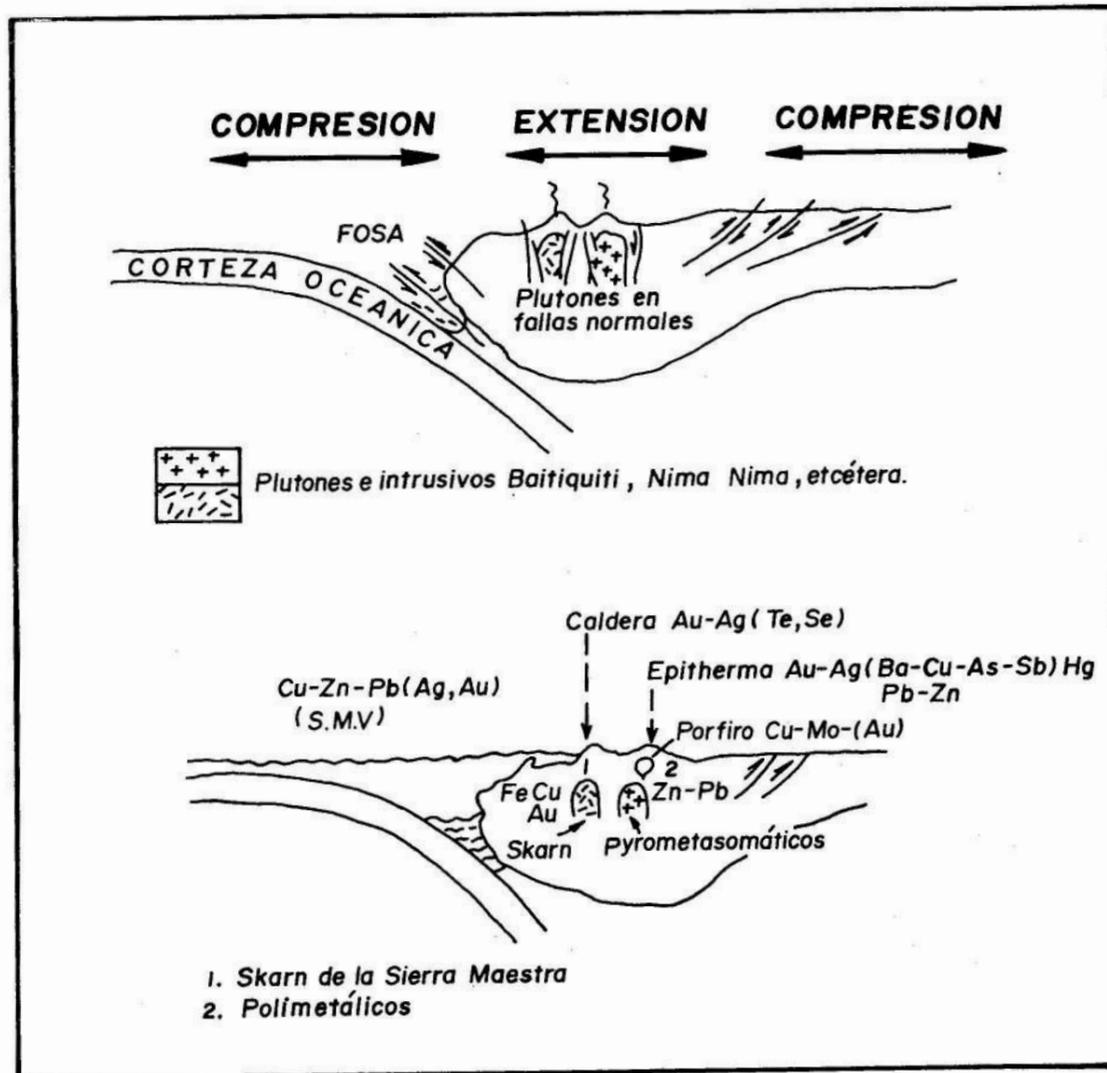


FIGURA 1. Modelo de subducción tectónica metalogénica. (Haynes 1994.)

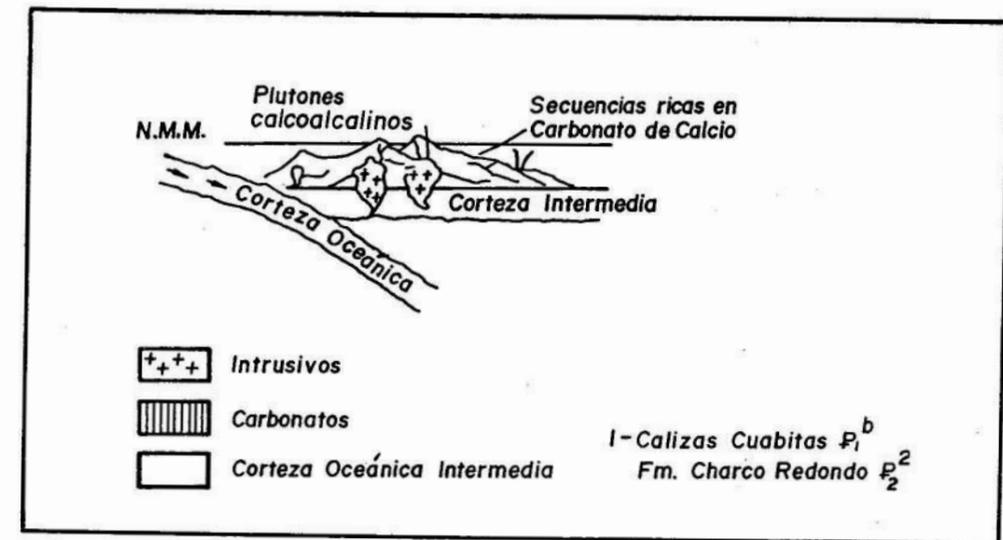


FIGURA 2. Modelo de distribución de las secuencias rocosas en el arco. (Modificado Ray and Woster 1991.)

A partir de la edad reportada para la apertura de la Cuenca de Yucatán (Paleoceno-Eoceno Inferior) y de la presencia de vulcanitas paleogénicas en la Cresta Caimán y el Elevado de Nicaragua, y al eliminar los efectos de la apertura de la Fosa de Bartlett, se puede asumir un buzamiento del plano sismofocal de sur a norte. Esto permite considerar que las formaciones estudiadas se acumularon en una cuenca retroarco comunicada con las de Yucatán-Cauto.

Hacia el sur de Cuba oriental están representados restos de la parte axial del arco, en tanto que, las morfoestructuras frontales se pueden ubicar hacia el Paso de Jamaica y noroeste del Elevado de Nicaragua.

Las tobas que aparecen en la Fm. Sabaneta presentan un predominio de mordenita hacia la parte sur (Palmarito de Cauto) y clinoptilolita hacia el norte. Esta disposición es lógica si se ubican los paleofocos (mayor gradiente geotérmico) hacia el sur.

En sentido general éstas consideraciones se corresponden con las expuestas por Cobiella en 1988.

### BIBLIOGRAFIA

- COBIELLA, J.: "Estratigrafía y paleogeografía del Paleógeno de Cuba oriental", Tesis doctoral, ISMM, Ioa, 1978.
- : "El vulcanismo paleogénico Apuntes para un nuevo enfoque", Revista *Tecnológica*, no. 1988.
- COUTIN, D.: "Características de la zeoización en rocas de origen volcánico en Cuba oriental", Ser. geológica del CIG ACC, no. 20, 1975.
- PROENZA, J. y J. BLANCO: "Terrenos tectonoestratigráficos en Cuba oriental", Revista *Minería y Geología*, v. ol. 11, no.3, 1994.
- PROENZA, J. y N. CARRALERO: "Un nuevo enfoque sobre la geología de la parte sur de la Cuenca de agua de Tánamo", Revista *Minería y Geología*, vol. 11, no. 1, 1994.
- QUINTAS, F.: "Análisis estratigráfico del Cretácico Superior, y del Paleógeno de la provincia Guaánamo y áreas cercanas", Tesis doctoral, ISMM, Moa, 1985.
- QUINTAS, F.; M. HERNANDEZ y J. BLAJO: "Origen y evolución del arco de islas volcánico Sierra Maestra", Revista *Minería y Geología*, vol. 11, no. 1, 1994.
- TAMAKI, K.: "Tectónica global y formación de cuencas marginales", Rev. *Episodes*, vol. 14, no. 3, Cantá.
- VALENTI, R. y C. SCHUBERT: "Evolución de las hipótesis sobre el origen del Caribe", *Interciencia*, vol. 14, no. 2, Venezuela, 1989.

