

RESUMEN.

El presente trabajo titulado Geomorfología de la Zona Moa Provincia de Holguín tiene como objetivo establecer las características geomorfológicas de la zona de Moa, con vistas a la proyección de yacimientos niquelíferos de cortezas de intemperismo.

Esta zona se encuentra ubicada en el municipio de Moa al Noreste de la provincia de Holguín.

Con los resultados de este trabajo tratamos de conocer aún más las características geomorfológicas de esta región. Para ello fue necesario la confección del mapa morfométrico de pendientes a escala 1:50 000, la confección del mapa geomorfológico que muestra las diferentes zonas según el esquema de la tabla "Condiciones Geólogo-geomorfológica para el pronóstico de los Yacimientos de Corteza de Intemperismo Ferroniquelíferas", el estudio de las fotos aéreas a escala 1:37 000 y las cartas topográficas a escala 1:50 000.

También damos a conocer el mapa pronóstico en grado de perspectividad a escala 1:50 000, en el cual dividimos las zonas de desarrollo de corteza de intemperismo ferroniquelífera según su grado de perspectiva.

Este trabajo consta de siete capítulos con sus anexos gráficos y tablas.

El tiempo total de realización del mismo fue de cuatro meses aproximadamente.

INSTITUTO SUPERIOR MINERO METALURGICO

FACULTAD DE GEOLOGIA Y GEOFISICA

TRABAJO DE DIPLOMA

MORFOLOGIA DE LA ZONA MOA. PROVINCIA HOLGUIN"

AUTORA MARIA E MILANES SEGARRA

TUTORES ING./ALINA RODRIGUEZ

LIC. GABRIEL GARCIA CARDOSO

MOA, HOLGUIN

1 9 8 1

"AÑO DEL XX ANIVERSARIO DE GIRON"

C A P I T U L O I
INTRODUCCION.

C A P I T U L O I I
CONDICIONES FISICO-GEOGRAFICA DE LA REGION

I.- INTRODUCCION.

El presente trabajo titulado Geomorfología de la Zona Moa provincia Holguín, tiene como objetivo establecer las características geomorfológicas de la zona Moa, con vistas a la prospección de yacimientos niquelíferos de cortezas de intemperismo.

En la realización de este trabajo se interpretaron las cartas topográficas escala 1:50 000, se estudiaron las fotos aéreas a escala 1:37.000, se confeccionó el mapa morfométrico de pendientes de denudación donde se representan cuatro rangos de pendientes, se confeccionó el mapa geológico-geomorfológico que muestra las diferentes zonas según los parámetros de la tabla "Condiciones Geólogo-geomorfológicas para el Pronóstico de los Yacimientos de Corteza de Intemperismo Ferroniquelíferas" propuesta por el Lic. Gabriel - Garcia C., así como la confección del mapa pronóstico en grado de perspectividad para la valoración de las áreas geomorfológicas.

El trabajo de diploma consta de siete capítulos, de los cuales los capítulos V y VI constituyen la parte especial del mismo, al cual se le adjuntan cinco anexos gráficos y presenta un total de 47 páginas.

Se tomaron datos bibliográficos de trabajos realizados por diferentes autores con el fin de ayudar a la documentación de la autora para la realización del presente trabajo de diploma.

La autora considera necesario que antes de concluir con la introducción se haga mención especial a aquellos compañeros que de una forma u otra hallan contribuido en la reali-

zación de este trabajo. Además desea expresar su más profundo agradecimiento por la cooperación brindada a la Ing. Alina Rodriguez y el Lic. Gabriel Garcia, así como a los Ings. Wilfredo Rios, Armando Martinez y Pedro Vidal para la realización de este trabajo.

II.- CONDICIONES FISICO-GEOGRAFICA DEL AREA.

2.1. Características Físico-geográfica del Area.

El municipio de Moa se encuentra situado en la porción más este de la provincia de Holguín, según la nueva división política administrativa.

Nuestra área se encuentra limitada geográficamente de la siguiente manera:

Al Norte: Por las aguas del Océano Atlántico.

Al Sur: Por la línea convencional que separa los municipios de Baracoa y el de Yateras.

Al Oeste: Por el municipio de Sagua de Tanámo.

El área donde se realizó el presente trabajo abarca unos Kms. aproximadamente, comprendidos entre las siguientes -- coordenadas geográficas según el sistema Lambert:

X : 691 500 - 717 500

Y : 193 500 - 228 000

De las hojas cartográficas 5277 III ; 5277 IV y 5278 III - del ICGC en escala 1:50 000 (Anexo gráfico # 1).

2.2. Economía de la Región.

La actividad económica fundamental es la industria minero-metalúrgica, representada actualmente por la planta Comandante Pedro Soto Alba, ubicada en el área izquierda del río Moa, así como la Unidad Minera de cromo "Cayo del Medio y las que se encuentran en montaje.

Es importante señalar que la producción de níquel ha representado durante los últimos años entre el 12-16 % del valor total de las exportaciones del país (Editorial Oriente #)

Además de los recursos minerales y para constituir el segundo eslabón de la economía de la zona, se explotan los recursos forestales, estando representado por los pinos, palmas, etc.

La producción agropecuaria es de poco desarrollo en la región y está representada fundamentalmente por la caña de azúcar y el café.

La actividad pesquera en la región no está desarrollada, sólo tiene importancia local dentro del municipio.

2.3. Relieve.

El relieve de la región es típicamente montañoso, con elevaciones que alcanzan al orden de los 1100 metros de altura aproximadamente, siendo la más prominente la que se encuentra al centro y sur del área de estudio.

Por lo general el relieve del área está caracterizado por su inclinación hacia el norte con rangos de pendientes variables, se observan zonas aplanadas y suaves del relieve, así como cañadas y valles formados en el período de peniplanización.

Hacia el sur el terreno se comporta más abrupto y accidentado donde existe un predominio de pendientes con un rango mayor de 15 grados, además de la existencia de gran desarrollo de cañadas por donde se escurren las aguas superficiales, algunas de las cuales sirven de cauce a numerosos arroyos y ríos.

2.4. Clima.

El clima predominante en el área es sub-tropical húmedo, con dos períodos de lluvias, correspondiente a los intervalos

los de Mayo-Junio y Octubre/Enero; los períodos de seca están comprendidos también en dos etapas: Febrero-Abril y Julio-Setiembre.

Todo el clima de Moa está fuertemente influenciado por su sistema montañoso, donde éste sirve de pantalla a los vientos alisios del nordeste, los cuales hacen descargas en la vertiente norte de copiosas lluvias.

En toda la franja del Océano Atlántico se siente fuertemente la influencia de los alisios por lo cual es característica la fuerza del viento.

Las temperaturas corrientes ó promedio para el verano son de 30-32°C y para el invierno de 22-26°C.

2.5. Hidrografía.

En el área de estudio la red hidrográfica se presenta bastante desarrollada. Las principales corrientes fluviales - que drenan la zona son los ríos Moa y Cayo Guam, además se encuentran los ríos Cabaña, Yagrumaje, Quesigua y Cupey, estos de menor cauce.

Estos ríos corren de Sur a Norte desembocando en el Océano Atlántico formando deltas cubiertos de mangles.

Al sur de nuestra área se encuentran los ríos Jiguaní y Toa que se caracterizan por poseer una gran extensión y un amplio caudal. El primero corre de Oeste a Este y el segundo de Noroeste a Sureste.

Los arroyos presente en la región son abundantes, caracterizándose de forma general por poseer un régimen permanente debido a las condiciones climáticas de la región, descargando sus aguas en los ríos principales.

Hacia la parte Norte de nuestra área los ríos que drenan —

esta zona presentan una red de drenaje del tipo paralelo, aquí los cauces principales de los ríos se disponen paralelamente según la línea de máxima pendiente del terreno.

+ Es impresindible señalar que la región está afectada por - una amplia red fluvial, con un excelente drenaje lo que ha permitido la circulación abundante de las aguas superficiales y con ello la filtración de las mismas a las serpentinitas, litología principal por las cuales ellas corren, las que presentan un alto grado de fragmentación y agrietamiento, propiciando un acelerado desarrollo en los procesos de lixiviación y alteración de la roca madre. En otras ocasiones este volumen de escurrimiento superficial ha influido negativamente, al destruir algunas cortezas de intemperismo que presentan una pendiente mayor de diez grados, por - el proceso impecable de la erosión, apareciendo en niveles inferiores cortezas de intemperismo redepositadas.

2.6. Vías de Comunicación.

El sistema de comunicaciones está desarrollado en este municipio, existiendo en el mismo tres tipos de vías de comunicación: terrestre, aéreo y marítimo.

Dentro de la vía de comunicación terrestre se encuentra la carretera principal que une los municipios de Nicaro-Sagua de Tánamo con el de Moa, así como a la capital de la provincia de Holguín, además el terraplen que une las ciudades de Moa y Baracoa, el cual bordea todo el litoral costero.

Existen numerosos caminos que nos permiten el acceso a diversos lugares dentro de la región.

El municipio de Moa cuenta para el tránsito aéreo con una

pista de aterrizaje de 1,5 Kms. aproximadamente de longitud. En la actualidad existe comunicación por vía aérea -- directamente con las ciudades de Baracoa, Guantánamo, Santiago de Cuba, Holguín y La Habana.

Las comunicaciones marítimas se realizan por los puertos -- de Moa y Punta Gorda, utilizandose para la exportación de minerales y recepción de la materia prima para la fábrica de níquel, así como para el traslado de pasajeros a Baracoa desde el puerto de Moa.

Encontramos también en Moa una instalación telefónica automática, una estación postal telegráfica y otros.

C A P I T U L O I I I
HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES GEOLOGICAS
REALIZADAS EN LA ZONA.

III.- HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES GEOLOGICAS REALIZADAS EN LA ZONA.

Los primeros datos que se tienen del norte de la antigua - provincia de Oriente acerca de las lateritas como menas de níquel y cobalto datan de las compañías norteamericanas de bido a sus investigaciones realizadas en el período 1952-1958, en un área de 15 Km² en el curso inferior del río -- Moa donde se realizó una exploración con una red de 100 X 100 metros, en la parte central del área 200 X 200 metros y en la parte sur y este de la orilla derecha del río Moa 400 X 400 metros.

En los años 1958-1959 es construida la planta metalúrgica, hoy en día "Pedro Soto Alba", lo que determinó la necesidad de explorar detalladamente el área izquierda del río - Moa, como resultado de este trabajo se realizó el cálculo de reservas de los minerales lateríticos y serpentiniticos del yacimiento Moa.

En 1958 se llevan a cabo por una compañía norteamericana - (Mobaco), las edificaciones necesarias para comenzar la ex plotación de las lateritas.

En Enero de 1959 comienzan los trabajos de escombreo y en Agosto del mismo año fue entregada la primera pulpa a la - fábrica.

Es entonces cuando a partir del año 1961 los trabajos de - exploración de la zona Moa se realizaron con la asistencia técnica de los especialistas soviéticos.

El Instituto Cubano de Recursos Minerales (ICRM) hace un - estudio del yacimiento Moa dando como resultado la evalua ción perspectiva del yacimiento y el cálculo pronóstico --

para el área de distribución de los minerales lateríticos.

En 1962 según el levantamiento geológico a escala 1:50 000 realizado por el Instituto Cubano de Recursos Minerales, se determinó finalmente que el yacimiento casi no fue explorado con respecto a los minerales serpentínicos de níquel, esto creó las condiciones para que se realizaran por V.M. Konnov, P.S. Petrov y Z.I. Lassieva "La exploración complementaria de las serpentinitas del área occidental del yacimiento Moa" Obteniendo resultados muy halagadores.

Otro trabajo fue el de V.M. Grigirieva "Composición sustancial de las muestras tecnológicas en los minerales níquelíferos oxidados de los yacimientos Moa y Nicaro".

En el año 1963 se publicó el artículo de A.F. Adamovich y V. D. Chejovich sobre "Las condiciones geológicas de formación de las lateritas de Cuba".

También en este mismo (1963) se publica el informe de I.Y. Shirikova "Las cortezas de intemperismo de las ultrabásitas de Oriente septentrional Cuba (Génesis y composición sustancial)".

En 1964 se establece la edad de emplazamiento de los macizos básicos y ultrabásicos del norte de Oriente y el origen y desarrollo de las lateritas ferroníquelíferas, este trabajo se titula "Principales características de la Geología y los minerales útiles de la región nordeste de la provincia de Oriente" de A.F. Adamovich y V.D. Chejovich.

En el período 1964-1965 V. Ogarkov y L. Sherdink realizaron trabajos de exploración geológica, obteniéndose el cálculo de reservas.

A finales del año 1964 comenzaron los trabajos de explora-

ción geológica preliminar en la zona Yamanigüey por el Instituto Cubano de Recursos Minerales y dirigido por G. Kostai rev dando el cálculo de reservas en categoría C_1 . Estos trabajos finalizaron en Octubre de 1967 con la red 33,33 X 33,33 metros por la brigada M-3 dirigida por los geólogos H. Rodés y Leandro de los Hoyos.

En los años 1968 y 1969 se confeccionó el informe Exploración Minera de la Zona Yamanigüey con vista a asegurar las reservas a la fábrica procesadora de níquel de Moa por los geólogos H. Rodés y Victor Ogarkov.

A partir de Febrero de 1971 se realiza una exploración por la DGGG (Delegación General de Geología y Geofísica), efectuada en el yacimiento Punta Gorda por los autores N. Agusenko, V. Kereselldre y otros.

Igualmente sobre los trabajos de exploración geológica en el yacimiento Punta Gorda en el año 1972 realizan estudios los Ings. V. Aliojin, G. Fesenko y otros.

En el trabajo de grado "Estudio Geológico Preliminar del Yacimiento Moa" de los graduandos A. Rodríguez C. y R. Medero C. en el curso 1975-1976 se analiza como materiales originales; perfiles longitudinales y transversales del yacimiento que abarca tres zonas: Playa La Vaca, Zona Central Yamanigüey y Atlántico. Mapas de isocontenidos para el MgO y el SiO_2 así como toda una serie de información sobre la Geología del área.

Durante el período 1974-1978 se realizó el trabajo denominado "Regularidades de la distribución de las cortezas de intemperismo ferroniquelíferas de los trabajos de Búsqueda y Exploración de los yacimientos de níquel y cobalto por -

el Lic. Gabriel Garcia Cardoso, este tema tuvo resultados - muy valiosos y se puede aplicar a cualquier yacimiento ferroniquelífero de Cuba.

En 1978 el graduando Jorge A. Sosa Diaz realizó su trabajo de grado "Estudio Geológico-Geomorfológico del Yacimiento Moa.

En el año 1979 se realizan estudios por los graduandos Alina Rodríguez y Jorge L. Reyes bajo el título de "Estudio - Geológico-Geomorfológico de los Yacimientos lateríticos de Níquel de Punta Gorda, con los cuales obtuvieron su título de Ingeniero Geólogo.

C A P I T U L O I V
G E O L O G I A R E G I O N A L

IV. GEOLOGIA REGIONAL.

Geológicamente el área de estudio está ubicada en la articulación de dos grandes estructuras según la zonación tectónica de Cuba oriental, realizada por J.Cobiella (1977) - ellas son:

- a) Cuenca Nipe-Baracoa.
- b) Anticlinal Oriental.

Sobre el estudio geológico de la región existen divergencias en cuanto a la tectónica, magmatismo así como en la edad de las diferentes secuencias estratigráficas que aparecen en el corte de la región. A continuación daremos una breve explicación a cerca de todos estos trabajos.

4.1. Estratigrafía.

La estratigrafía de la región no es simple, sin embargo podemos estudiar el corte en dos partes bien diferenciadas: el basamento y la cobertura, distribuyéndose de forma general en pequeñas áreas aisladas entre las rocas del macizo ultramáfico.

El basamento está formado por las rocas del macizo ultrabásico serpentizado, el cual está constituido por Harzburgita y con menor frecuencia Piroxenitas, Lherzolitas y Dunitas, todas con un grado de serpentización variable, provocando en ocasiones dificultad en la determinación de la composición y tipo de la roca ultrabásica primaria.

En la parte sur de la zona de Moa y perteneciente al Anticlinal Oriental las rocas del autóctono pertenecen a la formación Mícara de edad Maestrichtiano-Paleoceno, cubriendo las capas más altas de esta formación a las rocas del -

cuerpo serpentinitico.

Formación Mícará:

Esta secuencia rocosa fue incluida por Lewis y Straezek — (1955) como parte de la Formación Habana (?). Cobiella en 1973-1974 introdujo la denominación de la Formación Sabani-lla para esta secuencia, dividiendola en dos miembros; Mí-
cara y La Picota. Más tarde (1975) M. Iturralde propone ele-
var a rango de formación el Miembro Mícará.

La Formación Mícará se compone de arenisca y aleurolita — bien estratificada, a menudo con estratificación gradacio-
nal en su base y con intercalaciones de espesor variable de conglomerado. Por su edad se extiende desde el Cretácico Su-
perior-Maestrichtiano al Paleoceno Inferior.

Sobre el manto ultrabásico serpentizado y correspondiente a la parte más baja de la cobertura, aparece una secuencia vulcanógena sedimentaria correspondiente a la Formación El Cobre.

Formación El Cobre:

Las rocas de esta formación fueron descritas por primera vez por S. Tabber en 1934, para designar la secuencia de roca — vulcanógena sedimentaria que forma parte de la Sierra Mes-
tra. En esta formación incluyó las calizas que Woodring y Davies (1944) independizaron en la Formación Charco Redon-
do.

Keijzer (1945) amplió la concepción de la Formación El Co-
bre, e incluyó en ella la secuencia vulcanógena sedimenta-
ria del flanco sur de la Sierra Cristal.

En 1955 Lewis y Straczek proponen el miembro volcánico Pe-
luda dentro de la Formación El Cobre.

Laverov y Cabrera (1967) realizaron un estudio de la Forma-
ción El Cobre en su área tipo al oeste de Santiago de Cuba,

subdividiendola en cuatro unidades.

Cobiella (1973-1974) en su estudio de la zona Sabanilla en el flanco Sur de la Sierra Cristal la divide en cuatro miembros:

La Vuelta, Puerto Escondido, Basaltos Sabana y el Pálpito, los cuales fueron identificados por Diaz y Muñoz en en 1974.

La Formación El Cobre tiene una gran variedad de rocas, aparecen rocas vulcanógenas sedimentarias representadas por -- las tobas, las que van desde granos finos a tobas lapilíticas, presentan amplia gama de colores, de composición ácida a media. Existen basaltos afaníticos de color negro con textura en almohadilla, aglomerados y las tobas que se encuentran hacia la porción septentrional de la antigua provincia de Oriente, frecuentemente estan algo zeolitizadas, además se encuentran secuencias carbonatadas compuestas por calizas y turbiditas calcáreas.

Su edad fue establecida por F. Arcial según la fauna encontrada en las capas de margas intercaladas como pertenecientes al Eoceno Inferior.

Sobre los sedimentos tobaceos de la Formación El Cobre y de forma discordante yacen los sedimentos terrígenos carbonatados de la Formación Mucaral.

Formación Mucaral:

Bajo esta denominación estan incluidas las rocas que componen la secuencia terrígena carbonatada que aflora en el -- área estudiada.

Por su edad estas rocas corresponden al Eoceno desde su parte inferior a la superior.

Cobiella (1977) propone esta nueva formación como resultado de los trabajos realizados en los alrededores de Sagua de Tánamo.

La Formación Mucaral está compuesta por margas macivas de color blanco-amarillento o blanco-rosácea y margas bien estratificada de color blanco-grisáceo, intercalando estas margas aparecen areniscas de color carmelita-amarillenta de granos finos y conglomerados de color carmelita-rojizo en la parte baja del corte compuesto por cantos de rocas igneas y vulcanógenas sedimentarias e intercalaciones de toba.

Al final del corte Pre-Cuaternario aparecen capas de calizas pertenecientes a la Formación Majimiana.

Formación Majimiana:

Fue propuesta por M. Iturralde V. en 1975 para denominar una secuencia compuesta por calizas organogena-detriticas y calizas masivas y organógenas, atribuyendole la edad Oligoceno Inferior a Medio, situada dentro del grupo Achotal, E. Dominguez y L. Garcia en 1977 redefinieron el Grupo Achotal situando a la Formación Majimiana sobreyaciendo concordante_{te} mente la Formación Maquey y con edad Oligoceno Superior a Mioceno Inferior.

En la parte inferior estas calizas parecen estratificadas y a medida que subimos en el corte la textura de la misma adquiere forma masiva.

La parte mas alta de la secuencia estratigráfica de la región está representada por los sedimentos del Cuaternario, los cuales de una forma predominante se encuentran distribuidos al norte de la región.

Estos sedimentos Cuaternarios estan representados por los depósitos eluviales, deluviales, eluvio-deluviales; así como depósitos fluviales, estos son los más distribuidos, -- también encontramos depósitos marinos.

Estos depósitos se han formado sobre el manto serpentinitico jugando un papel esencial en la distribución de la corteza de intemperismo ferroniquelífera.

En los depósitos fluviales los más desarrollados son los -- aluvios los que se presentan en forma de estrechas lenguas a lo largo de los cauces de los ríos y estan compuestos por guijarros redondeados de serpentinita y gabro.

Los depósitos marinos se observan a lo largo de toda la costa del Atlántico, estan formadas por aglomeraciones de capas actuales de conchas y corales, con interestratificaciones variadas de arena calcárea encontrándose también entre estas capas guijarros pequeños de rocas ultrabásicas.

4.2. Tectónica.

La tectónica de la región es muy compleja, se conjugan desplazamientos horizontales o de bajos ángulos con sistema -- de fractura y zona de intenso agrietamiento.

La región como dijimos con anterioridad se encuentra en la articulación de dos grandes estructuras según la zonación tectónica de Cuba Oriental realizada por J.Cobiella (1977) denominadas Cuenca Nipe-Baracoa y Anticlinal Oriental.

La Cuenca Nipe-Baracoa se extiende desde los alrededores -- de Baracoa más allá de la Bahía de Nipe. Su origen se considera relacionado con la subsidencia del flanco Norte del Anticlinal Oriental en el Eoceno Medio.

En la Cuenca Nipe-Baracoa podemos estudiar dos pisos estructurales:

El piso estructural inferior constituido por el manto serpentinitico del basamento con estructura interna más o menos dislocada cuya edad o emplazamiento corresponde al Paleoceno Inferior, considerandose como inicio de los movimientos de cabalgamiento el Cretácico Superior (Maestrchtiano).

El piso estructural superior está dado por las secuencias estratigráficas de la cobertura, formado por los sedimentos tobáceos, carbonatados y terrígenos carbonatados del Eoceno Inferior al Cuaternario.

Las estructuras que caracterizan a este tipo son muy sencillas, representadas por pliegues suaves y en ocasiones estructuras monoclinales de bajo ángulo de buzamiento.

Por los estudios realizados por Adamovich y Chelovich en los macizos serpentiniticos llegaron a la conclusión de la génesis intrusiva de este manto.

Con posterioridad se realizan nuevos estudios por diferentes autores, tales como Knipper y Cabrera (1974) así como J.Cobiella y otros (1977), donde queda demostrado el emplazamiento tectónico de las serpentinitas.

Los levantamientos geológicos realizados en diferentes zonas de la parte este de las provincias orientales ha demostrado feasientemente la presencia de contactos tectónicos según planos de deslizamiento de bajo ángulo de bloques o mantos de serpentinitas con melange en su base sobreempujada encima de formaciones terrígenas y vulcanógenas del Paleoceno Inferior-Cretácico Superior.

Numerosos afloramientos estudiados en la zona de Calabaza de Sagua, parte sureste de la provincia Guantánamo, Yacimiento Maetí en Nicaro ofrecen evidencias indiscutibles de la presencia de estos grandes sobreempujes de rocas serpentínicas.

En el momento actual parece indiscutible este hecho, y constituye la característica principal en el orden tectónico - que poseen las serpentinitas.

Las serpentinitas a causa de los fuertes movimientos tectónicos durante su emplazamiento presentan en general un - alto grado de deformaciones disyuntivas y contracciones - plicativas, observandose la presencia muy común de espejos de fricción, zonas de brechas, milonitas y esquistosidad. Sobre esta estructura interna de por sí compleja se superpone un sistema de grietas y fallas que le imprimen a los macizos una estructura en bloques y los afectan de un agrietamiento rectangular en el plano. Estos movimientos tectónicos que causan la estructura en bloques son posteriores a los movimientos de sobreempuje.

Con respecto a la edad en la que ocurrió el emplazamiento del manto serpentínico, existen divergencias; Knipper y Cabrera inicialmente propusieron que el mismo ocurrió a finales del Cretácico Inferior e inicio del Cretácico Superior Cobiella y Rodriguez en su trabajo "Algunos Rasgos sobre la Geología de Cuba Oriental (1977), proponen como edad de este emplazamiento el inicio del Paleoceno, aunque consideran el inicio de movimientos de sobreempuje en el Cretácico Superior (Maestrichtiano), ellos se basan para hacer esta afirmación en que la parte sur de la zona Moa y perteneciente al Anticlinal Oriental, las rocas del autóctono están constituidas por la Formación Mícaro de edad Maestrichtiano.

Paleoceno, cubriendo a las serpentinitas a capas más altas de esta formación, lo cual indica su de emplazamiento entre Maestrichtiano e inicios del Paleoceno.

Anticlinal Oriental: Se le denominó a la estructura en forma de arco convexo hacia el noreste de la Sierra Cristal, Cuenca del río Sagua de Tánamo, Cuchillas del Toa y Sierra del Purial hasta la Meseta de Maisí (J.Cobiella, M.Campos, F.Quintas y M. Hernandez).

La misma corresponde al Anticlinal Mayarí-Baracoa y al horst de la Sierra del Purial según Plscharovki et al, aunque el límite entre ambas zonas no ha sido comprobado, ambas presentan afinidad en sus características comunes.

El núcleo del Anticlinal está constituido por rocas casi siempre intensamente deformadas que forman una serie de mantos tectónicos, en tanto que los flancos están formados por rocas Cenozoicas fundamentalmente del Paleógeno, poco dislocadas y de espesores limitados, pues el anticlinal ha demostrado una marcada tendencia al ascenso desde inicio del paleógeno y aún mantiene este caracter.

Las rocas más antiguas de Cuba Oriental afloran en el núcleo del Anticlinal Oriental y se representan por secuencias de metamorfitas, rocas vulcanógenas y serpentinitas.

Las metamorfitas yacen en la Sierra del Purial, en el borde Sur de las Cuchillas del Toa y Baracoa y en la Sierra Cristal, donde probablemente constituyen un bloque tectónico atrapado en las serpentinitas.

Las vulcanitas están representadas por lavas, tobas y tuffitas de composición andesítica y basáltica, las cuales constituyen probablemente el equivalente no metamorfizado-

de las metavulcanitas de la Sierra del Purial, afloran en las ventanas tectónicas de las Cuchillas de Baracoa y al parecer también en el Valle de Caujerí y más ampliamente en las elevaciones de pie de monte en la Sierra Cristal, todas estas rocas están cubiertas por un enorme manto serpentinitico que se extiende desde la Sierra de Nipe hasta cerca de Maisí, por debajo del cual en muchos lugares yace la melange del Maestrichtiano, rica en material serpentinitico.

Las serpentinitas y rocas ultramáficas serpentinizadas tienen una enorme importancia en el Noreste y Este del extremo de Cuba, ya que cubren enormes extensiones y a ellas se asocian importantísimos yacimientos de N_i, Fe, Co, Cr , etc.

4.3. Magmatismo.

Las rocas magmáticas se localizan en un área considerable de la región, son fundamentalmente ultrabasitas y gabroides.

Las ultrabasitas están representadas por harzburgitas, dunitas, ~~olivinitas~~ y piroxenitas, constituyendo el manto alóctono. Generalmente el 60-80 % de las harzburgitas constan del mineral olivino serpentinado y el 20-40 % del mineral piroxeno rómbico (enstatita). También encontramos lherzolitas, las que son producto de las transformaciones de las harzburgitas, estando presente en las mismas piroxeno monoclinico (diopsido) y olivino serpentinado (60-80 %). Aparecen como mineral accesorio en estas rocas las espinelas cromíferas.

Este macizo serpentinitico ha estado sometido a intensos procesos de alteración exógena que han provocado la apari-

ción de la corteza de intemperismo ferroniquelífera, característica en el área de estudio.

De forma general la corteza de intemperismo en el área de desarrollo de las ultrabasitas se presenta cubriendo todos los elementos del relieve, interrumpiéndose sólo por los cursos de las aguas activas,

Para la utilización de la industria minera es necesario tener en cuenta la distribución de las horizontes de la corteza, las que son:

Horizonte de escombros, horizonte limonítico y horizonte serpentinitico, ya que su distribución está relacionada con las condiciones geológicas y específicas de cada región, la que a su vez están relacionadas con el grado de intemperización y con la intensidad de los procesos denudativos y acumulativos.

Los gabros presentes en la región atraviezan al macizo serpentinitico. Los gabroides están representados por cuerpos de tamaño medio y pequeño, se caracterizan por ocupar la misma posición geológico-estructural y por una composición petrográfica semejante.

Estos cuerpos intrusivos se localizan en dos zonas submeridionales: Este y Oeste de la región sirviéndole de límite las dislocaciones tectónicas.

Los gabroides más desarrollados son: el gabro normal y el gabro olivínico, apareciendo en la parte oriental, además de las variedades antes mencionadas, troctolitas y verlititas con lersolitas plagioclásticas.

Los contactos de los gabros con las serpentinas fueron considerados por Adamovich y Chejovich en su trabajo "Estructura Geológica y Minerales Útiles de la Zona de Moa provin-

cia de Oriente", como de tipo intrusivo, sin embargo Knipper y Cabrera (1974) plantean el caracter tectónico de la relación gabro serpentinita, debido a la existencia de zonas de fracturación en los contactos así como bandas de gabros milonitizados en los límites del mismo.

4.4. Minerales útiles.

Al Norte de la provincia de Holguín nos encontramos con varios yacimientos minerales de gran importancia económica para el país, los mismos estan situados en las áreas de Mayarí, Nicaro, Moa y Punta Gorda.

Yacimientos residuales de lateritas ferruginosa:

Estos yacimientos están relacionados genética y espacialmente con rocas ultrabásicas (Lic. J. Ariosa, Curso de Yacimientos Minerales Metálicos Tipos Genéticos), a partir de los cuales se han formado como resultado de los procesos de meteorización química en condiciones favorables de clima y relieve.

Los yacimientos de este tipo tienen un contenido de F_e que oscila entre 40-50 %, tienen además un porcentaje de M_n , C_r , C_o y Vanadio. En la actualidad estos recursos de hierro no son explotados para la extracción del mineral, aunque en los planes prospectivos constituyen la base sobre la cual se desarrollará la industria siderúrgica.

Por su contenido de níquel y cobalto, estas lateritas ferruginosas son menas industriales de este metal y constituyen la materia prima para el desarrollo industrial de la región minera del este de la provincia de Holguín.

En esta región también aparecen grandes yacimientos de menas silicatadas de níquel, las que estan relacionadas con

la formación de las cortezas de intemperismo sobre las rocas ultrabásicas. Estos yacimientos se explotan actualmente y constituyen un renglón importante en nuestra economía.

Otro yacimiento que se encuentra al Norte de la provincia de Holguín son los yacimientos relacionados con anterioridad y manifestaciones de cromo. Estos yacimientos son de tipo genético magmático y fundamentalmente de génesis histeromagmática y de segregación. Por su estructura las intrusiones de Moa-Baracoa son las más complejas y presentan junto con las diferenciaciones ultrabásicas, áreas ocupadas por gabroides (troctolitas, gabro olivínico, gabro y pegmatitas de gabro).

Estas manifestaciones de cromo y yacimientos son denominados Merceditas-Yarey, Cayo Guam, Cromita, Delta y otros.

C A P I T U L O V
CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS DE LA
REGION

V.- CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS DE LA REGION.

5.1. Características Geomorfológicas generales de la región.

- ✕ Las condiciones geomorfológicas constituyen uno de los criterios fundamentales en el estudio y ^eprospección de las cortezas de intemperismo. La evaluación de las mismas está íntimamente relacionada a la evaluación del relieve, por lo que no pueden faltar las investigaciones geomorfológicas en las etapas de búsqueda y exploración de nuestros yacimientos niquelíferos. Estas investigaciones constituyen además uno de los métodos fundamentales en el estudio y prospección de las cortezas de intemperismo, teniendo además la ventaja de ser baratos, sencillos y rápidos. ✕
- El relieve de la zona montañosa del Noreste de la provincia de Holguín se caracteriza por ser desmembrado, con cimas semi planas y por ser inclinado hacia el Norte. Las mayores alturas que alcanzan esta zona la encontramos al Sur de la misma con curvas planas o semi planas y un relieve desmembrado, luego un nivel intermedio desmembrado también pero con curvas no tan planas, y por último las zonas llanas hacia el Norte, esto nos demuestra la tendencia de su estructura escalonada con elevaciones de cimas aplanadas.

Se observa que en la región de Moa el ascenso de las tierras se viene manifestando manteniéndose constante, reflejándose en el hecho de que los ríos y arroyos corren sobre la roca madre directamente, el orden de los ríos crece rápidamente desde los de primer orden hasta los de orden superior, y que los depósitos aluviales del lecho de los ríos están pobremente desarrollados.

La interacción dinámica entre el relieve que se iba levantando de forma constante incluyendo etapas de incrementos notables de la velocidad de los movimientos tectónicos y

la acción de los agentes exógenos denudativos conjuntamente con las condiciones climáticas muy favorables posibilitaron la formación de potentes cortezas de intemperismo ferroniquelíferas a partir de la meteorización-intensa de las rocas ultrabásicas serpentinizadas.

Por estudios realizados recientemente por otros autores se ha demostrado que la formación de la corteza de intemperismo así como su desarrollo, comenzó a partir del Plioceno hasta el Cuaternario, conjuntamente con los movimientos de ascenso que levantaron la región desde el nivel del Océano.

5.2. Zonas geomorfológicas presentes en la región.

Para dividir la región en zonas geomorfológicas tomamos como base los datos que nos brindaron las fotos aéreas, mapa de pendientes, carta topográfica, tomando como parámetro de división la tabla de "Condiciones Geólogo-geomorfológico para el pronóstico de los yacimientos de corteza de intemperismo ferroniquelíferas.

Esta división de la región en zonas geomorfológicas la hacemos con el objetivo de tomarla como base para la valoración pronóstica de las áreas perspectivas, a través de los métodos geólogo-geomorfológico de la búsqueda y exploración de los yacimientos de corteza de intemperismo ferroniquelíferas.

1-Zona de relieve bajo, moderadamente desmembrado desde la costa hasta niveles hipsométricos de 100 metros aproximadamente.

Ocupa la zona Norte de la región localizandose entre la línea de la costa y la curva de nivel 100 metros. Se caracteriza en el anexo gráfico # 3 por su rayado de líneas in -----

clinadas discontinuas, alternandose con líneas oblicuas con tinuas.

Predominan ampliamente las pendientes entre 0 y 5 grados, - sin embargo en estas zonas los procesos de formación de cor teza de intemperismo no actuaron o fueron muy locales.

El horizonte limonítico practicamente no existe aunque ob - servamos bolsones aislados con potencias superiores a tres metros, pero de carácter evidentemente de redeposición con depósitos del tipo deluviales muy complejos, sedimentos de materiales de cor teza de intemperismo así como depósitos -- aluviales.

En esta zona baja predominaron en el pasado geológico re - ciente condiciones de llanura de abrasión marina, bajo los cuales no fue posible el desarrollo de cor tezas de intempe rismo.

Los bolsones de limonita pueden corresponder a hondonadas - del relieve submarino, rellenas con material transporta - do de tierra firme. La presencia de espesores de escombros se expresa por la migración más reciente posiblemente en -- condiciones sub-aereas, del material grueso (ocres-inestruc turales procedentes de los niveles superiores).

En las llanuras de inundación de los ríos que desembocan - en la costa, los depósitos son de carácter aluvial y care - cen de importancia como menas niquelíferas.

Hacia la parte Sur de esta zona se observan las ondulacio - nes suaves del terreno, aquí la estructura de la corteza - es más iniforme correspondiente con las pendientes suaves de pie de montaña.

Para evaluar las condiciones geólogo-geomorfológicas de las cor tezas ferroniquelíferas no sólo se precisa del análisis

de las pendientes, hay que tener en cuenta las relaciones complejas del relieve en su conjunto, así como los procesos geológicos en general; tales como abrasión, erosión, red deposición, etc.

Un ejemplo de lo expuesto anteriormente "El Cupey" al este del río Quesigua, donde existe valores óptimos de pendientes, no obstante las condiciones geológicas, específicamente el tiempo de exposición de las rocas serpentinizadas a los agentes de intemperismo han imposibilitado el desarrollo de potentes cortezas ferroniquelíferas, teniendo en este sector el mismo carácter de red deposición.

Las condiciones geólogo-geomorfológico de esta zona bajalitoral es diferente a las zonas intermedias y altas.

2-Relieve desmembrado en niveles hipsométricos intermedios (100-600 metros).

Ocupa parte de la zona oeste, sur y este de la región. Se distingue de las otras áreas por su rayado de líneas inclinadas.

Este relieve es muy desmembrado, no tiene un predominio en el rango específico de pendientes, ocupa una posición hipsométrica intermedia entre un relieve alto y zonas bajas de llanuras o colinas suaves y bajas.

La variación en la estructura es propia para toda la zona, por lo que las pendientes en este caso forman un mosaico heterogéneo, esto provoca la interacción superpuesta de los agentes que movilizan el material laterítico como la gravedad, corrientes fluviales, etc., así como el origen de depósitos muy complejos por su estructura y variaciones bruscas.

cas de espesores.

Es necesario aclarar que en esta zona no existen condiciones para el desarrollo de la corteza de intemperismo, sólo que de forma general estos depósitos de corteza una estructura muy compleja.

3-Superficies planas y semiplanas en niveles hipsométricos intermedios (100-600 metros).

Se presenta en el anexo gráfico # 4 por un rayado de líneas horizontales.

Este bloque se caracteriza porque el rango de pendiente predomina entre los 0 y 10 grados.

En él, cuando la superficie aplanada queda no conectada por formas negativas del relieve, o sea valles de ríos, se crean las condiciones para que se conserven las cortezas de intemperismo, el tipo de depósito que se desarrolla es del tipo eluvial y eluvio deluvial -- así como deluvio eluvial.

Un sector característico de estas condiciones geomorfológicas lo es el yacimiento Moa.

Sin embargo cuando la superficie aplanada tiene conexión con el relieve alto, las cortezas que se desarrollan tienen un carácter más complejo porque sus espesores son mucho más variables y se acentúa el carácter de redeposición de los materiales lateríticos, sobre todo al pie de pendientes abruptas.

En esta zona se incrementa la energía cinética de las corrientes fluviales, por lo que los agentes denudativos (lavado y transporte) actúan sobre los materiales de la corteza de forma más intensa, influyendo así en la complejidad de la corteza en cuanto a su estructura y potencia.

4-Superficies aplanadas de divisorias de aguas principales. Se localizan entre las cuevas de nivel de 600 a 1110 metros. Se distingue en el anexo gráfico # 4 por su rayado de líneas verticales.

Constituye la porción más alta de la zona de trabajo y de la región, se considera que forma la meseta que corona el macizo montañoso de la Sierra de Moa.

En este bloque existen condiciones para la conservación de la corteza de intemperismo, en él fundamentalmente encontramos depósitos eluviales, eluvio deluviales, la estructura de la corteza de intemperismo es más uniforme pues los materiales han sufrido muy poco transporte y los agentes denudativos afectaron de forma general sólo el horizonte superior de la corteza.

En esta región el poder de los arrastres de las aguas es pobre, la pendiente oscila entre 0-5 grados, creandose de esta forma las condiciones favorables para el desarrollo de depósitos poco móviles, espesores constantes y homogéneos - así como una disposición regular de sus horizontes, es decir un profundo y largo proceso de meteorización de las rocas.

5.3. Estudio y distribución de pendientes.

Pendientes tectónicas denudativas:

Son originadas por los planos de agrietamiento y sistemas de fallas, las cuales controlan en gran medida la forma de la red de drenaje.

Estas pendientes de forma general tienden a superar los 30 grados de inclinación, es por ello que las cortezas de intemperismo no se conservan, en ellas sólo se encuentran -

depósitos deluviales, caracterizados por bloques de tamaños grandes y bordes agudos.

Estas zonas pueden ser desechadas como zona perspectiva para cortezas ferroniquelíferas.

Pendientes denudativas:

La inclinación de estas pendientes es variada, por lo que el origen de las cortezas ferroniquelíferas estará en dependencia del valor del ángulo de las mismas, pudiéndose conservar in situ o redepositados en dependencia de la acción de la gravedad y de las aguas de escurrimiento.

La metodología empleada para la confección del mapa morfométrico de pendientes, anexo gráfico # 3 lo podemos resumir en la siguiente tabla.

α grados	$t_g \alpha$	Δh (mts)	X_{mm}	Color
0 - 5	0-0,087	100	-22	amarillo
5 - 10	0,087-0,176	100	22-11	naranja
10 -15	0,176-0,267	100	11-7	marrón
>15	0,267	100	7	rojo

α - ángulo de pendiente.

Δh - diferencia de cotas entre los puntos que se va a calcular la pendiente.

X- espaciamiento entre los puntos que se va a calcular la pendiente y -- tiene una inclinación

$$X = \frac{\Delta h}{t_g \alpha}$$

Pendientes mayores de 15 grados:

Se encuentra ocupando la mayor parte de la zona sureste de la región (Ver anexo gráfico # 3), aunque está distribuida en toda la zona. Esta representada en el mismo con una coloración roja.

Es típico encontrar depósitos deluviales es decir, aquellos depósitos que se desplazan hacia la parte más baja, son depósitos móviles. Se caracterizan por poseer materiales aciliosos finos y material grueso en forma de fragmentos y cantos producto del acarreo y deposición de cortezas ferromiquelíferas de niveles hipsométricos superiores.

Estos depósitos deluviales en general son pocos potentes, sólo muy localmente sobrepasan un metro.

Por sus características deluviales, los depósitos que se forman entonces tienen las mismas posibilidades como menas ferroniquelíferas de valor industrial, por lo que debemos desechar las áreas con pendientes mayores de 15 grados como zonas de exploración y explotación de cortezas de intemperismo ferroniquelíferas.

Pendientes entre 10-15 grados:

Se localizan con una mayor distribución hacia la parte norte y este de la región, aunque también aparece en toda la zona pero menos distribuida, en el anexo # 3 aparece con una coloración marrón.

Los depósitos que se desarrollan en esta pendiente son del tipo deluvial eluvial, encontrándose una mezcla de productos directos de la meteorización in situ y del transporte por gravedad de la masa laterítica. Es característico encontrar cortes complejos de la corteza de intemperismo donde los horizontes de ocre inestructurales y los ocre es-

estructurales aparecen con repetición o se invierten, puede encontrarse también fragmentos de roca madre en la masa - laterítica.

Por las características señaladas, la corteza ferroniquelífera que aparece en las pendientes de 10-15 grados son de complejidad elevada y su exploración es difícil, no obstante estas pendientes no deben ser desechadas en los trabajos de exploración, lo que si hay que tener en cuenta que sus características técnica-económicas son complejas.

Pendientes entre 5-10 grados.

Aparece en el anexo # 3 con una coloración naranja, está - bién distribuida hacia el Norte de la región, aunque no -- ocupa áreas muy considerables.

Estas pendientes se caracterizan por ser suaves y en ellas deben desarrollarse los depósitos de tipo eluvio deluviales, aunque puede decirse que el predominio de depósitos es del tipo eluvial, ya que los materiales han sufrido poco transporte pues en ellos la gravedad ha actuado moviendo de forma muy lenta el material producido a partir de la meteorización.

Es preciso señalar que en estas zonas deben existir zonas perspectivas, por lo que pueden ser tomadas de interés en los trabajos de búsqueda y exploración, ya que la estructura es más uniforme.

Pendientes entre 0-5 grados.

Estas pendientes ocupan un área considerable hacia el Norte y Centro de la región.

En el anexo gráfico # 3 viene representada con un color -- amarillo. Se observa también pero en menor amplitud hacia - el Suroeste del área.

Las zonas en que encontramos esta pendiente son las más -- perspectivas, aquí la masa de los productos de intemperismo prácticamente no se mueve, actuando sobre la misma un profundo y largo proceso de meteorización de las rocas trayendo como resultados cortezas de intemperismo bien desarrolladas, es decir potencias uniformes. Sin embargo es necesario tener en cuenta no sólo el ángulo de pendiente favorable a la hora de dar una seguridad de potencias grandes y bien desarrolladas, sino también tener en cuenta otros - factores que influyen en el desarrollo de las cortezas de intemperismo de una forma íntegra, tales como el clima, tipo de roca, meteorización, etc.

C A P I T U L O VI
PRONOSTICO GEOLOGO-GEOMORFOLOGICO PARA LA
BUSQUEDA DE YACIMIENTOS DE NIQUEL IN SITU
Y REDEPOSITADO

VI.- PRONOSTICO GEOLOGO-GEOMORFOLOGICO PARA LA BUSQUEDA DE YACIMIENTOS DE NIQUEL IN SITU Y REDEPOSITADO.

El estudio geólogo-geomorfológico para la búsqueda de yacimientos de níquel es importante a la hora de valorar cuáles fueron las condiciones en que se originaron las cortezas de intemperismo ferroniquelíferas, ya que las mismas nos sirven para valorar de una forma más precisa su grado de perspectiva desde el punto de vista industrial.

para la confección del presente capítulo se tuvo en cuenta el estudio de las fotos aéreas a escala 1:37 000, el mapa geológico confeccionado por Adamovich y Chejovich (ver anexo gráfico # 2), el mapa morfométrico de pendientes, -- así como el parámetro grado de perspectiva de la tabla "Condiciones Geólogo-geomorfológicas para el pronóstico de los yacimientos de corteza de intemperismo ferroniquelíferas en Cuba"

La metodología para la determinación del grado de perspectiva fue la siguiente:

Del mapa geológico de Adamovich y Chekovich se tomaron las áreas de desarrollo de rocas ultrabásicas serpentinizadas, luego se fue observando el relieve en las fotos aéreas y mapa topográfico, así como las características de las pendientes para cada sector, y por último se determinaron las áreas por su grado de perspectiva en:

Muy perspectivas, perspectivas, muy complejas, complejas -- y desechables además no desarrollo de depósitos lateríticos y grado de perspectiva no determinado.

Para el cálculo de las áreas de cada zona de acuerdo al -- grado de perspectiva utilizamos el método del planímetro.

A continuación haremos una descripción de cada zona, en las cuales estarán presentes las características más notables en las mismas:

Zonas Muy Perspectivas.

Ocupa un área de * metros cuadrados (m^2) aproximadamente. Se caracteriza en el anexo gráfico # 5, por su color amarillo y por el rayado de líneas verticales.

Esta zona se localiza fundamentalmente en la parte Suroeste y ocupando a la vez la mayor área en la misma, también se observan pero en menor proporción y más distribuida hacia la parte Norte, Este y Oeste.

La zona que se encuentra ubicada en la parte Suroeste se caracteriza por poseer una estructura más uniforme, los depósitos que se desarrollan son del tipo eluviales y eluvio deluviales, es decir depósitos que prácticamente no sufren transporte ya que sobre ellos la gravedad ha actuado muy lentamente.

El predominio de las pendientes en esta zona es de 0-5 grados, siendo las mismas las más favorables para el desarrollo de cortezas de intemperismo ferroniquelíferas.

Se encuentra asociada a los niveles hipsométricos más altos, del orden de los 600-1100 metros.

Sobre estas rocas ultrabásicas serpentinizadas ha actuado un largo proceso de meteorización, lo que ha permitido el origen de potencias considerables de limonitas y serpentinitas, además sobre las mismas y de forma considerable también influyó el relieve.

Las zonas que se encuentran ubicadas hacia el Norte, Oeste y Este se caracterizan de forma general por poseer depósi-

tos eluvio deluviales, es decir depósitos que casi no se han movidos, en ellas pueden existir zonas de redeposición, también encontramos depósitos eluviales con los cuales se relacionan las potencias uniformes y la corteza de intemperismo bien desarrolladas.

Estas zonas se asocian con el rango de pendientes de 0-5 grados y con superficies planas y semiplanas en niveles hipsométricos intermedios de 100-600 metros.

Zonas Perspectivas.

Se distingue de las otras áreas por su color amarillo y su rayado de líneas horizontales.

Ocupa un área de * metros cuadrados (m^2) aproximadamente.

Se encuentran ubicadas en el anexo gráfico # 5, ocupando las áreas de la parte Norte y Central fundamentalmente, también la encontramos y de forma dispersa hacia la parte Sur y Este, y de forma muy aislada la encontramos hacia la parte Oeste.

La parte Norte y Central se caracteriza por el tipo de depósitos eluvio deluviales y deluvio eluviales, es decir; horizontales más movidos, aparecen depósitos lateríticos redepositados sobre todo al pie de pendientes abruptas en zonas de pie de montaña, en las cuales aumenta el grado de complejidad en la estructura de la corteza de intemperismo pues puede faltar un horizonte laterítico.

Esta zona se relaciona con superficies planas y semi planas de niveles hipsométricos intermedios de 100-600 metros. El rango de pendientes es de 0-5 grados y de 5-10 grados, es -

decir; pendientes con un grado de inclinación suave.

Cuando estas zonas tienen conexión con el relieve alto las cortezas de intemperismo que aquí se desarrollan tienen un carácter más complejo, pues se puede acentuar el carácter de la redeposición y ser sus espesores más variables. Un ejemplo de lo antes expuesto se representa en el yacimiento Moa.

Hacia la parte Sur y Este de la región encontramos estas zonas muy dispersas, las que se caracterizan por los depósitos deluvio-eluviales, es decir; depósitos que tienen un mayor grado de movilidad, en ellos han actuado con mayor intensidad los agentes denudativos, esto provoca que aumente el grado de complejidad en la estructura de la corteza de intemperismo ferroniquelífera, ya que los depósitos lateríticos tienden a tener un carácter de redeposición.

La zona encontrada hacia el Oeste ocupa un área muy pequeña, y la misma se caracteriza por estar conectada a las superficies aplanadas de divisorias de aguas principales.

Los depósitos aquí presentes son del tipo eluvio deluviales. La estructura de la corteza de intemperismo es más uniforme, en esta zona la potencia es uniforme y la corteza de intemperismo ferroniquelífera está desarrollada.

Zonas Muy Complejas.

Está presente en el anexo gráfico # 5 con una coloración naranja y un rayado con líneas discontinuas.

Ocupa un área de * metros cuadrados (m^2) aproximadamente.

Esta zona la localizamos fundamentalmente al Norte, Este y hacia el Oeste, sin embargo estas últimas son zonas peque-

ñas y aisladas.

La zona encontrada hacia el Norte se caracteriza por tener un carácter evidentemente de redeposición, siendo los depósitos deluviales muy complejos.

Esta zona está relacionada con pendientes de 0-5 grados, -- sin embargo a pesar de tener desde el punto de vista geomorfológico condiciones favorables para el desarrollo de corteza de intemperismo ferroniquelífera, la misma no está presente en el área pues desde el punto de vista geológico los procesos de formación no actuaron o fueron muy locales. Esto nos demuestra una vez más que el factor geológico o geomorfológico no puede actuar sobre el desarrollo de cortezas de intemperismo de forma independiente.

Hacia la zona Este y Oeste los depósitos son deluviales muy complejos, el desarrollo de cortezas de intemperismo está -- muy limitado, pues el carácter que la misma presenta es de redeposición.

Estas zonas se relacionan con pendientes de 10-15 grados y los depósitos aquí encontrados tienen las características -- de ser una especie de mezcla de productos directos de la meteorización, por lo que la estructura de la corteza de intemperismo ferroniquelífera es muy compleja, el relieve -- presente es desmembrado en niveles hipsométricos intermedios entre los 100-600 metros.

Zonas Complejas.

Ocupa un área de * metros cuadrados (m^2) aproximadamente.

Se caracteriza en el anexo gráfico # 5 por su color naranja y su rayado de líneas inclinadas.

Esta zona ocupa áreas de forma dispersa hacia el Oeste, Norte y Este de la región estudiada.

De forma general se caracterizan por poseer un predominio de pendientes entre los 10-15 grados. Los depósitos son deluviales con el tipo de corteza redepositada, donde su potencia es variable y compleja. También encontramos depósitos deluviales muy complejos en el corte y con potencias variables.

Esta zona está relacionada con relieves desmembrados en niveles hipsométricos intermedios entre los 100-600 metros y con superficies planas y semiplanas.

Zonas Desechables.

Ocupa un área de * metros cuadrados (m^2) aproximadamente.

Se representa en el anexo gráfico # 5 por su color rojo y el rayado de líneas horizontales discontinuas con puntos intermedios.

Esta área se observa fundamentalmente al Norte de la región, donde el relieve es llano o de colinas bajas, muy cerca de la costa.

Esta zona se caracteriza por tener una pendiente entre los 0-5 grados, es decir; que las condiciones geomorfológicas son favorables, sin embargo las condiciones geológicas no han permitido el desarrollo de cortezas de intemperismo ferroniquelíferas, ya que los agentes denudativos no han actuado en suficiente tiempo como para desarrollar potentes cortezas de intemperismo.

Esta zona se caracteriza por poseer el tipo de corteza re-

depositada.

El tipo de relieve es bajo, moderadamente desmembrado desde la costa hasta niveles de 70-100 metros.

Zonas de No Desarrollo de Depósitos Lateríticos y Zonas de Grado de Perspectividad No Determinado.

Estas zonas no han sido de objeto de estudio en el presente trabajo. Se carece de datos para la documentación y poder argumentar así sobre estas zonas.

Es por esto que las mismas no se representan en el área de estudio dentro de la región.

C A P I T U L O V I I
C O N C L U S I O N E S Y R E C O M E N D A C I O N E S

VII.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

7.1. Conclusiones.

*Luego de haber realizado un estudio de las particularidades geomorfológicas de la región de Moa y analizados los resultados obtenidos, hemos llegado a las conclusiones siguientes:

- 1- Las condiciones de formación para las cortezas de intemperismo ferroniquelíferas con potencias grandes y bien desarrolladas, están directamente relacionadas con condiciones geológicas y geomorfológicas favorables, cuando una de estos dos factores no se cumple no habrá desarrollo de cortezas de intemperismo ferroniquelíferas.
- 2- La región de Moa quedó dividida en diferentes zonas geomorfológicas, con características propias, las cuales se toman como base para la valoración pronóstico de las áreas perspectivas a través de los métodos geólogo-geomorfológico de la búsqueda y exploración de los yacimientos de corteza de intemperismo.
- 3- Quedan diferenciadas las áreas de la región de acuerdo a su grado de perspectividad en: zonas muy perspectivas, zonas perspectivas, zonas muy complejas, zonas complejas y zonas desechables.
- 4- Se comprobó la efectividad del método geólogo-geomorfológico propuesto por el Lic. Gabriel Garcia C., para la proyección de yacimientos ferroniquelíferos de corteza de intemperismo.

7.2. Recomendaciones.

Teniendo en cuenta las dificultades presentadas así como - las deficiencias en la realización del trabajo, y los resultados obtenidos hacemos las siguientes recomendaciones:

- 1- Realizar un estudio geológico a través de un levantamiento con sus perfiles geológicos, con el objetivo de estudiar directamente la tectónica, estratigrafía y magmatismo.
- 2- Utilización de un mayor número de métodos morfométricos en la realización del estudio geólogo-geomorfológico de de sarrollo de corteza de intemperismo.
- 3- Es necesario que las empresas vinculadas directamente a la producción utilicen este método geólogo-geomorfológico para la búsqueda y exploración de los yacimientos relacionados a las cortezas de intemperismo, pues es un método -- sencillo, rápido y barato con el cual se puede dirigir las investigaciones hacia sectores más perspectivas.

B I B L I O G R A F I A

BIBLIOGRAFIA.

1..A.F.Adamovich, y V.O.Chejovich:

"Estructura Geológica y Minerales Utiles de la Zona Moa, provincia de Oriente".

2..F.Arcial.

Geología del Curso Medio del Río Castro".

Trabajo de Grado, 1978 (Inédito).

3..J.Arioza Iznaga.

"Curso de Yacimientos Minerales Metálicos. Tipos Genéticos" Instituto Cubano del libro, 1978.

4..J.L.Cobiella y J.Rodriguez.

"Algunos Rasgos sobre la Geología Oriental"

Ciencias Técnicas. Serie Ingenieria en Geodesia y Geofísica, 1978.

5..J.Cobiella, F.Quintas, M.Campos y M.Hernandez.

"Geología de la Región Central y Sur Oriental de la Provincia de Guantánamo" 1977.

6..G.Garcia C.

"Regulaciones de la distribución de las cortezas de intemperismo ferroniquelíferas de los macizos serpentiniticos de - Cuba como base en los trabajos de búsqueda y exploración de los yacimientos de níquel y cobalto.

Trabajo de Candidatura, 1978 (Inédito).

7..G.Garcia C.

"Geomorfología y Geología del Cuaternario"

Conferencias, Universidad de Oriente, 1976.

8..G.Garcia C.

"Métodos Geólogo-geomorfológicos en la búsqueda de Cortezas de Intemperismo Ferroniquelíferas"

Curso de Post-grado, Conferencias, 1979.

9..E.Gonzalez y E.Saunders.

"Estudio de la Corteza Ferroniquelífera de Cuba por Métodos Morfométricos"

La Minería en Cuba, Volumen 3 # 2, 1977.

10..Knipper y R.Cabrera.

"Tectónica y Geología Histórica en la zona de Articulación entre el Mio y Eugeosinclinal y del Cinturón Hiperbasítico de Cuba"

Contribución a la Geología de Cuba, publicación especial # 2, 1974.

11..A.Rodriguez y J.L.Reyes.

"Estudio Geólogo-geomorfológico de los Yacimientos Lateríticos de Niquel de Punta Gorda Moa".

Trabajo de Diploma, 1979 (Inédito).

12..J.Sosa.

"Estudio Geólogo-geomorfológico del Yacimiento Moa"

Trabajo de Diploma, 1978 (Inédito)

INDICE.

RESUMEN.	pg.
CAPITULO I. INTRODUCCION.....	1
CAPITULO II. CONDICIONES FISICO-GEOGRAFICA DEL AREA.	
2.1 Características Físico-Geográficas del área.....	3
2.2 Economía de la Región.....	3
2.3 Relieve.....	4
2.4 Clima.....	4
2.5 Hidrografía.....	5
2.6 Vías de Comunicación.....	6
CAPITULO III. HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES GEOLO- GICAS REALIZADAS EN LA ZONA.....	8
CAPITULO IV. GEOLOGIA REGIONAL.....	13
4.1 Estratigrafía.....	13
4.2 Tectónica.....	17
4.3 Magmatismo.....	21
4.4 Minerales Útiles.....	23
CAPITULO V. CARACTERISTICAS GEOMORFOLOGICAS DE LA REGION.	
5.1 Características Geomorfológicas gene- rales de la región.....	25
5.2 Zonas geomorfológicas presentes en la región.....	26
5.3 Estudio y Distribución de Pendientes.	30
CAPITULO VI. PRONOSTICO GEOLOGO-GEOMORFOLOGICO PA- RA LA BUSQUEDA DE YACIMIENTOS DE NI- QUEL IN SITU Y REDEPOSITADO.....	36
CAPITULO VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	
7.1 Conclusiones.....	43
7.2 Recomendaciones.....	44
BIBLIOGRAFIA.....	45
INDICE.....	47