

912

UNIVERSIDAD DE ORIENTE  
FACULTAD DE TECNOLOGIA  
ESCUELA INGENIERIA GEOLOGICA

TRABAJO DE GRADO  
GEOLOGIA DEL AREA GATUGO

PROFESOR GUIA:  
ELMER RUZ PEÑA

GRADUADOS:  
ANA A. SERRA DIAZ  
EBER VICIEDO FIALLO

SANTIAGO DE CUBA  
1974

Capítulo I - Introducción	1
Capítulo II - Parte General	2
1. Información geógrafo-económica sobre la región del Yacimiento.	2
a) Situación Geográfica y Administrativa.	2
b) Orografía d Hidrografía del mismo	3
c) Clima, flora y fauna.	4
d) Industria, agricultura y comunicaciones	6
2. Historia de las investigaciones en la región del Yacimiento.	6
Capítulo III - Geología de la región	8
1. Características -geológicas de la región	8
2. Estratigrafía y litología	8
3. Magmatismo	12
4. Tectónica	14
5. Historia del desarrollo geológico de la región.	16
6. Hidrogeología de la región.	18
7. Minerales útiles de la región y leyes de su distribución.	20
Capítulo IV - Geología del Yacimiento Catuco	22
1. Orohidrografía	26
2. Geomorfología del Yacimiento	28
3. Cortes y composición de los horizontes útiles.	29
4. Condiciones de Yacencia, forma y tamaño de los horizontes útiles.	31
5. Tipos de materias primas.	32
6. Estratigrafía del Yacimiento.	35
Capítulo V- Análisis de los trabajos de búsqueda realizados anteriormente.	40
1. Estudio Geológico del Yacimiento.	40
2. Análisis de la red de la exploración usada	42
Capítulo VI- Parte metodológica.	47
1. Fundamentos de la selección de la zona para la búsqueda detallada.	47
2. Tareas a resolver durante esta etapa	47

INDICE	PAGINA
3. Metodología de los trabajos geológicos durante esta etapa.	48
a) Trabajos de levantamiento Geológico	48
b) Sistema de Exploración	49
Selección de las excavaciones de exploración	49
Correlación espacial de las perforaciones y densidad de la red de exploración.	50
Consecutividad de los trabajos.	50
c) Muestreo	50
d) Documentación geológica de las perforaciones	53
e) Trabajos topográficos	54
f) Investigaciones Hidrageológicas	55
g) Volumen de los trabajos.	56
h) Resultados esperados, fundamentación de la categorización de las reservas.	57
i) Selección y argumentación del método de cálculo, de reservas.	57
Capítulo VII- Conclusiones	59
Capítulo VIII- Propuesta de los trabajos a realizar durante la exploración preliminar	60
Bibliografía	61

## ANEXOS

1. Cotas topográficas del Yacimiento Catuco
2. Control Hidrogeológico
3. Secciones petrográficas descritas del área del Yacimiento Catuco (Típicas)

## ANEXOS GRAFICOS

1. Mapa geográfico de la región 1:250 000
2. Mapa geológico de la región 1:50 000
3. Cortes geológicos de la región 1:20 000
4. Mapa geológico del Yacimiento 1:10 000
5. Perfiles geológicos del Yacimiento 1:10 000
6. Plano de las perforaciones de exploración  
1:7 500
7. Columnas geológicas
8. Correlaciones litoestratigráficas del Yacimiento

## INTRODUCCION

P A R T E   G E N E R A L

## I. INTRODUCCION

La Escuela de Ingeniería Geológica de la Universidad de Oriente nos asignó la tarea de esclarecer la Geología del Area Catuco y además hacer un análisis critico de los trabajos de búsqueda realizados anteriormente en la región aledaña al Municipio de Gibara, con fines docentes para la obtención del título de Ingeniero Geólogo. Esta tarea se nos asignó a los compañeros Eber Viciado Fiallo y Ana Serra Díaz.

El presente trabajo se realizó en la Brigada de la DGCG la cual tiene la finalidad de localizar un yacimiento de materia prima para garantizar la instalación de una planta de producción de cemento por vía seca con una producción anual de 1'200 000 Ton.

### L.1 OBJETIVO

Proposición de los trabajos a realizar durante la etapa de Exploración Preliminar.

## II. PARTE GENERAL

### II-1 Información geográfico-económica sobre la región del Yacimiento.

#### Situación geográfica y Administrativa

La región del yacimiento se encuentra en la parte Norte de la provincia de Oriente en el Municipal Gibara del Regional Holguín. (Ver Anexo No 1)

En el municipio de Gibara como vía de comunicación se encuentra una carretera asfaltada en buenas condiciones, además posee un puerto de mar en el cual es necesario realizar trabajos de acondicionamiento para su posterior uso como vía de transporte y utilización para la futura planta de cemento.

Su situación de acuerdo con las coordenadas Lambert en escala 1:50 000 editado por el I.C.G.C.

Son	X	-	560 000	a	X	-	573 000
	Y	-	270 000	a	Y	-	275 000

En las hojas cartográficas 4979 -II y 4979 - III

El abastecimiento de agua se puede considerar como suficiente en el río Gibara donde se encuentra la estación de bombeo que abastece al acueducto de dicho término municipal.

Resulta interesante el conocimiento de que en una ocasión el ejecutivo de Gíbara, propusiera a la compañía Norteamericana "Fomento Industrial de Oriente" 250 000 Gls. (946 metros cúbico de agua) del acueducto para 24 horas. Eso significa una cantidad suficiente para la producción de 275 toneladas de clinker diariamente (1 metro cúbico para cada tonelada de clinker producido) respectivamente 100000 toneladas anual para la fabricación de cemento por vía húmeda.

En cuanto al suministro de electricidad proviene del central "Antonio Guiteras" o bien del sistema nacional de electricidad.

## II-2 OROGRAFIA E HIDROGRAFIA DE LA REGION

De la orografía podemos señalar que el área ocupada por facie carbonatada tiene un relieve abrupto ocasionado por tectónica de fallas de orientación fundamentalmente Este-Oeste lo, que da origen a farallones casi verticales en la vertiente septentrional y pendientes más o menos suaves en la vertiente meridional, también está ocasionada por una topografía cársica muy desarrollada como la lapiez, cavernas de gran tamaño, embudos cársicos e incluso dolinas decotas 40-50 metros .

La orografía del área ocupada por sedimentos terrígenos carbonatados se caracterizan por un relieve de colinas suaves (cota 30 metros como máxima altura) y en casos excepcionales llega la cota hasta 50 metros.

El área ocupada por las rocas vulcanógenas - sedimentarias es una zona de colinas de mayor elevación que las anteriores oscilando sus cotas entre 30-50 metros.

En cuanto a la red hidrográfica de la región podemos decir que existen tres ríos principales el río Cacoyoguín el cual presenta numerosos meandros lo que demuestra su vez, corre de Suroeste - noreste, el río Gíbara presenta meandros pero en menor cantidad corriendo de norte-sur y el Yabazón que presenta características semejantes al Cacoyoguín y su recorrido es de suroeste-noreste. El río Gíbara y Cacoyoguín desembocan en la bahía de Gíbara y el río Yabazón desemboca al río Gíbara a 2.5 Kilómetros de la bahía de Gíbara.

### II-3 CLIMA, FLORA Y FAUNA

El clima de la región puede ser reconstruido según estudio que abarca el período de 1926-1964 en el cual se obtuvieron valores medios de temperatura que se pueden considerar histórico y aplicarlo a nuestra zona de estudio

En dicho estudio se determinó una media anual de 24.6 grados centígrados con mínima 21 grados centígrados en el mes de enero y máxima de 27 grados centígrados en agosto de acuerdo a los datos del Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias, se observan dos períodos de lluvia (comprendidos entre mayo-junio y septiembre-noviembre); y estos dos períodos relativamente secos (comprendidos entre abril, julio y agosto) corrientemente las lluvias son del tipo de aguacero tropical que raramente duran mucho tiempo.

Las tablas de las condiciones climáticas expuestas a continuación nos fue suministrada por el departamento Climatología del Instituto de Meteorología de la Academia de Ciencias.

Los datos corresponden a la estación de Holguín durante el año 1967 ya que la reciente instalación fue posteriormente trasladada a la Jiquima.

Datos climatológicos de Holguín año 1967

Valor medio de las temperaturas (máxima absolutas) grados Cg.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
29.0	28.2	29.2	29.4	32.6	31.3	33.1	32.9	33.3	32.6	29.7	29.1

Valor medio de las temperaturas (Mín. absolutas diarias) grd. cg.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
18.6	18.9	18.3	19.4	21.9	22.9	23.8	22.8	22.5	22.0	20.4	19.0

Valor medio por la presión Atmosférica (mms).

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
764.8	764.7	764.6	764.3	761.6	763.3	762.2	760.7
IX	X	XI	XII				
761.7	761.3	761.1	763.7				

Valor medio de la temperatura)grados Cn.

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	LX	X	XL	XII
23.8	23.6	23.8	24.4	27.3	27.1	28.5	27.9	27.9	27.2	25.0	24.0

**Flora y Fauna**

La vegetación de la zona de la facie carbonatada generalmente es de tamaño mediano, en algunos lugares-- incluso hay bosques tupidos y en las zonas cársicas la vegetación es mínima con predominio de algunas tunas.

En la zona de los sedimentos terrigenos la vegetación es típica de pasto.

**II-4 INDUSTRIA, AGRICULTURA Y COMUNICACIONES.**

Las industrias básicas en el Municipal de Gibara lo constituyen la Hilandería y el Astillero y otros de menos envergadura.

Su agricultura está poco desarrollada debido al inmenso desarrollo de las zonas cársicas y a la falta de una capa vegetal con desarrollo tanto superficial -- como en el sentido vertical.

**II-5 HISTORIA DE LAS INVESTIGACIONES EN LA REGION DEL YACIMIENTO.**

En la década del 50 en la región del Yacimiento se realizaron trabajos geológicos investigativos para Búsqueda de Yacimientos Petrolíferos por compañías -- Norteamericanas, realizadas por los geólogos Dr. Myron Kosary, C.L. Bruce y otros.

En los años 1951 - 1953 las compañías Norteamericanas realizaron investigaciones en las cercanías--

del pueblo de Gibara de búsqueda de materias prima para una fábrica de producción de cemento por vía húmeda con una producción de 120,000 Tm de cemento anuales.

Posteriormente en los años 1965 - 1966, los especialistas checos, propusieron la anulación de la zona Holguín - Gibara como zona perspectiva para la Búsqueda de materias primas para una posible fábrica de cemento, aduciendo para ello la gran cantidad concreciones cuarcíferas que se presentan a través de toda el área ya mencionada. Así mismo se planteó como otra dificultad para el objetivo dado la cantidad de reservas que podrán ser encontradas, ya que según el trabajo realizado por estos geólogos la cantidad de estas no era lo suficiente elevada como para garantizar la producción continua de una fábrica de cemento para un período de 50 años.

Años más tarde, en conversación sostenida con el geólogo Josef Harcek y el tecnólogo Jan Kozac -- que habían realizado trabajos de Búsqueda y Exploración de materias primas para materiales de construcción (calizas) en los alrededores del área de la Yaya y la Calera cerca del pueblo de Velasco, se pensó de nuevo en comenzar algunos trabajos geológicos en esta zona y esta idea tuvo su culminación final por el recorrido realizado por el Ingeniero Elmer - Ruiz Peña en los alrededores del área anteriormente anulada como perspectiva, el cual propuso que ésta -- también podría ser perspectiva y comenzar por ende las etapas correspondiente de Búsqueda y Exploración.

**GEOLOGIA DE LA REGION**

### III. GEOLOGIA DE LA REGION.

#### III-1 CARACTERISTICAS GEOLOGICAS DE LA REGION.

La región destinada para nuestro trabajo se encuentra ubicada en la porción Noroeste de la Provincia de Oriente en el Anticlinorium Holguín. Está compuesta fundamentalmente por dos facies de rocas litológica y genéticamente distintas las cuales han sido descritas por autores Norteamericanos (Kozary, Bruce, etc) separándoles en dos cinturones:

##### Cinturón Catuco:

Situado entre las localidades de Velazco y Gibara al Noroeste de Holguín. Constituye la parte del Miogeosinclinal carbonatado compuesto por diferentes tipos de calizas arrecifales y de mar abierto. (Ver Anexo Nº 2)

##### Cinturón Auras:

Situado en la localidad de Auras al Suroeste de Gibara y al Este- Oeste de Holguín. Forma parte del Eugeosinclinal compuesto por Hiperbásitas, rocas igneas - Básicas y sus tobas. (Ver Anexo Nº 2)

A las dos facies descriptas, ellos le asignaron una edad Cretácico.

De acuerdo con la columna estratigráfica de la región corresponde al Cretácico, posiblemente Cretácico superior y constituida por la TUFF Formation (Thi- adens 1937), las intrusiones de serpentinitas, diques de gabro-diorita y por las dos facies de la formación Habana (Norte y Sur).

#### III-2 ESTRATIGRAFIA Y LITOLOGIA/

En la estratigrafía de la región se pueden distinguir las siguientes formaciones:

No está muy bien representada en la región pero se observan algunas porfiritas basáltica de color pardo violáceo así como otras rocas ígnea básica muy intemperizadas; también se observan diabásas de cristalización media y color gris oscuro verdoso. En las márgenes del río Cacoyoguín cerca de la confluencia con el arroyo Secarreño aflora una toba litoclástica con una matriz fina de color violáceo.

Las rocas intrusivas que se encuentran desarrolladas en la región están compuestas fundamentalmente por serpentinitas que ocupan la mayor parte de la porción Sur formando como bandas paralelas estrechas de uno a cuatro kilómetros de ancho de dirección E-W, - dichas serpentinitas se encuentran atravesadas por diques y cuerpos intrusivos de gabbro - diorita.

FORMACION HABANA. CRETACICO Sup (Campaniano - Maestrichtiano)

Según R.H. Palmer (1934) en la región se asignan dos facies bien definidas de sedimentos y las cuales correlacionamos como las facies Norte y Sur.

#### FACIE NORTE.

Está constituida totalmente por una secuencia de calizas masivas de diferentes tipos entre las cuales podemos mencionar calizas: brechosa, organógenas, detríticas, organógenas microcristalinas, cripto cristalinas y se observan algunas calizas marmolizadas de color gris claro a gris oscuro.

En algunas zonas se desarrollan con gran intensidad los procesos de oxidación y se observan calizas brechosas cuya matriz es de color pardo - rojizo; sus clastos son blancos o de color crema amarillo.

En el interior de este complejo arrecifal se observan pequeñas áreas con el desarrollo de pseudoolitas cuyos centros de cristalización son algas.

Se observan áreas formadas por calizas brechosas rodeadas por calizas organógenas, detríticas, microcristalina y criptocristalina con un paso gradual así como cambios faciales suaves hacia las zonas próximas a Gíbara donde predominan las calizas brechosas.

Por lo general las calizas que componen la región tienen un gran contenido de concreciones de pedernal - de color negro, pardo, rojo, violeta oscuro, así como concreciones y capas intercaladas de chert que se presentan en el microscopio como agregados cristalinos de calcedonia con estructura radial con pequeñas cantidades de carbonato en parte aislada de concreción lo que permite deducir que ha sido formada por sustitución del carbonato por el SiO secundario.

La distribución de las concreciones es bastante grande en la superficie por lo que existen pequeñas zonas (cinco kilómetros cuadrados o más) donde no se observan estas.

El proceso de carsificación está muy desarrollado en estas calizas donde en algunas áreas se observan -- grandes cavernas, embudos cársticos profundos y dolinas., se observan también las lomas en forma de mogotes típicos de la topografía cárstica del conocido caso de Maniabón.

En cantidad insignificante se observa la dolomitización detectada bajo el microscopio con pequeños rombos de dolomita que cortan la calcita, esto se observa al tñir la sección delgada.

FACIE SUR.

Está compuesta por una secuencia de areniscas polimicticas de color amarillenta, el cual varía -- hacia gris -- verdoso próxima al contacto con las -- facies Norte, este color se atribuye a la glauconita. lo que atestigua su medio ambiente marino por lo general están bien estratificadas y en ellas se observa estratificación gradacional que va desde una arenisca conglomerática, arenisca de grano grueso, arenisca de grano fino hasta limolita. Estas areniscas contienen clastos de pedernal y chert así como fragmentos de -- diversas rocas.

Interestratificada con estas areniscas se observan unas lupitas de color pardo y de color verde, en algunos casos se presentan más o menos plásticas y en otros casos en las proximidades del contacto con las facies carbonatadas, son compactas, laminadas, en láminas paralelas a la estratificación.

También forman parte de esta secuencia unas margas finamente estratificadas cuya potencia varía. Al Sureste de la carretera se observan unas margas de -- color rosado pálido que poseen intercalaciones de jaspe. Se observa no con frecuencia de unas capas de conglomerado de color verde amarillento a rojizo, de cantos bastante grande compuestos por serpentinitas, rocas ígneas básicas y tobas, lo que nos hace comprobar el Miembro Conglomerado Picota de la formación Habana, en la parte superior de esta secuencia se observan grandes bloques de chert.

La facie Sur va pasando gradualmente a la facie Norte ya que en la zona de contacto de ambas facies - se observan calizas detríticas con abundante material terrígeno de composición y tamaño de los granos variables. Ese material terrígeno está mal clasificado lo - que evidencia un medio ambiente marino poco profundo, esto es evidente debido a que algunas calizas de la - región presentan una estructura pseudoolítica cuyo centro son fragmentos de algas coralinas.

### III-3 MAGMATISMO.

La actividad magmática de la región está fundamentada por (Knipperá y M. Puig 1966) la cual la podemos enmarcar como las intrusiones de hiperbasitas que forman un cuerpo enorme que por doquier sirven de lecho a las formaciones sedimentarias y vulcanógenas, - la edad de estas ha sido expuesta por Kosary (1956) y la cual se extiende desde el Cretácico superior - -- Eoceno y él cual considera que en la región está representada por los siguientes grupos de rocas intrusivas:

a) Intrusivos hiperbásíticos, compuestos fundamentalmente por varios tipos de rocas holocristalinas tales como: Harzburgitas Poikilíticas, Hornblenditas, Essexitas y fundamentalmente Peridotitas del Cretácico -- superior - Eoceno.

b) Cuerpos intrusivos pequeños de Gabro- Dioritas y además algunos diques de Gabro-Dioritas de edad Eoceno superior.

En conjunto, estas rocas intrusivas y rocas volcánicas fundamentalmente porfiritas basálticas y diabasas, <sup>n</sup> aunque se revelan además algunas tobas de la Tuff Formation (Cretácico 1 - Cretácico 2 Turoniano),

forman un complejo de rocas plutónicas-vulcánógenas de edad Cretácico- Eoceno. Este complejo fué formado en la etapa final del desarrollo magmático del Cretácico Geosinclinal que más relevancia tiene en Cuba - Central.

Los depósitos Miogeosinclinales han sido afectados por este magmatismo, lo que deduce una migración paulatina del Eje del Eugeosinclinal hacia el - Noroeste.

Según Hozary (1956) los emplazamiento de las - rocas ultrabásicas no toman forma de sill, pero si toman espesores suficientemente grandes que permiten diferenciar gravitacionalmente a las rocas ultrabásicas de los gabros, tomando forma de un lacolito - de 4,000 metros de espesor constituido por las rocas ultrabásicas y gabroides en los alrededores de Holguín. Además él situa los emplazamientos de las rocas ultrabásicas a lo largo de cuerpos intrusivos concordantes y discordantes en la presente estructura en el área.

Hess (1938) expresó que en Cuba es bastante peculiar el magmatismo, condicionado por la posición que ocupa la Isla en nuestro planeta. Cuba se encuentra situada en la proximidad de grandes estructuras, tales - como los Océanos Pacífico y Atlántico, para los cuales es característico el magmatismo básico.

Una de las principales peculiaridades del magmatismo es en el predominio de las rocas ultrabásicas y básica y en cantidad notablemente subordinada de las rocas ácidas.

Las rocas básicas, ultrabásicas de la provincia de Oriente forman parte de un cinturón cuya extensión es de unos 1,000 kilómetros, que vá por toda la costa norte de la Isla.

El 2% del área de la Isla están ocupadas por estas en una superficie no menor de 2 200 Kilómetros cuadrados.

En las regiones de plegamiento intenso, complicadas por dislocaciones disyuntivas, las intrusiones de peridotitas forman una serie de bordes más o menos paralelas. Esto es notable en la región del Anticlinorium Holguín situado entre Gibara y Holguín, parte Norte de Oriente.

#### III-4. TECTONICA

La región está situada dentro del Anticlinorium Holguín que está complejamente constituido por pliegues isoclinales.

Los dos cinturones que anteriormente se mencionaron poseen diferentes estructuras geológicas, el cinturón Catuco constituye parte del miogeosinclinal y cinturón Auras parte del eugeosinclinal.

Las secuencias del miogeosinclinal descubiertas al Noroeste de la región representan una parte del gran sobreescurrecimiento tectónico que se deslizó sobre las rocas autóctonas del cinturón Auras (según Kozary, L.C. Eruco, 1956) y (Knipper, M. Puig 1966).

Encontramos una serie de pliegues lineales que se distribuyen en el Sur de la región que se extienden latitudinalmente. El núcleo de los anticlinales están constituidos por rocas serpentiniticas y de los sinclinales por rocas vulcanógena y sedimentarias.

En general el carácter de las dislocaciones de las secuencias sedimentarias y vulcanógenas-sedimentarias se determina por las serpentinitas, las cuales controlan el carácter de todos los pliegues de la región y también los ángulos de inclinación de las rocas.

Las serpentinitas limitan con las rocas encajantes a través de la zona de foliación profunda y formaciones de brechas. Por eso se considera que los núcleos de los anticlinales están separados de los sinclinales por fallas. Se observa un brusco cambio del ángulo de inclinación de las rocas en el sinclinal del núcleo a las cuestas. Si en el núcleo de pliegue las rocas yacen casi horizontalmente (3-10 grados), cerca de los macizos de serpentinitas ocurre un aumento en los ángulos de inclinación de las capas (60 grados) según (Knipper y M. Puig, 1966).

Knipper y M. Puig (1966) expone que el sinclinal se complica por dos grandes anticlinales también lineales los cuales van hundiéndose en dirección oriental. Las estrechas fajas de serpentinitas que yacen en los núcleos de éstos anticlinales de segundo orden se -- extienden hacia el Este.

Además de esto los pequeños cuerpos de serpentinitas están completamente rodeados por rocas terrígenas.

Por lo tanto se puede decir, que el carácter de yacencia de las rocas en el interior del sinclinal, -- está dictado por el núcleo serpentinitico del pliegue y que la posición de los anticlinales de segundo orden dentro del sinclinal, también se determina por los cuerpos serpentiniticos.

Los anticlinales de segundo orden anteriormente descrito y los sinclinales que los separan, están complicados por dislocaciones plicativas y disyuntivas más pequeña de tercer orden.

En todos estos pliegues las areniscas y los conglomerados forman una serie de plegamientos complicados e irregulares, lo que evidentemente también tenemos que vincularlos con la poca profundidad de la yacencia de las serpentinitas.

Se producen en la región movimientos no violentos con predominios de "STRESS" que crean zonas de fracturación y trituración con hundimientos y elevaciones no acentuadas.

Las fallas que aparecen en la región son principalmente normales y en dirección este - oeste, podemos notar la presencia de un sistema de fallas tanto normales como inversas en el kilometro 30 de la carretera - Holguín Gibara donde se pudieron medir sus planos, --- siendo estos: 75/25, 20/80, 75/30, 75/29, 20/75 grados.

En algunos frentes de canteras del Cinturón Catuco se puede observar un sistema de grietas principal en dirección normal a estos. Estas grietas aparecen con los bordes muy angulosos e irregulares por lo cual no creemos que se trate de diaclasas ampliadas posteriormente por la meteorización si no más bien que tienen origen tectónico.

### III-5 HISTORIA DEL DESARROLLO GEOLOGICO DE LA REGION.

La depresión profunda que surgió al comienzo del Cretácico inferior, se formó desde el final del mismo hasta el comienzo del Cretácico superior. Su formación se definió por la aparición de profundas fisuras que llegaban hasta grandes profundidades de la corteza terrestre. Las ultrabasitas del manto, fueron aproximadas a la corteza terrestre y al mismo tiempo se efectuó la penetración de extensas masas de agua dando lugar a la serpentización de la capa peridotítica.

Este fenómeno ocurrió a altas temperaturas y la penetración de las masas de agua fue posible a lo largo de las profundas zonas de fisuras y también de la corteza poco potente de las rocas sílicas.

Al final del Cretácico inferior y durante el Cretácico superior se originaron la ascensión general de las hiperbasita serpentinizada a lo largo del eje del canal profundo debido al aumento de volumen y los movimientos tectónicos a lo largo de las fallas profundas que bordean la cuenca.

Puede considerarse que la primera etapa de la penetración fría de las serpentinitas tuvo una larga duración y fue producto tanto de movimientos tectónicos como por el aumento del volumen durante la serpentinitización.

Al final del Eoceno medio, los movimientos tectónicos intensivos a lo largo de esta zona lineal -- (no vinculados ya con la serpentinitización), pusieron en movimiento nuevamente a los macizos de serpentinita, los que con las rocas encajante formaron un sistema complicado de pliegues. El complejo de estructuras plegadas que se complica con corrimientos y sobrecurrimientos fué originada debido a la plasticidad de las masas de serpentinitas durante los procesos de -- formación de pliegues. Las protrusiones de serpentinitas del Eoceno medio resultaron ser la única causa de la formación de pliegue. Todo esto ha sido extraído del trabajo de "Knipper y H. Puig" (1966).

Los movimientos orogénéticos se han verificados en la región en tres épocas diferentes. El primero - tuvo lugar antes de la formación de las capas Neo - Cretácica por la Orogenia Sub-Merciniana. Siguió el movimiento general de las costas a fines del Cretácico debido a la Orogenia Laramidica, las rocas fueron plegándose, dislocándose y fracturándose. Ya en el Eoceno medio y superior finalizaron los movimientos orogénéticos con la participación de la Fase Cubana - de la Orogenia Laramidica.

### III-6 HIDROGEOLOGIA DE LA REGION.

Para los distintos tipos de rocas englobadas - en la región daremos las siguientes características hidrogeológicas.

Las aguas subterráneas se encuentran en las rocas Cuaternarias, Neogénicas, Paleogénica, Cretácicas.

Las podemos dividir en los horizontes acuíferos siguientes:

- 1) Horizonte acuíferos Mioceno - Cuaternario.
- 2) Horizonte acuíferos Mioceno.
- 3) Horizonte acuíferos del Paleógeno.
- 4) Horizonte acuíferos del Cretácico.
1. Horizonte acuífero del Mioceno - Guatémario.

Este horizonte es rico en aguas salinizadas y aguas que se encuentran en las grietas de las rocas cársicas. Los sedimentos del Mioceno están representados por calizas, por margas dolomitizadas porosas y cársicas y areniscas.

El agua de estos sedimentos es de tipo estratoporoso - cársica, son de una mineralización aumentada de 2 a 7 gr/lit. De hecho, eso constituye la capa de difusión entre el agua dulce y salada oceánica.

## 2. Horizonte acuífero del Mioceno.

Está compuesto por rocas carbonatadas, representadas por margas, calizas, areniscas y aleurolitas,

Las aguas subterráneas se encuentran en las calizas cavernosas y a veces en capas de margas. En algunas partes estas calizas son más duras, menos agrietadas - y por lo tanto contienen menos agua.

Los pozos que se encuentran en esta zona, muestran la presencia de agua de poca profundidad, de cavernas sin presión con poca filtración. Su mineralización llega a 1 gr/lt variando en límites insignificantes.

## 3. Horizontes acuíferos del Paleógeno.

Estas aguas son de estrato - fisura - porosa y poco cársicas. Este complejo está representado por calizas microcristalinas, areniscas y conglomerados.

Los sedimentos del Eoceno están representado por areniscas, brechas, margas y calizas, contienen agua del tipo de fisura.

Las aguas subterráneas tienen una mineralización hasta 1gr/lt y su variación es pequeña.

## 4. Horizonte acuífero del Cretácico.

Las aguas subterráneas de estos sedimentos son del tipo porosos - cársicas y de fisura.

Se encuentran en las aleurolitas, areniscas, conglomerados y calizas. En general son poco mineralizadas.

En las serpentinitas las aguas son de tipo de fisura que se encuentran ocupando las zonas erosionadas, su mineralización es poca llega hasta 1gr/lt.

En base a las condiciones hidrogeológicas antes expuestas se obtuvieron las siguientes conclusiones:

- 1) La región es de complejas condiciones microtectónica e hidrogeológica.
- 2) De mayor perspectiva en cuanto a la hidrogeología - son el Mioceno medio, el Paleógeno<sup>Superior</sup> /3 y Paleógeno<sup>Medio</sup> /2.
- 3) Los horizontes acuíferos son sin excepción dispersos, abarcan pequeñas áreas y constituyen múltiples formas contrastantes del relieve, que aumentan la diversidad.
- 4) Se ha comprobado un rápido cambio de las facies - en dirección horizontal y vertical.
- 5) Aquellas zonas (Neógeno<sup>Inferior</sup> /1) de las cuales se pueden explotar mayores cantidades de agua, corren el peligro de ser empeorada la composición química del agua por el flujo de agua salada del océano.

### III-7 MINERALES ÚTILES DE LA REGIÓN Y LEYES DE SU DISTRIBUCIÓN.

Los minerales útiles principales en la región - están representados por las calizas que pueden ser -- utilizadas tanto como piedras de construcción y además como materia prima para la producción de cemento.

Las calizas que se presentan en la región se encuentran en forma masivas fundamentalmente y constituyen una secuencia de calizas brechosas, calizas microcristalinas, organógenas, y detríticas.

Según "Josef Harcek" en el trabajo de la Yaya y la Calera, se pudo delimitar un área bastante extensa de caliza que va ser utilizada con fines para piedra de construcción.

En los ríos presentes en la región encontramos arenas que aunque de menor envergadura pueden ser utilizadas como materiales de construcción.

En las cercanías de la ciudad de Holguín en la carretera Holguín - Gibara se encuentra la mina de - "Aguas Clara" la cual constituye una mineralización aurífera y se encuentra asociada con las zonas de las rocas hidrotermalmente alterada y con filones de cuarzo mineralizados, los cuales se encuentran espacial y genéticamente ligada a las intrusiones de porfiritas dioríticas. Según los especialistas soviéticos V.N. Chaliy, A.V.Denbaya, V.V.Dubinchina y V.I.Starov.

GEOLOGIA  
YACIMIENTO CATUGO

#### IV -GEOLOGIA DEL YACIMIENTO CATUCO

##### Características geológicas del yacimiento Catuco.

El Yacimiento Catuco consiste en un complejo o facie carbonatada de tipo arrecifal, donde se observan una serie de calizas de distintos tipos genéticamente ligados a condiciones de sedimentación organógena.

Pero es interesante dividir este complejo arrecifal en varios subtipos de calizas.

a) Calizas microcristalinas que en su mayoría son organógena.

Estas calizas ocupan los núcleos del complejo arrecifal, pudiéndose notar tanto en el levantamiento geológico como en los pozos que se han perforado en el área del Yacimiento Catuco que han abarcado - casi todo el área.

b) Calizas brechosas que en parte son organógenas pero en menor envergadura que las calizas microcristalinas.

Estas calizas generalmente ocupando los flancos del complejo arrecifal.

c) Calizas margosas que en parte son organógenas se presentan en menor proporción.

d) Calizas detríticas con gran cantidad de componentes terrígenos, se encuentra formada en su mayoría por restos de organismos y de material efusivo. Estas calizas se encuentran interdigitadas con las calizas brechosas y aparecen más frecuentemente hacia los flancos del complejo arrecifal.

e) Calizas intemperizada con gran contenido de hidróxido de hierro ocupando la capa superior del complejo arrecifal que parece de una edad más joven ésta ocupa en sentido vertical de 2-5 metros, presenta oolita y pisolita típica de medio ambiente de deposición turbulento y de mares someros.

Es típico que en los complejos arrecifales las calizas microcristalinas más puras se sitúan en los núcleos y hacia sus flancos se vayan seleccionando las calizas brechosas, detríticas y margosas.

Podemos situar que existen algunas raras excepciones donde las calizas microcristalinas se sitúan -- hacia los flancos del complejo arrecifal. Es necesario explicar que al parecer las calizas del Yacimiento Catuco son un complejo arrecifal pues han sufrido distintas variaciones faciales indicadas por las distintas transiciones existente entre las calizas.

Otro punto sobre la geología del Yacimiento Catuco es lo referente al área ocupada por las secuencias terrígenas - carbonatadas que se extienden por más de 150 metros en sentido horizontal y cerca de 25 metros en sentido vertical, sus dimensiones en área son un poco variable pues parece ser un lente que se acúñe tanto hacia el Noroeste - Noreste como para el Suroeste - Sureste donde este cuerpo tiene su mejor manifestación en el afloramiento del kilómetro 30 de la carretera Holguín - Gibara. (Ver Anexo Nº 4)

El cuerpo de la secuencia terrígena - carbonatada está compuesta por una secuencia de areniscas de distinta granulometría, gravelitas, limolitas y margas.

Esta secuencia terrígena - carbonatada aparecen hacia el flanco del complejo arrecifal. Se encuentran estratificadas casi horizontalmente con un ángulo de buzamiento de 5 a 10 grados.

Parece que esta secuencia terrígena - carbonatada es de una edad posterior a la deposición de las calizas.

De acuerdo a las características geológicas presentadas en el Yacimiento Catuco podemos decir que esta área es puramente calcárea.

Se pudo notar que cerca de la localidad de Rancho Bravo existe una corteza de intemperización de serpentinitas, pero esto está fuera de los límites del Yacimiento Catuco.

Otra cosa que debemos aclarar es respecto a los factores de meteorización que han tenido gran relevancia en el área, pues las calizas se observan muy ocrizadas por la presencia de hidróxido de hierro, la disolución ha actuado en parte con gran intensidad formando dientes de perro. Se observa en general en la parte central del Yacimiento y más hacia el Noreste y Noroeste del Yacimiento un suelo rojizo muy limonitizado y además una caliza intemperizada muy oxidada que nos da idea de la acción del intemperismo en el área.

En conclusión a la Geología del Yacimiento Catuco, podemos agregar algo de interés revelado por los pozos de perforación, con respecto a las zonas de brechas tectónicas, y aunque no existe un capítulo respecto a las características tectónicas del Yacimiento, diremos que se presentan en los testigos distintos planos de fallas, aparecen en los contactos entre calizas margosas y microcristalinas generalmente.

El Yacimiento Catuce se caracteriza por la presencia de un sistema de fallas en dirección sub-meridional y sub-latitudinal formando un bloque en forma de mosaico asociándose a a esta algunas zonas de brechas tectónicas.

En algunos pozos por ejemplo: el número 8 se pueden observar planos de fallas, cuyos ángulos azimut de los planos de falla con respecto al eje del testigo son de 75, 68 y 73 grados.

Se puede ver distinta grietas de plumaje, no se ha podido revelar direcciones preferenciales que puedan servir como guía a la hora de la explotación del Yacimiento. En general las calizas que no están afectadas por los procesos cárlicos están muy agrietadas, las grietas se presentan en todas direcciones y en algunos casos son de bastante amplitud.

En relación con las características geológicas de las secuencias terrígenas- carbonatada, tiene el aspecto de un cuerpo en forma de lente de dimensiones de 25 - 150 metros aproximadamente, esto de acuerdo a las variaciones tanto horizontal como vertical.

Otro aspecto que puede señalarse es que el cuerpo de sedimentos terrígeno-carbonatados se encuentran dislocado y afectado por un sistema de fallas normales e inversas, en cuyos planos se observan zonas de Miocénización con escamas de micas bien desarrolladas. A unos 500 metros al Noreste se observa una serie de pliegues anticlinales y sinclinales, los cuales también están atravesados por distintas fallas tanto inversas como normales en dirección 75/25; 80/20 grados, estos pliegues están compuestos por intercalaciones de calizas detríticas y margosas.

Debemos añadir además que en el cuerpo de las secuencias terrígenas -carbonatadas, aparecen pizarras arcillosas micáceas de color pardo característico, que presentan manchas de carbonato y de hidróxidos de hierro, estas se encuentran intercaladas con margas, son compactas, poseen propiedades de foliación perfecta debido a un metamorfismo de bajo grado, aparecen bien estratificada con un ángulo de buzamiento que oscilan entre 5-8 grados.

En la zona están muy desarrollado los procesos cársticos, observándose dientes de perros, cavernas de gran tamaño, conos cársticos e incluso en algunos pozos se observan cavernas de varios metros, esta zona está constituida fundamentalmente por calizas microcristalinas.

A pesar de la presencia de procesos cársticos, no se observan en la zona manantiales y además el nivel freático se encuentra a gran profundidad.

Sobre las condiciones hidrogeológicas del Yacimiento Catuco podemos decir que en la zona el nivel freático medido en los pozos es bastante bajo, puntos de acuíferos (pozos criollos) no han sido observados.

#### IV- 1- OROHIDROGRAFIA.

El Yacimiento Catuco se encuentra localizado --practicamente a 1.5 kilómetros de Gibara y se extiende hasta la localidad de Rancho Bravo.

El Yacimiento Catuco está representado por colinas que oscilan entre cotas de 10-30 metros aproximadamente.

Las formas de las lomas típicas de zonas cársticas aquí son reflejadas por la topografía del curso de Maniabón, donde son colinas suaves o sea poco accidentadas en la parte central y más al Sur del Yacimiento.

Esta zona continúa en paredes

abruptas, con la abundancia de dientes de perros.

La red hidrográfica que se desarrollan en las zona del Yacimiento Catuco está compuesta por los ríos Cacoyoguín, Gibara y Yabazón. Los valles fluviales son amplios y generalmente presentan meandros y zonas cenagosas., los ríos mencionados anteriormente corren de Suroeste- Noreste tanto el Cacoyoguín como el Yabazón, pero el Gibara corre de Norte- Sur. El Yabazón es afluente del Gibara el cual desemboca en la bahía de Gibara.

En general la red hidrográfica que se presenta en el Yacimiento Catuca está caracterizada por ríos seniles y con valles fluviales llanos.

El Yacimiento Catuco no se encuentra atravesado por ningún río, arroyo ni lagunas, sino que cercano a él es que se encuentra el río Cacoyoguín que colinda con la secuencia terrígena-carbonatada donde se ven claramente afloradas estas, además las calizas microcristalinas-organógenas aflora en los bordes del río Cacoyoguín. Esto se manifiesta a 500 metros antes de desembocar en la bahía de Gibara.

Los ríos Gibara y Yabazón se encuentran a 2.5 kilómetros del Yacimiento, la red fluvial de drenaje de ambos ríos tiene la forma dendrítica, la cual se observa en toda esta cuenca. Otro aspecto a señalar en el aspecto Orográfico es que al Norte del Yacimiento está formada por flancos suaves de 15-20 metros que varían paulatinamente hacia el Sur del Yacimiento en flancos o farallones abruptos.

La parte Suroeste y Sureste pasa en forma gradual de una cota de 75 metros a una llanura con ondulaciones cuyas cotas máximas de 50 metros aproximadamente.

Se puede decir que son una serie de terrazas - que continúan en dirección al Este con interrupciones pequeñas hacia la ciudad de Gibara.

Las secuencias terrígenas-carbonatadas que se presentan en la parte Suroeste del Yacimiento Catuco representadas por el afloramiento típico del kilómetro 30 de la carretera Holguín- Gibara se encuentran ubicadas en zonas de cotas bajas de 5-20 metros.

En general el relieve no es abrupto, sino que está representado por colinas y mesetas y sólo hacia los flancos es que se hace abrupto.

#### IV-2 GEOMORFOLOGIA DEL YACIMIENTO.

La zona del Yacimiento está compuesta por una tectónica de fallas de orientación fundamentalmente Este-Oeste y donde se ha desarrollado un complejo carbonatado de tipo arrecifal. Este tipo de tectónica de falla da origen generalmente a farallones casi verticales en la vertiente septentrional y pendiente más o menos suaves en la vertiente meridional, también - está ocasionado por una topografía cársica muy desarrollada como dientes de perros, cavernas de gran tamaño, embudos cársicos e incluso dolinas de 40-50 metros.

Al analizar las características geomorfológicas del Yacimiento Catuco, podemos decir que en la parte central se presenta como una meseta con pequeñas irregularidades constituido fundamentalmente por calizas microcristalinas.

Las mayores irregularidades que se presentan en las zonas del Yacimiento Catuco, son hacia los flancos Sur del Yacimiento, que terminan en forma de farallones o pendientes abruptas constituido por calizas microcristalinas con concreciones de pedernal en algunas partes (Suroeste).

A 0.5 kilómetros del Yacimiento Catuco puede verse claramente la presencia del caso de las terrazas - emergidas.

Más al Norte del Yacimiento Catuco es posible notar la manifestación del caso ccstero, donde los agentes de la erosión marina (oleaje, corrientes y mareas) - originan los litorales de calizas y accidentes cársticos tales como grutas y el diente de perro.

Las secuencias terrígenas-carbonatadas se encuentran situadas en colinas pequeñas cuyas cotas oscilan - entre 5-20 metros.

#### IV- 3 CORTES Y COMPOSICION DE LOS HORIZONTES UTILES.

En los cortes geológicos que se han verificado en el área del Yacimiento Catuco, se han podido notar que existen zonas de gran desarrollo de las calizas -- microcristalinas, que en su mayoría son organógena. Estas calizas se pueden describir petrográficamente como calizas microcristalinas orgánógenas y además como calizas microcristalinas pelitomórficas.

De los cortes geológicos se puede notar la presencia de capas de calizas de distintos tipos: calizas brechosas, calizas microcristalinas organógenas, calizas detríticas y calizas margosas. (Ver Anexo Nº 5)

Estas calizas en algunos casos se presentan muy falladas características que son dobles por los pozos, verificados por cortes y perfiles de apoyos que se realizaron por líneas de pozos tanto en sentido vertical, horizontal como transversal al Tacimiento Catuco.

La composición de los horizontes útiles no se puede dar en base a las características químicas, pues no poseemos resultados de los análisis químicos que nos puedan correlacionar, solamente se dará una idea desde el punto de vista petrográfico y basados además en las observaciones megascópicas del levantamiento geológico.

Se presenta una caliza brechosa en forma masiva cuya composición es la siguiente:

Fragmentos de rocas carbonatadas con forma subangulares con un tamaño promedio de 2-5 milímetros y menor, el material cementante generalmente se encuentra microcristalizado. Presenta dendritas de manganeso en los fragmentos y en el material cementante.

Los fragmentos en general son de una estructura pelitomórfica, los organismos que se presentan son alargados y otros de formas redondeadas y su interior está completamente recristalizado conservando su parte exterior de fango calcáreo.

Estas calizas brechosas en general son muy duras, compactas, poco porosas, de color blanco-crema.

Luego encontramos una caliza microcristalina formada de un agregado microcristalino en su totalidad formando un mosaico de granos de un tamaño promedio de alrededor de 0.1 a 0.5 milímetros. Es un agregado de calcita generalmente. Presenta dendritas de manganeso en su matriz.

Estas calizas microcristalinas son muy duras, compactas de color blanco y en parte crema. Existen en el área calizas pelitomórficas descritas en el campo como calizas margosa algo microcristalizadas.

Está constituida por un fino agregado pelitomórfico sin impurezas, encontramos menos de 1% de organismos, los cuales presentan tamaños variados y sus caparazones completamente recrystalizados, en algunas partes - aparecen algunas venillas de carbonatos más recrystalizados. Encontrándose a veces entrelazadas dando una forma de estructura de redes son duras y poco compacta.

Calizas detrítica organógena de color blanco está constituida por restos de organismos en cantidad aproximadamente un 40-45 % que varía entre 1-2 milímetros recrystalizados, los fragmentos tienen formas angulosas. La masa cementante es pelitomórfica y parcialmente recrystalizada, la roca es bastante porosa, los poros tienen formas redondeadas y alargadas en una dirección. Es una roca compacta y dura.

#### IV-4. CONDICIONES DE YACENCIA, FORMA Y TAMAÑO DE LOS HORIZONTES UTILES

Los cuerpos de calizas en general aparecen en forma masiva, no observándose ningún rasgo de estratificación ni de microestratificación.

La forma de estos cuerpos o depósitos arrecifales es en forma de capas de distintas clases de calizas, con algunas variaciones tanto en forma como en tamaño.

En algunos casos se puede reflejar en los pozos cuerpos de calizas brechosas de 30-40 metros, pero en otros ya cambia bruscamente, debido a zonas de fallas (tectónica).

El cuerpo terrígeno- carbonatado se presenta casi horizontal pero bien estratificado, esto es dable por - distintos afloramientos típicos en la zona, al Sureste de Gibara en dirección Norte-Sur, son visible en el kilómetro 30 de la carretera Holguín- Gibara los ángulos de buzamiento del cuerpo terrígeno- carbonatado de 5-10 grados y el ángulo de azimut es de 59/5 grados, etc.

La forma de este cuerpo viene a ser como una cuña y de una edad probablemente posterior a la deposición - de las calizas del cuerpo carbonatado. (Ver Anexo Nº 4)

El tamaño tanto en sentido vertical como horizontal, dado por los pozos número 9,10,16 que fueron realizados en este cuerpo, son de 25 metros de profundidad aunque esta es variable de 10-25 metros, en sentido horizontal como lateral es de 200- 300 metros.

#### IV- 5 TIPOS DE MATERIAS PRIMAS.

Desde el punto de vista químico y tecnológico no se poseen datos suficientes para evaluar las materias primas, debido a que aún no se han recibido los resultados de los análisis.

Se puede dar una breve característica de los distintos tipos de materias primas reflejados por los datos de las documentaciones geológicas y en las secciones petrográficas.

Para los distintos tipos de calizas en base a la dureza, el Yacimiento se ha dividido en dos categorías.

Calizas brechosas: Son compactas y duras, catalogadas - como de categoría I.

Calizas margosas: calizas de dureza media catalogándose como categoría II.

Calizas detríticas: compactas, duras de categoría I.

Calizas organógena microcristalina: de color blanco, compacta, dura catalogada dentro de la categoría I compuesta por un 70-80% de organismos principalmente estos se encuentran recristalizados y en parte están rellenos - por calcita.

Margas: tienen un aspecto deleznable al tacto de color blanco- grisáceo a pardo claro y aparece intercalada con las areniscas, gravelitas, etc; tiene un gran contenido de material arcilloso.

Areniscas de grano fino y medio: hasta un intermedio - entre areniscas y conglomerado que se denominan gravelita que tienen mucho contenido de material volcánico se encuentra bien estratificada, con estratificación - casi horizontal. compacta. Las gravelitas son polimictica y presenta mucho agrietamiento.

Podemos hablar categoricamente de acuerdo con los datos de perforación y además por las secciones petrográficas.

De acuerdo con los pozos número 1, 2, 4, 5, 6 y 8 además los pozos número 31, 34 y 35 se pueden revelar - las siguiente características esto es en el cuerpo de calizas del Yacimiento Catuco específicamente se muestran distintos tipos de calizas que aparecen en forma masiva.

Es interesante mostrar en breve la documentación del pozo número 5, donde se notan los distintos tipos de calizas. Se observa una caliza microcristalina organógena que en parte aparece muy recristalizada, dura, compacta de color blanco, en algunas partes aparece porosa pero la porosidad es de 1-2%, posee dendritas de manganeso en su matriz diseminadas, en otras partes formando colonias.

Luego aparece una caliza margosa que en parte llega a ser una marga esta posee las siguientes características, en las secciones delgadas ha sido descrita como caliza microcristalina pelitomórfica con gran contenido de material arcilloso, es de dureza media, compacta y en parte está muy agrietada que aparece rellena por vetillas de calcita y carbonatos, presenta dendritas de manganeso en su matriz y se encuentra en algunas partes oxidada presentando coloraciones rojizas.

Luego después de esta capa de caliza margosa que tiene una potencia aproximadamente de 10 metros, aparece una caliza brechosa que generalmente presenta un aspecto megascópico de fragmentos angulosos de color blanco y otros de color grisáceo o crema, el material cementante que los une es de color crema, en algunas partes con excepción aparecen de color rojizo debido a la presencia de hidróxidos de hierro, presenta dendritas de manganeso tanto en los fragmentos como en el material cementante en forma de colonias y diseminadas.

Se puede decir sin lugar a duda que los fragmentos de esta caliza brechosa muy dura, compacta y en parte agrietada son de distintos tipos de caliza tanto microcristalina organógena como caliza margosa. En este pozo la potencia de caliza brechosa es de 30 metros aproximada ente.

El Núcleo del complejo arrecifal se puede encontrar en la parte Suroeste y Sureste del Yacimiento Catu-co el cual se encuentra en contacto con la secuencia terrígena- carbonatada.

Luego en los flancos del complejo arrecifal se encuentran calizas detríticas y calizas margosas, calizas tobáceas, etc las cuales principalmente aparecen en la parte central y parte Norte del Yacimiento las -  
cuales han sido verificadas por las correlaciones lito-  
/estratigráficas y los cortes geológicos en dirección Norte-Sur y dirección Este- Oeste.

La documentación del pozo número 9 reflejó las siguientes características de las secuencias terrígenas- carbonatadas:

En la parte superior aparece una arenisca polimictica de color grisáceo de grano fino, posee fragmentos de gravas y algunos granos de cuarzo, presenta oxidaciones de hierro de color rojizo, compacta de aspecto masivo, luego una marga arcillosa plástica con manchas de carbonato, de color pardo, compacta presenta oxidaciones de hierro de color rojizo.

Luego una pizarra arcillosa de color pardo compacta, en general está fracturada, dentro de las fracturas hay oxido de hierro. Continúa con la presencia de gravelita de aspecto masivo, de granos gruesos, los fragmentos son de color verde- blanco, gris oscuro y algunos de pizarra arcillosa de color parda y mancha de oxido de hierro, el material cementante es calcáreo posee fragmentos de caliza. Luego hasta los 21.79 metros del pozo continua la arenisca antes descrita.

IV-6

#### ESTRATIGRAFIA DEL YACIMIENTO.

Vamos a dar una ligera idea en conclusión a las correlaciones lito-  
/estratigráficas que se han podido verificar en el Yacimiento Catuco tomando distintas direcciones Norte- Sur, Este-Oeste y además Norte-Sur en las secuencias terrígenas-carbonatadas. (Ver Anexo N° 8)

Podemos dividir el complejo arrecifal, que se ha expuesto por distintos autores que han realizado trabajo en la zona, como del Cretácico superior.

No poseemos datos paleontológico detallados en lo que se relacionan con el Yacimiento Catuco solamente tenemos revelaciones paleontológicas del muestreo - 1:50,000 de los distintos afloramientos pero en el área específica del Yacimiento corresponde solamente una donde se han revelado los siguientes fósiles:

Se observa en un afloramiento cerca del pozo número 4 en las calizas microcristalinas de color blanco datando una edad Cretácico 2 (Senoniano-Maestrichtiano) y se obtuvieron los siguientes fósiles:

Globotruncana ef. stuarti

Globotruncana ef. contusa

Globotruncana calcarata

Globotruncana spp.

Heterohelicides.

En el kilómetro 30 de la carretera Holguín - Gibara se puede revelar la presencia del posible miembro "Cone Sandstone member" descrito por Palmer en la Formación Habana.

En esta secuencia terrígeno- carbonatada constituida por areniscas de diferente granulometría intergaladas con margas no se observa un paso gradual entre ellas, - sino que se encuentran intercaladas las areniscas de distintas granulometría lo que evidencia variaciones en la sedimentación debido a transgresiones y regresiones del medio ambiente de sedimentación.

Las calizas de acuerdo a los cortes geológicos que se han verificado en el Yacimiento Catuco se ven claramente los cambios faciales entre los distintos tipos de calizas principalmente entre las calizas margosas y las microcristalina nos da una idea de los distintos medios ambientes que se depositaron los diferentes tipos de calizas.

Verificándose en la zona del Yacimiento Catuco distintas transgresiones y regresiones, así como distintos - medios ambientes marinos.

Es notorio señalar que entre los cuerpos de calizas y las secuencias terrígenas- carbonatado se presenta posiblemente una discordancia al parecer paradiscordancia - ya que el ángulo de buzamiento de las secuencias terrígenas es muy pequeño de 5 a 10 grados; pues algunas muestras paleontológica de gravelita son de una edad Paleógeno <sup>Medio</sup> 2.

La muestra paleontológica de la gravelita de color amarillo dató una edad Paleógeno 2 obteniéndose los siguientes fósiles:

- Linderina sp.
- Discocyclina spp.
- Asterocyclina sp.
- Amphistegina sp. López trigoi.
- Pseudophragmina sp.
- Amphistegina ef. cubensis
- Dictyoconus sp.
- Eorupertia bermudezi
- Fragmentos de macrofósiles.

Principalmente el medio ambiente predominante es el nerítico y además existen zonas batiales y de profundidad dado por la glauconita.

Existe una caliza organógena con gasterópodos, moluscos que son de edad probable Neógeno<sup>Superior</sup> / 2, muy intemperizada que se encuentra en la parte superior con una potencia de 2 a 5 metros en casi toda la zona del Yacimiento.

La estratigrafía del Yacimiento Catuco es en sí compleja por las series de fenómenos que se presentan como son las sucesivas transgresiones y regresiones, - propio de la formación Habana la cual posiblemente se encuentra en la región.

En informes de Paleontología de Gibara del Dr. Myron J. Kosary se dan los siguientes fósiles.

Orbitoides sp.

Tremastegina sp.

Discocyclina sp.

Rudistas (macrofósiles).

Corales

Algas

Truncorotalia.

Foraminíferos bentónico.

Rotaliídeos.

Vaughnina cubensis.

Turritella (aparece en el pozo número 31 con concha enrollada y en forma cónica alargada en caliza margosa).

En las muestras petrográficas se revelan los siguientes fósiles:

Orbitoides en cámaras interiores más recristalizada, también se ven fragmentos de conchas de lamelibranquios - de 0.8 milímetros de diámetros y restos de colonias de organismos.

. En un contacto de dos calizas, una caliza margosa organógena y una caliza microcristalina organógena se observa de un 40-45% de organismos de tamaño de -- 0.4- 0.5 milímetros que son restos de orbitoides cuyas cámaras internas se encuentran recrystalizada y globigerina.

Se observa además fragmentos de testas de lamelibranchios con casi 0.4 milímetros de largo.

En la muestra paleontológica la edad arrojada -- fue Cretácico (aptiano - albiano) donde se tienen fósiles como:

Orbitolina sf.

Fragmentos de macrofósiles y algas.

Foraminíferos bentónicos.

En general las muestras paleontológica son insuficientes para realizarse un estudio estratigráfico detallado.

ANALISIS DE LOS TRABAJOS DE  
BUSQUEDA REALIZADOS  
ANTERIORMENTE

V.- ANALISIS DE LOS TRABAJOS DE BUSQUEDA REALIZADOS ANTERIORMENTE.

V-1 ESTUDIO GEOLOGICO DEL YACIMIENTO.

El estudio geológico del Yacimiento hecho por el Ingeniero Elmer Ruz donde hubo de realizar el mapeo geológico en escala 1:50,000 con fines de búsqueda orientativa de materia prima para cemento en el cual no pudieron delimitarse bien los diferentes tipos de caliza dentro del complejo arrecifal ni los diferentes contactos entre los distintos tipos de caliza ni con las secuencias de rocas terrígenas aledañas al Yacimiento Catuco. El mapeo geológico se realizó en base a perfiles de orientación Norte-Sur con puntos de documentación y muestreo cada 250 metros escogiéndose dicha orientación en base al rumbo de las capas.

Desde el punto de vista litológico llegó a la conclusión que en la zona del Yacimiento Catuco existía una facie carbonatada arrecifal compuesta por calizas orgánicas detríticas fundamentalmente calizas brechosas en las cuales hay pequeñas variaciones en la coloración. El entendió que era debido a la mayor o menor acción del intemperismo, las calizas están muy carsificadas por lo general presentando diente de perro así como cavernas de gran tamaño.

Además se encontró una zona de desarrollo de facies de sedimentos terrígenos compuestos por lutitas, areniscas, gravelitas con intercalaciones de margas, estas rocas se observan en alternancia las mismas están bastante plegadas y falladas, en algunos casos, en otros son horizontales o casi horizontales.

. En la conclusión de esta etapa se pudo notar la presencia de una área compuesta por rocas vulcanógena-sedimentaria con gran desarrollo de las intrusiones --serpentiniticas.

De lo ante expuesto podemos deducir las siguientes conclusiones con respecto al estudio geológico del Yacimiento:

1.- En cuanto a la determinación de los distintos tipos litológicos de las rocas de la zona entendamos que fue el más objetivo de acuerdo a la escala en que se realizó el levantamiento y a la etapa en que se estaban realizando los trabajos de búsqueda.

2.- De los perfiles geológicos que se hubieron de realizar en la zona del Yacimiento Catuco se hicieron ciertas suposiciones tanto en el complejo arrecifal como en las secuencias terrígenas- carbonatadas en cuanto a los elementos de yacencia de éstos. Suponiéndosele al complejo arrecifal en forma masivas y a las secuencias terrígenas- carbonatadas una yacencia horizontal o casi horizontal.

Los contactos entre ambas facies fueron dados de forma brusca ya que no se tenían datos de perforación -- ni paleontología, ni evidencias tectónicas que pudieran indicar la verdadera situación de éstos en el perfil geológico I-I. (Ver Anexo Nº 3)

Pero en la etapa del levantamiento geológico 1:10,000 se pudo notar que estos contactos son estratigráficos -- delimitándose por distintos cambios faciales entre ambas facies carbonatadas y facies terrígenas- carbonatadas.

Algunas evidencias como la observadas en el pozo número 9 al realizar la documentación geológica se pudo notar contactos tectónicos entre las calizas microcristalinas organógenas dura, compacta y las calizas margosas, de menor dureza. Se observan espejos de falla cuyo ángulos con respecto al eje del testigo es de 75 grados.

V-2

#### ANALISIS DE LA RED DE EXPLORACION USADA.

En la etapa de búsqueda preliminar se hubo de realizar 8 pozos en una red de exploración cuadrada 400 x 400 metros para obtener las reservas pronósticas en el área del Yacimiento Catuco para obtener una idea de las reservas exigidas en el cuerpo de calizas es de 80 millones de toneladas para una potencia mínima de 50 metros.

Debido a que no existían trabajos topográficos durante esta etapa, la ubicación de los pozos se hizo mediante el auxilio de la brújula. Luego de existir una base topográfica 1:7500 se pudo notar la desviación existente en la ubicación de algunos pozos como el número 2, 3, 5 y el 8, a pesar de estos la desviación fue pequeña no influyendo en la red total. (Ver Anexo No 6)

Además en esta etapa se ubicaron los pozos número 9, 10 y 16 en el cuerpo de las secuencias terrígenas carbonatadas a una distancia de 300 metros de la red 400x400 metros y a una distancia 100 y 160 metros respectivamente entre ellos. La ubicación de ellos fue tomada en esta forma debido a que el tamaño del cuerpo de las secuencias terrígenas es pequeña.

Se realizaron además el pozo número 11 y el pozo número 12 en el cuerpo de calizas del Yacimiento Catuco con el fin de obtener el corte geológico, además poder ampliar la red de exploración y obtener las características químicas de las rocas carbonatadas y terrígenas-carbo-

Solo fueron ubicados estos pozos debido a que el metraje de perforación que se asignó en esta etapa era de 1,000 metros, y esta debían ser repartidas en las zonas aledañas al Yacimiento de calizas Catuco. Estas zonas pertenecen al material arcilloso necesario para la garantización de la materia prima correctora para cemento.

Se realizaron 7 pozos de mapeos de 5 metros de profundidad en el área del Deleite, no utilizándose la misma red de exploración en el Yacimiento Catuco, sino que se utilizó una distancia entre los pozos M1 y M2 de 100 metros y situados en una línea ambos, luego los demás pozos se situaron de forma arbitraria con el fin de abarcar la mayor área posible. En general en el Deleite los pozos de mapeo se distribuyeron en forma de una línea quebrada. (Ver Anexo N° 6)

En esta área se perforaron además los pozos número 17, 18 y 19 para la evaluación de las reservas pronósticas en el material arcilloso, teniendo desviaciones de hasta 100 metros de la red debido a que existía una base topográfica deficiente.

Debemos decir que además en el área del Deleite se hizo una trinchera situada a 250 metros del Número 6 con fines de mapeo y para ayudar a esclarecer la Geología de la zona, que es una zona cubierta.

En las áreas de Gupeicillo y La Vigía, observadas en el levantamiento geológico 1:50,000 se perforaron 3 pozos, el número 13, 14 y 15 no ubicados dentro de una red de exploración ya que estos tenían el fin de conocer el corte geológico dentro de los materiales arcillosos para así aumentar sus reservas.

En resumen se puede analizar con respecto a la red de exploración los siguientes:

1.- En base al grado de estudio de la región en la etapa en la cual se escogió la red de exploración y teniendo en cuenta las reglas Romanas de "Criterios de Densidad de la red de Exploración de Yacimientos No Metálicos" la red de exploración para el Yacimiento de calizas Catuco fue la mas idónea.

Teniendo en cuenta la complejidad del Yacimiento Catuco de acuerdo a la variación física-química propo-  
nemos sobre la base estadística hacer un estudio del coeficiente de variación del complejo arrecifal para una mejor elección en la red de exploración del Yacimiento.

Además se tuvo en cuenta las cuestiones económicas en la elección de la red de exploración, llegandose a la conclusión que con ésta facilitaba los trabajos posteriores de la densificación de la red, ya que solo era necesario situarlo a la mitad de la distancia entre los dos pozos de la red anterior y así también se facilitan los trabajos topográficos en la ubicación de los pozos.

En la etapa de búsqueda detallada se realizaron 20 pozos en el Yacimiento Catuco en una red de exploración 200 x 200 metros con una profundidad media de 66 metros con el fin de obtener las reservas en categoría G 2 .

La ubicación de estos pozos en el Yacimiento Catuco se partió por el pozo número 4 para el replanteo topográfico de la red de exploración 200 x 200 metros. Estos pozos fueron del número 27 al pozo número 46. (Ver Anexo N° 6)

.El pozo número 33 fue ubicado entre el pozo número 45 y el número 11 para ver si había continuidad en el corte geológico de las calizas que allí se presentaban que - eran de dureza media, y no se situó entre los pozos número 3 y el número 6 debido a que en dichos pozos se presentaban calizas muy duras que eran menos factibles para la materia prima esperada.

Se ubicó el pozo número 79 en la red 200 x 200 metros con fin de evaluar la zona de exploración y la cantera que se encuentra en la curva del kilómetro 30.5 de la carretera Holguín - Gibara en la facie carbonatada. Luego también se ubicaron los pozos número 80 y 81 en las secuencias terrígenas- carbonatadas ubicándose el pozo número 80 a 160 metros del pozo número 16 y el 81 a una distancia de 140 metros para conocer mejor las variaciones de las secuencias terrígenas en la dirección Este - Oeste del pozo número 16.

En el área de Gupeicillo se situaron los pozos número 20, 21, 22 y 23 en la red de exploración 200 x 200 metros y el pozo número 24 a 300 metros del pozo Número 23 con el fin de ampliar la red de exploración y por problemas del relieve. En el área La Vigía se replantó el pozo número 25 y el pozo número 26 para aumentar el grado de conocimiento de la zona. (Ver Anexo No 6)

En el área del Belete las reservas necesarias del material arcilloso es de 20 millones de toneladas, debido a dificultades topográficas estas han variado en un área de 0.8 - 0.9 kilómetros.

Se ubicaron los pozos del 47 al 78 con una profundidad media de 20 - 25 metros, además se ubicó el pozo número 76 - A para una futura ampliación de la red de exploración y el pozo número 52 - A por motivos de encontrar calizas dentro del material arcilloso y así poder delimitar sus contactos y potencia de las calizas debido a existencia de corrimientos gravitacionales. Se eliminaron los pozos número 62, 68 y 74 por encontrarse situado en zonas bajas y además no influían en la cantidad de reservas pues el área era mayor que las reservas requeridas.

De lo ante expuesto se puede analizar lo siguiente: A pesar que el grado de estudio de la región aumentó, la red de exploración no fue variada sino que solamente se densificó llevándose a una red de exploración 200 x 200 metros.

## **P A R T E   M E T O D O L O G I C A**

## VI.- PARTE METODOLOGICA.

### VI- 1 FUNDAMENTOS DE LA SELECCION DE LA ZONA PARA LA BUSQUEDA DETALLADA.

Para la selección de la zona para la búsqueda detallada se tuvo en cuenta los resultados del levantamiento geológico 1:50,000.

En base a los resultados petrográficos se -- eliminaron aquellas zonas que presentaran abundante contenido de pedernal que es una condición limitante para la materia prima para cemento.

Además se tuvo en cuenta el relieve de la zona, y se excluyeron aquellas cuyas cotas eran pequeñas y por tanto la potencia de trabajo era pequeña y el área entonces debía ser muy grande.

Se observó que hacia el Norte el fenómeno de carsificación se intensificaba presentándose incluso embudos cárnicos y depresiones que traerían como consecuencia la disminución de la potencia de -- trabajo pues podrían presentarse en la profundidad cavernas de gran tamaño.

### VI- 2 TAREAS A RESOLVER DURANTE ESTA ETAPA.

Entre las tareas a resolver durante esta etapa tenemos la delimitación de la continuidad y tamaño de los cuerpos de areniscas, lutitas, margas -- en el Yacimiento Catuco. Se supone que algunas calizas del complejo arrecifal yacgan estratigráficamente encima de estas secuencias terrígenas dada por el -- afloramiento de estos últimos en la parte baja de -- algunas lomas, así como en cañadas y arroyos por lo general dichos sedimentos afloran en la cota 30 hacia abajo, solo en un caso aflora cerca de la cota 60.

Otra de las tareas a resolver en la búsqueda detallada es la de determinar si la composición química y física de la materia prima encontrada satisface las condiciones exigidas.

Deben ser calculados en distintos cuerpos separados a kilómetros de distancia las reservas de los componentes arcillosos para materia prima para cemento.

Es necesario realizar un levantamiento 1:10,000 tomando una red 100 x 100 metros, o sea utilizando perfiles cada cien metros, y a igual distancia se tomaron los puntos para poder delimitar con exactitud los diferentes tipos de calizas en el complejo arrecifal.

Otra tarea importante es la de determinar por medio de las perforaciones tanto la potencia útil de trabajo en las calizas y en los materiales arcillosos, así como las reservas esperadas en ambos materiales. Además la determinación de la forma y continuidad de los cuerpos a través del corte geológico.

#### VI- 3 METODOLOGIA DE LOS TRABAJOS GEOLOGICOS DURANTE ESTA ETAPA

##### a) TRABAJO DE LEVANTAMIENTO GEOLOGICO

El levantamiento geológico en escala 1: 10,000 en el Yacimiento Catuco se realizó a través de marchas rutas en dirección al rumbo de las capas (N-S) separados unos de otros a cien metros, y tomándose puntos de documentación cada cien metros también.

El área abarcada fue de 1.5 kilómetros cuadrados en la cual se realizaron 20 marchas rutas y un total de 240 puntos de documentación.

Estos trabajos se hicieron con la finalidad de la delimitación de los distintos tipos de calizas en el Yacimiento Catuco.

## b) SISTEMA DE EXPLORACION

### Selección de las excavaciones de Exploración.

En la etapa de búsqueda detallada se utilizaron los siguientes tipos de excavaciones de exploración:

1. Pozos de perforación.
2. Trincheras.

En los pozos de perforación se utilizaron los regímenes tecnológicos de perforación siguientes:

1. Perforación rotaria a columna con simple tubo utilizando diámetros de 131, 111, 91 y 75 milímetros respectivamente con portatestigos de tres metros.
2. Perforación rotaria con circulación interna.
3. Perforación rotaria con doble tubo.

Los tres tipos de perforación son utilizados en el Yacimiento Catuco. En perforación rotaria con simple tubo enfrenta dificultades para la recuperación y sale muy triturada la muestra pero en el caso de las secuencias terrígenas - carbonatadas es de buena calidad, obteniéndose un testigo representativo.

En el método de circulación interna en las calizas brechosas la recuperación del testigo no es representativa ya que se destruye totalmente y lo que se obtiene un sedimento grueso.

La perforación con doble tubo de estos tres métodos es el más aceptable, ya que garantiza la recuperación del testigo a un 95% y el testigo sale menos destruido.

En el caso de las lutitas se utilizan la perforación con circulación interna garantizándose un 100% de recuperación.

En la zona del Yacimiento Catuco son utilizadas las coronas de perforación de <sup>18</sup>turisteno CM-2 de todos los diámetros, CM-4, BT-4 o BK-8.

. En este tipo de perforación la máquina utilizada para la investigación es la perforadora <sup>/ automotriz</sup> móvil 350D-150 ZIV.

Las trincheras que se realizaron fueron solo tres, con fines de mapeo geológico en las áreas de Deleite y Cupeicillo.

#### Correlación espacial de las excavaciones y densidad de la red de exploración.

En el área del Yacimiento Catuco las excavaciones fueron distribuidas a través de una red de exploración de 400 x 400 metros para obtener las reservas pronósticas, posteriormente se densificó la red a 200 x 200 metros para obtener las reservas en categoría C2.

#### Consecutividad de los trabajos.

Los trabajos de perforación comenzaron a realizarse en una red de exploración 400 x 400 metros y con una profundidad promedio de 50 metros para la evaluación de las reservas pronósticas en la zona del Catuco, posteriormente se perforaron 7 pozos de mapeo en la zona del Deleite los cuales no están enmarcados en una red de exploración sino de una forma arbitraria para esa forma abarcar toda el área, además se perforaron en la zona del Cupeicillo y La Vigía .

Para el cálculo de las reservas en categoría C<sub>2</sub> se comenzaron los trabajos de perforación en la zona del Catuco densificándose la red a 200 x 200 metros, con una profundidad promedio de 66 metros, posteriormente se procedió a perforar en el área de Cupeicillo en la red de exploración 200 x 200 metros y en el área La Vigía pero no a través de una red y finalmente en el área del Deleite a través de una red 200 x 200 metros.

Debemos decir además que en la zona del Deleite se hizo una trinchera con fines de mapeo y dos trincheras en el área de Cupeicillo para un mayor conocimiento de la zona.

#### c) MUESTREO

El muestreo realizado durante la etapa de búsqueda Preliminar se llevó a acabo tomándose las muestras en los distintos afloramientos.

El método de muestreo utilizado es de surco en el cual se obtiene una característica más representativa de las materias primas para su evaluación.

Los surcos se trazaron perpendicular a la estratificación en los casos en que los afloramientos así lo permitieron, la longitud por lo general fue de 3 metros en calizas y 2-2.5 metros en la secuencias terrígenas - carbonatadas. El peso de las muestras tomadas en el campo fue de 8-10 kilogramos.

En los análisis químico se determinaron  $\text{CO}_3\text{Ca}$ ,  $\text{CO}_3\text{Mg}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$  evaluándose solo zonas perspectivas.

En la etapa de búsqueda detallada para la evaluación de las reservas en categoría B2 se tomaron muestras básicas para determinar el  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y  $\text{CO}_3\text{Mg}$ . Las muestras se han tomado en base a la documentación geológica, tomando el 50% del testigo cortándose longitudinalmente y triturándose.

El promedio de los intervalos para la selección de muestras básicas ha oscilado entre dos y tres metros.

Con los resultados de las muestras básicas se preparan las muestras compósitas que son las que definen y caracterizan químicamente el Yacimiento, sirven para determinar las distintas mezclas para el proceso de cemento, En las muestras compósitas se determina además del contenido en  $\text{CO}_3\text{Ca}$  y  $\text{CO}_3\text{Mg}$  los elementos nocivos como  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{TiO}_2$ , cloruros,  $\text{MnO}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ , P.P.I.,  $\text{SO}_3$  y residuos insolubles. Se muestrean todos los pozos y todas las capas, con un intervalo que oscila entre 3 y 6 metros.

#### Muestreo para análisis físico - mecánico.

Se tomaron 4 ó 5 pozos cuyas rocas sean similares endureza, solo se cogen algunas muestras y es necesario tomar el testigo completo, debiendo ser homogéneo y monolítico (Es decir sin agrietamiento).

Se determinó el peso volumétrico en estado seco, peso específico corriente, saturado y aparente, resistencia a la compresión seca y saturada, ensayo de abrasión, peso volumétrico en estado natural, humedad natural y en el caso de las arcillas además plasticidad, granulometría y P H.

Se tomaron algunas muestras de arcilla para realizar análisis pérmico diferencial con el objetivo de conocer su composición mineralógica. Estas muestras se han seleccionado en base a los distintos tipos tecnológicos de arcillas tratando de seleccionar dos o tres muestras de cada tipo en todo el área.

Además se han obtenido muestras para la realización de análisis espectral semi-cuantitativo para la determinación de iones metálicos tales como:  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ , estas muestras no se toman con las mismas exigencias que las -- muestras para análisis químico básico, pues se seleccionan en base a las propiedades químicas y tecnológicas de la materia prima en estudio. La metodología a seguir para la selección de estas muestras es de consideración del tecnólogo de acuerdo al grado de precisión deseado.

Como culminación de toda esta etapa de trabajo se -- tomará una muestra tecnológica para la realización de una prueba semi-industrial cuya selección, se realiza en base al análisis conjunto del geólogo y el tecnólogo.

Se toman un 10% de muestras de control del total de muestras compósitas con el fin de obtener un control exacto de las muestras. Esto es cuando se envían muestras a -- Checoslovaquia aunque ellos tienen un control interno.

Se determinó el peso volumétrico en estado seco, peso específico corriente, saturado y aparente, resistencia a la compresión seca y saturada, ensayo de abrasión, peso volumétrico en estado natural, humedad natural y en el caso de las arcillas además plasticidad, granulometría y P H.

Se tomaron algunas muestras de arcilla para realizar análisis pérmico diferencial con el objetivo de conocer su composición mineralógica. Estas muestras se han seleccionado en base a los distintos tipos tecnológicos de arcillas tratando de seleccionar dos o tres muestras de cada tipo en todo el área.

Además se han obtenido muestras para la realización de análisis espectral semi-cuantitativo para la determinación de iones metálicos tales como:  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Zn}^{2+}$ ,  $\text{Cr}^{3+}$ ,  $\text{Pb}^{2+}$ , estas muestras no se toman con las mismas exigencias que las -- muestras para análisis químico básico, pues se seleccionan en base a las propiedades químicas y tecnológicas de la materia prima en estudio. La metodología a seguir para la -- selección de estas muestras es de consideración del tecnólogo de acuerdo al grado de precisión deseado.

Como culminación de toda esta etapa de trabajo se -- tomará una muestra tecnológica para la realización de una prueba semi-industrial cuya selección, se realiza en base al análisis conjunto del geólogo y el tecnólogo.

Se toman un 10% de muestras de control del total de muestras compósitas con el fin de obtener un control exacto de las muestras. Esto es cuando se envían muestras a -- Checoslovaquia aunque ellos tienen un control interno.

d) DOCUMENTACION GEOLOGICA DE LAS PERFORACIONES.

La metodología de la documentación de los pozos se hace por sondeos en un intervalo dado por los perforadores, se realiza de este modo para verificar si la calidad de la perforación es la requerida y para darle categoría a las rocas por sondeos.

la longitud del sondeo está en dependencia del tipo de roca que se esté perforando y del sistema de perforación utilizado.

En la libreta de documentación se debe reflejar el número del pozo, la profundidad final del pozo, el nivel del agua, fecha en que comenzó y finalizó el pozo, el número de las cajas, diámetros utilizados, el por ciento de recuperación, los distintos intervalos, categorías de las rocas.

La documentación por intervalos se realiza directamente en el campo para un mejor control.

El volumen de la documentación mensual es de 250 metros y diariamente 15 metros.

En la parte geológica de la documentación deben reflejarse todas las cuestiones que puedan darnos argumentos para un mejor resultado del trabajo tanto geológico como en la parte tecnológica.

Dichas cuestiones son las siguientes: tipo de roca, color de la roca, si presenta fracturas, presencia de óxidos, dendritas de manganeso, si es brechosa diferenciar bien los fragmentos del material cementante, si presenta organismos, grado de cristalización, si está estratificada o no y decir el ángulo, si es compacta o deleznable, - los indicios tectónicos, describir el relleno de las fracturas, aclarar si el agrietamiento tiene orientación o no, la dureza, etc. Se han confrontado dificultades en la documentación por problemas de poco conocimiento petrográfico de los técnicos que la realizan.

e) TRABAJOS TOPOGRAFICOS.

En el Yacimiento Catuco primeramente se realizó el trazado de la red de pozos y con posterioridad se establecieron los puntos de control o sea la microtriangulación - en una escala 1:10,000, de este modo el amarre de los pozos, es decir, el cálculo de sus cotas y coordenadas, se hace despues que éstos han sido perforados, por lo cual estos datos son más exactos y responden a la realidad.

La microtriangulación es necesaria realizarla cuando en la zona no hay puntos de apoyo de la red nacional, posteriormente se le da cota respectiva a los pozos de perforación por medio de la realización, de una poligonal de tercer orden que cerró con una precisión de 1:5,000. Las cotas de los puntos de esa poligonal fueron calculadas por medio de una nivelación geométrica, ya que no fue necesaria una trigonométrica por tratarse de una zona de pequeñas ondulaciones.

De acuerdo con el número de kilómetros en poligonales realizado se tiene un error admisible en la nivelación de  $2\sqrt{K}$  donde K representa los kilómetros trabajados, -- siendo el valor de este error de 2 centímetros.

En la zona del Delaite también se realizó una microtriangulación y la poligonal de tercer orden, pero debido a errores en el cierre de la poligonal, en la etapa de búsqueda detallada no ha sido posible darle cotas a los pozos de perforación.

En el anexo 1 se relacionan las cotas obtenidas en los pozos de perforación del Yacimiento Catuco.

f) INVESTIGACIONES HIDROGEOLOGICAS.

En general han sido bastante pobres limitándose - solo a mediciones de los niveles de agua en los pozos, incluso estos no se han realizado en todos los pozos de perforación. No se han efectuado investigaciones hidrogeológicas especiales.

Estas investigaciones fueron realizadas en algunos pozos en el Catuco, Deleite, Cupeicillo y en La Vigía, obteniéndose como resultado que el nivel freático en general es bastante bajo incluso en las zonas cársicas observándose en estas que no hay presencia ni de manantiales ni ríos subterráneo lo que evidencia también que el nivel freático es bastante bajo.

También se puede observar que el nivel freático - se encuentra debajo de la potencia útil de las rocas - consideradas para el cálculo de reservas resultando de esta forma beneficiosa a la hora de la explotación del Yacimiento.

La zona investigada en general se encuentra en terrenos poco elevados con alturas relativas entre 30- 90 metros.

En el Anexo 2 se relacionan los controles hidrogeológicos realizados en los distintos pozos.

g) VOLUMEN DE LOS TRABAJOS.

Tipo de trabajo	Volumen	Zonas
Lev. Geológico	1.5km	El Catuco
Muestras básicas	1352	El Catuco y Deleite
Muestras compósitas	286	El Catuco y Deleite
Muestras resistencias a la compresión	61	El Catuco
Muestras resistencias a la compresión	1	El Deleite
Muestras de abrasión	19	El Catuco
Poligonal de 5to.orden	7.7 km	El Catuco y Deleite
Documentación geológica	250 mts	El Catuco
Perforación	2062.67mts	El Catuco
Perforación(pozos Mapeos)	35 mts	El Deleite
Perforación	839.85 mts	El Deleite
Perforación	90.98 mts	Cupeicillo
Perforación	54.10 mts	La Vigía
Trincheras	13mts	Deleite y Cupeicillo

h) RESULTADOS ESPERADOS, FUNDAMENTACION DE LA CATEGORIZACION DE LAS RESERVAS.

Siguiendo lo previsto en el Proyecto técnico económico se planteó el cálculo de las reservas en la Categoría Pronóstica, para la cual se proyectó una red de pozos de - 400X 400 metros.

Posteriormente, siguiendo orientaciones de la D G G G y en base a la necesidad de hacer más operativa la marcha del Proyecto, se confeccionó un anexo a este, en el cual se planificaba la extensión de la etapa de Búsqueda Detallada hasta la determinación de las reservas en Categoría C22.

Se calcularán las reservas de materia prima en categoría C22 ya que estas han sido delimitadas por una red de pozos bastante densa, la distancia entre los pozos para esta categoría fue de 200 metros, o sea una red de exploración 200 x 200 metros. Ya que esta era una red de exploración racional para la etapa que se estaba ejecutando.

Los resultados esperados en base a las exigencias - del Proyecto técnico- Económico son de 80 x 10<sup>6</sup> toneladas de calizas y 20 x 10<sup>6</sup> toneladas de material arcilloso que evaluados para reservas pronósticas son factibles tanto - en espesor como en área.

No se ha podido evaluar para categoría C22 porque - aún no se poseen los resultados de los análisis químicos.

1) SELECCION Y ARGUMENTACION DEL METODO DE CALCULO DE RESERVAS.

El método seleccionado para el cálculo de reservas es el de Bloques Geológicos.

Para la selección del método se tuvieron en cuenta las siguientes cuestiones:

- 1) Tipo de Yacimiento. Por ser un Yacimiento sedimentario no metálico.
- 2) Forma de los cuerpos. En forma de capas típica de un Yacimiento sedimentario, y de un complejo arrecifal por lo que este facilita el uso del método de Bloques Geológicos.
- 3) Red de perforación. Al utilizarse una red regular el método más idóneo es el seleccionado ya que se facilita la elección de los diferentes bloques que corresponderían a los de la red.
- 4) Grado de variación. En base a él se puede de esa forma obtener en los diferentes bloques los distintos tipos de rocas por separado.

## CONCLUSIONES

continuación.....

<u>No del Pozo</u>	<u>Cotas (metros)</u>
41.-	69.067
42.-	75.364
43.-	63.801
44.-	68.862
45.-	71.293
46.-	71.105
79.-	65.804
80.-	80.217
81.-	60.534

## VII-). CONCLUSIONES.

En base a las investigaciones realizadas en el área del Yacimiento Catuco se pudieron obtener las siguientes conclusiones:

- 1) Desde el punto de vista geológico podemos decir que el Yacimiento Catuco se encuentra formado por un complejo --- arrecifal.
- 2) Las condiciones hidrogeológicas son simples.
- 3) Existe gran variabilidad facial reflejado tanto en sentido vertical como horizontal.
- 4) El estudio estratigráfico de la zona es deficiente.
- 5) En base al estudio geológico realizado hasta el momento podemos decir que el Yacimiento cumple con las condiciones exigidas por el Proyecto Técnico-Económico.
- 6) Las condiciones del relieve son óptimas para la explotación del Yacimiento.
- 7) La red de exploración utilizada es la más racional.

PROPUESTA DE LOS TRABAJOS A  
REALIZAR DURANTE LA  
EXPLORACION PREELIMINAR

VIII - PROPUESTA DE LOS TRABAJOS A REALIZAR DURANTE LA EXPLORACION PRELIMINAR.

Las proposiciones para los trabajos de exploración preliminar son las siguientes:

- 1) Un estudio geofísico del Yacimiento Catuco para esclarecer la tectónica, las particularidades del corte geológico del Yacimiento, así como ver la posibilidad de establecer parámetros de correlación entre los resultados de los análisis químicos y las variaciones litológicas, así como la delimitación de las zonas de cavernas.
- 2) Debido a la complejidad del Yacimiento Catuco se debe realizar un estudio sobre la base estadística de los coeficientes de variación de los parámetros físico-químico para la división del Yacimiento en bloques condicionados.
- 3) Debe de realizarse un levantamiento hidrogeológico.
- 4) Se propone una red de exploración 100 x 100 metros para categoría C<sub>1</sub> i.
- 5) Un estudio estratigráfico para establecer la columna estratigráfica del Yacimiento.

BIBLIOGRAFIA/

- 1) Bermudez Pedro J. (1961).  
Las Formaciones Geológicas de Cuba.  
Ministerio de Industrias I.C.R.M.
- 2) Bruce Clifford L. (agosto 29, 1956)  
Geology of the Velazco Central Chaparra área.
- 3) Checos Especialistas (1966).  
Sobre los resultados orientativos de la Búsqueda de las  
materias primas para una planta de Cemento en L.V.yOte.
- 4) Drandarov M. (Nov. 1966).  
Programa de reconocimiento e investigaciones de las aguas  
subterráneas para el abastecimiento de la ciudad de Holguín.  
DAP. Provincia Oriente Holguín.
- 5) Furrázola - Bermudez Gustavo (1964).  
Geología de Cuba.  
Editora Nacional de Cuba.
- 6) Georgiev Georgé (Nov. 1966).  
Informe sobre el Levantamiento Hidrogeológico para el -  
abastecimiento de agua al acueducto de Banes.  
DAP. Provincia Oriente Holguín.
- 7) Harcek Josef y Kozac Jan (1972-1973)  
Informe geológico del Yacimiento La Calera - La Yaya  
para cal y piedra de construcción.
- 8) Keizer A. (1945).  
Outline of the geology of Oriente Province
- 9) Kosary Myron T. (Enero 24, 1956).  
Ultramafics in the trust jones in Northwestern Ote.Cuba.
- 10) Kosary Myron T. (Agosto, 1956).  
Paleontología sobre el área Gibara.

- 11) Kosary Myron T. (Agosto, 1956).

Outline of the Geology of the Gibara área.

- 12) Knipper A.L. (1966).

Protrusiones de las serpentinitas en el Norte de Oriente.

- 13) Tabackov V. (1971).

Proyecto para la realización de los trabajos geológicos de búsqueda a escala 1:50,000 en el Anticlinorium de Holguín, Provincia Oriente.

ANEXO # 1

COTAS TOPOGRAFICAS DEL YACIMIENTO CATUCO

<u>No del Pozo</u>	<u>Cotas (metros)</u>
1.-	62.624
2.-	74.267
3.-	72.995
4.-	67.450
5.-	75.503
6.-	83.984
7.-	65.045
8.-	72.852
9.-	69.685
10.-	29.524
11.-	67.500
12.-	19.385
16.-	77.623
27.-	72.251
28.-	82.032
29.-	68.647
30.-	72.131
31.-	77.051
32.-	80.993
33.-	64.181
34.-	71.821
35.-	75.503
36.-	66.513
37.-	70.992
38.-	72.857
39.-	77.657
40.-	81.463

continuación.....

<u>No del Pozo</u>	<u>Cotas (metros)</u>
41.-	69.067
42.-	75.364
43.-	63.801
44.-	68.862
45.-	71.293
46.-	71.105
79.-	65.804
80.-	80.217
81.-	60.534

ANEXO #2

CONTROL HIDROGEOLOGICO.

<u>Zona</u>	<u>No del Pozo</u>	<u>Prof. total</u> <u>metros.</u>	<u>Control Hidrogeológico</u>
Catuco	1.-	50.00	A los 49.20 Mts. no baja más, no tiene agua.
Catuco	2.-	50.00	Derrumbe (10 metros).
Catuco	3.-	50.00	A los 47.25 Mts. no baja más, no tiene agua.
Catuco	4.-	50.50	Derrumbe 6.50 metros.
Catuco	5.-	50.00	Derrumbe 7.00 metros.
Catuco	6.-	50.00	A los 22.20 Mts. no baja más, no tiene agua.
Catuco	7.-	50.65	A los 47.10 Mts. no baja más, no tiene agua.
Catuco	8.-	50.00	No tiene agua.
Catuco	9.-	50.20	49.20 Mts. agua.
Catuco	10.-	25.25	19.80 y 22.50 Mts. agua.
Catuco	11.-	50.00	A los 45.90 Mts. no baja más, no tiene agua.
Catuco	12.-	15.15	No tiene agua.
Gupeicillo	13.-	14.00	A los 7.00 Mts. hay derrumbe.
Vigia	14.-	34.40	Agua a los 4.40 metros.
Vigia	15.-	43.45	Derrumbe 0.00 metros.
Catuco	16.-	77.00	Se midió hasta 50.00 metros y no tiene agua.
Deleite	17.-	35.00	A los 13.00 Mts. agua.
Deleite	18.-	36.00	
Deleite	19.-	30.00	A los 13.00 Mts. agua.
Deleite	20.-	15.60	Está cerrado.
Gupeicillo	21.-	20.40	A los 14.20 Mts. hay agua.
Gupeicillo	22.-	15.90	A los 11.00 Mts. hay agua.
Gupeicillo	23.-	10.00	A los 7.70 Mts. hay agua.
Gupeicillo	24.-	15.00	Derrumbe a 1.50 metros.
Vigia	25.-	20.00	Derrumbe a los 4.00 metros
Vigia	26.-	20.10	Derrumbe a los 5.00 metros.

continuación.....

Al parecer también hay restos de Globigerina ? con cámaras globosas, redondeadas de pequeño tamaño casi 2 milímetros y restos de Orbitoides.

La porosidad es grande de 3-7% con formas irregulares y tamaños variables.

Parece ser un medio ambiente cercano a la costa. Esta roca parece estar en contacto con otra de estructura oclítica.