

I N D I C E		
CAPITULO		PAGINAS
I	Introducción	2 - 4
II	Perspectivas	6 - 7
<u>UNIVERSIDAD DE ORIENTE</u>		
<u>FACULTAD DE TECNOLOGIA</u>		
III	ESCUELA DE INGENIERIA GEOLOGICA	9 - 16
IV	Composición Geológica de la Región. Hidrogeología	32 - 55
<u>TRABAJO DE GRADO</u>		
V	Geología del Yacimiento de Punta Gerda.	57 - 77
" Proyecto Técnico - Económico de Exploración Preliminar de un Área del Yacimiento Punta Gerda " - ESTE DEL RIO YAGRUMAJE -		
	Proyecto Técnico-Mineras.	79 - 86
VII	Metodología y Volumen de los Trabajos de Exploración	88 - 112
VIII	José Ariosa Iznaga, Labo. Lázaro García Tamayo PROFESOR, GUIA Semi-Industriales ESTUDIANTE GRADUANTE	114 - 121
IX	Equipos y Transporte. Construcciones.	123 - 125
X	SANTIAGO DE CUBA 20 de Julio 1973 AÑO DEL XX ANIVERSARIO	127 - 129

CAPITULO		INDICE		PAGINAS	
CAPITULO		INDICE		PAGINAS	
		Introducción	.....	2	4
I		Perspectivas	.....	6	7
II		Condiciones Geográficas y Económicas de la Región	.....	9	16
III		Grado de Conocimiento Geológico de la Región	.....	18	30
IV		Composición Geológica de la Región. Hidrogeología	.....	32	55
V		Geología del Yacimiento. Punta Gerda.	.....	57	77
VI		Hidrogeología del Yacimiento Punta Gerda. Condiciones Ingenieras Geológicas. Condiciones Técnico-Mineras.	.....	79	86
VII		Metodología y Volumen de los Trabajos de Exploración	.....	88	112
VIII		Pruebas de Laboratorio y Semi-Industriales	.....	114	121
IX		Equipos y Transporte. Construcciones	.....	123	125
X		Cantidad y Calificación del Personal. Duración de los Trabajos	.....	127	129

----- INDICE -----

<u>CAPITULO</u>		<u>PAGINAS</u>
XI	Trabajos de Gabinete y Confección del Informe	131-137
XII	Valoración del Proyecto	139-144
XIII	Anexos Gráficos	146
	<u>Bibliografía</u>	148-151

Cuba posee uno de los yacimientos residuales de intemperismo con menas de Fe-Ni-Co, mayores del mundo.

Recientemente a fines del año 1972, Cuba conjuntamente con la URSS, firmaron por ambas partes un convenio económico entre los cuales un lugar de no poca importancia ocupa

INTRODUCCION

la prosperidad. Del convenio figura la construcción de una nueva planta metalúrgica en la zona del yacimiento Punta Gorda, y la ampliación de las ya existentes con la ayuda de los países del CAME.

Para la completa realización de estos Convenios, es de importancia primaria el estudio y aseguramiento de las reservas de Fe-Ni-Co en el área del yacimiento Punta Gorda, y yacimientos adyacentes.

El objetivo que persigue este trabajo " PROYECTO TECNICO ECONOMICO DE EXPLORACION PRELIMINAR DE UN AREA DEL YACIMIENTO PUNTA GORDA " (Este del río Yagrumaje) es la evaluación de las menas de óxidos-silicatos

Cuba posee uno de los yacimientos residuales de intemperismo con menas de Fe-Ni-Co, mayores del mundo.

Recientemente a fines del año 1972, Cuba conjuntamente con la URSS, firmaron por ambas partes un convenio económico entre los cuales un lugar de no poca importancia ocupa la prospección geológica. Dentro del convenio figura la construcción de una nueva planta metalúrgica en la zona del yacimiento Punta Gorda, y la ampliación de las ya existentes con la ayuda de los países del CAME.

Para la completa realización de estos Convenios, es de importancia primaria el estudio y aseguramiento de las reservas de Fe-Ni-Co en el área del yacimiento Punta Gorda, y yacimientos adyacentes.

El objetivo que persigue este trabajo - "PROYECTO TECNICO ECONOMICO DE EXPLORACION PRELIMINAR DE UN AREA DEL YACIMIENTO PUNTA GORDA" (Este del río Yagrumaje) es la evaluación de las menas de óxidos-silicatos

(lateríticos y serpentínicos) de Fe-Ni-Co , para la posterior obtención industrial de Ni y Co en forma de óxidos. autor le está agradeci

do. La etapa de investigación es preliminar, con el fin de obtener reservas de categoría - C_1 , se prevee utilizar una red de exploración de 100 x 100 metros.

Las reservas a asegurar son de 27 millones de toneladas de mineral, según las menas lateríticas y serpentínicas de acuerdo a las condiciones exigidas para el cálculo de reservas, (ver Capítulo XI).

Para la realización del proyecto, es de gran importancia la ayuda prestada por la DGG de Oriente, los geólogos cubanos y soviéticos de la Brigada " Laterita 2 Moa", el Departamento de Desarrollo de la Mina Moa, así como la ayuda del profesor guía, departamentos de Yacimientos Minerales, Hidrogeología e Ingeniería Geológica y Laboratorio de Geo-Matemáticas de la Escuela de Ingeniería Geológica de la Universidad de Oriente, y a la compañera

Miriam Morenta Sosa por haber hecho posible -
la parte mecanográfica de este trabajo.

A todos ellos el autor le está agradeci-
do.

PERSPECTIVAS

1.- El posible volumen de reservas para espe-
 ras según los datos de los estudios ante-
 riores (exploración para la categoría -
 C₂ con la red 400 x 400 metros) es apro-
 ximadamente de 27 millones de toneladas
 de mineral según las menas (LB / SB /
 SD)^{*} para la categoría C₁ .

2.- El espesor promedio de la corteza de in-
 temperismo que se espera es de 12 a 13 -
P E R S P E C T I V A S
 metros, pudiendo alcanzar potencia de -
 hasta 40 metros.

3.- El espesor promedio de las menas de ba-
 lance (LB / SB / SD) que se espera es de
 8 a 9 metros.

4.- La ley promedio esperada para El es de -
 1.40 % .

5.- Se espera un área de 5 a 6 kilómetros
 cuadrados.

6.- Tipos de yacimientos esperados: Es un ya-
 cimiento residual de la corteza superfi-
 cial de intemperismo del perfil lateríti-
 co.

- 1.- El posible volumen de reservas perspecti
vas según los datos de los estudios ante
riores (exploración para la categoría -
C₂ con la red 400 x 400 metros) es apre
ximadamente de 27 millones de toneladas
de mineral según las menas (LB / SB /
SD) * para la categoría C₁ .
- 2.- El espesor promedio de la corteza de in-
temperismo que se espera es de 12 a 13 -
metros, pudiendo alcanzar potencia de -
hasta 40 metros.
- 3.- El espesor promedio de las menas de ba-
lance (LB / SB / SD) que se espera es de
8 a 9 metros.
- 4.- La ley promedio esperada para Ni es de -
1.40 % .
- 5.- Se espera un área de 5 a 6 kilómetros -
cuadrados.
- 6.- Tipos de yacimientos esperados: Es un ya-
cimiento residual de la corteza superfi-
cial de intemperismo del perfil lateríti-
co.

7.- Por similitud con otros yacimientos niquelíferos de Cuba, el método de extracción de las menas de balance, será a cielo abierto.

8.- Además de hacer las evaluaciones de reserva para Ni, se puede evaluar las reservas de Co y menas de Fe.

CONDICIONES GEOGRÁFICAS Y CLIMÁTICAS

* FB : Minerales lateríticos ferrosos de balance.

FF : Minerales lateríticos ferrosos fuera de balance.

LB : Minerales lateríticos niquelíferos de balance.

LF : Minerales lateríticos niquelíferos fuera de balance.

SB : Minerales serpentínicos niquelíferos blando de balance.

SD : Minerales serpentínicos niquelíferos duro de balance.

SF : Minerales serpentínicos niquelíferos fuera de balance.

SITUACION GEOGRAFICA Y ADMINISTRATIVA

Los yacimientos residuales de la corteza de intemperismo de Fe-Mn-Co de Moa y las áreas adyacentes (Atlantis, Playa la Vaca y Punta Gorda), están situados en la costa Nor-Este de la Provincia de Oriente. (Ver anexo 1.)

CONDICIONES GEOGRAFICAS Y ADMINISTRATIVAS estas áreas pertenecen al municipio de Moa.

ECONOMICAS

Según el sistema de coordenadas Lambert DE LA REGION que se extiende entre el río Moa y el río Cayo Guam, al este del yacimiento Moa está limitado por las coordenadas E 699000 M - 707000 M y N 217200 M - 222500 M.

RED HIDROGRAFICA Y RELIEVE

La red fluvial de la región está representada por los ríos Moa, Yagrumaje, Punta Gorda, Cayo Guam etc. Ellos están orientados en dirección sub-meridional y desembocan en el Océano Atlántico formando deltas.

El río Moa que corre en los límites del yacimiento del mismo nombre, es la fuente de

SITUACION GEOGRAFICA Y ADMINISTRATIVA

Los yacimientos residuales de la corteza de intemperismo de Fe-Ni-Co de Moa y las áreas adyacentes (Atlantic, Playa la Vaca y Punta Gorda), están situados en la costa Nor-Este de la Provincia de Oriente. (Ver anexo 1)

Por su división administrativa estas áreas pertenecen al municipio de Moa.

Según el sistema de coordenadas Lambert el área de yacimiento Punta Gorda que se extiende entre el río Moa y el río Cayo Guam, al este del yacimiento Moa está limitado por las coordenadas E 699000 M - 707000 M y N 217200 M - 222500 M.

RED HIDROGRAFICA Y RELIEVE

La red fluvial de la región está representada por los ríos Moa, Yagrumaje, Punta Gorda, Cayo Guam etc. Ellos están orientados en dirección sub-meridional y desembocan en el Océano Atlántico formando deltas.

El río Moa que corre en los límites del yacimiento del mismo nombre, es la fuente de

abastecimiento de agua de la Empresa y del poblado de Moa, tiene una profundidad de 0.5 a 1 metro (promedio), la velocidad promedio de 1.5 metros por segundo con una anchura máxima (zona de anegadiza) de 40 a 50 metros.

El río Caye Guam tiene una profundidad promedio de 0.2 a 0.5 metros, la velocidad de 1 a 1.5 metros por segundo, con una anchura máxima (zona anegadiza) de 10 a 30 metros.

El gasto máximo (río Moa) en período seco es de 2,000 a 2,500 litros por segundo y el mínimo de 700 a 800 litros por segundo (dato de la estación meteorológica de Presten).

En la región se encuentran otros ríos tales como Cabañas, Yagrumaje, Quesigua, Punta Gerda, los cuales tienen parámetros de 2 a 5 veces menor que el río Caye Guam.

El área del yacimiento está asociada a la pendiente norte de las montañas del macizo Moa-Baracea, cuya principal divisoria de las aguas es la cuchilla del Tea y se extiende en dirección sub-latitudinal.

Para el verano la temperatura corriente
El área del yacimiento Punta Gorda, por
en de 30 a 32 grados centígrados, y para el
las propiedades del relieve, coinciden con el
invierno de 22 a 26 grados centígrados. En
área del yacimiento Atlantic, pero se extien-
las zonas montañosas es menor en 5 a 6 grados
de hipsométricamente mas abajo; está formado
centígrados, las oscilaciones diarias alcan-
por colinas medias intensamente divididas.
zan aquí 15 grados centígrados.

Las cotas absolutas dentro de los límites del
En nueve meses del año 1966 en la esta-
área Punta Gorda oscilan de 20 hasta 250 me-
ción meteorológica de Barro Colorado de la Academia
tros.

de Ciencias, se observaron los siguientes da-
CLIMA Y VEGETACION
tos: (Ver Tabla No. 1)

La región tiene un clima tropical; se -
La orografía y cubierta vegetal influye
presentan dos períodos de lluvias (Mayo a -
de forma determinante en la vegetación de la
Junio, Octubre a Enero) y dos de seca (Fe-
región.
brero a Abril, Julio a Setiembre).

En las áreas de superficies planas, cu-
La cantidad anual promedio de precipita-
biertas por latexitas, crecen bosques de pino
ciones fue 2098.54 milímetros (1972).
poco tropicales; las áreas montañosas así como -

En el verano la lluvia se presenta en -
la divisoria de las aguas se caracterizan por
forma de aguaceros y el invierno se caracteri-
malezas tropicales tupidas entrelazadas por -
za por ser constante.

En los valles de los arroyos crecen
En los períodos de lluvias y secas el -
las palmas reales.

En las llanuras y pendientes de peque-
régimen de temperatura es casi constante, las
diferencias anuales de temperatura raras ve-
las colinas compuestas por rocas sedimentarias
ces sobrepasan de 5 a 6 grados centígrados.

Para el verano la temperatura corriente es de 30 a 32 grados centígrados, y para el invierno de 22 a 26 grados centígrados. En las zonas montañosas es menor en 5 a 6 grados centígrados, las oscilaciones diarias alcanzan aquí 15 grados centígrados.

En nueve meses del año 1966 en la estación meteorológica de Baracoa de la Academia de Ciencias, se obtuvieron los siguientes datos: (Ver Tabla No. 1) .

La orografía y cubierta vegetal influye de forma determinante en la vegetación de la región.

En las áreas de superficies planas, cubiertas por lateritas, crecen bosques de pinos poco tupidos; las áreas montañosas así como la divisoria de las aguas se caracterizan por malezas tropicales tupidas entrelazadas por bejucos. En los valles de los arroyos crecen las palmas reales.

En las llanuras y pendientes de pequeñas colinas compuestas por rocas sedimentarias

1966

T A B L A No. 1

13

N/O	CONDICIONES	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUN	JUL	AGOST	SEPT	OCT	NOV	DIC
1	Temperatura Promedio mensual	23.2	23.2	23.6	26.1	-	-	27.2	27.2	27.5	-	-	-
2	Temperatura Máxima.	27.4	28.1	27.9	31.1	-	-	32.4	31.9	33.3	-	-	-
3	Temperatura Mínima.	19.0	18.3	19.3	21.1	-	-	22.0	22.4	21.7	-	-	-
4	Humedad Relativa promedio %.	-	78	83	77	-	-	-	83	80	-	-	-
5	Cantidad de lluvia (mm)	336	32	179	175	265	144	103	104	62	-	-	-

1972

Cantidad de lluvias (Pulg.)	15.15	11.10	22.70	34.90	206	110.00	14.03	19.70	13.75	2090	9.30	1739	
-----------------------------	-------	-------	-------	-------	-----	--------	-------	-------	-------	------	------	------	--

se cultiva la caña de azúcar.

En las zonas próximas al literal, hay grandes zonas ocupadas por manglares (delta de los ríos Mea, Punta Gerda, Caye Guam) .

ECONOMIA DE LA REGION

La industria metalúrgica determina fundamentalmente la economía de la región.

La planta minero-metalúrgica Cmdte. Pedro Sete Alba de Mea, trabaja con la materia prima de níquel, del yacimiento Mea.

En la punta del río Caye Guam y Yagrumaje se encuentran minas en actividad que en la actualidad es la principal fuente de cermitas refractarias en Cuba.

La agricultura está poco desarrollada; la rama principal es el cultivo de caña de azúcar y en menor grado café y frutas.

Las principales vías de comunicaciones son carreteras y terraplenes; Mea está unida a Mayarí y Sagua de Tánamo por carretera; algunos tramos de esta están en malas condiciones.

El pueblo de Moa se une con Baracoa mediante un terraplén, que a su vez pasa por la localidad de Punta Gorda.

Las áreas de los yacimientos están relacionadas con la Planta por medio de terraplenes.

La planta de Moa está comunicada con el puerto del mismo nombre por una carretera pavimentada. En el puerto marítimo atracan barcos de 10 a 15 mil toneladas de desplazamiento.

En la localidad de Punta Gorda existe un muelle donde atracan barcos con pequeña carga, con una capacidad de carga de 200 a 300 toneladas, que se emplean para el traslado del mineral de cromita.

Cerca del poblado fabril de Moa hay un aeropuerto nacional, en el cual prestan servicios aviones que hacen viajes habituales Moa-Baracoa, Moa-Santiago de Cuba, Moa-Guantánamo, Moa-Nicaró y Moa-Holguín, los que llegan a Santiago de Cuba sirven para conexiones con

la Capital de la Isla.

La población se encuentra cerca de las minas (poblado Mea, Manges, Punta Gerda, Cayo Guam, Yagrumaje), y en las áreas donde se desarrellan los suelos más fértiles. Las montañas están casi despebladas.

GRADO DE CONOCIMIENTO

GEOLOGICO

DE LA REGION

Los primeros datos sobre el estudio de la estructura geológica y minerales útiles en el norte de la provincia de Oriente, se remontan al siglo XIX y principios del XX.

La primera publicación que aparece (1883) fue hecha por el geólogo español V. Pellitero; es una información breve sobre la

GRADO DE CONOCIMIENTO
GEOLOGICO
DE LA REGION

En los primeros años del siglo XX, encontramos en los trabajos de diferentes investigadores (Spencer - 1907, Kamp - 1910 a 1915, Hayes - 1911, Cox - 1911, De Wetton 1915, y otros) datos sobre estratigrafía, tectónica, magnetismo y minerales útiles.

Las condiciones geológicas y geomorfológicas de la génesis de la corteza de intemperismo no fueron abordadas por dichos autores.

Primamente en la provincia de Oriente una compañía hispano-americana, se interesó por las menas lateríticas de hierro en el año 1904.

Los primeros datos sobre el estudio de la estructura geológica y minerales útiles en el norte de la provincia de Oriente, se remontan al siglo XIX y principios del XX.

La primera publicación que aparece, - (1883) fue hecha por el geólogo español V. Pellitero; es una información breve sobre la estructura geológica de Oriente, basándose en un itinerario desde Sagua de Tánamo a Guantánamo.

En los primeros años del siglo XX, encontramos en los trabajos de diferentes investigadores (Spencer - 1907 , Kemp - 1910 a 1915 , Hayes - 1911 , Cox - 1911 , De Wetter 1915 , y otros) datos sobre estratigrafía - tectónica, magmatismo y minerales útiles.

Las condiciones geológicas y geomorfológicas de la génesis de la corteza de intemperismo no fueron abordadas por dichos autores.

Primeramente en la provincia de Oriente una compañía hispano-americana, se interesó - por las menas lateríticas de hierro en el año 1904.

De este mismo período datan las menciones sobre la presencia de menas cromíticas en la región de Moa (1903 - 1905) .

En el año 1910 fue lecho el primer anuncio de menas ferrosas en la región de Moa (área piloto I y II) .

En relación con el estudio y exploración de las lateritas como minerales de hierro aparecían en revistas norteamericanas algunos artículos dedicados a la descripción del desarrollo de estos minerales y algunos aspectos de su utilización industrial.

En 1942 se edita el libro de T. P. Tayer, "Recursos Cromíticos de Cuba," en el que por vez primera se ofrecen datos sobre las menas de cromita de la región y perspectivas de este territorio en relación con la búsqueda y exploración de los minerales cromíticos.

En el trabajo del holandés F. Keijzer "Rasgos Principales de la Geología de la Parte Occidental de la Provincia de Oriente" , (1945) se ofrecen datos sobre la estructura.
(1945) se ofrecen datos, sobre la estructura.

ra geológica de la región.

De este mismo período datan las menciones sobre la presencia de menas cremíticas en la región de Mea (1903 - 1905).

En el año 1910 fue hecho el primer anuncio de las rocas y los minerales útiles de la región de menas ferreas en la región de Mea.

(Área Piloto I y II).

En relación con el estudio y explotación de las lateritas como minerales de hierro aparecían en revistas norteamericanas algunos artículos dedicados a la descripción

del desarrollo de estos minerales y algunos

aspectos de su utilización industrial.

En 1942 se edita el libro de T. P. Pa-yer, " Recursos Cremíticos de Cuba ", en el que por primera vez se ofrecen datos sobre

las menas de cremita de la región y perspectivas de este territorio en relación con la búsqueda y explotación de los minerales cremíticos.

En el trabajo del holandés F. Keijzer,

" Rasgos Principales de la Geología de la Parte Occidental de la Provincia de Oriente "

(1945) se ofrecen datos, sobre la estructu-

ra geológica de la región.

Los primeros pasos en las investigaciones de los minerales lateríticos de Ni en la región de Moa, datan de los años 1952 a 1958. En el año 1947 el norteamericano P. W. Guild, publica un artículo donde se aclara ampliamente las particularidades petrográficas de las pecas y los minerales útiles de la región, que se sitúa en el curso medio del río Moa; por ambas orillas fue hecha una exploración según la red 100 x 100 metros. La parte de las riquezas minerales de la región sur y este del área de la orilla derecha, con fue relacionada con las lateritas ferrosas, pero una superficie de 5 kilómetros cuadrados, fue re ahora en calidad de minerales niquelo-cobaltos preparada según la red 200 x 200 metros y 400 x 400 metros respectivamente.

El contenido de Ni de las lateritas, (de 0.5 a 1.5 %) era aun conocido a principios de fue hecho el cálculo de reserva y dada la evaluación, y se consideraba entonces como impureza indeseable en las menas de Fe.

En el período 1958 - 1959, en relación con la construcción de la fábrica, surgió la demanda de Ni y Co y también con la elaboración de progresivos métodos hidrometalúrgicos de extracción de estos componentes, las lateritas de Cuba fueron consideradas por la industria de los Estados Unidos como una importante fuente de Ni y Co.

Para este fin la periferia de la orilla izquierda del yacimiento se dividió en 10 áreas de explotación; fue perforada según la red 33.3

33.3 Los primeros pasos en las investigaciones de los minerales lateríticos de Ni en la región de Moa, datan de los años 1952 a 1958, en un área aproximada de 15 kilómetros cuadrados, que se sitúa en el curso medio del río Moa; por ambas orillas fue hecha una exploración según la red 100 x 100 metros. La parte sur y este del área de la orilla derecha, con una superficie de 5 kilómetros cuadrados, fue preparada según la red 200 x 200 metros y 400 x 400 metros respectivamente.

Por los resultados de estos trabajos, fue hecho el cálculo de reserva y dada la evaluación positiva del yacimiento.

En el período 1958 - 1959, en relación con la construcción de la fábrica, surgió la necesidad de explorar la parte de la orilla izquierda del yacimiento para garantizar la futura empresa.

Para este fin la periferia de la orilla izquierda del yacimiento se dividió en 10 áreas de explotación; fue perforada según la red 33.3

x 33.3 metros. Se perforaron 928 pozos que llegaron hasta el contacto con los minerales serpentínicos. Para la determinación del espesor de minerales de hierro del escombrecimiento fue hecha la perforación de pozos según la red 16.6 x 16.6 metros. Con los resultados de los pozos de perforación etc., antes del período revolucionario, fue hecha la estimación de reserva de los minerales lateríticos y serpentínicos del yacimiento Mesa que por razones obvias no se ofrecen los datos anteriores se habían realizado. Al mismo tiempo en 1958 comenzaron los trabajos de construcción de la mina, y en Enero de 1959 comenzaron los trabajos de escombrecimiento para el área de distribución de la fábrica, la planta despulpadora y la mina, se encuentran en la orilla izquierda del río Mesa. En el primer semestre del año 1962 bajo la fábrica trabaja en base a la tecnología de lixiviación, por ácido sulfúrico y de la posterior precipitación de los sulfuros se realizaron notables trabajos investigativos, entre otros se encuentran el in-

ros de Ni y Co, de lo que sale el semi-pro-
ducto sulfuro-niquelo-cobaltoso, concentrado
con contenido de 50 a 55 % de Ni, y 5 a 6 %
de Co.

La recuperación en el mineral como pro-
ducto mercantil forma en la planta de Moa -
un 92 % de Ni y 85 % de Co (datos 1965) .

En 1961 - 1962 bajo la dirección de geó-
logos soviéticos se realizaron trabajos de -
control y revisión de la evaluación de las -
reservas que en años anteriores se habían -
realizado en las áreas exploradas del yaci-
miento Moa; se dio la evaluación perspectiva
del yacimiento con el cálculo de reservas -
pronóstico para el área de distribución de -
minerales lateríticos en los límites de le-
vantamientos geológicos en escala 1:50,000 -
realizada en el primer semestre del año 1962
bajo la dirección de A. F. Adamovich y V. D.
Chejovich.

También después del triunfo de la Revo-
lución se realizaron notables trabajos inves-
tigativos , entre otros se encuentran el in-

forme de V. M. Grigorieva " Composición Sustancial de las Muestras Tecnológicas de los Minerales Niquelíferos Oxidados de los Yacimientos de Nicaro y Moa, Cuba " .

El estudio de la composición mineralógica de los minerales niquelíferos serpentínicos se realizó según la muestra tecnológica en el Instituto Gipro-Níquel de Leningrado.

En 1964 se publica en revista tecnológica el artículo de A. F. Adamovich y V. D. Chejovich " Sobre las Condiciones Geológicas de Formación de las Lateritas en Cuba " , en el que se señala que la corteza de intemperismo en las condiciones del este de Cuba se desarrolla predominantemente en las superficies aplanadas de edad plioceno cuaternario .

Las superficies más antiguas y más altas tienen un origen de demudación y las de bajas alturas y más jóvenes por su edad tienen génesis de abrasión .

En cuanto a las superficies aplanadas con génesis de abrasión se tiene un ejemplo -

en la pendiente norte de la Sierra de Moa, en la cual se observan una serie de escalones - con inclinación hacia el mar.

Los datos más complejos sobre la composición sustancial de todos los minerales de los yacimientos de la corteza de intemperismo se ofrece en el informe de I. Y. Shirokova "La Corteza de Intemperismo en las Ultrabasitas de Oriente Septentrional de Cuba" (génesis y composición sustancial).

En el período que va de 1964 a 1965 se realizaron los trabajos de exploración geológica en un área del yacimiento Moa (parte oriental) y en las áreas adyacentes Atlantic, Playa la Vaca y Punta Gorda, bajo la dirección de los geólogos soviéticos V. M. Ogarkov y L. Y. Serdiuk.

Se realizaron las evaluaciones de las reservas en categorías C₁ y C₂ con redes de exploración de 100 x 100 metros y 400 x 400 metros respectivamente.

perspectivas ya que se caracteriza por una -

La evaluación de las reservas en las áreas adyacentes al yacimiento Moa sólo se realizaron para la categoría C₂, según la red de exploración 400 x 400 metros.

Las reservas de los minerales niquelíferos en los límites del área oriental del yacimiento Moa fueron distribuidas muy irregularmente; gran parte de las reservas fueron reconcentradas en la parte sur del yacimiento (área Yamanigüey) que se caracteriza por la mejor calidad de los minerales y por condiciones técnico - mineras más favorables.

En el área de Atlantic los minerales lateríticos, niquelíferos y serpentínicos, representan el único depósito potente con un alto contenido de níquel.

En el área de playa La Vaca se encuentran depósitos pequeños separados, los cuales pueden tener buena calidad.

El área de Punta Gorda presenta buenas perspectivas ya que se caracteriza por una

corteza de intemperismo estable irregular, -
 formada por grandes depósitos de minerales la-
 teríticos - niquelíferos y serpentínicos de -
 balance de gran espesor con un alto contenido
 de Ni. una serie de trabajos sobre " Geolo-
 gía. En el período 1969 - 1971 se realizó la
 exploración detallada de la zona norte del ya-
 cimiento Punta Gorda (norte del río Yagruma-
 je); toda el área fue perforada con una red
 de exploración de 100x100 metros para la ca-
 tegoría de G₁, además se exploraron 19 blo-
 ques con la red 33x33 metros para la catego-
 ría B. En las redes óptimas de exploración -
 son: Durante esta etapa de exploración se -
 descubrió que el horizonte de lateritas nique-
 líferas (ocres limoníticos) con una poten-
 cia de hasta 8 metros, tiene un desarrollo casi
 continuo. 200 x 200

El horizonte de menas serpentínicas tie-
 ne un desarrollo casi continuo, encontrándose
 a veces en sus límites ventanas estériles.

A fines del año 1971 el departamento de Yacimientos Minerales de la Escuela de Ingeniería Geológica de la Universidad de Oriente realizó una serie de trabajos sobre " Geología, Geoquímica y Métodos de Exploración de los Yacimientos de Níquel de Cuba ". Una de las conclusiones a que se llega en dichos trabajos en lo que se refiere a exploración es que el yacimiento de Punta Gorda tiene una estructura simple y distribución regular del contenido de Ni, por lo que para el cálculo de reserva las redes óptimas de exploración son:

<u>Categoría</u>	<u>Red de Exploración</u>
A	100 x 50 metros.
B	100 x 100 " "
C ₁	200 x 200 " "

Estos resultados obtenidos se basan en el estudio de los parámetros geólogos-industriales (potencia promedio , contenido promedio y metro %).

A fines del año 1964, fue confeccionado la metodología de investigación de la densidad óptima de la red de exploración fue lógico - esquemática del campo minero Mercedita - Yarey a escala 1 : 50,000. obtenida por los métodos analógicos, analíticos, de enriquecimiento, etc.

En el año 1964, el geólogo checo Z. Medved, realizó trabajos de exploración para la evaluación de las reservas de calizas coralinas útiles (cromo, asbestos, calizas coralinas en los alrededores del sayo Maa Grande nas).

En el período de 1962 - 1963 se realizaron trabajos de revisión y evaluación de los yacimientos cromíticos de Potosí, Narciso I y II y Melba, por los geólogos soviéticos V. I. Kenarev y V. I. Mureshko.

Entre los años 1963 - 1965, se realizó la exploración de los yacimientos cromíticos refractarios Mercedita - Yarey, y los trabajos de revisión y evaluación de todos los yacimientos conocidos y manifestaciones minerales del macizo hiperbácico Maa - Baracoa, bajo la dirección de los geólogos soviéticos A. T. Diomin y A. K. Kosarersky.

A fines del año 1964, fue confeccionado por los autores arriba mencionados el mapa geológico - esquemático del campo minero Mercedes - Yarey a escala 1 : 50,000.

En el año 1964, el geólogo checo Z. Medved, realizó trabajos de exploración para la -
COMPOSICIÓN GEOLOGICA
DE LA REGION
 evaluación de las reservas de calizas corallinas en los alrededores del cayo Maa Grande.

HIDROGEOLOGIA

CARACTERÍSTICAS GEOLOGICAS DE

LA REGION

La geología de la región fue elaborada, tomando como base el levantamiento geológico en escala 1:50,000 realizado en el año 1962

por los geólogos COMPOSICION GEOLOGICA V. Adamovich y V. D. Guejovich en la Región Mont. Barroca (ver anexo 2).

HIDROGEOLOGIA

Las formaciones estratigráficas de la región están representadas por los siguientes depósitos:

- 1.- Cretácico Inferior.
- 2.- Cretácico Superior. (Maestrichtiano)
- 3.- Paleógeno.
- 4.- Neógeno-Cuaternario.
- 5.- Cuaternario.

Todas las unidades estratigráficas arriba indicadas, se caracterizan fundamentalmente por fauna de foraminíferos.

La edad del depósito cretácico inferior se establece mediante la analogía con los reg

CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DE

LA REGION

La geología de la región fue elaborada, tomando como base el levantamiento geológico en escala 1: 50,000 realizado en el año 1962 por los geólogos soviéticos A. F. Adamovich y V. D. Chejovich en la región Moa - Baracoa - (ver Anexo 2).

ESTRATIGRAFIA

Las formaciones estratigráficas de la región están representadas por los siguientes depósitos:

- 1.- Cretácico Inferior.
- 2.- Cretácico Superior. (Maestrichtiano)
- 3.- Paleógeno.
- 4.- Neógeno-Cuaternario.
- 5.- Cuaternario.

Todas las unidades estratigráficas arriba indicadas, se caracterizan fundamentalmente por fauna de foraminíferos.

La edad del depósito cretácico inferior se establece mediante la analogía con los res

tantes depósitos de esta edad que existen en la Isla.

SISTEMA CRETACICO

"Cretácico Inferior" (Secuencia Efusiva)

Las rocas de esta secuencia efusiva, presentes en la región, están rodeadas por un campo continuo de desarrollo de las rocas ultrabásicas y básicas del complejo del Cretácico Superior. El contacto de la secuencia efusiva con el macizo ultrabásico en ocasiones es discordante.

Petrográficamente las rocas de esta secuencia están representadas por porfiritas andesíticas, andesitas, basaltos (frecuentemente amigdaloidal), raras veces por espilitas y diabasa.

El espesor visible de la secuencia efusiva sobrepasa los 1,000 metros.

Esta secuencia efusiva se encuentra en las áreas situadas al este del río Jiguaní, al oeste del río Yamanigüey y al norte del río Cabafías (ver anexo 2).

" Cretácico Superior " (Maestrichtiano)

Los depósitos del cretácico superior - (Maestrichtiano) yacen en superficies erosionadas de ultrabacitas serpentinizadas y gabros del complejo intrusivo del cretácico superior, suprayaciendo a estas calizas del Eoceno.

Está presente entre los ríos de Moa y Calentura (ver Anexo 2).

La base de la secuencia está formada por un paquete de conglomerados friables no clasificados formado por guijarros de serpentinita, gabros etc. El espesor varía de 2 a 25 metros.

En la parte media del corte yacen areniscas tobáceas de grano medio a fino y aleurolitas tobáceas.

En la parte superior aparecen intercalaciones de calizas organógenas de poco espesor con foraminíferas, al este de la bahía de Jaraguá sobreyaciendo en ocasiones sobre las serpentinitas y efusivos del Cretácico Inferior.

SISTEMA PALEOGENO (Eoceno)

Está presente a lo largo del litoral - del Oceano Atlantico en forma de banda estrecha e ininterrumpida (ver Anexo 2) .

Los depósitos se encuentran sobre las serpentinitas, en ocasiones sobre la superficie erosionada de los depósitos del Cretácico Superior. redepositadas. En espesor del aluvio no. Sobre los depósitos del Eoceno yacen calizas del Mioceno - Cuaternario.

La composición petrográfica de estos depósitos es variable y están representados por sedimentos arcillosos con intercalaciones de areniscas de grano fino, calizas organógenas friables y compactas con intercalaciones y lentes de gravelitas conglomerados y margas de l'aminas finas.

SISTEMA NEOGENO - CUATERNARIO

Estos depósitos se encuentran en el extremo sur - oriental, al este de la bahía de Jaraguá sobreyaciendo en ocasiones sobre las serpentinitas y efusivos del Cretácico Inferior.

SISTEMA CUATERNARIO (División Contemporánea)

Pertenecen a estos depósitos las formaciones aluviales de algunos ríos de la región y depósitos de playas contemporáneos.

Estos depósitos están representados por pequeños guijarros con raras intercalaciones, y lentes de arena de grano grueso, además de lateritas redepositadas. El espesor del aluvio no sobrepasa los 5 metros.

parte del núcleo del anticlinorio Mayarí y Pa...

En la parte central y flancos, el macizo en ocasiones está recubierto por depósitos cuaternarios y terciarios.

Las rocas intrusivas de composición ultrabásica y básica ocupan el 90% de la región Maz - Barroca y entran en la composición del complejo intrusivo del Cretácico Superior.

" Complejo Intrusivo del Cretácico Superior "

Por la composición y relación entre las rocas, en los límites de este complejo se destacan las rocas de dos fases intrusivas: a la

SISTEMA CUATERNARIO (División Contemporánea)

Pertenecen a estos depósitos las formaciones aluviales de algunos ríos de la región y depósitos de playas contemporáneos.

Estos depósitos están representados por pequeños guijarros con raras intercalaciones, y lentes de arena de grano grueso, además de lateritas redepositadas. Es espesor del aluvio no sobrepasa los 5 metros.

En la parte central y flancos, el núcleo del anticlinorio Payari - Barcos.

En la parte central y flancos, el núcleo en ocasiones está recubierto por depósitos mesozoicos y terciarios.

Las rocas intrusivas de composición ultrabásica y básica ocupan el 90% de la región Mes - Barcos y entran en la composición del complejo intrusivo del Cretácico Superior.

" Complejo Intrusivo del Cretácico Superior "

Por la composición y relación entre las rocas, en los límites de este complejo se destacan las rocas de dos fases intrusivas: a la

ROCAS INTRUSIVAS

Un área muy extensa de la provincia de Oriente está ocupada por el cuerpo de rocas ultrabásicas y básicas el cual forma parte de la cadena de intrusiones ultrabásicas del Arco Insular de las Antillas.

Las rocas ultrabásicas forman parte del macizo montañoso que se extiende de este a oeste (Sierra de Moa) y que a su vez forma parte del núcleo del anticlinorio Mayarí - Baracoa.

En la parte central y flancos, el macizo en ocasiones está recubierto por depósitos maestrichtiano y terciarios.

Las rocas intrusivas de composición ultrabásicas y básicas ocupan el 90% de la región Moa - Baracoa y entran en la composición del complejo intrusivo del Cretácico Superior.

" Complejo Intrusivo del Cretácico Superior "

Por la composición y relación entre las rocas, en los límites de este complejo se destacan las rocas de dos fases intrusivas; a la

primera fase intrusiva pertenecen las peridotitas serpentinizadas, la segunda fase intrusiva es de los gabroides, los cuáles intruyen en ocasiones las rocas ultrabásicas.

En cuanto a la edad del complejo intrusivo se puede decir que es pre-Maestrichtiano ya que en la secuencia inferior de los depósitos maestrichtianos aparecen un paquete de conglomerados con fragmentos de serpentinita, gabros y con foraminíferos, que anteriormente no habían aparecido. Por esto algunos autores se inclinan a darle una edad Cretácico Superior.

Las peridotitas serpentinizadas están representadas fundamentalmente por harzburguitas y en cantidad subordinada por lherzolitas.

Además de los procesos de serpentinitización autometamórficas, las rocas del complejo intrusivo están sometidas a frecuentes procesos de alteración exógena que conducen a la formación de una potente corteza de intemperismo.

Existen pequeñas áreas formadas por dunitas serpentinizadas que se presentan como lentes vinculadas con las harzburgitas por transección gradual; en menor cantidad se encuentran las piroxenitas.

Los gabroides se encuentran en los límites de las áreas del cuerpo peridotítico, formando una serie de intrusiones pequeñas y medias por sus dimensiones.

Estos cuerpos gabroides, se encuentran limitados por grandes dislocaciones tectónicas, a veces situadas en forma de escalones.

Los gabroides más desarrollados son el gabro normal y gabro olivínico, en cantidades subordinadas al gabro pegmatita y gabro troctolítico.

El macizo ultrabásico ha sido poco estudiado. Según los datos magnetométricos se manifiesta en este campo con anomalías negativas grandes, lo que hace suponer que este macizo tenga forma de manto.

Según los estudios detallados de otros macizos (en Europa, América, etc.) éste presenta características similares.

El origen del macizo ultrabásico pueda que no sea de penetración en forma de fusión magnética, sino que se introduce en estado - cristalino " intrusiones frías " , según A.F. Adamovich y V. D. Chejovich. Hay una serie de hechos que señalan la probabilidad de lo ex - puesto anteriormente.

- 1.- Ausencia de alteraciones en los contactos con la roca encajante.
- 2.- Ausencia de vetas y apéfnis ligada a la intrusión ultrabásica.
- 3.- Yacencia concordante con las rocas encajantes.
- 4.- Presencia de brechas de serpentinitas en el contacto con las rocas - efusivas suprayacentes.
- 5.- No se han descubierto raíces del macizo intrusivo.

TECTONICA

La región descrita se sitúa en la pendiente septentrional del levantamiento de la faja hiperbásítica de Oriente.

En la región se destacan tres pisos estructurales.

El piso estructural inferior está representado por estructuras plegadas de la secuencia efusiva del Cretácico Inferior. En este piso están presentes dislocaciones plicativas formadas por pliegues grandes y simples, con ángulos de buzamiento de los flancos de 30 a 50 grados. A estas dislocaciones se le atribuye una edad pre-maestrichtiano.

El piso estructural medio está formado por estructuras plegadas de los depósitos maestrichtianos, que están representados por rocas de la formación Molasa, separada de la formación Espilito-Diabasa del piso estructural inferior por la discordancia angular e intruída por macizos ultrabásicos y básicos.

La discordancia principal que separa el piso inferior del medio, corresponde al cambio del régimen geosinclinal activo al régimen estable del geosinclinal.

Los depósitos del maestrichtiano forman pliegues suaves con ángulos de buzamiento de los flancos de 10 a 20 grados.

El piso estructural superior que ya refleja etapa de estabilidad del desarrollo geosinclinal, incluye débiles dislocaciones de los depósitos del Paleógeno. Estos depósitos se caracterizan por suaves ángulos de buzamiento casi horizontales (de 2 a 10 grados).

Las dislocaciones disyuntivas de la región, están representadas por fallas de rumbo principalmente submeridional (N. W. 340 - N. E. 20 grados), con longitud según el rumbo de 15 a 20 kilómetros. También se encuentran fallas de rumbo sublatitudinal.

En cuanto al tiempo de formación de las fallas, se supone que al principio los desplazamientos de algunas de ellas, tuvieron lugar

en el Cretácico Superior cuando en estas zonas debilitadas se realizaban intrusiones gabroides.

En el Cuaternario por lo visto la mayor parte de las fracturas fueron renovadas, lo que es confirmado por lo claro que están expresadas las mismas en el relieve.

3.- Lateritas arcillosas compactas de color anaranjado pardo.

4.- Lateritas arcillosas menos compactas de color rojo con concreciones de hidróxido de hierro.

Existen zonas en la regiones donde se encuentran dos horizontes de corteza de intemperismo; uno residual y sobre éste uno redepositado, formado por sedimentos aleurolíticos-arcillosos y ocres ferrosos. Este doble perfil de la corteza de intemperismo se encuentra en la parte norte del yacimiento Punta Gorda.

Las capas de gran utilidad son la 2, 3 y 4, aunque la 4 no es aprovechada en la actualidad por la industria.

La capa 2, contiene más de 0.9 a 1 % de Ni, y menos de 20 a 25 % de Fe. Estas son las menas serpentiniticas niquelíferas.

La capa 3, contiene más de 0.9 a 1 % de Ni, y 40 a 48 % de Fe. Estas son menas lateríticas niquelíferas industriales de Fe-Ni Co.

La capa 4, contiene menos de 0.9 a 1 % de Ni, y más del 45 % de Fe. Estas lateritas ferrosas son menas de Fe.

Los yacimientos de cromitas refractarias se encuentran en los límites de las rocas ultrabásicas.

Estos yacimientos de génesis histeromagnética, se sitúan en el interior de los cuerpos de rocas ultrabásicas (harzburgitas), y frecuentemente asociados a las intrusiones gabroides.

La composición química de las cromitas refractarias es 32 a 35 % de cromo, 23 a 29 % de aluminio, y 4 a 5 % de sílice.

En la región se sitúan yacimientos de cromo, como son : Cayo Guam - Cromita, Potosí, Delta, Amores y el campo minero Merceditas - Yarey. Por sus reservas son yacimientos medios.

En los trabajos de búsqueda de cromita refractaria, es de gran importancia el trazado de los afloramientos de gabros y pegmatiti -

tas.

.Se ha localizado mineralizaciones cupríferas pobres en la parte noroeste de la región. La mineralización está relacionada con vetas - cuarzosas y con la zona de cuarsificación en los gabres.

La mayoría de las mineralizaciones se localizan en la parte del contacto interno de los cuerpos de gabres y está asociada a zonas de trituración, en particular, a las grietas - de plumaje de grandes dislocaciones tectónicas.

La caliza ceralina se emplea en la planta Cmde. Pedro Seto Alba de Mea, para neutralizar las soluciones después de lixiviar el Ni. Se encuentra en Caye Mea Grande.

Vetas de crisetile-asbesto de estructura compleja, están asociadas a las serpentinitas y se encuentran a ambas orillas del río Caye - Guam, cercanas a la mina de cromita de Caye - Guam.

Las serpentinitas son de gran utilización como material de construcción.-

"CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DE LA REGION"

"Según el informe de exploración de la parte oriental del yacimiento Moa, y las áreas adyacentes : Atlantic, Playa La Vaca y Punta Gorda, realizado por D. M. Ogarkov y L. I. Serdiuk; basado en el levantamiento geológico escala 1 : 50,000 realizado A. F. Adamovich y V. D. Chejovich " .

Las condiciones hidrogeológicas de la región están condicionadas por las particularidades geológicas, geomorfológicas, climáticas, hidrológicas y de yacencia de las rocas, las cuales han sido examinadas en capítulos anteriores (ver Anexo 2) .

La región se caracteriza por una gran cantidad de precipitaciones atmosféricas, de las cuales sólo una pequeña parte pasa a las aguas subterráneas; el resto se consume en el desagüe superficial y evaporación.

Los ríos principales como Moa, Cayo Guan, Cabañas, Yagrumaje y Punta Gorda, tienen drenaje superficial.

MAGNITUD DE LOS CAUDALES

	<u>Máxima</u> (l/seg)	<u>Mínima</u> (l/seg)
Río Moa	3285	1713
Río Cabañas ..	314	127

De acuerdo a la estructura geológica - en la región están muy distribuidas las - aguas de fisuras, en las rocas ultrabásicas; aguas intersticiales en la corteza de intemperismo y en menor grado aguas intersticiales en los depósitos aluviales.

En la región se presentan dos horizontes acuíferos; uno el horizonte que se localiza en los sedimentos aluviales (aguas intersticiales); el otro horizonte es un complejo acuoso, formado por las aguas intersticiales de la corteza de intemperismo y las - aguas de fisura de las rocas ultrabásicas.

Las rocas encajantes del complejo acuoso son las serpentinitas agrietadas (aguas de fisuras) , y lateritas perosas (aguas intersticiales).

La fracción gruesa aumenta debido a la presencia en la laterita niquelífera de minerales de la roca primaria (serpentinas, olivinos, piroxenos, bastitas), destruido incompletamente durante el proceso de intemperismo.

" Serpentinita Niquelífera "

Macroscópicamente está representada por dos variedades (friable y compacta).

Está formada fundamentalmente por relictos de roca primaria y fracciones aleurolíticas.

Con respecto a la fracción arcillosa , esta aumenta en relación con el horizonte de lateritas niquelíferas. Aproximadamente el 18 % lo componen fracciones arcillosas, el resto de relictos y fracciones aleurolíticas.

Las serpentinitas friables presentan aguas interstidiales y las compactas aguas de fisura al igual que la roca madre.

la profundidad de yacencia del nivel de las -
aguas subterráneas en dependencia con el re -
lieve oscila en amplios límites. En la parte
inferior de la pendiente de los valles de los
ríos, la profundidad hasta el nivel de las -
aguas subterráneas es de 1 a 4 metros, mien -
tras que en las divisorias alcanza de 30 a 50
metros (según los resultados de las medicio -
nes en los pozos de observación).

COMPOSICION GRANULOMETRICA

" Según el informe de I. Y. Shirokova , sobre la composición sustancial de los minerales lateríticos " .

Por analogía al yacimiento Moa se caracterizará de una forma cualitativa la composición granulométrica de las diferentes menas para la región.

La composición granulométrica de las lateritas porosas en la cual se encuentran las aguas intersticiales del complejo acuoso, se dividen de acuerdo al tipo de mena en lateritas ferrosas, lateritas niquelíferas y serpentinita friable.

La composición granulométrica de las serpentinitas agrietadas que forma parte del complejo acuoso, se dividen de acuerdo al tipo de mena en serpentinita compacta y serpentinita inalterable (roca madre).

" Laterita Ferrosa "

Las rocas de este horizonte están formadas en su mayor parte por fracciones aleurolíticas.

Las fracciones arcillosas se encuentran en menor cantidad.

En las diferentes fracciones, según el estudio mineralógico, el alto contenido de fracciones gruesas está condicionado por la presencia de concreciones de gohetita e hidro gohetita.

En el corte el tamaño de las concreciones disminuye hacia abajo; sin embargo frecuentemente se perturba. En algunos horizontes la cantidad de concreciones gruesas aumenta con la profundidad, lo que está relacionado con la redepositación de las lateritas.

" Lateritas Niquelíferas "

Raramente en este horizonte se presentan concreciones ferrosas y sólo en la parte superior del corte.

La composición granulométrica en este horizonte está dada en su mayor parte por fracciones gruesas (fragmentos de roca de 0.5 a 5 centímetros.

El % de la fracción arcillosa es pequeño.

" Depósitos Aluviales "

Están representados por capas de guijarros, conglomerados con lentes de arena y restos de lateritas redepositadas.

Por la composición granulométrica estos depósitos presentan aguas intersticiales.

" Depósitos Aluviales "

Están representados por capas de guijarros, conglomerados con lentes de arena y restos de lateritas redepositadas.

Por la composición granulométrica estos depósitos presentan aguas intersticiales.

GEOLOGIA DEL YACIMIENTO

PUNTA GORDA

El yacimiento residual de la corteza superficial de intemperismo de menas de Fe-Ni-Co, de Punta Gorda, está situado entre los ríos Moa y Cayo Guam, a orillas del Océano Atlántico (ver Anexo 3).

El yacimiento Punta Gorda, limita al norte con el Océano Atlántico, al sur con el yacimiento Camarioca, al oeste con el yacimiento Moa y al este con intrusivos gabroides (ver Anexo 2) .

El yacimiento laterítico de Punta Gorda representa un yacimiento en forma de capas que es la corteza de intemperismo sobre el macizo ultrabásico Moa - Baracoa, y ocupa la mayor parte del norte de la provincia de Oriente (200 kilómetros cuadrados). A su vez el macizo Moa - Baracoa forma parte del anticlinorio Mayarí - Baracoa, cuyos flancos están cubiertos por rocas terrígeno - carbonatadas, del Cretácico Superior y Terciario.

El macizo hiperbásitico petrográficamente está formado principalmente por peridotitas serpentinizadas (harzburgitas), en me-

nor cantidad por piroxenitas y lherzolitas; - encontrándose pequeños cuerpos de dunitas.

En la parte central y límite del macizo se observan cuerpos de gabroides (gabro normal, gabro olivínico, gabro pegmatita, gabro troctolita) los cuales están en contacto con dislocaciones disyuntivas y en ocasiones intruyendo los cuerpos peridotíticos.

En cuanto a las menas de balance se destacan tres depósitos grandes. Uno de ellos al norte del río Yagrumaje, limitado por el río Moa y arroyo La Vaca; el otro se encuentra en el litoral del Océano Atlántico limitado por los ríos Yagrumaje y Punta Gorda; el tercer depósito ocupa el área entre el río Punta Gorda y el río Cayo Guam.

A consecuencia de la acción de dislocaciones tectónicas de dirección sub-meridional y sub-latitudinal el macizo ultrabásico tiene estructura de bloques.

El área del yacimiento Punta Gorda se puede dividir en cuatro bloques : Norte, Sur,

Este y Oeste (según Vershinin A. S. y Cron -
bet C. A.) (ver Anexo 3).

Cada bloque presenta diferentes condi -
ciones geomorfológicas, hidrodinámicas, estruc -
tura en el perfil de la corteza de intemperis -
mo y particularidades geoquímicas.

La corteza de intemperismo representada
por las lateritas de Fe-Ni-Co, se encuentran
en toda la región de desarrollo de las ultra -
basitas; no se encuentran en los lugares don -
de la velocidad de erosión de las corrientes
de agua sobrepase la velocidad del intemperis -
mo químico.

El área del yacimiento Punta Gorda está
drenada por los valles de los ríos Yagrumaje,
Los Lirios, Punta Gorda. El río Yagrumaje tie -
ne un corte de hasta 120 metros; en algunos -
tramos afloran peridotitas serpentinizadas al
igual que el río Punta Gorda. En las áreas de
las divisorias la potencia de la corteza de -
intemperismo alcanza hasta 40 metros.

El yacimiento residual de la corteza superficial de intemperismo de menas de Fe-Ni-Co, de Punta Gorda, está situado entre los ríos Moa y Cayo Guam, a orillas del Océano Atlántico (ver Anexo 3).

El yacimiento Punta Gorda, limita al norte con el Océano Atlántico, al sur con el yacimiento Camarioca, al oeste con el yacimiento Moa y al este con intrusivos gabroides (ver Anexo 2) .

El yacimiento laterítico de Punta Gorda representa un yacimiento en forma de capas que es la corteza de intemperismo sobre el macizo ultrabásico Moa - Baracoa, y ocupa la mayor parte del norte de la provincia de Oriente (200 kilómetros cuadrados). A su vez el macizo Moa - Baracoa forma parte del anticlinorio Mayarí - Baracoa, cuyos flancos están cubiertos por rocas terrígeno - carbonatadas, del Cretácico Superior y Terciario.

El macizo hiperbásitico petrográficamente está formado principalmente por peridotitas serpentinizadas (harzburgitas), en me-

nor cantidad por piroxenitas y lherzolitas; - encontrándose pequeños cuerpos de dunitas.

En la parte central y límite del macizo se observan cuerpos de gabroides (gabro normal, gabro olivínico, gabro pegmatita, gabro troctolita) los cuales están en contacto con dislocaciones disyuntivas y en ocasiones intruyendo los cuerpos peridotíticos.

En cuanto a las menas de balance se destacan tres depósitos grandes. Uno de ellos al norte del río Yagrumaje, limitado por el río Moa y arroyo La Vaca; el otro se encuentra en el litoral del Océano Atlántico limitado por los ríos Yagrumaje y Punta Gorda; el tercer depósito ocupa el área entre el río Punta Gorda y el río Cayo Guam.

A consecuencia de la acción de dislocaciones tectónicas de dirección sub-meridional y sub-latitudinal el macizo ultrabásico tiene estructura de bloques.

El área del yacimiento Punta Gorda se puede dividir en cuatro bloques : Norte, Sur,

Este y Oeste (según Vershinin A. S. y Cron -
bet C. A.) (ver Anexo 3).

Cada bloque presenta diferentes condi -
ciones geomorfológicas, hidrodinámicas, estruc -
tura en el perfil de la corteza de intemperis -
mo y particularidades geoquímicas.

La corteza de intemperismo representada
por las lateritas de Fe-Ni-Co, se encuentran
en toda la región de desarrollo de las ultra -
basitas; no se encuentran en los lugares don -
de la velocidad de erosión de las corrientes
de agua sobrepase la velocidad del intemperis -
mo químico.

El área del yacimiento Punta Gorda está
drenada por los valles de los ríos Yagrumaje,
Los Lirios, Punta Gorda. El río Yagrumaje tie -
ne un corte de hasta 120 metros; en algunos -
tramos afloran peridotitas serpentinizadas al
igual que el río Punta Gorda. En las áreas de
las divisorias la potencia de la corteza de -
intemperismo alcanza hasta 40 metros.

BLOQUE NORTE

Se encuentra al norte del río Yaguamaje; este bloque se inclina hacia el Océano Atlántico con cotas absolutas de 200 metros al sur y 5 a 10 metros al norte.

El gradiente del relieve es de 0.069 a 0.034.

En el área cercana al Océano Atlántico, se manifiestan debilmente dos terrazas de abrasión con altura desde 40 hasta 55 a 60 metros. Hacia el sur se observan colinas suaves con valles poco abruptos debido al flujo de las aguas y a la posterior nivelación de las divisorias de las aguas en el proceso de denudación.

Basado en las canteras proyectadas para la extracción de las muestras tecnológicas se hizo el perfil de la corteza de intemperismo, que caracterizará al yacimiento Punta Gorda de forma general y en particular el bloque norte. De abajo hacia arriba se observan :

1.- Serpentinita desintegrada: Es una - serpentinita dura, de color verde oscuro; en - ocasiones está carbonatizada, dándole un color blancuzco. Presenta grietas con desprendimientos de ópales, calcedonia, querelitas, serpefitas, magnesitas y carbonato de calcio.

En ocasiones presenta una textura brecheosa y silicificada, debido a la presencia de - dislocaciones disyuntivas.

2.- Serpentinita lixiviada: Es una serpentinita descompuesta, porosa, poco nontrenitizadas de color verde claro con relictos de - la roca primaria.

3.- Serpentinita nontrenitizada : Es una serpentinita blanda descompuesta de color verde amarillo-parde. Por su textura son rocas homogéneas.

4.- Oceras estructurales: Son serpentinitas mullidas, de textura homogénea, de dispersión fina de color amarillo.

Se observan incrustaciones de cremaspi-nelas, así como finas vetas de sílice y magnesita.

En ocasiones en los límites de las serpentinitas nontronitizadas y de los oceres se nota una fuerte impregnación de minerales de manganeso, de hasta 2 metros de potencia; precisamente en esta zona de impregnación de manganeso es donde se acumula mayor cantidad de cobalto de utilización industrial.

En los oceres estructurales, se observan desprendimientos oscuros de alteración de los piroxenos rómbicos (bastita ocretizada) y serpentina. La distribución regular de la bastita y serpentina nos da la textura inicial de la roca madre.

5.- Oceres inestructurales y lateritas residuales: Es una roca friable terrosa con concreciones de hematitas (\varnothing 1 a 10 milímetros) en la parte superior.

Están presentes los oceres ferrosos, en la parte superior de éstos se observan manchas de forma irregular y con diseño de textura de la roca primaria. Esto explica el proceso inicial de redistribución del Fe y otros -

componentes en el proceso de formación de la lateritas.

La transición de los ocreos ferrosos a las concreciones de hematitas es gradual, - sin límites precisos, esto evidencia la formación de la parte superior de las lateritas ferruginosas, debido a los ocreos ferrosos - subyacentes.

Estas lateritas residuales se diferencian de las lateritas redepositadas, en que las últimas no tienen ninguna relación con - la roca subyacente.

Es característico que en diferentes - cortes del perfil de la corteza de intemperismo aparezcan sedimentos aleurolíticos - arcillosos, cuya parte inferior está enriquecida con acumulaciones ferrosas. Se observan inclusiones de ocreos con estructura relictica, fragmentos de serpentinita alterada, y - fragmentos angulosos de cromoespinelas.

En la parte superior del horizonte - aleurolítico - arcilloso, se observa clara -

mente un aumento de la ferrosidad con inclusiones de hematitas pardas.

El análisis de la secuencia de estratificación de los sedimentos aleurolíticos - arcillosos demuestra que éstos son producto del lavado y redepositación de las rocas ultrabásicas y de la antigua corteza de intemperismo. Estos sedimentos se encuentran en la parte superior del corte de la corteza de intemperismo, y debido a la acción secundaria de los agentes químicos del intemperismo dio lugar a un nuevo horizonte de corteza de intemperismo (lateritas redepositadas) .

En el bloque norte del yacimiento Punta Gorda existen dos horizontes de la corteza de intemperismo, uno residual y otro redepositado (ver Anexo 3) .

El perfil de la corteza de intemperismo redepositada, no es constante, su potencia varía al igual que el área. Hacia el flanco sur la potencia disminuye bruscamente y hacia el flanco norte su disminución es gradual (acu-

namiento). La potencia alcanza de 0.5 a 3 metros.

Es de notar que cuando se interrumpe el desarrollo del intemperismo químico (debido al lavado y erosión de las lateritas residuales) y ya redepositados los sedimentos, comienza de nuevo el proceso de intemperismo químico, dando lugar a la formación del horizonte de lateritas redepositadas.

El horizonte de sedimentos alurolíticos - arcillosos, se enriquece en aluminio, y el contenido de Fe-Mn-Co en ocasiones tiene valor industrial; en la parte superior de estos sedimentos aparecen las lateritas ferruginosas redepositadas.

En un perfil completo donde aparezcan × las dos cortezas de intemperismo; sobre la laterita ferruginosa residual aparece una mezcla de fragmentos y perdigones de hierro, que proviene de los sedimentos lateríticos residuales; en algunas ocasiones se observa una disminución del tamaño de los perdigones de -

arriba hacia abajo. Sobre estos perdigones de hierro se encuentra el horizonte aleurolítico arcilloso y por último el horizonte de lateritas ferruginosas redepósitadas que presenta - perdigones de hierro. El afloramiento T-II nos muestra una secuencia de lo antes expuesto.

Este afloramiento se encuentra adyacente a la plataforma del sector A-II, para la extracción de la muestra tecnológica.

La secuencia de arriba hacia abajo es :

1.- Laterita Ferruginosa Redepositada

Es una roca formada en su totalidad por perdigones de hierro de hasta 10 milímetros de diámetro que disminuye el tamaño hacia abajo hasta formar ocres ferrosos. Presenta material arcilloso. Es de color carnalita.

La transición de este horizonte al inmediato inferior es gradual.

2.- Sedimentos Aleurolíticos Arcillosos

Tienen un color amarillo con inclusiones de cromoespinelas y diminutas concreciones de hematitas en la parte superior. La

fracción arcillosa se encuentra en mayor cantidad que en el horizonte superior.

3.- Laterita Ferruginosa Residual:

En la parte superior de este horizonte se encuentra una mezcla de fragmentos y perdigones de hierro (producto de los sedimentos redepositados).

Más abajo se observa una disminución del tamaño de los perdigones hasta pasar a ocreos ferrosos. Tiene un color pardo claro.

Se observa un cambio brusco del horizonte aleurolítico arcilloso a las lateritas ferruginosas residuales.

4.- Lateritas Miquelíferas:

Está formada por ocreos estructurales de color pardo claro con material arcilloso. Se observan finas vetas de magnesita, inclusiones de cromoespinela e impregnaciones de minerales de manganeso en forma de pátina color negro. El cambio de la laterita ferruginosa a los ocreos estructurales es gradual.

BLOQUE ESTE

Tiene condiciones geomorfológicas, muy parecidas al bloque norte.

La parte norte del bloque este, es una superficie regular con cotas de 75 a 100 metros. La parte sur tiene cotas de 100 a 200 metros. El gradiente medio es de 0.1 a 0.05.

En la mitad norte del bloque este se encuentran depósitos aleurolíticos arcillosos, doble corteza de intemperismo (ver Anexo 3) .

La potencia media de las menas L.B. es de 4.5 metros. En la parte norte están ampliamente distribuidas las menas S.B. con potencia de 1.5 a 5 metros, saturadas en su parte superior de hierro.

Las características del perfil de la corteza de intemperismo en este bloque son similares a las del bloque norte.

Hacia la parte norte del bloque este el espesor del escombros es de hasta 10 metros.

BLOQUE OESTE

El relieve está representado por una serie de colinas que disminuyen la altura de la divisoria de las aguas de sur a norte, (300 a 75 metros) el gradiente del relieve es de 0.13 a 0.06.

Las menas serpentínicas se han encontrado en un 25% de los pozos perforados, su potencia es de 1.3 a 1.5 metros.

En este bloque no se encuentra la doble corteza de intemperismo.

La potencia media de las lateritas ferruginosas es de 1.3 a 2.4 metros; las menas lateritas níquelíferas tienen una potencia de 2.5 a 3 metros.

BLOQUE SUR

Geomorfológicamente es un plano que se inclina hacia el norte con gradiente del relieve de 0.12 a 0.05.

El horizonte de laterita ferruginosa tiene una potencia de 1 a 1.5 metros.

En el perfil practicamente no hay ho -

rizantes de menas serpentínicas. Las serpentinitas nontrenitizadas se han encontrado en pocos pozos en forma de intercalaciones de poca potencia (de 0.5 a 1 metro) .

Como se puede observar cada bloque del yacimiento se caracteriza por condiciones geomorfológicas que determinan el grado de desarrollo de la corteza de intemperismo en el yacimiento Punta Gerda, existiendo una relación entre la conservación de la corteza de intemperismo y las cetas absolutas, así como el gradiente del relieve y la intensa oxidación de los horizontes productivos.

A medida que aumentan las cetas absolutas de la antigua superficie de nivelación, en los diferentes bloques hay una disminución en la potencia de las serpentinitas níquelíferas, óxidos limoníticos, así como una disminución de la potencia y el grado de conservación del horizonte de lateritas ferrugíneas.

CARACTERISTICAS GEOQUIMICAS

El perfil completo de la corteza de intemperismo, se observa en los límites del bloque norte del yacimiento, donde la potencia del horizonte menífero de los eóres limoníticos es de 6 metros, y la potencia media de las masas serpentínicas excede los 4 metros.

En los límites del bloque este, ambos horizontes meníferos están claramente manifestados. Sin embargo la potencia disminuye.

En los límites del bloque oeste y sur se observa un perfil de la corteza de intemperismo muy reducido, en los cuales hay un solo horizonte menífero (eóres limoníticos), el cual en los límites del bloque sur está representado por los minerales fuera de balance.

En los bloques norte, este y oeste, el contenido de Ni es de 1.11 a 1.41 %; en los límites del bloque sur desciende hasta 0.78 % .

El Co es mínimo en los bloques norte y este (0.104 y 0.106 % respectivamente).

En el bloque oeste el Co aumenta, hasta

0.13 % y en el sur 0.17 % .

En los límites del yacimiento bajo el pi se de los eces limeníticos, se denota una intensa acumulación de Co de 0.3 a 5.3 %, junto a las impregnaciones de minerales de manganeso.

En la potencia de los horizontes productivos además de influir la geomorfología, gradiente, aumento del grado de denudación y lava de del horizonte laterítico superior, influye la intensa oxidación de ambos horizontes productivos (limenítico y serpentínico). Cuantitativamente esta intensidad de oxidación se puede expresar mediante la relación entre la intensidad de acumulación del Co con la intensidad de acumulación del Ni (Co : Ni) en los diferentes bloques :

Norte	1.37
Este	1.78
Oeste	1.82
Sur	3.85

COMPOSICION SUSTANCIAL DE LOS MINERALES. (Según I.Y. Shirekeva)

Composición Mineralógica

Los minerales del grupo de los óxidos y hidróxidos de hierro (gőethita, hidrogőethita, hematita, lepidocrocita) forman la masa principal de las rocas de la corteza de intemperismo. En las menas lateríticas ferrosas y niquelíferas dichos minerales forman el 60 al 80 % ; en las serpentinitas niquelíferas su contenido disminuye hasta el 20 % , y más abajo en el corte hasta el 5 % .

Los minerales arcillosos (hidroargilita, caolinita, galluasita, montmorillonita, beidelita) determinan el contenido alúmina en los distintos horizontes de la corteza de intemperismo.

Los minerales del manganeso forman solos el 1 a 2 % de la corteza; su mayor cantidad está asociado a la parte superior del corte (laterita ferrosa y laterita niquelífera. Forman acumulaciones con aspecto de pa

tina; a veces se inyectan en los ocres dándole una textura moteada.

La forma de unión del manganeso es muy compleja y por eso fue nombrado minerales de manganeso referido a la asbolana.

El cuarzo, el ópalo y la calcedonia - son minerales constantes en la corteza de intemperismo.

Los carbonatos (calcitas, dolomitas, magnesitas) se encuentran en la corteza de intemperismo en poca cantidad y no en toda la corteza.

La calcita se encuentra en forma de finas vetas en la serpentinita agrietada e intemperisada; la dolomita y magnesita en los minerales lateríticos níquelíferos, y en ocasiones en la serpentinita.

La nontronita y serpefita se desarro-llan en las serpentinitas lixiviasadas.

La querolita se encuentra en los minerales serpentínicos níquelíferos en forma de finas vetas; en ocasiones forman entrecruza-

mientos de agregados finos con serpefita y cuarzo.

Minerales que contienen Ni y Co

En la parte superior de la corteza de intemperismo, en las concreciones ferrosas de los minerales lateríticos ferruginosos el contenido de OMi, forma de 0.78 a 1.5 %, en las fracciones arcillosas de los minerales lateríticos niquelíferos de 0.34 a 1.68 %.

Las concreciones ferrosas y fracciones arcillosas se componen fundamentalmente de gōethita e hidrogōethita, esto permite considerar que el NiO en la parte superior del corte de la corteza de intemperismo está relacionado con la gōethita e hidrogōethita.

Los minerales de manganeso están asociados a la parte superior del corte de la corteza de intemperismo y en ellos el NiO forma de 2.1 al 20 %.

Las cromoespinelas no influyen en la elevación de la capacidad niquelífera; en ellas el NiO es igual a 0.19 %.

En los minerales serpentínicos además de la gōethita e hidrogōethita, el Ni está relacionado con la nontronita y serpentinita nontronitizada. El contenido de Ni en la nontronita forma el 2.16 %, en la serpentinita fuertemente nontronitizada cerca del 2 % (mientras mayor es el grado de nontronitización, más alto es el contenido de Ni) .

En la variedad compacta de los minerales serpentínicos níquelíferos, el Ni está relacionado con los minerales del grupo de la serpentinita alterada en diferentes grados durante el proceso de intemperismo. Esta variedad contiene de 0.3 a 5.89 % de NiO . Los más altos contenidos de protóxido de Ni corresponden a la serpoftita.

La querolita y galluasita níquelífera están desarrolladas de forma irregular.

En cuanto al Co el contenido de este en la gōethita, hidrogōethita, cromoespinelas y nontronitas es insignificantes.

Los más altos contenidos de Co, fueron determinados principalmente por los minerales de manganeso. En estos el Co forma 1.4 a 7 % ; la capacidad de almacenar Co en la corteza de intemperismo está determinada por los minerales de manganeso.

HIDROGEOLOGIA DEL YACIMIENTO

PUNTA GORDA

CONDICIONES INGENIERO - GEOLOGICAS

CONDICIONES TECNICO-MINERAS

BREVES CARACTERISTICAS HIDROGEOLOGICAS DEL
YACIMIENTO PUNTA GORDA

Las condiciones hidrogeológicas genera -
les del yacimiento, las cuales están condi -
cionadas por las particularidades geomorfoló -
gicas, hidrológicas, climáticas, etc., han -
sido examinadas en capítulos anteriores.

El factor principal que determina las
características hidrogeológicas del yacimien -
to, es su estructura geológica.

De acuerdo a la estructura geológica -
en la zona están muy distribuidas las aguas
de fisura en las rocas ultrabásicas y aguas
intersticiales en su corteza de intemperismo
y depósitos aluviales (ver Composición Gra -
nulométrica pag. 52).

" Aguas Intersticiales de Depósitos Aluviales "

Las aguas de los depósitos aluviales -
están relacionadas con los valles de los ríos
Moa, Cabañas, Yagrumaje, Cayo Guam y peque -
ños arroyos.

Según los datos del levantamiento geológico escala 1:50,000 (Adamovich y Gheje - vich) en los límites de las llanuras litorales, los depósitos aluviales de dichos ríos están representados por capas de guijarros - con lentes de arena, material arcilloso, y - restos de lateritas redepositadas. El espesor del aluvio es de 1 a 3 metros, alcanzando en algunos lugares hasta 5 metros.

Las aguas dulces de los depósitos aluviales son utilizadas por la población.

Los depósitos aluviales contienen una cantidad considerable de aguas subterráneas. Ellos, al estar relacionados con la corriente acuífera superficial pueden servir como fuente constante de inundación de futuras canteras ubicadas en los límites de las terrazas de los ríos o en la parte inferior de la pendiente de los valles de los ríos.

" Aguas Subterráneas de las Lateritas y Serpentininitas "

Entre las lateritas y serpentinitas no

existe una capa impermeable bien definida. Por eso las aguas intersticiales de la corteza de intemperismo y las aguas de fisura de la roca madre están en estrecha correlación hidráulica.

Aunque la composición litológica de las rocas encajantes acuíferas es diferente, estas representan un complejo hídrico único y se examinan conjuntamente.

Las rocas encajantes del complejo acuoso son las lateritas porosas (aguas intersticiales) y serpentinitas agrietadas (aguas de fisura.

Las lateritas se caracterizan por una considerable porosidad creando condiciones favorables para la infiltración de las precipitaciones atmosféricas.

En cuanto a las serpentinitas duras el grado y características del agrietamiento se ha hecho en base al levantamiento geológico - escala 1:50,000 (Adamovich y Chejevich). Estas serpentinitas agrietadas son capaces de -

contener agua gravitacional hasta una profundidad de 60 metros.

Entre las rocas de la corteza de intemperismo, se encuentran en algunos lugares intercalaciones arcillosas, las cuales condicionan la formación de pequeñas presiones locales de aguas subterráneas. En los lugares donde no hay intercalaciones arcillosas el nivel de las aguas subterráneas es libre. X

La profundidad de yacencia del nivel de las aguas subterráneas en dependencia del relieve oscila entre amplios límites. En la parte inferior de las pendientes de los valles de los ríos la profundidad hasta el nivel de las aguas subterráneas es de 1 a 4 metros, mientras que en las divisorias alcanza de 30 a 50 metros.

En la superficie se observan aferamientos naturales como manantiales o fuentes urgentes.

Sobre la abundancia de las aguas subterráneas se puede juzgar por los caudales de

agua de los manantiales, cuyos afloramientos se observan en el valle de los ríos y cantarras.

Los caudales de agua de las fuentes en serpentinitas agrietadas acuosas es de 0.1 a 1 l/s y en las lateritas porosas hasta 1.5 - 1/s.

El manto freático en los límites del yacimiento se encuentra a una profundidad de 15 a 20 metros al sur y de 1.5 metros al norte.

El análisis químico de estas aguas muestra una neutralidad (debilmente alcalina) de P.H. igual a 7.3 y una mineralización baja de hasta 200 mg/l (SiO de 20 a 50 mg/l; Co_3H^- de 100 a 200 mg/l; Mg de 25 a 50 mg/l). Esta baja mineralización atestigua el buen lavado de las rocas y la circulación activa de las aguas.

" Inundación del Área de Exploración "

El área de exploración de las menas de Fe-Ni-Co se planea explotarlas por método a -

cielo abierto.

Las condiciones hidrogeológicas y técnico-mineras de escombreamiento y explotación de las menas de Fe-Ni-Co por el método a cielo abierto, se determina principalmente por la profundidad de yacencia del nivel de las aguas subterráneas y por el relieve de la superficie del área de acuerdo a la posición de los valles fluviales respecto al mineral útil.

Si las menas de Fe-Ni-Co se encuentran por encima del nivel de las aguas subterráneas o el relieve permite durante el escombree y explotación del mineral útil drenar las aguas subterráneas por el flujo gravitacional, entonces esta área es completamente favorable para la explotación.

En los lugares donde las menas de Fe-Ni-Co yacen por debajo del nivel de las aguas subterráneas y el relieve no permite drenar éstas mediante el flujo gravitacional las condiciones hidrogeológicas complican la explotación de las menas y se hace necesario realizar bombeos experimentales.

CONDICIONES INGENIERO-GEOLOGICAS DEL AREA DEEXPLORACION

Las condiciones ingeniero-geológicas - en el área de exploración son bastante favorables ya que las canteras y acantilados son estables y no se observan terrenos movedizos, deslizamientos, sifonamientos u otros fenómenos.

A pesar de lo antes expuesto hay que tener en cuenta que en algunas áreas locales hay intercalaciones arcillosas que crean condiciones para formar aguas superpuestas y una sobrehumedad de las lateritas. En las áreas donde las intercalaciones arcillosas están inclinadas en la dirección de futuras canteras pueden producirse terrenos movedizos y caídas de bloques de las menas lateríticas. Por lo que se hace necesario un estudio de las áreas donde se desarrollan intercalaciones arcillosas.

CONDICIONES TECNICO-MINERAS DEL YACIMIENTO

- - - - - PUNTA GORDA - - - - -

Por analogía con otros yacimientos , -
(Moa) la experiencia de los trabajos de la
mina en explotación, muestran que no hay di-
ficultad importante para la explotación del
yacimiento a cielo abierto.

Existen zonas donde el espesor del es-
cambre es grande (10 metros en el límite -
norte del yacimiento), por lo que los traba-
jos de destape no se pueden realizar.

En ocasiones no es necesario realizar
los trabajos de destape ya que la laterita -
niquelífera aflora.

La explotación de las distintas áreas
del yacimiento estará en función del coefi -
ciente de cubrimiento y éste se precisará -
después de realizada la exploración detallada
y de explotación.

METODOLOGIA Y VOLUMEN DE LOS

TRABAJOS

DE EXPLORACION

MARCHA - RUTAS

Con el fin de delimitar en el área de - exploración (ver Anexo 4) los límites naturales de la extensión de la corteza de intemperismo, es necesario realizar marcha-rutas. Estas marcha-rutas servirán también de apoyo a los futuros perfiles y mapas geológicos.

Las marcha-rutas se harán según la red de exploración de 100 x 100 metros, de acuerdo a las exigencias para la evaluación de la categoría C₁; éstas se harán según la dirección de la línea de demarcación de los pozos de perforación (W - E).

La documentación y descripción de afloramientos se harán cada 100 metros como regla general; si es necesario se tomarán muestras para la selección de modelos petrográficos.

El proyecto prevee la realización de 56 kilómetros de marcha-rutas.

Una vez terminadas las marcha-rutas y - con el apoyo de los trabajos de laboreo minero se confeccionará el mapa geológico del yacimiento en la escala exigida (1:5000).

- PERFORACIONES -

La perforación tiene por objeto la determinación del espesor de la corteza de intemperismo así como la obtención de muestras para el posterior análisis químico para Fe - Ni-Co.

Según las normas de la DGGG para la exploración preliminar del yacimiento Punta Gorda, la red de exploración para la evaluación de la categoría C_1 es de 100 x 100 metros. Siendo el área de influencia de cada pozo de perforación 10,000 metros cuadrados.

Los trabajos de perforación serán con barrena espiral hasta el contacto con la serpentinita dura con una profundidad promedio de 15 metros; esto es debido a que la categoría de las rocas en la cual se perforará con barrena espiral es de II a III (categoría según el grado de perforabilidad de las rocas) .

En la serpentinita dura se perforará con tubo porta-testigo (perforación a colum

na) con una profundidad de 2 metros pudiendo alcanzar 5 metros. La categoría de las recas alcanza 5 y a veces 6.

Las zonas de cuarcificación y silicificación pueden traer dificultades técnicas a los pozos de perforación en su avance.

El volumen total de perforaciones incluyendo los de la muestra tecnológica es de 706. (589 para la red de perforación 100 x 100 metros y 119 para la muestra tecnológica, ver Tablas 2 y 3).

El tiempo de duración de los trabajos de perforación será de 6 meses para la realización de marcha-rutas y trabajos de perforación es necesario que con anterioridad se hallan realizado los trabajos topográficos, construcción de caminos y construcción de plataformas (ver Tabla 4).

- - - - Volumen de los Caminos - - - -

Según :

Línea de Pozos de Perforación	55.9 Km
Línea de Bloques	55.8 Km

Total 111.7 Km
 5 % de Reservas 5.6 Km

- Régimen Tecnológico de Perforación -

- A.- Perforación con barrena espiral hasta el contacto con la serpentinita - dura, con diámetro de 148 mm.-
- B.- Perforación a columna con corona de tungsteno con diámetro de 91 mm en serpentinita dura.
- C.- La perforación de la serpentinita dura - se realizará con líquido de lavado (H_2O). El abastecimiento del agua será mediante pipas.
- D.- La inclinación de los pozos será vertical.
- F.- La recuperación mínima de testigo será - de 80 %.

- Muestreo y Documentación de Testigos -

Este proceso sirve para delimitar en la corteza de intemperismo los distintos tipos de menas con el posterior análisis químico - para Fe-Ni-Co de las muestras ordinarias.

Se preveo que el muestreo se realizará cada un metro de longitud (intervalo de muestreo) .

Las muestras se tomarán de la mitad de cada una de las secciones de las espiras hasta completar las 10 primeras.

Las muestras se colocarán en saquitos con una etiqueta donde debe señalarse número de pozo, intervalo muestreado, coordenadas, etc.

En el caso de perforaciones a columna es necesario realizar el muestreo en el mismo intervalo antes señalado; además hay que documentar todo intervalo perforado por lo que es necesario la utilización de cajas de testigos.

El volumen total de muestras de perforación es de 12,036 (ver Tablas 2 y 3).

- - Elaboración de las Muestras - -

El esquema de elaboración o tratamiento de las muestras que se utilizará es el que en la actualidad se utiliza en la mina Moa -

de la fábrica Cndte. Pedro Seto Alba, siguen de el método del cuarteo (ver Anexo 5).

Este esquema se realizó de acuerdo a las condiciones del yacimiento, basándose en la fórmula de Richardt y Chechet:

$$Q_1 = Kd^2$$

Q_1 ... Peso de la muestra.

K ... Constante del yacimiento.

d ... Diámetro del tamiz.

El peso inicial de la muestra (Q) debe ser de 6 a 8 kilogramos, y el peso final de 250 a 300 gramos.

El esquema se puede dividir en 3 etapas:

1ra. Etapa : El peso de la muestra inicial $Q=8$ Kg y de diámetro $D=6$ mm - se seca y tritura en el molino de quijadas hasta un diámetro de 3 mm; luego se mezcla y se reduce hasta $Q=4$ Kg.

2da. Etapa : Los 4 Kg de la primera reducción pasan por el molino de bolas, y

se pulverizan hasta un diámetro de 1 mm, reduciéndose 4 veces - el peso de la muestra hasta $Q = 0.25$ Kg.

3ra. Etapa : Una vez llevado el peso de la muestra inicial hasta $Q = 0.25$ Kg, estos se dividen en dos partes iguales. Una parte como duplicado $Q = 0.125$, $D = 1$ mm; los otros 0.125 Kg se llevan a pulverizar hasta un diámetro $D = 0.104$ mm, que es la muestra que se manda al laboratorio.

- LABOREO MINERO -

Para la proyección de pozos criollos es necesario de antemano tener los resultados de los análisis químicos para Fe-Ni-Co de las muestras tomadas en los pozos de perforación.

Los pozos criollos se hacen con varios fines, uno de los más importantes es la separación en el corte de la corteza de intemperismo los distintos tipos de menas (FB , LB, SB, SD, FF, LF, SF). Además nos sirven para controlar las perforaciones, determinaciones de peso volumétrico, humedad, toma de muestras litológicas-mineralógicas (serpentina, querolita, nontronita, etc.), muestras para análisis semi-industrial determinaciones del coeficiente de trituración y fracturación natural de los distintos tipos de menas, selección de modelos petrográficos y muestras para análisis compósitos.

Para el área de exploración preliminar, se proyectan 16 pozos criollos que viene siendo el 3 % del volumen total de perforaciones proyectadas.

Estos pozos criellos, cuya profundidad promedio es de 10 m, tienen una sección de $1 \times 1.25 \text{ m}^2$ (ver Tabla 5).

En la parte superior del corte formada por eces ferrosos con mezcla de perdigones y sedimentos aleurelíticos arcillosos, las rocas son de categoría II y III.

La parte inferior del corte formado por relictos de la roca primaria en ocasiones serpentinitas silicificadas, corresponde a roca de categoría V.

Los pozos criellos se laborearán con martillos neumáticos; no se descarta la posibilidad de tener que usar explosivos.

La ubicación de los pozos criellos será de forma tal que la pared de los pozos criellos toque las antiguas perforaciones; - éstas se ubicarán en la línea de demarcación de los pozos de perforación.

La pared del pozo de mayor longitud, será paralela a la dirección W - E .

Los pozos criellos se prevee en made-

rarlos.

El tiempo de duración de los trabajos de laboreo minero es de 2 meses.

- Muestreo y Documentación de los Pozos Criollos -

El muestreo se realizará en el mismo intervalo que se utilizó en las perforaciones mediante surcos de $0.03 \times 0.05 \times 1 \text{ m}$. En total se tomarán 352 muestras mediante surcos y 18 muestras por fragmentos. Estas muestras se colocarán en saquitos con etiquetas en la cual se anotará número de pozo criollo, intervalo muestreado, coordenadas, etc.

Después de terminado el laboreo de los pozos criollos, éstos se documentarán (las cuatro paredes) .

ESTUDIO DE LA CALIDAD Y PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LAS MENAS (Pruebas Semi-Industriales)

" Muestra Tecnológica "

Para iniciar los trabajos mineros de explotación es necesario de antemano seleccionar una muestra tecnológica laterítica níquelífera - serpentinita níquelífera, de balance representativa para el yacimiento Punta Gorda con el fin de hacer un ensayo tecnológico de caracter semi-industrial.

Para la selección de las áreas, para la extracción de la muestra tecnológica, hay que tener en cuenta que sea representativo el contenido medio de los componentes útiles (fundamentalmente el níquel), que por las condiciones hidrogeológicas sea posible la extracción así como que el traslado del mineral sea económico.

Para el estudio y extracción de la muestra tecnológica se tomarán 4 áreas diferentes del yacimiento Punta Gorda (ver Anexo 2 y 6).

SECTOR	AREA m ²	RED DE EXPLORACION	CONTENIDO PROMEDIO. % de Ni.
A-I	100	5 x 5 m	1.30
A-II	100	2 x 2 m	1.40
A-III	100	2 x 2 m	1.45
A-IV	100	2 x 2 m	1.50

El contenido promedio de Ni para cada sector, fue tomado según los resultados de los análisis químicos para Fe-Ni-Co de los pozos de perforación en la exploración según la red 400 x 400 m .

El contenido promedio para los 4 sectores es:

Ni 1.41 %
 Fe 42.0 %
 Co 0.10 %

para las menas: LB / SB / SD; aproximadamente 70 % de LB y 30 % de SB / SD, para una relación de LB : SB / SD 2:1.

El ensayo semi-industrial de la muestra tecnológica se dividirá en dos partes; 1 volumen de 1,000 Ton. para la planta Gmdte. René Rames Lateur (Nicaragua), y 100 Ton. para la URSS.

La trituración y secado de las muestras de perforación se realizarán en base a las exigencias de la planta Gmdte. Pedro Sotelo Alba (Moa).

El volumen parcial de la muestra tecnológica para cada sector es diferente, de acuerdo al contenido promedio de Ni de las diferentes menas. El volumen que le corresponde a cada sector debe cumplir la siguiente fórmula empírica:

$$C_p V_t = C_{p-I} V_I + C_{p-II} V_{II} + C_{p-III} V_{III} + C_{p-IV} V_{IV} \quad (1)$$

Donde:

$$V_I + V_{II} + V_{III} + V_{IV} = 1,000 \text{ Ton.}$$

C_p - Contenido promedio de Ni para los 4 sectores en %.

V_t - Volumen total de la muestra tecnológica en toneladas.

C_{p-I} - Contenido promedio de Ni para cada sector en %.

V_I - Volumen de la muestra tecnológica, para cada sector en Toneladas.

Sustituyendo en 1 cada uno de los valores se obtiene que:

1410 % Ni - Ton 1407 % Ni - Ton.

donde el volumen de la muestra tecnológica para cada sector es:

<u>Sector</u>	<u>Volumen</u>
A - I	250 Ton.
A - II	300 Ton.
A - III	250 Ton.
A - IV	200 Ton.

Una vez extraída la muestra tecnológica parcial de cada sector, estas se unen en una sola muestra, de manera que cada sector agrupe zonas de características diferentes para cuando se haga la prueba semi-industrial ésta represente a cada una de las áreas del yacimiento, es decir que los 4 sectores representen al -

yacimiento completo.

El régimen tecnológico de las perforaciones para la muestra tecnológica es igual al expuesto a principio de capítulo; el muestreo será idéntico (ver Tabla 2).

" Características Cualitativas y Tecnológicas
de las Menas "

Parte de éstas han sido analizadas en el capítulo sobre " Geología del Yacimiento Punta Gorda " (Composición Sustancial de los Minerales) según I.Y. Shirekova. Otra parte ha sido analizada en este capítulo (Muestra Tecnológica).

Según datos de la exploración del yacimiento Punta Gorda, en la red 400 x 400 m para la evaluación de reservas en categoría C₂, se obtuvieron los siguientes datos sobre el contenido promedio de los componentes útiles:

<u>Tipo de Menas</u>	<u>Contenido Promedio</u>		
	Fe(%)	Ni(%)	Co(%)
LB	43.3	1.30	0.117
LF	44.4	0.83	0.099

SB	.....	20.63	1.52	0.046
SD	.....	10.60	1.34	0.022
SF	.....	18.59	0.84	0.038
FB	.....	40.59	0.43	0.048

" Componentes Útiles "

En calidad de componentes útiles favorables, se deben considerar el Al_2O_3 y el Cr_2O_3 . La alúmina se encuentra en considerable cantidad en la composición de los minerales lateríticos, en relación con lo cual su extracción durante la elaboración de los minerales ferrosos y niquelíferos es completamente realizable, lo mismo ocurre con el Cr_2O_3 .

Los contenidos más elevados de Al_2O_3 están asociados a la capa de minerales ferrosos de balance con un ínfimo contenido de SiO_2 ; disminuyendo su contenido con la profundidad.

El contenido de Cr_2O_3 está claramente manifiesto en las menas LB, LF y FB, y menor cantidad en las menas SB, SD y SF.

De acuerdo a las características tecnológicas que tenga la nueva planta minero-metalúrgica se podría aprovechar el Al y el Cr como sus productos, además de los componentes útiles Ni-Co.

" Componentes Nocivos "

Como componentes nocivos se encuentra el MgO; está distribuido en las menas lateríticas niquelíferas y serpentínicas niquelíferas.

" Micro - Impurezas "

El contenido de las impurezas de P_2O_5 , CaO, Zn, Cu, Mn y S, se encuentran en todo tipo de mena de una forma constante. El manganeso se encuentra en mayor cantidad en las menas lateríticas niquelíferas.

" T O P O G R A F I A "

Los trabajos topográficos revisten gran importancia en los trabajos de exploración; éstos determinan la precisión de exploración, así como su productividad.

El objetivo de los trabajos topográficos es preparar el terreno para la exploración en la red 100 x 100 m para la evaluación de las reservas según la categoría C_1 .

Para la categoría C_1 , se proyectan bloques de 300 x 300 m, y perforaciones según la red 100 x 100 m (ver Anexo 4).

Los trabajos topográficos se efectuarán con la precisión que exige la escala 1: 5,000.

El levantamiento topográfico no se llevará a cabo en esta etapa de exploración este se proyecta realizarlo en la etapa de exploración detallada en la red 33 x 33 m, para la evaluación de reservas en categoría B.

El orden de los trabajos topográficos

a realizar es el siguiente:

- 1.- Intercepción Inversa.-
- 2.- Microtriangulación.
- 3.- Trazado de líneas de bloques y pezos -
de perforación.
- 4.- Control de las esquinas de bloques me-
diante poligonales.
- 5.- Control de pezos de perforación.
- 6.- Monumentación de las esquinas de blo-
ques.
- 7.- Determinación de las coordenadas de -
los pezos de perforación mediante poli-
gonales taquimétricas.

" Volumen de los Trabajos Topográficos "

Intercepción Inversa	.....	4
Poligonales de Precisión.		
Escala 1 : 5,000	.....	25 Km
Trazado de Líneas (Bloques y		
Pezos )	.....	117.3 Km
Monumentación de las esquinas		
de los bloques.	.....	109

Determinación de las coordenadas
de los pozos de perforación. 589

Los trabajos topográficos abarcan un área -
de 6 Km², con una duración de 6 meses.

" TRABAJOS HIDROGEOLOGICOS "

Los trabajos e investigaciones hidrogeológicas se llevarán a cabo en un área aproximada de 6 Km².

Estos trabajos revisten gran importancia ya que de acuerdo a las condiciones hidrogeológicas de las diferentes zonas del yacimiento - Punta Gerda, se podrá determinar que parte del yacimiento es explotable o no.

Durante las perforaciones se realizarán observaciones hidrogeológicas (nivel de las - aguas subterráneas); de acuerdo al número de perforaciones será el número de observaciones.

Se realizarán mediciones simultáneas del nivel de las aguas subterráneas en pozos de - perforación por bloques, con una productividad de 20 bloques mensuales.

En los trabajos de laboreo minero que se proyectan se harán observaciones hidrogeológicas durante el avance de los pozos criollos.

En las áreas locales donde las menas de Fe-Ni-Co, estén inundadas y el relieve no permita el drenaje del agua por fluje gravitacional hay que realizar bombeos experimentales - para poder evaluar la afluencia de agua a futuros laboreos mineros abiertos.

Se seleccionarán muestras de agua para el análisis químico de su mineralización en diferentes pozos de perforación de diferentes perfiles. La ubicación de la zona donde se tomarán las muestras, la precisará el hidrogeólogo, al igual que el área donde se realizarán los bombeos experimentales.

T A B L A No. 2

MUESTRA TECNOLÓGICA - VOLUMEN DE LAS PERFORACIONES

SECTOR	AREA (m2)	CANTIDAD DE PERFORACIONES	PROFUNDIDAD	PROMEDIO	METRAJE ESPINAL, COLUMNA	CANTIDAD DE - MUESTRAS
A - I	100	8				
A - II	100	35	17	120	16	136
A - III	100	35	17	525	70	595
A - IV	100	35	17	525	70	595
Total	400	113	17	525	70	595
5 % de Reserva	75	6	-	1695	226	1921
			-	90	12	102

T A B L A No. 3

VOLUMEN DE PERFORACIONES - (RED 100 x 100 m)

ZONA	CATEGORIA DE RESERVA	AREA (KM ²)	CANTIDAD DE PERFORACIONES	PROFUNDIDAD PROMEDIO	METRAJE	CANTIDAD DE MUESTRAS
					ESPIRAL, COLUMNAS	
Este del Rio Yaquina	0	5.6	559	17	8385	1118
5 % de						9503
Reserva	-	0.3	30	-	450	60
						510

T A B L A No. 4

VOLUMEN DE PLATAFORMAS *

	CATEGORIA DE RESERVA	CANTIDAD DE PERFORACIONES
PERFORACION ESPIRAL	0 1	559
5 % DE RESERVA	-	30

* SIN INCLUI R LAS CUATRO PLATAFORMAS DE 100 m² CADA UNA PARA LA MUESTRA TECNOLÓGICA.

T A B L A No. 5

VOLUMEN DE LABORES MINERO

CATEGORIA	AREA	CANTIDAD DE	PROFUNDIDAD, SECCIONES	OBSERVACIONES
ZONA DE RESERVA	(KM ²)	POZOS CRIO-	PROFUNDIDAD, EN M ²	-
		LOS. - - -		
ESTE DEL				
RIO YAGRO	5.6	16	1 x 1.25	Se encuentra -
AL N. E.			1.5 x 2	en r. n.
5% DE				
RESERVA	0.3	1	-	

PRUEBAS DE LABORATORIO

Y

SEMI-INDUSTRIALES

" ANALISIS QUIMICOS PARA FE - NI - CO "

A las muestras de testigos y de surcos -
tomadas en las perforaciones y pezos criollos
respectivamente, en intervalos de muestreos de
1 metro, se prevee hacerle análisis químicos -
para Fe-Ni-Co.

Volumen de Muestreo

<u>Testigo</u>	<u>Surcos</u>	<u>Cantidad de</u> <u>Muestras</u> *
12036	170	13426

* Incluyendo el 5 % de control interno y -
el 5 % de control externo.

Los análisis químicos serán una parte en
el laboratorio de la fábrica Cndte. René Ra -
mos Lateur, y otra parte en los laboratorios
de la DGGG de Oriente.

El control interno se llevará a cabo en
la DGGG de Oriente y el control externo en la
DGGG de la Habana.

" ANALISIS PARA MUESTRAS COMPOSITOS "

Con el fin de estudiar la composición química de la corteza de intemperismo, se -
realizarán análisis de compósitos SiO_2 , -
 TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , CaO , -
 Cr_2O_3 , NiO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , Cu , Zn , V_2O_5 ,
 Co_2 , S y PP, per tipos de menas.

Las muestras se tomarán de los pezos criolles per medie de surcos.

Volumen de Muestreo

TIPO DE	TIPO DE MENA							CANTIDAD
MUESTREO	FB	LB	SB	SD	FF	LF	SF	DE MUESTRAS
SURCOS	10	10	10	10	5	5	5	55

El análisis para muestras compósitos, se realizarán en el Laboraterio de la DGGG de Oriente.

" ANALISIS PARA MUESTRAS COMPOSITOS "

Con el fin de estudiar la composición química de la corteza de intemperismo, se realizarán análisis de compósitos SiO_2 , TiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , FeO , MnO , MgO , CaO , Cr_2O_3 , NiO , Na_2O , K_2O , P_2O_5 , Cu , Zn , V_2O_5 , Co_2 , S y PP, per tipos de menas.

Las muestras se tomarán de los pezones criollos per medio de surcos.

Velumen de Muestreo

TIPO DE MUESTREO	TIPO DE MENA							CANTD AD DE MUESTRAS
	FB	LB	SB	SD	FF	LF	SF	
SURCOS	10	10	10	10	5	5	5	55

El análisis para muestras compósitos se realizarán en el laboraterio de la DGGG de Oriente.

" ANALISIS PARA MUESTRAS LITOLÓGICAS -

MINERALÓGICAS "

Tiene como fin el estudio sistemático de la corteza de intemperismo, diferentes tipos de menas y de minerales. Las muestras se tomarán de pezos criollos.

Volumen de Muestreo

TIPO DE MUESTREO	TIPO DE MENA							CANTIDAD DE MUESTRAS
	FB	LB	SB	SD	FF	LF	SF	
Surcos	10	10	10	10	5	5	5	55
Fragmen- tes.	3	3	3	3	2	2	2	18

" DETERMINACIONES DE PESO VOLUMETRICO "

La selección de muestras para determinaciones de pesos volúmetricos en pilar se harán por tipos de menas.

Para la determinación del peso volúmetrico se pesa el material extraído y se determina el volumen de la muestra en el pilar.

$$P_h = \frac{Q}{V} ; P_s = \frac{P_h (100 - H)}{100}$$

P_h : Peso volumétrico húmedo.

P_s : Peso volumétrico seco.

Q : Peso de la muestra.

V : Volumen de la muestra en pilar.

H : Humedad promedio del mineral.

Volumen de Determinaciones

Cantidad de Determinaciones	Tipo de Mena						
	FB'	LB'	SB'	SD'	FF'	LF'	SF
55	10	10	10	10	5	5	5

Conjuntamente con las determinaciones de peso volumétrico se harán determinaciones del coeficiente de trituración de las menas en igual número.

El coeficiente de trituración se obtiene dividiendo el volumen del material extraído entre el volumen de la mena en pilar. Tiene como fin poder calcular el transporte de mineral en la etapa de explotación.

" DETERMINACIONES DE HUMEDAD "

La selección de muestras para determinaciones de humedad se llevará a cabo en los pezos criollos, en los mismos intervalos en los cuales se hicieron determinaciones para peso volumétrico en igual número.

Las muestras se tomarán mediante surcos per tipos de menas.

Estas muestras se parafinarán y se colocarán en recipientes de cristal que luego se mandarán al laboratorio.

En el laboratorio se harán varias determinaciones por muestras, y se tomará la humedad promedio.

Volumen de Muestreo

TIPO DE MUESTREO	TIPOS DE MENAS							CANTIDAD DE DETERMINACIONES
	PB	LB	SB	SD	FF	LF	SF	
SURCOS	10	10	10	10	5	5	5	55

Las determinaciones de la humedad se realizarán en los laboratorios de la DGGG de Oriente.

" MUESTRAS PETROGRAFICAS "

Para el estudio del substrate de la corteza de intemperismo, se seleccionarán modelos petrográficos (5 - 10), para secciones delgadas. Estas muestras petrográficas se tomarán tanto de afloramientos como de pozos oriollos.

El análisis petrográfico de las secciones delgadas se llevará a cabo por el departamento de petrografía de la DGGG de Oriente.

" ANALISIS ESPECTRAL "

Se harán análisis espectrales completos a las muestras para estudio litológico-mineralógico, muestras compósitos y muestras petrográficas. De ser posible se les hará análisis micro-espectral a las secciones delgadas.

En total se les hará análisis espectrales a 138 muestras; éstos se realizarán en los laboratorios de la DGGG de la Habana.

" ANALISIS QUIMICOS PARA MUESTRAS DE AGUAS
SUBTERRANEAS "

Con el fin de estudiar la mineralización de las aguas subterráneas se tomarán muestras para el análisis químico. Las muestras se analizarán en los laboratorios de la DGCG de Oriente.

" PRUEBAS SEMI-INDUSTRIALES "

Las pruebas semi-industriales se llevarán a cabo en la fábrica minero-metalúrgica Cmte. René Ramos Latour. (Ver Capítulo 7) (Estudio de la Calidad y Propiedades Tecnológicas de las Menas) .

EQUIPOS Y TRANSPORTES

CONSTRUCCIONES

" EQUIPOS A UTILIZAR EN LA EXPLORACION PRELIMINAR "
(Perforación, Labores mineros, Topografía)

Can- tidad,	EQUIPOS	ACTIVIDAD	TIEMPO (Meses)
(1)	(2)	(3)	(4)
3	UGB - 50 A	Perforación.	6
2	GAZ - 63	Pipa de Perforación	6
2	D- 493 A	Caminos y Pla- taformas.	6
2	Winaba Neumático	Labores Mineros	2
2	Compresor BK-9	Labores Mineros	2
2	Romana Tipo Bascula.	Labores Mineros.	2
1	Theo 010	Topografía.	6
1	Theo 020	Topografía.	6
1	Dalta 020	Topografía.	6
1	IKBB - 8	Bomba de Agua (Campamento)	7

" TRANSPORTE A UTILIZAR EN LA EXPLORACION PRELIMINAR "

(Perforación, labores mineros, topografía)

(1)	(2)	(3)	(4)
2	GAZ - 66	Perforación y Topografía	6
1	GAZ - 66	Labores Mineros	2
2	GAZ - 69	Geología y Administración	7
1	WA - 459	Servicios	7

" CONSTRUCCIONES "

1.- Caminos:

Se construirán 117.7 Km.

2.- Plataformas:

Se construirán 589; sin incluir las 4 -
plataformas para la muestra tecnológica
con un área cada una de 100 m².

3.- Campamento:

- A) Cocina comedor.-
- B) Gabinete.
- C) Sala de recreación.
- D) Dormitorios.
- E) Taller de Mantenimiento.
- F) Almacén.
- G) Aula de Superación.

CANTIDAD Y CALIFICACION

DEL

PERSO NAL

DURACION DE LOS TRABAJOS

N/O	Personal Califica	Cantidad	Tiempo
.	do. - - - - -	.	(Meses)
(1)	(2)	(3)	(4)

PERSONAL ADMINISTRATIVO

1	Administrador	1	7
2	Ayudante de Administrador.	2	7
3	Sereno.	2	7
4	Meze de Limpieza.	2	7
5	Cocinero.	2	7
6	Ayudante de Cocina.	2	7
7	Chefer.	2	7
8	Chefer.	4	6
9	Chefer.	1	2
10	Chefer.	1	7
T O T A L		19	

PERSONAL DE GEOLOGIA

1	Geólogo Principal.	1	4
2	Geólogo.	1	7
3	Hidregeólogo.	1	2
4	Técnico Geólogo.	2	6
5	Técnico Hidregeólogo.	1	4

(1)	(2)	(3)	(4)
-----	-------	-----	-----

6	Auxiliar de Geólogo.	3	7
7	Dibujante.	1	2
T O T A L		10	

PERSONAL DE TOPOGRAFIA

1	Topógrafo.	4	6
2	Cadenero.	8	6
3	Instrumentista.	1	6
4	Dibujante.	1	6
5	Auxiliar de Producción.	12	6
T O T A L		26	

(1)	(2)	(3)	(4)
PERSONAL DE PERFORACION, LABOREO MINERO Y MANTENIMIENTO			

1	Responsable de Perforación.	1	6
2	Operador A.	3	6
3	Ayudante 1ra.	3	6
4	Ayudante 2da.	3	6
5	Muestrero.	3	6
6	Cheferes.	3	6
7	Responsable de Laboreo Minero.	1	2
8	Mineros.	4	2
9	Ayudante de Minero.	4	2
10	Winchero.	2	2
11	Operador de Tractor.	2	2
12	Ayudante de Operador de Tractor	2	6
13	Responsable de Mantenimiento.	1	7
14	Mecánico Principal.	1	6
15	Mecánico de Gasolina.	2	6
16	Mecánico de Petróleo.	3	6
17	Ayudante de Mecánico.	4	6
18	Auxiliar de Producción.	6	7
19	Mecánico de Gasolina.	1	1
20	Ayudante de Mecánico.	1	1
T O T A L		50	

TRABAJOS DE GABINETE Y

CONFECCION

DEL INFORME

TRABAJOS DE GABINETE

Una vez concluidos los trabajos de campo y obtenidas las pruebas de laboratorio y semi-industriales, se pasa al trabajo de gabinete con el fin de evaluar las reservas para la categoría C_1 .

CALCULO DE RESERVA

" Condiciones Establecidas para el Cálculo de Reserva "

1.- Minerales lateríticos niquelíferos de balance con contenido de :

$$Ni \geq 0.9 \% \quad , \quad Fe \geq 35 \%$$

2.- Minerales lateríticos niquelíferos fuera de balance con contenido de :

$$0.7 \% \leq Ni < 0.9 \% ; \quad Fe \geq 35 \%$$

3.- Minerales serpentínicos niquelíferos blandos de balance con contenido de :

$$Ni \geq 0.9 \% ; \quad 12 \% \leq Fe < 35 \%$$

4.- Minerales serpentínicos niquelíferos compactos de balance con contenido de :

$$Ni \geq 0.9 \% ; \quad Fe \leq 12 \%$$

5.- Minerales serpentínicos niquelíferos fuera de balance con contenido de :

$$0.7 \% \leq \text{Ni} < 0.9 \% ; \text{Fe} \leq 35 \%$$

6.- Minerales lateríticos ferresos de balance con contenido de :

$$\text{Ni} < 0.7 ; 20 \% \leq \text{Fe} < 30 \%$$

El espesor mínimo industrial del intervalo magnético se considera de 1 m . El espesor máximo de las intercalaciones estériles incluidas en el cálculo de reserva no debe sobrepasar - les 2 m.

" Método de Cálculo de Reservas "

Todos los pozos de perforación que participan en el proyecto de exploración preliminar para el cálculo de reservas (categoría C_1) están distribuidos según la red cuadrada 100 x 100 m, la cual permite utilizar los métodos más sencillos de cálculo de reservas, - basados en los principios de la estadística - matemática.

Tales métodos son el método de las regiones vecinas, método de los bloques geológi

ces etc. De estos métodos se utilizará el de las regiones vecinas.

Todo el yacimiento se perforará según la red 100×100 m; cada pozo tendrá un área de influencia de $10,000 \text{ m}^2$.

El cálculo de reservas además de los métodos antes señalados, se puede verificar mediante la utilización de las máquinas de cálculo IBM.

Para el cálculo de reservas del área fuera de conterno (reserva extra-pelada), hay que calcular el volumen de mineral mediante la fórmula de la cuña truncada.

" Contenidos y Espesores Premedio "

El cálculo de los contenidos promedios, de los componentes útiles (Fe-Ni-Co) se realizará en cada pozo perforado por el método de los promedios compensados según la longitud del intervalo de muestreo.

La determinación del contenido promedio y espesor promedio para el yacimiento se realizará mediante la relación de reservas de me

tal entre la reserva del mineral y el volumen de la reserva de mineral entre el área total de influencia respectivamente.

También se pueden hacer el cálculo de contenidos y espesores promedio por bloques.

" Anexos Gráficos al Cálculo de
Reservas "

- 1.- Plano topográfico. Escala 1:5000.
- 2.- Mapa de la corteza de intemperismo. Escala 1 : 5000.
- 3.- Plano de cálculo de reserva (C_1) de las menas SB y SD. Escala 1 : 5000.
- 4.- Plano de cálculo de reservas (C_1) de las menas SF y FF. Escala 1 : 5000.
- 5.- Plano de cálculo de reservas (C_1) de la mena LB. Escala 1 : 5000.
- 6.- Plano de cálculo de reservas (C_1) de las menas FB y LF. Escala 1 : 5000.
- 7.- Plano de la calidad de la mena LB. Escala 1 : 5000.
- 8.- Plano de la calidad de la mena SB. Escala 1 : 5000.

- 9.- Plano de la calidad de la mena SD. Escala 1:5000.
- 10.- Mapa de iselíneas de los espesores de la mena LB. Escala 1:5000.
- 11.- Mapa de esilíneas de los espesores de las menas SB y SD. Escala 1:5000.
- 12.- Mapas de iselíneas de los espesores del escombros para la mena LB. Escala 1:5000.

ANEXOS GRAFICOS GEOLOGICOS

El mapa geológico del área del yacimiento se hará en escala 1 : 5000, apoyándose en las marcha-rutas realizadas, labores mineros, etc.

Se confeccionarán perfiles geológicos - tomando como base los resultados de los pozos de perforación y labores mineros de las áreas más representativas del yacimiento.

ANEXOS GRAFICOS HIDROGEOLOGICOS

Se confeccionará un mapa esquemático de la ubicación de los diferentes trabajos hidrogeológicos.

Se realizarán perfiles hidrogeológicos -

en los cuales se pondrá el nivel de las aguas durante la perforación y el nivel de las -
aguas para las observaciones estacionarias.

Para tener una visión más clara sobre -
las condiciones hidrogeológicas se confeccionará el plano de hidroisocipsas.

Para juzgar sobre el carácter de la -
inundación de las menas de Fe-Ni-Co en el -
área de exploración se confeccionará una carta geológica - esquemática en la cual se ubicarán las zonas del área del yacimiento inundadas (en caso que existan).

CONFECCION DEL INFORME" Partes Integrantes del Informe "

1. Introducción.
2. Características Geográficas y Económicas de la Región.
3. Geología de la Región.
4. Geología del Yacimiento.
5. Condiciones Hidrogeológicas del Yacimiento.
6. Exploración Efectuada. (Etapa. Sistema de exploración. Red utilizada. Escala. etc.).
7. Datos Químico-Analíticos y Tecnológicos de las menas. Métodos utilizados para su determinación.
8. Condiciones Técnico-Mineras e Ingeniero - Geológicas del Yacimiento.
9. Cálculo de Reservas. Categoría. Métodos Empleados. Resultados obtenidos.
10. Volumen de las Reservas per Tipo de Menas.
11. Anexos Escritos. (Tablas de los resultados de las pruebas de laboratorio. Tablas de cálculos de reserva. Documentación de las perforaciones, etc.).
12. Anexos Gráficos. (Mapas, perfiles geológicos. Documentación de los pozos criollos.).

VALORACION DEL PROYECTO

SALARIOS PARA EL PROYECTO

N/O	PERSONAL CALIFICADO	CANTIDAD	TIEMPO	SALARIO	IMPORTE
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
				(Meses), \$ Mensual	\$

PERSONAL ADMINISTRATIVO

1	Administrador	1	7	\$ 250.00	\$ 1750.00
2	Asistente de Administrador	2	7	163.00	2282.00
3	Secretario	2	7	75.00	1050.00
4	Moza de Limpieza	2	7	75.00	1050.00
5	Cocinero	2	7	127.70	1787.80
6	Asistente de Cocina	2	7	95.30	1334.20
7	Chofer	2	7	138.00	1932.00
8	Chofer	4	6	110.55	2653.20
9	Chofer	1	2	110.55	221.10
10	Chofer	1	7	110.55	773.85
	TOTAL	19			\$ 14834.15

PERSONAL DE GEOLOGIA

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Café Principal	1	4	\$ 300.00	\$ 1200.00
2	Café	1	7	300.00	2700.00
3	Hidmgeólogo	1	2	300.00	600.00
4	Técnico Geólogo	2	6	192.00	2304.00
5	Técnico Hidmgeólogo	1	4	192.00	768.00
6	Auxiliar de Geólogo	3	7	176.00	528.00
7	Alibante	1	2	138.00	276.00
	TOTAL	10			\$ 10944.00

PERSONAL DE TOPOGRAFIA

1	Topógrafo	4	6	\$ 192.00	\$ 4608.00
2	Geodesta	3	6	110.55	5306.40
3	Instrumentista	1	6	128.15	768.90
4	Alibante	1	6	138.00	828.00
5	Auxiliar de Topografía	12	6	95.30	6861.60
	TOTAL	26			\$ 18372.90

" PERSONAL DE PERFORACION, LABORES MINERO Y MANTENIMIENTO "

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	Responsable de Perforación	1	6	250.00	1500.00
2	Operador A	3	6	209.30	3767.40
3	Asistente lra.	3	6	127.70	2298.60
4	Asistente 2da.	3	6	110.55	1989.90
5	Mecánico	3	6	110.55	1989.90
6	Chofer	3	6	110.55	1989.90
7	Responsable Labores Minero	1	2	150.00	300.00
8	Mineros	4	2	95.30	762.40
9	Asistente de Minero	4	2	95.30	762.40
10	Mineros	2	2	110.95	443.80
11	Operador de Tractor	2	6	150.00	1800.00
12	Asistente de Tractor	2	6	95.30	1143.60
13	Responsable de Mantenimiento	1	7	118.00	826.40
14	Mecánico Principal	1	6	178.25	1069.50
15	Mecánico de Gasolina	2	6	127.70	1532.40
16	Mecánico de Petróleo	3	6	150.55	2709.90
17	Asistente de Mecánico	4	6	95.30	2287.20
18	Asistente de Producción	6	7	95.30	4002.60
19	Mecánico de Gasolina	1	1	127.70	127.70
20	Asistente de Mecánico	1	1	95.30	95.30
	T O T A L	50			31898.50

" DEPRECIACION DE LOS MEDIOS BASICOS (M B) "

N/o	Cantidad	Equipos a Depreciar	Depreciación Mensual	Tiempo	IMPORTE
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1	3	Perforadora KHR-50A	181.33	6	3263.94
2	2	Camión Gaz - 66	71.25	6	855.00
3	2	Camión Gaz - 63	39.18	6	470.16
4	1	Camión Gaz - 66	71.25	2	142.50
5	2	Jeep Gaz - 69	23.73	7	332.22
6	1	WA - 459	49.00	7	280.00
7	2	Tractor D - 493 A	26.99	6	322.88
8	2	Wince Neumático	2.50	2	10.00
9	2	BK - 9 (Compuer)	24.66	2	98.64
10	2	Remora Tipo Bascula	0.43	2	1.72
11	1	Bomba de Agua IKB-8	30.00	7	210.00
12	1	Theo 010	8.50	6	51.00
13	1	Theo 020	5.13	6	30.78
14	1	Delta 0.20	8.08	6	48.48
15	1	Juego de Maza de Base	5.13	6	30.78
		TOTAL			6148.10

VALORACION DEL PROYECTO

Imperte Total de		
Depreciación (MB )	.....	\$ 6148.10
Imperte Total de		
Salaries	.....	76049.55
Imperte Total de		
Materiales (MC )	.....	11546.54
		<hr/>
T O T A L	.....	93744.19
Gastos Indirectos	.....	2000.00
		<hr/>
IMPORTE TOTAL	.....	\$ 95744.19
		<hr/>

ANEXOS

GRAFICOS

- 1.- Yacimientos de Fe-Ni-Co.
- 2.- Mapa Geológico de la Región MOA-BARACOA.
- 3.- Mapa Geológico del Yacimiento Punta Gerda.
- 4.- Esquema de Exploración Preliminar de un Área del Yacimiento Punta Gerda.
(ESTE DEL RIO YAGRUMAJE).
- 5.- Esquema de Tratamiento de Muestras.
- 6.- Esquema de Pozos de Perforación.
(Muestra Tecnológica) .

AFLORAMIENTO T - II.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMOVICH A.F. : Principales Características
CHEJOVICH V.D. de la Geología y de los Minerales Útiles de la Región -
Nordeste de la Provincia de
Oriente.
REVISTA TECNOLÓGICA. Vol. II
No. 1 1964.
- ADAMOVICH A.F. : Sobre las Condiciones Geológicas de la Formación de Lateritas en Cuba.
CHEJOVICH V.D. REVISTA TECNOLÓGICA. Vol. II
No. 5 1964.
- ADAMOVICH A.F. : Sobre el Relieve Pre-Maestrichtiano del Norte de la Provincia de Oriente y sus Relaciones con la Geomorfología Contemporánea.
CHEJOVICH V.D. REVISTA TECNOLÓGICA. Vol. III
No. 2 1965.
- AGEENKO F. : Proyecto Técnico-Económico -
de Exploración Preliminar y
Detallada de los Sectores -
II - III y V del Área Martí
del Yacimiento Nicaro.
Oriente. 1971.
FONDO GEOLOGICO DGGG DE ORIENTE.
- ALEXEYEV V. : Quantitative Analysis.
MIR PUBLISHERS. MOSCOW. 1967.
- BROUM H.G. : Químicas Quantitative.
SALLEE M.E. Editorial REVERTE, S.A. 1967.
- BUGUERLSKY Y.Y. : Geoquímica e Hidrogeoquímica
FORMELL C.F. de la Corteza de Intemperismo
Ferromagnetita de Cuba.
Serie Geológica # 3. 1967.
ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA.