

ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL

DEPARTAMENTO DE INGENIERIA DE GEOLOGIA, MINAS Y PETROLEOS



\*D-6942\*

"ESTUDIO GEOLOGICO DE LA PARTE NORORIENTAL DE LA  
ISLA PUNA".

COORDENADAS: 79°53' 49'' - 80°07' 38'' E - O  
2°40' 16'' - 2°50' 00'' N - S

TESIS DE GRADO

PREVIA A LA OBTENCION DEL TITULO DE :

INGENIERO GEOLOGO

PRESENTADA POR :

WASHINGTON R. PALACIOS LOPEZ

GUAYAQUIL - ECUADOR

1983

## R E C O N O C I M I E N T O

Es muy grato para el autor, expresar aquí, su profundo agradecimiento a la Unidad Ejecutora del Golfo (CEPE), por la oportunidad que se le brindó para realizar los estudios preliminares y por permitir la obtención de información - necesaria y requerida para ser consignada en este trabajo.

Igualmente hace extensivo este agradecimiento a todas las personas que de una u otra forma han contribuido a la realización y confección de la presente tesis, muy especialmente al Ing. Miguel Graetzer (Director de Tesis), por su estímulo y respaldo en la labor investigativa.

Este trabajo fue iniciado por sugerencia del Ing. Stalin Benitez, Jefe de la sección geológica de la U.E.G.G., a quién el autor expresa su gratitud por el apoyo incondicional y el impulso impartido para llevar adelante esta tarea. De igual manera para la Sra. Geóloga Martha Ordoñez y Biólogos Elva Mora y Piedad de Haro por su colaboración en la identificación Paleontológica.

Mis reconocimientos para el Ingeniero Gino Hinojosa, en

### III

su ilustración y orientación Geofísica, a los ingenieros - profesores del Dpto. de Geología por la lectura del manuscrito y por sus comentarios, y a cada uno de mis profesores que impartieron sus vastos conocimientos, influenciando directamente en la formación integral, y finalmente deseo dejar constancia de mis agradecimientos, a hermanos, compañeros y fraternales amigos quienes con su afecto, cordura y - apoyo moral estuvieron siempre prestos a colaborar aún en los momentos más difíciles. Para todos ellos mis profundos reconocimientos.

## DEDICATORIA

A quienes me supieron hacer conciencia

Mediante sus sabios consejos educativos

Inspirados en su ya manifestada experiencia

Sea este el homenaje más significativo

Para ellos dedico la presente escritura

Arrraigada de la más profunda gratitud

Donde el sueño y entusiasmo de mi juventud

Retan al mañana a satisfacer mayor cultura

Esperando que este fuego optimista a plenitud

Se encienda con mas brisas radiantes de ventura.

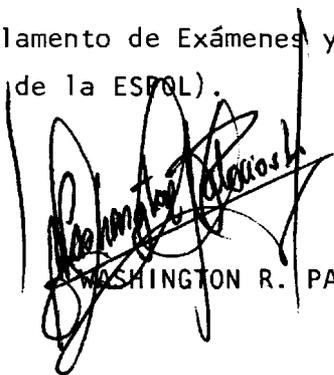
A handwritten signature in black ink, appearing to read "Miguel Graetzer". The signature is written in a cursive style with a long horizontal stroke at the end. It is positioned above a horizontal dashed line.

ING. MIGUEL GRAETZER DELGADO  
DIRECTOR DE TESIS

DECLARACION EXPRESA

"La responsabilidad por los hechos, ideas y doctrinas expuestos en esta tesis, me corresponden exclusivamente y el patrimonio intelectual de la misma, a la ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL".

(Reglamento de Exámenes y Títulos Profesionales de la ESPOL).

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Washington R. Palacios L.', is written over a vertical line. The signature is stylized and somewhat illegible due to the cursive style.

WASHINGTON R. PALACIOS L.

## R E S U M E N

El estudio geológico de la parte Nororiental de la Isla Puná, que se presenta en esta tesis, cubre una superficie de 340 Km<sup>2</sup>., teniendo como principal objetivo la elaboración del mapa geológico a escala (1:50000).

Para el logro de ello, se realizó trabajos de campo, laboratorio y oficina. El trabajo de campo demandó la utilización de cartas topográficas que fueron ampliadas a 1:25000 y utilizadas como mapa base en el registro de la información litológica, estratigráfica, estructural, etc., que se tomó en el campo. El trabajo de laboratorio se efectuó sobre unas 100 muestras tomadas superficialmente o a poca profundidad, las mismas que fueron sometidas a análisis mineralógico, químico y paleontológico.

De los resultados desprendidos a partir de los análisis de campo y de laboratorio, nos ha llevado a desglosar criterios sobre la geomorfología, geohistoria, configuración tectónica y relaciones estratigráficas, los mismos que son formulados en el desarrollo de la tesis.

Las rocas sedimentarias que afloran en el área presentan composición

## VIII

detrítica variada, con una diversificación de ambientes deposicionales que van de continentales a marinos siendo estos últimos fosilíferos y de gran importancia en la datación y en el análisis estratigráfico. Las cinco unidades formacionales que se han diferenciado - expresan claramente la Geología de la zona, estas son: Subibaja, Progreso, Puná, Tablazos y Aluviones.

Los estratos aflorantes se presentan en posición subhorizontal, teniendo ligeras variaciones locales de inclinación. Estos estratos han sido afectados por esfuerzos tectónicos comprobados por Geofísica, sin embargo no se observan fuertes diaclasamientos ni gran frecuencia de fallamientos, lo que indicaría que los esfuerzos tectónicos en los últimos tiempos han sido moderados.

En el capítulo V, se hace un análisis correlativo de la Geología - que se presenta en el área de estudio, con zonas similares ubicadas en la parte continental, correlación que se sustenta en la comparación petrográfica, paleontológica y estratigráfica, lo que nos da una clara idea de la relación que guarda el área estudiada dentro - de la Geología Regional.

Y finalmente se ha dedicado un capítulo a describir la importancia geoeconómica del área estudiada, donde destacan las perspectivas - hidrocarburíferas de mucha significación en la actualidad, tomándose en consideración también la localización de depósitos metálicos y la exploración de aguas subterráneas.

## INDICE GENERAL

	<u>PAG.</u>
RESUMEN -----	VII
INDICE GENERAL -----	IX
INDICE DE FIGURAS -----	XII
INDICE DE FOTOS -----	XIII
INTRODUCCION -----	15
CAPITULO I	
GENERALIDADES -----	16
1.1. OBJETO DEL ESTUDIO -----	16
1.2. ESTUDIOS ANTERIORES -----	17
1.3. METODOS DE INVESTIGACION -----	20
1.4. TECNICAS, EQUIPOS UTILIZADOS -----	21
CAPITULO II	
GEOGRAFIA -----	25
2.1. LOCALIZACION DEL AREA -----	25
2.2. ACCESIBILIDAD -----	25
2.3. RELIEVE -----	26
2.4. CLIMA -----	27
2.5. DRENAJE -----	27
2.6. VEGETACION -----	29
2.7. ACTIVIDAD HUMANA -----	29

## CAPITULO III

GEOLOGIA REGIONAL -----	32
3.1. CONFIGURACION TECTONICA -----	33
3.2. ESTRATIGRAFIA -----	37
3.3. GEOLOGIA HISTORICA -----	47

## CAPITULO IV

GEOLOGIA LOCAL -----	54
4.1. GEOMORFOLOGIA -----	57
4.2. ESTRATIGRAFIA -----	59
4.3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL -----	85
4.4. GEOLOGIA HISTORICA -----	92

## CAPITULO V

CORRELACIONES GEOLOGICAS -----	96
5.1. CORRELACION ESTRATIGRAFICA -----	97
5.2. CORRELACION ESTRUCTURAL -----	99
5.3. CORRELACION PALEONTOLOGICA -----	101
5.4. CORRELACION PETROGRAFICA -----	106
5.5. CARACTERISTICAS PETROFISICAS DE LAS FORMACIONES -----	109

CAPITULO VI	
GEOLOGIA ECONOMICA -----	117
6.1. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA ZONA -----	117
6.2. POSIBILIDADES HIDROCARBURIFERAS -----	124
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	130
ANEXOS -----	138
BIBLIOGRAFIA -----	179

## INDICE DE FIGURAS

<u>FIG.</u>		<u>PAG</u>
1	MAPA DE UBICACION DEL AREA -----	24
2	RASGOS FISIOGRAFICOS DISTINTIVOS -----	28
3	DOMINIOS ESTRUCTURALES AL SUR DE LA CORDILLERA CHON GON COLONCHE -----	35
4z	FALLAS REGIONALES Y SU RELACION CON LIMITES DE PLA- CAS -----	36
5	COLUMNA ESTRATIGRAFICA-----	42
6	ASPECTOS GEOLOGICOS EN LOS ACANTILADOS -----	56
7	MAPA DE UBICACION DE POZOS EXPLORATORIOS EN LA CUEN CA PROGRESO Y GOLFO DE GUAYAQUIL -----	83
8	CORRELACION DE POZOS AL SUR DEL GOLFO -----	84
9	a. HISTOGRAMA CIRCULAR EQUIAREAL-----	90
	b. DIAGRAMA DE POLOS -----	90
10	MAPA GEOLOGICO: ESCALA 1:50.000-----	188
11	MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS Y LINEAS DE PROGRAMA- CION SISMICA -----	188
12	INTERPRETACION MACROSCOPICA DE LOS RIPIOS DE PERFO- RACIONES -----	112
13	CORTE ESQUEMATICO DE LOS ACANTILADOS DE LA PARTE NO RORIENTAL DE LA ISLA -----	113

XIV

<u>FIG.</u>		<u>PAGS</u>
14	SECCIONES ESTRATIGRAFICAS -----	115
15	SISTEMA DE FALLAS PRINCIPALES EN LA ISLA -----	122
16	MAPA AEROMAGNETICO DE CONTORNOS REGIONALES ---	129
17	DIAGRAMA TRIANGULAR DE SHEPARD-----	145

## INDICE DE FOTOS

<u>FOTO N°</u>		<u>PAG</u>
1	FLORA REINANTE EN EL AREA DE TRABAJO---	31
2.	PERFORACIONES PARA SISMICA DE REFLEXION	31
3	ESTRATIFICACION CRUZADA EN LOS TABLAZOS	53
4	ONDULITAS EN LAS CAPAS LIMOSAS-----	53
5	ESTRATIFICACION CRUZADA FESTONADA-----	73
6	INTERCOLACIONES DE LUTITAS TOBACEAS Y ARENISCAS GRISES -----	73
7	BEECH ROCK, EN LA LOCALIDAD DE PUNTA ES- PAÑOLA -----	82
8	BURROWS, HUELLAS INTERNAS PROVOCADAS POR ORGANISMOS EXCAVADORES -----	82
9	FALLAS NORMALES DE GRAN ANGULO EN PUNTA LA MEZA -----	89
10	FALLAS NORMALES EN LOS ACANTILADOS ----	89
11	GRABEN FORMADO POR FALLAS LISTRICAS----	91
12	ESTRATOS DE MOLUSCOS EN LOCALIDAD BUENOS AIRES -----	91
13	LUTITAS FISIBLES EN PUNTA BOQUIANCHI---	123
14	LECHOS DE ARENAS NEGRAS -----	123

## INTRODUCCION

Es notorio y trascendente para la humanidad, la importancia que tienen los recursos naturales como fuente generadora - del desarrollo industrial y socio económico de los países. En este sentido es relevante la importancia que adquiere la Geología como herramienta para conocer e interpretar la génesis, localización y estimación de dichos recursos. Por - ello los objetivos e importancia que se le pretende dar a la presente memoria, tienen como base fundamental el desarrollo del mapa geológico.

Y dado que la isla y en general todo lo que comprende la - Cuenca del Golfo de Guayaquil, presentan excelentes condiciones para la acumulación hidrocarburífera, ha sido y es de interés nacional el que se efectue estudios geológicos de las áreas comprendidas o aledaños a esta zona.

En esta virtud, la Unidad Ejecutora del Golfo (CEPE,1980), delineó una serie de proyectos destinados a cubrir con estas necesidades en el campo investigativo. Es así como este estudio se genera principalmente bajo estas premisas.

## CAPITULO I

### GENERALIDADES

#### 1.1. OBJETO DEL ESTUDIO

La presente memoria trata sobre la geología de la parte Nororiental de la isla Puná que se encuentra situada en la faja costera del Ecuador.

Se ha escogido esta área por considerar, que a la luz de los conocimientos geológicos actuales, las definiciones, su geohistoria, sus deformaciones y sus condiciones de sedimentación no aparecen con claridad, justificándose por ello la necesidad de estudios fundamentales más profundos que descansen sobre una estratigrafía más completa, una cartografía a mayor detalle y redefiniciones de formaciones con criterios más fidedignos.

Aunque este trabajo sin duda, constituye un adelanto en el perfeccionamiento de la descripción geológica de la zona, el futuro tiene que agregar nuevos conocimientos necesarios para dilucidar muchos problemas, para los cuales hasta hoy solo se han en

contrado soluciones provisionales por falta de medios que faci  
liten estudios más detallados.

La finalidad que cumple el presente estudio es el siguiente:

- a. Examinar, interpretar y redefinir la geología de la zona.
- b. Determinar el modelo tectónico de la región.
- c. Determinación de facies sedimentarias.
- d. Correlación de la Geología local con la Geología Regional.
- e. Reconocimiento de las características petroleras en la zona.

## 1.2. ESTUDIOS ANTERIORES

Son pocos los trabajos previos, que han tenido lugar en el -  
área y en general en la isla Puná. La mayoría de los trabajos  
y publicaciones, pertenecen a compañías petroleras o geofísi  
cas que realizaron labores de prospección en la zona, varios -  
de cuyos trabajos han sido reportados como informes internos, y  
que lamentablemente no han sido publicados.

Para efecto del presente estudio, nos hemos servido de la información que se presenta en las publicaciones referidas en:

- Pilsbry and Olsson 1941, A Pliocene fauna, from Western Ecuador.

Es uno de los primeros e importantes reportes que hace una descripción detallada de la fauna fósil del Plioceno de la costa ecuatoriana. Reportándose 18 especies de moluscos estudiados por el autor, correspondientes a la isla Puná.

- Stainforth, 1948, Applied micropaleontology in coastal Ecuador.

Que realmente es una importante contribución al conocimiento stratigráfico de la Costa Ecuatoriana, no llegando a constituirse en un estudio específico de la isla.

- Sawyer W., 1965, Geología del Ecuador.

Es uno de los primeros autores que hace referencia a la Geología de la Isla, sin que el mismo entre a definir las formaciones existentes.

- Canfield R., 1966; Reporte Geológico de la Costa Ecuatoriana

Constituye una recopilación de la información proveniente de las compañías petroleras; citándose una descripción somera - de las unidades sedimentarias existentes en la Isla.

- D.G.G.M., 1975. Hoja Geológica de la Isla Puná en escala - 1:100.000

Es una de las referencias más serias que se tiene en cuanto al conocimiento geológico de la isla, citándose las unidades, lugares de afloramiento y breves descripciones litológicas - basados principalmente en los pozos perforados al sur de la isla.

- Bristow y Hoffstetter, 1977; Lexique Stratigraphique International. Basa su trabajo en los reportes del pozo Lechuza y en la Hoja Geológica de la D.G.G.M.

Entre los trabajos de cuya existencia se tiene conocimiento, y que permanecen inéditos, no habiendo sido posible su obtención, se tiene:

- Busnell 1.938; A Geological reconnaissance of the Islan of Puná.

- Geólogos de la I.E.P.C., of Williams 1947; (Concesión Daule, Guayas).

Otros trabajos incluyen los realizados por varios autores de cuyos informes tampoco se tiene conocimiento entre ellos: Landes 1944, Small 1962, Gubbler y Orstynsky, 1966.

### 1.3. METODO GENERAL DEL TRABAJO

La base topográfica empleada corresponde a las hojas de la carta nacional denominadas: Canal de Jambelí, Posorja y Puerto - Grande, cuyo índice respectivo es: NV-E1 3865 IV; MV-F2 3585 I; MV F4 3585 II. Estas cartas topográficas fueron levantadas a escala 1:50.000 por el Instituto Geográfico Militar, mediante procedimientos aereofotogramétricos. Para efectos de mapeo esta escala fue ampliada a 1:25.000, lo que facilita - una mayor visión y descripción de aspectos geológicos.

Las observaciones y datos geológicos registrados, han sido correlacionados con la información proporcionada por las fotografías aéreas del área a escala 1:60.000.

En general, el trabajo en sí, se lo puede resumir en tres -

etapas diferentes que son:

- a. Campo.- El levantamiento geológico del área indicada, demandando 3 meses de campo, habiéndose recogido información de superficie y de subsuelo, llevándose en este lapso investigaciones de carácter fisiográfico, estratigráfico, estructural y geoeconómico.
- b. Laboratorio.- Comprende la ejecución de análisis: granulométricos, mineralógicos, petrográficos, paleontológicos y químicos (carbonatos y materia orgánica).
- c. Oficina.- Correspondiendo a esta etapa, la interpretación, tabulación y correlación de los datos, por lo que juega un papel de suma trascendencia en la confección misma de la tesis.

#### 1.4. TECNICAS Y EQUIPOS UTILIZADOS

La toma de muestras se llevó a efecto mediante dos procedimientos:

- a. En superficie.- Mediante los métodos convencionales de geo

logía, tomándose muestras de rocas y de sedimen  
tos.

- b. En subsuelo.- Muestras de ripios, producto de perforaciones -  
efectuadas a 60 pies de profundidad, cada 75 me  
tros, en líneas sísmicas orientadas NO-SE y NE-  
SW, distantes cada 3 km., unas de otras.

Los análisis granulométricos de las muestras se realizaron en ta  
mices con escala Log<sub>2</sub> (1/2 $\phi$ ) clasificación ASTM para las arenas,  
y con hidrómetros ASTM 152H para los sedimentos finos.

Para los análisis mineralógicos y paleontológicos se utilizó un  
microscopio binocular tipo WILD HEERBRUGG, mientras que para aná  
lisis de láminas delgadas el microscopio Polarizante LEITZ-SM -  
LUX-POL.

El análisis químico de carbonatos se llevó a efecto en el denomi  
nado Calcímetro de Bernard, determinándose el % de Carbonato de  
calcio mediante la fórmula (Benitez, 1975)

$$\% \text{CO}_3\text{Ca} = 0.12026 \frac{PV}{W(T+273)}$$

P = presión en milibares

V = volumen en cc. de  $\text{CO}_2$

T = temperatura en  $^{\circ}\text{C}$

W = peso de muestra analizada

La materia orgánica se calcula en base a la pérdida de peso de la muestra mediante calcinación a  $550^{\circ}\text{C}$  durante 12 horas.

80°10'

80°00'

24

# MAPA DE UBICACION DEL AREA

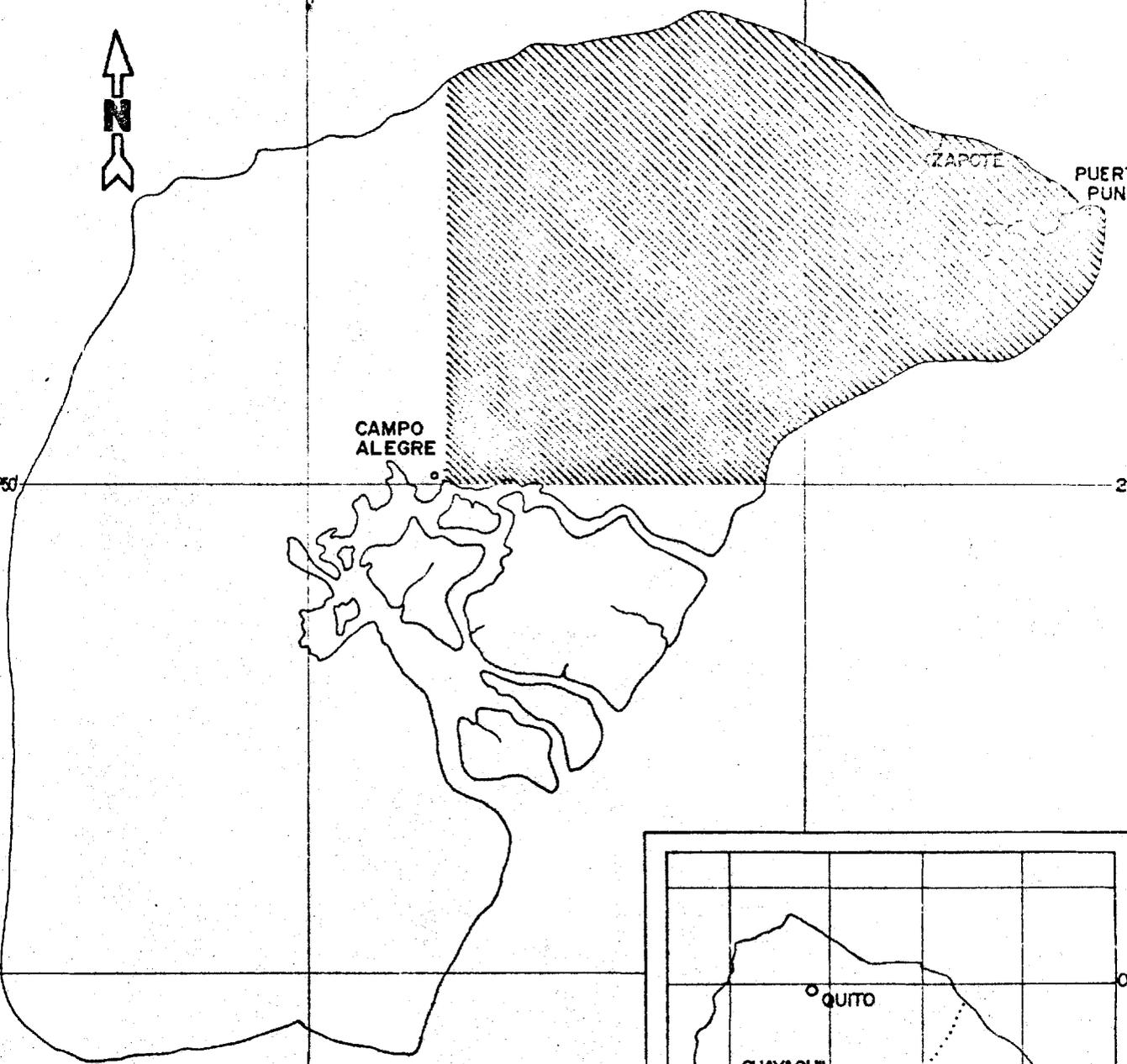
2°40'

2°

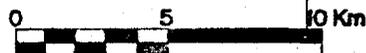


2°50'

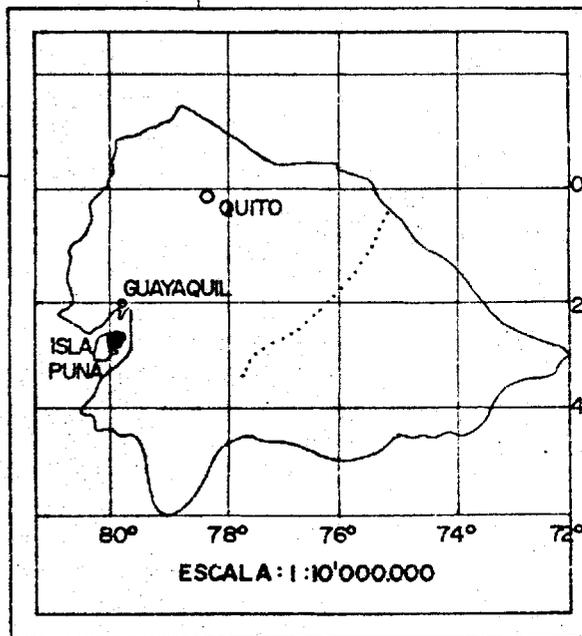
2°



ESCALA : 1 : 240000



ESCALA GRAFICA



ESCALA : 1 : 10'000.000

FIG. Nº 1

## CAPITULO II

### GEOGRAFIA

#### 2.1. LOCALIZACION DEL AREA

El área de este estudio está ubicada en la región costera ecuatoriana formando parte del Golfo de Guayaquil, en la desembocadura del Rio Guayas, comprende la parte nororiental de la Isla Puná, cubriendo un área aproximada de  $340 \text{ Km}^2$ , su delimitación geográfica está dada por las coordenadas:

Longitud:  $79^{\circ}53' 49'' - 80^{\circ}07' 38'' \text{ E-0}$

Latitud:  $2^{\circ}40' 16'' - 2^{\circ}50' 00'' \text{ N-S}$

Políticamente esta zona corresponde a la parroquia Puná que forma parte de la Provincia del Guayas (Fig. N° 1).

#### 2.2. ACCESIBILIDAD

Las comunicaciones con la Isla se efectúan principalmente por vía marítima, pudiendo arribarse también por vía aérea, mediante el

uso de campos de aviación provisionales construidos por compañías pesqueras o técnicas que realizan trabajos en la zona.

Internamente en la Isla, existen caminos de herradura que son utilizados para el transporte terrestre durante el verano. Durante la prospección geofísica realizada por CEPE se abrieron caminos - en las líneas sísmicas para permitir el acceso de los equipos.

### 2.3. RELIEVE

Se trata de una zona costera, bañada por las aguas del Océano Pacífico donde se muestra macantilados de relativa suavidad, no siendo dominantes en la zona. La topografía es bastante suave, siendo su mayor rasgo orográfico el representado por una colina de aproximadamente 170 mts. que aparece en la localidad de Cerro Malo, coordenadas: (6:135 - 96.923).

En general dentro de la zona estudiada se la puede dividir fisiográficamente en dos sectores como muestra la figura N<sup>o</sup>. 2.

- a. El sector nororiental y parte norte, donde la topografía es llana y forma parte de la planicie costera.
- b. El sector occidental de topografía relativamente abrupta con

predominio de colinas que alcanzan los 100 mts.

Además, existen determinados sectores que forman una excepción dentro de estas divisiones.

#### 2.4. CLIMA

Está determinado por las condiciones pluviométricas, siendo el tipo climático predominante el de tropical seco (Boletín Climatológico, 1973).

Las estaciones son dos: Invierno, caracterizado por lluvias que se presentan de Enero a Mayo, con la máxima pluviosidad en Marzo. Verano, desde Mayo a Diciembre con precipitaciones leves.

Las condiciones climatéricas están influenciadas directamente por las corrientes del Niño y del Humbolt que controlan las condiciones atmosféricas.

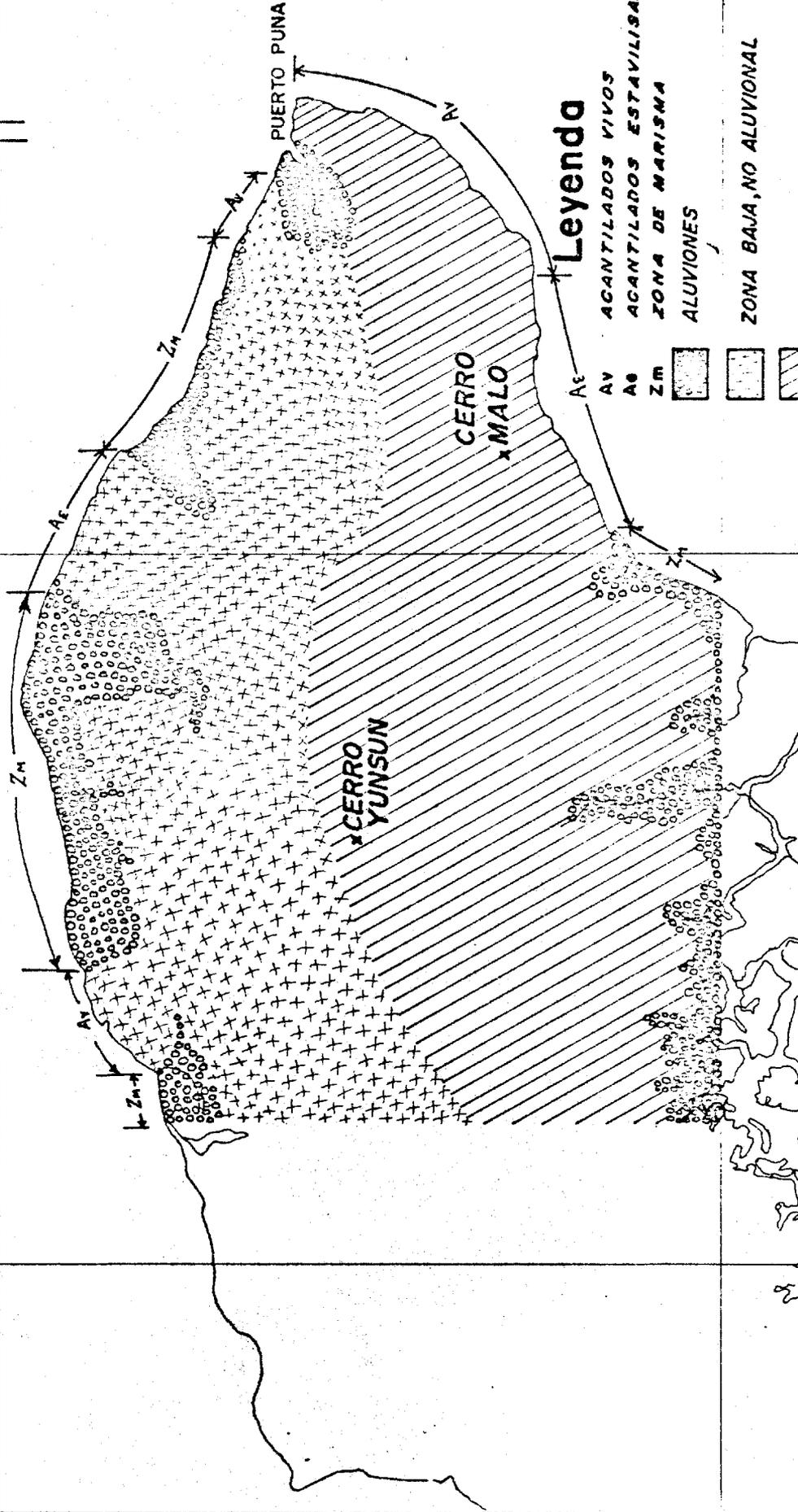
#### 2.5. DRENAJE

Se encuentran escasas quebradas que por lo general son secas, y que esporádicamente recogen aguas en épocas de lluvias fuertes, o también con la subida de las mareas, (fenómeno que se ha dado en llamarle aguadas).

# RASGOS FISIOGRAFICOS DISTINTIVOS



2°40'



## Leyenda

- AV ACANTILADOS VIVOS
- A0 ACANTILADOS ESTABILIZADOS
- Zm ZONA DE MARISSA
- ALUVIONES
- ZONA BAJA, NO ALUVIONAL

2°50'

## 2.6. VEGETACION

En base a tener un clima seco durante gran parte del año, la flora es muy poco desarrollada y se genera únicamente en épocas de lluvia, donde se cultivan sandías, maíz, chirimoya y pasto para los animales.

Entre los árboles madereros que se presentan en gran cantidad, y en su mayoría en forma de arbustos se tiene: ébano, laurel, guayacán, barbasco, batolillo y ceibo como proveedor de lana (Foto N° 1).

## 2.7. ACTIVIDAD HUMANA

Por estar favorecida por las riquezas ictiológicas que proporciona el mar que baña sus costas, la principal actividad de los pobladores como fuente de trabajo lo constituye la pesca, siendo de menor importancia la agricultura y ganadería; actividades que no se encuentran desarrolladas fundamentalmente por la escasés - de agua dulce; tomando en los últimos tiempos bastante auge la industria camaronera, estimándose que la zona en gran parte es propicia para esta actividad.

Es necesario anotar, el total aislamiento de esta zona en la in

tegración económica del país, debido fundamentalmente a la falta de medios de comunicación y a la falta misma de condiciones de infraestructura que faciliten su total desarrollo.



FOTO 1. Parte de la flora reinante en la zona (arbol de Ceibo), además existen otros arboles madereros, ébano, laurel, guayacan, etc.



FOTO 2. Vegetación caracterizada por la presencia de arbustos. Mostrandose además, perforaciones realizadas a 60 pies de profundidad para sísmica de reflexión.

## CAPITULO III

### GEOLOGIA REGIONAL

#### 3.1. CONFIGURACION TECTONICA

En el Ecuador se conocen tres grandes Provincias geológicas a saber:

- La zona costera al oeste
- La cordillera de los Andes o Sierra
- La zona oriental o Amazónica.

El área correspondiente al presente estudio, se encuentra enmarcada dentro de la zona costera, donde adquiere singular interés la cordillera de Chongón - Colonche, que aparentemente divide a la zona costera en dos secciones; siendo de nuestro interés actual analizar lo que corresponde a la parte sur.

Se trata de una amplia zona fallada y subsidente determinándose tres grandes dominios geoestructurales: La península de Santa Elena, la Cuenca Progreso y el Graben de Jambelí. Figura N° 3.

La Cruz que le dió origen, la cordillera de Chongón-Colonche al Nor Este y por el Sur en su límite más externo con la Plataforma Continental. En esta cuenca incluimos al Graben de Jambelí que es una región netamente subsidente situada al sur de la Cuenca - Progreso, sobre el emplazamiento del Delta del Guayas y delimitada por la Falla Guayaquil - Babahoyo y otras fallas paralelas a esta que la individualizan.

Esta región está continuamente recibiendo sedimentos, siendo también continua la subsidencia. El pozo Lechuza, al Sur de la Isla Puná atravesó más de 2000 m. de formaciones arenosas Mio-pliocénicas que corresponden al relleno del Graben de Jambelí.

El accidente Guayaquil - Babahoyo merece especial atención dentro de la tectónica local y regional. Esta falla de dirección - sensiblemente NE-SO, ha sido relacionada con las fallas Dolores, Romeral, Santa Martha en Colombia y Oca, Boconi, El Pilar en Venezuela. (Vásquez y Dickey, 1977).

Se ha llegado a considerar a las fallas Guayaquil - Babahoyo, Dolores y Romeral como una sola unidad, asignándole el carácter de límite entre las Placas Sudamericana y la Placa Nazca (Figura 4); estableciéndose un movimiento dextral entre ambas placas (Martin Bellizzia y Arozena, 1972).

La Península de Santa Elena, representa un rango estructural positivo (zona alta emergida), estando delimitada por la falla de la cruz al norte y por la falla Posorja al sur (CEPE.1982). Por sus características geoestructurales se desprende que es una zona inestable y ampliamente fallada, donde se destaca la falla de la Cruz.

Está caracterizada geológicamente por la presencia aún dudosa - de unidades Olitostromicas (antes Grupo Azúcar y Grupo Ancón) , que al parecer se originaron por fuertes deslizamientos explicables mediante la tectónica de gravedad, a partir de un gran talud continental que formaba mediante su levantamiento la Cordillera de Chongón - Colonche. En efecto la Cordillera de Chongón Colonche se formó en el Eoceno Medio a partir de presiones orogénicas, sobre los bordes de una rígida plataforma (R. Canfield, 1966).

La Cuenca Progreso, es el elemento estructural más importante - al Sur de la cordillera, ha sido subsidente entre formaciones antiguas del Terciario y rellena posteriormente con sedimentos detríticos transgresivos y regresivos del Oligo-Mio-Plioceno.

Esta cuenca se encuentra actualmente aflorante en forma parcial, figurando en el mapa geológico como una superficie extensa del Terciario Joven. Está delimitada al Sur Oeste por la falla de

# DOMINIOS ESTRUCTURALES AL SUR DE LA CORDILLERA DE CHONGON COLONCHE

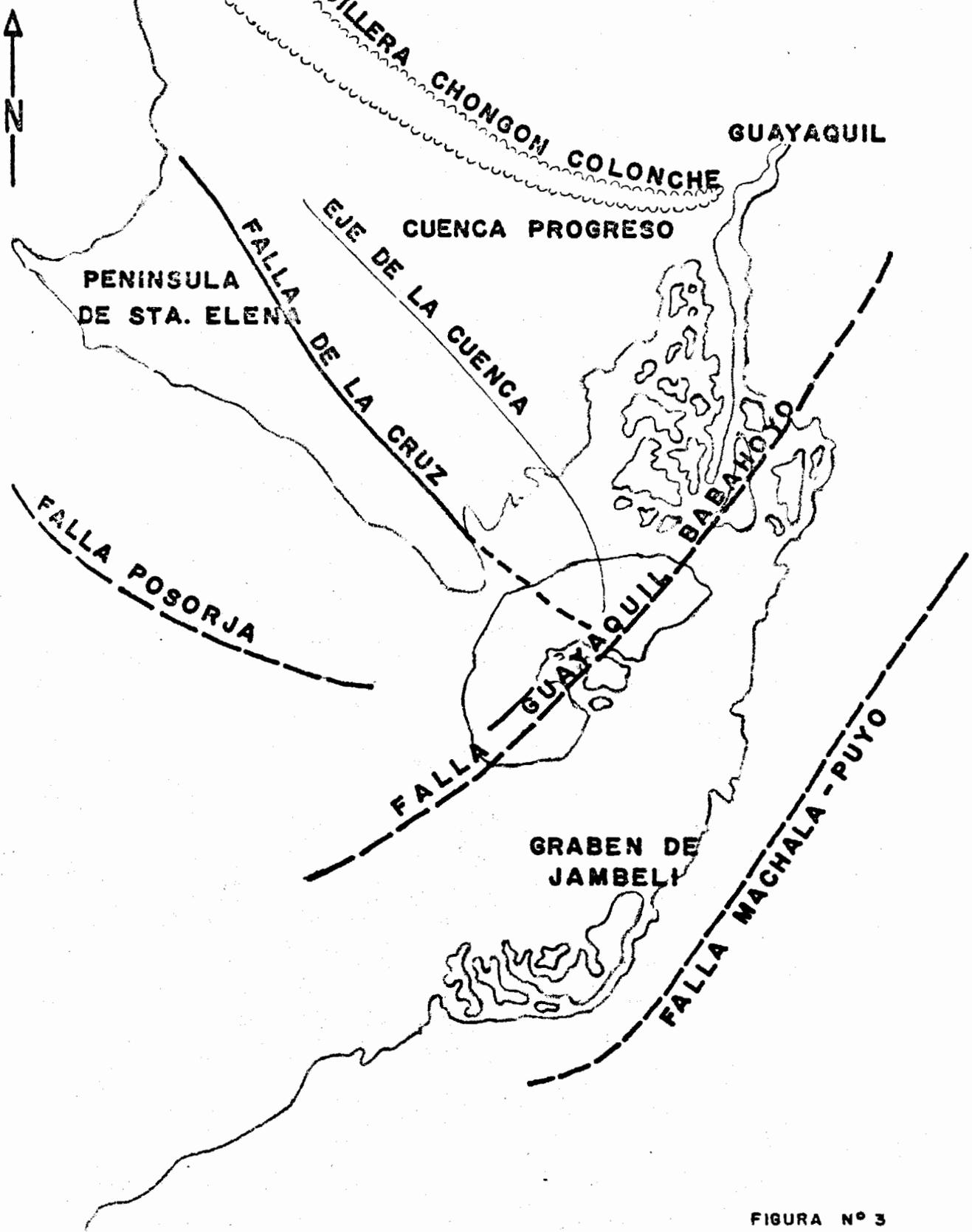
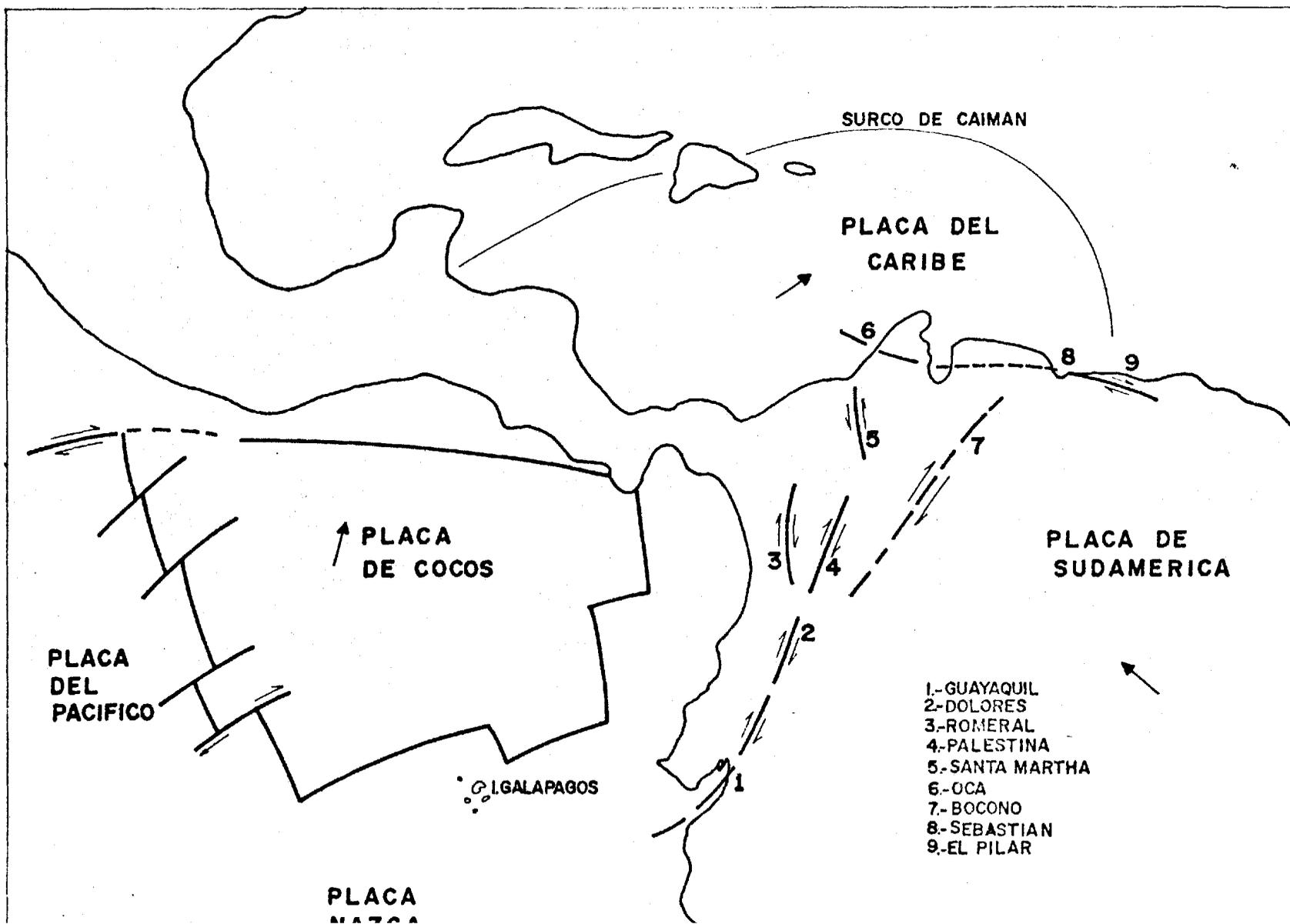


FIGURA N° 3

# FALLAS REGIONALES Y SU RELACION CON LIMITES DE PLACAS



Otros rasgos morfológicos que cabe mencionar y que se destacan en la Península de Santa Elena y en la Isla Puná, son las planicies costeras denominados Tablazos, situados en dos o tres niveles altitudinales que corresponderían a varios eventos de Levantamiento durante el período Cuaternario (Pleistoceno).

### 3.2. ESTRATIGRAFIA

La estratigrafía del Litoral Pacífico Ecuatoriano, ha sido sometida a extensos estudios por varios investigadores, encontrándose publicaciones en las cuales se encuentran discrepancias que radican en la identificación de las diferentes unidades formacionales y paralelización de sus diferentes facies; surgiendo por lo tanto dificultades para ubicar estas unidades cronológicamente. Para este estudio nos hemos servido básicamente de la columna estratigráfica presentada por Bristow y Hoffstteter en 1977 (Figura 5).

#### REGION DE SANTA ELENA

Se ha establecido en esta región, la presencia de dos conjuntos estratigráficamente diferentes, separados por una discordia que abarca todo el Paleoceno y parte del Eoceno.

- a. El Complejo Piñón o Zócalo, constituido por rocas verdes de textura dolerítica, lavas básicas y aglomerados volcánicos, además sedimentos volcano sedimentarios denominados Formación Cayo. El conjunto ha sido ubicado en el Cretácico, basando esta determinación en la presencia de Inoceramus y microfauna encontrada en la suprayacente Formación Cayo.
  
- b. Sedimentos Terciarios Paleógenos, actualmente conocidos como complejo Olistostrómico, (Colman, 1970). Este conjunto es alóctono, considerándolo como producto de fuertes deslizamientos, por lo cual no cabe la división de formaciones o unidades como anteriormente se creía que pertenecían a ciclos de sedimentación normales, figurando una lista enorme y variada de nombres estratigráficos que se referían a esta secuencia alóctona, indicando claramente la complejidad del área.

Se ha evidenciado en estas unidades, la presencia de una gran variedad de medios ambientes: (Litoral, Transicional, neríticos hasta abisales), J. Azad, (1968); juntándose a ello la complicada estructura, que dificultan enormemente una subdivisión desde el punto de vista estratigráfico.

Colman (1970), diferenció y denominó estas unidades como Olist

tostromas, Olistoslitos y Slices; estimando para este Complejo un espesor de 6000 m.

La presencia de un sistema Olistostrómico en el Ecuador, se encuentra todavía en el campo del análisis crítico siendo ta rea de los Geólogos, realizar mayores investigaciones con el fin de esclarecer su historia deposicional, estimándose aún la posibilidad de una depositación normal. Anteriormente éstas unidades Olistostromas estaban enmarcadas dentro de dos grupos denominados Grupo Azúcar y Grupo Ancón.

#### CUENCA PROGRESO

Se encuentra al Este de la "región de Santa Elena", separada de la misma por la Falla de la Cruz, de dirección NO - SE; presenta el mismo basamento que el conjunto anterior, así como la discordancia que separa los sedimentos Mesozoicos de los Terciarios.

En el Eoceno Medio aparecen los sedimentos Terciarios, representa dos por calizas arrecifales denominados San Eduardo, producto de una transgresión marina incidente en muchos lugares de la costa.

Es probable la presencia en el subsuelo, de lo que se ha denomina

tostromas, Olistoslitos y Slices; estimando para este Complejo un espesor de 6000 m.

La presencia de un sistema Olistostrómico en el Ecuador, se encuentra todavía en el campo del análisis crítico siendo ta rea de los Geólogos, realizar mayores investigaciones con el fin de esclarecer su historia deposicional, estimándose aún la posibilidad de una depositación normal. Anteriormente éstas unidades Olistostromas estaban enmarcadas dentro de dos grupos denominados Grupo Azúcar y Grupo Ancón.

#### CUENCA PROGRESO

Se encuentra al Este de la "región de Santa Elena", separada de la misma por la Falla de la Cruz, de dirección NO - SE; presenta el mismo basamento que el conjunto anterior, así como la discordancia que separa los sedimentos Mesozoicos de los Terciarios.

En el Eoceno Medio aparecen los sedimentos Terciarios, representados por calizas arrecifales denominados San Eduardo, producto de una transgresión marina incidente en muchos lugares de la costa.

Es probable la presencia en el subsuelo, de lo que se ha denominada

do unidades Olistostrómicas o en su defecto Grupo Azúcar o Grupo Ancón, que formarían la parte basal del paquete sedimentario que relleno la Cuenca. Pozos Carrizal N° 1 y Data N° 1.\*(IEPC).

Las calizas San Eduardo, se las ha reportado en las montañas de Chongón Colonche al Sur Este, cubriendo concordantemente al Miembro Guayaquil (F. Cayo), mientras que hacia el Nor Este sobre esta última unidad, descansan alternativamente las calizas Javita o el llamado Grupo Ancón.

En varias secciones de la Cordillera de Chongón Colonche, aparecen sedimentos denominados Lutolitas o Lodolitas Las Masas; existiendo mucha discrepancia en la ubicación stratigráfica de las mismas ; frecuentemente son confundidas con la parte superior del Miembro Guayaquil, parte del Grupo Ancón o También como la parte basal de las calizas Javita.

Estas lodolitas fueron definidas por geólogos de la \*CALEC a 23Km. al NE de Chongón. Coordenadas (5.860 - 97.690).

Su litología consisten en lodolitas medio duras, estratificadas, verde amarillentas, pasando hacia arriba a lutitas medio duras. De las evidencias micropaleontológicas, Mills(1968), se deduce -

---

\*IEPC: International Ecuadorean Petroleum Co.

\*CALEC: California Ecuador Petroleum Co.

que estas lodolitas fueron depositadas en el Eoceno Medio en un ambiente de aguas profundas.

Suprayaciendo se encuentra la Formación Tosagua, representada por las areniscas del Miembro Zapotal y en el Tope de estas se encuentran las lutitas chocolates del Miembro Dos Bocas, depositadas en el Oligoceno - Mioceno Inferior.

El Miembro Villingota (lutitas diatomáceas y arcillitas blancas tobáceas) representa la parte superior de la Formación Tosagua, su ocurrencia es local, estando aflorando en el recinto Sucre (Km. 80, carretera Guayaquil-Salinas), habiéndose inferido una discordancia entre este Miembro y el Miembro Inferior Dos Bocas.

Suprayace a la Formación Tosagua concordantemente, la Formación Subibaja constituida en su mayor parte por limos, areniscas limosas y limos arcillosos, su microfauna basada en Foraminíferos nos indica un ambiente de aguas medianamente profundas y una edad del Mioceno Medio. (Bristow, Hofflsetter, 1975).

La Formación Progreso (areniscas molásicas), de edad Mioceno Superior-Plioceno, suprayace a la F. Subibaja con un espesor mayor de 2000 m.

El ciclo sedimentario finaliza con el relleno de la Cuenca con sedimentos Pliocénicos y Pleistocénicos no diferenciados.

# COLUMNA ESTRATIGRAFICA

ESCALA CRONOLOGICA				COSTA		
				CUENCA PROGRESO Y GOLFO DE GUAYAQUIL		
CENOZOICO	CUAT.	HOLOCENO		TERRAZAS		
		PLEISTOCENO		FORMACION TABLAZO		
	TERCIARIO	PLIOCENO		FORMACION PUNA	M. Lechuga M. Placer	
		MIOCENO	S	MESSINIANO	FORMACION PROGRESO	
			M	SERRAVALIANO	FORMACION SUBIBAJA	
				LANGHIANO		
			I	BURDIGALIANO	FORMACION TOSAGUA	
		AQUITANIANO				
		OLIOGENO	S	CHATTIANO	M. Zapotal	
			I	RUPELIANO	COMPLEJO OLISTOSTROMICO STA. ELENA	
		EOCENO	S	BARTONIANO		
			M	LUTETIANO		
	I			YPRESIANO		
	PALEOCENO	S	THANETIANO			
I		DANIANO				
MESOZOICO	CRETACICO	S	MAESTRICHTIANO	M. Gueyequil M. Coyo SS.t      Formacion Coyo M. Colentura		
			CANPONIANO			
			SANTONIANO			
			CONIACIANO			
			TURONIANO			
			CENOMANIANO			
		I	ALBIANO	FORMACION PIÑON		
			APTIANO			
			BARRENIANO			
			HUATERIVIANO			
			VALANGINIANO			
			BERRIASIANO			
	JURASICO		?		?	
	TRIASICO		ROCAS METAMORFICAS E IGNEAS.			

BRISTOW y HOFFSTETTER (1977)  
MODIFICADO POR W. PALACIOS (1982)

FIG. 5

## GRABEN DE JAMBELI

Por tratarse de una Subcuenca de la Cuenca Progreso, se estima una similar historia deposicional con una secuencia estratigráfica se mejante, habiendo sido individualizada desde el Plioceno y rellena da con sedimentos detríticos desde esta época hasta los tiempos ac tuales, en que sigue recibiendo aportes detríticos del Guayas. El área de estudio de esta tesis se encuentra dentro de esta subcuenca.

Su relación estratigráfica con la Cuenca Progreso se sostiene, en base a las informaciones proporcionadas por los pozos exploratorios efectuados en el Golfo y cuya secuencia cronoestratigráfica ha sido establecida por la presencia de unidades tales como Zapo tal, Dos Bocas, Subibaja, Progreso y sedimentos Pliocénicos y Cuaternarios.

Según Padula (1974), el espesor máximo sedimentario en la Plataforma alcanza los 12.000 m., considerándose esta zona de gran in terés para la prospección de hidrocarburos, labor en la cual se encuentra empeñada la Subgerencia Regional de CEPE.

Entre las formaciones que se hace referencia en la Hoja Geológica "Isla Puná" escala 1,50.000, propuesto por los Geólogos de

la DGGM, se tiene:

El Miembro Dos Bocas de la Formación Tosagua, definida por los Geólogos de la IEPC en la localidad del pueblo de Dos Bocas, Coordenadas (5.555 - 97.448), consistiendo su litología en lutitas - café chocolate laminadas, con presencia de lentes dolomíticos y concreciones calcáreas.

En la isla , Geólogos de la D.G.G.M., la han ubicado en la parte Norte Central Coordenadas (5.990 - 96.890), no habiéndose clarificado su posición, ni precisado sus contactos y su potencia. Su presencia se cuestiona en este trabajo, por no encontrarse evidencias que induzcan a ratificar su posición.

La Formación Progreso ha sido relacionada y ubicada por los Geólogos de la \*DGGM, (1975), en la parte Norseptentrional de la Isla, ocupando una gran extensión; coordenadas (6.05 - 96.92).

Anteriormente se había considerado a estos sedimentos como parte integrante de la Formación Puná, y en el Pozo Lechuza al Sur de la isla, se los denominó como Formación Cerro Malo, habiéndose calculado una potencia de 967 m.

Esta formación fue definida por primera vez por Coloma Silva, -

---

\*DGGM - Dirección General de Geología y Minas.

(1939), derivando su nombre de la Población de Progreso, Coordenadas (5.705 - 97.343). Su sección tipo ha sido precisada por Marks (1951) ubicándose a lo largo de la carretera Progreso - Playas, sobre una distancia de 11.2 Km. a 1.3 Km. al Sur de Progreso. Los sedimentos corresponden a una depositación detrítica variada con aspectos de molasa, que cubren toda la parte central de la Cuenca Progreso. Su fauna fósil ha sido estudiada por Marks (1951), Olsson (1931), Sigal (1968) y otros, habiendo situado a esta Formación - como correspondiente al Mioceno Superior - Plioceno, determinándose un ambiente deposicional de aguas poco profundas.

La Formación Puná, fue definida por Geólogos de la IEPC, en 1943, en informes no publicados, habiéndose la dividido en dos miembros : Superior Lechuza e Inferior Placer.

El Miembro Lechuza, aflora solo en la parte Sur de la isla, en la zona del Cerro Zambapala, Coordenadas (5.870 - 96.726), Mapa de la DGGM, (1975). El nombre como Miembro fue tomado del Pozo Lechuza, intervalo 91 - 432 m., debajo del Cuaternario; estando su litología constituida por Calizas suaves impuras, con restos de moluscos, Bushnell (1938), estimando además que estos sedimentos eran más jóvenes que los ahora conocidos como sedimentos Miembro Placer.

El Miembro Placer, ha sido citado en la zona del Pozo Placer, - (6.121 - 96.903), el mismo que solo alcanza una profundidad de 457 m., en el lado Este de la Isla. Su nombre derivó del intervalo 490 - 1315 m. en el Pozo Lechuza, donde consiste principalmente de intercalaciones de lutitas con areniscas. Al respecto existen en la literatura dos descripciones para este Miembro:

Bushnell (1938), basándose en los afloramientos de Punta Española, los describe como consistentes de lutitas grises, amarillas y chocolates, con numerosas capas de limo y arenas.

Geólogos de la IEPC (1943), la describen en Cerro Malo, como consistentes de estratos endurecidos de aglomerado y toba volcánica en una matriz de arenisca feldespática de grano grueso.

Como se verá más adelante, estas descripciones a la luz de las evidencias generadas en este estudio, resultan ligeras y confusas por lo que se hace imprescindible redefinirlas.

Otra formación que aflora en la parte Noroccidental de la Isla, son las planicies costeras denominados Tablazos. Este nombre fue tomado para esta unidad por su semejanza con las terrazas marinas del Nor Oeste del Perú (Senn, 1940).

Su localidad tipo se la ubica en la Península de Santa Elena, es tando caracterizados por su morfología en forma de terrazas y por su litología consistente de coquinas y areníscas coquinoides.

Murray, (1925), dividió la unidad en tres Tablazos, del más bajo hacia arriba: Muey, Santa Elena y Alto Tablazo; posteriormente se han emitido muchas teorías relacionadas con la presencia de va rios niveles, aduciendo efectos tectónicos o efectos deposicionales, sin que a la presente se tenga una certeza absoluta de la historia deposicional de los Tablazos.

### 3.3. GEOLOGIA HISTORICA

Para hacer un bosquejo geohistórico regional, los datos disponibles son escasos e incompletos, razón por la cual se ha visto la necesi dad de correlacionar e integrar las observaciones y conceptos vertidos en trabajos anteriores.

#### PRE-TERCIARIO

Se ha atribuido a la Formación Piñón como correspondiente al pe ríodo Cretácico (Mesozoico), considerándoselas como las rocas más antiguas del basamento. Litológicamente está constituida por la vas básicas oceánicas; se las ha ligado genética y geológicamente

a una evolución del tipo arco de islas volcánicas. Su edad Supracretácica como más joven, está dada por el contenido fosilífero - del Miembro Calentura, (término inferior de la Formación Cayo), al mismo que se le ha asignado una edad Cenomaniano - Turoniano.

Conjuntamente se ha asociado a esta formación y al Periodo Cretácico, una unidad sedimentaria silicificada denominada Cayo, data desde el Senoniano, llegando posiblemente al Daniano (Miembro Guayaquil), de acuerdo a testimonios faunísticos publicados por R. Bristow (1976). Otros estudios radiométricos realizados por Snelling (1970), Goosen y Rose (1973) del tope de la Formación Piñón, corroboran los datos paleontológicos, indicando que la base de la Formación Cayo no puede ser más antigua que el Senoniano.

Es posible que parte de estos sedimentos sean el producto de retrabajamiento de materiales volcánicos.

#### PALEOCENO - EOCENO INFERIOR

El Paleoceno como el Eoceno Inferior están prácticamente desconocidos en la región costera, ya que no se han encontrado depósitos in-situ, siendo además poco conocida la fauna fósil distintiva de esta época.

Thalman (1946), atribuye al Páleocono varias localidades ubicadas en la Península de Santa Elena (Formación Estancia), teniendo como argumento la presencia de la especie Rzehakina epigona, pero ahora se sabe que ésta especie aparece desde el Cretáceo Superior, resultando de ello que la presencia del Paleoceno, sin estar excluida, tampoco está probada.

Según Faucher y Savoyat (1972), la Falla Guayaquil ha comenzado a actuar desde esta época, levantando el compartimento "AMOTAPE" al Sur-Este; aportando detritos a la zona subsidente.

#### EOCENO MEDIO Y SUPERIOR

Esta época está representada por el posible emplazamiento del Complejo Olistostrómico; denominando así a los bloques sedimentarios transportados y deslizados que dan lugar al conjunto Alóctono estructural de Santa Elena, (J. Azad, 1964).

La gran movilidad de esta zona, indica que fue un paleo talud continental inestable, lo que permite inferir en esta época, la presencia y funcionamiento de la Cordillera de Chongón - Colonche como un alto estructural.

Contemporáneamente se produce también, una invasión marina a lo

largo de la zona costera, reflejada en la depositación de calizas arrecifales algáceas, entre ellos: San Eduardo, San Antonio, Javita, Punta Ostiones, etc. Se le ha atribuído una edad correspondiente al Eoceno Medio, en base a su microfauna y microflora (Archaeolithothamnium, Discociclinas Amphisteginas), Vaughan (1929), Barker (1932), Stainforth (1948). Además Smoll (1962), reportó la presencia de un foraminífero plantónico (globigerina bolivariana), característico del Eoceno Medio.

#### OLIGOCENO - MIOCENO INFERIOR

Hasta hace poco, se postulaba la ausencia del Oligoceno en la mayor parte de la costa ecuatoriana. Actualmente se cree que el ciclo de sedimentación desarrollada en la Cuenca Progreso comenzó al fin del Oligoceno con la depositación por efectos transgresivos de las areniscas y conglomerados de la Formación Zapotal, o en su defecto, la depositación de la parte basal del Miembro Dos Bocas. (Bristow y Hoffstetter 1977).

De acuerdo con lo anterior, y a la configuración geológica, la falla de la Cruz tendría que haberse formado en esta época, elevándose por consiguiente la región de Santa Elena, originándose igualmente una región subsidente denominada Cuenca Progreso.

## MIOCENO MEDIO Y SUPERIOR

Continúa el relleno de la Cuenca Progreso, con la depositación de las Formaciones Tosagua, Subibaja y Progreso que son depósitos netamente arenosos, tipo litoral, sublitoral, o de aguas someras - con una rica fauna de moluscos.

Stainforth (1948), ha encontrado similitud entre los faraminíferos miocénicos del Ecuador Occidental y de la región Caribe, sugiriendo la persistencia de una comunicación marina entre las dos co-marcas hasta fines del Mioceno.

En esta época, el grabén de Jambelí queda individualizado por la aparición de nuevas fallas y por la continúa subsidencia. Esto en vista de la ausencia reportada de la F. Puná, en la parte continental de la Cuenca Progreso.

## PLIOCENO Y PLEISTOCENO

El relleno y sedimentación en el Grabén de Jambelí, continúa activamente dando lugar a la formación del Delta del Guayas. En el Pleistoceno se produce la emersión de los sedimentos Pliócenicos, dando lugar a la configuración actual de la Isla Puná, distintiva por la fauna de moluscos. Temática que será analizada con mayor detenimiento en el próximo capítulo.

Otro evento de trascendencia en el Cuaternario es la formación

de los llamados Tablazos, cuyo origen son los sucesivos levantamientos epirogenéticos que dejan al descubierto el fondo oceánico. Estos tablazos son depósitos sublitorales marinos de constitución especialmente calcárea fosilífera, que se presentan en forma de capas y que adquieren morfología de terrazas.

La historia Pleistocénica comprende tres levantamientos sucesivos, cada cual provocó la formación de una nueva plataforma de erosión y sedimentación, los mismos que forman hoy en día tres tablazos - escalonados, reconocidos y diferenciados litológica y texturalmente, Murray (1925).

Estos varios niveles de tablazos afloran sobre extensas áreas - en la Península de Santa Elena y en la Isla Puná. (Foto N°3).

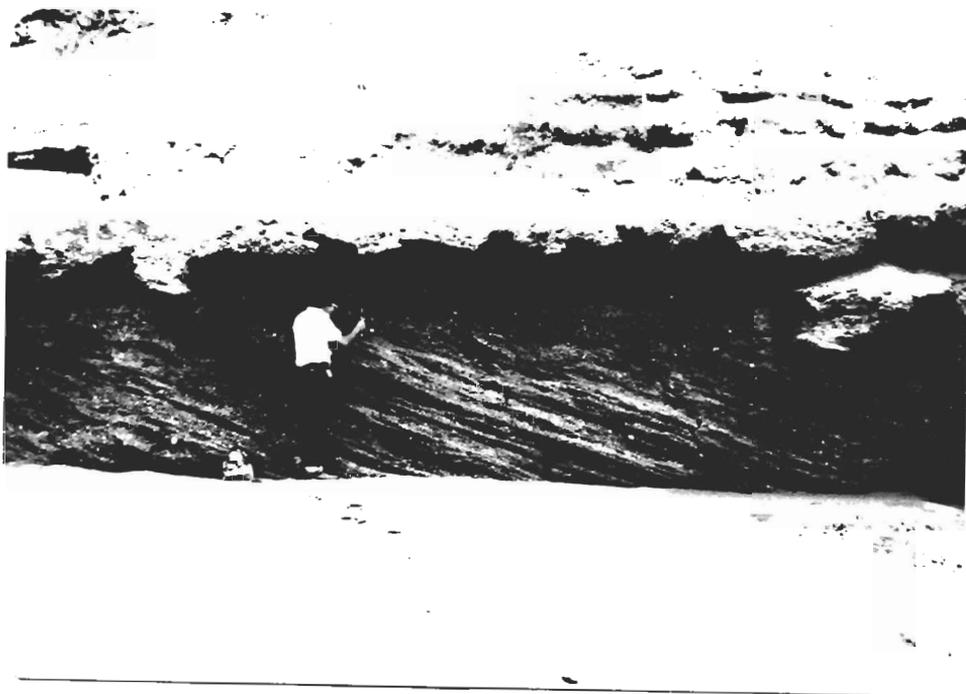


FOTO 3. Estratificación cruzada de más de 1 m. en estratos fosilíferos de la Formación Tablazos. (Subida Alta).



FOTO 4. Ondulitas en capas limo arcillosas, con marcada semejanza con los Flute Marks, - marcas en forma de depresiones producidas por efectos de corriente (Puerto Puná).

## CAPITULO IV

### GEOLOGIA LOCAL

Este capítulo constituye una síntesis del trabajo realizado, tendiente a conocer y descifrar la Geología de la parte Nororiental de la isla.

### ANTECEDENTES

Levantamiento geológico del área.

Para el levantamiento geológico del área nos hemos servido de las observaciones de campo realizados en la zona, de los resultados de las muestras analizadas, de la limitada información que prestan las fotografías aéreas, de la interpretación de las líneas sísmicas y de los conceptos vertidos en trabajos anteriores.

Mapeo de Superficie.

Comprende la identificación fisiográfica, litológica, estructural y pa  
leontológica de los afloramientos. Estos son relativamente escasos, ex

cepto a lo largo del acantilado hacia el N.E., donde se presentan buenos frentes de exposición, lográndose en estos lugares realizar un corte de unos 10 Km., de longitud como muestra la figura N°6 y 13. Como producto de ello, se elaboraron varias secciones estratigráficas que se adjuntan (Figura 14).

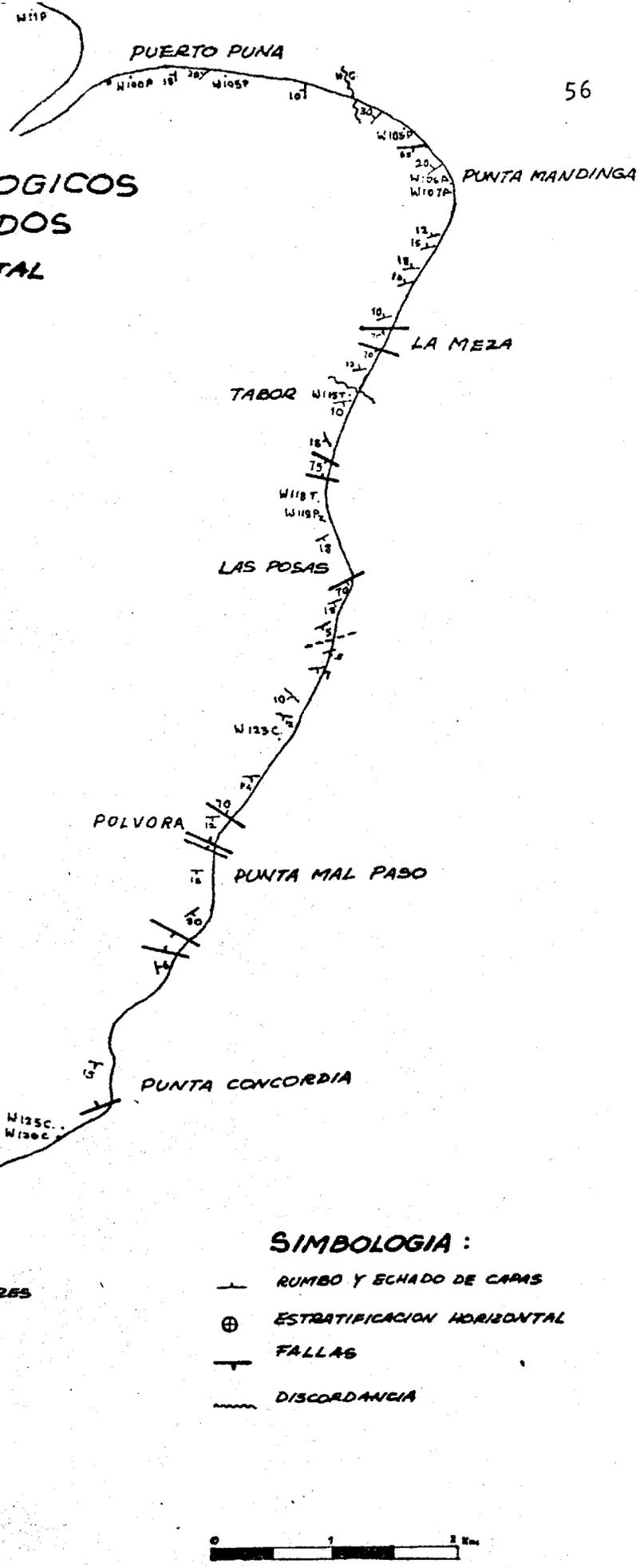
También se realizó mapeo superficial al Oeste de Puerto Puná, y en los sitios denominados Campo Alegre, Río Hondo, Yunsún, Cerro Malo, Boquianchi, Zapote y otros; todos estos trabajos realizados cuentan con la descripción geológica y la toma de muestras para el análisis respectivo.

#### Mapeo de Subsuelo.

En vista de los pocos afloramientos que se registran en superficie con cuya información será difícil cumplir con los objetivos propuestos, se procedió a aprovechar de una manera sistemática, la información proveniente de las perforaciones que se efectuaron durante la campaña sísmica realizada por CEPE en 1981.

Las perforaciones tuvieron una profundidad máxima de 60 pies, equidistantes cada 75 m., en líneas paralelas orientadas NO-SE y NE-SW, distanciadas 3 Km., una de otra. En esta fase de trabajo se cubrió un total de 60 Km., aproximadamente, obteniéndose alrededor de 300 mues

# ASPECTOS GEOLOGICOS EN ACANTILADOS PARTE NORORIENTAL



### SIMBOLOGIA :

- RUMBO Y ECHADO DE CARAS
- ESTRATIFICACION HORIZONTAL
- FALLAS
- DISCORDANCIA

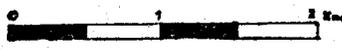


Fig # 6

tras, de las cuales se analizaron 116 que se las estimó representativas de las diferentes litologías. Aproximadamente la mitad de las muestras fueron tomadas durante la perforación y la otra mitad se tomó del montículo que forman los rípios fuera del pozo.

#### 4.1. GEOMORFOLOGIA

Topográficamente se destacan dos grandes dominios morfológicos en el área, que prácticamente son controlados por la litología. (Figura N° 2).

El primer dominio constituido por un relieve relativamente alto, donde se tienen elevaciones que alcanzan los 170 m., (Cerro Malo) y Yunsún (100 m); dominio que se ha vinculado con la presencia del Miembro Placer y Formación Progreso.

El segundo dominio caracterizado por la topografía baja en forma de planicie, donde afloran las Terrazas marinas cuaternarias denominadas Tablazo y los aluviones o salitrales.

Los cursos fluviales en el interior de la isla, son normalmente secos y poco profundos debido precisamente a la acción erosiva del agua. Estos cursos fluviales son escasos y apenas son del primer orden, por lo que se puede concluir que el drenaje es

un factor sin importancia como regulador de la morfología.

El río Guayas juega un papel de mucha importancia como agente regulador y formador del Delta, estando las costas afectadas morfológicamente por la presencia de corriente fluviales y marinas que inciden en la isla, controlando los procesos de erosión y deposición.

Los acantilados muestran por lo general relativa suavidad, sirviendo como fuente alimentadora para el proceso de erosión y transporte del material acarreado por las corrientes. Las playas son escasas, pero alcanzan hasta 80 m. en los ciclos de marea baja, desapareciendo prácticamente en los lapsos de marea alta, donde quedan sumerjidas.

En la línea de costa se han podido diferenciar tres zonas. (Figura N° 2). Teniéndose:

- Acantilados vivos (AV)
- Acantilados estabilizados (AE)
- Zona de manglares y marismas (ZM)

La zona de acantilados vivos, está caracterizada por la presencia

de excelentes frentes costeros y playas angostas; estando expuestos al ataque del mar, existiendo por lo tanto un retroceso constante hacia la tierra.

La zona de acantilados estabilizados, donde los acantilados muchas veces son imperceptibles, no existiendo un retroceso, sino un equilibrio con las fuerzas marinas, teniéndose playas amplias y en ocasiones alta acumulación de cantos rodados.

Zona de manglares y marismas o de acantilados muertos, que son áreas de inundación donde el desarrollo vegetal y orgánico es importante.

## 4.2. ESTRATIGRAFIA

Teniendo presente la finalidad del trabajo, así como las dificultades para la obtención de una observación sistemática a detalle, se describen a continuación las principales unidades de la serie estratigráfica, atendiendo fundamentalmente a sus aspectos litológicos y biológicos, ajustados a la nomenclatura usual y a los antecedentes bibliográficos que se tienen. Tales divisiones litoestratigráficas están ordenadas de piso a techo y son las siguientes:

### 4.2.1. Formación Subibaja

Definida así por los geólogos de la IEPC, en informes no pu

blicados. Lleva su nombre del pueblo de Subibaja; pero la sección tipo fue fijada por Marks, 1951; a unos 4 a 5 Km., al SW de Sacachum. Coordenadas (5.634-97.497).

De acuerdo a las investigaciones litológicas y paleontológicas realizadas, se estima que en la isla Puná se tiene la Formación Subibaja, concretamente el miembro inferior Saiba, cuya discusión y correlación se analiza en el próximo capítulo.

Esta unidad ha sido registrada en la parte sur central del área de estudio; alrededor de las coordenadas (6.00 - 96.90), abarcando un área aproximada de 23 Kms., ver mapa N° 10.

Su litología consiste de limolita y lutita gris oscura, que se torna por meteorización pardo rojiza; estas facies pasan gradualmente a facies arenosas; se observa gran cantidad de yeso secundario, así como de abundantes foraminíferos; en los alrededores del área se observan calizas arcillosas (Anexo B, Petrografía) en bloques aislados que se estima están relacionadas con esta unidad. No se encontraron afloramientos de esta caliza.

La fauna fósil comprende plantónicos y bentónicos habiéndose determinado alrededor de 40 géneros, que forman una ga ma abundante y variada.

Entre los géneros de foraminíferos bentónicos se tiene:

BOLIVINA	UVIGERINA	FISSURINA
BULIMINA	SPIROLOCULINA	SIFHONODOSARIA
NODOSARIA	STILOSTOMELA	QUINQUELOCULINA
LENTICULINA	DENTALINA	CASIDULINA
CIBICIDES	RECTUBIGERINA	BULLIMINELLA
ESFEROIDINA	EPISTOMINA	DISCORBACEA

Y entre los géneros de Plantónicos se tiene:

GLOBIGERINA  
 GLOGIGERINOIDES  
 GLOBOROTALIA  
 GLOBIGERINELLA  
 GLOBOQUADRINA

Una lista más completa se muestra en las tablas 6 y 7, con su respectivo rango estratigráfico.

Por sus características faunísticas y litológicas registradas, se desprende que estos depósitos corresponden a aguas marinas de infra a circalitoral, esto se evidencia y se justifica en los estudios realizados sobre los foraminíferos presentes asociados, y por la alta presencia de Bolivinas, Buliminas, Uvigerinas y Foraminíferos Plantónicos.

A partir de los datos obtenidos en el estudio micropaleontológico de las muestras recopiladas en el área, se confeccionó la tabla N° 6 y N° 7, la cual constituye la zonación bioestratigráfica para la formación Subibaja en nuestra área, deduciéndose una edad correspondiente al Mioceno Inferior, pudiendo llegar al Mioceno Medio; lo cual es confiable por la presencia de algunas especies fósiles marcadores de tiempo; corroborando y coincidiendo con la determinación de la edad para esta Formación en la Cuenca Progreso.

Su relación estratigráfica con otras Formaciones no ha sido observada en el terreno, por lo que se los ha inferido atendiendo a los registros de pozos al Sur de la Isla, estimándose que descanza concordantemente sobre el Miembro Dos Bocas (Formación Tosagua), siendo su contacto superior, normal con la Formación Progreso.

#### 4.2.2. Formación PROGRESO

Determinada como tal, en el centro del área de estudio - por su posición estratigráfica y similitud litológica con la Formación Progreso; cubriendo una gran extensión (101 Km<sup>2</sup>) (Mapa 10).

Los datos litológicos obtenidos en el área para esta formación, presentan una variada composición e irregular distribución de sus materiales, teniéndose entre ellos:

- Materiales carbonatados con consistencia de verdaderas calizas, a veces arenosas y con gran contenido de conchas de moluscos pelecipodos, que llegan a constituir verdaderas coquinas; sus localidades guías están ubicadas en colinas de Río Hondo y Cerros Yunsún.
- Areníscas amarillentas de grano fino bien clasificadas friables, pobremente cementadas; estas areníscas son a veces calcáreas y con presencia de yeso secundario; del análisis estereoscópico se desprende que sus elementos fundamentales son cuarzo y un alto contenido de fragmentos de roca, existiendo también mica, calcita y minerales pesados (ilmenita, horblenda, etc.).

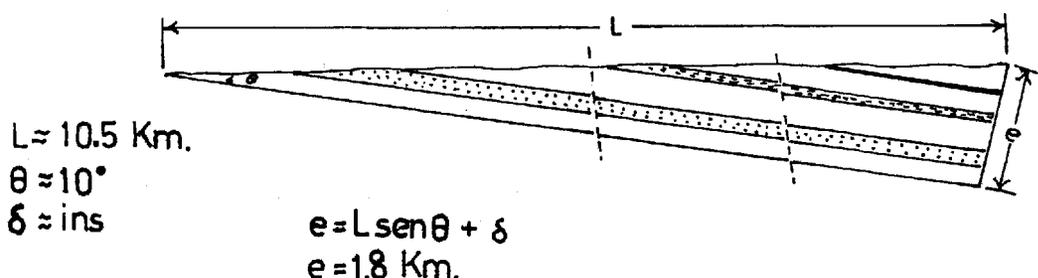
Se las encuentra formando un extenso manto dentro de la zona con un espesor de varias decenas de metros sus afloramientos más representativos están ubicados a lo largo de la línea sísmica denominada  $M_4$  (figura N° 12).

- Limos arcillosos de color verde azulado, que casi siempre están asociados con la arenisca amarilla de grano fino, formando intercalaciones de baja potencia.

La fauna fósil encontrada en el área designada como Progreso, corresponde a Moluscos, siendo estos no diagnósticos en determinación de edad, pero útiles como determinadores de ambientes; fundamentalmente se tienen pelecípodos cuya preservación no es buena, por lo cual su identificación es bastante compleja.

Por sus características faunísticas y litológicas, se desprende que estos depósitos corresponden a aguas marinas poco profundas. (infralitorales), y atendiendo a la similitud que se presenta con los depósitos descritos como Progreso en la cuenca del mismo nombre, se infiere una edad correspondiente al Mioceno Superior - Plioceno. Su posición estratigráfica no ha sido observada en el terreno y su mínima potencia aflorante en el área alcanza los (1,8 Km). Es

te espesor ha sido estimado en base a la superficie aflorante y en función de la posición regulada de los estratos; sin que para el efecto se haya considerado los probables fallamientos que ocurren en el área y que repercutirían en la determinación de la potencia, su incidencia dependerá de su desplazamiento neto, estimándose que aquí no es tan importante.



#### 4.2.3. Formación PUNA (Miembro Placer)

En el área que se ha definido como Miembro Placer (Mapa 10), se constata la presencia de secuencias detríticas que varían desde gravas, conglomerados, arenas, llegando hasta arcillas, en secuencias que inducen a pensar en ambientes continentales a transicionales; (veáse análisis de secciones estratigráficas (4.2.6).

Los conglomerados son guijarros de color gris rojizo, con gran contenido de cuarzo, encontrándose interestratificadas con arenas pobremente consolidadas, localmente con estratificación cruzada, presentándose también arcilla limosa con numerosos fragmentos de materia carbonosa y restos de raíces; foto N° 13

Se tiene además capas finas de hasta 30 cm., de lutita tobácea interestratificada con arena gris fina con fauna fósil de moluscos; foto N° 6. Estas lutitas tobáceas se estima que son producto del último volcanismo ocurrido en el Plioceno, siendo sus vestigios acarreados y depositados en un medio de aguas tranquilas. Del análisis petrográfico y granulométrico realizado sobre las arenas, se desprende que las mismas son de textura media a fina, subredondeadas, siendo netamente cuarcíferas; 70 % , 18 % de fragmentos de roca, 7 % micas y 5 % de minerales pesados y otros. Al norte de la Punta Española afloran depósitos muy finos, tipo Litorales formados por arenisca fina fosilífera, limo arcilloso azulado y lutita gris y chocolate, que permiten diferenciar una facies tipo aguas marinas poco profundas.

Al respecto se puede deducir que el Miembro Placer fue definido como tal por los Geólogos de la IEPC, en función del Pozo Lechuza, (intervalo 490-1315 m) y en base al estudio de moluscos realizados por Pilsbry y Olsson al norte de Punta Española (6.197 - 96.933) en donde afloran los limos arcillosos azulados, arenas finas fosilíferas y lutitas grises amarillas y chocolates, habiéndose generalizado esta descripción para toda la parte Nororiental de la Isla como Miembro Placer. (DGGM,1975). Pero el presente estudio nos

permite diferenciar dos facies ambientales: la anteriormente descrita que aflora muy localmente en el N de Punta Española y que corresponde a depósitos de mares poco profundos (litorales), los mismos que permanecen subyacentes a otro tipo de depósitos tipo continentales, (Grabas, conglomerados, arenas gruesas), anteriormente descritos.

Todo lo cual nos conlleva a inferir que el Miembro Superior Lechuza sea el depósito tipo continental o transicional y que el Miembro Inferior Placer correspondería a la depositación más antigua tipo litoral.

En todo caso, este estudio deja planteada esta inquietud, - puesto que las definiciones y descripciones dadas por los autores para ambos Miembros no son claras y fueron realizadas en localidades puntuales; y al no existir consistencia con la definición del Miembro Lechuza en la localidad de Sambapala, con la que se pretende darle en este trabajo, mantendremos la ubicación del Miembro Placer como tal, englobando los dos tipos de depositaciones. La Asociación Faunística en esta parte de la isla, para esta unidad, está determinada - por la presencia de microfósiles, especialmente moluscos (ostras, pelecípodos y gasterópodos); los mismos que han sido encontrados especialmente en las localidades de Punta Españo

1a, Tabor y Puerto Puná; foto N° 12.

Entre los fósiles identificados a nivel de especie y cuyo análisis se hace constar en el anexo se tiene:

Anadara (Larkinia) Grandis

Anadara (Rasia) Emarginata

Anomía Peruviana

Turritela Lentiginosa

Chlamys (Plagiectenium) Circularis

Natica (Naticarius) Othella

Natica (Naticae) Chemnitzi

Pinnidae, Pinna Sp.

La tabla N° 5, representa un cuadro de la fauna fósil encontrada para este Miembro, juntándose en la misma la ubicación cronoestratigráfica que nos revela una edad correspondiente al Plioceno. Como se puede apreciar la fauna fósil es bastante pobre y por lo general se encuentra mal preservada, añadiéndose aún más, la falta de una documentación bibliográfica completa, hacen que la determinación sea bastante difícil.

En la línea sísmica MW10, coordenadas (6.164 - 96.918) (Figura N° 11) se encontró un ejemplar de microfósil: gasterópodo pulmonado (*Planorbis*), determinativo de ambientes de aguas tranquilas (lagunares o estuarinos).

En cuanto a foraminíferos, no se ha encontrado en ninguna de las muestras analizadas para esta área, ni se tiene conocimiento de algún reporte que acredite su presencia.

La presencia de moluscos especialmente de ostras, asociados con factores texturales y litológicos presentes en varios sectores señalados dentro del Miembro Placer, nos refleja una depositación en aguas marinas poco profundas a salobres, existiendo además evidencias de condiciones deltaicas a estuarinas, donde figuran las direcciones de corriente fluctuantes que permiten inferir que son estas últimas condiciones, las que jugaron un papel importante dentro de la sedimentación del Miembro Placer.

El espesor medido en la sección estratigráfica no llega a los 100 m, pero se estima sea cercana a los 1000 m, considerando la información de pozos; el pozo Placer, perforado en el sitio Cerro Malo, coordenadas (6.121 - 96.903), atravesó más de 450 m. correspondientes a esta formación, mientras

que los pozos Fe y Lechuza en el Sur de la isla, registran - una potencia para este miembro de 330 y 970 m., respectivamente.

Mediante los registros de los pozos mencionados anteriormente se ha determinado que este miembro suprayace aparentemente en concordancia a la Formación Progreso.

#### 4.2.4. Formación TABLAZO

Esta formación se la ha localizado en la parte Norte y Noroccidental de la Isla, donde se presenta en gran extensión.

Su constitución litológica lo forman, coquinas, areniscas calcáreas y conglomerados con megafósiles marinos, reconociéndose las en superficie y en subsuelo por sus vestigios y por su forma de terrazas. Se la encuentra aflorante en acantilados muy especialmente en Subida Alta, donde se presenta en estratos - con estratificación cruzada de más de 1 m., y en exposiciones que alcanzan los 15 m., (foto N° 3).

Hacia el Oeste de Puerto Puná, se presenta un tipo especial de tablazo, constituido por limo arcilloso, interestratificado - con arena fina rojiza con gran contenido calcáreo y megafósiles

escasos, presentándose en capas de poco espesor, sensiblemente horizontales, lo que induce a pensar en depósitos de terrazas formados en ambientes estuarinos.

Los caracteres paleontológicos para esta formación no son completamente definidos; habiéndose reconocido entre su fauna megafósiles tales como ostras y pectens, que se presentan con gran abundancia en capas consolidadas y por consiguiente mal preservados. Los fósiles de esta formación tienen en la actualidad especies vivientes contemporáneas, por lo que resulta difícil encontrar elementos marcadores de edad.

Según los estudios realizados por R. Hoffstetter (1948), las conchas de moluscos y demás restos fósiles existentes en los Tablazos representan una fauna Pleistocénica que se rejuvenece gradualmente en el orden de sucesión cronológica de los tablazos del 1º al 3º apareciendo más y más especies actuales en los Tablazos modernos. El mismo autor ha diferenciado fósiles típicos del Pleistoceno Inferior, Medio y Superior para esta formación.

Por sus características litológicas y paleontológicas se estima a estos depósitos como de tipo sublitorales marinos puestos de manifiesto en superficie como producto de varias fases de levantamiento epirogenéticos.

El espesor calculado para esta formación en la isla, se estima que varia entre 5 y 30 m. En otras zonas costeras, se han reportado espesores variables.

Su relación estratigráfica subyacente se la ha relacionado concordantemente con la Formación Progreso, y suprayacentes se encuentran depósitos aluviales.

#### 4.2.5. Depósitos Aluviales

Son depósitos superficiales con carácter netamente arenosos a limosos. Pudiendo diferenciarse dos tipos diferentes de aluviones de río o laguna y de estero.

Al primero corresponden los depósitos que se encuentran rellenando la cuenca de los ríos y está formado por arenas y gravas no consolidadas. Al segundo corresponden los salitrales que se forman como producto de la invasión de las aguas marinas en las partes bajas costeras por efecto de las subidas de mareas, se componen predominantemente de lodo (fango), lechos de arena fina y limos; adquiriendo estos depósitos - forma de terrazas.

Los fósiles que se encuentran en estos depósitos, están en



FOTO 5. Estratificación cruzada festonada en estratos de areniscas de grano fino; esta estratificación está marcada por surcos de capas carbonatadas.

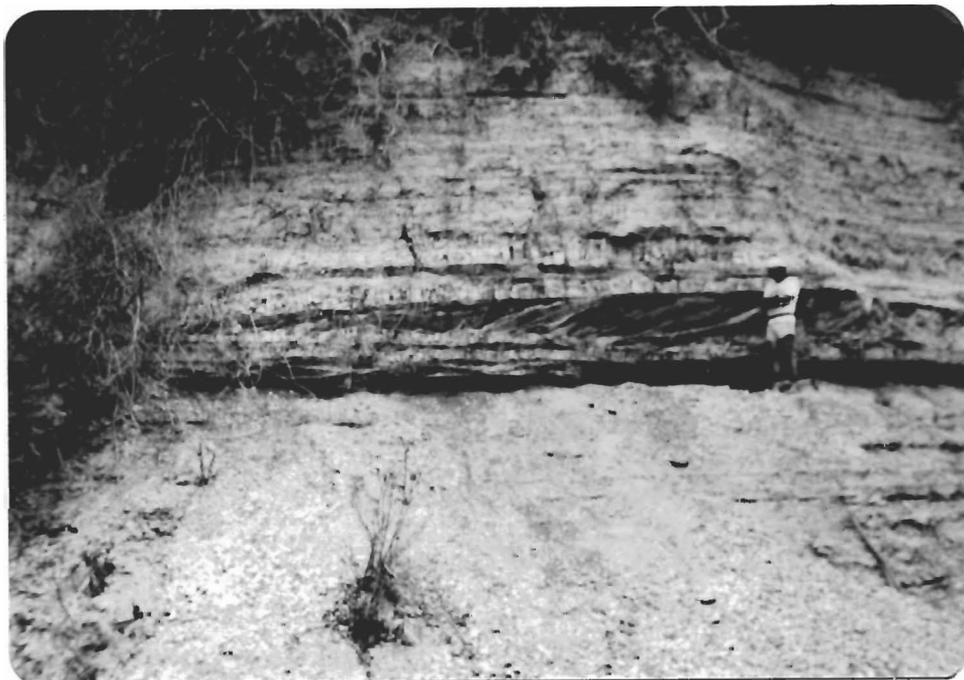


FOTO 6. Intercalaciones de lutitas tobáceas y areniscas grises de grano fino fosilíferas y con estratificación cruzada, dirección de corrientes hacia el Sur (Tabor).

con características estuarinas regresivas.

En la sección de Tabor, los estratos son de características detríticas, variando desde conglomerado hasta arcillas en secuencias cíclicas que mantienen una gradación granulométrica positiva. Este afloramiento se presenta en una potencia aproximada de 10 m.

Estas secuencias no son siempre completas, pero se evidencia una progradación de partículas gruesas a finas hacia arriba. Entre las estructuras primarias se nota: estratificación cruzada en areniscas y conglomerados, laminaciones en los limos y presencia de raíces en los limos y arcillas.

En las muestras tomadas W 116 T. y W 117 T; corresponden a areniscas subredondeadas bien clasificadas muy poco arcillosas, no se observan microfósiles, pero sí moluscos mal preservados en las capas de areniscas grises con Estratificación cruzada.

Se desprende que el ambiente de depósito corresponde a una facies de canal.

forma de fragmentos dentro de los detritos, y corresponden a las especies que viven en el Reciente. Cubren un considerable sector del área mapeada, formando una cubierta superficial. Su espesor es difícil de precisar, pero se estima ser inferior a los 10 m.

#### 4.2.6. Interpretación de las secciones estratigráficas de la parte Nororiental de la Isla.

En la parte Nororiental de la Isla, se presentan acantilados con muy buenos afloramientos, que permiten establecer secciones estratigráficas en sus diferentes localidades (Figura N° 14). Estas secciones estratigráficas muestran variaciones texturales, que asociados con otros parámetros sedimentológicos, permiten inferir el medio ambiente de deposición. Estas secciones han sido descritas de manera puntual debido a que por lo general no es posible seguir la continuidad estratigráfica de estos depósitos; pero si es factible considerar a estas secuencias como secciones características del Plioceno.

#### Sección estratigráfica Puná - Meza y Tabor.

La sección Puna - Meza representa una potencia aproximada

de 60 m., donde los estratos ligeramente buzcan hacia el norte (10-15°), notándose secuencias que varían en tamaño desde conglomerados hasta arcillas. Entre las estructuras primarias - se puede anotar, estratificación cruzada y ondulitas en las areniscas, laminaciones en areniscas y limos, estructuras en los limos y arcillas, presencia de raíces en las arcillas y limos.

La parte superior es decir los primeros 20 m., se ha comprobado un ambiente de playas por sus características litológicas y texturales, reflejadas en la buena clasificación de las arenas subredondeadas. En capas de arenas grises se encuentran fósiles (moluscos) que pocas veces están en buenas condiciones. Se puede inferir en las partes inferiores de la sección, secuencias gradacionales positivas que reflejan rellenos de canal y secuencias gradacionales negativas teniéndose en la parte inferior lutitas variando hasta conglomerado hacia la parte superior, que indicaría una etapa de depositación regresiva.

La presencia de diferentes características ambientales (subaéreas a submarinas) en esta sección, muestran las continuas variaciones sufridas en un ambiente deltaico estuarino con cambios rápidos producidos en un llano deltaico -

### Secciones Polvora a Concordia.

Se ha considerado en conjunto a estas secciones por que se presentan aledañas en capas subhorizontales, ocurriendo cambios laterales que no permiten seguir la continuidad de las capas, no siendo posible medir grandes potencias.

En la localidad pólvora (7 m), se tiene los mismos sedimentos detríticos que en Tabor, pero no en secuencias gradacionales ni cíclicas, presentándose conglomerados, areníscas, tobas y lutitas. Entre las estructuras primarias se tiene estratificación cruzada y laminaciones, sobresaliendo las intercalaciones de areníscas de grano medio a grueso y de lutitas tobáceas. Estas lutitas tobáceas interestratificadas son señales del volcanismo existente en el Plioceno y cuya erosión y deposición de los sedimentos se originó a partir de la Cordillera Occidental.

Al Sur de pólvora (10 m), se presenta una variación granulométrica de areniscas, limos y lutitas, notándose una variación en las condiciones de depositación por efecto del cambio en el poder energético de la corriente.

Los 4 m., de areníscas alternante con lutitas, muestran

depositación por corrientes que variaban periódicamente, manifestándose también un cambio de régimen en la depositación de las lutitas ( 4 m), en el periodo final de la secuencia.

Se tiene estratificación cruzada en las areniscas y laminaciones en los limos; no se presentan ni macro ni microfósiles en las muestras analizadas.

Al sur de Concordia (9.5 m), se tiene una secuencia cuya interpretación se la puede dividir en dos partes.

La inferior donde los sedimentos varían con una gradación ascendente pasando por arcilla, limo, areniscas que indicarían una depositación correspondiente a una etapa regresiva, destacándose la estratificación cruzada en la arenisca como estructura primaria. En los limos y areniscas finas se encuentra una gran variedad de moluscos (Gasterópodos y Pelecípodos) que permiten datar la secuencia correspondiente al Plioceno.

La sección Superior corresponde a sedimentos gruesos con un conglomerado basal gradando a areniscas, ambas con estratificación cruzada, que por su morfología infiere un relleno de canal producido en un medio fluvial. No existen fósiles.

Las intercalaciones finas de areniscas, limolitas y arcillas

con estratificación cruzada tipo ondulante y señales de excavamento, vistos en estas localidades indican las cercanías de un ambiente estuarino.

En conclusión estas secuencias formarían parte de un complejo progradante de tipo deltaico estuarino.

#### Localidad Punta Española (7 m).

Se presenta una secuencia clástica fluvial masiva. En la parte inferior Lutita fisible laminada de colores verdosos, su prayaciendo se tiene una capa de 4 m., de conglomerado con cantos redondeados color café; y en la parte superior 2 m. de areniscas de gran medio.

En las areniscas se encuentra estratificación cruzada planar, existiendo capas de arcilla intercaladas.

Las lutitas muestran una orientación N43E/13SE.

Cabe indicar que en esta zona es definido el Miembro Placer como tal, no siendo compatible la descripción litológica dada en el léxico con la que se ha visto en el terreno.

Sin embargo 600 m., al norte de esta punta, afloran en la -

playa por debajo de los conglomerados lutitas verdes y azulados, areniscas coquinoideas, con estratificación cruzada, donde encontramos la gran variedad de moluscos descritos por Pilsbry y Olsson que permitieron además ubicar a estos sedimentos como del Plioceno. (ver anexo C, Paleontología).

#### Localidad Punta Boquianchi (10 m)

En este sitio se encuentran capas bien estratificadas de limolita en la parte basal y lutitas fisibles hacia la parte superior.

Estos estratos tienen una coloración que va del gris amarillo al chocolate. Se encuentran interestratificadas capas de lignito de 2 cm. de espesor, material fósil y también yeso secundario controlado por diaclasas. No se encontraron fósiles en las muestras analizadas y el contenido de materia orgánica llega hasta un 30 %.

El rumbo de los estratos es N15W, existiendo fallas con la misma orientación que mantienen buzamientos fuertes hacia el Este.

Estos sedimentos finos fisibles se los puede seguir por unos

200 m, hacia la parte S. Suprayaciendo estratigráficamente se tiene areniscas friables de colores grises.

Las condiciones sedimentológicas encontradas en esta localidad, permite interpretar que en esta zona prevalecían las condiciones reductoras, teniéndose un medio ambiente de - aguas tranquilas de continentales a transicionales. No se encontró fósiles.



FOTO 7. Beech Rock. (Roca de Playa). Se presenta \* formando el sustrato en Punta Española. Areniscas con grietas rellenas de calcita.

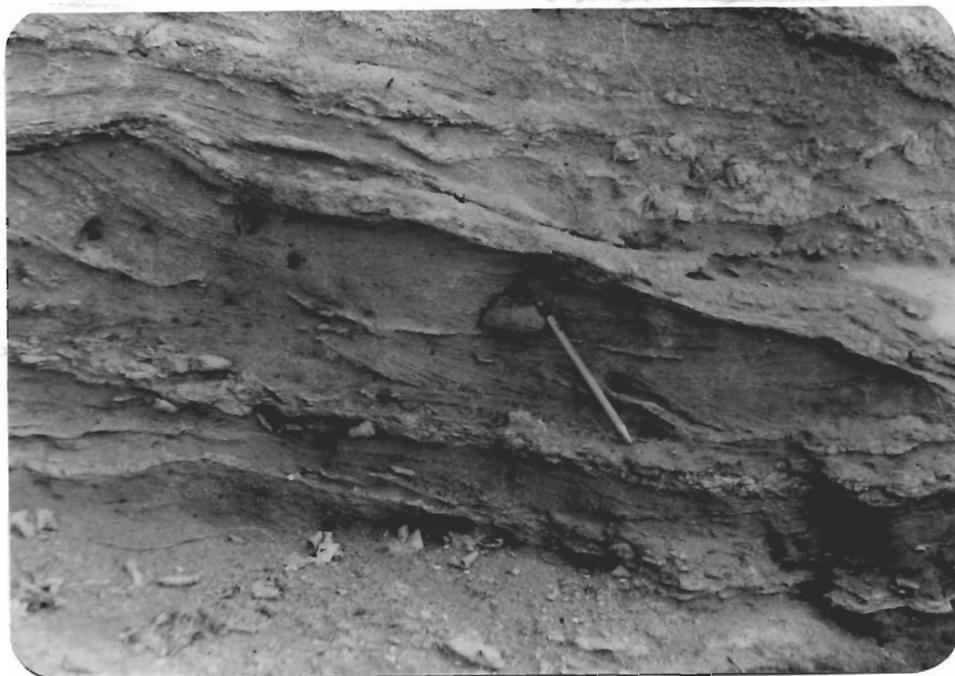


FOTO 8. Burrows. Huellas internas provocadas por - organismos en el interior del sedimento. (Arenas limosas con estratificación cruzada) frecuentes en los acantilados de la isla.

81°

80°

83

INAS

OCEANO PACIFICO

OCEANO PACIFICO

AYANGUE FEBRES CORDERO

ARAGON

CENTINELA-1 PENINSULA

LAS CAÑAS

Guayaquil

JAPONESA-1 SANTA ELENA

ANCON-1

SOUTH. ANCON

ENGUNGA-1

STO DOMINGO

PLAYAS

PLAYAS

DATA-1

POSORJA

SOLFO-1

ISLA PUNA

TIBURON-1 GOLFO DE GUAYAQUIL

LECHUZA 1

FE-1

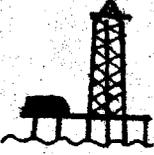
DOMITO-1

ESPERANZA STA. CLARA

3-AMISTAD AMISTAD-2

AMISTAD-4 AMISTAD-1

MACHALA



PERU

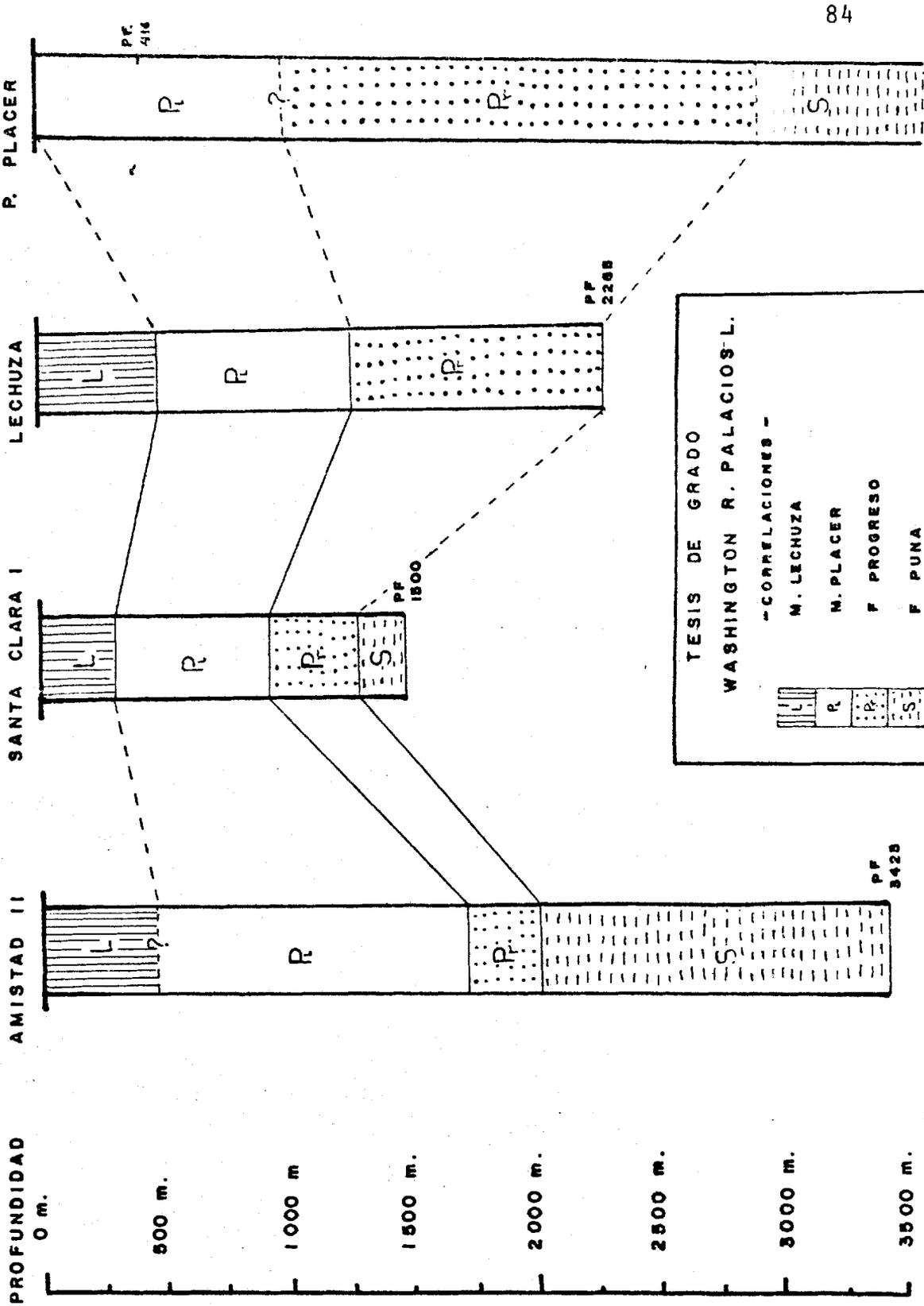
ESPOL.

TESIS DE GRADO

POZOS EXPLORATORIOS PERFORADOS EN LA CUENCA PROGRESO Y EN EL GOLFO DE GUAYAQUIL..

FIG Nº 7

AREA DE ESTUDIO



TESIS DE GRADO

WASHINGTON R. PALACIOS L.

"CORRELACIONES -"

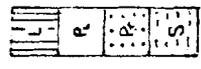
M. LECHUZA

M. PLACER

F. PROGRESO

F. PUNA

FIG. 55 R



## . GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Para la obtención de datos que permitan esbozar criterios que versen sobre los aspectos tectónicos que ocurren en la isla, nos hemos valido de la información que proporcionan las fotografías aéreas, las interpretaciones deducidas de las líneas sísmicas y de las observaciones registradas en el campo.

- Las fotografías aéreas a escala 1:60000, adolece de ciertas irregularidades que hacen que los rasgos geológicos no asomen con claridad, a consecuencia de la alta vegetación que cubre la isla, a los rasgos nublados que se presentan en la foto y también a que las líneas de vuelo no han cubierto toda el área mapeada; todo ello ha hecho difícil construir un mapa fotogeológico, pero si permitió deducir ciertos alineamientos trazados como fallamientos que se presentan al Sur del área estudiada; siendo sus direcciones NW-SE y E-W (mapa N° 10).

- Las líneas sísmicas interpretadas por CEPE, 1981 fueron de mucha utilidad en el conocimiento geotectónico del área, mostrándose una tectónica muy compleja (figura N° 15), deduciéndose tres sistemas de fallas predominantes.

Fallas de rumbo NO-SE, este sistema de fallas es consecuente con

lazamientos netos de pocos metros (Fotos N° 10 y 11).

En los mencionados acantilados se efectuaron 17 mediciones de fallas, que relativamente son escasos, pero que han permitido realizar un somero análisis estadístico. (Tabla N° 1).

En la figura N° 9 A, se muestra un histograma circular equireal, cuyo fin es reflejar la distribución preferencial de una distribución de datos. (Potter y Petyjohn, 1963). Efectivamente a partir del histograma se desprende que la mayor tendencia de los fallamientos es en dirección sensiblemente N75E, con buzamientos fuertes predominantes hacia el sur. Lo que en cierta forma es correlacionable con las direcciones de fallamientos deducidas a partir de las líneas sísmicas en la parte Nororiental de la isla.

En la figura N° 9 B, se muestra un diagrama de polos de acuerdo a la red de Wulf, deduciéndose una concentración de puntos hacia el norte lo que indicaría una orientación preferencial de las fallas, en el sentido aproximado E-O con tendencias buzantes hacia el sur.

TABLA N° 1

REGISTRO DE FALLAS EN LA PARTE NORORIENTAL DE LA ISLA

N70E/655	N50E
N75E	N75E/75SE
N45E/80NW	N80W
N-S/80S	N65W/62SW
N80E/80SE	N80E/70NW
N80E/64SE	N80W/82S
N75E/75SE	N60W/70SW
N20E/10W	N60W/80NE
N80E	

REGISTRO DE DIRECCIONES DE CORRIENTES

- S60W
- N-5
- N40E
- S60E
- N20W
- E-W
- S35W
- S30W

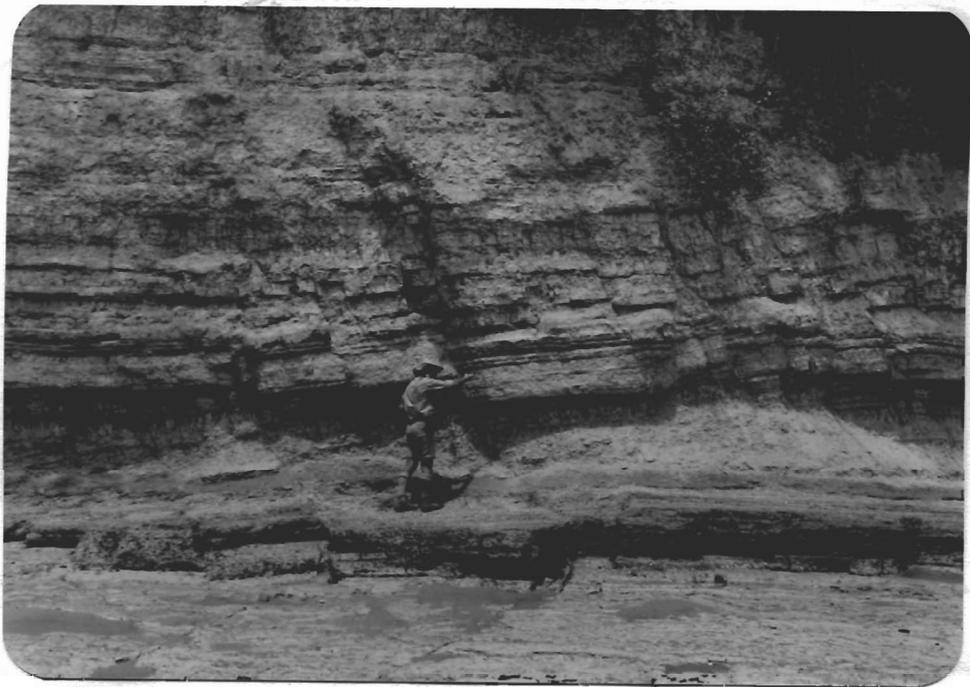


FOTO 9. Juego de fallas normales de gran ángulo (N70E/75N) frecuentes en los acantilados (Punta La Meza)

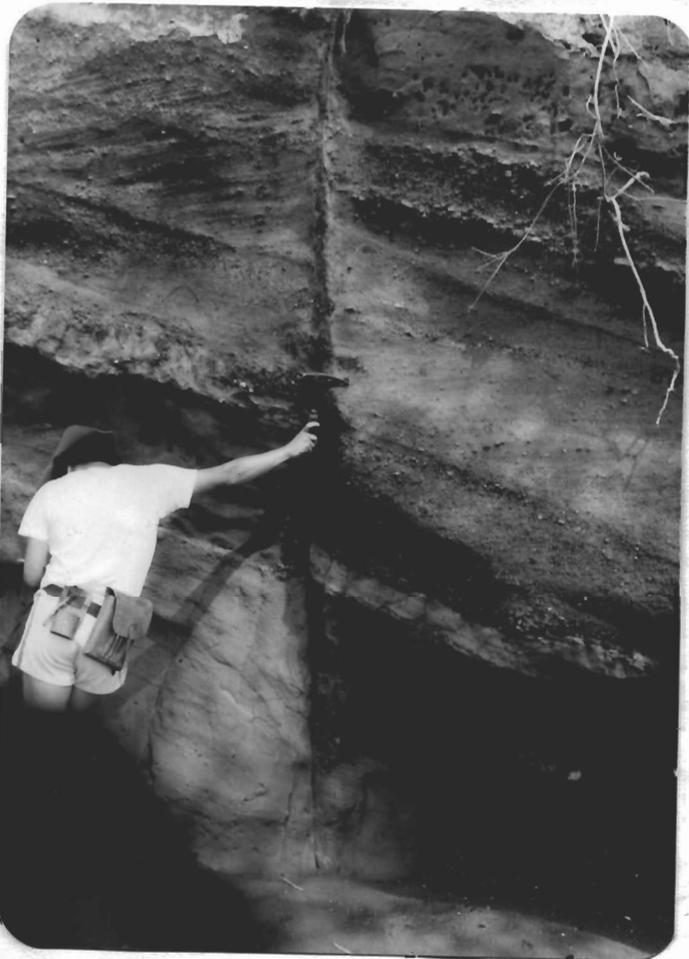


FOTO 10. Falla normal de gran ángulo, que afecta a secuencias detríticas que varían desde arcilla hasta conglomerado.  
N70E/80N  
Desplazamiento Neto:  
0.7 m. (La Polvora)

DIAGRAMA CIRCULAR EQUIAREAL. CON ORIENTACION DE LA DISTRIBUCION DE LAS FALLAS ( POTTER y PEHIJOHN, 1963) 90

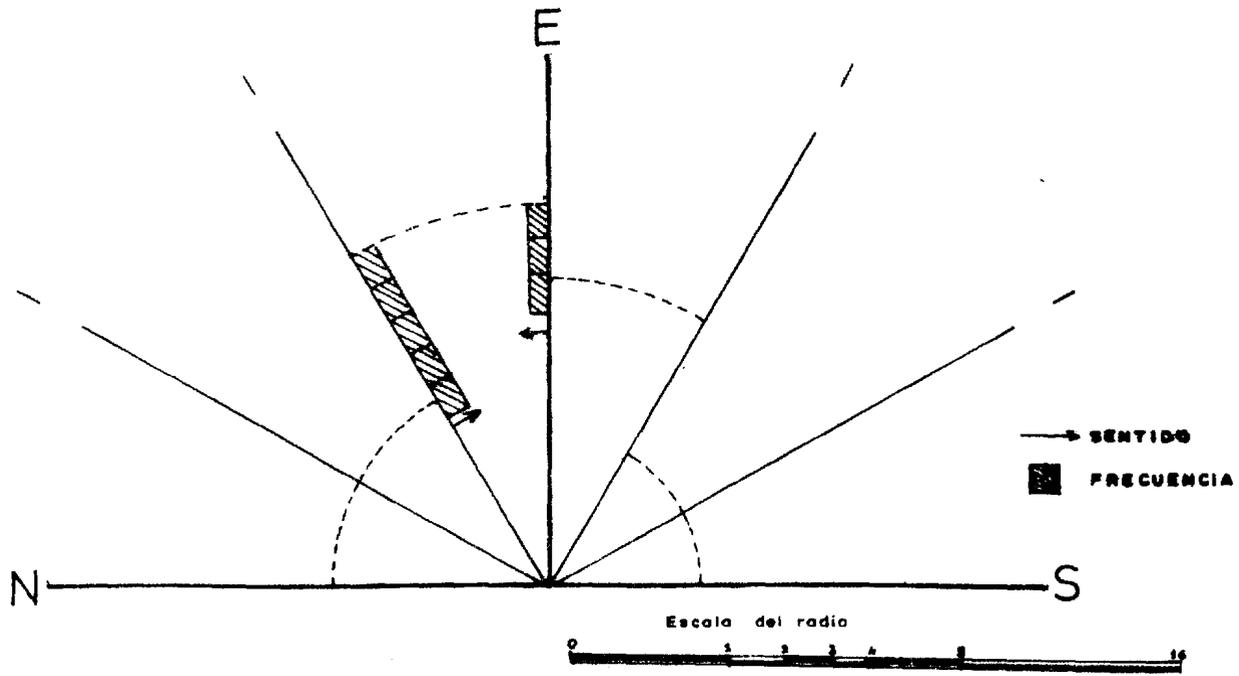
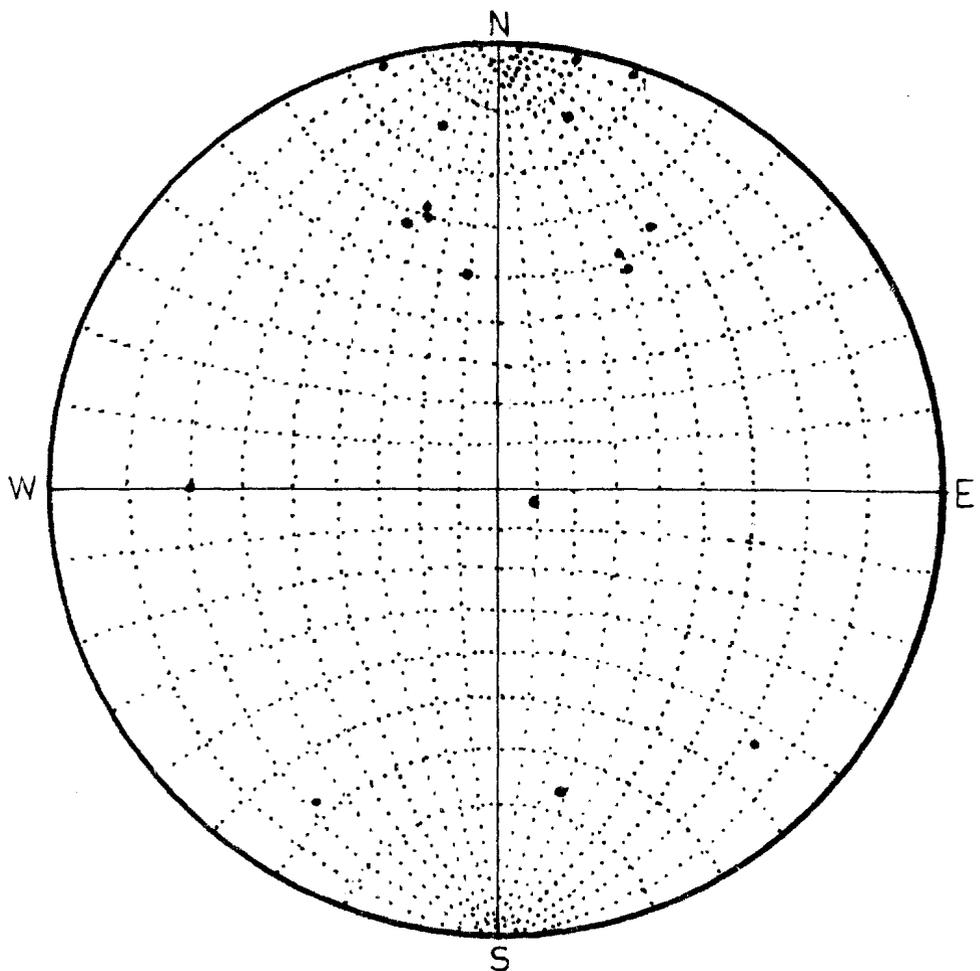


DIAGRAMA ESTEREOGRAFICO MOSTRANDO LA UBICACION POLAR DE LAS FALLAS



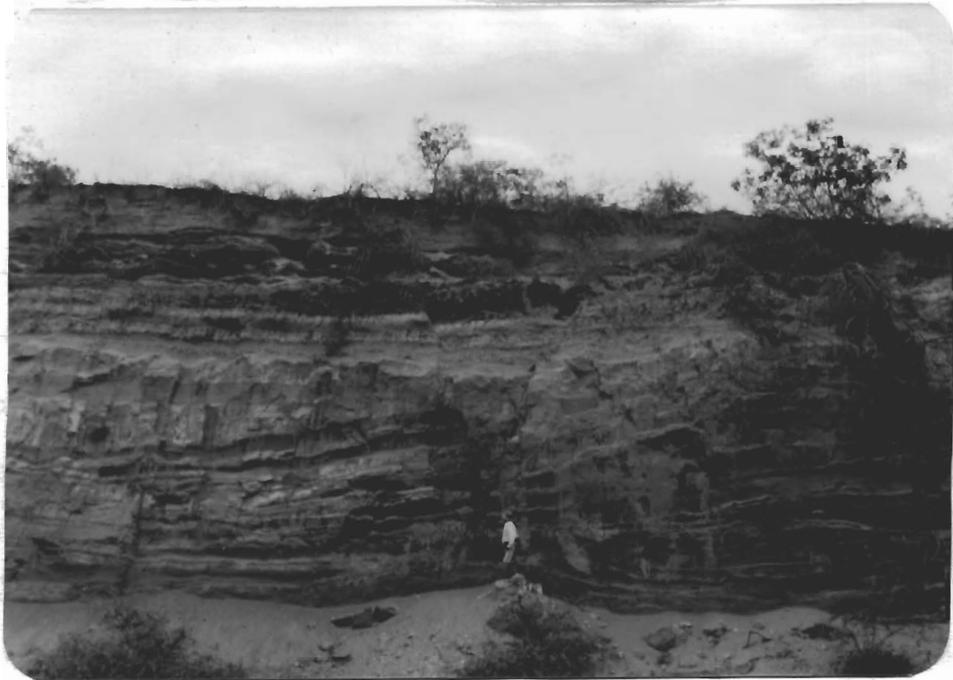


FOTO 11. Pequeño graben, formado por fallas lístricas con rumbo N80E y N80W. Desplazamiento Neto = 0.6 m. (Sur de Punta Mandinga).

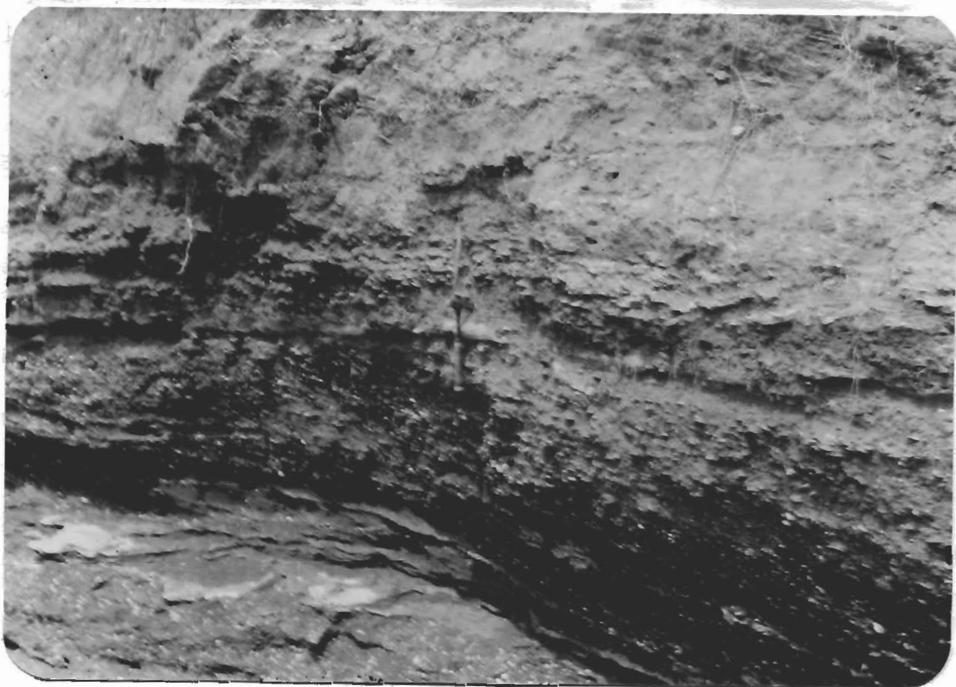


FOTO 12. Banco de moluscos (ostras, pectens y gasterópodos) en capas limo arenosas. (Punta Española).

#### 4. GEOLOGIA HISTORICA

El Cretácico que es de esperarse forme el Basamento, no aflora en el área de estudio ni en toda la isla Puná, pero probablemente es té constituido por las formaciones Piñón y/o Cayo, el mismo que - por informaciones gravimétricas y aeromagnéticas se estima estar a una profundidad promedio de 4.000 m. En la parte centro occidental el basamento se encuentra levantado formando dos subcuencas - distintivas, una hacía el Norte y otra hacía el Sur. (figura N°16).

Estimando la información que se tiene de los pozos en el Golfo, - (Amistad I, Esperanza, Domito I), se conoce que las formaciones - aflorantes en la Cuenca de Progreso, se encuentran también formando parte de la secuencia estratigráfica en Puná, con la misma historia deposicional; lamentablemente los pozos perforados al Sur de la Isla , solo alcanzan a sedimentos considerados como Progreso en el Pozo Lechuza, (2.285 m)y a la Formación Subibaja en el Pozo Fe (3.754 m).

De acuerdo a la fauna encontrada en las unidades que aparecen en la zona de estudio, estas no son más antiguas que el Mioceno (ver tabla N° 6 y 7), teniéndose como formación más antigua aflorante a la Formación Subibaja, cuyos depósitos corresponden a mares medianamente profundos, producidos en etapas regresivas. Esta sec

ción estratigráfica datada como Mioceno Inferior a Medio, ha sido considerada como la principal unidad de reservorio en el Campo - Amistad. (P. Woodside, 1975).

Dentro de los sedimentos señalados como Mioceno y demarcados como Progreso en este trabajo, es probable que se tengan sedimentos in diferenciados que corresponderían a la parte superior de la For mación Subibaja, (Miembro Zacachum), que al igual que la Formación Progreso, representa facies marinas soméras.

Todo ello conlleva a establecer a esta región sedimentaria como formadora de una subcuenca de la Cuenca Progreso, cuya subsidencia y relleno empezó al final del Oligoceno, continuándose hasta el presente. A finales del Mioceno queda individualizado el Gra ben de Jambelí por la aparición de nuevas fallas de desplazamiento horizontal y por la continúa subsidencia.

La Formación Puná y su correspondiente Miembro Placer, aflorando solamente en la parte Nororiental de la isla, se lo puede vincular como respuesta a la presencia del Graben de Jambelí. En efec to estos fallamientos permiten concebir la Formación del Delta estuarino del Guayas, habiendo incidido corrientes marinas por el sur y corrientes fluviales por el norte, que han repercutido con sus efectos de transporte, erosión y deposición a la consti

tución y morfología de la isla. Así pues, el Miembro Placer es una fiel respuesta a la incidencia de estos factores con sus características geológicas, encontrándose dos diferentes tipos de ambientes deposicionales que se relacionan y se ponen de manifiesto en superficie:

- a. Depositación más antigua a partir de mares poco profundos. (ambientes litorales), reflejada en la presencia de limos arcillosos azules y arenisca gris muy fina, ambos fosilíferos.
- b. Depositación más joven a partir de medios continentales a transicionales, donde se tiene gravas, arenas gruesas y finas, careciendo de fauna fósil.

Estos dos tipos de ambientes deposicionales caracterizados por sus evidencias litológicas y paleontológicas, han requerido un análisis especial, el mismo que ha sido efectuado al interpretar las secuencias estratigráficas.

La depositación del Miembro Placer, ha sido atribuido al Plioceno por la fauna de moluscos existentes, (veáse cuadro de rango estratigráfico), lo cual es corroborado por las determinaciones

efectuadas por Pilsbry y Olsson en 1941, estando aflorantes por efecto de un levantamiento diferencial ocurrido a finales del Plioceno.

Como producto del relleno marino ocurrido en el Pleistoceno, se forman las terrazas marinas o Tablazos, que emergieron a lo largo de la zona costera occidental de la isla, por efectos de levantamientos epirogenéticos ocurridos en el Holoceno.

Es de esperarse que como producto de la Orogenia Andina iniciada a finales del Mioceno, se desarrollen una gran cantidad de pliegues y fallas, así como también el rejuvenecimiento de fallas antiguas y una gran actividad estructural, que se estima ha proseguido hasta hoy.

## CAPITULO V

### CORRELACIONES GEOLOGICAS

Establecer correlaciones geológicas en la zona de estudio tanto en superficie como en subsuelo y relacionarlas con otras áreas resulta bastante complejo, debido basicamente a la poca información con que se cuenta para el efecto, no obstante es posible realizar una correlación ajustada a esa limitada información, otros inconvenientes para una completa correlación son los siguientes:

- a. No existen pozos que brinden información litológica ni petrofísicas en el área, contándose únicamente con el Pozo Placer de carácter superficial (415 m), perforado por la IEPC en 1954, que proporciona una información litológica vaga.
- b. Los pozos que han sido perforados hacia el sur (Lechuza, Campo - Amistad, etc.), prestan poca atención a los sedimentos del Neógeno, centrando únicamente su atención a las zonas de interés hidrocarburíferas, por lo que la información es insuficiente y muchas de ellas se encuentra en informes y reportes privados.

- c. La información emanada de las líneas sísmicas, si bien es muy valiosa presenta dificultades para su interpretación, en vista de que la tectónica del área es muy compleja, fallas y levantamientos del basamento afectan los análisis de velocidades y dificultan una resolución de buena calidad, por lo que se hace difícil seguir la continuidad de los horizontes y establecer una correlación basada en los reflectores.
- d. Otro factor que incide en el establecimiento de una correlación, es que la isla dentro del contexto de la geología histórica del Golfo de Guayaquil, presenta particularidades que no se encuentran o al menos no se han descrito en otras áreas.

#### 5.1. CORRELACION ESTRATIGRAFICA

De las unidades identificadas en la Isla Puná, se desprende que la secuencia estratigráfica es muy similar a la encontrada en la parte continental de la Cuenca Progreso, destacándose como una excepción los depósitos nombrados como Placer, que formaría el único depósito dentro de la estratigrafía de la cuenca con características Deltaicas estuarinas; cubriendo los mismos una considerable área ( $\approx 60 \text{ km}^2$ ), habiendo sido formados antes de la deposición de los Tablazos.

La unidad más antigua aflorante sería la Formación Subibaja, la cual por su posición estratigráfica y por su similitud litológica y faunística con su homóloga en la Cuenca Progreso, ha sido denominada como tal.

La Formación Progreso y Tablazo, presentan similares características que las registradas en la parte continental, habiéndose inferido una relación estratigráfica normal entre las mismas.

La figura N° 7, muestra la ubicación de varios pozos exploratorios enmarcados dentro de la Cuenca Progreso y Golfo de Guayaquil, en los cuales no se reporta la presencia de la Formación Puná, excepto en los que existen en la isla (Fé y Lechuza). En varios de ellos, se tiene sedimentos denominados como Post-Progreso indiferenciados, sin que exista una clara demarcación y definición de lo que constituye la Formación Puná. En los Pozos Fé y Lechuza se ha tomado como parámetros diferenciativos los porcentajes de arena y los registros de pozos para establecer la presencia de la Formación Progreso y los Miembros Placer y Lechuza.

En el Pozo Santa Clara, sin perjuicio de lo antes dicho en la tesis de Grado de R. Vera, la secuencia de sedimentos encima de la Formación Progreso fue denominada como Formación Puná dividi

da en los Miembros Lechuza y Placer.

La figura N° 8 muestra una correlación estratigráfica de los pozos Amistad II, Santa Clara, Lechuza y la posible sección estratigráfica en la Isla.

## 5.2. CORRELACION ESTRUCTURAL

Como se mencionó con anterioridad, existen dos tipos de fallamientos predominantes que ocurren en la parte que compete a este estudio. Estas fallas por extrapolación se las puede vincular regionalmente a fallas que afectan la región costera, específicamente al sur de la Cordillera de Chongón Colonche.

El primer tren de fallas, que en la zona toma sentido sensiblemente Este-Oeste, se la ha correlacionado con el sistema de fallas - La Cruz que en la Península toma la dirección Noroeste-Sureste. Esta deducción se fundamenta en la información que prestan las líneas sísmicas analizadas por CEPE, (Figura N° 15). Este tren de fallas se estima que afecta al basamento, habiendo las mismas sufrido continuos reactivamientos.

El otro tren de fallas de dirección Noreste-Suroeste corta al anterior, por lo que se infiere como más reciente; se encuentra

estrechamente relacionadas con las fallas que dan lugar al graben de Jambelí que es una zona plenamente conocida como subsidente. Este tren de fallas posiblemente se continua hacia el sur atravesando el campo denominado Amistad, dando lugar a trampas controladas estructuralmente por dicho sistema de fallas. Al sur de la isla los geólogos de la DGGM estimaron un desplazamiento de más de 2000 m., correspondientes a este fallamiento.

Dentro de la total subsidencia del área, lo existente al centro - oeste de la Isla corresponde al levantamiento de Santa Elena (figura Nº 16) justificándose de esta manera la existencia de la isla como tal. La geomorfología de la isla es el resultado del levantamiento de Santa Elena estando limitada por la Falla Puná al NE con caída normal hacia el este, con lo que justifica la presencia morfológica del Canal de Jambelí.

Los dos sistemas de fallas mencionados anteriormente, caracterizan e imponen el estilo estructural del área y de toda la cuenca, y en ambos las fallas son normales, activas y de fuerte buzamiento.

Se puede concluir que la geoestructura del área es similar a la mayor parte del Litoral Pacífico Ecuatoriano, donde existe un in

tenso fallamiento en bloques, con sistemas de dislocamientos al parecer de carácter tensional.

Estos eventos tectónicos han debido jugar un papel trascendental en la evolución estratigráfica de la Cuenca, que se traduce en la formación de pilares y grabens, determinantes en los procesos de erosión y depositación del área. Sumase a ello los períodos de relativa estabilidad tectónica y las continuas reactivaciones de fallas antiguas al final de la Era Terciaria, como se estima ser el caso de las fallas La Cruz.

### 5.3. CORRELACIONES PALEONTOLOGICAS

La asociación faunística que se ha encontrado en la Isla Puná, permite correlacionar las Formaciones determinadas en este estudio - con las Formaciones determinadas en otras zonas de las Provincias de Guayas, Manabí y Esmeraldas, donde también se ha reportado similitud de especies. Cabe recalcar sin embargo que son pocos los especímenes que se prestan para correlación. Otro problema que disminuye el número de especies, es que el rango estratigráfico - atravieza hasta el Reciente. Por otra parte la Distribución Geográfica de dichas especies en ocasiones se extiende desde la Baja California hasta el Norte del Perú.

La identificación y correlación ha sido ajustada a la poca información existente, siendo su mayor dificultad la falta de catálogos que permitan identificar con mayor certeza las especies encontradas.

Para efectos de una correlación aceptable y por que el contenido faunístico así lo dictamina, dividiremos el estudio en Foraminíferos y moluscos.

Los siguientes foraminíferos han sido reportados en las siguientes unidades, que corresponden también a la fauna encontrada en Puná.

En la Formación Subibaja, Miembro Inferior Saiba, de la Cuenca - Progreso se tiene:

*Bolivina Caudriae*

*Bulimina cf. Falconensis*

*Buliminella ecuadorana*

*Plectofrondicularia californica*

*Robulus Americanus*

*Ubigarina cf. isidroensis*

*Globoquadrina venezuelana*

En lo que se ha denominado Formación Charapotó, ahora Onzole de la provincia de Manabí, se tiene los siguientes elementos correlacionables.

*Robulus americanus*

*Nonionella ecuatoriana*

*Buliminella uveriginiformis*

*Noniom obducum*

*Bolivina Charapotoensis*

En el Miembro Playa Grande de la Formación Onzolé en Esmeraldas, Cushman y Stainforth han reportado la presencia de:

*Globigerinoides quadrilobatus*

*Globigerinoides triloba*

Todas estas unidades, en base a su contenido faunístico han sido

citadas como correspondientes al Mioceno Inferior, lo que corrobora la datación hecha para la Formación Subibaja en la Isla Puná.

En lo que respecta a la fauna de moluscos, se tiene que en lo que se ha denominado Formación Progreso los ejemplares se encontraron mal preservados, por lo cual no cabe plantear ninguna correlación. No así para el Miembro Placer de la Formación Puná, en el cual se han estudiado más de 20 especímenes que han sido reportados también en otras zonas; así Shepard,(1930),cita para la Formación Canoa en Manabí una asociación faunística a nivel de género compuesta de:

*Turritella* sp.

*Olivella* sp.

*Cancelaria* sp.

*Arca* sp.

*Ostrea* sp.

*Pecten* sp.

*Natica* sp.

En la costa E de Esmeraldas (UIMBI) han sido coleccionados por

Wolf's e investigadas por Mr. G. Schacks los siguientes elementos correlacionables, determinándole una edad correspondiente al Plioceno.

Dosinia sp.

Pecten sp.

Arca sp.

Ostrea sp.

Corbula sp.

Olivella sp.

Cancelaria sp.

Polinices sp.

Turritella sp.

En la Isla Santa Clara (Vera R.), hace referencia a una fauna de moluscos que corresponden al Plioceno, y que a nivel de género comprenden:

Anadara sp.

Pinna sp.

Chlamys sp.

Pitar sp.

Dosinia sp.

Ostrea sp.

Relaciones cercanas de similitud de moluscos son citadas en otras zonas de Manabí y Esmeraldas - por Olsson (1941), quien logró hacer una zonación de fósiles del Neógeno, que encuadran fácilmente con la fauna fósil encontrada en la Isla.

En la Formación Tablazos se tiene fósiles que han dado lugar a la Conformación de estratos - lumaquéllicos, teniéndose ostras y pectens que por su mala preservación y por su gran variabilidad dentro de la fauna actual hacen difícil su de terminación y correlación.

#### 5.4. CORRELACION PETROGRAFICA

Las características petrográficas descritas en el Capítulo IV co

mo Formación Subibaja, encuentra equivalencia con el Miembro Inferior Saiba de la Formación Subibaja en la Cuenca Progreso. En ambas se destacan Limos arcillosos gris oscuro, que cambian a facies arcillosas gris claro y ocasionalmente a facies arenosas. También se encuentra correlación petrográfica con la parte basal de la Formación Onzolé en Manabí y Esmeraldas, que es descrita litológicamente como formada de limos arcillosos gris oscuro.

En la unidad marcada como Progreso resaltan: las areniscas - de colores claros cuarcíferas, localmente arenisca conglomerática y arenisca calcárea con presencia de megafósiles. Todo ello guarda estrecha relación con la descripción que se tiene de la Formación Progreso en la misma Cuenca Progreso. La Formación - Borbón en Manabí y Esmeraldas presenta características litológicas análogas con la Formación Progreso, por lo que Gubler y Ortynski (1966); plantearon su correlación.

Estas correlaciones litoestratigráficas en el caso de ser comprobadas nos impulsa a sugerir el uso de un nombre común para tales formaciones que a lo largo de la costa guardan características correlacionables y sin embargo mantienen nombres diferentes.

Petrográficamente el Miembro Placer presenta areniscas gris friables con variaciones de textura y tonos, algunas veces masivas y otras veces con estratificación cruzada, se presentan interestratificadas con capa de limo y arcilla suaves. Además tobas y conglomerados grises con cantos bien redondeados, habiéndose situado bancos de moluscos fósiles en las capas de limos y areniscas finas. Unidades análogas petrograficamente se ha reportado en la Costa de Manabí, al Sur de Punta Blanca hasta Punta Canoa. Así también han sido descritas unidades similares en la costa de Esmeraldas en Uimbi por Wolf y cerca del río Cachabí afluente del río Santiago, por Smith y Cameron, quienes diagnosticaron estos depósitos como de Lagoon o de mar interior sin determinar a que Formación pertenecían.

Una facies similar ha sido notificada en la Formación Sechura en el N.W. Peruano.

En la Isla Santa Clara se reporta la presencia de estratos de arenisca café amarillentas friables, que varían de colores claros a oscuros, destacándose además areniscas finas gris verdosa con bajo contenido de matriz arcillosa; limolita de color verdosa fosilífera; lutita de color oscura. Por lo que se deduce una parcial semejanza con lo que se conoce en Puná para el Miembro Placer.

En el Pozo Lechuza (Figura N° 7), se hace referencia al intervalo comprendido entre 490 y 1315 m., como correspondientes al - Miembro Placer, considerándose consistentes de lutitas y areniscas.

En los Pozos de Amistad, no se encuentra ninguna referencia de lo que constituiría la Formación Puná.

La relación de los Tablazos observados en Puná, guarda una estrecha semejanza con los que afloran en la parte costera de la Península de Santa Elena, ya sea por su morfología o por su litología clástica calcarea (Lumaquelas), que es el patrón característico de esta unidad.

#### 5.5. CARACTERISTICAS PETROFISICAS

Los sedimentos observados en la superficie, (Formación Progreso) consisten en una serie netamente detrítica, donde predominan las areniscas de grano medio a grueso, de regular a bien clasificadas y que en términos generales contienen poca cantidad de matriz arcillosa y bajo grado de cementación y compactación, incidiendo - todo ello para que estas areniscas presenten buena porosidad y sean consideradas de buena calidad como reservorio de agua y de hidrocarburos.

Los sedimentos detríticos calcáreos denominados Tablazos, dada su misma constitución y sobre todo la aún poca incidencia dia genética que ha afectado a estos sedimentos, hacen que estos presenten buena porosidad y permeabilidad como para ser con siderados como unidades reservorios.

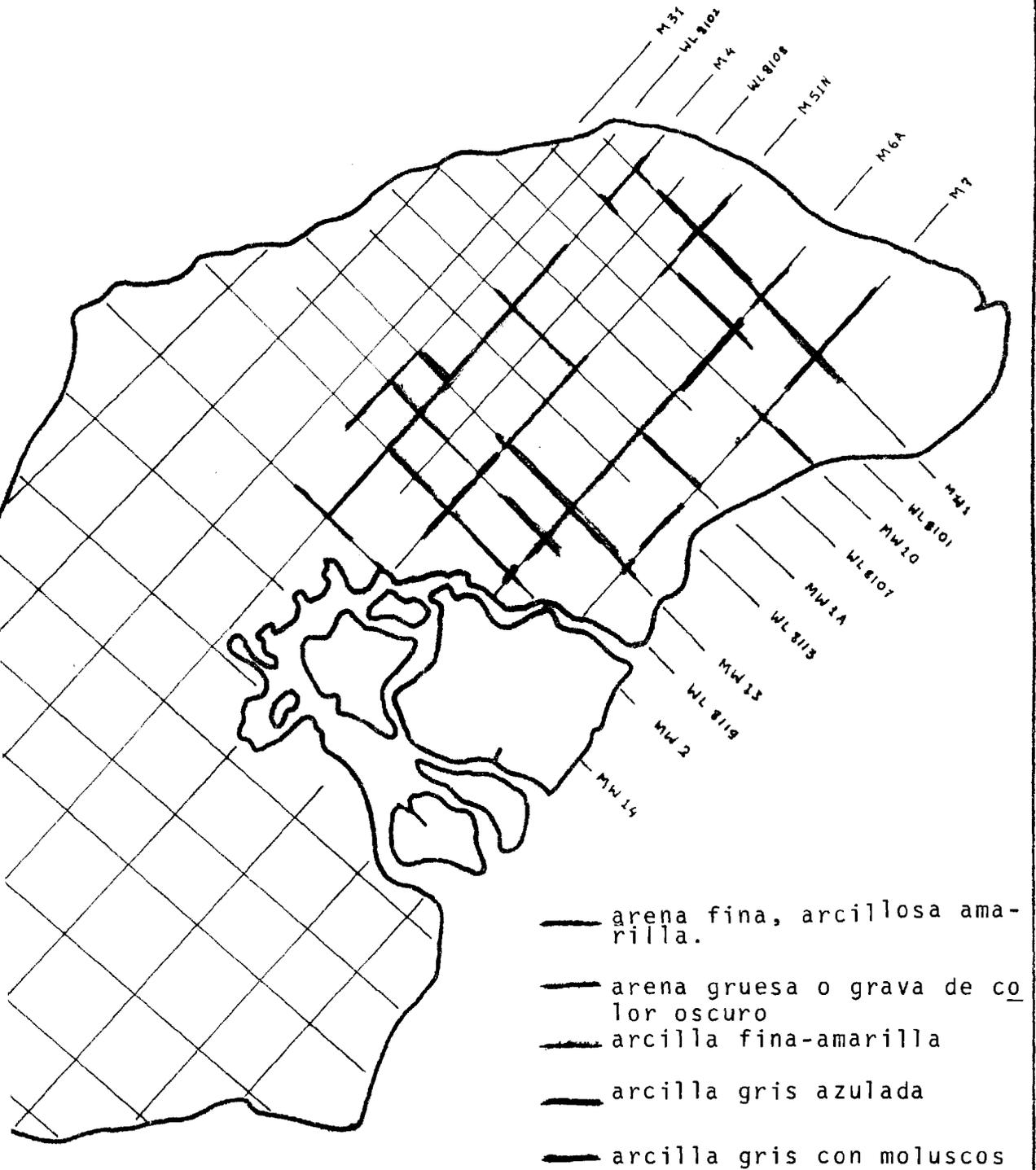
En efecto, en varias localidades señaladas dentro de este tra bajo como Formación Progreso y Tablazos se evidenció que a 15 a 20 m. de profundidad se encontraban manantiales de agua con gran producción que abastecía el consumo humano y de la gana deria. Lamentablemente al igual que en toda la Cuenca, las unidades del Mioceno Superior - Plioceno, han reportado esca sos indicios sobre la presencia de hidrocarburos.

En el Miembro Placer se tienen capas muy variantes en textura y granulometría, presentándose en los estratos de grano grue so poca compactación y una considerable cantidad de matriz ar cillosa, que conjuntamente con los sedimentos interestratifica dos de grano fino, condicionan para que esta unidad formacional presente baja permeabilidad.

Los sedimentos de grano fino especialmente las lutitas de la Formación Subibaja y del Miembro Placer, nos dan excelentes re

sultados del contenido de materia orgánica, (hasta 10 %). Tomando en consideración además la presencia de restos fósiles, vegetales y zonas donde han caracterizado ambientes reductores (manglares y marismas), conlleva a considerar estos sedimentos como rocas madre potenciales.

INTERPRETACION MACROSCOPICA DE LOS RIPIOS DE  
PERFORACIONES



# CORTE ESQUEMATICO DE LOS ACANTILADOS DE LA PARTE NORORIENTAL DE LA ISLA

S

PUNTA  
ESPAÑOLABUENOS  
AIRES

CONCORDIA

MAL PASO

POLVORA

LAS POZAS

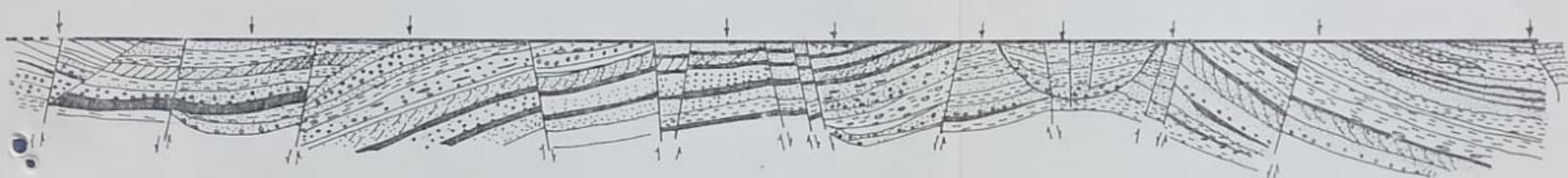
TABOR

LA MEZA

PUNTA

N

PUNA



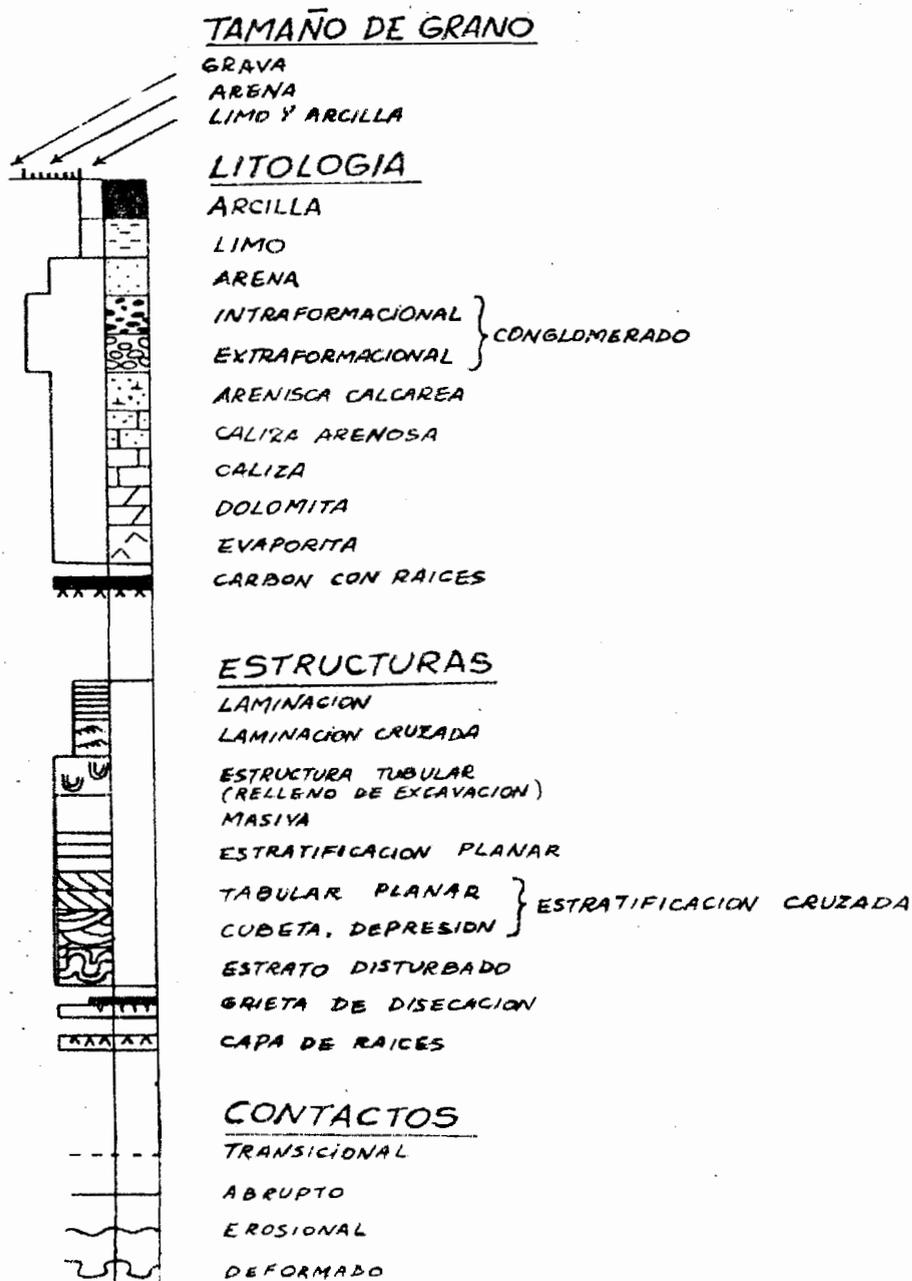
TESIS DE GRADO

Fig 13

"CORTE ESQUEMATICO"

-  Conglomerado
-  Arenisco
-  Limo
-  Lutito

WASHINGTON R. PALACIOS. L.



MOLOGIA USADA EN LA REPRESENTACION DE SECCIONES ESTRATIGRAFICAS  
 LLEY (1978)

Fig. #14

# SECUENCIAS ESTRATIGRAFICAS

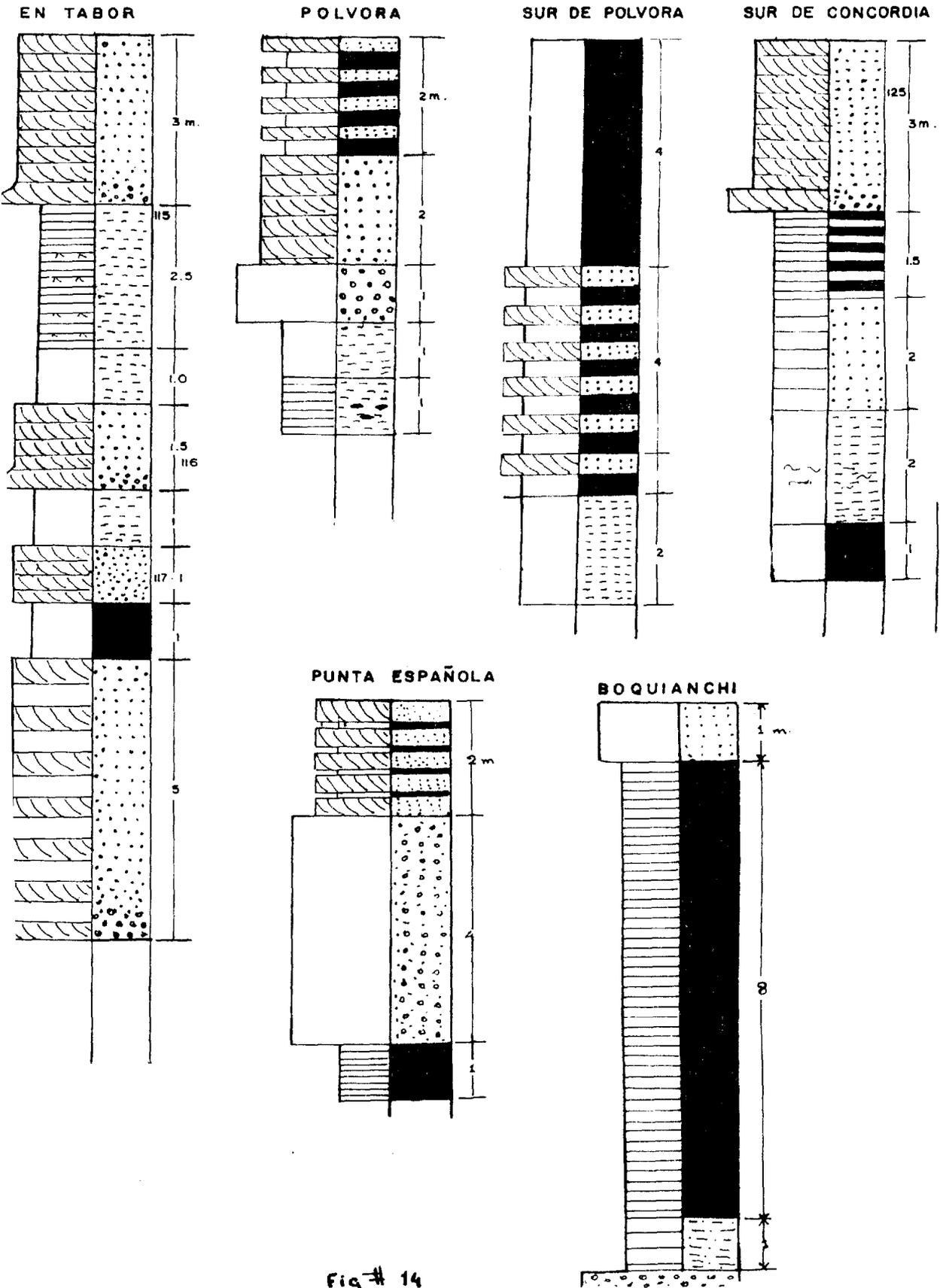
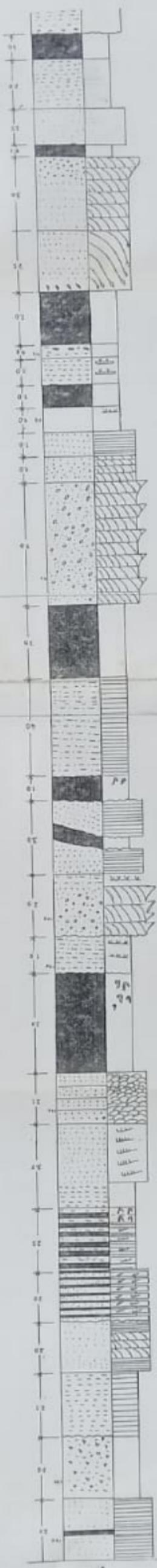


Fig # 14

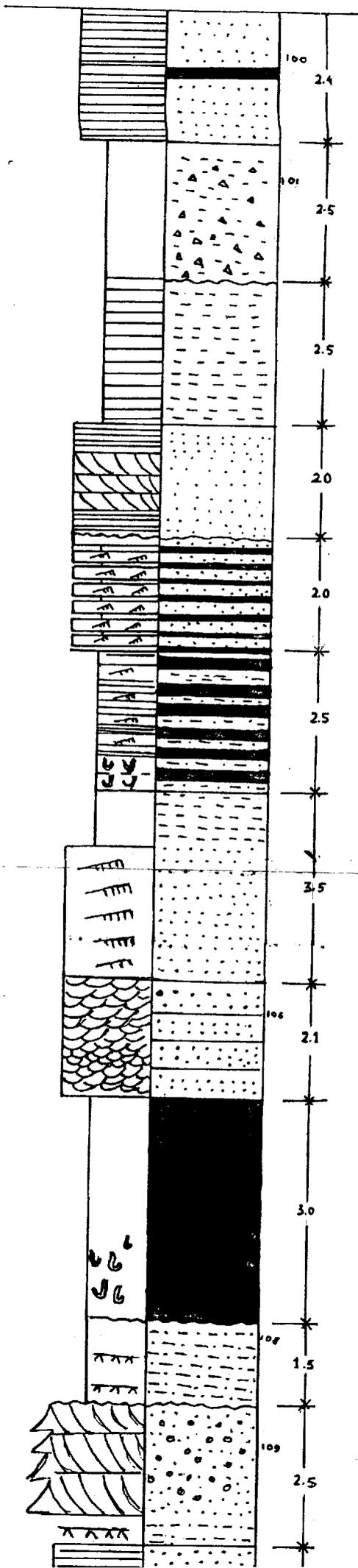
SECCION ESTRATIGRAFICA  
PUNA - MEZA

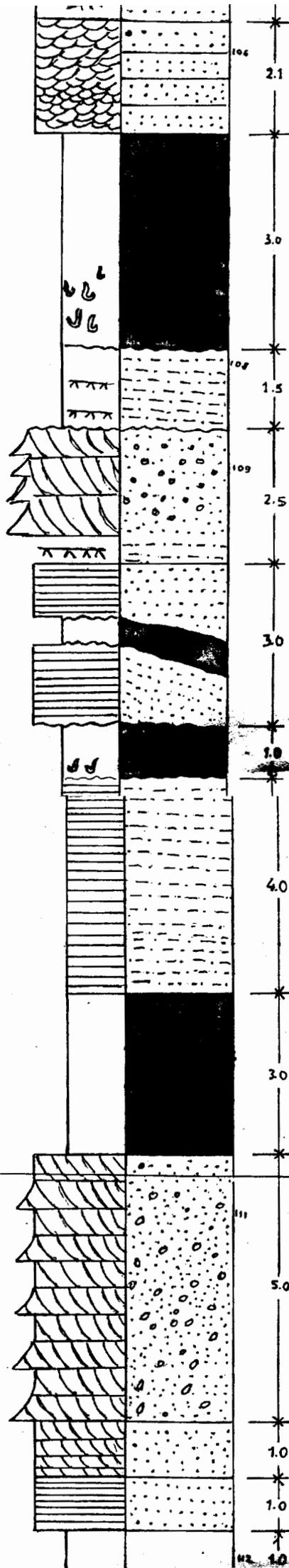


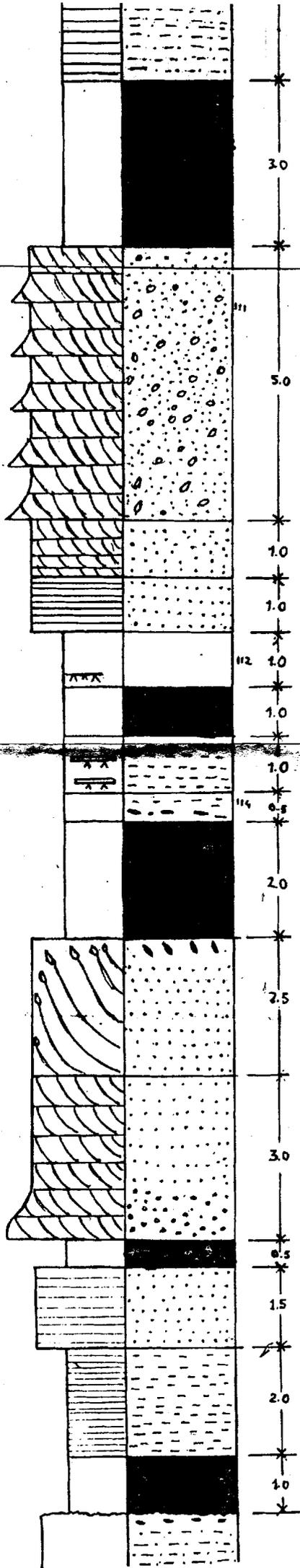
INSTITUTO GEOLOGICO  
ESPOL

Fig 14

# SECCION ESTRATIGRAFICA PUNA-MEZA







## CAPITULO VI

### GEOLOGIA ECONOMICA

#### 6.1. IMPORTANCIA ECONOMICA DE LA ZONA

El conocimiento geológico del área de estudio en el presente trabajo, constituye un aporte indiscutible al conocimiento del potencial económico del área. Pensemos que esta zona, tiene su principal potencial en la acumulación de hidrocarburos líquidos y gaseosos, contemplando esta posibilidad en la alta concentración de sedimentos en secuencias que favorecen la acumulación y entrapamiento de estos hidrocarburos. Debiéndose considerar asociadamente el potencial de minerales radioactivos, depositados en ambiente estratigráficos similares que estarían ubicados en los acñamientos estratigráficos (pinch - out) de la zona de Jambelí.

Estos y otros potenciales establecidos como riquezas geológicas se analizan en el presente capítulo. Pues el conocimiento de los bienes que la naturaleza nos proporciona, permitirá

establecer caminos con miras a una racional explotación y utilización de estos patrimonios naturales, propugnando de esta manera el desarrollo de nuestro país, y el bienestar de sus habitantes.

Se justifica entonces, el analizar la importancia económica de la zona, desde el punto de vista geológico, para lo cual es necesario seccionar y caracterizar cada una de las formaciones.

#### 6.1.1. Formación SUBIBAJA

Dada su constitución litológica, conformada por sedimentos sublitorales (limolitas oscuras y areniscas de grano fino ricas en foraminíferos), vemos que esta unidad se corresponde en edad y similitud a las descritas en el Campo Amistad como rocas generadoras de hidrocarburos, ubicándose a una profundidad promedio de 3.300 m., y datándose como del Mioceno Inferior a Medio.

En el área de estudio, si bien se tienen las mismas características físicas petrográficas para ser consideradas como roca madre, no se tienen mayores indicios para ser consideradas como tales; y quizás a mayores profundida-

des o más hacia el centro de la Subcuenca (Suroeste) reun na características como roca proveedora de hidrocarburos, como parece ser el caso del Campo Amistad.

Desde este punto de vista se justifica su consideración en el campo económico.

#### 6.1.2. Formación PROGRESO

De acuerdo al estilo estructural de esta zona y a su cons titución litológica, se presenta favorable como roca almacén de hidrocarburos y también para agua.

El considerar la Formación Progreso y sus niveles estra tigráficos en la Isla Puná, como buenos niveles recipien tes se debe a su relativa alta porosidad efectiva, a la poca cantidad de arcilla y material cementante, a la re dondez y esfericidad de sus granos, y a que básicamente está relleno toda la cuenca de su mismo nombre cons tatándose grandes potencias que en el centro de la Cuen ca, supera los 2.500 m., por lo cual es en esta zona don de debe dirigirse las perforaciones exploratorias.

### 6.1.3. Miembro PLACER

La facies deltáica, de este Miembro, tiene importancia económica basada en antecedentes históricos similares, donde se ha registrado como fuente importante de carbón, petróleo y gas.

La Formación de turba en un proceso típico de las marismas y pantanos de las llanuras deltáicas actuales, por lo que es obvio la relación sedimentológica entre las turbas actuales y los carbones antiguos.

Los deltas pueden contener cantidades importantes de petróleo y gas, debido a que están formados por lutitas marinas (roca madre potenciales) con intercalaciones de areniscas (roca almacén posible) hacia la parte superior de la paleopendientes.

Tomando en consideración la facies fluvial, presente en esta formación evidenciada en la parte N.O. de la isla, se desprende un interés hacia la prospección de petróleo, gas, metales y carbón.

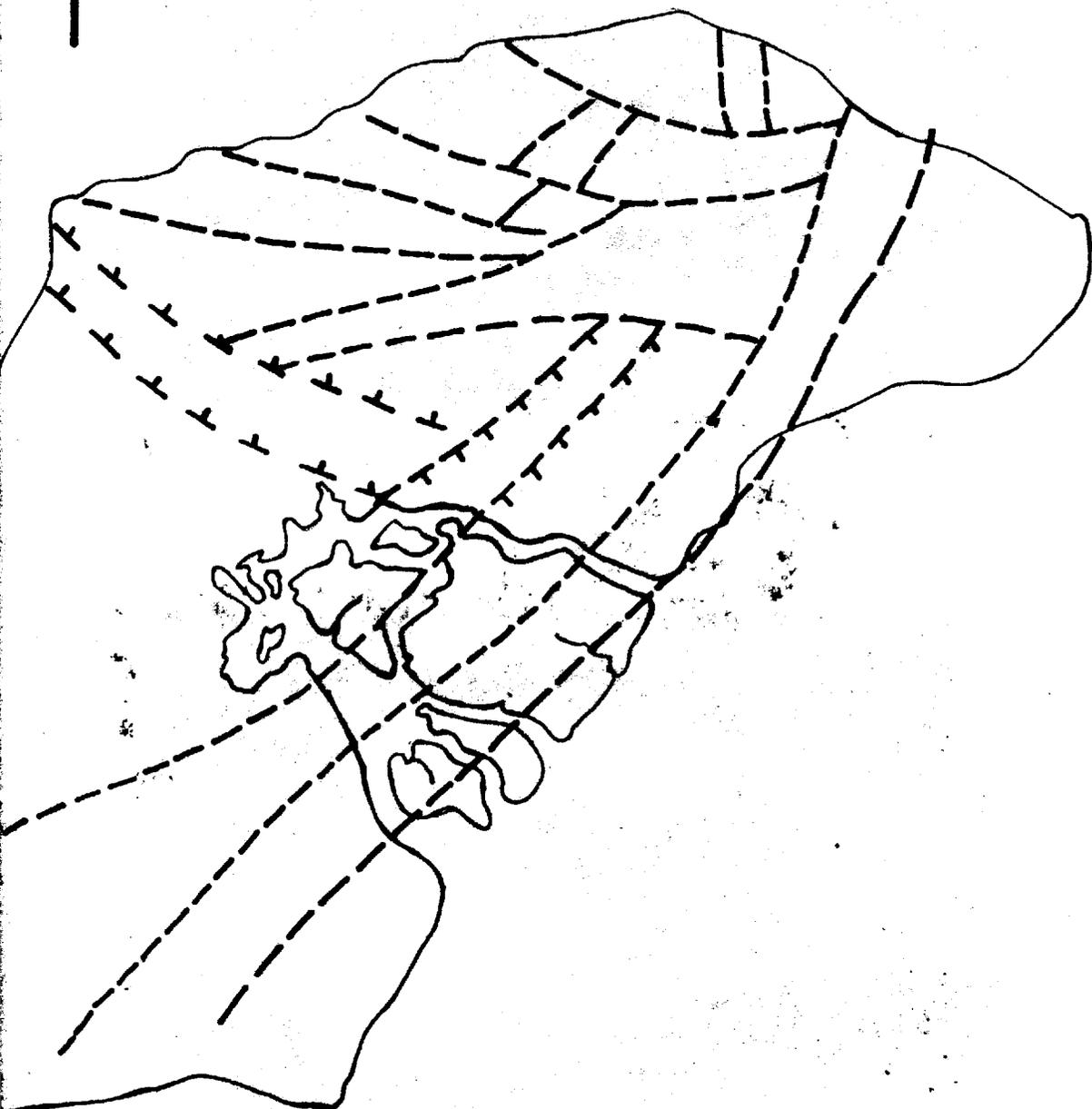
#### 6.1.4. Formación TABLAZO

De acuerdo a su constitución litológica, definida esencialmente como areniscas fosilíferas, estos pueden servir como rocas reservorios de agua o hidrocarburos, basando su condición en la alta porosidad efectiva.

De hecho, de observaciones realizadas en el campo se ha evidenciado que el nivel freático de agua se encuentra a pocos metros (15-20) en lugares enmarcados dentro de esta región; lo que da una gran pauta para que se realice una exploración acuífera regional en estas zonas, muy vital para el desarrollo agropecuario de esta región.

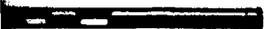
La composición altamente calcárea fosilífera de varios estratos hacen pensar en una ulterior utilización como alimentos balanceados siendo su mayor inconveniente la eliminación de detritos.

Otra utilización que se le puede otorgar a los tablazos, dependiendo de su grado de compactación, es como "tabla cal" para usos hornamentales.



ESCALA 1 : 240.000

5 10



**SISTEMA DE FALLAS**  
**PRINCIPALES EN LA ISLA**  
**PUNA**

TOMADO DE CEPE 1981

FIG. 15



FOTO 13. Lutitas Boquianchi; lutitas fisibles que -  
varian en tono, de chocolate, amarillas a  
azules, se encuentra madera fósil y material  
bituminoso. (Punta Boquianchi).

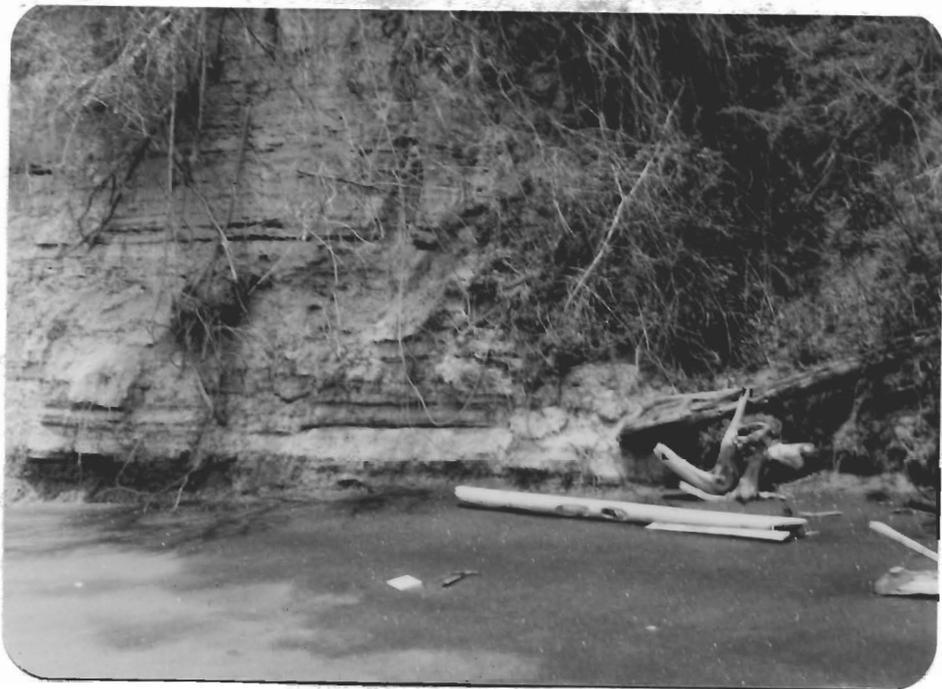


FOTO 14. Lechos de arena negra, con gran contenido  
de minerales pesados, (ilmenita, magnetita)  
de gran perspectiva económica; frecuentes  
en las playas de la isla.

### 6.1.5. Depósitos Aluviales

Presenta su interés económico fundamentado en la presencia de minerales pesados y de metales que han sido depositados gravitacionalmente por las corrientes u oleajes y que pueden constituirse en placeres con grandes perspectivas en la exploración de oro, platino y otros. Así se encuentran depósitos de ilmenita en las playas de la isla que conllevan a pensar en una explotación racional futura. Foto N° 14.

Considerando la presencia de salitres, como también la entrada del agua de mar hacia la parte baja costeras por efecto de las subidas de marea, resultando propicio condicionar estos lugares para el aprovechamiento de los materiales evaporíticos (sal, yeso, etc.).

### 6.2. POSIBILIDADES HIDROCARBURIFERAS

Toda prospección petrolífera tiene como objetivo esencial, el reconocimiento de las facies favorables para la génesis, circulación y acumulación de los hidrocarburos, estableciéndose también la asociación de estas facies y su repartición dentro

de una cuenca sedimentaria. Por lo tanto, uno de los objetivos consecuentes y de mayor significación dentro de un programa exploratorio, es el de realizar un mapeo geológico donde se refleje condiciones o una asociación de ellas, tendientes a localizar cuencas sedimentarias con posibilidades, de generar y/o acumular reservas de hidrocarburos. Es justificable entonces, el englobar la zona de estudio, dentro de un contexto más regional donde se conjuguen un mayor número de condiciones necesarias para descifrar y analizar las posibilidades hidrocarburíferas de determinada región.

Para hacer un balance estimativo de las posibilidades hidrocarburíferas de la zona, tenemos que remitirnos a las perspectivas que se ofrecen a lo largo del Litoral Ecuatoriano; así nuestra zona de estudio, está enmarcada dentro de una de las áreas de mayor significación desde el punto de vista geológico, como es el Golfo de Guayaquil, habiéndose constituido a la presente en una de las zonas más prometedoras dentro del quehacer petrolero del Ecuador.

Esta importancia se fundamenta en la evolución sedimentaria estructural que se genera en el Golfo y que ha permitido que se presenten zonas de acumulación de hidrocarburos, como se ha probado al sur del Golfo, concretamente en el campo denominado

Amistad (03°11' 20" latitud sur y 80°26' 40" longitud este) donde se ha estimado como reservas posibles un valor de 300 mil millones de pies cúbicos.

Como referencias potenciales de hidrocarburos dentro de la plataforma se tiene la existencia confirmada de gas en el Campo - Amistad, petróleo y gas en el Campo Albacora en el Perú, que son los aspectos más prometedores para el futuro petrolero de la región.

Por medio de campañas sísmicas realizadas por CEPE en 1975, se detectaron también a lo largo de la plataforma continental, 24 anomalías de mucho interés hidrocarburífero, siendo tarea actual de CEPE el realizar estudios más profundos (Geológicos, Geofísicos, Geoquímicos), tendientes a incorporar estas anomalías como futuras reservas del país.

El principal nivel de reservorio en el yacimiento Amistad lo constituyen rocas del Mioceno Medio, que básicamente está compuesta de cantidades iguales de areniscas de grano medio, presentando una excelente porosidad; el espesor de esta unidad alcanza hasta 1000 pies.

El área de la Cuenca Progreso, también se considera favorable, para generar y acumular hidrocarburos, estando centrados los objetivos, en el estudio de los sedimentos del Neógeno.

En cuanto a lo que respecta a la Isla Puná, las medidas de las posibilidades en nuestro estudio, basado en fotogeología y geología de superficie, se ha visto limitada para la investigación petrolera debido precisamente a la máscara superficial aluvial y al mismo suelo. Por lo cual se recurrió a otros métodos para desvelar estructuras y elegir puntos donde debe realizarse estudios de mayor determinación. Es así como la sísmica de reflexión nos revela en la parte norte de la isla un alto estructural como se ve en la línea M-1A (Figura N° 12). Esta estructura se encuentra en varios bloques cruzados por fallas más o menos significativas que forman un cierre importante.

Remitiéndonos a la posición misma de la isla, vemos que esta se encuentra ubicada bajo los bloques fallados conocidos como graben de Jambelí, desplazado hacia el Oeste de este graben.

El actual espesor de los depósitos en este graben es desconocido y ha sido varias veces estimado en base a sísmica de reflexión en unos 5.000 a 10.000 mts. de sedimentos comprendidos en

formaciones que corresponderían al Eoceno, Oligoceno, Mioceno y Plioceno. Depósitos sedimentarios de esta magnitud, pueden fácilmente proporcionar estratos con grandes perspectivas para originar y retener petróleo y gas.

El pozo Lechuza, al sur de la isla, alcanzó una profundidad - de 2270 m., habiendo sólo penetrado hasta los sedimentos del Mioceno Superior que corresponden a la Formación Progreso.

Pruebas realizadas sobre este pozo, no encontraron producción de petróleo ni de gas, sin embargo a 520 m., se encontró piedras sulfurosas y flujos de agua caliente.

80°10'

80°05'

129

# MAPA AEROMAGNETICO DE CONTORNOS REGIONALES

2°



13.000

12.000

11.000

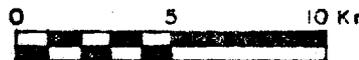
2°

7502

10.000

ESCALA 1: 240000

3



ESCALA GRAFICA

18.000

CALIFORNIA ECUADOR  
PETROLEUM. Co.  
1976.

FIG. 16

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La presente tesis correspondiente a la parte nororiental de la Isla Puná, concluye con la confección del mapa geológico (1:50.000) y de la memoria técnica del mismo, permitiéndonos además puntualizar los siguientes resultados.

1. En el área investigada se ha podido diferenciar las siguientes unidades formacionales: Formación Subibaja, (Miembro Saiba), Formación Progreso, Formación Puná, (Miembro Placer), Formación Tablazo y depósitos aluviales.
2. La Formación Subibaja ha sido reconocida en función de su asociación faunística y de su litología, diferenciándose un ambiente de aguas marinas de infra a circa litoral que corresponden al Miembro Saiba de la parte continental de la cuenca Progreso (Mioceno Inferior), no habiéndose diferenciado el Miembro Sacachum de la misma Formación.
3. La Formación Progreso, aflora en la parte Norte Central de la isla, donde se ha diferenciado y correlacionado -

con su homóloga en la parte continental por su litología y por su fauna de moluscos, siendo estos últimos, no diagnósticos en la determinación de edad, debido a su mala preservación en las muestras estudiadas.

4. El miembro Placer de la Formación Puná, se lo sitúa - en la parte Nororiental de la isla, correspondiendo su depositación a un ambiente transicional correspondiente a una facies deltaico - estuarina.

La determinación de una facies Deltaico-Estuarina para este Miembro, se sustenta en la presencia de una fauna fósil indicadora de aguas salobres, de la variada composición textural de los sedimentos, de la presencia - de estructuras sedimentarias propias de esta facies (estratificación cruzada tipo ondulante, restos de excavaciones), presencia de restos vegetales y de otros parámetros sedimentarios.

5. La Formación Tablazo que se presenta en la parte Norte y Oeste de la isla, es reconocida muy fácilmente por su forma de terrazas y por su constitución detrítica - calcarea con restos fósiles. En la parte Norte se encuentra este tipo de depósitos con variaciones textura

les presentándose terrazas limo arenosas muy finos, con relativa abundancia de restos fósiles que nos lleva a definirlos como un tipo especial de Tablazo de tipo estuarino.

6. Los depósitos aluviales cubren una gran extensión superficial, estando constituidos por limos y arenas, pudiendo diferenciarse dos tipos diferentes de aluviones: de río y de estero (salitrales).
7. La isla Puná obedece su configuración como isla, a eventos tectónicos que han incidido con sus efectos de subsidencia y levantamientos diferenciales, asociándose además efectos erosivos y deposicionales que demarcan la configuración actual de la isla.
8. Los efectos tectónicos se reflejan en la constitución misma del graben de Jambelí, bajo la incidencia de fallamientos que actuaron durante el Terciario. Entre estos fallamientos se tiene la falla de la Cruz, falla Posorja y fallas de dirección NE - SO, que atraviezan la isla.
9. Durante el Plioceno y Pleistoceno prosigue la sedimentación

tación, ocurriendo un levantamiento de las unidades formacionales en la isla, las cuales quedan al descubierto, tal como se verifica con las formaciones Subibaja, Progreso, Puná y Tablazos.

10. Resulta incuestionable la importancia que adquieren - los fósiles en esta tesis, como marcadores de tiempo, como elementos de interpretación estratigráfica y como elementos de correlación con otras unidades. Lamentablemente, no en todas las unidades encontradas se han tenido especies fósiles bien preservados y en relativa abundancia, siendo las más apropiadas para este fin las formaciones Subibaja y Puná.
11. Los fósiles identificados en el Miembro Saiba de la Formación Subibaja, corresponden únicamente a foraminíferos bentónicos y plantónicos, que de acuerdo a la asociación de los mismos, marcan un ambiente de aguas medianamente profundas.
12. En lo que concierne a la fauna fósil estudiada para el Miembro Placer, ésta se caracteriza por una abundancia relativa de bivalvos y gasterópodos, existiendo Anadaras que marcan claramente el carácter salobre de

las aguas en que vivieron, además la presencia de ostras y restos vegetales, conduce a pensar que el delta estuarino estaba bordeado por manglares sobre las raíces de los cuales estos animales suelen fijarse.

13. El Miembro Placer debe su variada composición litológica a la acción fluvial del Rio Guayas y a la influencia de los agentes marinos que redistribuyen la carga sedimentaria, de allí se tiene una mezcla de - composición variable.
14. La isla Puná a la vez que constituye un dique de contenCIÓN de los sedimentos provenientes de los rios, también es una fuente importante para la labor que - cumple la acción estuarina formadora de barras de arena.
15. Las continuas acciones de depositación, subsidencias y levantamientos ocurridos en la zona, con una similar historia deposicional que en la parte continental de la Cuenca, permite inferir una acumulación de unos 5 a 10 mil metros.
16. La Cuenca del Golfo de Guayaquil, se la considera de

excelentes condiciones para entrampamiento de hidrocarburo, basando esta condición en su historia tectónica, y en su subsidencia durante el Terciario.

Entre las recomendaciones tenemos las siguientes:

- Realizar un mapeo geológico del sur de la isla, con miras al conocimiento de las formaciones existentes, lo que permitirá interpretar y tener un mayor conocimiento de su historia geológica, su geotectonismo y sobre todo los procesos ambientales de gran importancia en el estudio de las posibilidades hidrocarbúferas.
- Hacer un inventario total de los fósiles, reconocidos en zonas del Ecuador, de acuerdo a las formaciones existentes y a su medio ecológico para poder efectuar correlaciones estratigráficas.
- Efectuar un análisis de todos los macrofósiles especialmente de los moluscos del Plioceno y Pleistoceno de toda la Región Costera, tratando de establecer las especies guías diferenciativas de estos períodos de tiempo.
- Establecer una correlación litológica y paleontológica de las formaciones de la Cuenca Progreso así como también con los pozos exploratorios existentes

en la Plataforma Continental.

- Hacer un estudio más exhaustivo de las formaciones diferenciadas como Mioceno en este trabajo y supuestamente incluídas como Progreso, donde presumiblemente se tenga a la vez el Miembro Zacachum de la Formación Subibaja, el mismo que necesita ser diferenciado o en su defecto explicar su ausencia.
- Realizar un estudio sobre lo que se ha dado en llamar Miembro Lechuza de la Formación Puná, ubicado por los Geólogos de la D.G.G.M. al sur de la isla, en la cual, su definición, su edad y su historia deposicional merece ser analizado con detenimiento.
- Reinterpretación de las líneas sísmicas en toda la isla y hacer estudios exploratorios de mayor envergadura (pozos, calicatas, etc.).

A N E X O S

A N E X O A

ANALISIS GRANULOMETRICOS

## ANALISIS GRANULOMETRICO

Para efectos del presente estudio, se ha efectuado un análisis granulométrico en muestras de superficie y de subsuelo. Teniéndose que contar para un eficiente análisis con una línea de procedimientos que dependen del tamaño y características de la muestra; para las arenas se tiene lo siguiente:

1. Selección y cuarteo de la muestra
2. Disgregación
3. Lavado y secado
4. Tamizado
5. Lectura de los pesos parciales

La selección y cuarteo de la muestra, es una regla importante en éste análisis; su objetivo es extraer una submuestra representativa del conjunto, para lo cual debe ser homogenizada y ser sometida al cuarteo respectivo, tomándose para el análisis una porción de 80 a 120 grs.

La disgregación tiene por objeto, la eliminación en el sedimento del cemento que dificulta el proceso de granulometría. Para el logro de ello, se le agrega una solución de pirofosfato de sodio al 2 %, de jándosela actuar durante 48 horas.

El lavado es precisamente la purificación de la muestra mediante el filtrado, donde se desaloja el cemento o la matriz arcillosa, para ello se utiliza el tamiz 230 (ASTM), luego se procede al secado en un horno a una temperatura de 110°C.

La muestra seca se la pesa y se la somete al tamizado, lo que se lo gra con un juego de tamises con subdivisiones de cada  $1/2 \phi$  . Los pesos retenidos en cada tamiz son leídos y tabulados para sus análisis estadísticos, mediante la construcción de histogramas, curvas de frecuencia, curvas acumulativa, etc.

La tabla N° 2 muestra los parámetros estadísticos, tales como Moda, Mediana, Uniformidad, Clasificación, asimetría y Kurtosis.

De acuerdo a los valores deducidos en la tabla N° 2, se ha caracterizado a los sedimentos analizados, tal como muestra la tabla N° 3 adjunta.

Para sedimentos finos (limos y arcillas), se usa el hidrómetro, que

basa su funcionamiento en la lectura de densidades, relacionándolas a la velocidad de decantación de los sedimentos; tomándose lecturas a intervalos de 1, 2, 3, 15, 20 minutos y 1, 2, 4, 7, 16, 24, 48 horas.

Con los resultados obtenidos, en función del porcentaje de arcillas limos y arenas, es factible plantearlos en el triángulo de Shepard (Figura N° 17), obteniéndose la clasificación textural del sedimento.

Este procedimiento ha sido efectuado para unas 35 muestras correspondientes a la Formación Puná; diferenciándose arenas arcillosas, limos, arcillas, etc., que dan una idea clara de la diversificación - granulométrica de los sedimentos para esta unidad.

T A B L - A    Nº 2

## PARAMETROS ESTADISTICOS GRANULOMETRICOS

143

M U E S T R A	M O D A	M E D I A N A	P R O M E D I O G R A F I C O	D E S V I A C I O N G R A F I C A S T A N D A R T	D E S V I A C I O N G R A F I C A S T A N - D A R T I N C L U I D A	A S I M E T R I A G R A F I C A	A S I M E T R I A G R A F I C A I N C L U I D A	K U R T O S I S
W295 D7	1.50	1.00	0.72	1.43	1.23	-0.20	-0.53	1.03
W133 D7	1.30	1.30	1.23	0.70	0.71	-0.02	-0.24	0.65
W172 D13	1.60	2.80	2.93	1.10	-----	0.18	-----	-----
W313 D6	4.00	3.66	3.55	0.30	0.28	-0.03	-0.03	1.00
W205 D13	2.00	2.03	-----	-----	-----	-----	-----	-----
W175 D13	2.50	2.25	2.29	0.44	0.50	0.14	-0.02	1.67
W367 D4	1.50	1.80	-----	-----	-----	-----	-----	-----
W215 D4	2.75	2.50	2.28	0.57	0.72	-0.56	-0.39	1.10
W243 DW1a	2.00	1.60	1.50	0.45	0.46	0.11	0.17	0.95
W11 P	1.60	1.60	1.63					
W 141 DW1A	2.00	2.60	-----	-----	-----	-----	-----	-----
W 108 P	3.60	3.30	3.32	0.37	0.42	0.07	0.00	0.90
W13 P	1.50	1.48	1.51	0.77	0.83	0.06	0.02	1.08
W169 DW1	1.50	-1.00	-----	-----	-----	-----	-----	-----
W193 DW1	1.50	0.75	0.70	0.92	1.08	-0.08	0.37	1.29
W116 T	0.50	0.45	1.18	0.53	0.67	0.16	-0.02	1.60
W445 DW2	B-m	0.70	1.03	1.70	1.50	0.29	0.16	0.77
W507PL	20	1.75	1.60	0.52	0.60	-0.43	-0.38	1.55
W115 D6A	0.5	0.30	0.40	1.05	1.07	0.14	0.06	1.02
W503P	2.0	1.50	1.47	0.55	0.61	-0.09	-0.09	1.29
W18 C	Bm	0.72	0.51	1.65	1.57	-0.19	-0.15	0.86
W111 C	Bm	0.72	0.74	1.50	1.50	0.02	0.00	1.02
W 510 P	2.0	2.05	2.12	0.45	0.50	-1.28	0.45	1.20
W239D13	2.0	2.25	2.08	0.50	0.57	-1.25	-0.67	1.14
W508 PL	2.5	2.30	2.40	0.45	0.45	-1.56	-0.66	1.00

TABLA Nº 3  
 CARACTERIZACION DE LOS SEDIMENTOS ANALIZADOS

144

MUESTRA	TAMAÑO	UNIFORMIDAD	ASIMETRIA	KURTOSIS
W 295 D7	Arena gruesa	mal clasificada	muy asimétrica hacia los tamaños gruesos.	mesocúrtico
W 133 D7	Arena gruesa	moderadamente clasificada	asimétrica hacia los tamaños gruesos	muy platicúrticos
W 172 D13	Arena media	mal clasificada	asimétrica hacia los tamaños finos.	leptocúrtica.
W 313 D6	Arena muy fina	muy bien clasificada	casí asimétrica	meso cúrtico
W 175 D13	Arena fina	bien clasificada	casí asimétrica	muy leptocurtica
W 215 D4	Arena fina	muy bien clasificada	muy asimétrica hacia los tamaños gruesos	mesocúrtico
W 243 DW1A	Arena media	moderadamente clasificada.	asimétrica hacia el tamaño grueso	leptocúrtica
W 11 P	Arena media	bien clasificada	asimétrica hacia los tamaños finos	mesocúrtica
W 108 P	Arena fina	bien clasificada	casí asimétrica	mesocúrtica
W 13 P	Arena media	mal clasificada	casí asimétrica	mesocúrtica
W 193 DW1	Arena media	mal clasificada	muy asimétrica hacia los tamaños finos.	leptocúrtica
W 116 J	Arena Gruesa	moderadamente bien clasificada	casí asimétrica	muy leptocúrtica
W 445 D W2	Arena gruesa	mal clasificada	asimetría hacia tamaños finos.	platicúrtico
W 507P	Arena media	moderadamente bien clasificada	muy asimétrica hacia tamaño grueso	muy leptocúrtica.
W 115 D6A	Arena gruesa	mal clasificada	casí asimétrica	mesocúrtica
W 503P	Arena media	moderadamente bien clasificada	casí asimétrica	leprocúrtica
W 18C	Arena gruesa	mal clasificada	asimétrica hacia los tamaños gruesos	platicúrtico
W III C	Arena gruesa	mal clasificada	casí asimétrica	mesocúrtica
W 510	Arena media	moderadamente bien clasificada	muy asimétrica tamaño grueso	leptocúrtica
W 239 D13	Arena media	moderadamente bien clasificada	muy asimétrica tamaño grueso	leptocúrtica
W 508 PL	Arena fina	bien clasificada	muy asimétrica hacia tamaños gruesos	mesocúrtica

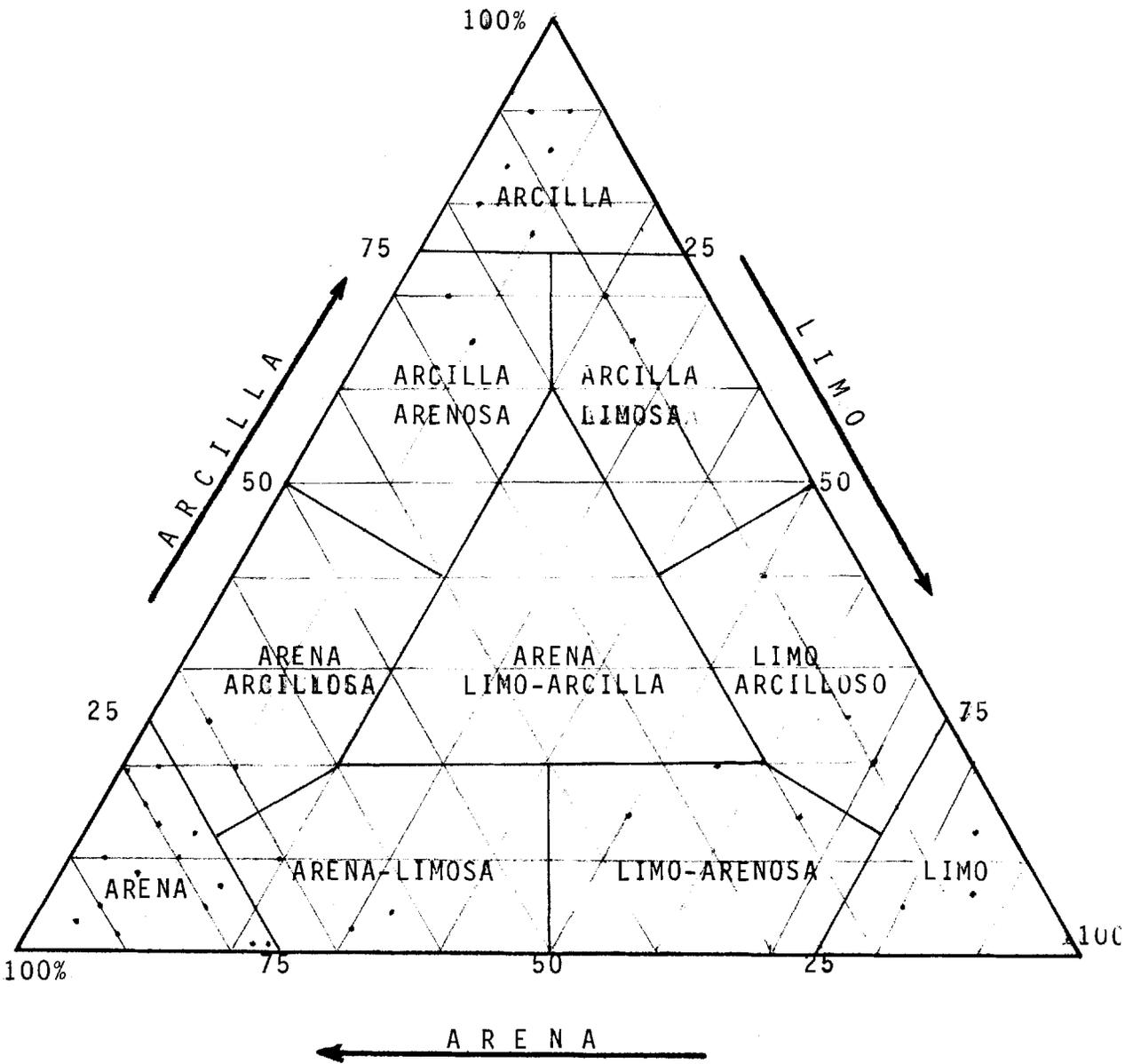


FIG. N°17 Diagrama triangular de Sheppard mostrando la clasificación granulométrica para los sedimentos del Miembro Placer.

A N E X O B

P E T R O G R A F I A

## ANALISIS PETROGRAFICO

Se ha contado para este análisis con varias muestras tomadas en muy pocos lugares en donde se ha podido tener rocas consolidadas que han servido para la confección de láminas delgadas, pero debido al defectuoso procesamiento en su confección, pocas resultaron favorables para su estudio. Se citan varias de ellas:

NUMERO DE REFERENCIA: W 48 RH  
LOCALIDAD: Río Hondo (6.05 - 96.89)  
FORMACION: Progreso  
NOMBRE DE LA ROCA: Arenisca calcarea

### PROPIEDADES MEGASCOPICAS

Roca compacta gris clara, de textura gruesa, bien cementada, no se observan fósiles ni estructuras primarias.

### PROPIEDADES MICROSCOPICAS

Se presenta una buena clasificación, siendo sus granos subangulares y el material cementante es espato calizo, que se presenta también relleno de fisuras. Entre los materiales detríticos se tiene cuarzo, ortoclasa, plagioclasa, mica y hornblenda; la presencia de albita y ortoclasa hacen pensar en que estas rocas provienen de rocas ígneas ácidas. Su composición está dada por:

fragmentos líticos:	43%
fósiles:	12%
cemento espato calizo:	45%

NUMERO DE REFERENCIA: W 49 EH  
 LOCALIDAD: Río Hondo (6.05 - 96.89.6)  
 FORMACION: Progreso  
 NOMBRE DE LA ROCA: Arenisca calcarea  
 PROPIEDADES MEGASCOPICAS:

Roca compacta gris clara de textura gruesa, bien cementada, no se observan fósiles ni estructuras primarias.

PROPIEDADES MICROSCOPICAS:

Presenta una buena clasificación de sus granos, siendo estos subangulares y unidos por un material cementante calcareo. Entre el material terrigeno se tiene, cuarzo que predomina, feldespatos y mica. Estos componentes terrígenos y muy especialmente los feldespatos indican su proveniencia de rocas igneas ácidas. Su composición está dada por:

fragmentos líticos	40%
cemento espato calizo	50%
fósiles y otros	10%

NUMERO DE REFERENCIA: W 44 RH  
 LOCALIDAD: Río Hondo (6.05.4 - 96.88.3)  
 FORMACION: Progreso  
 NOMBRE DE LA ROCA: Calcaarenita

#### PROPIEDADES MEGASCOPICAS:

Roca compacta, color crema, arcillosa, fosilífera, altamente calcarea, no se observan estructuras primarias.

#### PROPIEDADES MICROSCOPICAS

De composición y textura muy similar a las anteriores, los granos detríticos mucho mas fino, disminuyendo el porcentaje de fragmentos líticos, haciéndose predominante el cemento espato calcítico.

Fragmentos líticos	35%
fósiles	15%
cemento espato calizo	50%

NUMERO DE REFERENCIA: W 41 CA  
LOCALIDAD: Campo alegre (5.96 - 96.89)  
FORMACION: Progreso  
NOMBRE DE LA ROCA: Arcilla calcarea

#### PROPIEDADES MEGASCOPICAS

Roca calcarea compacta, de grano muy fino, arcillosa de color amarillo sin fósiles ni estructuras primarias.

#### PROPIEDADES MICROSCOPICAS

Se observa una predominancia de material fino arcilloso y un gran porcentaje de material cementante calcareo que le dan un aspecto de marga.

Su composición está dada por:

70% de terrígenos más arcilla

30% de calcita cementante

El material terrígeno diferenciable es: cuarzo, feldspatos y otros.

NUMERO DE REFERENCIA: W 41 D4  
LOCALIDAD: Línea sísmica M4 (5.96 - 96.89)  
FORMACION: Progreso  
NOMBRE DE LA ROCA: Arcillita calcarea

#### PROPIEDADES MEGASCOPICAS

Rocas muy compacta color amarillo, altamente calcarea se observan bandeamientos y laminaciones, no se observan fósiles.

#### PROPIEDADES MICROSCOPICAS

La lámina muestra a un material arcilloso, localmente presenta partes arenosas, donde se observan fragmentos líticos tales como cuarzo, calcedonia, ortoclasa, todos ellos en granos subangulares; el material predominante es el cemento en forma de espato cálcico.

La composición está dada por:

calcita	40%
terrígenos mas arcilla	60%

NUMERO DE REFERENCIA: CA1 X  
 LOCALIDAD: Campo alegre (5.9 - 96.88)  
 FORMACION: Subibaja  
 NOMBRE DE LA ROCA: Arenisca calcarea

#### PROPIEDADES MEGASCOPICAS

Roca arenosa compacta, color crema, calcarea de grano medio a grueso, no se observan fósiles ni estructuras primarias.

#### PROPIEDADES MICROSCOPICAS

Predominancia de material detrítico (cuarzo, plagioclasa, ortoclasa, calcedonia, hornblenda y biotita) en granos subredondados, muestran además una buena clasificación. La presencia de cuarzo y ortoclasa hacen pensar en la procedencia a partir de una roca ígnea ácida, el material cementante es calcita, no se observan fósiles, su composición está dada por:

fragmentos líticos	70%
calcita (cemento)	30%

A N E X O C

P A L E O N T O L O G I A

TABLA Nº 5

## MOLUSCOS DE LA PARTE NORORIENTAL DE LA ISLA PUNA

154

GENERO (SUBGENERO)ESPECIE	TRIAS	JURA	CRETA	PALEO	EOC	OLIG	MIO	PLIO	PLEIS	HOL
Anadara (Larkinia) Grandis										
Anadara (Rasia)Emanginata										
Anadara (Rasia Formosa)										
Anomia Perubiana										
Argopecten Circularis										
Cantharus Scissus										
Ciclinella Tenuis										
Ciclinella cf. Beteyensis										
Dosinia (Dosinidia) Ponderosa										
Cancellaria (Euclia)Serrata										
Cancellaria (Piruclia) Telembí										
Nothia (Nicema) Noctua										
Natica (Naticarius) Otella Burica										
Pectinidae (Pecten) Openheimopecten										
Pecten (Pecten) Gordus										
Pinna (Pinna) Rudis										
Conus Marski										
Natica (Naticae) Chemnitze										
Turritella Lentiginosa										
Corbula (Tenuicorbula) Tenuis										
Semele Pulchra										
Semele Quentinensis										
Cimatia Linatela										
Tivela (Tivela) Argentioa										
Polinices (Polinices) Cora										
Arquipecten (Lectopecten) Crasens										
Oliva (Ispidula) Cayapa										
Chlamys (Plagiocentrum) Circularis										

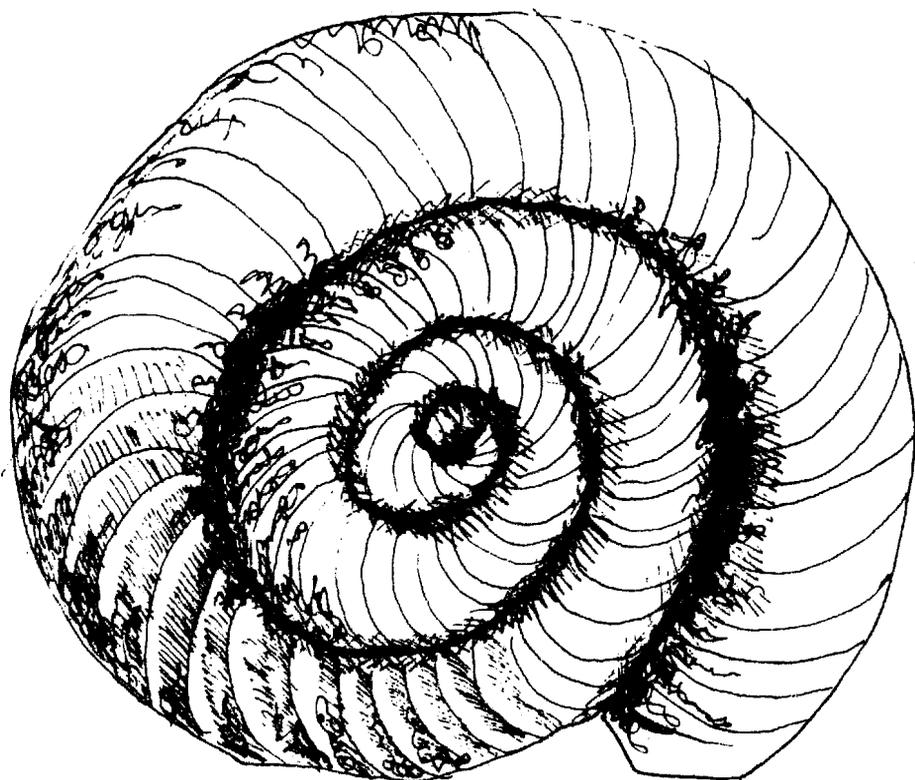
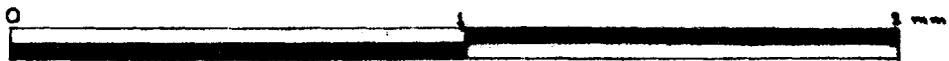
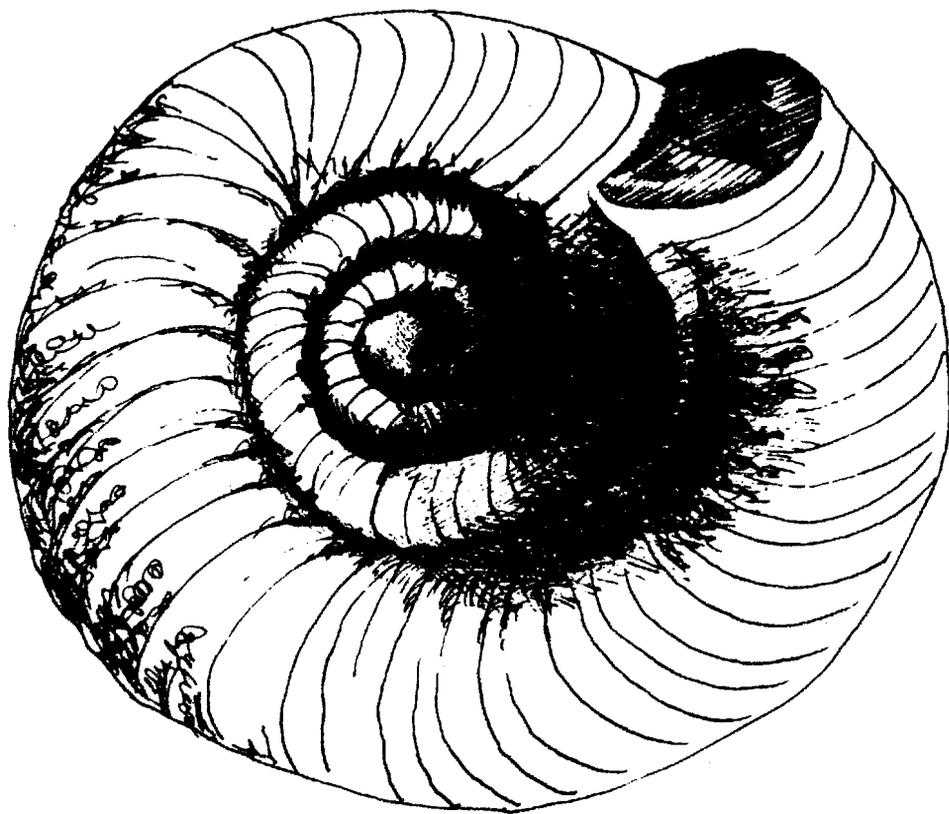
BIBLIOTECA FICT  
ESPOL

LAMINA I

GASTEROPODO PULMONADO PLANORBIS

A.- Vista frontal

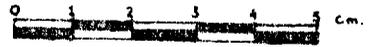
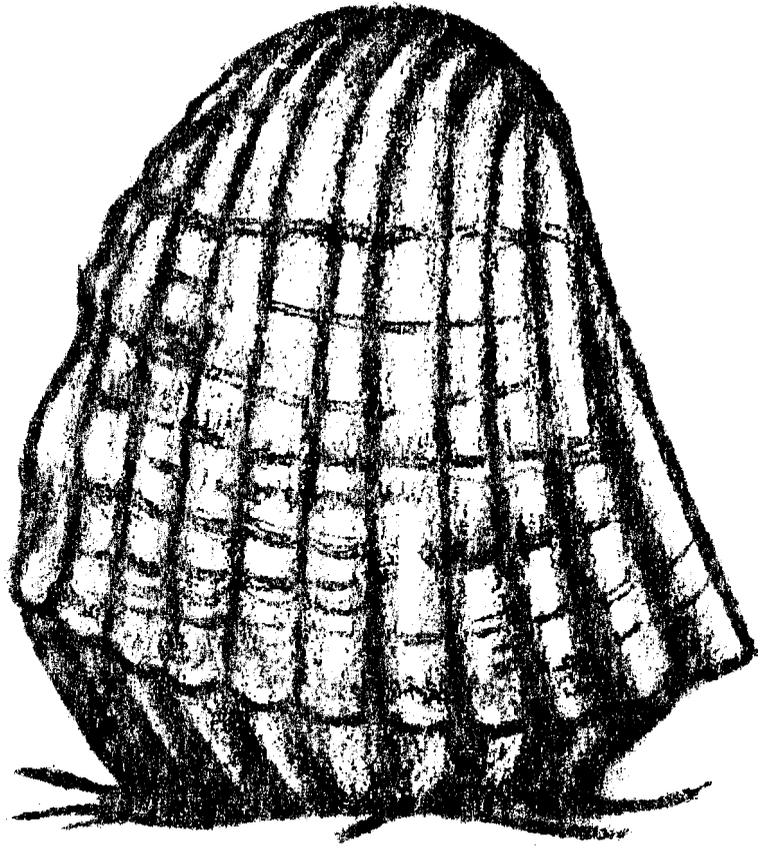
B.- Vista del plano espiral



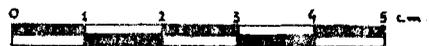
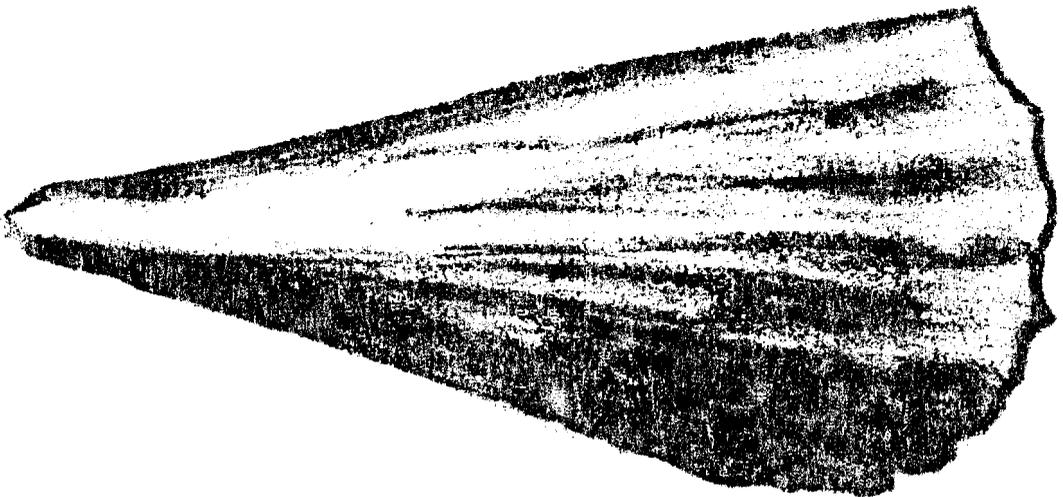
LAMINA II

- 1.- ANADARA LARKINIA GRANDIS      BRODERIP Y SOWERBY
- 2.- PINNA, PINNA RUDIS              LINNE

1



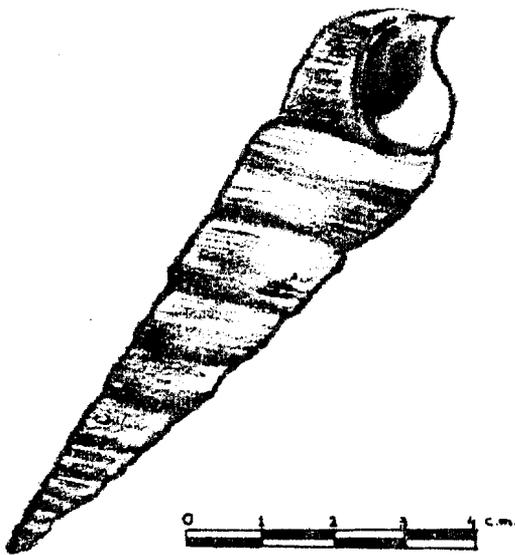
2



LAMINA III

- |                                       |         |
|---------------------------------------|---------|
| 1.- Turritella lentiginosa            | Reeve.  |
| 2.- Cancellaria (Euclia) Serrata      | Olsson  |
| 3.- Northia (nicema) Noctua           | Olsson  |
| 4.- Cancellaria (Piruclia) Telembi    | Olsson  |
| 5.- Natica (Naticarius) Otella Burica | Olsson  |
| 6.- Conus Marksi                      | Olsson. |

1



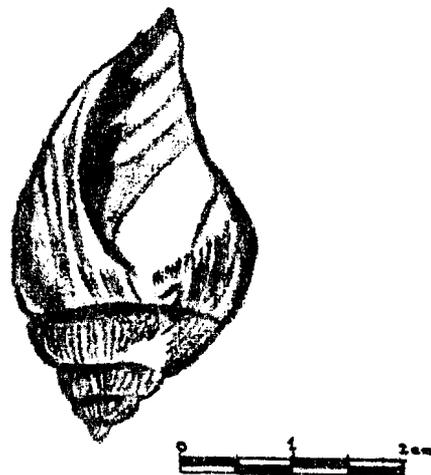
2



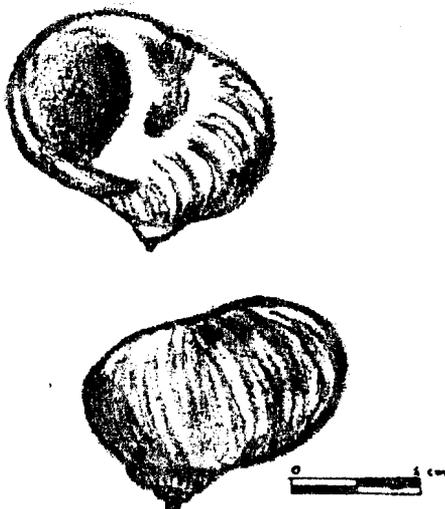
3



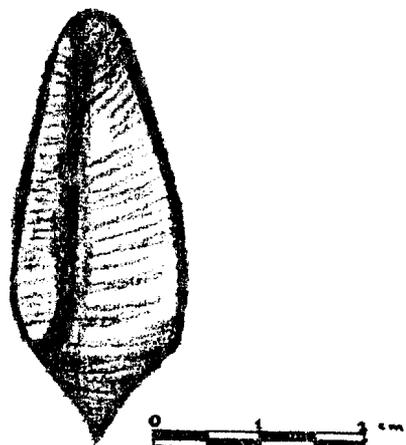
4



5

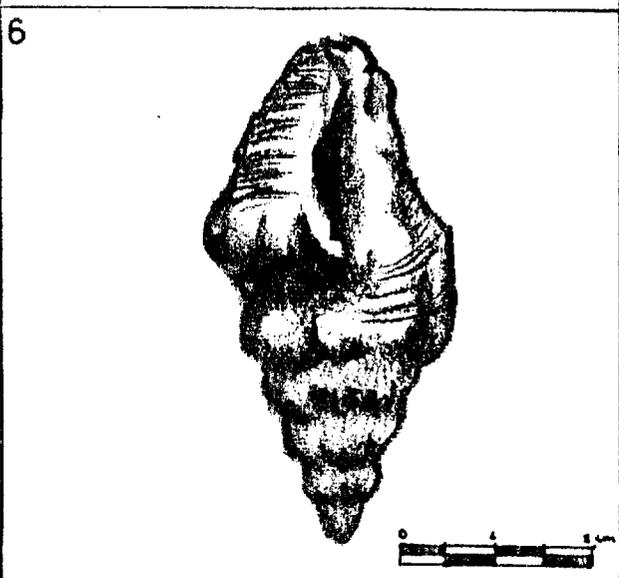
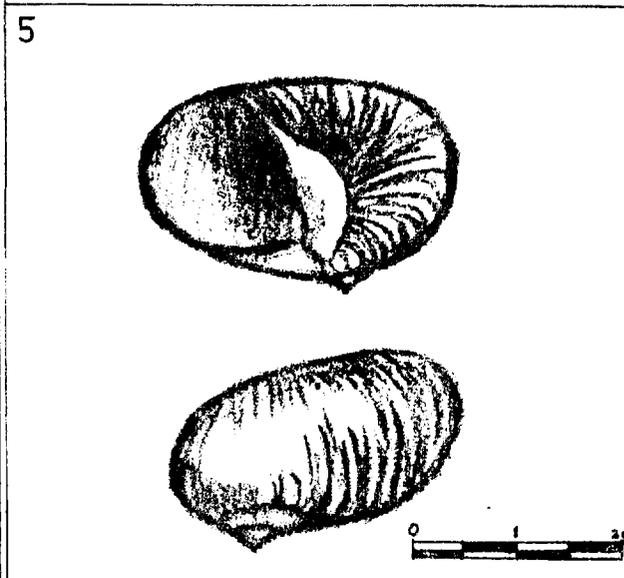
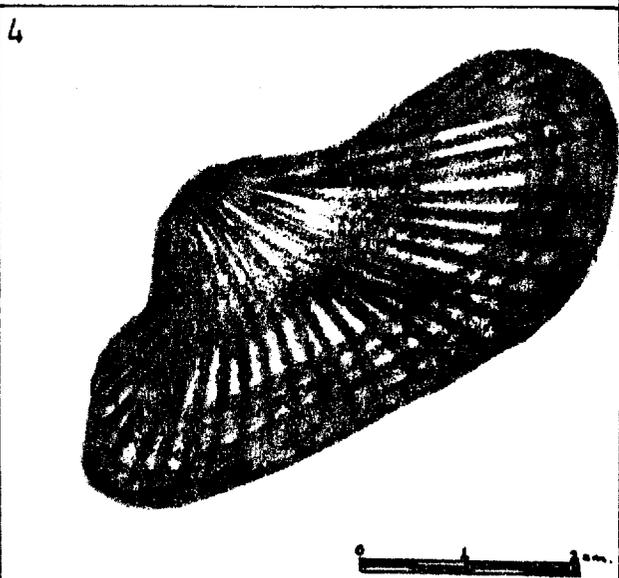
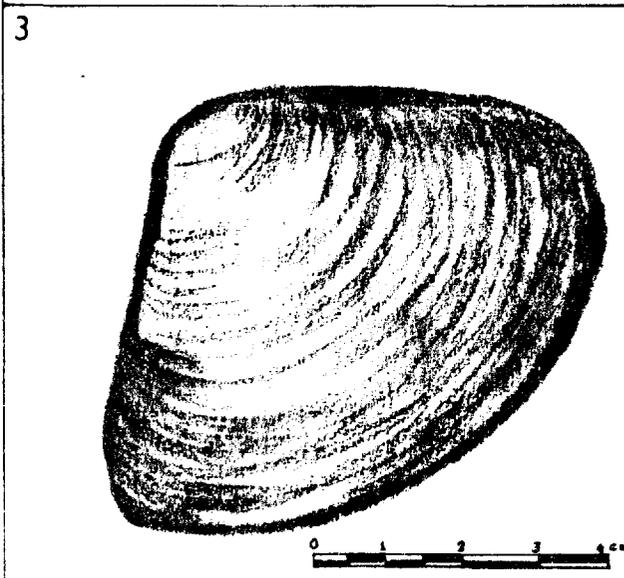
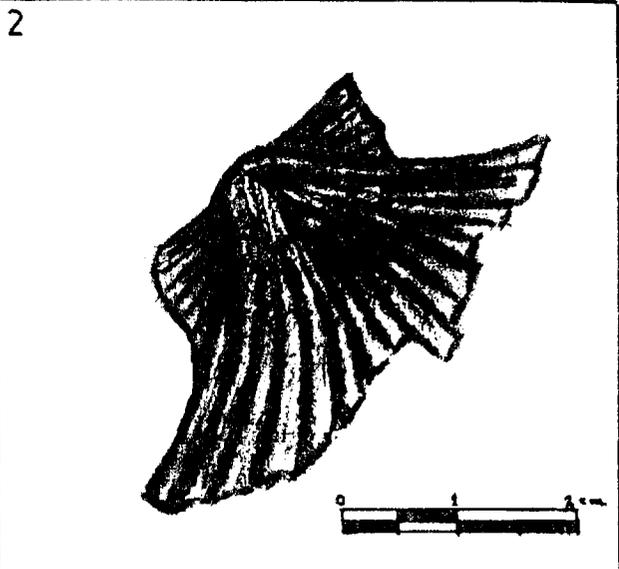
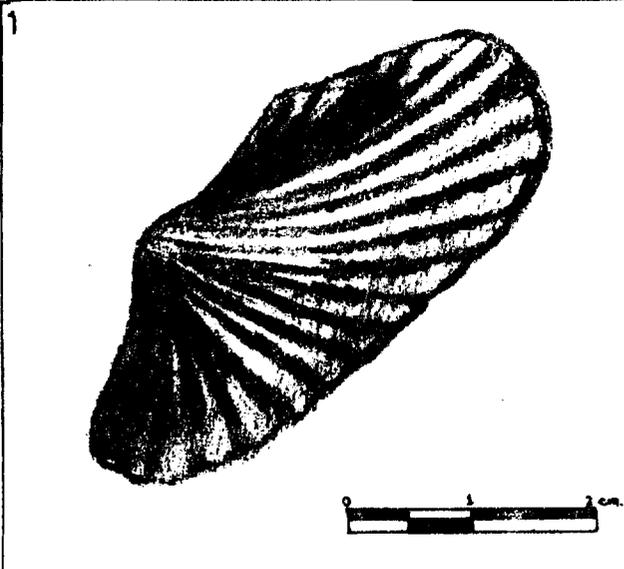


6



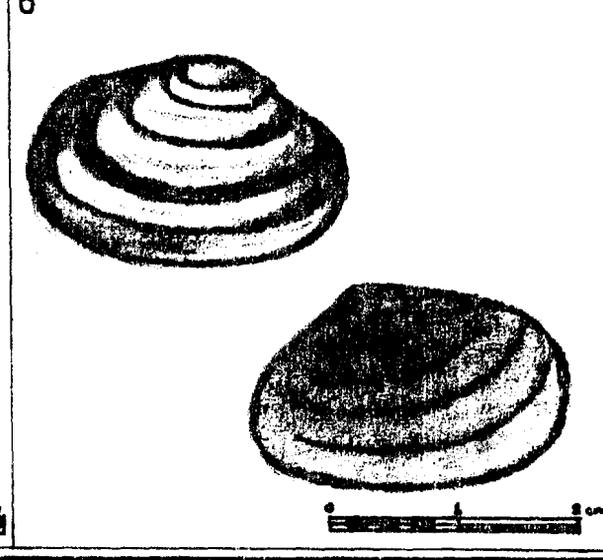
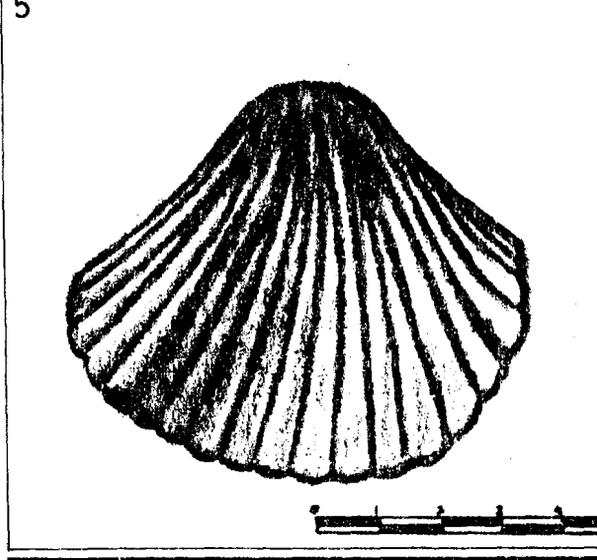
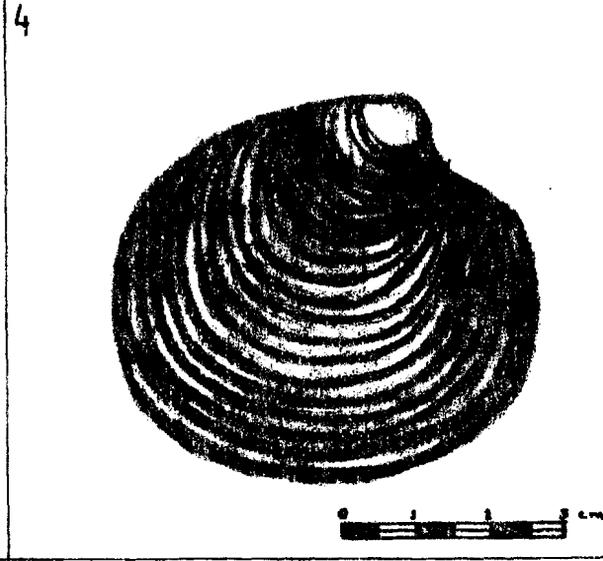
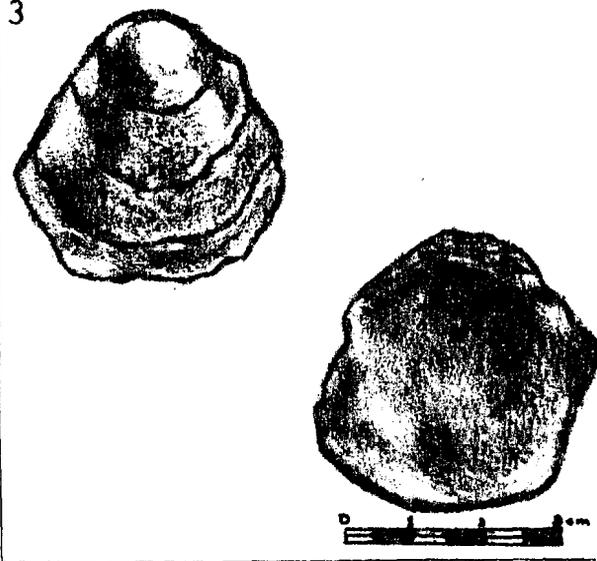
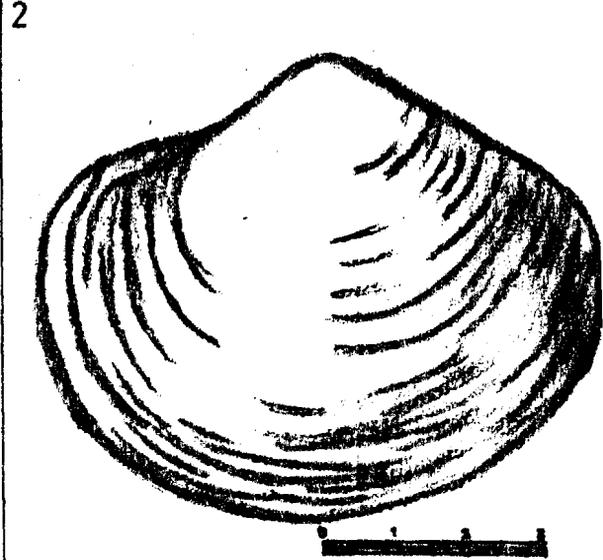
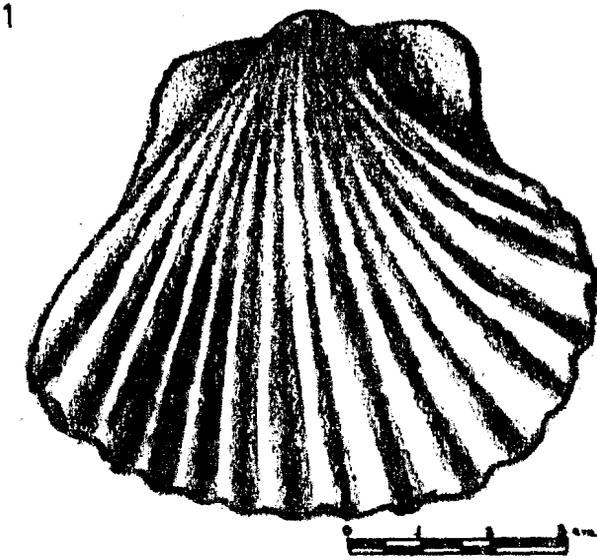
LAMINA IV

- |     |                                   |          |
|-----|-----------------------------------|----------|
| 1.- | <i>Anadara (Rasia) Formosa</i>    | Sowerby  |
| 2.- | <i>Argopecten circularis</i>      | Sowerby  |
| 3.- | <i>Ciclinella Tenuis</i>          | Récluz   |
| 4.- | <i>Anadara (Rasia) Emarginata</i> | Sowerby  |
| 5.- | <i>Natica (Naticæ) Chemnitze</i>  | Pfeiffer |
| 6.- | <i>Cantharus scissus</i>          | Olsson   |



LAMINA V

- |   |           |
|---|-----------|
| 1.- Pectinidae (Pecten) Openheimopecten | Teppner   |
| 2.- Ciclinella cf. Beteyehsis           | Olsson    |
| 3.- Anomia Perubiana                    | d'Orbigny |
| 4.- Dosinia (Dosinidia) ponderosa       | Gray      |
| 5.- Pecten (pecten) Gordus              | Olsson    |
| 6.- Semelidae, semele sp.               | Olsson    |

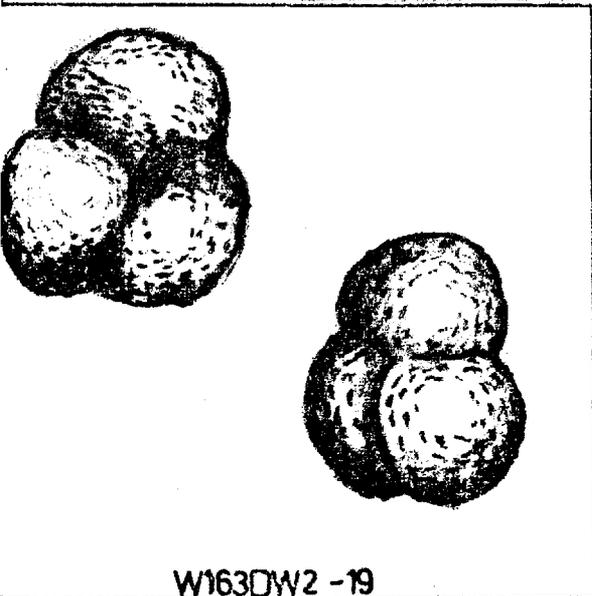


## FORAMINIFEROS PLANTONICOS

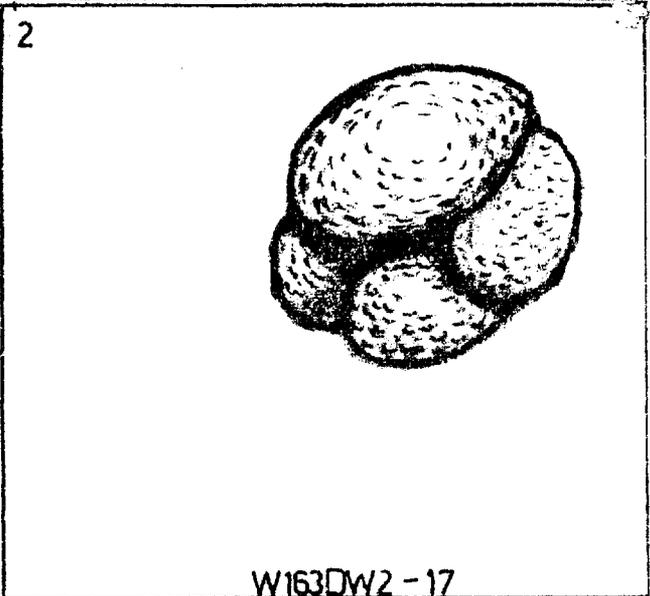
MUESTRA	E R A PERIODO GENERO, (ESPECIE)	MESOZOICO			TERCIARIO					CUATER.		
		TRIAS	JURA	CRETA	PAL.	EÓC.	OLIG.	MIO.	PLIO.	PLEI.	HOLO.	
W163MW2	GLOBOQUADRINA ALTISPIRA GLOBOSA							—	—			
	GLOBIGERINOIDES QUADRILOBATUS SACCULIFER							—	—			
	GLOBIGERINOIDES QUADRILOBATUS TRILOBA							—	—			
W153L19	GLOBIGERINA CIPEROENSIS							—	—			
	GLOBIGERINOIDES SICANUS							—	—			
	GLOBIGERINA VENEZUELANA							—	—			
	GLOBOROTALIA SIAKENSIS											
	GLOBIGERINA PRAEBULLOIDES								—	—		
W163L19	GLOBOROTALIA OBESUR								—	—		
	GLOBIGERINOIDES RUBER											
W307L8	GLOBIGERINOIDES SUBQUADRATUS											
W150MW2	GLOBIGERINOIDES QUADRILOBATUS PRIMORDIUS								—	—		
	GLOBIGERINA TRIPARTITA								—	—		
W300M51	GLOBIGERINITA INCRUSTA											

## LAMINA Nº 6

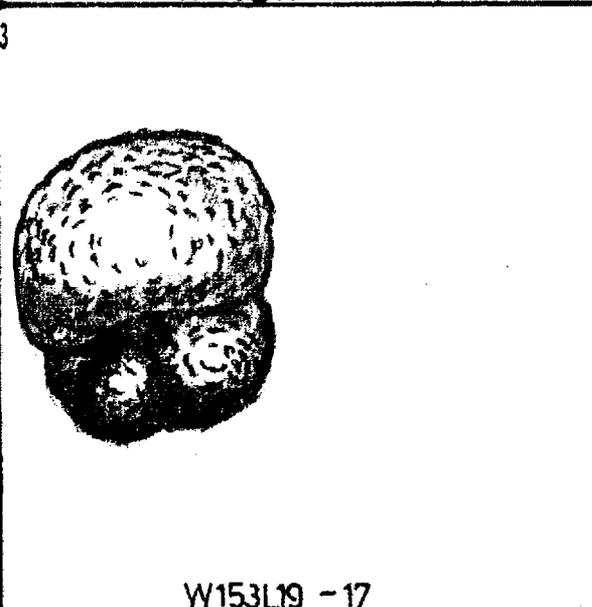
- 1.- GLOBIGERINITA INCRUSTA Akers (1955)
- 2.- GLOBIGERINA CIPEROENSIS Bolly (1954)
- 3.- GLOBIGERINA VENEZUELANA Hedberg (1937)
- 4.- GLOBIGERINA PRAEBULLOIDES Brow (1959)
- 5.- GLOBIGERINOIDES RUBER d'Orbigny (1839)
- 6.- GLOBIGERINOIDES QUADRILOBATUS PRIMORDIUS Blow y Banners (1962)



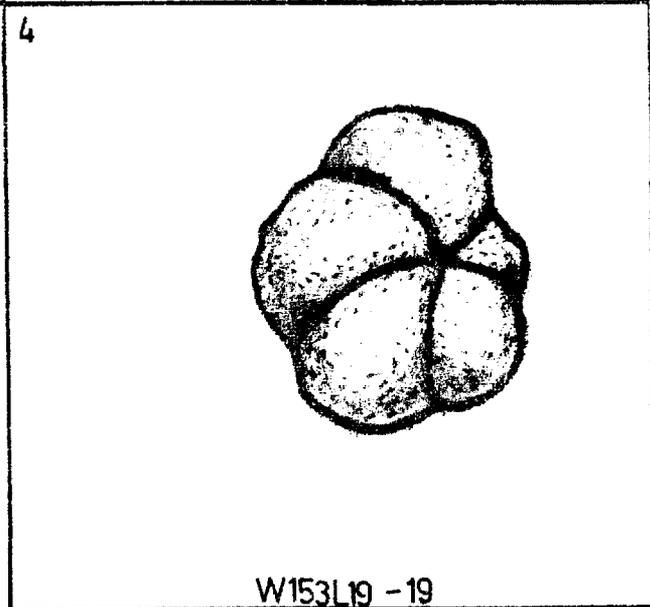
W163DW2 - 19



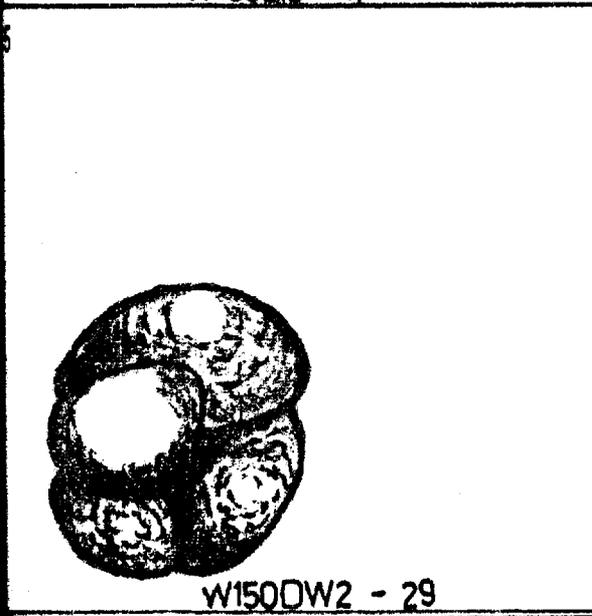
W163DW2 - 17



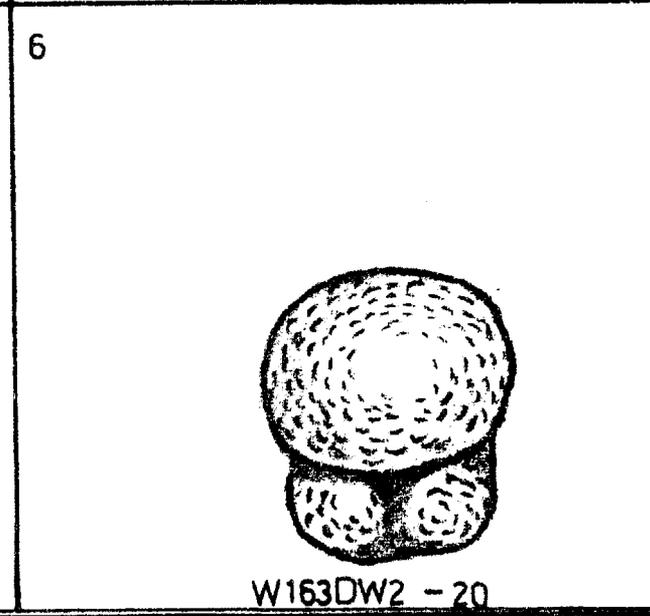
W153L19 - 17



W153L19 - 19



W150DW2 - 29

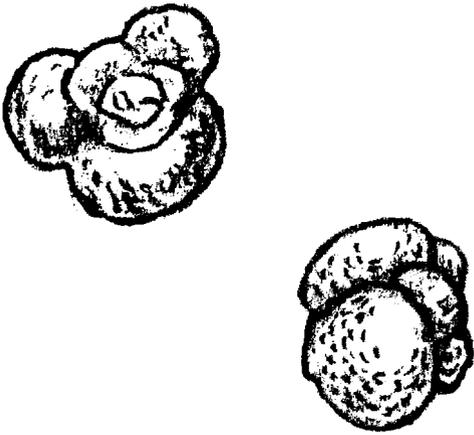


W163DW2 - 20

## LAMINA Nº 7

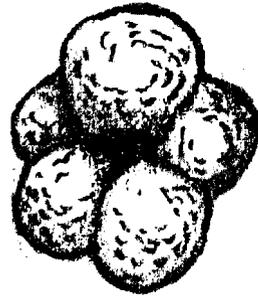
- 1.- GLOBIGERINOIDES QUADRILOBATUS SACCULIFER Brady (1877)
- 2.- GLOBOQUADRINA ALTISPIRA GLOBOSA Bolly (1957)
- 3.- GLOBIGERINOIDES SICANUS d'Stefani (1952)
- 4.- GLOBOROTALIA SIAKENSIS LeRoy (1939)
- 5.- GLOBIGERINA TRIPARTITA Koch (1926)
- 6.- GLOBIGERINOIDES QUADRILOBATUS TRILOBA Reuss (1850)

1



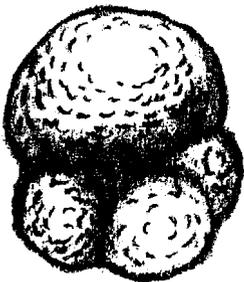
W300D51 - 12

2



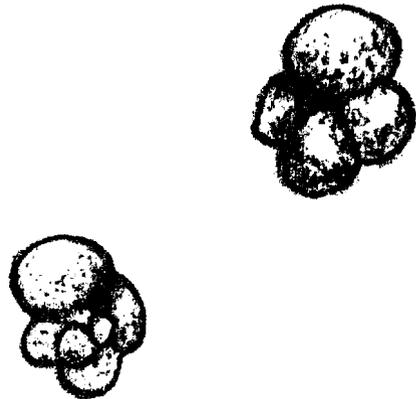
W300D51 - 14

3



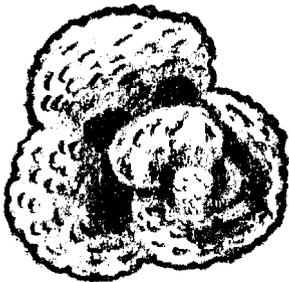
W150L19 - 9

4



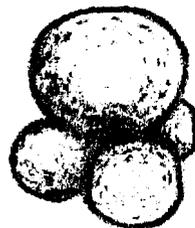
W153L19 - 15

5



W163L19 - 25

6



W150DW2 - 26

TABLA Nº 7

## FORAMINIFEROS BENTONICOS

MUESTRA	E R A PERIODO GENERO (ESPECIE)	MESOZOICO			TERCIARIO					CUATER.		
		TRIAS	JURA	CRETA	PAL	EOC	OLIG	MIO	PLIO	PLEIS	HOLO	
W163MW2	BOLIVINA CUADRIAE							21				
	BOLIMINA FALCONENSIS							21				
	SEUDONODOSARIA COMATULA							21				
	NODOSARIA VERTEBRALIS							21				
	BULIMINELLA ECUADORANA							21				
	ROBULUS AMERICANUS							21				
W330M51	RECTUVIGERINA MULTICOSTATA							21				
	NODOSARIA LAMELLATA							21				
	NONIOM OBUDUCUM							21				
	STILLOSTOMELA SP.							21				
	BOLIVINA INTERJUNCTA							21				
W190MW2	LENTICULINA CALCAR							21				
	SPIROLOCULINA SP.							21				
	CIBICIDES MATAZAENSIS							21				
W163L19	BULIMINELLA BASSENDOFENSIS							21				
	QUINQUELOCULINA SEMINULA							21				
W342M6A	BOLIVINA PISCIFORMIS							21				
	NONIONELLA ATLANTIDA							21				
	HANZAWATAA CONCENTRICA							21				
	BULIMINA CARINATA							21				
	PLECTOFRONDICULARIA CALIFORNICA							21				
	ANGULAGIRINA SELSEYENSIS							21				
W150MW2	BULIMINA FALCONENSIS							21				
	PANDAGLANDULINA SP.							21				
W307L8	FURSENKOINA SP.							21				
W307L8	LENTICULINA MAMMILIGERA							21				
	BULIMINA STRIATA							21				
	PRAEGLOBOLIMINA							21				
W316L8	UVIGERINA CALLAPANA							21				
	UVIGERINA PEREGRINA							21				
	ESFEROIDINA SP.							21				
	MELONIS AFFINIS							21				
W153L19	SIGNOILINA SP.							21				
	RECTUBIGERINA GALLOWALLI							21				
W153L19	UVIGERINA GALLOWALLI							21				
	UVIGERINA GALLOWALLI							21				
W174MW2	NODOGENERINA ADVENA							21				

## LAMINA N° 8

- |     |                          |                             |
|-----|--------------------------|-----------------------------|
| 1.- | QUINQUELOCULINA SEMINULA | Linne (1948)                |
| 2.- | NODOSARIA LAMELLATA      | Cushman y Stainforth (1945) |
| 3.- | NONIOM OBIDUCUM          | Cushman y Stevenson (1911)  |
| 4.- | PSEUDONODOSARIA COMATULA | Batsch (1948)               |
| 5.- | ROBULUS AMERICANUS       | Cushman (1930)              |
| 6.- | FURSENKOINA Sp.          | Loeblich y Tappan (1961)    |

1



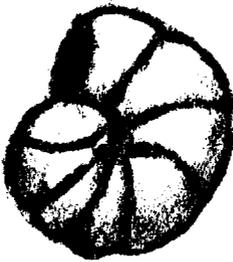
W163L19 - 2

2



W 163L19 - 3

3



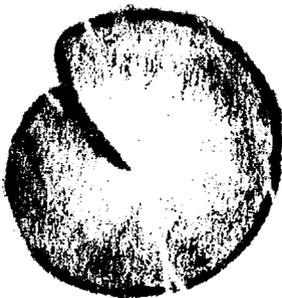
W 163L19 - 11

4



W163DW2 - 6

5



W163DW2-1

6

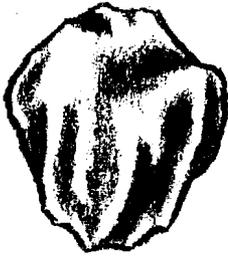


W150DW2-10

## LAMINA N° 9

- |     |                          |                            |
|-----|--------------------------|----------------------------|
| 1.- | UVIGERINA GALLOWALLI     | Cushman (1929)             |
| 2.- | RECTUVIGERINA GALLOWALLI | Cushman (1929)             |
| 4.- | BULIMINELLA ECUADORANA   | Cushman y Stevenson (1911) |
| 3.- | NODOSARIA VERTEBRALIS    | Batsch (1948)              |
| 5.- | CANCRIS Sp.              | Montfort (1808)            |
| 6.- | STILOSTOMELLA Sp.        | Guppy (1927)               |

1



W153L19 - 35

2



W163L19 - 6

3



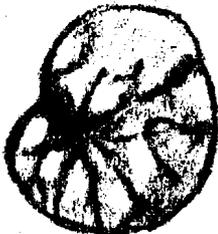
W163DW2 - 9

4



W163DW2 - 10

5



W153L19 - 26

6



W153L19 - 30

A N E X O D

ANALISIS. QUIMICOS

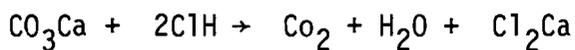
## ANALISIS QUIMICOS

### CALCIMETRIA

Es el proceso mediante el cual se determinan la concentración de carbonatos en calizas y dolomias.

Su determinación demanda el uso del denominado Calcímetro de Bernard, en el cual se efectúa las lecturas del volumen de CO<sub>2</sub> desprendido, al ser atacada la muestra mediante ácido clorhídrico al 10 %.

La reacción que se produce es la siguiente:



La concentración de carbonatos se calcula mediante la ecuación.

$$\% \text{CO}_3\text{Ca} = 0.12026 \frac{P \cdot V}{W(T + 273)}$$

P = presión en milibares

V = volumen de CO<sub>2</sub> en c.c

T = Temperatura en °C

W = peso de la muestra

Antes de iniciar el análisis, es conveniente eliminar la materia orgánica que puede introducir error en las lecturas, debido al desprendimiento de gases sulfurosos al ser atacados con el ácido clorhídrico.

El proceso de análisis requiere la pulverización de la muestra en el mortero y el secado completo de los recipientes utilizados tales como Erlenmeyer, frascos con ácidos, etc. La cantidad de muestra analizada varía de 0.20 a 2 grs., dependiendo del contenido de carbonatos, - que se refleja en la factibilidad de registrarse la lectura.

En el presente estudio se analizaron varias muestras cuyos resultados se muestran en la tabla N° 4.

#### MATERIA ORGANICA

La determinación de materia orgánica requiere tener la muestra pulverizada y seca, luego de lo cual se toma una fracción de 3-5 grs. y se calcina en crisoles de porcelana a 550°C durante doce horas, con el propósito de eliminar la materia orgánica.

La muestra calcinada, fría, se humedece con agua destilada y después

de 15 minutos, se le añade 1 ml. de solución concentrada de carbonato de amonio; se seca a 110°C y se pesa, la pérdida de peso correspondiente a la materia orgánica puede expresarse en porcentaje. Los resultados del análisis de las muestras tomadas para el efecto constan en la tabla N° 4.

TABLA # 4 ANALISIS QUIMICOS

DETERMINACION DE CARBONATOS

MUESTRA	PESO (W)	P (MILIBAR)	$\Delta V$ cc	T ° C	% CARBONATOS
W51 M4	0.25	1.014	49.4	30	79.5
W45 RH	0.25	1.014	33.4	30	53.1
YUNSUN 1	0.25	1.014	45.2	31	72.5
W24C.A	0.25	1.015	55.4	29	89.5
W41 M4	0.25	1.013	45.2	30	72.7
W40C.A	0.25	1.013	7.0	30	11.3
W238 M13	0.25	1.013	6.7	30	11.1
W63 Y	0.25	1.014	15.4	29	25.7

DETERMINACION DE MATERIA ORGANICA

MUESTRA	PESO INICIAL	PESO FINAL	DIF. DE PESO	% MATERIAL ORG.
W19B	3.25	2.02	1.03	31.7%
W36C.M	3.17	1.77	1.40	44.1%
W286 MWI	3.00	2.58	0.42	14.0%
W37CM	3.00	2.86	0.14	4.7%

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

AZAD J. 1968. Geology and Petroleum prospects of the Santa Elena Peninsula. Anglo Ecuadorian Oilfields Limited. N° J.A 10 Inédito.

B.E.I.C.I.P.; 1971. Sedimentary Formations in Ecuador. A stratigraphic and micropaleontological Survey - Tomo 1.

B.E.I.C.I.P.; 1971. Biostratigraphy of the Sedimentary formations. Institute Francais du Petrole-Rueil-Malmaison - (France).

BENITEZ S.B. 1975. Morfología y sedimentos de la plataforma continental en el Golfo de Guayaquil. ESPOL - Guayaquil.

BLOW WALTER, 1970. Late middle Eocene to Recent planktonic Foraminiferal, Biostratigraphy B.P. TOMO I y II.- Research Centre Sunbury von Thames, Middlesex, England.

BOLETIN CLIMATOLOGICO, 1973. Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología, Quito - Ecuador.

- BONILLA G. 1980. Perspectivas hidrocarburíferas en la Pltaforma Continental. CEPE - Quito.
- BRISTOW C.R. 1973. Guide to the Geology of the Cuenca Basin Southern. Ecuador - Quito.
- CEENOZOIC PLANKTONIC. Foraminiferal 20 nation and characteris tic of indexforms. The University of Kansas Paleontological Institute. Exxon Company U.S.A.
- BRISTOW C.R. y HOFFSTETTER R. 1977. Lexique stratigraphique. International Volumen V. América Latine, Ecuador, Centro National de la Recherche Scientifique, Francia.
- CANFIELD R. 1966. Reporte Geológico de la Costa Ecuatoriana, Ministerio de Industrias y Comercio - Quito.
- CISNEROS GIOVANNI 1977. Una revisión de la Geología del Sur Oeste Ecuatoriano. A.E.O.I.
- CORRALES I, ROSELL S, SANCHEZ L, VERA J, VILAS L. 1977 - Estratigrafía Editorial Rueda, Madrid.
- COX, L.R.ET.AL. 1969. Bivalvia, en Treatise of invertebrate

Paleontology (ed R.C.Moore). Parte "N" Mollusca G., Vols. 1, 2 y 3. The University of Kansas Press and the Geological Society of America, U.S.A.

CRUZ RODOLFO. 1974. Morphodynamics and Sedimentation of the rio Guayas, Delta; Institute Politécnica National. Luisiana, U.S.A.

CUSHMAN J.A. and STEVENSON F.V. 1948. A miocene foraminiferal fauna from Ecuador. Contrib. Cushman Lab. Foraminiferal Res., Vol. 24; Pt. 3, pp. 50-68.

DENNISON JOHN, 1968. Analysis of Geologic Structures W.W. - Norton Company, Inc. New York.

DUMBAR C. y RODGERS J. Principios de Estratigrafía, Compañía Editorial Continental S.A.

DUPLAIX SOLANGE, 1958. Determination microscopique des mineraux des Sables.

ECUADORIAN GEOLOGICAL AND GEOPHISICAL SOCIETY, 1970. Guide book to the Geology of the Santa Elena Peninsula. Guayaquil Ecuador.

FAUCHER. B. SAVOYAT E. 1973. Esquema geológico de los An  
des Ecuatorianos. ESPOL - Guayaquil.

FEININGER T. 1980. La Geología Histórica del Cretáceo y  
Paleógeno en la Costa Ecuatoriana, Revista de Información  
Técnica Científica. Volumen V. N° 2. Quito - Ecuador.

FOLK ROBERT. 1977. Petrología Sedimentaria, traducción de  
Schlaefer y Schmitten.

FOLK. L.R. 1977. Petrology of Sedimentary rocks. The uni  
versity of Texas.

GOOSSENS. P. 1968. La Geología de la Costa Ecuatoriana en  
tre Manta y Guayaquil. Boletín de Estudios Geológicos. Servi  
cio Nacional de Geología y Minería. Quito N° 1.

GOOSSEN P. ROSE W. 1973. Chemical composition and age -  
determinations of tholeiitic rocks in the bassin igneous  
complex Ecuador. Geological Society of América Bolletín,  
V84, pp. 1043-1052. Michigan.

GUSTAVO GEO CODECIDO 1980. Influencia de la tectónica ecua  
torial en acumulaciones hidrocarburíferas de cuencas suda-  
mericanas. II Congreso Geológico Internacional, Paris.

HOFFSTETTER R. 1952. Moluscos subfósiles de los estanques de sal de Santa Elena - Ecuador. Bol. Inst. Ciencias Nac. Quito. Vol. 1 N° 1, pp. 5-79; 1954, vol. 7 N° 62 pp.20-47 N° 62 pp. 137-170, N° 64,pp. 303-333; N° 65 pp. 399-426.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO, 1972. Foramíniferos Bentónicos del Terciario Superior de la Cuenca Salina del Estuario de Tehuantepec. Subdirección de Tecnología de Exploración. México.

INSTITUTO MEXICANO DEL PETROLEO, 1972. Catálogos de foramíniferos. Super familia globigeranea. Tecnología de la Exploración. México.

KENNERLEY J.B. 1980. Overseas Geology and Mineral Resources Institute of Geological Sciences London. Vol. 55 p.p.1-20.

KRUMBEIN W. y SLOSS L. 1962. Estratigrafía y Sedimentación. Editorial Hispano Americano y A.I.D.

LOEBLICH ALFRED SR. AND TAPAN HELEN. 1980. Sarcodina "Chiefly Thecamoebians and Foramíniferida en Treatise of invertebrate Paleontology (ed.R.C.Moore), Parte "C" Protista 2, volúmenes 1 y 2. Fourth printing, the University of Kansas Press and the Geological Society of America U.S.A.

MARKS, J.C. 1951. Miocene, stratigraphy and paleontology of South Wester - Ecuador. Bull. Am. Paleontology vol. 33 N° 139. pp. 271-433.

MATTAUER MAUICE. 1978. Las deformaciones de los materiales de la corteza terrestre. Hernán, Paris.

MILLS S.J. 1967. The stratigraphy of the Tertiary rocks of southern Manabi and Guayas provinces. A.E.O.L. N° S.J.M.I.

MIRO M. AYON H. BENITES S. 1973. Morfología y Estructura del Margen Continental Ecuatoriano. INOCAR - INP, Guayaquil, Ecuador.

MIRO M. CORONEL C. FRANCE I. CUENCA C. 1977. Morfología y Sedimentos de la Plataforma Continental de la Provincia de Esmeraldas, INOCAR, Guayaquil.

OLSSON A.A. 1961. Mollusks of the Tropical Eastern Pacific Paleontological. Research Institution: Ithaca. N.Y.

OLSSON A.A. 1964. Neogene mollusks from Northwestern Ecuador, Paleontological Research Institution, Ithaca. N.Y.

- PADULA E. 1974. Geología del Litoral Pacífico Ecuatoriano. CEPE. Informe. QUITO.
- PETTIJOHN F.J. 1970. Rocas Sedimentarias Editorial Universitaria de Buenos Aires.
- PILSBRY M.A. AND OLSSON A.A.1941. Aplicen fauna from - westerna Ecuador. Proc. Aca. Nat. Sci. Philadelphia Vol.93. pp.1-79.
- POSTUMA J.A. 1971. Manual of Planktonic foraminífera. Descriptions and ilustrations of oligocene. Quaternary species Tomo I y II. Elsevier. Publishing Company, London. New York.
- ROGL F. and BOLLY M. 1973. Holocene to Pleistocene Planntenic foraminífera of Leg 15, Site 147 (Cariaco Basin trench), - Caribeum Sea and their climatic interpretation. Geology - Department, Swiss federal Institute of Technology, Zurich , Switzerland.
- SAWER W. 1965. Geología del Ecuador. Ministerio de Educación Quito - Ecuador.
- SELLEY R.C. 1970. Medios Sedimentarios antiguos. H. Blume ediciones.España.

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINERIA, 1966. Informe preliminar sobre las posibilidades petroleras de las cuencas sedimentarias del Ecuador. Quito.

SERVICIO NACIONAL DE GEOLOGIA Y MINAS, 1969. Mapa Geológico de la República del Ecuador 1:1'000.000, Quito - Ecuador.

SHEPPARD G. 1930. The Geology of Southwest Ecuador. Bull Am. Assoc. Pet. Geol. Vol. 14 N° 3 pp. 263-309.

SIGAL J. 1968. Estratigrafía micropaleontológica del Ecuador, datos anteriores y nuevos. Quito. Instituto Francés del Petróleo. Servicio Nacional de Geología y Minería.

SIGAL J. 1969. Quelques acquisitions recentes concernant la chronostratigraphie des formations sedimentaires.

STAINFORTH R.M. 1948. Applied micropaleontology in coastal Ecuador. Journal of Paleontology, Vol. 22 N° 2 pp. 113-151.

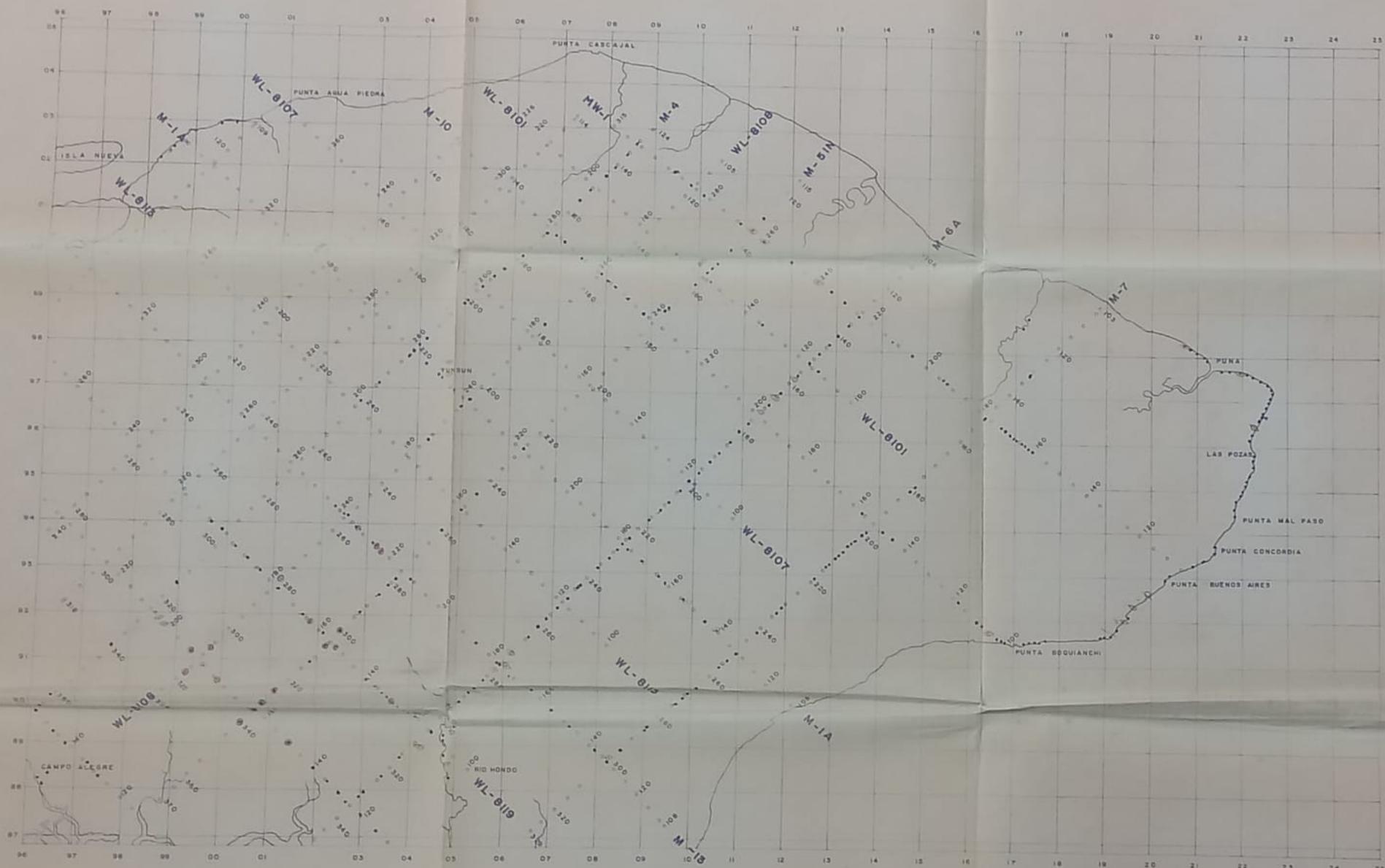
THOMPSON T.L. 1977. Plate tectonics in oil and gas explorations of Continental Margins, pp. 1463-1468 Tulsa, Oklahoma.

TOURENQ J. PLOMERAL C. Parfenoff A. 1970. Los Minerales en grano. Masson et cie. Editeurs, Paris.

VERA RICHARD, 1982. Geología en detalle de la Isla Santa Clara, Tesis de Grado. Guayaquil - Ecuador.

WOODSIDE, 1975. Evaluación de las posibilidades petrolíferas del Golfo de Guayaquil, Dirección General de Hidrocarburos. Inédito.





**SIMBOLOGIA**

•	MUESTRA DE SEDIMENTO
○	MOLUSCOS
⊙	FORAMINIFEROS
○	PUNTO DE TIRO

0 1 2 3 4 5 6 Km  
ESCALA GRAFICA

MAPA DE UBICACION DE MUESTRAS  
Y LINEAS DE PROGRAMACION SISMICA  
ESCALA 1:50 000

TESIS DE GRADO  
WASHINGTON R. PALACIOS L.

FIG. n° 11