

INST. SUPERIOR MINERO METALURGICO

MOA HOLGUIN

TRABAJO DE DIPLOMA

"ESTUDIO MINERALOGICO DE LAS TOBAS ALTERADAS
DE LA ZONA DE SABANILLA MAYARI ARRIBA"

DIPLOMANTE : DINORAH DIAZ DIAZ

TUTOR : GERARDO OROZCO MELGAR

RESUMEN

El trabajo de diploma "Estudio Mineralógico de las tobas alteradas de Sabanilla - Mayarí Arriba" en el que se realizó un estudio mineralógico basado en una serie de análisis de laboratorio en tobas vitreocristaloclasticas, que en mayor o menor medida se encuentran alteradas.

Basado en el muestreo realizado en 1982 por Sánchez Altarriba Y., estudio de trabajos anteriores así como ensayos de laboratorios (rayos x, análisis químicos, secciones delgadas y peso específico) mediante los cuales se expusieron las características geológico - mineralógicas de estas tobas.

Con el análisis de rayos x fue posible establecer las fases minerales principales presentes en la fracción mayor de 63 μ m, con el estudio petrográfico se evaluó la composición mineralógica y estructuras de las rocas y de forma general, todo el estudio realizado sobre estas rocas nos ha permitido profundizar mucho más en el grado de conocimiento del área objeto de estudio.

El presente trabajo tiene como objetivo además, ser la culminación en opción al título de Ingeniero Geólogo de la autora.

INTRODUCCION

El presente trabajo titulado "Estudio mineralógico de las -
tobas de la zona de Sabanilla - Mayarí Arriba" tiene como -
objetivo fundamental el estudio mineralógico de las rocas -
que afloran en Sabanilla, Mayarí Arriba, localizadas al sur
de la Sierra Cristal, en la provincia de Santiago de Cuba -
que se caracteriza porque el vidrio volcánico se ha altera-
do a minerales del grupo de las zeolitas o a arcillas.

Para ello fueron procesadas unas 40 muestras obtenidas a -
través de un muestreo preliminar realizado por Sánchez Al-
tarriba Y., (1982). De las cuales se tomaron las rocas -
más representativas y que de forma general abarcan toda el
área estudiada para realizar los análisis de laboratorio;-
los que consisten, en la determinación del peso específico
de la totalidad de las muestras, secciones delgadas, análi-
sis químicos y análisis de rayos X.

De todos estos análisis se han confeccionado tablas en las
que se ilustran los resultados obtenidos en cada uno de -
ellos, tales como : tablas de peso específico (donde se -
representa además la composición mineralógica), tablas de
análisis químicos y tablas de rayos X, diagramas de fre ---
cuencia de aparición de las muestras según su peso especí-
fico. El trabajo cuenta además, con un mapa geológico, -
una columna estratigráfica y otros anexos gráficos.

De todo el conjunto de trabajos realizados a los que ante-
riormente se ha hecho mención, podemos agregar que con la
ayuda de todos ellos pudimos arribar a una serie de con---
clusiones que son generalizadas para toda el área estudia-

No quiero concluir este trabajo sin antes agradecer al ingeniero Gerardo Orozco Melgar, quien es guía del mismo, por la valiosa ayuda que ha prestado con sus siempre ciertas explicaciones y orientaciones, al ingeniero Rojas Purón y a todos aquellos que de una forma u otra han hecho posible la culminación del presente Diploma.

El agradecimiento más sincero a la Revolución, que me ha guiado por el camino del Socialismo, permitiéndome estudiar para integrar, la ya numerosa fila de profesionales existentes en el país.

Indice

Pág.

Resumen

Introducción

Parte General

Capítulo I :	Grado de estudio de la zona, trabajos realizados con anterioridad.	2 - 5
Capítulo II :	Características físico-geográficas y económicas de la región (breve reseña general de la Sierra Cristal)	6 - 11
Capítulo III:	Geología Regional.	12 - 17
Capítulo IV :	Geología Local del área.	18 - 24
	4.1. Estratigrafía	
	4.2. Tectónica	
	4.3. Depósitos del Cuaternario	
	4.4. Yacimientos Minerales	

Parte Especial

Capítulo V :	Trabajos de muestreo y preparación de las muestras obtenidas para los ensayos de laboratorio.	25 - 27
	5.1. Introducción	
	5.2. Trabajos de muestreo	
	5.3. Preparación de las muestras para los ensayos de laboratorio,	
Capítulo VI :	Trabajos experimentales, metodología, interpretación de los resultados y comparación con trabajos anteriores.	28 - 43
	6.1. Determinación del peso específico Metodología empleada.	
	6.2. Correlación con los datos obtenidos del peso específico acerca de la composición mineralógica y descripción de secciones delgadas.	
	6.3. Interpretación de la relación Sílice/Alúmina y el contenido de Magnesio obtenido con el análisis químico de las rocas alteradas de la zona de Sabana.	
	6.4. Estudio de rayos X. Metodología para el análisis de rayos X.	
	6.5. Interpretación de los difractogramas obtenidos para cada muestra.	

Indice

Pág.

Anexo Textual

Capítulo VII : Conclusiones y Recomendaciones 44 - 47

7.1. Conclusiones

7.2. Recomendaciones

Anexos Gráficos

Tablas

Bibliografía

CAPITULO I : Características físico-geográficas y económicas de la región (breve reseña general de la Sierra Cristal).

Nuestra zona de trabajo, se localiza en la parte sur de la Sierra Cristal cerca de Mayarí Arriba, Municipio II Frente; la cual comprende un área aproximada de 40 km², ésta se encuentra limitada por las siguientes coordenadas, según Lambert :

$$\begin{array}{ll} x^1 - 626\ 000 & ; \quad x^2 - 635\ 000 \\ y^1 - 193\ 000 & ; \quad y^2 - 198\ 000 \end{array}$$

El principal poblado es Mayarí Arriba, siendo Sabanilla nuestra zona de interés; la cual está localizada a orillas del río Mayarí, teniendo comunicación con Mayarí Arriba por un terraplén en buenas condiciones.

Dentro de las cotas absolutas más elevadas, tenemos la loma de Mayarí con 497 m; siendo las alturas relativas con respecto al valle de Mayarí Arriba del orden de los 200 ó 400 m.

El valle del río de Mayarí en Sabanilla es muy estrecho, aunque en aquellos lugares donde existen rocas blandas detríticas, el valle del río se ensancha notablemente, presentándose un relieve más suave.

Las Sierras de Nipe y Cristal se encuentran separadas por el río Mayarí, en el que desembocan varios afluentes, el cual en su confluencia con el Mícará (hacia el Este) se desliza a través de serpentinitas formando una estrecha garganta; mientras aguas arriba y abajo, en esta zona; el río corre a través de amplios valles labrados en rocas más blandas (areniscas y aleurolitas) / 4 /.

Estas montañas presentan un relieve en forma de bloques - --
Horst erosivo tectónicos correspondiente a las regiones de -
ascenso neotectónico heredados, cuyo aspecto morfológico está
determinado en gran parte por el sustrato geológico antiguo.--
Presentándose llanuras con pendientes más abruptas y diseccio-
nadas / 1 /.

De forma general esta zona se caracteriza por presentar tie--
rras poco cultivables.

El área de Sabanilla se presenta en forma abrupta; siendo la
zona más baja el poblado de Sabanilla con una cota absoluta -
de unos 140 m.

Las cimas de las elevaciones están constituidas por las rocas
más duras y resistentes, como las calizas, basaltos y serpen-
tinitas.

Se encuentran además en esta zona numerosas fallas, lo que ha
ce su principal arteria fluvial; Río Mayarí posea un rumbo -
Este - Oeste y a la vez sufra cambios bruscos en cuanto a su-
dirección. Existen además pequeños arroyos intermitentes; -
los cuales vierten sus aguas en el río Mayarí y los ríos Mica-
ra y Jarahueca en los extremos Oriental y Occidental. La red
hidrográfica es de tipo dendriforme, convergiendo hacia el -
valle de Mayarí Arriba (donde se hace más densa) siendo menor
el número de afluentes en las partes abruptas en dirección a
Sabanilla. Hacia esa zona el valle del río de Mayarí se hace
más estrecho y las pendientes son más abruptas y escarpadas.

La dirección de las corrientes fluviales principales viene -
condicionada en algunos casos por la dirección de las estruc-
turas.

En dicha zona encontramos extensos e interesantes cortes a los costados de los numerosos caminos y terraplenes de esta localidad, en las cuales se observan todas las características y relaciones geológicas de las rocas que allí afloran.

En cuanto al clima podemos decir que es típico de una región tropical (que según el Atlas Nacional) nuestra zona se encuentra enmarcada en una región donde se desarrollan dos períodos de precipitaciones anuales, existiendo un período de lluvias (Noviembre - Abril) con una oscilación de las precipitaciones que va de 1000 a 2000 mm y un período de seca (Mayo - Octubre) donde las precipitaciones oscilan entre 300 y 500 mm.

La evaporación media anual (Evaporímetro clase A) oscila entre los valores de 1400 y 1600 mm con un escurrimiento superficial de 10 a 15 l/s - km².

Esto está muy influenciado por la temperatura media del área que es de 24.7 °C; la cual oscila entre 23.3 °C y 26.0 °C. La suma de las precipitaciones anuales promedio, es de 1500 mm variando entre 1400 y 1600 mm.

La economía es principalmente agrícola siendo su producto fundamental el café, el cual se cosecha en gran escala, existiendo además cítricos, también se cosechan árboles maderables y en menor medida se desarrolla la ganadería.

El centro de la zona, lo constituye el pueblo de Mayarí Arriba ubicado en el Municipio II Frente donde radica la dirección política y administrativa, la cual se incluye en nuestra área de trabajo.

La comunicación se realiza por numerosos caminos y terraple-
nes que hacen el área accesible.

*

CAPITULO II : Grado de estudio de la zona, trabajos geológicos y mineralógicos realizados con anterioridad.

- Dentro de los trabajos más antiguos referidos a la zona de Sabanilla - Mayarí Arriba, tenemos el de (J. Cobiella, 1970 - 71) "Geología de Sabanilla Mayarí Arriba Oriente". En dicho trabajo el autor presenta interesantes datos geológicos de la región que han servido de apoyo a trabajos que se realizarán o que han sido realizados. En él nos da a conocer la estructura geológica principal que se encuentra en Sabanilla, en la cual se desarrolla un braquianticlinal o domo; siendo éste la continuación de un anticlinal mayor extendido desde Palmarito (al Oeste), al cual se suponen varios levantamientos estructurales: como el de Sabanilla.

Se refiere además a la secuencia estratigráfica de Sabanilla con un espesor mayor a los 1700 m; en los que se desarrollan las secuencias: Clástica inferior, llamada Fm Habana ? del Maestrichtiano; la secuencia vulcanógena - sedimentaria El Cobre (Maestrichtiano) al Eoceno Medio y las calizas de la Fm Charco Redondo del Eoceno Medio.

Además, Cobiella hace referencia, a movimientos tectónicos - que se han producido en la zona durante el Maestrichtiano en la parte norte de Sabanilla los que provocan el levantamiento y erosión intensa de un área de rocas volcánicas de composición media, conjuntamente con la acumulación de una potente capa terrígena en Sabanilla.

Conjuntamente se produce la penetración de los cuerpos fríos de serpentinita a lo largo de fallas los que al llegar a la superficie continúan su movimiento en dirección a la cuenca de sedimentación como flujos de serpentinitas. Estos mantos-

de serpentinitas al ser erosionados al igual que las inclusiones de rocas básicas, constituyen los grandes cantos de conglomerados gruesos de La Picota; en tanto que los sedimentos de las facies aleurolita, arenisca y de conglomerados finos - del miembro La Picota; provienen fundamentalmente de la erosión de terrenos volcánicos.

- También tenemos referencias de otros trabajos, ellos son en 1973 los de J. Cobiella. En ellos se llevaron a cabo una serie de investigaciones referentes al área de Sabanilla. Estos trabajos son: "Los Macizos Serpentiniticos de Sabanilla - Mayarí Arriba, Oriente" y "Estratigráfica de Sabanilla Mayarí Arriba, Oriente".

En el primer trabajo, el autor hace una detallada descripción de los Macizos Serpentiniticos que afloran en Sabanilla en tres áreas diferentes.

También hace una minuciosa descripción de las rocas con ellas relacionadas como los conglomerados del miembro La Picota, - sobre los cuales descansan las serpentinitas que conjuntamente con el miembro Mícará constituido por areniscas y aleurolitas, las agrupa dentro de la Fm Sabanilla (Paleoceno) Fm Habana ? (según Lewis y Estraczek), 1955).

En este trabajo, Cobiella realiza un estudio tanto de la tectónica, génesis y edad geológica de la Fm Sabanilla y las -- serpentinitas, estableciendo interesantes conclusiones acerca del emplazamiento magmático de estos cuerpos serpentiniticos, dándole una edad de Paleoceno.

Estas características se representan en la columna estratigráfica y el mapa geológico de la zona.

En el segundo trabajo: "Estratigrafía de Sabanilla Mayarí -- Arriba, Oriente"; Cobiella realiza de forma detallada una descripción de las diferentes formaciones geológicas que afloran en la zona.

Definiéndose por primera vez la Fm Sabanilla (Paleoceno) la cual es la más antigua en la columna estratigráfica, la que es dividida por el autor en dos miembros.

Miembro Micara : Formado por alternancias de areniscas y aleurolitas de color pardo.

Miembro La Picota : Constituido por conglomerados (ya descritos por Lewis y Straczek, 1955) en el valle de la Burra como la parte superior de la Fm Habana ?.

Este miembro La Picota está formado por dos variedades de conglomerados: uno con estratificación gruesa y otro con aspecto de conglomerado brecha.

Por otra parte, Cobiella detalla la estratigrafía de las formaciones El Cobre y Charco Redondo; señalando además la estrecha relación entre los conglomerados del miembro La Picota y las Serptentinitas, recomendándose el estudio posterior de esta relación para explicar más profundamente tareas tectónicas y estratigráficas.

- En el año 1974, Díaz y Muñoz llevan a cabo un levantamiento geológico de un área aledaña a la mapeada por Cobiella (1973); lo que constituyó su trabajo de diploma llamado: "Geología de Mayarí Arriba, Oriente".

La zona donde se realizó el levantamiento, está situada en la parte sur-central de la Sierra Cristal; teniendo como centro-el poblado de Mayarí Arriba.

En este trabajo, los autores habiendo confeccionado un mapa - geológico de la zona a escala 1:50 000, una columna estrati-- gráfica y diferentes perfiles geológicos, llevan a cabo el es- tudio estratigráfico de las rocas magmáticas y las serpentini- tas de la zona, además realizan un estudio de las caracterís- ticas tectónicas y la presencia de manifestaciones de Hierro- y Manganeso en la zona, la posibilidad de utilización de las tobas como material de construcción.

Por último realizan un análisis de la evaluación geológica de las zonas.

Los autores apoyados en el estudio estratigráfico realizado, - reconocen cuatro formaciones en el área; enumeradas de abajo a arriba son :

- Fm Tobas (Cretácico ?)
- Fm Sabanilla (cretácico superior - Paleoceno)
- Fm Charco Redondo (Eoceno Medio)
- Depósitos cuaternarios, fluviales y deluviales

Concluyendo en que existe una discordancia estratigráfica -- entre las rocas de la Fm Tobas y las secuencias Terrígenas de la Fm Sabanilla; en que no existen evidencias de la manifesta- ción de la Orogénesis cubana durante el Eoceno Medio; ya que no existe una discordancia durante esa edad y por último que- la estructura geológica es de bloques en forma de escalones - ascendentes con el relieve actual en dirección sureste-noroes- te.

- En 1975, Orozco realiza el trabajo de diploma: "Estudio Mineralógico de las rocas del Paleógeno de la parte sur de la Sierra Cristal", en el cual el autor presenta interesantes caracterizaciones de las rocas de esta zona a través de la experiencia obtenida durante el análisis petrográfico y mineralógico de dichas rocas; llegando a la conclusión de que: las rocas carbonatadas presentes en la parte baja del miembro La Vuelta de la Fm El Cobre, en Mayarí Arriba; tienen estructuras típicas de turbiditas, también dió a conocer que el vulcanismo que dió origen a la Fm El Cobre en Mayarí Arriba, es de composición media y de tipo submarino. Además, por primera vez se reportan para las rocas vulcanógeno-sedimentarias de la Fm El Cobre: la presencia de zeolitas como alteración del vidrio volcánico; nos habla además de la presencia de zeolitas en las rocas vulcanógena-sedimentarias lo cual provoca que la presencia de estas rocas, debido a la gran extensión y potencia que ellas presentan, pueden constituir una acumulación mineral de importancia económica.

- El trabajo presentado por Orozco, publicado en la revista "La Minería en Cuba" (volumen 5 No. 1, 1979-Orozco), nos habla del vulcanismo que afectó la zona; reportándose además por primera vez la presencia de minerales del grupo de las zeolitas en el miembro El Pulpito: Mordenita y Clinoptilolita, debido a la alteración del vidrio volcánico. En esta área el proceso de zeolitización (según Orozco), se desarrolla en gran extensión poseyendo una gran potencia, por lo cual la existencia de zeolitas en las tobas, hace que estas rocas adquieran importancia para la Industria.

- Coutin (1976) en el folleto de la Academia de Ciencias de Cuba (serie geológica No. 24) plantea que la composición mineralógica es un elemento determinante en la posible capacidad

puzolánica del grupo de las tobas volcánicas, apoyado en estudios geológicos anteriores, informa además que la parte vitrea de las tobas, es la que se altera a minerales zeolíticos que más inciden en la capacidad puzolánica de estas rocas.

- El estudio del Informe Geológico de Quintas y Carrolero (1982) en su fase de elaboración nos presenta importantes conclusiones; como que, las formaciones Santo Domingo, Cupey, Gran Tierra y Sabaneta; son de tipo Flysh y que Mícará, San-Luis y Maquey; son Molásicas, además que el ciclo superior caracterizado por las tobas alteradas y basaltos de la Fm Sabaneta; son de composición esencialmente andesítica.

- En el año 1982 Sánchez Altarriba Y. realizó el trabajo: "Estudio Granulométrico detallado de las rocas alteradas de la Fm El Cobre en Sabanilla". El mismo aporta interesantes datos en cuanto a la granulometría ya que se determinó de forma general que la granulometría gruesa, se concentra en la parte baja del corte, la media hacia el centro y la fina en la parte alta; además que el fenómeno de alteración de las tobas vitreocristaloclasticas a minerales del grupo de las zeolitas, se presenta fundamentalmente hacia la parte alta del corte.

- A. Brito (1980) publica el trabajo: "Geología, Mineralogía y Génesis de las Rocas Zeolíticas de la antigua provincia de Oriente", en cuya región se localiza nuestra área de trabajo, concluyendo en que la zeolitización en las secuencias vulcanógenas ocurrió, principalmente, a costa de la sustitución metasomática de los fragmentos de vidrio volcánico de las rocas piroclásticas, mientras que los fragmentos de los minerales (cristaloclasticos) permanecieron inalterados, las ro-

cas más intensamente zeolitizadas son las de la Formación Paleoceno-Eocénica, constituidas por tobas vitreocristaloclasticas y por tufitas.

CAPITULO III : Geología Regional.

En la antigua provincia de Oriente se desarrollan cinco grandes estructuras que se extienden de Norte a Sur como a continuación expresamos : Según el esquema propuesto por Cobiella et all, 1978.

- Cuenca de Nipe-Baracoa
- Anticlinariun Sierra Maestra
- Anticlinal Oriental
- Sinclinariun Oriental
- Fosa de Bartlett

Siendo las primeras cuatro estructuras de carácter Continen--tal o Subcontinental, mientras que la última es de carácter -Oceánico; diferenciándose todas ellas por: sus estudios tectónicos, estratigrafía y edad de formación, así como por la composición de la corteza.

De todas estas estas estructuras propuestas, (según el esquema de Cobiella) sólo detallaremos aquella en que se encuentra nuestra área de trabajo (Sabanilla Mayarí Arriba).

La estructura a la cual nos referimos, es el Anticlinal Oriental; la misma es de tipo Continental y Subcontinental y está-afectada por una falla profunda (propuesta por Puschaeski et all) que separa las zonas de Sierra de Nipe y Maisí (lo cual-no se ha comprobado aún).

Además por presentar ambas zonas características comunes se -permite enmarcarlas dentro de una misma unidad.

Cobiella propone que en el Anticlinal Oriental se distinguen-

dos tipos estructurales :

- Piso inferior
- Piso superior

Piso inferior: Se encuentra formado por el basamento del an ticlinal y está constituido por rocas muy deformadas, que - presentan variaciones en cuanto a su origen y edad de formación. Todas estas rocas, forman un paquete de mantos tectónicos que en algunas áreas ha sido cortado por la erosión - hasta su base; donde pueden ser estudiadas las capas autóctonas y probablemente las alóctonas.

El autóctono se ve representado en las Sierras de Nipe y -- Cristal por las capas de la formación Mícará (Maestrichtiano Paleoceno Inferior); constituida por areniscas, conglomerados, aleurolitas; éstas rocas tienen un espesor considerable siendo además de composición vulcanomíctica. Sobre la Fm - Mícará se encuentran cabalgados el Melange Mayarí, formado fundamentalmente por rocas de la Fm La picota (del Maestrichtiano) y los macizos ultramáficos serpentinizados de las Sierras de Nipe y Cristal.

El alóctono, posiblemente está representado por las capas - de la "Fm Santo Domingo" constituida por rocas vulcanogénicas de posible edad cretácica Preconiáciano; las que se encuentran cortadas por algunos Stoks de composición diorítica.

Mientras que la Fm Mícará aparece suavemente plegada; las - deformaciones de los mantos, son tan pronunciadas y tan complejas que estas capas rocosas se presentan muy contorcionadas.

Piso superior : Lo constituye la cobertura y termina con -

las capas más altas de la Fm Mícará, que en algunas localidades, aparece recubriendo los mantos tectónicos que fueron emplazados a inicios del Paleoceno; aunque no sucedió así con su movimiento ya que se le atribuye a este una edad Maestrichtiano.

La cobertura del Anticlinal Oriental en su flanco sur, presenta a la Fm Gran Tierra (Paleoceno Inferior) que descansa sobre la Fm Mícará.

La Fm Gran Tierra sólo aflora al Sur de la Sierra Cristal. Más arriba yace la Fm El Cobre, con un espesor menor que en la Sierra Maestra. Sobre la misma yace la Fm Charco Redondo constituida fundamentalmente por calizas arrecifales.

Según Carralero y Quintas (1982) en su informe geológico "Estructura y Estratigrafía de la porción suroeste de la cuenca de Sagua de Tánamo y Sur Central de la Sierra Cristal"; consideran que en Sabanilla, el bloque autóctono está representado por la Fm Mícará (Maestrichtiano-Paleoceno) Inferior) - compuesta por areniscas, conglomerados y aleurolitas de composición vulcanomíctica. Sobre esta aparecen cabalgados la Melange Mayarí constituida por rocas de Fm La Picota (Maestrichtiano) y los macizos ultramáficos serpentinizados de las Sierras de Nipe y Cristal.

Las capas alóctonas están formadas por las rocas de la formación Santo Domingo (Cretácico - Preconiacoano ?), constituidas por rocas vulcanógenas, las que aparecen cortadas por algunos stocks de composición diorítica.

Los autores describen en esta zona de la Sierra Cristal; la

presencia de dos secuencias bien definidas por su litología y estructura, éstas son :

- Secuencia Pre-cenozoica
- Secuencia Cenozoica

Secuencia Pre-cenozoica : Es la más difundida y presenta estructuras muy complicadas. Por la carencia de fósiles con interés paleontológico se hace muy difícil la determinación de su posición estratigráfica; esta secuencia es típicamente eu-geosinclinal de edad probable Jurásico - Eoceno Medio.

Las estructuras aquí presentes, según los autores, ésta secuencia se caracteriza por una tectónica típicamente alpina, en la que aparecen varios mantos tectónicos y una gran Melange ofeolítica, emplazado durante el Cretácico Superior.

El autóctono lo constituyen las secuencias molásicas del Maestrichtiano.

Se conoce además (según Quintas y Carralero, 1982) que en el corte Pre-cenozoico, se desarrollan dos mantos tectónicos : - Manto Soledad, constituido por vulcanitas de la Fm Santo Domingo y el Manto Sierra Cristal (propuesto por Cobiella et al.); compuesto por un Melange, fundamentalmente ofeolítico.

Secuencia Cenozoica : Esta aparece por encima de la secuencia anterior y está compuesta por un conjunto molásico superior y carbonatado posterior geosinclinal. La base del corte posiblemente está constituida por metamorfitas terrígenas del Jurásico que yacen conjuntamente con rocas siálicas y anfibólicas.

Esta secuencia sufrió deformaciones durante el eoceno superior, debido a los movimientos orogénicos cubanos que elevaron intensamente el Anticlinal Oriental.

Aparecen además gran cantidad de fallas verticales originadas por movimientos locales, ocurridos en el Oligoceno - Mioceno inferior.

Las estructuras cenozoicas, se caracterizan por una yacencia suave, muchas veces monoclinal, con algunos pliegues de ancho radio y numerosas fallas que dividen a toda la zona en muchos bloques.

Estratigráficamente en la Sierra Cristal y Sagua de Tánamo - (porción suroeste) región donde se encuentra nuestra zona de trabajo, según los autores, teniendo en cuenta las características litológicas y estructurales y la relación de la tectónica y la sedimentación de las diferentes formaciones; así como su posición estratigráfica, proponen dividir el corte - (hipotético parcialmente) en cinco conjuntos o secuencias - que a continuación exponemos.

1. Rocas pre-geosinclinales o del basamento y de las primeras etapas del desarrollo geosinclinal.

- Rocas presentes en las cabeceras de los ríos Miguel y Levisa.

2. Secuencia engeosinclinal.

- Vulcanitas pre-orogénicas deformadas y erosionadas y emplazadas tectónicamente durante la orogénesis subherciniana y laramídica.

Fm Santo Domingo.

- Rocas Terrígenas vulcanomíticas, acumuladas en parte sobre-depresiones de avance primarios. Sinorogénicas originadas durante la orogenia Laramídica.

Fm La Picota

Fm Mícara

3. Secuencias engeosinclinales post-orogénicas.

- Terrígenas - Fm Cupey
- Terrígena calcárea - Fm Gran Tierra
- Vulcanitas cenozóicas - Fm Sabaneta
- Rocas carbonatadas - Fm Charco Redondo

4. Secuencias engeosinclinales semiorogénicas (orogenia cubana).

- Secuencia Terrígena

Fm San Luis

Fm Maquey

5. Secuencias post-geosinclinales o subplatafórmicas.

Fm Majimiana

CAPITULO IV : Geología Local.

El área de Sabanilla, Mayarí Arriba pertenece al anticlinal y se encuentra al Sur de la Sierra Cristal.

Acerca de la geología local para el área de Sabanilla, podemos decir que se presenta un tanto complicada pues aparece afectada por dislocaciones disyuntivas desde el punto de vista T_éctonico, estratigráficamente se encuentra formada por diversas formaciones que describiremos a continuación en la :

4.1. Estratigrofia.

- Fm Santo Domingo : Se encuentra constituida por una secuencia de tobas y andesitas con intrusiones de diorita, siendo esta Fm la más antigua, a la que Cobiella le asigna una edad cretácica, llamada Fm Tobas. Se propone cambiar el nombre por Fm Santo Domingo por Itarralde Vinent et al (1975) y más tarde por Quintas y Carralero (1982). Estos últimos en su informe geológico: "Estructura y Estratigrafía de la porción Suroeste de la cuenca de Sagua de Tánamo y Sur central de la Sierra Cristal"; le asignan una edad de Cretácico Preconiaciano; constituida por tobas de grano grueso y tobas de grano fino, de color pardo y verde. En algunos lugares se observa que las tobas de grano fino se encuentran formadas por vidrio alterado, hematitizado y cloritizado (según Díaz y Muñoz, 1974), en esta secuencia se presentan fuertes buzamientos. La edad de estas rocas se estima que sea Jurásico Tithoniano a Cretácico Cenomaniano. Se presentan espesores aproximados (Cobiella, 1973) de 260 - 300 m.

Fm Sabanilla : Yace por encima de las rocas antes descritas (Cobiella, 1973) con un espesor aproximado de 700 m y edad Jurásico (Maestrichtiano ?) al Paleoceno; constituida por dos -

miembros uno inferior llamado Mícará y otro superior La Picota. Posteriormente desaparece la Fm Sabanilla, elevando a - ambos miembros su categoría, pasando a ser cada uno de ellos una formación independiente, llamándolo así Vinent (1975) y - otros autores como Quintas y Carralero (1982).

Fm Mícará : Compuesta por areniscas y conglomerados tipo - grauvaca, formado por clastos bien redondeados, de rocas volcánicas provenientes de la erosión de las rocas de la Fm Santo Domingo y por gabros, dioritas y algunas calizas.

Esta secuencia presenta un espesor aproximado de 500 m. según Quintas y Carralero (1982), en la zona de Mayarí Arriba está compuesta por areniscas y aleurolitas de color pardo, - que en ocasiones presentan estratificación gradacional, alternada en ocasiones entre sí. Los clastos que la componen son de rocas volcánicas de composición media y calcáreas y - raramente se observan unos fragmentos de serpentinitas y diabasas. Entre las areniscas se encuentran algunos lentes de conglomerados vulcanomícticos.

En Concepción se presentan areniscas y conglomerados grauvo- génicos intercalados en ocasiones con abundantes cemento cal cáreo y fragmentos de caliza, así como margas laminadas con intercalaciones de yeso mientras que en Calabazas está com- puesta por un corte de areniscas y grauvacas gruesas.

Su escasa fauna, indica una edad de Maestrichtiano y Poleoce no basal.

Fm La Picota : Está compuesta por conglomerados y conglome- rado-brecha constituidos por clastos frescos de diabasas y - en menor medida de serpentinitas y pequeños clastos de caliza, tobas, etc.

Diferentes autores han reconocido el carácter alóctono de -

las serpentinitas, haciendo notar la presencia de una gran brecha tectónica en la base de las mismas que a veces aparece incluida en la misma, mientras que otros autores plantean que estas brechas aparecen por encima de las serpentinitas.

La Fm La Picota aflora ampliamente en diversas localidades -- como Jirimías, al Norte y Este de Calabazas, en pequeñas áreas del Norte y Sur de Mayarí Arriba, en la Loma de Mayarí, etc.

La Fm La Picota está constituida por olistostromas turbiolíticos acumulados en el frente de los mantos serpentiniticos durante su avance, posteriormente el manto serpentiniticos arrancó a las rocas de la Picota y las movilizó conjuntamente hacia el Norte. Esta secuencia tiene un espesor de unos 150 m.

Fm El Cobre : Dividida por Cobiella en 1973 en cuatro miembros, constituida por tobas, calizas, basaltos, aglomerados y tufitas; con un espesor aproximado de 600 m; estos miembros son (de abajo a arriba) :

- Miembros La Vuelta
- Miembro Puerto Escondido
- Miembro de Basaltos Sabana
- Miembro El Pulpito

Esta Fm El Cobre se establece correlacionable a Sabaneta, en la zona de Sabanilla de la existente en Santiago de Cuba, nombrada en nuestra zona de trabajo (Sabanilla) como Fm Sabaneta; está constituida principalmente por rocas piroclásticas, calizas y basaltos. Según los geólogos de la brigada Cubano-Húngara y Quintas y Carralero (1982).

La composición del material de origen volcánico es fundamentalmente de medio a ácido. Acumulado en aguas profundas (excepto la parte superior del miembro El Pulpito).

- Miembro La ^{Vuelta} ~~Vuelta~~ : Llamado posteriormente Fm Gran Tierra-por Iturralde Vinent (1975) y según Cobiella (73-74) y Díaz y

Muñoz (1974) como Miembro La Vuelta, nombre que mantiene actualmente. Rocas que se localizan al Norte de Gran Tierra y Oeste y Suroeste de Mayarí Arriba. Formado por brechas de calizas, calcarenitas, margas y tobas cineríticas, correlacionables con la Fm Gran Tierra (según Cobiella 1973-74) y Quintas y Carralero (1982), dándole una edad de Paleoceno Daniano debido a fósiles hallados en el techo de estas rocas con un espesor aproximado de 150 m.

- Miembro Puerto Escondido : Compuesto por brechas de grano fino de color verde a blanco y tobas de grano grueso; alteradas todas a zeolitas o arcillas.

Estas capas presentan radiolarios y textura turbidítica; así como estratificación contorcionada y numerosos restos de tobas gruesas a finas y concreciones piríticas. Con una edad probable de Paleoceno Superior poco precisa por los escasos fósiles.

- Miembro de Basaltos Sabana : Constituye una potente intercalación caracterizada por texturas en almohadilla, de color negro, con abundante vidrio volcánico.

Sobre estos basaltos yacen brechas volcánicas basálticas con calizas intercaladas que contienen abundantes foraminíferos, que indican una edad Eoceno Inferior; por lo que los basaltos pudieran ser de edad Paleoceno Superior.

- Miembro El Pulpito : Ocupa la porción alta de la Fm Sabaneta en Mayarí Arriba caracterizado por la presencia de abundantes tobas cineríticas alteradas. Se observan además algunas intercalaciones de tobas de grano grueso también alteradas y quizás de tobas de éste tipo redepositadas, semejantes a conglomerados, donde se mezclan las tobas alteradas y las almohadillas sueltas.

Es evidente que las condiciones de sedimentación de Sabaneta son similares en Mayarí Arriba y Sabaneta con excepción, de la presencia de coladas basálticas. La edad de esta secuencia es

de inicios del Eoceno Medio.

Fm Charco Redondo : Que según Cobiella (1973) está compuesta por calizas de diferentes tipos, con un espesor aproximado de 360 m, presentan una yacencia casi horizontal, con edad de Eoceno Medio.

Según Quintasmy Carralero (1982) se conoce que esta Fm, está constituida por calizas microcristalinas, organógenas y macrocristalinas, con estratificación fina y media, y comunmente presenta mecanoglifos y bioglifos.

La fauna encontrada es típica de mares neríticos de bajos fondos.

De forma general hemos podido apreciar que la mayor parte de estas formaciones han sufrido, a lo largo del tiempo, algunos cambios en lo referente a sus nombres, que han sido señalados en la estratigrafía como es posible observar.

4.2. Tectónica

Dislocaciones plicativas : Las rocas dentro de esta estructura se caracterizan por presentar buzamientos suaves, excepto los de la Fm La Picota al Oeste de Sabanilla. El resto de las unidades presentan una yacencia raras veces superior a los 30°. Muchos pliegues locales complican la estructura en las Formaciones Charco Redondo y Santo Domingo. Las rocas de la Fm Sabaneta se caracteriza por yacencias regulares y más suaves que en unidades más antiguas.

Dislocaciones disyuntivas : Se presentan fallas de dos edades diferentes.

- Fallas de finales del Cretácico Tardío.
- Fallas del Terciario.

Fallas de finales del Cretácico Tardío : El contacto entre -

las serpentinitas y conglomerados, en todos los casos resultó ser de naturaleza tectónica, observándose en algunas localidades que tienen yacencia casi horizontal, suavemente ondulado. En la base de las serpentinitas hay espesores variables de serpentinitas pulverizadas delesnables, bloques de serpentinitas y gabros dispersos. Más arriba se encuentran serpentinitas macizas con espejos de fricción, pueden aparecer serpentinitas brechosas, cizalladas, en las que se ven bloques de serpentinitas macizas, rodeadas de espejos de fricción.

Según Cobiella las serpentinitas de Sabanilla fueron enclavadas en su actual posición por deslizamientos de mantos de serpentinitas a lo largo de la pendiente de un frente montañoso.

Fallas del Terciario : Dividen a la región en un macizo de pequeños bloques, distinguiéndose varios sistemas.

a) Sistema de fallas submeridionales : Se encuentran bien desarrolladas en la mitad occidental y en el borde Oriental del área. En ambas zonas las fallas están muy unidas. En la parte Occidental forman una serie de fallas escalonadas en las que los bloques Orientales se han movido hacia arriba.

b) Sistema de fallas N-NW : Generalmente ponen en contacto las rocas del miembro La Vuelta con las serpentinitas de la Fm Santo Domingo.

c) Sistema de fallas W-NW : Los desplazamientos son menores que en los sistemas más antiguos y probablemente no sobrepasos los 100 m.

d) Sistema de fallas NE : Se desarrollan en la región cen --

tral fundamentalmente. Algunas de ellas cortan la parte baja del miembro El Pulpito.

e) Sistema de fallas E W : Se presentan algunas fallas en la zona central con desplazamientos al Norte del Pulpito de 130 m y hacia el Oeste y Noroeste de Sabanilla de 60 m.

Todas las fallas del Terciario tienen buzamientos abruptos y - en las rocas más incompetentes no se ven evidencias de mineralización.

4.3. Depósitos del Cuaternario.

Los sedimentos cuaternarios están representados por los aluviones que cubren los lechos y zonas adyacentes de los ríos Mayarí y Jarahueca formando en algunos casos terrazas pequeñas. El máximo espesor visible de estos aluviones es de unos 6 - 7 m.

4.4. Yacimientos minerales.

Se presentan algunas manifestaciones de mineralización de manganeso en la parte correspondiente al miembro El Pulpito, tobas puzolónicas de la Fm Sabaneta y basaltos del miembro, Basaltos Sabaná de la Fm Sabaneta.

CAPITULO V : Trabajos de muestreo y preparación de las muestras obtenidas para los ensayos de laboratorio.

5.1. Introducción

Para realizar nuestro estudio en las rocas alteradas de la zona de Sabanilla Mayarí Arriba, fue necesario llevar a cabo una serie de trabajos de laboratorio, los cuales fueron los siguientes : determinación del peso específico, descripción de secciones delgadas, análisis químicos y análisis de rayos-X.

5.2. Trabajos de muestreo.

Los trabajos de muestreo fueron realizados por la diplomante-Sánchez Altarriba Y. (1982). Este muestreo se llevó a cabo a través de marchas rutas que cubrían un área aproximada de 12-Km². La toma de muestras se hizo en aquellos tramos donde se presentaban cambios de litología de las rocas, para un total de 40 muestras y 11 puntos de afloramientos. En cuanto a la litología de las rocas tenemos que, preferentemente las muestras seleccionadas en el campo fueron de tobas, caracterizadas por presentar diferentes colores y granulometría, en general se encuentran muy alteradas.

Todas estas muestras alteradas y meteorizadas presentan diferentes ángulos de yacencia y frecuentemente aparecen afectadas por grietas rellenas de sílice y óxidos de Hierro (Hematita y Limonita).

5.3. Preparación de las muestras para los ensayos de laboratorio.

- Peso específico.

Para la determinación del peso específico fue necesario una previa preparación de las muestras de roca que fueron procesa

das. Esta consistió en la utilización de unos 40 g aproximadamente de las rocas, las que posteriormente fueron trituradas - en un mortero de mano y a su vez tamizadas en un tamiz de -- 71 μ m, con el objetivo de obtener una muestra, con esta granulometría y extraer de este volumen de roca los 20 g. necesarios para la determinación del peso específico por el método del - picnómetro de acuerdo con la metodología establecida. Una vez obtenidos estos 20 g. de roca se colaron en una estufa para - extraerles el contenido de agua que pudiese tener la roca, dividiendo la muestra aproximadamente en fracciones de 10 g. para cada picnómetro, quedando lista para el proceso.

Análisis de rayos X.

Para el análisis de rayos X fue necesario tomar la fracción - mayor de 63 μ m obtenida por el método de disgregación tamización realizado por la diplomante Sanchez Altarriba Y. 1982. - Estas muestras fueron pasadas por una serie de tamices que va de 800 - 60 μ m obteniéndose 13 fracciones, incluyendo el - fondo según los tamices correspondientes a dicha serie.

Después de obtener estas fracciones tomamos aquellas de 800 - 250 μ m que se corresponden con las de mayor granulometría - y se les realizó una separación de cristales con la ayuda del microscopio binocular y una aguja de cobre. Así se obtuvieron los concentrados de cristales de plagioclasas y piroxenos fundamentalmente.

Este trabajo tuvo como objetivo la obtención de una fracción - bimineral para el análisis de rayos X con lo cual se simplificaría la interpretación de los difractogramas obtenidos en el registro.

Secciones delgadas.

Para la realización de las secciones delgadas seleccionamos -

aquellas rocas que de forma general eran representativas del área, tomando en cuenta además la información que existía - con anterioridad por análisis realizados a las mismas de esa forma poder realizar una comparación que ampliaría el grado de conocimiento de dicha zona.

CAPITULO VI : Trabajos experimentales, metodología, interpretación de los resultados y comparación con trabajos anteriores.

6.1. Determinación del peso específico.

Metodología empleada.

Para la determinación del peso específico por el método del picnómetro se toman aproximadamente unos 10 g. de la muestra de roca seca y debidamente triturada, para cada picnómetro, utilizando para la operación de secado una estufa a temperatura de 100 - 110°C y para la trituración un mortero de mano. Esta muestra se tamiza y posteriormente se somete a las diferentes pesadas establecidas según este método.

Inicialmente debe pesarse el picnómetro seco y bien limpio; posteriormente se pesa éste lleno de agua destilada hasta el enrase y una vez realizadas estas operaciones se procede a extraer el agua de dicho picnómetro. Nuevamente se secan a la misma temperatura antes mencionada, pasando a pesar los mismos una vez secos y con la muestra dentro. Finalmente al picnómetro con muestra se le añade agua destilada a un volumen de 30 ó 50% del total y se hierven en baño de María por espacio de una hora con el fin de extraer los gases presentes en la muestra de roca que se analiza, una vez extraídos estos gases se enfrían en un baño de agua, completando el volumen de agua destilada hasta el enrase, realizando de esta forma la última pesada correspondiente al picnómetro con muestra y agua. El peso del picnómetro con muestra menos el peso del picnómetro solo, nos da el peso de la muestra.

Todas estas pesadas deben realizarse en balanzas de alta precisión con exactitud de 0.01 g., para lo cual es necesario realizar dos determinaciones paralelas para cada muestra de roca,

calculando después un valor medio con una exactitud de 0.01 g. Las diferencias entre los resultados de ambas determinaciones se permite sólo hasta un margen de 0.02 g/cm³.

Teniendo en cuenta los datos obtenidos y los cálculos realizados como se muestra en las tablas de peso específico, éste se obtiene por la siguiente fórmula :

$$= \frac{G_3 - G_1}{G_2 - G_4 - (G_3 - G_1)} \text{ g/cm}^3$$

Donde :

- Peso específico
- G₁ - Peso del picnómetro solo
- G₂ - Peso del picnómetro con agua
- G₃ - Peso del picnómetro con muestra
- G₄ - Peso del picnómetro con muestra y agua

6.2. Correlación con los datos obtenidos con el peso específico acerca de la composición mineralógica y descripción de secciones delgadas.

Teniendo en cuenta el peso específico de las diferentes muestras se ha realizado una agrupación en intervalos, en cada uno de los cuales se agrupan las muestras que presentan pesos específicos más cercanos. Estos son :

- Primer intervalo : Rocas que poseen un peso específico menor de 2.30 g/cm^3 .
- Segundo intervalo: Rocas con un peso específico de 2.30 -- 2.50 g/cm^3 .
- Tercer intervalo : Rocas con un peso específico de 2.50 -- 2.65 g/cm^3 .
- Cuarto intervalo : Rocas que poseen un peso específico superior a los 2.65 g/cm^3 (ver tabla No.6)

Después de realizada esta agrupación en intervalos donde se ha tenido en cuenta además la composición mineralógica de aquellas rocas que posean descripción microscópica, así como su granulometría y otros datos (ver tablas Nos. 1, 2, 3, 4, 5), es posible observar que existe cierta regularidad en cuanto a estas características.

Analizando el primer intervalo, en el que se agrupan las rocas que tienen un peso específico menor de 2.30 g/cm^3 vemos que las muestras S-4(D), S-4(E) y S-10(K) presentan una granulometría fina, mientras que para el resto de las muestras (S-3(B), S-6, S-10(F) y S-10 es gruesa. No ocurre así con la composición mineralógica, la cual coincide en el caso de las muestras analizadas notándose, además, que algunas de ellas no parecen estar alteradas macrocópicamente, como ocurre con la S-10 y S-10(H) a pesar de poseer un peso específico bajo. Aquellas -

muestras sometidas a análisis térmico tienen una composición similar y se corresponden con minerales del grupo de las zeolitas. Esto es característico para este intervalo debido a que estos minerales se deben a la alteración de las tobas lo que provoca la disminución de su peso específico.

El segundo intervalo, al que corresponden las rocas con pesos-específicos que van de $2.30 - 2.50 \text{ g/cm}^3$, la regularidad en este intervalo se hace más notable que en el primero, pues la mayoría de las muestras presentan una granulometría fina, coincidiendo además en su composición mineralógica en aquellas que presentan descripción microscópica.

En los casos de las que poseen análisis térmicos, todas son una mezcla de arcilla con zeolita o zeolita.

Desde el punto de vista macroscópica la mayoría se observan alteradas, lo cual justifica el bajo peso específico que caracteriza a las rocas de este intervalo.

En el tercer intervalo, que va de $2.50 - 2.65 \text{ g/cm}^3$ podemos observar que se agrupan rocas menos alteradas o no alteradas desde el punto de vista macroscópico, excepto la muestra S-8(A) la cual se presenta muy alterada. En este intervalo se encuentran algunas rocas con presencia de carbonato, lo que justifica su peso específico, como ocurre con las muestras S-10(C) y S-11. Además, presentan una composición mineralógica semejante, dada por la descripción de secciones delgadas. Un hecho muy interesante en este intervalo, lo constituye la presencia de una toba zeolitizada (según análisis térmico) con alto peso específico, lo cual no es característico para estas rocas, ya que las alteraciones disminuyen el peso específico de las mismas.

En el cuarto y último intervalo, en el que se agrupan las rocas con un peso específico superior a los 2.65 g/cm^3 , también se presentan rocas con alto contenido de carbonatos como las muestras S-10(B) y S-7(C) lo que justifica su peso específico alto.

Se nota, además, macroscópicamente que algunas rocas se encuentran alteradas y que representa un hecho raro para dicho intervalo. La granulometría para las rocas que poseen análisis de sedimentación en su mayoría presentan una granulometría fina que al parecer es la que predomina.

De forma general, podemos ver que las tobas zeolitizadas y arcillosas son las que presentan pesos específicos bajos a pesar de existir una muestra que no cumple lo antes dicho, esta es la S-5 y se agrupan en los dos primeros intervalos, excepto la muestra antes mencionada. Aquellas rocas que no están alteradas o son menos alteradas y en algunos casos constituidas por carbonatos presentan pesos específicos más altos y se agrupan en los dos últimos intervalos, a pesar de existir muestras con alto peso específico y que están alteradas.

6.3. Interpretación de la relación sílice/alúmina y el contenido de magnesio obtenido con el análisis químico de las rocas alteradas de la zona de Sabanilla.

Analizando los datos obtenidos por el laboratorio, vemos que en las muestras S-3(A) y S-5 es donde se presenta una relación sílice/alúmina mucho más elevada que para el resto con un contenido de magnesio muy bajo (ver tabla No. 7), y teniendo en cuenta además que mientras mayor sea esta relación y menor el contenido de magnesio, más posibilidad tendrá la roca de estar zeolitizada, considerando también que por datos de análisis térmicos realizados con anterioridad, la muestra S-5 es una roca zeolitizada, todo lo cual nos permite inferir que en ambos casos las muestras de rocas se encuentran zeolitizadas.

Para este análisis se ha tenido en consideración que esta relación conjuntamente con el contenido de magnesio preferentemente, nos dan un índice en cuanto a la composición mineralógica de la roca, pudiendo establecer de esta forma si se trata o no de una roca zeolitizada ya que el aumento del contenido de sílice en rocas básicas es debido a la formación de nuevos minerales enriquecidos en estos componentes.

Resulta interesante hacer notar que las muestras S-4(D) y S-10(O) presentan resultados similares, según los análisis térmicos a ellas realizados, estos son : La muestra S-4(D) presenta un pico característico a minerales del grupo de las zeolitas, lo cual nos hace suponer que se trate de zeolita, en tanto la muestra S-10(O) resulta ser una zeolita?. Al realizarse el análisis químico en estas rocas podemos observar que no se cumple la relación sílice/alúmina y en las que además aumenta el contenido de óxido de magnesio, resultados contrarios a los obtenidos con el análisis térmico debido a que las zeolitas se caracterizan por abundante sílice, como es el caso de la Heulandita con un 59.2% de Sílice y que no contiene magnesio, ya

que este componente en estos minerales no existe o es muy bajo como el ejemplo al que nos referimos. Esta interpretación de los resultados de análisis químicos nos hace suponer que estas rocas sean arcillas y no zeolitas, ya que como puede verse en el caso de la montmorillonita (a modo de ejemplo) el contenido de sílice es de 46 - 56% mientras el de óxido de magnesio es de 4 - 5%.

Se tuvo en cuenta además, que el análisis térmico no da resultados exactos de si se trata o no de zeolitización de estas -- rocas.

Tenemos por último la muestra S-11 en la que teniendo en cuenta los criterios antes expuestos con vistas al reconocimiento de las rocas descritas y basados en la relación sílice/alúmina obtenida para ella así como el contenido de magnesio podemos inferir que también se trata de una roca arcillosa. Aunque de ella no se tiene análisis térmico como en los casos anteriores.

En sentido general hemos valorado, basados en la composición química de estas rocas, cuál ha de ser su composición mineralógica.

6.4. Metodología para el análisis de rayos X.

- Preparación de las muestras.

Para realizar una correcta interpretación es necesario elegir de antemano las condiciones conque ha de realizarse cada análisis y la preparación adecuada de las muestras.

En la preparación de las muestras influeyn varios factores. - Estos son: la perfecta trituración del mineral, hasta conse -- guir un finísimo polvo, casi impalpable con las yemas de los -- dedos, lo cual se ha realizado con un pulverizador ágata, la -- colocación adecuada del mineral en el porta muestra del difrac -- tómetro y la eliminación del efecto de orientación del mineral.

- Interpretación de los diagramas obtenidos con el difractóme -- tro. Fichas ASTM.

Dada la inmensa cantidad de sustancias naturales existentes la identificación de un mineral con los datos obtenidos en la lec -- tura del diagrama de rayos X, dentro de una gran exactitud, -- encierra sin embargo cierta dificultad. Para facilitar esta -- interpretación se han confeccionado tablas muy complejas. Las más utilizadas hoy día siguen el sistema de ordenación hecho -- por Honwalt.

Se eligen los tres valores más intensos de un diagrama, con el principal de los tres, se busca el grupo de la tabla a que per -- tenece, en una segunda columna se busca el valor correspondien -- te al siguiente índice más intenso y a continuación el terce -- ro. Una vez que coincidan estos, se comprueba si los siguien -- tes índices coinciden también con los restantes valores tabula -- dos en la ficha correspondiente, quedando así identificado el mineral.

Debido a la existencia a un tiempo de varios minerales en un -
análisis, sus diagramas se superponen y habrá de tenerse en -
cuenta en tal caso que los índices más intensos deberán ir --
coincidiendo separadamente en las tablas, puede ocurrir por -
tal motivo que un mismo pico corresponda a sustancias distin--
tas. Cuanto más complejo sea el diagrama más dificultad ence-
rrará su interpretación / 6 /.

6.5.- Interpretación de los difractogramas obtenidos para cada muestra.

Muestra S-1(D)

En la fracción mayor de 63 micrones que analizamos vamos a tener que la fase mineral que predomina es aquella cuyos reflejos más intensos tienen distancias interplanares de 3.18 , 3.16 y 3.01 \AA° en orden descendente, estos valores según la literatura (7), tabla No.(8) se corresponden con las plagioclasas coincidiendo además el resto de los reflejos.

Estas son de composición básica bitownita.

Existe además una segunda fase mineral perteneciente a los piroxenos, dándose el caso de que el pico de máxima intensidad de piroxeno se superpone con el segundo pico obtenido para las plagioclasas con una distancia interplanar de 3.16 \AA° coincidiendo a su vez el resto de los reflejos correspondientes a esta fase mineral. (ver tabla No.8)

La identificación de los piroxenos se ha hecho con la literatura (16).

Muestra S-4(A)

Al analizar esta fracción podemos ver que la fase mineral predominante es la correspondiente a las plagioclasas y cuyos reflejos presentan distancias interplanares de 3.16, 3.484 y 3.005 \AA° (ver tabla No.9), coincidiendo además el resto de los picos de plagioclasas con la literatura consultada (16). Esta plagioclasea es de composición básica es decir Bitownita.

Existe también una segunda fase mineral dada por los piroxenos especialmente la enstatita con distancias interplanares de 3.16, 3.005 y 2.49 \AA° , como puede verse los dos primeros picos se superponen a los de plagioclasas complicando la interpretación del difractograma obtenido para esta roca.

En esta fracción no es posible establecer la intensidad de los picos dados por el registro de rayos X debido a que el pico principal de las plagioclasas se superpone con el de los piroxenos (ver tabla No.9 y anexo No.7).

Muestra S-8(C)

En esta fracción se puede observar que la fase mineral que

predomina es la correspondiente a las plagioclasas de composición básica con picos cuyas distancias interplanares poseen valores de 3.17, 3.15, 3.71 y 3.99 \AA^0 como puede observarse en el difractograma obtenido para esta muestra (anexo No.8). El resto de los reflejos coinciden además con los valores dados en la literatura (7), la que ha sido utilizada para la identificación de esta fase mineral. Esta plagioclase es la bitownita.

Existe una segunda fase mineral que presenta como pico principal el que posee una distancia interplanar de 3.17 \AA^0 (ver tabla No. 11) el cual se superpone con el segundo pico de las plagioclasas, sucesivamente le siguen en orden descendente los picos 2.90 y 2.81 \AA^0 coincidiendo el resto de los picos con la literatura (16) que ha sido utilizada para la identificación de este piroxeno.

Reflejada en el difractograma aparece una tercera fase mineral también correspondiente a piroxeno, o sea la augita. Esta presenta reflejos con distancias interplanares de 2.98, 2.63 y 1.76 \AA^0 coincidiendo el resto de los picos con la literatura (17), que se ha utilizado para identificar este mineral.

Muestra S-10 (H)

Analizando esta fracción tenemos que la fase mineral predominante es la correspondiente a los piroxenos, ocurriendo de forma contraria al resto de las muestras en las que se presenta como fase principal la perteneciente a las plagioclasas.

El piroxeno que aparece es la enstatita (ver anexo No.9) con reflejos que poseen distancias interplanares de 3.16, 3.51 y 1.82 \AA^0 (tabla No.10) coincidiendo a su vez el resto de los reflejos correspondientes a este mineral. Se presenta también de forma subordinada la augita lo cual se debe a la poca intensidad que presentan los picos correspondientes a este mineral.

Como hemos mencionado anteriormente aparece una segunda fase mineral correspondiente a las plagioclasas. Estas son de composición básica, o sea bitownita, caracterizada por picos con distancias interplanares de 3.18, 3.15 \AA^0 este último valor se superpone con el primer pico de los piroxenos complicando la interpretación del diagrama.

El resto de los picos coinciden con la literatura empleada - para su identificación (16).

De forma general se ha podido establecer a través de los rayos X y con la ayuda de los resultados de las secciones delgadas (que nos han servido como base) las fases minerales que se presentan en las muestras estudiadas que se caracterizan fundamentalmente por la presencia de plagioclasas y piroxenos.

ANEXO TEXTUAL

Descripción de secciones delgadas.

Muestra S-2(D).

La roca es una toba vitreocristaloclástica que presenta un color carmelita oscuro compuesta fundamentalmente por plagioclasas que en su mayoría están bien conservadas y presentan ideomorfismo, se observa además la presencia de carbonatos y en menor medida fragmentos de roca con fenocristales de plagioclasas.

Los piroxenos presentes son monoclinicos. La roca posee una estructura fibrosa, el vidrio volcánico se encuentra alterado en su mayoría, contiene cristales de mena.

Muestra S-4(A).

Esta roca es una toba vitreocristaloclástica de color carmelita oscuro donde se pueden observar plagioclasas que en la mayoría de los casos se encuentran fracturadas. Estas plagioclasas son de composición básica o sea Bitownita. También se presentan abundantes piroxenos, los cuales son monoclinicos, en menor cantidad se puede observar carbonato, en algunas ocasiones el vidrio volcánico se encuentra alterado. Nos encontramos además con minerales metálicos (mena). La matriz de la roca presenta un aspecto fibroso, hay fragmentos de roca.

Muestra S-3(A).

Esta es una muestra de toba vitreocristaloclástica que presenta un color carmelita, con abundantes plagioclasas, en ocasiones se encuentran fracturadas y además con pequeños cristales de mena adheridos a las mismas. Las plagioclasas presentes son de composición básica, o sea Bitownita. Es posible además observar vidrio férrico en cantidades muy reducidas y piroxenos monoclinicos. También contiene una gran cantidad de cris-

tales de mena y en menor medida aparecen fragmentos de roca - los que se encuentran en forma aislada.

En esta roca el vidrio volcánico se encuentra alterado apareciendo además micas en su composición mineralógica. En algunas ocasiones las plagioclasas aparecen zonadas.

Muestra S-4(E).

La roca presente es una toba de grano muy fino, vitreocristaloclástica en la cual el vidrio volcánico se encuentra intensamente alterado aunque se presentan numerosos fragmentos o relictos de vidrio volcánico sin alteración. Esta roca presenta un color que va de carmelita a gris claro, con una matriz que es producto de la alteración del vidrio volcánico y tiene una estructura fibrosa que rodea los granos de vidrio sin alterar.

Dentro de esta matriz se pueden observar cristales de plagioclasas y piroxenos muy pequeños y en cantidades reducidas. Los piroxenos son monoclinicos, mientras que las plagioclasas son de composición básica, Bitownita. Contiene además cristales de mena.

Muestra S-4(D).

La roca es una toba vitreocristaloclástica de color carmelita-claro que presenta abundantes cristales de plagioclasas que en ocasiones se encuentran macladas, estas son de composición básica, Bitwnita, el vidrio volcánico se observa alterado. En cantidades reducidas aparecen piroxenos rómbicos de muy pequeño tamaño, encontrándose además abundante mena. También contiene mica (Muscovita), la roca presenta una estructura fibrosa y relictos de vidrio volcánico no alterados.

Muestra S-11.

Esta es una toba de color carmelita oscuro, vitreocristaloclástica en la que se presentan plagioclasas y escasos piroxenos, algunas plagioclasas se encuentran macladas y fracturadas, estas son de composición básica, Bitownita.

El vidrio volcánico se encuentra muy alterado y se puede observar mena, también vidrio férrico.

Muestra S-7(A).

Esta roca es una tufita vitreocristaloclástica color carmelita claro la cual presenta abundante material carbonatado, lo cual justifica su nombre. Englobados dentro de la matriz de la roca aparecen pequeños cristales de plagioclasas y piroxenos, estos últimos en cantidad muy reducida, con mayor frecuencia se puede observar cristales de mena.

El vidrio volcánico se encuentra alterado en su mayoría, las plagioclasas existentes son de composición básica, Bitownita.

Muestra S-5.

La roca es una toba vitreocristaloclástica de color carmelita-oscuro siendo más claro para el vidrio alterado; contiene plagioclasas que en ocasiones se encuentran fracturadas y macladas, estas son de composición básica, bitownita. Presenta algunos piroxenos que por su pequeño tamaño no puede precisarse si son rómbicos o monoclinicos.

El vidrio volcánico se observa muy alterado, presentándose en poca cantidad cristales de mena y también presenta minerales alargados y fibrosos de elevada birrefringencia con extinción-recta, que pueden ser minerales tipo mica.

Muestra S-8(A).

La roca es una toba calcárea de color gris claro vitreocrystaloclástica en la cual puede observarse abundante material carbonatado. Se nota además la presencia de algunos fragmentos de roca, la matriz está compuesta por vidrio volcánico algo alterado que envuelve numerosas plagioclasas y piroxenos de tamaños muy pequeñísimos. Los piroxenos presentes son monoclinícos en tanto que los plagioclasas son tan pequeños que resulta difícil determinar su composición. También contiene mena y mica.

Muestra S-10(O).

La roca es una toba compuesta por una matriz vitrea, ésta presenta un color pardo, el vidrio volcánico se encuentra en parte alterado y puede observarse además algunos cristales de -- mena.

Esta roca no puede ser descrita con precisión debido a la granulometría tan fina que presenta producto a su alteración. Presenta micas que no pueden verificarse con precisión en el microscopio.

CAPITULO VII : Conclusiones y Recomendaciones.

Conclusiones.

Una vez concluido el conjunto de trabajos que hacen posible la culminación del presente Diploma, arribamos a una serie de conclusiones, que exponemos a continuación :

1. Las alteraciones de las tobas que afloran en la zona de Sabanilla ya sea a minerales del grupo de las zeolitas o a arcillas, generalmente provocan una disminución del peso específico de las rocas con valores que van de
2. Aquellas rocas no alteradas o poco alteradas y que contienen minerales con peso específico alto como los carbonatos causan un aumento del peso específico de las rocas con valores que van de 2.50 - 2.80 g/cm³.
3. Algunas rocas consideradas por análisis térmico como zeolitizadas al ser sometidas a un estudio más profundo, resultaron ser tobas arcillosas, lo cual se debe a la relación sílice/alúmina y el alto contenido de oxido de magnesio presente en estas rocas, según el análisis químico a ellas realizado.
4. La presencia de zeolitas en las tobas alteradas, provocan un aumento del contenido de sílice acompañados por un contenido mínimo de magnesio, presentándose además la relación sílice/alúmina un tanto alta con valores superiores a 5.85% y ocurre de forma contraria en el caso de las arcillas.
5. Se presentan en las rocas minerales del grupo de las micas

como la muscovita, la cual nos indica que la sustitución del - vidrio volcánico es un proceso complejo que da lugar a diferentes minerales.

6. La composición de las plagioclasas determinadas tanto por - óptica como por medio de los rayos X es básica, en particular - bitownita.
7. Los piroxenos presentes en la fracción mayor de 63 micrones - van a ser fundamentalmente la enstatita y la augita, esta puede aparecer en forma de fase independiente ó subordinada.
8. Se observa que hacia la parte alta del corte la composición - mineralógica de las rocas no varia, estando constituida fundamentalmente por plagioclasas y piroxenos.

Recomendaciones.

1. Recomendamos se realice un estudio más detallado de las rocas alteradas a zeolita que presentan pesos específicos altos para verificar las causas que provocan este hecho.
2. Emplear el peso específico como criterio orientativo para evaluar la alteración de las rocas en la zona.
3. Realizar un estudio más detallado respecto a los rayos X con el objetivo de comprobar si las muestras consideradas como - zeolitizadas por análisis térmico son realmente arcillosas - como indican los análisis químicos.
4. Elevar el número de análisis químico de las rocas del área para aumentar el grado de conocimiento de la misma.
5. Realizar el análisis de rayos X por separado a las plagioclasas y piroxenos con el fin de una mejor identificación de estos minerales.

Bibliografía

1. A.N. de Cuba
A.N. de la URSS "Atlas Nacional de Cuba" Editora-
Cartografía No. 2 de la Dirección
General Geodesia y Cartografía -
adjunto al Consejo de Ministros -
de la URSS. Primera edición.
2. Betjtin "Curso de Mineralogía". Editorial
"MIR" Moscú. Segunda edición.
3. Brito, Amelia "Geología, Mineralogía y Génesis-
1980 de las Rocas Zeolitizadas de la -
Antigua Provincia de Oriente". In
forme Científico Técnico No. 145
de la Academia de Ciencias.
4. Cobiella, J. Luis "Geología de Sabanilla Mayarí --
1973 Arriba". Provincia de Oriente. -
Informe Geológico.
5. Cobiella, J. Luis "Macizos Serpentiníticos, Mayarí-
1975 Arriba, Oriente". Revista Tecno-
lógica No. 4.
6. Díaz Mauriño C. Iniciación Práctica a la Mineralo-
gía.
7. Doodyear, J y "Identificación of Plagioclase -
Duffin W. S. Feldspar by Thex - ray Powder -
1954 Methods Miner May".
8. Iturralde Vinent "Geología del cuadrante Calabazas
1975 Sur, Mayarí Arriba, Oriente" Tra-
bajo de Diploma.
9. Keer P/F. "Mineralogía Optica". Edición del
Castellano, S.A; Madrid 1955.
10. Orozco Gerardo "Estudio Mineralógico y Petrográ-
1975 fico de Rocas del Paleógeno de la
parte Sur.de la Sierra Cristal" -
Trabajo de Diploma.
11. Orozco Gerardo y "Estudio Mineralógico y Petrográ-
Hernández Margarita fico de rocas presentes en las -
1979 Formaciones Cobre y Sabaneta, flan-
co Sur de la Sierra Cristal". Re-
vista la Minería en Cuba. (Volumen
5 No. 1).
12. Georgina Kindelan L. "Estudio Granulométrico de las -
1982 Rocas Vulcanogeno-Sedimentarias -
Alteradas de Palenque de Yateras"
Trabajo de Diploma.
13. Quintas C. Félix y "Estructura y Estratigrafía de la-
Carralero C. Norge porción Suroeste de la Cuenca de -
Sagua de Tánamo y Sur Central de -
la Sierra Cristal". Informe Geoló-
gico (Fase Primaria).

14. Rojas Purón Arturo
1981 "Estudio Mineralógico de las Rocas Vulcanógeno - Sedimentarias - Alteradas de Palenque de Yateras" Trabajo de Diploma.
15. Sánchez Altarriba Y.
1982 "Estudio Granulométrico Detallado de las Rocas Alteradas de la Formación El Cobre en Sabanilla". Trabajo de Diploma.
16. Sidney S.Pollack and
William D.Ruble X-Ray identification of ordered - and disordered ortho - enstatite. July-August, 1964. The American Mineralogist vol.49(Nos.7 and 8), - pp.831-1158.
17. Vinar, Lazarenko, Mat
Kovoskij Saskina, -
Gnativ Mineralogía de los complejos igneos de Volina Occidental.

FE DE ERRATAS

1. En la página 7, párrafo 2, al final dice "Estratigráfica de Sabanilla Mayarí Arriba, Oriente" y debe decir "Estratigrafía de Sabanilla Mayarí Arriba, Oriente".
2. Se repite en dos páginas diferentes el número 12. En la segunda de estas páginas en el tercer párrafo se repite la palabra "estas" y en el segundo párrafo, tercer renglón donde dice estudios tectónicos, debe decir "estilos tectónicos".
3. En la página 18 dice "El área de Sabanilla Mayarí Arriba, pertenece al anticlinal y se ... y debe decir "El área de Sabanilla Mayarí Arriba, pertenece al Anticlinal -- Oriental y se ...
4. En la página 23, párrafo 4, dice "se encuentran bien desarrolladas" y debe decir, "se encuentran bien desarrolladas".
5. En la página 31, último párrafo, renglón 6, dice "lo que justifica su peso específico" y debe decir "lo que justifica su alto peso específico".