INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO
FACULTAD DE GEOLOGIA
MOA - HOLGUIN

TRABAJO DE DIPLOMA

ESTRATIGRAFIA DE CANANOVA, MUNICIPIO SAGUA DE TANAMO. PROVINCIA HOLGUIN

Prof. Guía : Lic. Jorge L. Cobiella

Diplomante: Jorge J. Rojas García

1979

"AÑO 20 DE LA VICTORIA"

A mis padres, esposa e hija por su apoyo y ayuda para llevar a cabo la culminación de este trabajo.

I N D I C E

Págs.

Resumen

Introducción

CAPITULO I

Caracterísitcas Físico Geográficas y Económicas de Cananova 1

Situación Geográfica..... 1

Comunicaciones y Economía..... 2

Clima, Vegetación y Cultivos..... 2

Hidrografía..... 3

CAPITULO II

Investigaciones Geológicas Preliminares..... 4

CAPITULO III

Geología Regional..... 13

Algunos Esquemas Tectónicos..... 13

Esquema Tectónico de Cobiella (y otros)..... 13

Fosa de Bartlett..... 14

Anticlinoriun Sierra Maestra..... 14

Sinclinoriun Oriental..... 15

Anticlinal Oriental..... 15

Cuenca Nipe-Baracoa..... 21

CAPITULO IV

Breve Esbozo de la Geología de Cananova y áreas adyacentes..... 23

Enfoque de la Estratigrafía de forma general..... 23

Tectónica..... 29

Magmatismo..... 33

Págs.

Geomorfología..... 36

CAPITULO V

Estratigrafía..... 37

Características Generales..... 37

FORMACION MICARA..... 38

Distribución Geográfica..... 39

Localidad Tipo..... 39

Diagnosis..... 39

Estudio de la Formación en el área..... 40

Edad y Correlación..... 43

Sedimento-Génesis..... 43

FORMACION EL COBRE..... 45

Características generales..... 45

Localidad Tipo..... 46

Origen del nombre..... 46

Estudio de la Formación en el área..... 46

Alteración Regional de las Tobas Vitreoclásticas.. 49

Edad y Correlación..... 52

Sedimentogenesis..... 54

FORMACION MUCARAL..... 56

Características Generales..... 56

Localidad Tipo..... 56

Origen del nombre..... 56

Estudio de la Formación en el área..... 57

Págs.

Edad y Correlación..... 59

Sedimentogenesis..... 59

Sedimentos Cuaternarios..... 61

CAPITULO VI

Evolución Geológica de Cananova y Areas Adyacentes..... 66

CAPITULO VII

Manifestaciones de Mineralización y Yacimientos Minerales..... 70

CAPITULO VIII

Conclusiones y Recomendaciones..... 73

Descripciones de Secciones Delgadas (ANEXO)

BIBLIOGRAFIA

RESUMEN

El presente trabajo (resumen) los resultados obtenidos durante el trabajo de campo dividido en 2 etapas fundamentales:

1.- Realizar el Levantamiento Geológico en escala 1:50,000 del área de Cananova de 65 Km^2 a mapear.

2.- Hacer un estudio estratigráfico del área mapeada cuyo objetivo fundamental es continuar los estudios estratigráficos de la Cuenca de Sagua de Tánamo y en especial de las capas del Paleógeno.

La parte fundamental de este trabajo la constituye el capítulo de Estratigrafía donde se hace una descripción detallada de las formaciones mapeadas en el área, así como de las condiciones y medios en que pudo llevarse a cabo su deposición. También en el texto se hace referencia a notas de interés sobre la geología de la zona y otros datos generales.

En el área fueron mapeadas tres formaciones:

- Formación Mícara
- Formación El Cobre
- Formación Mucaral

Estas formaciones sedimentadas en condiciones submarinas mediante diversos mecanismos. Resaltan algunas características de las rocas de la Fm El Cobre como es su alteración. En general el área no presenta complejidades tectónicas.

Todo esto se puede apreciar en las páginas del trabajo, así como a través de anexos gráficos y fotos de algunos cortes de la zona.

INTRODUCCION

El presente trabajo tiene como objetivo hacer un estudio estratigráfico del área de Cananova, Municipio Sagua de Tánamo, Provincia de Holguín - Cuba. Para realizar dicho estudio se tomó como base el levantamiento Geológico 1:50,000 considerado en la primera etapa del trabajo.

El área tiene 65 Km^2 ubicada entre Moa y Sagua de Tánamo y es atravesada en su parte centro sur por la carretera que enlaza estos pueblos.

Está limitada al Este por el Cerro Miraflores, al Norte por Caña Amarilla, al Sur por la Yuita y al Oeste por Los Calderos.

Los trabajos de campo de levantamiento fueron realizados por itinerarios geológicos,efectuando 24 marchas incluidas las de apoyo y fueron descriptos 300 puntos geológicos con una densidad de 4,6 puntos X Km^2.

Se tomó gran cantidad de muestra de las cuáles se realizaron 12 secciones delgadas, Análisis paleontológicos, se tomaron fotos y se efectuaron 40 mediciones de elementos de yacencia.

El procesamiento y análisis de los datos de campo se efectuó en el Instituto Superior Minero Metalúrgico de Moa.

AGRADECIMIENTOS:

Agradecemos la colaboración prestada por los compañeros responsables del Distrito de Cananova por las facilidades que pusieron a nuestra disposición para realizar el trabajo de campo, así como al Co. Wilfredo Ríos el cual nos ayudó en

esa etapa, a la Cra. Flor Hung Garlobo por realizar el mecanografiado de estas memorias, y a todo el que de una forma u otra ha tenido que ver con la realización del presente trabajo. En especial quedamos sinceramente agradecidos de nuestro guía Licenciado Jorge Cobiella R. por su ayuda y asesoramiento.

CARACTERISTICAS FISICO GEOGRAFICAS
Y ECONOMICAS DE CANANOVA

CAPITULO I

Situación Geográfica: El área de trabajo abarca 65 Km^2 y se encuentra ubicada en la porción nor-oriental de la provincia de Holguín, limita al norte con Caña Amarilla, al sur por La Yuita, al este y oeste por el Cerro Miraflores y Los Calderos respectivamente.

En general el área de trabajo está ubicada entre los municipios de Moa y Sagua de Tánamo.

Las coordenadas geográficas del área son:

X:	75,20	75,32
Y:	20,30	20,40

En el mapa topográfico del ICGC a escala 1:50,000 del año 1957 se encuentra en la hoja 5177 I.

Sagua de Tánamo con coordenadas Lambert del Sistema Sur

X:	676,00	685,00
Y:	214,00	222,00

Todas las coodenadas mencionadas en el texto corresponden a este sistema.

Características de la Zona, Economía, Comunicaciones y otros

Dentro del área estudiada el caserío de mayor importancia es Cananova, en el cual radica el centro del Distrito Cañero de la Zona; le sigue en importancia, por el número de habitantes, el caserío de Los Indios en la carretera Sagua-Moa, existiendo además en el área los caseríos de Cañamazo, Yaguaneque, San Pedro y varias granjas cañeras.

Pertenece el área al Municipio de Sagua de Tánamo, Provincia de Holguín, hallándose a 10 Kms. al este de Sagua de Tánamo y es aquí donde radican los organismos municipales de

Fig. 1
Al fondo relieve de la Fm Mucaral noreste de Cananova.

la zona, aunque los principales problemas de caracter económico se viabilizan en el Central "Frank País" por las características económicas de la Zona, ya que es un área predominantemente productora de caña de azúcar.

Comunicaciones:El área está atravesada de este a oeste por la carretera Sagua-Moa, por lo que el acceso a ella es bastante factible, además, cada determinados tramos de la carretera existen terraplenes o entronques de caminos bastante transitables que se internan en el área, algunos de estos caminos transitables en camiones sobre todo el antiguo terraplen que enlazaba Sagua de Tánamo con Moa.

Actualmente existen servicios de ómnibus Girón que viajan desde Sagua de Tánamo a Cananova, así como a "Frank País" y a Moa, lo cual facilita bastante el movimiento dentro del área.

Clima - Vegetación - Cultivos: Según el Atlas Nacional de Cuba la temperatura media es de 24,7° con extremos que oscilan entre los 23,3 y 26,0°. La suma de las precipitaciones anuales promedio es de 1500 mm. con extremos entre los 1400 y 1600 mm.

Existen dos períodos de precipitaciones: Período Lluvioso y Período Seco. En el Seco, (Mayo-Octubre), las precipitaciones oscilan entre los 600 y 800 mm. En el período Lluvioso, (Noviembre-Abril), oscilan entre 1000 y 1200 mm, la evaporación media anual (Evaporímetro clase A) oscilan entre valores de 1400 y 1600 con escurrimiento superficial de 10 a 15 l/s - Km^2.

Según el Atlas Nacional de Cuba el Clima de esta área es clasificado como Tropicales temporalmente húmedo. El Atlas lo clasifica como Vegetación de Cultivos (plantaciones, siem-

Fig. 2
Rocas de la Fm El Cobre, camino San Pedro a Cananova.

bras, huertos, pastos, etc.) con sectores de vegetación espontánea, arborea y arbustiva.

La Economía local depende fundamentalmente de la agricultura, siendo el cultivo principal la caña de azúcar predominantemente estatal y en menor grado algunos pequeños agricultores, le sigue en orden de importancia la cría de ganado vacuno principalmente con fines lecheros, ya que una gran parte del área la ocupan potreros dedicados a estos fines, así como algunas áreas dedicadas a viandas y frutos menores para consumo del distrito y en áreas adyacentes a la ESBC Guajimero.

Hidrografía: La arteria fluvial principal del área es el Río Cananova, el cual corre de Sur a Norte que ha labrado su cauce a través de las secuencias sedimentarias en el área, corriendo entre colinas y en partes forma amplias llanuras de deposición.

Existe además en la zona toda una serie de arroyos y cañadas, siendo los arroyos principales: El arroyo Yaguaneque, Barbarú, Tibisial, así como algunos pequeños Ríos con el Río de Melena, Cañamazo y el Guajimero, este último afluente del Río Cananova.

INVESTIGACIONES GEOLOGICAS PRELIMINARES

El área que ocupa este trabajo ha sido estudiada anteriormente con trabajos de investigación geológica o de otro tipo relacionado con estos pero de forma general, es de notar que en 1978 los Cros. Florencia Arcial y Román Martín hicieron trabajos de levantamiento geológico en áreas aledañas a la nuestra, por lo cual en lo adelante hagamos mención de algunas características y criterios que fueron determinados por ellos.

Los datos más antiguos que se tienen de investigaciones geológicas en el área, se remontan a 1893, V. Pellitero, publicó apuntes geológicos sobre un itinerario de Sagua de Tánamo a Santa Catalina.

En 1901 tres geológos norteamericanos Hayes, Vaughan y Spencer, elaboraron la primera división tectónica de Oriente y ésta constituyó el primer trabajo geológico regional moderno efectuado en la Isla.

El geólogo Holandés F.G. Keyzer (1945), después de aproximadamente 4 décadas de ausencia de trabajos geológicos por esta zona, publicó su "Outline of the Geology of the Easten Part of the province of Oriente Cuba" donde divide a la provincia de Oriente en siete zonas características de acuerdo a su corte estratigráfico en cuya división incluyó a la zona de Sagua de Tánamo en la subregión Sagua de Tánamo perteneciente a la cuarta región de las siete y a la cual denomina como The Región bordering the serpentineite belt in the South y describe como subregión Sagua de Tánamo los depósitos aluviales del Río Sagua de Tánamo compuestos por cantos de Rocas dioríticas, algunos afloramientos de conglomerados con cemento carbonatado y algunos afloramientos de caliza de bajo ángulo o de yacencia horizontal con edad Eoceno, haciendo

notar la presencia de estas calizas; al este de la Sierra Cristal y al Sur de la Sierra Mícara, por debajo de las calizas se observa areniscas cloríticas, las cuáles pudieran ser areniscas tobáceas, además hace referencia a unas manifestaciones cupríferas al sur del área estudiada.

Después del Triunfo de la Revolución, se efectúan nuevos trabajos en la Provincia de Oriente por un grupo de geólogos soviéticos bajo la dirección de Adamovich y Chejovich, los cuáles entre los años (1961-1962) realizan el levantamiento geológico a escala 1:50,000 en los límites de los macizos de la Sierra de Nipe y Sierra Cristal, siendo ellos los que reconocen por primera vez la yacencia horizontal estratiforme de los cuerpos de ultramafitas, y a su vez dividen las secuencias estratigráficas locales en tres pisos estructurales. Hacen una descripción pormenorizada de las unidades de Rocas existentes sobre la base de criterios cronoestratigráficos, pero no diferencian las unidades alóctonas de las autóctonas al no detectar la presencia de manos tectónicos.

Según Adamovich y otros (1963) en la parte septentrional de la Sierra Cristal, existen ventanas erosionales en las cuáles afloran complejos vulcanógenos de Edad Cretácico. Además exponen que las rocas vulcanógenas de la Región de Nicaro y Sierra del Purial tienen la misma edad y hacen referencia al predominio de harzburgitas en las ultramafitas de la antigua provincia oriental.

Plantean la posible división interiormente del macizo serpentinítico en bloques.

Posterior a 1974 y hasta la actualidad se han realizado por parte de alumnos y profesores de la antigua escuela de Geología de la Universidad de Oriente y del actual Instituto

Superior Minero Metalúrgico y algunos trabajos de levantamiento geológico, estratigrafía etc. de la Sierra Cristal, algunos de los cuáles señalaremos a continuación:

Jorge L. Cobiella (1974) Estratigrafía de Sabanilla, Mayarí Arriba, Oriente, Cuba.

Díaz A. y N. Muñóz (1974) Geología de Mayaría Arriba, Oriente, Cuba.

Iturralde Vinent (1975) Geología del Cuadrante Calabazas, Sur.

García Luís (1977) Geología del área de Bayate Norte, Provincia Guantánamo.

Ramón Pérez y Nancy Acuña (1977) realizarón algunas investigaciones de la geología y características petrográficas de Farallones.

También los geólogos Knipper y Cabrera en 1974 plantean por primera vez los macizos de serpentinitas como mantos tectónicos y dan dimensiones de los bloques que se encuentran dentro de las serpentinitas, los cuáles van desde 1 - 2 mts hasta kilómetros de longitutud, observando también dentro de los grandes bloques otros de menores dimensiones, así como budinas, observando que estos bloques y budinas están separados entre sí por serpentinitas fuertemente esquistosas, lo cual hace que confirmen el planteamiento de Adamovich y Chejovich de la yacencia horizontal de las serpentinitas al sureste de Nicaro y en la Región de Moa. Además plantean que las rocas serpentinitas del centro y mitad de Oriente corresponden a un escurrimiento sobre rocas autóctonas del Cretácico.

Las Rocas que sobreyacen las serpentinitas al SW de Sagua de

Tánamo son las mismas descriptas por Adamovich y Chejovich (conglomerados y brechas), pero en esta zona, hay lentes de tufitas, areniscas tobaceas, tobas y bloques de serpentinitas lo cual les hace suponer que durante el Maestrichtiano, la erosión no fué lo suficientemente fuerte para descubrir las rocas que infrayacen las serpentinitas.

En 1973 Jorge L. Cobiella efectuó investigaciones en el área de Sabanilla, resumiendo éstas en 2 trabajos:

En el primer trabajo hace un análisis de la Téctónica, génesis y edad de la Fm Sabanilla y las serpentinitas llegando a interesantes conclusiones. Sobre el emplazamiento tectónico de las serpentinitas, ya que según el autor, éstas representan mantos tectónicos o grandes olistolitos cabalgados sobre rocas conglomeráticas del Paleoceno (Fm La Picota). También plantea que entre los Ríos Grande y Sagua de Tánamo yacen gran cantidad de olistolitos de serpentinitas en una secuencia terrígena similar en litología y posiblemente en edad a la observada en Sabanilla.

En el segundo trabajo da una descripción de las formaciones que aparecen en la zona, se define por vez primera la Fm Sabanilla (Paleoceno), la cual divide en los miembros Mícara y La Picota, el segundo de carácter conglomerático y señala la relación genética entre los conglomerados de La Picota y las serpentinitas. También divide la Fm el Cobre en 4 miembros (La Vuelta, Puerto Escondido, Basaltos Sabaná y el Púlpito).

En áreas cercanas a las que trabajó Cobiella en 1974 Díaz y Muñóz realizaron un levantamiento geológico (porción surcentral de la Sierra Cristal en la provincia de Oriente).

Plantean una gran discordancia estratigráfica entre la Fm

Tobas ? y la secuencia terrígena de la Fm Sabanila, además plantean que los conglomerados del miembro La Picota no sólo yacen sobre la secuencia terrígena del miembro Mícara, sino que se depositaron simultáneamente con su parte alta con la cual se interdigitan.

A fines de 1974 Iturralde Vinent, realiza un levantamiento en un área ubicada al sur de la Sierra Cristal, incluyendo los poblados de Calabazas, Santo Domingo y Sabaneta.

En este trabajo propone elevar al rango de formaciones a algunos miembros y propone nuevas formaciones el miembro Mícara de la Fm Sabanilla propuesto por Cobiella (1973). Cambia el nombre de Formación Tobas de Díaz y Muñóz por el de Formación Santo Domingo; además propone Fm Gran Tierra, Fm Sabaneta, Fm Majiniana y Fm Maquey.

Según Iturralde 1975 desde el punto de vista tectónico dividió la secuencia en tres pisos estructurales.

El piso estructural del Cretácico Inferior y Superior incluye rocas hasta la discordancia subhersiana del Senoniano. El piso estructural del Maestrichtiano al Eoceno Medio donde en la porción inferior se encuentra estructuras de cabalgamiento por deslizamiento monoclinal.

El piso superior que va del Eoceno Superior al Mioceno Inferior compuesto por rocas de estructura sencilla, reconoce en el área tres grupos de fallas, el primero con Eoceno Medio o más antiguo con rumbo 360°; el segundo grupo de edad Eoceno con rumbo de (310° - 330°)y (250° - 260°); el tercer grupo de edad Neógeno Cuaternario con (50° y 130°).

En el año 1975 G. Orozco realizó el estudio mineralógico y petrográfico de Rocas del Paleógeno del sur de la Sierra del Purial y se planteó por primera vez zeolitización en Rocas

Vulcanógeno Sedimentarias de la Fm El Cobre, también reporta la edad más antigua hasta el momento para las rocas de la parte baja de la Fm Charco Redondo en la zona de Calabazas.

En 1975 Cobiella resume los trabajos de Díaz y Muñóz (1974), M. Iturralde (1975) y G. Orozco (1975) en un informe al que denomina Sierra Cristal y describe un corte de la Cristal de acuerdo a su interpretación y da una descripción detallada de las unidades litoestratigráficas presentes en dicho corte tanto autóctonas como alóctonas.

En 1976 O. Vera y L. García realizan trabajos en el área de Bayate, Mayarí Arriba y definen el carácter del contacto tectónico de la Fm Mijimiana y la secuencia terrígena infrayacente.

En 1977 L. García y E. Domínguez realizaron trabajos en Bayate,borde occidental de la Sierra de Yateras, y redefinen el Grupo Achotal descripto por Iturralde (1975). Determinaron dos pisos estructurales:

a) Piso Estructural Cretácico Pre-Senoniano con Rocas de la Fm Santo Domingo.

b) Piso Estructural Eoceno Superior a Mioceno Inferior con Rocas de Fm Majimiana y Fm Maquey, las cuáles consideran parte del Sinclinal Bayate con eje NE - SW . E. Domínguez y L. García plantean la presencia de un hiatus considerable en la parte alta del Cretácico Superior al Paleógeno.

J.L.Cobiella (1978) en su trabajo de Candidatura para alcanzar el grado científico de Candidato a Doctor en Ciencias Técnicas, cuyo Título es: "Estratifrafía y Paleogeografía del Paleógeno en Cuba Oriental"

Divide la antigua Provincia de Oriente en 5 grandes estruc-

turas con diferentes estilos tectónicos, estratigrafía,edad de formación y composición de la corteza. Estas son de Norte a Sur con corteza continental o subcontinental.

a) Cuenca de Nipe - Baracoa
b) Anticlinal Oriental
c) Sinclinorium Oriental
d) Anticlinorium Sierra Maestra
e) Fosa de Bartlett (con corteza Oceánica)

La zona de Sagua de Tánamo está enclavada en la articulación de la Cuenca Nipe-Baracoa y el Anticlinal Oriental, siendo este último la estructura más antigua ya que se encontraba definida en el Paleoceno tardío y se le atribuye edad más jóven a la Cuenca Nipe-Baracoa por estar definida en el Eoceno Medio y de la que se conoce muy poco debido a que ha sido poco estudiada.

En 1978 Florencio Arcial y Román Martín, realizaron levantamiento geológico en áreas aledañas, situadas al suroeste de Sagua de Tánamo, Provincia de Holguín y llegaron a la conclusión de que el área mapeada pertenecía a la zona de articulación entre el Anticlinal Oriental y la Cuenca Nipe-Baracoa según el esquema Tectónico de Cobiella y otros de 1977, predominando tres tipos de relieves.

Para rocas de la Fm El Cobre es del tipo de Colinas, para rocas del miembro,El Estado es del tipo de montañas bajas y para las serpentinitas es de montañas.

Según Florencio Arcial, la secuencia estratigráfica mapeada comprende unos 900 metros de Rocas del Cretácico (Maestrichtiano) Paleógeno y Cuaternario.

Fue mapeada en el área la Fm Mícara compuesta de areniscas de grano fino color verde grisaceo, la cual es sobreyacida

por las serpentinitas, se propuso dentro de ésta al miembro El Estado compuesto por brechas con fragmentos de serpentinitas, dioritas y diabasas, presenta diferentes tonalidades. Se le asigna edad Cretácico Superior Maestrichtiano al Paleoceno inicial con potencia promedio de 400 metros.

También fué mapeada en el área por F. Arcial la Fm El Cobre, la cual se compone de Tobas de grano fino y Tobas Lapillíticas, areniscas tobaceas, tufitas y margas con intercalaciones de areniscas; las Tobas están parcialmente zeolitizadas o montmorillonitizadas en la generalidad de los casos, se determinó para estas Rocas Edad de Eoceno Medio a Eoceno Inferior, su potencia se calcula en unos 200 metros.

También fué mapeada la Fm Mucaral, la cual se compone de margas masivas y estratificadas con intercalaciones de areniscas y conglomerados hacia su base.

En el área mapeada por R. Martín sobreyaciendo las Rocas de la Fm Mucaral, yacen las calizas de la Fm Majimiana con potencia considerable.

Desde el punto de vista tectónico, la secuencia se dividió en tres pisos estructurales: El 1ro. Cretácico Pre-Senoniano, el sdo. Piso Estructural Cretácico (Maestrichtiano) al Paleoceno Inferior y el 3ro. del Paleoceno Inferior al Mioceno Inferior.

También fué reconocido en el área estudiada el flanco SE del sinclinal Río Castro, el cual pudiera ser la continuación del Sinclinal Bayate determinado por Iturralde (1975).

Posteriormente a estos trabajos en diciembre de 1978, Humberto Barrabí, al hacer un estudio Petro-Geofísico de las rocas de la antigua Provincia de Oriente, se refiere al levantamiento geológico a Escala 1:250,000 realizada por la

Brigada Cubano-Húngara (1972 - 1976) del Instituto de Geología de la Academia de Ciencias.

En cuyo trabajo se propuso un esquema estrúcturo-facial de la Región Oriental de Cuba, el cual consta de cinco zonas estrúcturo faciales las cuáles son de sur a norte.

Zona Caimán, Zona Cuevas, Zona Tunas, Zona Sierra Nipe-Cristal-Baracoa y Zona Remedios.

Se hace una descripción de las características litológicas, estratigráficas y otras de estas cinco zonas. Además consideran tres pisos estructurales según los períodos de desarrollo geológico, por lo que consideran 3 pisos:

- Período de Plataforma
- Período de Arco de Islas-Volcánicas
- Período de Fondo Oceánico

GEOLOGIA REGIONAL

CAPITULO III

La Geología Regional la cuál en este caso comprende la Sierra Cristal y algunas áreas cercanas se han enriquecidos en los últimos tiempos con el aporte de algunos geólogos y alumnos de la antigua Escuela de Geología de la Universidad de Oriente y del actual Instituto Superior Minero Metalúrgico. En este capítulo trataremos de dar una idea general de las características geológicas regionales, ya que en nuestra opinión es necesario hacer un estudio más detallado para llegar a criterios definidos y unánimes sobre este problema.

Para la antigua Provincia de Oriente, se han elaborado diferentes esquemas tectónicos como son:

a) Esquema Tectónico de Judoley (1964)
b) Esquema Tectónico de Pucharovosky y otros
c) Esquema Tectónico de Cobiella, Hernández y otros

Según C.M. Judoley (1964) la Sierra Cristal pertenece a la Unidad Tectónica Zaza, mientras Pucharovosky, Knipper y Crabrera (1967) la Sierra Cristal está enclavada en el anticlinorio Nipe - Cristal , el cual pertenece al Bloque Oriental separado del resto de la Isla por la falla Nipe-Guacanayabo.

Según Cobiella, Hernández y otros, la Sierra Cristal ocupa el suroeste del Anticlinal Oriental, en el nuevo esquema propuesto por ellos.

Nosotros redactaremos este capítulo basándonos en este último esquema.

Esta zonación divide la antigua Provincia de Oriente en cinco grandes estructuras ligeramente curvadas en dirección NE:
- Fosa de Bartlett
- Anticlinorium Sierra Maestra

- Sinclinorium Oriental
- Anticlinal Oriental
- Cuenca Nipe-Baracoa

Fosa de Bartlett: Es una de las estructuras propuestas, la cual tiene gran importancia en el área del Caribe. Se extiende como una depresión alargada y estrecha que llega a 7 Kms de profundidad, presenta paredes abruptas y estrechas desde el Golfo de Honduras hasta el Paso de Los Vientos. Esta Fosa presenta características de estructura oceánica y se halla enclavada dentro de zonas de corteza continental o subcontinental.

Tomando como base el corte estratigráfico de Cuba Oriental, se ha podido determinar que la Fosa tiene edad jóven, y sus inicios no llegan al Cretácico.

Anticlinorium Sierra Maestra: Este coincide más o menos con lo propuesto por Pucharosky y otros (1967) y posee dimensiones aproximadas a las del macizo montañoso del cual toma el nombre.

En la zona de la Gran Piedra las capas buzan monoclinalmente al norte de Santiago de Cuba. En el extremo oriental la yacencia se complica con la presencia de pliegues lineales estrechos, los cuáles en ocasiones se tumban al norte, existen también pequeños cabalgamientos.

Las formaciones El Cobre, Charco Redondo y parte de la Fm San Luís se aprecian en diferentes cortes de esta estructura. En la parte correspondiente a los alrededores del Cobre y mas al oeste, hay predominio de Rocas volcánicas, tobas, tofitas, conglomerados tobáceos, brechas tobáceas etc., cuyas rocas son cortadas en la zona de Nima Nima y otros puntos de la Sierra Maestra por Rocas Granitoides tales como:

dioritas, granodioritas, dioritas cuarcíferas etc.

Sinclinorium Oriental:Esta estructura se encuentra situada al norte del Anticlinorium Sierra Maestra y está limitada al norte por el Anticlinal Oriental, al oeste por el Golfo de Guacanayabo y al este por Playitas de Cajobabo, incluyendo rocas del SW de la Sierra del Purial.

Este sinclinorium es de estructura sencilla, haciendo notar su gran espesor de sedimentos, actualmente se manifiesta esta sedimentación en su porción occidental sobre todo en la llanura del Cauto y el Golfo de Guacanayabo, lo cual ha hecho suponer subsidencia del área de esta estructura a partir del Paleógeno.

Según Cobiella y otros, al hacer un corte estratigráfico del Valle de Caujerí en la base aparecen las formaciones Sierra del Purial y Santo Domingo y discordantes sobre ellas las secuencias del Paleógeno. De abajo hacia arriba San Ignacio (Eoceno Medio) sobre ésta con contacto discordante estratigráfico en algunas localidades y concordantes en otras la formación El Cobre. Concordante sobre la Fm El Cobre aparece la Fm Charco Redondo y también concordantes sobre esta última las areniscas, conglomerados y lutitas calcareas de la Fm San Luís (Eoceno Medio) y discordante sobre la San Luís descansa la Fm Sabanalamar y a su vez con contacto también discordante sobre ella la Fm Cabeza de Vaca. Hacemos notar que en otros lugares este corte varía.

Anticlinal Oriental:La Sierra Cristal está enclavada dentro de esta estructura por lo que haremos más énfasis en la descripción de su corte estratigráfico. Según el esquema propuesto por Pucharovosky, el Anticlinal Oriental ocupa un área que comprende el macizo Horstico de la Sierra del Purial y

el Anticlinorium Mayarí Baracoa.

Según el esquema tectónico de Cobiella(et al),El Anticlinal Oriental es una gran estructura en forma arqueada hacia el norte, la cual limita al norte con la Cuenca Nipe-Baracoa, por el este hasta la mitad occidental de la meseta de Maisí, por el oeste hasta la Sierra de Nipe y por el sur el ~~Anti-~~ sinecli- clinorium Oriental.

En general este anticlinal presenta dos niveles estructurales bien definidos, el núcleo constituido por rocas más antiguas intensamente deformadas, cuyas rocas corresponden en muchos casos a mantos tectónicos, mientras sus flancos corresponden a rocas cenozoicas (Paleógeno) poco deformadas y de espesor limitado, lo cual evidencia una marcada tendencia a elevarse.

Las rocas más antiguas de Cuba Oriental se encuentran en el núcleo de este anticlinal y sus representantes son las metamorfitas, rocas vulcanógenas, vulcanógeno sedimentarias y serpentinitas, siendo notable la presencia de metamorfitas al sur de la Sierra del Purial y forman especie de escamas tectónicas con variada composición y en ellas aparecen rocas de los tres complejos metamórficos cubanos descriptos por Somín y Millán en 1968. Estas rocas presentan diferencias en su yacencia, las metavulcanitas y rocas metasedimentarias son alóctonas y las anfibolitas son autóctonas, las vulcanógenas y vulcanógenas-sedimentarias las constituyen lavas, tobas y tufitas con composición andesítica y basáltica, posiblemente sean el equivalente no metamorfizado de las metavulcanitas de la Sierra del Purial.

Al describir el corte estratigráfico que representan las rocas de la Sierra Cristal, las cuáles tienen gran semejanza

con las que afloran en la Sierra de Nipe, debemos aclarar que éstas presentan gran complejidad estructural, aclarando que no siempre son más antiguas las rocas que yacen en la parte más baja del corte al igual sucede con las que ocupan las partes más altas,no siempre son las más jóvenes, por lo que al hacer determinadas descripciones a pesar de hacerlo siempre de abajo hacia arriba haremos mención al carácter autóctono o alóctono de cada formación en cuestión.

Las rocas autóctonas más antiguas de esta estructura es posible observarlas en el flanco sur de la Sierra Cristal, ya que el corte erosional es más profundo, están compuestas por sedimentos terrígenos, vulcanomiáticos de la Fm Mícara de edad Maestrichtiano-Paleoceno Inferior.

Las rocas alóctonas más antiguas se encuentran en la porción sur oriental de la Sierra Cristal (Calabazas) y corresponden a la Fm Santo Domingo.

Según Cobiella (1975) Informe Sierra Cristal al hacer un corte estratigráfico,aparecen de abajo hacia arriba.

Fm Mícara (Autóctona). La cual se definió como miembro de la Fm Sabanilla,(actualmente no constituye una unidad litoestratigráfica) esta Fm Sabanilla intentó sustituir a la Fm Habana ? de Lexxis y Stractzek, pero se comprobó el carácter autóctono del miembro Mícara (actualmente formación) y la aloctonía del miembro La Picota (actualmente formación) por lo que la Fm Sabanilla no se utiliza como unidad litoestratigráfica.

Fm Mícara se compone de conglomerados, brechas, areniscas y aleurolitas y algunas brechas calcareas. Predominan los conglomerados en la parte baja, mientras las areniscas y aleurolitas son las rocas más representativas de esta formación.

Se encuentra por debajo de todos los mantos tectónicos de la Sierra Cristal y sobre ella yacen tanto serpentinitas como rocas de la Fm La Picota y posiblemente rocas de la Fm Santo Domingo, aclarando que rocas de la Fm Mícara aparecen sobre los mantos de serpentinitas y La Picota lo cual se explica si la sedimentación ocurría al unísono que el emplazamiento de los mantos; se le asigna edad Maestrichtiano-Paleoceno Inferior.

Fm Santo Domingo (Alóctona), localidad tipo Santo Domingo, Municipal Naranjo Agrio, Autor Manuel Iturralde (1975).

En la localidad tipo la Fm está constituida por tobas y tufitas andesíticas, de grano grueso a muy fino bien estratificados a masivas con algunos sills de andesitas. Estas rocas durante largos años fueron reportadas en diferentes localidades de la isla con características muy parecidas a las que afloran en Santo Domingo de las cuáles citaremos algunos:

Tobas Cabaiguan, Volcánicos Fomento Hatten (1958), Adamovich y Chejovich (1964), Díaz y Muñóz (1974), Iturralde (1975). Por lo que según Iturralde esas rocas son conclacionables con las de la Fm Santo Domingo y son producto del período de actividad volcánica desarrollado durante el Cretácico Superior en casi toda Cuba. El contacto observado entre rocas de Fm Santo Domingo y Fm Mícara siempre ha sido tectónico; así como el fuerte diaclazamiento de las rocas de la última sobre todo las clásticas es otro argumento a favor de su carácter alóctono. Se le asigna edad de Cretácico Superior Pre-Turoniano)

Fm La Picota (Alóctona). Al igual que la Fm Mícara se propuso como miembro en un principio , aflora en una elevación al sur de la Sierra de Nipe.

Es un depósito generalmente brechoso, constituido fundamentalmente por clastos de diabasas y serpentinitas, así como de calizas arrecifales, rocas efusivas, dioritas etc. El carácter sumamente caótico de los clastos y la presencia de espejos de fricción, las rocas originales convertidas en brechas etc, permiten clasificar a La Picota como un melange. Se le asigna edad Campaniano- Maestrichtiano o quizás Maestrichtiano sólo.

Fm Gran Tierra (Autóctona). Autor Iturralde (1975), localidad tipo Gran Tierra, Municipal Naranjo Agrio, constituida por ritmos de turbiditas calcareas con clastos de rocas efusivas en la base (provenientes de la Fm Santo Domingo) hacia arriba disminuyen los clastos y predominan calizas finas.

Descansa concordante sobre la Fm Mícara y se le asigna edad de Paleoceno Inferior.

Fm El Cobre (Autóctona). Autor Taber (1934), localidad tipo. Se supone sea el poblado de igual nombre, ya que Taber no la definió.

Ocupa extensas áreas en las estribaciones sureñas de la Sierra de Nipe y Cristal, también aparece en la Sierra Maestra y otras localidades.

En la Sierra Cristal se compone de Tobas, areniscas Tobáceas, Aglomerados, Turbiditas Calcareas, Aleurolitas, Basaltos y Calizas.

Para Mayarí Arriba fué propuesta la subdivisión en cuatro miembros que de abajo hacia arriba son:

Miembro La Vuelta: Turbiditas calcareas con intercalaciones de tobas ceneríticas que predominan hacia el techo del miembro.

Miembro Puerto Escondido: Tobas gruesas a finas, de color crema, masivas muy ligeras con estratificación cíclica gradacional.

Miembro de Basaltos Sabaná: Basaltos de color negro, generalmente vitreocristalinos a veces microcristalinos con estructura en almohadillas muy marcadas.

Miembro El Púlpito: Tobas cenerítica de color claro muy ligeras con intercalaciones de Tobas Gruesas, turbiditas calcareas, calizas, aglomerados y areniscas Tobáceas.

En el área de Sabaneta, Campo Largo y La Isabelita, la mayor parte del corte atribuida a la Fm El Cobre, fué incluido dentro de la Fm Sabaneta por Iturralde, la cual forma parte de lo que el denominó Grupo El Cobre, además las formaciones Gran Tierra y Charco Redondo, aludiendo presencia en mayor o menor cantidad de material volcánico, sin embargo la Fm Gran Tierra es una unidad terrígena carbonatada y la presencia de intercalaciones de Tobas y Tufitas no se ha comprobado, por lo que no se justifica incluirla en el grupo El Cobre.

También la secuencia denominada Charco Redondo por Iturralde presenta dos fases diferentes, en la base tufitas calcáreas, tobas, areniscas tobáceas por lo que tiene poco de común con los sedimentos de la Fm Charco Redondo. La parte alta constituida por calizas de diversas variedades, sí corresponden con esa formación. Por lo cual se debe asignar la parte baja de la Fm Charco Redondo a la parte alta de la Fm El Cobre.

El razgo más notable de la Fm El Cobre en el flanco sur de la Sierra Cristal es la zeolitación de las Tobas vitroclásticas, según estudios realizados por G. Orozco, demostraron

que la zeolitización del vidrio volcánico es total, mientras los cristales de plagioclasas y piroxenos dispersos en estas rocas permanecen frescos; estas tobas zeolitizadas son rocas de color claro muy poco densas y blandas.

La Fm El Cobre se ha datado en diferentes localidades y por diferentes autores según Cobiella en Informe Sierra Cristal (1975) al sur de la Sierra Cristal tiene edad Paleoceno Inferior - Eoceno Medio.

Fm Charco Redondo: (Eoceno Inferior - Eoceno Medio), se compone de calizas con dos facies, una masiva y otra estratificada, la primera con características de depósitos de bancos carbonatados y la segunda representativa de facies de mares más profundos.

Fm Majimiana: Se reportó en Achotal, el Puntón al Sur de Naranjo Agrio y Calabazas. L. García (1977) la describe en Bayate y R. Martín (1978). Al SE de Sagua de Tánamo, se compone de calizas organo - detriticas bien estratificadas en capas finas, además se presentan en forma masiva (edad Oligoceno).

Fm Maquey: Se ha reportado en elevaciones entre la Sierra Cristal y el Valle de Guantánamo, así como en otros lugares. Esta formación ha sido poco estudiada según L. García y E. Domínguez (1977) aflora en las elevaciones de pie de monte al SE de la Sierra Cristal se compone de aleurolitas calcareas y margas bien estratificadas con intercalaciones de calcarenitas y areniscas finas, las margas en algunas partes tramsicionan lateralmente a calizas.

Cuenca Nipe-Baracoa: Ocupa por el este desde los alrededores de Baracoa hasta zonas aledañas , la Bahía de Nipe, al oeste. Por el sur la limita el anticlinal Oriental y al norte se sumerge en aguas del Oceano Atlántico.

El bazamento lo componen rocas más o menos dislocadas del Paleoceno Inferior o más antiguas, con gran abundancia de serpentinitas. En zonas entre Nipe y Moa, las capas más antiguas parecen corresponder a sedimentos de la Fm El Cobre, lateralmente en algunas partes estas rocas transicionan a margas con capas de Tobas. Según F. Arcial en la vertiente norte del Río Castro en la parte alta yacen sedimentos terrígenos y terrígenos carbonatados del Eoceno Olígoceno Neogeno y Cuaternario.

En el área asignada a nuestro trabajo se aprecia que a medida que avanzamos hacia el norte sobre las secuencias carbonatadas y calcáreo arcillosas, aparecen tobas zeolitizadas de grano muy fino, lo cual es un índice de una disminución en los espesores de rocas vulcanógenas , hacia el norte predominando las secuencias calcáreas y arcilloso calcáreas, tales como aleurolitas, calizas arcillosas etc.

BREVE ESBOZO DE LA GEOLOGIA DE CANANOVA Y AREAS ADYACENTES

Capítulo IV

En este capítulo trataremos de dar una idea de la geología de esta zona en forma general, basándonos en datos de campo así como en trabajos realizados en áreas aledañas, lo cual nos permite extrapolar hasta nuestra área, datos y criterios emitidos por otros autores los cuales junto a los nuestros puedan dar una idea generalizada de la geología de la zona.

Estratigrafía.- El corte estudiado está representado por las formaciones Mícara,de edad (Cretácico Superior Maestrichtiano) - Paleoceno Inferior, El Cobre de edad (Eoceno Inferior-Eoceno Medio), Fm Mucaral (Eoceno Inferior- Eoceno Superior) y Los Depósitos del Cuaternario.

Todas estas formaciones han sido definidas anteriormente.

Haciendo una descripción por orden de edades se puede afirmar que la unidad litoestratigráfica más antigua reconocida en el área es la Formación Mícara, la cuál fué propuesta como miembro por J. Cobiella (1973-1974), más tarde en (1975) M. Iturralde propone elevar a rango de Formación dicho miembro.

Esta Formación toma su nombre de la localidad tipo en el valle de Mícara en el terraplen de Mayarí Arriba a Sabanilla (Cobiella 1973); esta localidad se encuentra al oeste de Mayarí Arriba Provincia de Santiago de Cuba.

La Fm Mícara se compone de areniscas y aleurolitas bien estratificadas con estratificación gradocional en la base con intercalaciones de conglomerados de espesor variable. Rocas análogas han sido reconocidas por Florencio Arcial (1978) y Román Martín (1978) en áreas a la nuestra.

En nuestra zona de trabajo las rocas de esta unidad ocupan un área de (6,2 Km^2) y están constituidas fundamentalmente

Fig. 3
Capas de la Fm Mícara (este de Los Indios) carretera Sagua - Moa

por capas de areniscas de color pardo carmelitoso de granos finos a gruesos con intercalación de capas de aleurolitas color pardo algo fracturadas (Afloramiento 120) Coord. X: 684,4 Y: 216,9, en este afloramiento se observa cierta ritmicidad y en algunas capas del corte es apreciable la estratificación gradacional y se hace notable que hacia lo alto del corte disminuye el espesor de las capas de areniscas.

Son notables cerca de este afloramiento en la carretera Sagua - Moa, algunos depósitos de deslizamiento submarino debido al carácter completamente caótico de presentarse sus componentes, así como por la diversidad de fragmentos y bloques que oscilan entre centímetros y metros algunos incluidos dentro de areniscas y rocas algo carbonatadas. A estas rocas se les calcula un espesor de 600m. y la edad de esta formación en el área es Cr_2 (Maest.) - Pg_1.

De acuerdo a la fauna fósil presente así como por la presencia de deslizamiento subacuáticas es de suponer que las rocas de esta formación se depositaron en una cuenca de profundidad media la cual durante determinadas etapas estuvo sometidaa cierta inestabilidad, la cual produjo tales deslizamientos, sin embargo las rocas de la parte media de la formación en nuestra área presentan una estratificación no afectada por los fenómenos antes señalados. También como fenómeno a considerar es que en áreas aledañas a la nuestra, F. Arcial (1978) describe la Fm Mícara con dos facies, una arenosa y otra brechosa, pero en nuestra área no aflora la facie brechosa. La unidad litoestratigráfica que sobreyace las rocas de la Fm Mícara es la Fm El Cobre.

Formación El Cobre:- Las rocas de esta Formación fueron descritas por primera vez por S. Taber (1934) para designar la secuencia de rocas vulcanógeno sedimentarias que afloran en la Sierra Maestra.

La localidad tipo de esta Formación está en el poblado de El Cobre, 16 kms al oeste de Santiago de Cuba y está considerablemente extendida en toda la antigua Provincia de Oriente. El nombre de la Formación se deriva de la localidad tipo en el poblado del Cobre.

En nuestra área las rocas representativas de esta Formación son Tobas de grano fino, areniscas de grano fino a medio, tufitas, areniscas tobáceas, así como intercalación de capas de calizas dentro de las secuencias vulcanógenas, y en menor cantidad capas de margas generalmente muy alteradas, hacia la parte sur, dentro de las capas tobáceas aparecen capas de pedernal de pequeña potencia, también rellenando grietas en diferentes direcciones.

Una característica muy notable dentro del área es que en muchos casos las rocas tabáceas sobre todo las Tobas de grano fino y en menor medida las de granulometría más gruesa aparecen alteradas a minerales arcillosas montmorillonitizados y en muchos casos esta alteración presenta alto grado. Hacemos notar, a gran número de estas rocas se les hizo ensayo y sólo una muestra dió zeolitización por lo que de ahora en adelante al referirnos a este fenómeno de alteración de las tobas nos referiremos a montmorillonitización por ser éste el mineral fundamental componente de las bentonitas.

Las rocas de esta unidad en nuestra área ocupan una superficie aproximada de 39 Km^2 y tienen un espesor de 450 metros. Estas mismas rocas de El Cobre fueron descriptas por F. Arcial (1978) con características muy semejantes a las rocas que aparecen en nuestra área, aunque hacemos notar que en muestra zona la frecuencia de capas de margas dentro de las rocas tobáceas es menor.

Estas rocas de la Fm El Cobre según distintos autores han si

Fig. 42
Tobas alteradas(Bentonitas). Fm El Cobre, observe espesor de las capas.
Pto. 265 (100 m. al este) Coord. X:676,5 Y:216,9

do datadas con edades diferentes, así como para localidades también diferentes.

Ejs : S. Taber (1934) edad Cretácico Tardío
Furrazola y otros (1964) Eoceno Medio (Sur de Camagüey)
Boiteau y Campos (1973) Eoceno Inferior (Sur Sierra del Purial)
Cobiella (1973, 1974) Paleoceno?- Eoceno Medio
Díaz y Muñóz (1974) Eoceno Inferior - Eoceno Medio
F. Arcial (1978) Eoceno Inferior - Eoceno Medio
Para nuestra área se ha determinado edad de Paleoceno Inicial-Paleoceno Superior?

Según F. Arcial, debido a la rica fauna presente en las capas de margas intercaladas en rocas de la Fm El Cobre donde predominan foraminíferos plantónicos y radiolarios y basándose en la fina granulometría, suponen la posible deposición en una cuenca profunda de mar abierto. En nuestra área con menor cantidad de fauna fósil pero en rocas de iguales características y por estar las áreas colindantes es posible suponer tales condiciones de deposición.

Formación Mucaral.- Con este nombre se denominan rocas carbonatadas-terrígenos que afloran en la parte noreste y en menor cantidad al sur este del área.

J. Cobiella (1977), propone esta nueva Formación como resultado de trabajos en los alrededores de Sagua de Tánamo. También estas rocas fueron descriptas por la Brigada Cubano Húngara a las cuáles denominaron Fm Sagua. En trabajos posteriores F. Arcial (1978) describe estas rocas en la zona El Estado al sureste de Sagua de Tánamo.

Según la secuencia mapeada por F. Arcial estas rocas litolo

gicamente son margas masivas color blanco amarillento, también hay capas de calizas microcristalinas y calizas arenosas intercaladas y en determinadas partes capas de margas masivas y en la parte baja del corte conglomerados de variada composición.

En nuestra área esta Formación Mucaral se presenta con características algo diferentes por lo que de forma breve trataremos de dar una descripción del corte con algunas de sus características.

La localidad tipo es la loma de Mucaral descripta por J. Cobiella (1977) al oeste de Sagua de Tánamo.

En nuestra área las rocas de esta Formación descansan discordantemente sobre rocas de la Fm El Cobre y al sureste lo hacen también discordantemente sobre la Fm Mícara.

El espesor calculado para estas rocas es de aproximadamente 300 metros y ocupan un área de 12 Kms^2.

En la parte baja del corte aflora una secuencia de rocas calcareo arenosas de granos finos a medios, que en algunos casos presenta microestratificación y también estratificación gradacional, intercaladas en esta secuencia se observan capas de margas color crema, deleznables. Estas margas en la parte más alta del corte aumentan su espesor y dentro de ellas aparecen capas de calizas compactas algo fracturadas punto 154 coordenadas X: 681,6 Y: 221,3.

En el afloramiento 152 X: 681,3 Y: 220,7 sobreyaciendo la secuencia calcarea aparecen tobas montmorillonitizadas con potencia aproximada de 30-40 cms. y entre las rocas calcareas hay capas de tufitas y tobas de pequeño espesor, así como capas de aleurolitas de grano muy fino con estratificación laminar.

Fig. 5
Capas levemente plegadas de calizas arenosas y aleurolitas. Fm Nucaral.
Pto. 192 X:682,3 Y:219,4

Según F. Arcial la Fm Mucaral desde el punto de vista cronológico puede ser correlacionada con las Formaciones El Cobre, Charco Redondo, San Luís en la Sierra Maestra y sur de la Sierra Cristal y Sierra de Nipe ya que sólo abarca el rango de edad comprendido para esas tres formaciones. De acuerdo a la gran variedad de litologías presente en la parte baja del corte en nuestra área donde aparecen areniscas, aleurolitas, tufitas y calizas arenosas nos hace pensar que durante la deposición de estas rocas existieron diferentes fuentes que aportaban material a la cuenca de deposición. Sin embargo en lo alto del corte, la secuencia es mucho más homogenea con predominio de margas con intercalaciones de capas de calizas.

En la parte sureste son notables rocas margosas y calizas brechosas con gran variedad en la litología de los clastos los cuáles van desde 0,5 cms hasta 4 y 5 cms. Esos clastos son predominantemente de rocas tobáceas , diabasas y clastos de la Fm Santo Domingo, los cuáles presentan poco grado de redondes, indicio de una fuente de suministro cercana.

La presencia de capas de tufitas y tobas es indicio de que cuando se depositaron estas rocas había vulcanismo en áreas aledañas.

Sedimentos Cuaternarios.- Los sedimentos cuaternarios están representados fundamentalmente por aluviones depositados por el Río Cananova, los cuáles alcanzan un área notable en las partes más llanas y se componen de una variada litología de clastos de rocas tobáceas, serpentinitas, gabros, calizas etc. en algunos casos esos aluviones alcanzan 2,00 metros de potencia.

También sobre las distintas formaciones , hay suelos siendo notables en la parte noroeste central del área grandes zo

nas cubiertas por suelos arcillosos de color gris oscuro sembrados de plantaciones cañeras, los cuáles dificultan en gran medida el mapeo. Siendo notables los suelos que cubren las rocas de la Fm El Cobre ya que los que están sobre las Formaciones Mícara y Mucaral tienen menor espesor.

Tectónica.- Con los datos de campo los elementos de yacencia tomados en el levantamiento del área, así como con la ayuda de las fotos aereas, se ha tratado de dar una idea de las características tectónicas del área.

Consideramos que el área no presenta una tectónica compleja predominando en ella y sobre todo al noreste pliegues pequeños de carácter sinsedimentario, mientras que en rocas de la Fm El Cobre que ocupan gran parte del área mapeada aparecen pequeñas fallas de carácter local.

También con ayuda de la información aportada por otros autores tales como Adamovich y Chejovich 1964; Cobiella 1972, 1974, 1975; Díaz y Muñóz 1974; Knipper y Cabrera 1974, M. Iturralde 1975 etc. nos puedan aportar ideas de gran interés.

Situación estructural del área estudiada

El área abarcada por los trabajos de levantamiento geológico está ubicada dentro de las facies engeosinclinal (arco de islas volcánicas) del Ortogeosinclinal Antillano (Arco de Antillas Mayores), según el esquema de Puscharovaky el área está ubicada en la porción norte del bloque oriental en la estructura denominada Anticlinorio Nipe Cristal Baracoa. Thays y Guild (1947) plantean que esta estructura se compone de varias estructuras dómicas separadas por pliegues sinclinales. Según Adamovich y Chejovich la consideran un anticlinorio limitado por fallas profundas. Otros opinan como Kumpera

(1968) que la estructura de la Sierra de Nipe es del tipo Germánico o sea bloques de variadas dimensiones que en general forman un bloque de mayores dimensiones o sea el bloque de Oriente Norte limitado del bloque de Oriente Sur por una falla, cuya falla no ha sido detectada en trabajos posteriores en esa zona.

Según el esquema tectónico propuesto por Cobiella, nuestra zona de trabajo se ubica en la articulación de la cuenca Nipe-Baracoa y el Anticlinal Oriental.

De la cuenca Nipe-Baracoa se poseen pocos datos, pués ha sido poco estudiada y en general se hunde hacia el norte bajo las aguas del atlántico.

Según Cobiella (1977) el Anticlinal Oriental está compuesto de abajo hacia arriba por rocas vulcanógeno-sedimentarias de la Fm Santo Domingo sobre las cuáles descansan discordantemente las rocas de las formaciones Mícara y La Picota (alóctona) y el manto ultrabasítico.

Los períodos de mayor actividad tectónica reconocidos para el área del Anticlinal Oriental y en general para casi toda Cuba según Furrazola y otros son de edades Cretácico Superior (Senoniano), Maestrichtiano-Paleoceno Inferior y (MIO - CENO) correspondiéndose respectivamente con los movimientos subhersinianos; la mayoría de los autores consideran para la parte oriental cuatro pisos estructurales.

1.- Piso estructural Cretácico - Pre Senoniano
2.- Piso estructural Cretácico (Maestrichtiano) - Paleoceno Inferior.
3.- Piso estructural Paleoceno Inferior - Mioceno Inferior
4.- Piso estructural Mioceno Medio - Cuaternario.

Los rasgos estructurales más importantes del área estudiada son:

a) En la parte suroeste las rocas acusan un buzamiento cuyo azimut es 315° - 320° lo cual pudiera ser la continuidad del sinclinal Río Castro propuesto por F. Arcial (1978).

b) En las rocas de la Fm Mícara son notables en su parte baja los depósitos de deslizamiento submarino.

c) Las rocas de la Fm Mucaral constituyen un pequeño sinclinal de yacencia suave.

d) La estructura general del área es un sinclinal con su flanco sur con ángulos de yacencia algo más abruptas que las del flanco norte y cuyo eje tiene dirección SW-NE.

e) Las serpentinitas mapeadas al oeste del área son cuerpos en forma de klippes con yacencia casi horizontal y los cuales poseen contacto tectónico sobre capas de areniscas de la Fm Mícara.

f) En el área afloran pequeños cuerpos intrusivos asociados posiblemente a las rocas ultrabásicas, el mayor de ellos aflora en el lecho del Río Cananova.

g) En las rocas de la Fm El Cobre son notables pequeñas fallas de carácter local.

Consideramos que en el área afloran tres pisos estructurales:

1.- Piso Estructural Cretácico (Maestrichtiano) - Paleoceno Inferior.

2.- Piso Estructural Paleoceno Inferior - Eoceno Inferior.

3.- Piso Estructural Eoceno Inferior - Eoceno Superior

1.-<u>Piso Estructural Cretácico (Maestrichtiano) - Paleoceno Inferior</u>.

Fig. 6
Rocas de El Cobre falladas levemente, localidad "El Picao".
Pto. 265 Coord. X: 676,4 Y:216,8

El límite inferior de este piso está marcado por el final de la discordancia subhersiana (Adamovich y Chejovich 1964) plantearon el carácter de 1er. orden de esta discordancia en Cuba.

En el área mapeada, este piso está representado por rocas de la Fm Mícara, las cuales en la parte baja presentan depósitos de deslizamientos submarinos con una gran alteración de las secuencias rocosas con deformaciones y una gran variación en el rumbo de las capas mezcladas con sedimentos arenosos y bloques de diferentes diámetros y composición.

A parte de este fenómeno, las rocas de la Fm Mícara no presentan grandes complejidades tectónicas, ya que no se ven falladas y el agretamiento no es de gran importancia, así como la tectónica plicativa no es notable en esta Formación.

2. El piso estructural Paleoceno Inferior - Eoceno Inferior está constituido por rocas de la Fm El Cobre en las cuales no se aprecian grandes dislocaciones tectónicas ni efectos tectónicos plicativos de gran envergaduras. Estas rocas descansan discordantemente sobre rocas de la Fm Mícara formando una discordancia angular pequeña; y como ya dijimos anteriormente la estructura principal del área en forma de sinclinal la constituyen rocas de El Cobre y también aparecen pequeñas fallas locales.

3. Piso Estructural Eoceno Inferior - Eoceno Superior
Las rocas de este piso corresponden a la Fm Mucaral, las cuales descansan discordantemente sobre rocas de la Fm El Cobre y como en el resto de las formaciones del área no presentan complejidades tectónicas, las yacencias por lo general son suaves y sólo en algunos casos hay buza-

mientos anómalos en estas rocas.

Magmatismo:- La presencia en el área de rocas de origen magmático tanto intrusivo como efusivo será descripta de forma general.

Las rocas que representan el magmatismo intrusivo en el área son de composición básica a media com predominio del carácter básico afloran en dos o tres lugares, pero el afloramiento de mayor interés está el lecho del río Cananova que se compone de rocas gabroides algo alteradas, bien cristalizadas y masivas.

Las rocas que representan el magmatismo efusivo están representadas por rocas de la Fm El Cobre y estas son Tobas, Tufitas, areniscas Tobáceas, Tobas montmorillonitizadas etc.

Magmatismo intrusivo:- Aparecen rocas intrusivas en el punto 102 coordenadas X: 683,2 Y 216,3 en la cima de una elevación aparece una roca intrusiva compacta com predominio de minerales máficos de grano medio algo agrietada y fracturada, en contacto con estas rocas aparecen areniscas color gris oscuro de granos gruesos, el contacto de estas rocas ígneas con las areniscas a pesar de no observarse muy bien parece ser tectónico.

El afloramiento mayor y de más importancia que aparece en el área, de rocas intrusivas está en el lecho del río Cananova en los puntos (114, 115, 116). En esos puntos en todo el lecho del río aparece una roca compacta de granos medios con predominio de minerales oscuros posible gabro, lo cuál no fué posible determinar su contacto con las rocas sedimentarias.

Serpentinitas:-Dentro del área afloran serpentinitas princi

Fig. 8
En la cima serpentinitas sobreyaciendo rocas de la Fm Mícara.
Pto. 277 X:676,2 Y:217,7

palmente en el este y en dos afloramientos al oeste las que afloran al este, pudieron ser mapeadas al sureste de Yaguane que y se observaron muy alteradas, agrietadas y en parte brechosas con un cierto desarrollo sobre algunas partes de suelo laterítico, por la cercanía de estas rocas con las serpentinitas que afloran en el Cerro Miraflores, consideramos que formen parte de este macizo. Aclaramos que el contacto exacto de estas serpentinitas con las rocas de la Fm Mucaral no pudo ser determinado, así como sus características debido a encontrarse en la mayoría de los casos cubierto y en otras predominaba vegetación de serpentinitas por lo que hemos supuesto este contacto.

Las serpentinitas mapeadas en dos afloramientos al oeste, en el que está más al norte no pudo ser determinado el contacto con las rocas que lo rodean, también son serpentinitas bastante compactas, algo agrietadas, con aspecto algo brechoso en algunas partes. El afloramiento mapeado más al sur en la cima de la máxima cota del área, tiene yacencia casi horizontal y se emplazó sobre rocas de la Fm Mícara con un contacto evidentemente tectónico, las serpentinitas ocupan la parte más alta del corte y su extensión es regular, las serpentinitas que afloran aquí se conservan bastante frescas con aspecto algo brechoso cerca del contacto, haciéndose más masivas hacia zonas alejadas del mismo.

Magmatismo Efusivo:- El magmatismo efusivo está representado fundamentalmente por rocas tobáceas de la Fm El Cobre, así como por algunas intercalaciones en rocas de la Fm Mucaral de capas de tobas y tufitas.

Las rocas de la Fm El Cobre son tobas, tufitas, areniscas tobáceas, con diferentes granulometrías, tobas montmorilloniti

zadas y en muchos casos alteradas parcialmente, caracterizándose este fenómeno por la desvitrificación del vidrio volcánico y de los elementos componentes de las cenizas volcánicas por minerales arcillosos (beutoníticos).

Estas rocas se componen de plagioclasas, pequeños cristales de piroxenos, vidrio volcánico alterado a clorita o algunos minerales arcillosos,presentan hasta 10% de cuarzo y en general son tobas cristalovitreoclásticas y vitreocristaloclásticas.

Como posible fuente de suministros pueden señalarse focos volcánicos situados a gran distancia ya que en el área no afloran lavas, aglomerados ni material grueso indicadores de un vulcanismo cercano.

Geomorfología:- Según el Atlas Nacional de Cuba dentro del área que abarca el presente trabajo predomina un relieve de pequeñas colinas con alturas que no sobrepasan los 250 metros, los cuáles se hacen más peniplanizadas hacia el norte con pendientes suaves.

En nuestro trabajo no se empleó ningún método Geomorfológico en especial, ya que la parte fundamental del mismo lo constituye el capítulo de Estratigrafía.

El área está diseccionada por una red de drenaje dendrítica característica para este tipo de rocas que son fuertemente erosionables, siendo la arteria principal el Río Cananova que corre de sur a norte, y a partir de la mitad del área hacia el norte, corre casi por su perfil de equilibrio y además con un gasto muy bajo; esto lo pudimos notar porque las aguas del mar en épocas de pocas precipitaciones contaminan las aguas río adentro aproximadamente 2 kilómetros hasta cerca del Distrito de Cananova.

Fig. 8
En primer plano serpentinitas, al fondo relieve típico del área.

Como dijimos anteriormente al relieve típico del área son colinas de poca elevación y pendientes suaves estando las mayores cotas al sur del área. Es de destacar también el relieve de las serpentinitas al este de nuestra área, el cual contrasta notablemente con el relieve de las rocas sedimentarias y vulcanógeno sedimentarias de nuestra área.

También son notables otros ríos más pequeños que el río Canova, ya que los mismos irrigan el área de plantaciones cañeras de la zona estas son: Río Melena, Río Guajimero, etc.

ESTRATIGRAFIA

CAPITULO V

En el presente capítulo se realiza un análisis de las características sedimentológicas, petrográficas, texturales y faciales de la secuencia de rocas que afloran en el área mapeada, la cual está ubicada entre los municipios de Sagua de Tánamo y Moa. Para realizar dicho análisis nos hemos basado en los datos obtenidos en el trabajo de campo, los cuales han sido elaborados posteriormente.

La secuencia estudiada se compone de un espesor aproximado de 1,300 metros y dentro de ella incluye rocas del: Cretácico Superior (Maest.), Paleoceno, Eoceno y Cuaternario.

Según las formaciones mapeadas en el área, así como las características geológicas de la misma permiten situarla en la zona de articulación del Anticlinal Oriental y La Cuenca Nipe Baracoa según el esquema tectónico propuesto por Cobiella (y otros 1977).

En la parte inferior del corte aparecen las rocas de la Fm Mícara ya definida con anterioridad por otros autores. Sobreyaciendo la Fm Mícara aparecen rocas de la Fm El Cobre y sobre esta última en la parte más alta del corte rocas carbonatadas y carbonatado-terrígenas de la Fm Mucaral y aluviones.

La columna cronestratigráfica del área estudiada y su comparación con otras columnas elaboradas por otros autores en zonas vecinas aparece en el anexo No. 5

Para realizar la ubicación de los límites superiores e inferiores de las diferentes formaciones nos sirvió de apoyo la Tabla confeccionada por M. Iturralde (1975).

Los trabajos de estratigrafía sistemática permitieron diferen

ciar tres formaciones en el área, definidas éstas con anterioridad. En nuestro trabajo no se propone ningún nuevo miembro ni Formación, ya que consideramos que en el área no existen evidencias que nos permitan argumentar sobre la presencia de alguna de estas unidades.

Las unidades litoestratigráficas estudiadas en el área de las más antiguas a las más jóvenes son las siguientes:

Formación Micara. Cretácico Superior (Maestrichtiano)- Paleoceno Inferior.

Formación El Cobre (Paleoceno Inferior - Paleoceno Superior?)

Formación Mucaral (Eoceno Inferior - Eoceno Superior)

La descripción de las formaciones se realiza siguiendo el orden anterior.

Formación Mícara.- Esta secuencia fué incluida por Lewis y Straczek en 1955 como parte de la Fm Habana?

Cobiella (1973,1974) a estas rocas las denomina miembro Mícara, constituido por areniscas y aleurolitas bien estratificadas a menudo con estratificación gradacional, formando ritmos, con algunas intercalaciones de calizas brechosas y en menor cantidad conglomerados-brechas de clastos de diabasas.

A la supuesta parte superior de esta secuencia terrígena la denominó miembro La Picota constituido por conglomerados, los cuales por primera vez fueron descriptos por Lewis y Straczek y posteriormente en 1964 por Adamovich y Chejovich no utilizando la nomenclatura de los geólogos anteriores. Este miembro es una secuencia predominantemente conglomerática con intercalaciones de areniscas polimícticas, además formado por una gran cantidad de depósitos de forma lenticular, cuyo espesor varía entre algunos decímetros y algunos

metros.

Estos dos miembros inicialmente formaban parte de la Fm Sabanilla propuesta por Cobiella (1973, 1974); estudios realizados posteriormente en el área pusieron en evidencia que el miembro Mícara presentaba características de sedimento--génesis diferentes al miembro La Picota e incluso se evidenció el carácter alóctono del miembro La Picota y la posible autoctonía del miembro Mícara, por lo que la denominación de Fm Sabanilla dada a estas secuencias queda sin efecto quedando anulado su valor como unidad litoestratigráfica.

Más tarde en 1975 M. Iturralde propone elevar al rango de formaciones a los miembros Mícara y La Picota.

Distribución geográfica.- Elevaciones premontañosas que bordean el flanco sur de las Sierras de Nipe y Sierra Cristal, también en la Cuenca del río Sagua, Norte de las montañas Sagua-Baracoa y recientemente en Sierra del Purial.

Localidad Tipo.- Boca de Mícara, en los cortes del terraplen entre el puente de Boca de Mícara y 500 m al ENE del Caserío La Vuelta, Mayarí Arriba - Antigua Provincia de Oriente.

Diagnosis.- La Fm Mícara se compone de conglomerados, brechas, areniscas y aleurolitas con algunas intercalaciones de brechas calcáreas.

Los conglomerados se encuentran localizados principalmente en la parte baja de la formación y se componen casi exclusivamente por cantos mal seleccionados de rocas efusivas (procedentes posiblemente de la Fm Santo Domingo) en menor cantidad hay clastos de dioritas y en la parte alta del corte cantos de serpentinitas. En los conglomerados y areniscas gruesas se observa a menudo estratificación cruzada en la parte

baja de la formación.

Las areniscas medias y finas y las aleurolitas son las rocas predominantes en la Fm Mícara. Generalmente están estratificadas en capas finas.

La Fm Mícara se encuentra por debajo de todos los mantos tectónicos presentes en la Sierra Cristal y es cabalgada tanto por las serpentinitas como por rocas de la Fm La Picota y probablemente de la Fm Santo Domingo. A su vez la Fm Mícara recubre estratigraficamente los mantos tectónicos de la Sierra Cristal como se aprecia en su localidad tipo donde yace sobre serpentinitas. De esta forma se obtiene el hecho aparentemente contradictorio de que la Fm Mícara sea cabalgada por los mantos tectónicos y a su vez su parte superior haya sido sedimentada sobre ellos. Lo cual se explica si el emplazamiento de los mantos ocurrió simultaneamente con la sedimentación de la Fm Mícara.

Estudio de la Formación en el área.-

Las rocas de la Fm Mícara en nuestra área ocupan una superficie aproximada de seis Kms^2, con un espesor promedio de 600 metros, por lo que representa la formación de menor extensión mapeada por nosotros. Litologicamente se compone de areniscas color pardo carmelitoso, de grano fino a medio, estratificadas con intercalaciones de capas relativamente delgadas de aleurolitas color pardo amarillento de granos finos algo fracturados y en algunos casos con oxidación en los planos de fracturas. Estas rocas afloran en la parte centro, Este del área en los afloramientos 120 de coordenadas X:684,5 Y: 216,2 y 118 de coordenadas X: 683,6 Y: 217,0.

Las areniscas tienen composición polimíctica con abundante

Fig. 91
Secuencia de capas de la Fm Mícara obsérvese erosión diferencial. Carretera Sagua - Moa.
Pto. 120 Coord. X:216,4 Y:684,5

predominio de cuarzo, fragmentos de rocas vulcanógenas, así como fragmantos color verdoso de serpentinitas y diabasas y rocas oscuras. Las rocas de la Fm Mícara en nuestra área se presentan en buenos cortes a ambos lados de la carretera Sagua-Moa en el punto de coordenadas X: 684,9 Y: 216,8 e incluso estos depósitos se observan también más al este de este punto en zonas fuera de los límites del área mapeada.

Como es característico en este tipo de depósitos existe una gran alteración de los componentes del corte, observándose grandes bloques de rocas algo calcáreas, algunos fragmentos de conglomerados de una variada litología, restos de capas de areniscas de la propia formación Mícara, muy plegadas y contorsionadas con rumbos muy disímiles, restos de material serpentinítico etc. , todo esto englobado en material arenoso y arenoso calcáreo, lo cual es bastante evidente de que en el momento en que estuvo ocurriendo la sedimentación de las rocas de Mícara e incluso con algunas capas ya formadas ocurrieron deslizamientos por los taludes de la cuenca, los cuales en su avance arrastraron materiales disímiles para formar estos depósitos.

Dentro de los materiales que forman estos depósitos en muchos casos hay fragmentos y en otros grandes bloques de rocas de diferentes litologías. Son notables algunos bloques de dimensiones de aproximadamente 1 metro, los cuales son de material conglomerático con gran variedad de clastos cementados por material serpentinítico, los clastos son de rocas tobaceas, diabasas, rocas calcareas, calizas, rocas siliceas etc. También aparecen rocas tobáceas alteradas, algunos fragmentos medianos de rocas siliceas y calizas lo cual constituye una gran variedad de rocas de diferentes litologías englobadasdentro de rocas de la Fm Mícara.

En la parte media del corte, las rocas de Mícara se presentan con estratificación bien definida, siendo apreciables en ellas la erosión diferenciada entre capas de areniscas y capas de aleurolitas y rocas terrígenas más resistentes a la erosión, esto puede apreciarse en el afloramiento 120 cuyas coordenadas se dieron anteriormente. Estas rocas de la parte media del corte en nuestra área no han sido afectadas por tectonismo intenso ni por algún otro fenómeno de orden tectónico lo cual se aprecia en la estratificación bastante normal de los sedimentos, no obstante buzar con ángulo de 38° de inclinación hacia el NW.

En la parte más alta del corte en el punto 118 en un corte de la carretera aparecen en la parte izquierda inferior del mismo una secuencia de capas de Mícara, de potencia de 1,5 metros las cuales son cubiertas discordantemente por rocas de la Fm El Cobre, siendo este el afloramiento en el cual se pone de manifiesto más claramente el carácter discordante del contacto en el área de rocas de la Fm El Cobre sobre rocas de la Fm Mícara.

Aunque posteriormente detallaremos con mayor amplitud la descripción de las rocas de la Fm El Cobre. Es notable en este afloramiento en las rocas del Cobre cierto dislocamiento y características de depósitos de deslizamiento de talud, en el cual también aparecen gran variedad de bloques de diferentes diámetros y también de diferentes litologías pero en este caso con predominio de material volcánico y englobados en material arenoso color amarillento con tonos verdosos, lo cual consideramos posible también sean depósitos de deslizamientos subacuáticos ya que si dentro de rocas de la Fm Mícara estos son reportados, es posible que en la parte baja de la Fm El Cobre hallan ocurrido estos tipos de fenómenos.

Formación Mícara

Edad y Correlación.- La edad determinada para rocas de la Formación Mícara se corresponde con la reportada por otros autores. F. Arcial al sur de nuestra área reportó edad de Cretácico Superior - Peleoceno Inicial.

A continuación señalamos parte de la microfauna:

globigerina compressa, globorotolia cf, chrenbergi nodosaria sp, Dentalina sp, gasterópodos, radiolarios etc. Las muestras de la parte baja resultaron estériles. Lewis y Straczeck (1955) describieron algunas secuencias correlacionables con esta en las que denominaron Cuenca La Barra y Cuenca Sumidero y les asignaron edad Cretácico Superior incluidas dentro de su Fm Habana.

En la Cuenca Sumidero el espesor es de 200 metros e incluye conglomerados, areniscas y aleurolitas así como otras rocas.

Adamovich y Chejovich (1964) describen en sentido general la secuencia de la cuenca del río Sagua de Tánamo y del sur de la Sierra Cristal correspondiente al Cretácico Superior (Maestrichtiano) en las cuales describen rocas similares a las de nuestra área.

Sedimentogénesis

Por las características que presentan las capas de Mícara en su parte baja, o sea depósitos olistostrómicas de deslizamientos sub-acuáticos, como la fauna fósil encontrada y señalada más arriba, se puede afirmar que las secuencias arenosas y terrígenas que conforman esta Formación fueron depositadas en un medio marino y de acuerdo a la magnitud de los depósitos estimamos haya sido una cuenca profunda. Segun F. Arcial (1978) aparecía en algunas areniscas presencia de glau

conita por lo que estimaba la cuenca fuese batial.

La presencia de estratificación gradacional en areniscas y aleurolitas nos hace suponer su deposición a partir de corrientes turbias; como fuentes de suministro es probable la existencia de alguna isla o grupos de islas en franco proceso de erosión.

Posiblemente el fondo del mar constituido por rocas de la Fm Santo Domingo y algunas calizas de tipo diverso fué levantado dando lugar a un relieve subaereo moderado.

Formación El Cobre

La Formación El Cobre se compone de una gran variedad de rocas, con predominio de material vulcanógeno sedimentario y dentro de éstas gran cantidad de tobas de diferente composición, con una gran variedad de texturas y estructuras con diferentes granulometrías que van desde granos finos, tobas lapillíticas, aglomerados tobaceos, lavas, basaltos, calizas tobaceas, turbiditas calcareas y tobas zeolitizadas o bentonitas, sobre todo al centro y norte de la antigua Provincia de Oriente.

Las rocas de la Fm El Cobre fueron descriptas por S. Taber (1934) para designar la secuencia de rocas vulcanógeno-sedimentarias que forman parte de la Sierra Maestra. Incluía en la secuencia calizas que Woodring y Davies (1944), independizaban de la Formación Charco Redondo.

Distribución geográfica.- Las rocas de esta formación tienen una amplia distribución geográfica, pues han sido reportada en diferentes partes de la antigua Provincia Oriental, también al sur de la Provincia de Camagüey.

En la antigua Provincia Oriental han sido mapeadas al sur de la Sierra del Purial, al sureste de Sagua de Tánamo, cerca de Baracoa, y constituyen gran parte de la anticlinoriun Sierra Maestra; por lo que estas rocas presentan una distribución geográfica mucho más extensa de lo que se suponía hace algunas décadas. Tambien en las montañas negras (oeste de Haití) han sido reportadas la presencia de rocas con características muy similares a las de la Formación El Cobre.

En 1945 Keijzer amplió la distribución geográfica de las rocas de la Fm El Cobre e incluía en ella secuencias vulcanóge

no sedimentarias del flanco sur de la Sierra Cristal. En 1955, Lewis y Straczek proponen el miembro volcánico Peluda dentro de la Fm El Cobre. En su área tipo al oeste de Santiago de Cuba , Laverov y Cabrera (1967) realizan un estudio de la formación y la subdividen en cuatro unidades. Cobiella (1973, 1974), al hacer un estudio de la zona Sabanilla en el flanco sur de la Sierra Cristal, la divide en cuatro miembros: (La Vuelta, Puerto Escondido, Basaltos Sabaná y El Púlpito). M. Iturralde (1974), en trabajos al sur de la Sierra Cristal propone el Grupo El Cobre incluyendo algunas secuencias terrígenas.

Localidad tipo.- Como localidad tipo de la formación se estima sea la mina El Cobre, ubicada a 16 Kms al oeste de Santiago de Cuba pues el autor no la señala.

Origen del nombre.- El nombre se origina de la localidad donde aparece el corte típico, en el poblado de El Cobre donde esta enclavada la mina de El Cobre.

Estudio de la Formación en el área.- Lasrocas de la Formación El Cobre ocupan el 60% del área estudiada, con una superficie de aproximadamente 39 Kms^2 de los 65 Kms^2 mapeados, por lo que sobre las rocas de esta Formación se ha realizado el grueso de los trabajos en el área; esta Formación presenta una variada litología con diferentes grados de alteración por lo que al hacer la descripción, haremos énfasis en aquellos casos que por su interés merezcan ser tratados con mayor grado de detalle, ya que en muchos casos las rocas que afloran son las típicas de esta formación.

Desde el punto de vista litológico son notables las tobas vitreoclásticas, areniscas tobaceas de granos medios y gruesos, tobas lapillíticas alteradas, calizas tobaceas, tufitas, in-

Fig. 10
Tobas estratificadas algo silicificadas con estratificación laminar (oeste de Cananova).
Pto. 251 Coord. X:680,5 Y:220,2

tercaladas dentro de las areniscas aparecen capas de margas alteradas, calizas y lutitas de pequeño espesor.

En el estudio de las rocas tobaceas al microscopio, se apreciaron en las tobas montmotillonitizadas una alteración del vidrio vulcánico a minerales arcillosos, presentando generalmente baja birrefringencia para los minerales arcillosos, mientras que algunos fragmentos de cristales se mantienen inalterados. Las calizas tobaceas y rocas calcareas intercaladas en las tobas son generalmente calizas pelitomórficas de grano fino con contenido fosilífero escaso entre los cuáles hay globorotalia sp, foraminíferos planctónico etc., tambien son notables calizas brechosas en las partes altas de las capas de El Cobre con una gran variedad de clastos entre las cuales se destinguen rocas tobaceas, serpentinitas, diabasas, fragmentos calcareos, fragmentos arcillosos etc. Esas calizas se observan generalmente en forma de bloques en las partes altas de las elevaciones teniendo en algunos casos aspectos conglomerático.

Son notables dentro de rocas de la Formación El Cobre, aproximadamente a un kilometro al oeste de Los Indios la presencia de areniscas de grano grueso las cuales presentan estratificación fina; éstas se extienden en algunos centenares de metros a lo largo de la carretera Sagua-Moa. A estas areniscas se le hicieron análisis paleontológico resultando ésteril, hacemos notar esto por que la presencia de estas rocas arenosas incluidas en las rocas de la Fm El Cobre no ha sido reportada en otros casos; al parecer forman intercalaciones dentro de las rocas tobaceas. Tambien más al oeste en el punto 252 de coordenadas X: 678,2 Y: 216,7 (Yareyal) aparece un corte en la parte norte de la carretera el cual tiene característica diferentes a las rocas vulcanógenas de El Cobre;

Fig. 11
Corte de calizas brechosas, areniscas y aleurolitas. Carretera Sagua - Moa, Localidad Yareyal.
Pto. 252 Coord. X:678,2 Y:216,7

el mismo tiene en su base un conglomerado calcareo de aproximadamente un metro de espesor, sobre estos conglomerados hay una secuencia de capas de areniscas de grano medio con potencia de 10 a 15 cms, las cuales transicionan a aleurolitas algo calcarea, repitiéndose esta secuencia lo cual le da cierto aspecto de flisch ; la continuidad lateral no fue observada aunque en algunos puntos cercanos afloran areniscas pero no los conglomerados de la base.

Las rocas de la Formación El Cobre yacen discordantemente sobre la Fm Mícara formando una discordancia angular de pequeño ángulo, tambien por encima de las rocas de El Cobre yacen discordantemente rocas de la Fm Mucaral haciendo notar que algunos de estos contactos de las rocas El Cobre con las de otras formaciones son supuestos, ya que los mismos no pudieron ser observados en el campo y con los medios a nuestro alcance para realizar el mapeo no es posible solucionar estos problemas.

Consideramos que el contacto de las rocas de la Formación El Cobre con la Formación Mícara al este del área es discordante, el cual puede apreciarse en el punto 118 coordenadas X: 683,5 Y: 217,1 fig. 14 ; el contacto con las rocas de Mucaral no pudo ser observada, ya que en la mayor parte del área de contacto entre esas dos formaciones existe una ancha franja de depósitos aluviales del río Cananova.

En contacto con rocas de esta formación hay serpentinitas al este del área en una pequeña zona de aproximadamente 300 mts y por estar cubierto no pudo ser observado con claridad, algo semejante sucede con las serpentinitas que afloran al noroeste del área donde tampoco pudo ser observada el contacto con las rocas de El Cobre.

Fig. 12
Contacto discordante entre rocas de la Fm Mícara y Fm El Cobre. (con parte baja Mícara y sobre ella El Cobre), observe aspecto caótico de las rocas-El Cobre en la parte superior y a la derecha. Pto. 118 Coord. X:683,5 Y:217,1

Alteración Regional de las Tobas Vitreoclásticas

En los últimos años las investigaciones de Alexiev, Contin y Brito sobre las rocas zeolitizadas de Cuba han llamado la atención sobre un grupo de rocas que posee en nuestro país una distribución geográfica relativamente amplia. En las provincias orientales, una porción considerable de las tobas vitreoclásticas de la Fm El Cobre han sido alteradas a rocas montmorillonitizadas (bentonitas) y zeolitizadas. Estas son rocas ligeras de colores claros, que rompen facilmente en ellas hay cristoloclastos de plagioclasas, estos se conservan frescos, esto sucede también en tobas aglomeráticas donde en ese caso se mantienen frescos los fragmentos de lavas mientras la materia vitrea ha sido totalmente alterada megascópicamente es imposible diferenciar una toba zeolitizada de una toba montmorillonitizada. Pero las propiedades físicas de ambas si las distinguen de las tobas vitreas frescas dentro de la formación;basándose en estas características,

N. Carralero (1976)al hacer un estudio de las rocas de la Fm El Cobre divide el corte en dos miembros:

El miembro San Rafael (Eoceno Medio) el cual litologicamente se compone de tobas zeolitizadas las cuales presentan del 80-90% de minerales zeolíticos como resultado de alteración del vidrio volcánico. El miembro Madre Vieja compuesto de tobas vitreas estratificadas en capas de 50 cms de potencia de color verde intenso masivas y duras, por lo que consideramos que dentro de rocas tobaceas pertenecientes a la Formación El Cobre es bastante distinguible este fenómeno de la alteración en los casos en que se presente.

Estos fenómenos de alteración han sido reportados en diferentes localidades tales como: cerca de la Mina Martí de Nicaro

Fig. 13
Rocas de la Fm El Cobre con yacencia casi horizontal, al norte del área (observe grado de alteración)
Pto. 239 Coord. X:677,7 Y:220,9

por Cobiella, sur y este de Sagua de Tánamo y sureste de Sierra Cristal, en Farallones cerca de Moa (Pérez 1977) Sierra de Yateras (Carralero 1976), sureste de Baracoa (Cordovés 1978) etc.

Como puede apreciarse de la lista de localidades enumeradas los fenómenos de alteración de secuencias enteras de tobas de la Fm El Cobre a zeolitas y bentonitas está limitada a la mitad norte de la antigua Provincia de Oriente, sin embargo en la Sierra Maestra y áreas aledañas, este fenómeno no se ha reportado. Las causas de este fenómeno en la parte septentrional Oriental permanecen oscuras aunque todo parece evidenciar no tengan carácter hidrotermal, dada su enorme extensión y probablemente haya sido causado por procesos diagenéticos, pues se conocen numerosos casos de alteración del vidrio volcánico o zeolitas y montmorillonitas en fondos marinos actuales, siendo inexplicable hasta el momento el por qué no son notables estas alteraciones en rocas tobaceas del sur de Oriente.

Norge Carralero (1976) al tratar de dar explicación al fenómeno de zeolitización planteaba que existen hipótesis de las cuales haremos mención de forma general, estas son:

- Hipótesis de Origen Hidrotermal
- Hipótesis de Origen Metamórfico
- Hipótesis de la Hipergénesis
- Hipótesis diagenéticas o sinsedimentarias

Hipótesis de Origen Hidrotermal.- Esta plantea que en la antigua Provincia de Oriente, la aparición de rocas zeolíticas está vinculada a la existencia de productos siliceos como las silicitas (Bayates).

Fig. 14
Tobas alteradas de la Fm El Cobre. Camino San Pedro a Cananova.

En las manifestaciones de Palenque de Yateras aparecen pequeños lentes de silicitas y en las cercanías de Palmarito son de consideración las acumulaciones de silicitas metasomáticas (Bayates) y yacimientos de Manganeso. Lo cual sugiere el vínculo entre las zeolitas, los Bayates y los óxidos de manganeso que pudieran haberse originado como resultado de una misma fuente o proceso hidrotermal.

Esta hipótesis tiene en su contra la amplia distribución geográfica de esas rocas.

Hipótesis Metamorfogénica.- La probable ocurrencia de la alteración del vidrio volcánico a minerales zeolíticos como consecuencia de un metamorfismo de alto grado. En contra de esto se plantea que la zeolitización es producto de metamorfismo de bajo grado con un aumento ligero de la presión y la temperatura, y además que los minerales constituyente de las tobas no presentan indicios de alteraión metamórfica de alto grado. Pudiéndose admitir esta última, pero existen por encima de las secuencias alteradas tobas vitreas frecas sin huellas de metamorfismo.

Hipótesis de la Hipergénesis.- Tiene algunos elementos a favor, considera el proceso de la zeolitización como consecuencia de la acumulación de materiales vitreo en una cuenca de PH alcalino y ambiente reductor, y al actuar este medio ambiente geoquímico sobre el vidrio volcánico ocurrió su alteración después de formada la roca. Esto explica la amplia distribución pero tiene en contra el mismo aspecto anterior.

Hipótesis Diagenética o Sinsedimentaria.- Según algunos autores es bastante aceptable (Carralero, 1976). El medio ambiente geoquímico que las provocan está referido a condiciones simi

lares a las de la hipótesis anterior, lo cual explica la amplia distribución geográfica de las rocas zeolitizadas; este proceso de diagénesis ha sido estudiado y reportado por San L. B. y Nason B. (1960).

Diversos autores coinciden en que las manifestaciones de zeolitas en rocas sedimentarias de origen volcánico tienen distintos modos de ocurrencias, composición mineral y origen. Es decir que aparecen en rocas de distintas edades, litologías y ambiente deposicional; este conjunto de característica ha sido recojido ampliamente por Deffeyer 1959, Hay 1966, Mijailov y Krinari (1970), Mumpton (1973). Estos tres últimos investigadores agrupan las manifestaciones de zeolitas en varios grupos siendo la clasificación más completa la ofrecida por Mumpton de acuerdo con la cual nuestro depósito de zeolitas pueden incluirse en el tercer grupo, es decir, entre las formadas en condiciones de ambiente marino a partir de material piroclástico.

En resumen podemos afirmar que las rocas de la Fm El Cobre en nuestra área presentan tres características notables.

- Los análisis paleontológicos efectuados para esas rocas reportan edad de Paleoceno Inicial.
- Una gran parte de lasrocas tobaceas aparecen alteradas a minerales arcillosos (Bentonitas) y es probable alguna zeolitización.
- Estas rocas conforman un sinclinal de flancos suaves, sobre todo el flanco norte; cuyo eje tiene dirección SW - NE.

Edad y Correlación

Actualmente se mantienen dos puntos de vista sobre la edad de

la base de la Fm El Cobre.

a) La base de la Fm El Cobre pertenece al Cretácico Superior y la Formación es el producto de una actividad volcánica ininterrumpida que se extendió desde fines del Cretácico hasta el Eoceno.

b) Las capas de la base de la Fm El Cobre no son más antiguas que el Paleoceno Superior.

Según datos de campo del autor (Cobiella,1978) y a bibliografía en diferentes localidades (Furrazola 1976), (Kozary 1956), (Iturralde 1976-77). Los depósitos del cretácico superior más alto (Campaniano y Maestrichtiano) y del Paleoceno Inferior están representados por secuencias terrígenas sin intercalaciones apreciables de rocas volcánicas, por lo que no existe ninguna razón para unir rocas volcánicas del Paleógeno con rocas Cretácicas en una sola unidad litoestratigráfica en Cuba Oriental. En algunas partes al sur de la Sierra Cristal donde el proceso de sedimentación tuvo carácter ininterrumpido desde el Cretácico Tardío hasta mediado del Paleógeno. La Fm El Cobre descansa sobre sedimentos terrígeno carbonatados de la Fm Gran Tierra (Iturralde, 1976-77), la cual tiene edad Paleoceno Inferior, en otras localidades las eddes asignadas a rocas de El Cobre no son mas antigua que el Paleoceno Superior.

Sin embargo los análisis paleontológicos realizados en nuestra área arrojan edad de Paleoceno Inicial y en algunos casos probable parte baja, por lo que es la primera vez que se reporta esa edad para rocas de esta Formación, en estos momentos a pesar de tener gran cantidad de elementos contrarios a nuestros resultados, consideramos edad de Paleoceno Inicial para las rocas de la Fm El Cobre en nuestra área; a pesar de

que las evidencias muestran que las rocas de esta Formación no se depositaron ininterumpidamente desde el Cretácico. Muestra de esto son las secuencias terrígenas de la Formación Mícara mapeadas por debajo de las rocas de El Cobre.

A continuación señalaremos parte de la fauna fósil encontrada :

Krite cff Guatemalensis (Ostrácodo), Globorotalia Trinidadensis, Globorotalia pseudoleulloides, Globorotalia Compressa, Globigerina sp, Chiloguenbelina sp, Radiolarios etc.

Desde el punto de vista litológico, rocas similares a estas han sido reportadas por diferentes autores aunque desde el punto de vista estratigráfico las rocas de nuestro trabajo ocupan una posición más baja.

Iturralde (1975), en el miembro El Deseo de la Formación Sabaneta, reporta tobas lapillíticas parcialmente zeolítizadas, G. Orozco (1975), reporta estas tobas al sur de la Sierra Cristal, N. Carralero y M. Ortiz (1975), describen rocas de la Fm El Cobre en Yateras de las cuales el miembro San Rafael presenta características muy semejantes a las tobas de nuestra área.

Sedimentogénesis

Actualmente existen dos corrientes con respecto a la opinión sobre las condiciones en que se originaron las capas de la Fm El Cobre. Ambas están de acuerdo en que el vulcanismo que originó las secuencias tobaceas transcurrió casi exclusivamente en condiciones marinas.

La primera hipótesis sostiene que la acumulación ocurrió en condiciones neríticas, en tanto que mas recientemente diversos geólogos han supuesto la acumulación de las capas de la

formación en aguas profundas batiales, Iturralde (1978), Cobiella (1975) etc.

Los primeros basan su argumento en que la fauna fósil es de aguas someras; los segundos plantean que en estudios realizados en diferentes cortes de la Fm El Cobre un gran porciento de ellos está constituido por depósitos de características turbidíticas, las cuales son indicios de corrientes turbias durante las erupciones submarinas, según plantea Iturralde (1976), o por deslizamiento en las laderas de los volcanes submarinos motivados por la actividad sísmica por acumulación inestable de grandes volúmenes de materiales tobaceos sueltos en los conos volcánicos, también son notables en capas de El Cobre la presencia de estratificación contorsionada y depósitos caóticos de naturaleza olistostrómica. En nuestra área se manifiestan algunas características de esta naturaleza expuestas por Cobiella en un breve informe sobre algunos problemas fundamentales de la Fm El Cobre.

Por ejemplo: Existen depósitos caóticos, presencia de estratificación contorcionada en algunos afloramientos, y depósitos olistostrómicos, además una fauna fósil con foraminíferos planctónicos nos permite suponer que la cuenca donde se depositaron las rocas de esta formación en el área, era una cuenca profunda con salinidad mas o menos normal. Como fuente del material vulcanógeno se cita la presencia de volcanes submarinos con intérvalos de relativa calma, lo cual es prueba la presencia de rocas carbonatadas intercaladas en las rocas tobaceas; en el área no se observan cuerpos subvolcánicos, lavas, aglomerados tobaceos ni elementos indicadores de la cercanía de los focos volcánicos de los cuales procedía el material que depositaba en la cuenca.

Formación Mucaral

Con este nombre hemos agrupado esta secuencia de rocas terrígeno carbonatada, las cuales afloran al noreste cerca del caserío de Cananova y al sureste del área.

Cobiella (1977) propone esta nueva formación como resultado de trabajos llevados a cabo en los alrededores de Sagua de Tánamo. Tambien secuencias con características parecidas fueron reportadas por la Brigada Cubano-Húngara de la Academia de Ciencias de Cuba entre los años 1972,1976 pero en aquella ocación le dieron el nombre de Formación Sagua, sin embargo este nombre ya estaba dado a una formación en la zona central del país .

En trabajos de mapeo geológico realizados por F. Arcial y R. Martín (1978) describen una secuencia compuesta por margas masivas de color blanco y blanco grisaceo compactas, ricas en restos fósiles,intercalado en las margas aparecen capas de areniscas de color carmelita, de grano fino, así como conglomerado de granulometría fina, compuestos por cantos de rocas igneas y vulcanógeno sedimentarias y capas de tobas intercaladas dentro de las capas de margas. Ellos consideraron que esas rocas formaban parte del Sinclinal Río Castro y yacían monoclinalmente con ángulos suaves.

Localidad tipo.- La localidad tipo se encuentra en la loma de Mucaral descripta por Cobiella (1977), situada al oeste de Sagua de Tánamo.

Origen del nombre.- Su nombre se origina de la localidad tipo donde yace su corte típico.

Estudio de la Formación en el área

Esta formación ocupa un área de aproximadamente 12 Km^2 con

un 18% del área mapeada, la potencia promedio calculada fué de 300 metros.

Las rocas de la Formación Mucaral en nuestra área, presentan un corte con algunas características diferentes a las que presenta en la zona mapeada por F. Arcial y R. Martín en (1978) en El Estado y Bejuquero al sur-este de Sagua de Tánamo.

Comenzaremos describiendo el corte mas o menos representativo de las rocas de Mucaral en nuestra área de abajo hacia arriba.

Las rocas de Mucaral descansan discordantemente sobre las secuencias de la Formación El Cobre y sobre las serpentinitas en el noreste del área, el contacto de estas rocas con las serpentinitas no pudo apreciarse debido a que existen grandes áreas cubiertas, y en la parte que sobre yacen a las rocas de El Cobre a pesar de haber gran cantidad de sedimentos aluviales, existe contacto discordante estratigráfico de carácter sedimentario.

Litológicamente estas rocas carbonatado-terrígenas presentan en la base del corte una litología bastante variada, constituida fundamentalmente por calizas arenosas, aleurolitas calcareas, areniscas calcareas, lutitas con estratificación laminar, tufitas y en algunos puntos sobre estas secuencias hay tobas montmorillonitizadas o zeolitizadas parcialmente.

Es notable que las capas de margas que aparecen en la parte baja del corte aumentan su espesor hacia lo alto y la secuencia deja de ser heterogenea, para quedar constituida fundamentalmente por capas de margas color amarillento, deleznables, con intercalaciones de capas de calizas microcristalinas de grano fino; en la parte sureste estas calizas son de aspecto brechoso con clastos de rocas tobaceas, rocas de la

formación Santo Domingo y fragmentos de rocas calcareas, el material cementante de esas calizas es carbonatado.

Como puede apreciarse fundamentalmente, en la parte baja las rocas de Mucaral descriptas por nosotros presentan algunas diferencias a las reportadas por F. Arcial (1978) al sur del área, ya que el corte por él descripto, es más homogeneo y hacia la parte alta cerca del contacto con la formación Majimiana se hace completamente carbonatado.

Las calizas arenosas en nuestra área en muchas ocasiones presentan estratificación laminar, cuyas capas llegan hasta un milímetro; también es posible ver ese tipo de estratificación en las lutitas intercaladas en las secuencias calcareas. Esto puede observarse en el punto 152 de coordenadas X: 681,3 Y: 220,7 al norte del caserío de Cananova.

Dentro de las secuencia aparecen pequeñas capas de tufitas de grano fino, fracturadas, de color gris verdoso; como indicio de existencia de vulcanismo al depositarse estas rocas.

A medida que se asciende en el corte se observa que la secuencia está constituida fundamentalmente por capas de margas con intercalaciones de capas de caliza. Al observar algunas de esas calizas bajo microscopio éstas presentaban estructura órgano detrítica, textura clástica, de granos finos con alguna presencia de fauna fósil (groborotalia sp, globigerina cp etc.) con algún grado de recristalización y clastos de otras rocas así como fragmentos muy pequeños de cristales de plagioclasas y máficos.

Las capas de areniscas calcareas presentan gran cantidad de cuarzo, feldespatos y minerales oscuros, hallándose el cuarzo hasta en un 40%.

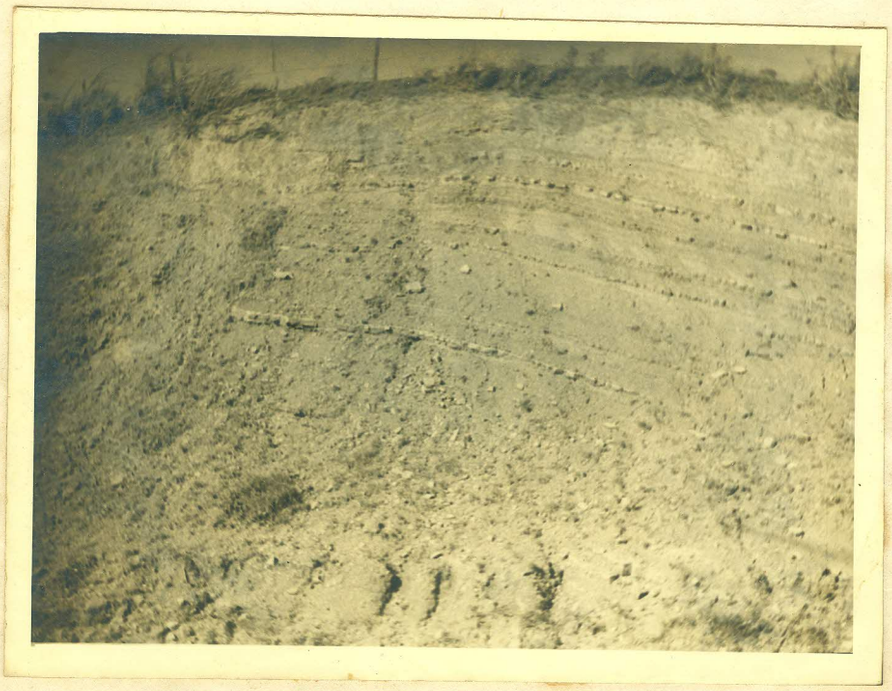

Fig. 15
Secuencia de calizas arenosas con aleuro
litas intercaladas y tufitas. Fm Mucaral
Pto. 192 Coord. X:682,3 Y:219,4

En algunos afloramientos cerca del Río Cananova son notables dentro de las rocas carbonatadas, capas de tobas alteradas con una potencia entre 20 y 30 centímetros, sin embargo hacia lo alto del corte, estas tobas aparecen con menor frecuencia.

Edad y correlación.- La edad de esta secuencia la determinamos en base a nuestros datos, así como a la extrapolación de datos obtenidos por F. Arcial (1978) en área situada al sur de la nuestra, ya que la cantidad de muestras obtenidas por nosotros no hacía confiable en rangos aceptables realizar esta datación.

La edad propuesta para esta formación es de Eoceno Inferior-Eoceno Superior?. Con una fauna constituida fundamentalmente por foraminíferos planctónicos y radiolarios (ver tabla de fauna fósil). Algunas muestras tomadas por F. Arcial dieron edad de Paleoceno Superior a las cuales se les consideró como fauna redepositada.

Desde el punto de vista cronológico esta formación puede ser correlacionada con la parte alta de la Fm El Cobre, Fm Charco Redondo, Fm San Luís en la Sierra Mestra y al Sur de la Sierra Cristal y Sierra de Nipe ya que abarcan este rango de edad.

Sedimentogénesis

Basándonos en algunas características litoestratigráficas de esta formación emitiremos algunos criterios acerca de su proceso de sedimentación.

La composición fundamentalmente carbonatada de sus sedimentos, su fina granulometría, estratificación laminar y algunas texturas nos hace suponer que la deposición se efectuó

en una cuenca batial; también la presencia de una fauna de foraminíferos planctónicos y radiolarios, estimamos el contenido de CO_2 halla sido bajo.

La presencia de material tufítico intercalado y algunas tobas en el corte sobre todo en la parte baja son indicios de que aun existía vulcanismo al formarse estas rocas. También es notable, en la parte baja existe una variada litología descripta anteriormente lo cual pone de manifiesto que existían diferentes fuentes de aporte a la cuenca, quizás desde lugares también diferentes; la homogeneidad en la parte alta del corte nos señala que la fuente de suministro a la cuenca fué más estable y con menor indicio del vulcanismo.

Sedimentos del Cuaternario

Estos constituyen una cobertura generalmente delgada casi continua y de tipo continental que cubren casi toda el área. La ausencia de terrazas o indicios morfológicos del cuaternario imposibilita dividir las secuencias.

Los depósitos aluviales principales estan en las zonas de deposición del río Cananova con potencia que alcanza hasta 1,5 metros en la llanura de inundación. Estos se componen de una gran variedad de clastos de litologías compuestas de cantos de diabasas, serpentinitas, rocas tobaceas, calizas, etc. éstos depósitos ocupan un área aproximada de 2,5 Km ?

Los depósitos eluviales son de escaso espesor y sólo tienen alguna importancia al oeste y norte del área mapeada donde aparecen suelos gris oscuro de una potencia de 30 - 40 cms sembrados de caña principalmente. Estos se producen por metrorización de rocas Tobaceas y areniscas en pequeñas zonas donde aflora la Fm Mícara.

Sobre las rocas de la Formación Mucaral afloran suelos de tonalidades más claras y menor espesor que los anteriormente señalados los cuales son impermeables y con mayor cantidad de material calcareo.

En la parte noreste del área donde afloran las serpentinitas se desarrollan suelos lateríticos típicos de estas rocas con predominio de vegetación semi-árida. En los afloramientos al oeste del área no se desarrollan sobre las serpentinitas los suelos lateríticos.

EVOLUCION GEOLOGICA DE CANANOVA Y AREAS ADYACENTES

CAPITULO VI

En el presente capítulo se expone la evolución geológica del área de Cananova, basándonos en los datos obtenidos durante el trabajo de mapeo y en conclusiones extraidas de capítulos anteriores, así como algunos criterios sobre esta cuestión emitidos por autores que han trabajado en áreas cercanas a la nuestra.

La historia geológica del Pre-Cretácico es imposible describirla debido a que no poseemos datos de esta época por lo que trataremos de comenzar la descripción a partir del Cretácico, la cual se extiende hasta el reciente, para lo que dividiremos el área en diferentes períodos de desarrollo geológico.

Cretácico Pre-Maestrichtiano

Durante este período en casi toda Cuba había una fuerte tendencia a la subsidencia, acompañada de una actividad magmática de composición espilítico-diabásica. Algunos autores atribuyen al Neocomiano una secuencia de diabasas y rocas efusivas yacentes por debajo de las formaciones del Aptiano-Turoniano, por lo que probablemente ya en el Neocomiano se formó o ya existia una faja volcánica que abarcaba gran parte de la Isla de Cuba. En el Turoniano ocurrió la orogenia Subhersiniana que provocó la emersión de casi todo el territorio de Cuba acompañada de intrusiones granitoides. Ya en la segunda mitad del Turoniano la actividad volcánica comenzó a disminuir hasta que en el Campaniano no existía o era insignificante. Durante el Senoniano las secuencias existentes sufrieron una fuerte dislocación, fueron plegadas e incluso algunas fueron metamorfizadas siendo además intruidas por magmas de diferente composición (Furrazola 1964).

En el área que comprende este trabajo no hay evidencias de

lo ocurrido en esta etapa, pero es posible que dichas evidencias esten cubiertas por las formaciones más jóvenes mapeadas en el área, pues en zonas cercanas hay lugares donde han sido reportados los efectos de los sucesos ocurridos durante ese período.

L. García (1977) en el área de Bayate Norte reportó la presencia de cuerpos dioríticos que intruyeron en el Coniaciano. También Iturralde (1975) señala que en Calabazas hubo fuertes dislocaciones de la corteza provocando la emersión de la cuenca y la consiguiente erosión de las secuencias recien depositadas que posiblemente hayan dado origen a las rocas que constituyen la Formación Mícara.

Cretácico Superior (Maestrichtiano) al Paleoceno Inicial

Posiblemente desde el Campaniano, la zona estaba en una constante inmersión, dando lugar a la deposición de areniscas, aleurolitas, conglomerados etc., que actualmente denominamos como Fm Mícara y de acuerdo a la fauna y características que presentan estas rocas suponemos que la acumulación se halla producido en una cuenca marina profunda. La fauna fósil encontrada para rocas de la parte baja de esta formación fueron: Globorotalia compressa, Globorotalia cf, Nodosaria sp, Dentalina sp, etc. así como el carácter turbidítico y en algunos casos el carácter olistotrómico de algunos depósitos confirman la profundidad de la cuenca.

Durante el Maestrichtiano y Paleoceno Inferior actuaron movimientos de la Orogenia Laramídica, la cual alcanza considerable intensidad en la región SE de la zona oriental prevaleciendo la tendencia al levantamiento en las áreas emergidas y la subsidencia leve compensada del fondo marino. En este intérvalo de tiempo también ocurrió la serpentinización de las rocas ultrabásicas y migración a zonas más elevadas formando

los mantos tectónicos serpentiníticos de Cuba Oriental. Estos mantos cabalgan a las secuencias recien depositadas arrancando escamas de ellas sin afectar considerablemente la sedimentación en los lugares donde ocurre el emplazamiento, pues en algunas zonas las rocas de Mícara infrayacen las serpentinitas, esto ha sido observado en pequeñas ventanas tectónicas en las márgenes del río Castro por F. Arcial (1978) y en otros casos las serpentinitas estan cubiertas por sedimentos de Mícara.

En la parte oeste del área puede apreciarse un pequeño Klippe de serpentinitas, las cuales pudimos ver yacen tectónicamente sobre capas de areniscas de la Formación Mícara, el carácter de ese contacto es completamente tectónico ya que no se aprecian huellas de alteración magmática, solamente en la zona de contacto las rocas que infrayacen a las serpentinitas aparecen algo fracturadas, las serpentinitas presentan texturas brechosas y estan algo alteradas.

Tambien al este del área fueron mapeadas serpentinitas, las cuales suponemos yazcan también sobre capas de Mícara, aunque ese contacto no pudo ser observado debido a la gran cantidad de zonas cubiertas.

Paleoceno Inicial - Eoceno Inicial

Durante el Paleoceno Inicial? comienza un período de extensa actividad magmática efusiva de tipo explosiva submarina en gran parte de las Provincias Orientales, que provoca la deposición de los sedimentos vulcanógeno - sedimentarios de la Fm El Cobre acumulándose tobas, lavas y aglomerados a la vez que continúa la subsidencia de la cuenca al sur de Oriente.

Dentro de las secuencias vulcanógenas aparecen calizas que

se depositaron en los recesos de la actividad volcánica así como también en la parte baja de El Cobre hay intercalaciones de areniscas provenientes de Islas emergidas, las cuales bordeaban la cuenca.

Durante el Eoceno Inicial continua llegando a la cuenca material volcánico que se depositó intercaladamente con capas terrígeno - carbonatadas.

Eoceno Inicial - Eoceno Tardío.

En la parte este de nuestra área se estaban depositando calizas y rocas carbonatados terrígenas correspondientes a la Fm Mucaral y de acuerdo a la variada litología que aparece en la parte baja de esta formación tales como: calizas arenosas, aleurolitas, tufitas, tobas, tutitas etc., es de suponer que durante el período de sedimentogenesis afluía a la cuenca una gran variedad de material, lo cual nos indica que las fuentes de suministro no fueron únicas si no que para determinados períodos aportaban material a la cuenca fuentes diferentes. Siendo notables las intercalaciones de material tufítico y tobáceo sobre todo en la parte baja de esta formación lo cual es indicio de que aún existía vulcanismo durante su deposición.

Durante el Eoceno Medio tiene lugar la Orogenia Cubana que provoca fuertes plegamientos de las secuencias depositadas; este momento también cesa la actividad volcánica comenzando la peniplanización de las tierras cercanas que aportan material terrígeno por lo que el carácter de los sedimentos a inicios del Eoceno hasta su parte alta sea carbonatada con aporte de material terrígeno muy fino. Aunque en el área no se manifiestan estos plegamientos.

Oligoceno al Mioceno Inicial

A fines del Eoceno Superior y principio del Oligoceno ocurre

un suave plegamiento de las rocas más jóvenes, originando el sinclinal de Cananova y probablemente sea la continuación del Sinclinal Río Castro determinado por R. Martín (1978).

A principios del Eoceno Superior ocurre la estabilización de los fondos marinos y de las tierras emergidas caracterizándose por un período de calma en la actividad tectono-magmática de la Región.

En la parte media a tardía del Oligoceno, los mares cubren parte del Relieve y las cuencas en las cuales se depositaron sedimentos de la Formación Mícara y El Cobre en condiciones profundas, en estos momentos presentan carácter nerítico o profundidad media debido a una sedimentación compensada o sobre compensada.

Se desarrollan grandes bancos carbonatados en aguas pobres en CO_2 y altamente oxigenadas. Desde el Paleógeno hasta el Neógeno en muchas partes de Cuba hay desarrollo de una tectónica de bloques con movimientos verticales con invasión de nuevas áreas por los mares. En nuestra área no hay manifestación de rupturas de este tipo aunque en zonas cercanas han sido reportados sistemas de fallas que evidencian este tectonismo. (L. García 1977)

Mioceno Tardío - Cuaternario

En este período posiblemente el paisaje subaereo del área estaba en proceso de emersión o había emergido totalmente ya que en una gran parte de la Isla sucedía de tal manera. Y se exponía a los procesos erosivos y neotectónicos, así como a la dirección del relieve por aguas superficiales y se desarrollaban depósitos cuaternarios y el relieve actual.

MANIFESTACIONES DE MINERALIZACION Y YACIMIENTOS MINERALES

CAPITULO VII

En este capítulo trataremos de dar una idea de las manifestaciones de mineralización o la presencia de minerales útiles detectados durante los trabajos de campo. También dejar expresada la situación de estas manifestaciones para en caso de la realización de futuros trabajos con mayor grado de detalle.

Los trabajos realizados no revelaron la existencia de minerales metálicos, aunque hay presencia en el área de rocas carbonatadas (margas) y materiales tobáceos (Tobas zeolitizadas y areniscas tobáceas), así como piritización en pequeñas cantidades en las rocas intrusivas que afloran en el área.

Los minerales no metálicos detectados durante los trabajos de campo son:

- Rocas Carbonatadas
- Bentonitas

Las rocas carbonatadas presentes son margas y rocas arenoso-calcareas al norte de Cananova, además intercaladas en ellas capas de calizas de potencia entre 15 y 20 cms. Las margas son color blanco a amarillento, son de grano fino con restos fósiles. Los mejores afloramientos de estas rocas, están en el terraplén que va de Cananova a Yaguaneque, donde al parecer han sido extraidas estas rocas en ocasiones anteriores con el fin de mejorar el estado de los caminos cañeros de la zona. En los puntos 153 de coordenadas X: 681,5 Y: 220,9 y 154 de coordenada X: 681,6 Y: 221,3 son los mejores cortes donde aparecen en el primero una secuencia de rocas carbonatadas estratificadas de grano fino formando capas de pequeña potencia y muy fracturadas dentro de las cuales aparecen intercaladas capas de margas, mientras en el punto 154 la potencia de las margas masivas es mayor, aproximadamente

2,5 metros.

Las calizas se presentan en capas dentro de las rocas margosas y vulcanógeno por lo que no estimamos que sean utilizables industrialmente.

En los puntos 234, 235 y 236 aparecen grandes bloques de calizas arrecifales con abundantes restos fósiles, foraminíferos plantónicos etc. pero por su carácter de ser bloques aislados y no considerarse formadas, no recomendamos su utilización.

Bentonitas:- Estas rocas a pesar de estar presentes en gran cantidad de afloramientos dentro de las rocas de la Fm El Cobre son notables por su potencia a 100 metros al este del punto 265 de coodenadas X: 676,4 Y: 216,8 y el punto 152 de coordenadas X: 681,3 Y: 220,7. Por lo general estas rocas son de grano fino de color blanco verdoso predominantemente blanco de textura masiva, compactas de poco peso y con variado grado de alteración.

Las Bentonitas son de grano fino en algunos casos con aspecto arenoso fino, cuya descripción microscópica se presenta en el anexo escrito.

Estas rocas en el área presentan potencia variable y en muchas ocasiones aparecen intercaladas con otros tipos de rocas como areniscas, margas etc., por lo que se puede asegurar que son más notables por su extensión superficial, ya que en algunas áreas ellas predominan fundamentalmente.

Teniendo en cuenta la importancia de este tipo de rocas se efectuaron análisis por el método de Colores de Inmersión de A. Colfaz, Ch. Reisting y L. Sand (1973) el cual se describe brevemente.

Se tritura la muestra hasta que atraviese el Tamiz de 1 mm.

de abertura. De este tamizado se pesan 5 gramos que se depositan en un recipiente de paredes finas preferentemente de alumnio y se calienta hasta 350°C en un mechero Bunsen, con el termómetro colocado dentro de la muestra, al alcanzar la temperatura deseada, se deja enfriar a temperatura ambiente con el recipiente tapado. Al enfriarse la muestra, se le mide la temperatura (Ts) esta vez con termómetro graduado en 0,2°C. A continuación se toman 10 ml de agua destilada y se le mide la temperatura (Tr) con el mismo termómetro. Seguidamente se le adiciona el agua a la muestra y se agita con el mismo termómetro y se observa la temperatura máxima (T.max.) que alcanza durante 30 segundos, con estos valores de temperatura se pueden aplicar las dos fórmulas siguientes de acuerdo a la temperatura del agua y de la muestra.

Si la muestra al enfriarla y el agua están a la misma temperatura se emplea $T = T.max - Ts$

Si la muestra al enfriarla y el agua están a diferentes temperaturas se emplea $T = \frac{1,1(T.max - Ts)\ 10\ (T.max - TA)}{11.1}$

El contenido de zeolitas en la muestra es directamente proporcional a la elevación de Temperatura T que se obtenga al efectuar el cálculo.

Este es un método de campo y sólo reporta datos sobre el contenido de zeolitas en forma relativa.

Si AT oscila 4°C y 8°C indica zeolitas en poca cantidad.

Si AT oscila entre 8°C y 20°C indica presencia de zeolitas en cantidades apreciables.

Si AT es mayor de 20°C indica la presencia de zeolitas en gran cantidad y posiblemente sea Chabazita.

Para las muestras que den valores positivos es recomendable realizar análisis de otro tipo como Rayos X y análisis químico cuantitativo y cualitativo.

Queremos dejar aclarado que estos tipos de ensayos, no refleja en realidad el contenido zeolítico exacto, por lo que para dejar definida esta cuestión es necesario en zonas donde afloran estas rocas hacer un estudio detallado con una red de muestreo detallado y someter dichas muestras a estudios Roentgenométricas, análisis químicos etc., de lo contrario es muy probable se cometan errores al hacer una evaluación cualitativa de esas rocas.

TABLA DE LOS CONTENIDOS DE ZEOLITAS

No. Muestra	dt
237	0,1
264	1,2
220	1,5
265	2,0
198	1,1
152	1,2
291	1,1
209	0,9
56	1,2
58	2,3
66	3,5
247	1,0

CONCLUSIONES

1.- Desde el punto de vista geólogo - estructural, el área mapeada se ubica en la zona de articulación entre el anticlinal Oriental y la Cuenca Nipe - Baracoa.

2.- El corte estratigráfico estudiado comprende mas de 1000 metros de rocas del Cretácico Superior, Paleógeno y Cuaternario; y se agrupan en tres unidades litoestratigráficos las cuales son:

- Formación Mícara
- Formación El Cobre
- Formación Mucaral

Formación Mícara.- Edad Cretácico Superior (Maestrichtiano) - Paleoceno Inferior. Espesor 600 metros.

Areniscas de grano fino a medio con estratificación gradacional e intercalaciones de capas finas de aleurolitas algo calcareas, color pardo, con aspecto de turbiditas, en parte del corte se observan depósitos de deslizamientos subacuáticos.

Formación El Cobre.- Edad Paleoceno Inferior - Paleoceno Superior? . Espesor 450 metros. Esta es la edad más antigua reportada para capas de esta Formación en la cuenca Nipe - Baracoa.

Tobas vitreoclásticas, areniscas tobaceas, calizas tobaceas, tufitas, intercalaciones de capas de calizas y areniscas en algunas partes del corte y tobas montmorillonitizadas o zeolitizadas.

Formación Mucaral.- Edad Eoceno Inferior - Eoceno Superior?. Espesor 300 metros.

Margas estratificadas con intercalaciones de capas de calizas microclásticas, en la base aleurolitas calcareas, tufitas, tobas y calizas arenosas con estratificación laminar.

3.- El magmatismo efusivo está representado por rocas vulcanógena sedimentarias de la Fm El Cobre; mientras el magmatismo intrusivo se evidencia en pequeños cuerpos que afloran en algunas partes del área.

4.- Tectónicamente la secuencia se divide en tres pisos estructurales.

1. Piso estructural Cretácico Superior (Maestrichtiano)-Paleoceno Inferior.

2. Piso estructural Paleoceno Inferior - Eoceno Inferior.

3. Piso estructural Eoceno Inferior - Eoceno Superior.

5.- Los recursos minerales del área están representados por la gran extensión tanto superficial como en el corte de las tobas montmorillonitizadas o zeolítizadas, las cuales en algunos casos las capas tienen potencia hasta de 1,5 metros.

6.- En el área fue determinada la presencia de un sinclinal cuyo eje tiene dirección SW - NE, el cual puede ser la continuación del sinclinal Río Castro.

RECOMENDACIONES

1.- Debido a la importancia que tienen las rocas zeolíticas y las Bentonitas, así como su amplia utilización industrial, recomendamos hacer un estudio más detallado de los lugares donde estos afloren y existan condiciones para su explotación.

2.- Mediante análisis de Rayos X y análisis químicos etc. dejar aclarado si el producto de la alteración de las tobas son bentonitas o tabas zeolitizadas.

3.- En caso de realizar en el futuro trabajos de mapeo en algunas partes del área, utilizar algunos métodos auxiliares tales como perforaciones etc., ya que existen grandes áreas cubiertas, lo cual dificulta en gran medida el mapeo, sin otros medios auxiliares.

4.- Realizar algunos trabajos de mapeo al este del área para determinar si por debajo de las rocas de la Fm Mícara existen rocas de la Fm Santo Domingo y ver las características del contacto de las serpentinitas del este del área con la Fm Mícara ya que no pudo ser observado.

5.- Hacer un estudio más detallado sobre el contacto de la Fm Mucaral y la Fm El Cobre, ya que esa zona generalmente está bajo aluviones del Río Cananova.

BIBLIOGRAFIA

ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA Y LA URSS: Atlas Nacional de Cuba, 1970.

ADAMOVICH Y CHEJOVICH:Características de la Geología y Minerales útiles de la región nordeste de la provincia de Oriente, 1964. pp 29 - 34, "Revista Tecnológica No. 6", Cuba.

CARRALERO NORGE: Geología Palenque de Yateras (Tesis).

BERMUDEZ P.J.: Las formaciones geológicas de Cuba, 1961, ICRM, La Habana, Cuba.

BELEUSOV: Geología Estructural, 1974, Editorial Mir, Moscú, URSS.

BOITEAU A Y M. CAMPOS: Datos Preliminares sobre la parte sur de la Sierra del Purial.

COBIELLA JORGE: Estratigrafia de Sabanilla, Mayarí Arriba, 1973, Revista Tecnológica No. 3, Vol. 4, La Habana,Cuba.

DOMINGUEZ E. ROSELL: Estratigrafía de la zona de Bayate. 1977, (Tesis).

FURRAZOLA G Y OTROS: Geología de Cuba, 1964.

GARCIA LUIS M.: Geología del área de Bayate Norte, 1977 (Tesis)

ITURRALDE M.: Geología del Cuadrante Calabaza Sur, Mayarí Arriba, Oriente, Cuba (Tesis)

KERR P.F.: Mineralogía Optica, Ediciones OMEGA S.A.,(1959)

LAHEE F.H.: Geología práctica, Ediciones OMEGA S.A.,(1962)

OROZCO G: Estudio Mineralógico y Petrográfico de las rocas del Paleogeno en el Sur de la Sierra Cristal, (Tesis 1975).

OBREA L.C.: Métodos Morfométricos para la búsqueda de nuevas estructura, 1977 Revista La Minería en Cuba. Vol. 3.

SEGURA SOTO R.: Introducción a la Petrografía. Ediciones URNO, Bilboa, España.

YAKUSHOVA A.: Geología General, Ediciones MIR, Moscú, URSS.

REVISTA CIENCIA Y TECNICA. Vol. 2, 1978. Cuba

COBIELLA JORGE: Características generales Fm El Cobre, 1978 (INEDITO)

PEREZ RAMON: Geología de Farallones 1977 (Tesis)

COBIELLA JORGE: Informe Sierra Cristal, 1975. Universidad de Oriente (INEDITO).

ITURRALDE M.: Estratigrafia del área Calabazas Achotal. 1974, Revista Minería en Cuba. Vol. 2 No. 4.

HEINRICH E. W.: Petrografía microscópica. Edición OMEGA.

ARCIAL FLORENCIO: Geología del Curso Medio del Río Castro, 1978, (Tesis).

MARTIN ROMAN: Geología Curso Inferior del Río Castro, 1978. (Tesis)

DESCRIPCIONES DE SECCIONES DELGADAS

Muestra 219
X: 679,5
Y: 216,9
Fm El Cobre

Descripción megascópica

Caliza de color crema microcristalina de granos finos de textura masiva, compacta, pesada algo recristalizada con crecimiento de pequeños cristales de calcita en forma de drusa en las zonas de grietas, no se observan fósiles.

Descripción microscópica

Caliza de estructura microclástica, presenta poco restos fósiles entre los cuales hay algunos mal conservados, los fósiles presentes son:
Globorotalia sp, Foraminíferos mal conservados, restos de testas espirales.

También se observan fragmentos de calcita cementados por material calcareo y pequeños fragmentos de cristales de rocas volcánicas tales como: feldespatos, cuarzo, piroxenos etc.

Muestra 252 (a)
X: 678,2
Y: 216,7
Fm El Cobre

Descripción Megascópica

Conglomerado polimictico color cremoso con gran variedad de clastos los cuales oscilan entre 0,5 - 3 cms de diámetros, estos se componen de rocas calcareas, tobas, serpentinitas, diabasas, calizas coralinas, cuarzo, cementados por material calcareo con aspecto oxiclado en partes.

Descripción Microscópica

La roca es un conglomerado calcareo de textura brechosa con clastos de diferentes litologías entre los cuales hay rocas tobaceas, calizas, tufitas, diabasas, serpentinitas etc. la estructura es clástica, no presenta fósiles, el material cementante es calcareo.

Muestra 251
X: 680,5
Y: 220,2
Fm El Cobre

Descripción megascópica

La roca es una toba estratificada de granos finos, color verdoso, fracturada de textura estratificada, en algunas partes presenta estratificación laminar, tiene peso mediano, no se observan restos fósiles.

Descripción microscópica

La roca es una vitreoclástica, de granos finos de textura estratificada, con estratificación laminar de estructura vitreoclástica con pequeñísimos fragmentos de vidrio volcánicos, estando la mayoría alterados; presenta birrefingencia muy baja,

Muestra 228
X: 680,3
Y: 220,8
Fm El Cobre

La roca es una caliza Tobacea de color crema algo verdoso de textura afanítica, fracturada algo concoidal, compacta, muy dura de peso mediano, aparece intercalada en capas Tobaceas.

Descripción microscópica

Caliza Tobacea de grano muy fino en la cual se aprecian restos muy pequeños de fragmentos de cristales de plagioclasa y máficos muy alterados, tiene textura masiva, algo silicificada, presenta pequeños fósiles fracturados y mal conservados además hematita y óxidos en poco porciento.

Muestra 165
X: 682,8
Y: 220,7
Fm Mucaral

Descripción megascópica

La roca es una caliza color pardo grisaceo, compacta, de granos finos, muy dura con textura masiva, de mediano peso, no se aprecian fósiles.

Descripción microscópica

Caliza de grano fino de textura masiva de estructura pelitomórfica, no presenta fósiles. El material tobaceo está compuesto por plagioclasas, albita, feldespato y cristales de piroxeno, también presenta pequeños fósiles mal conservados y algo recristalizados.

Muestra 114
X: 683,7
Y: 216,3
Fm El Cobre

Descripción megascópica

Roca ignea intrusiva color gris oscuro con tonos verdosos bien cristalizada, con minerales máficos y aproximadamente 40% de felsicos, también se observa cuarzo, la roca es muy dura de textura granoblástica y en algunas partes aspecto de pórfidos.

Descripción Microscópica

La roca es una anortosita del grupo del gabro con predominio de plagioclasas (labrador) muy alteradas y sausuritizadas, también presenta en menor cantidad cristales de piroxeno muy alterados, no se observa presencia de cuarzo.

Muestra 234
X: 678,9
Y: 220,1
Fm El Cobre

Caliza conglomerática, color blanco cremoso, con fragmentos con diámetros entre 0,5 - 1,5 cms de composición polimictica; los clastos son de rocas calcareas, diabasa, fragmentos arenosos serpentinitas cuarzo, cementados por material calcareo.

Descripción microscópica

La roca es una caliza de textura conglomerática y estructura clástica en la cual se aprecian fragmentos de variada litología, predominando los de calizas, Tobas, tufita, cuarzo y serpentinita, también se observan fósiles mal conservados, el material cementante es totalmente calcareo.

Muestra 233
X: 679,2
Y: 620,1
Fm El Cobre

Descripción megoscópica

Caliza de granos finos a medios color crema, compacta de textura masiva, se observan pequeños fósiles.

Descripción microscópica

Caliza organodetrítica en la cual se aprecian restos fósiles tales como: Globorotalia sp, Globigerina sp, Globigerinoides sp, etc.

Además posee fragmentos de cristales pequeños de plagioclasas, anfiboles y fragmentos de calcita, algunos de forma redondeada y sub-redondeada al parecer de textura zeolítica.

Muestra 252 (c)
X: 678,2
Y: 216,7
Fm Cobre

Descripción megascópica

Arenisca color gris verdoso de granos medios bien estratificada, esta arenisca transicionan a lutitas de granos finos, presenta inclusiones pequeñas de material arcilloso.

Descripción microscópica

La roca es una arenisca polimíctica de granos finos a medios con gran cantidad de fragmentos de cristales de anfiboles, plagioclasas, cuarzo en un 20% pequeños granos de rocas oscuras y rocas tobaceas cementado por material calcareo.

Muestra 265
X: 676,4
Y: 216,8
Fm Cobre

Descripción megascópica

La roca es una caliza tobacea algo silicificada de granos medios de textura masiva, compacta, pesada, no se aprecian fósiles.

Descripción microscópica

Caliza tobacea de textura masiva, estructura microclástica con pequeños fragmentos de plagioclasa, anfiboles, no presenta fósiles.

Muestra 230
X: 679,5
Y: 221,3
Fm Cobre

Descripción megascópica

Roca tobacea color crema algo zeolitizada de granos finos estratificada, poco densa aparece intercalada en la secuencia de tobas y areniscas tobaceas.

Descripción Microscópica

Toba de grano fino, de textura casi afanítica, de estructura vitreoclástica con gran cantidad del material volcánico alterado a minerales arcillosos, los cuales presentan baja birrefringencia, y de aspecto terroso.

Muestra 102
X: 683,2
Y: 216,3
Fm Mucaral

Descripción megascópica

Roca ignea intrusiva color gris algo verdoso, de granos medios, de textura masiva, compacta, pesada con cuarzo en poca cantidad.

Descripción Microscópica

La roca es un gabro de estructura holocristalina de textura gabroidea con abundante cantidad de Hornblenda muy alterada y plagioclasas andesina y labrador muy alteradas y sausuritizadas. También aparece cuarzo en poco porciento.

CORRELACION ESTRATIGRAFICA SEGUN ALGUNOS AUTORES ORIENTE CENTRO-NORTE

TABLA

CRONOESTRATIGRAFIA				ITURRALDE M. 1975	Lewis y Straczek 1955	Kumpera 1968	Cobiella 1974	Diaz y Muñoz 1974	ESTE TRABAJO 1979
CENOZOICO	PALEOGENO	Oligoceno	superior	Pq^3_3	FM MAQUEY	GRUPO ACHOTAL			
			medio	Pq^2_3	FM MAXIMIANA				
			inferior	Pq^1_3					
		Eoceno	superior	Pq^3_2	FM SAN LUIS				FM MUCARAL
			medio	Pq^2_2	FM CHARCO REDONDO	GRUPO EL COBRE			
			inferior	Pq^1_2					
		Paleoceno	superior	Pq^2_1	Mbro El Deseo (FM SABANETA)				
			inferior	Pq^1_1	Mbro Campo Largo; FM GRAN TIERRA; ultrabasitas; FM LA PICOTA; FM MICARA				
MESOZOICO	CRETACICO	Superior	maestrich	Cr_2					
		Inferior			Mbro Perucho; Guasimas; Domingo; FM Santo; capa el frances; Mbro				

	Lewis y Straczek 1955	Kumpera 1968	Cobiella 1974	Diaz y Muñoz 1974
	SIN ASIGNACION FORMACIONAL			
	FM SAN LUIS			FM CHARCO REDONDO
	FM CHARCO REDONDO	Mbro P. Naranjo; FM CHARCO REDONDO; Mbro Caridad	FM CHARCO REDONDO	
	FM COBRE	FM EL COBRE; FM STA RITA	Mbro El Pulpito (COBRE); Mbro basaltos Sabana (EL); Mbro Puerto Escondido; Mbro La Vuelta (FM)	Mbro EL Pulpito (COBRE); Mbro Basaltos Sabana (EL); Mbro Puerto Escondido (FM); Mbro La Vuelta
	FM HABANA ? Mbro conglomeratico Picota	FM HABANA Mbro conglomeratico La Picota	Mbro cong La Picota; FM SABANILLA Mbro Micara	ultrabas; La Picota (NILLA); Mbro cong; FM (SABA); Mbro Micara
	ULTRABASITAS	ULTRABASITAS		FM TOBAS

ESTE TRABAJO 1979
FM MUCARAL
FM EL COBRE
ULTRABASITAS
FM MICARA