

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA

FACULTAD DE CIENCIAS BASICAS
ESCUELA CENTROAMERICANA DE GEOLOGIA

GEOLOGIA DE LA PARTE NORORIENTAL DE BAHIA
BALLENA (GOLFO DE NICOYA) -POCHOTE-CANTON
DE PAQUERA- PROVINCIA DE PUNTARENAS
COSTA RICA

CAMPAÑA GEOLOGICA

G - 5216

INFORME FINAL

JORGE MARINO PROTTI QUESADA

1983

R E S U M E N

El área de estudio representa el núcleo de un homoclinal de carácter regional, con eje rumbo W-NW. En dicho núcleo aflora el Complejo de Nicoya, en el cual se han diferenciado siete subunidades informales. Las subunidades superiores fueron interpretadas como un olistostromo.

El flanco de dicha estructura buza al N-NE, y se extiende desde Bahía Murciélago hasta Paquera (fuera del área de estudio).

El paquete sedimentario que conforma esta estructura se ha agrupado en tres unidades: Unidad de Lutitas Silíceas, Unidad de Calcilutitas y Unidad de Areniscas y Lutitas. Las dos primeras han sido correlacionadas por LUNDBERG (1982) con la Formación Sabana Grande y la tercera con la Formación Rivas, las tres definidas por la Compañía Petrolera de Costa Rica (1952) en DENGO (1962).

A B S T R A C T

The studied represents the core of a regional homocline the axis of which runs W-NW. Its is formed by the Nicoya Complex which has been differentiated into seven informal sub-unites. The upper sub-unites were interpreted as an olistostrome.

The flank of this structure deep to N-NE and covers the area from Bahía Murciélago to Paquera (NE of the surveyed area).

The sediments which constitute this structure have been

grouped into three units: Siliceous Mudstone Unit, Calcilutite Unit, Sandstone and Mudstone Unit. The first two have been correlated by LUNDBERG (1982) with the Sabana Grande Formation and the third one with the Rivas Formation, all of them were defined by Compañía Petrolera de Costa Rica (1942) in DENGÓ (1962).

INDICE

| | <u>PAGINA</u> |
|---|---------------|
| I. <u>INTRODUCCION</u> | |
| 1. Propósito del trabajo | 1 |
| 2. Ubicación geográfica y vías de acceso | 1 |
| 3. Metodología del trabajo | 2 |
| II. <u>MARCO GEOLOGICO REGIONAL Y TRABAJOS ANTERIORES</u> | 4 |
| 1. Complejo de Nicoya | 5 |
| 2. Sedimentario sobreyacente al Complejo de Nicoya | 7 |
| III. <u>LITOESTRATIGRAFIA</u> | |
| 1. Introducción | 10 |
| 2. Serie Ofiolítica Complejo de Nicoya | 10 |
| 2.1 Subunidad de Basaltos Masivos | 12 |
| 2.2 Subunidad de Dolerita | 13 |
| 2.3 Subunidad de Basaltos en Almohadilla | 14 |
| 2.4 Subunidad de Brecha Basáltica | 16 |
| 2.5 Subunidad de Brecha Varicolor | 17 |
| 2.6 Subunidad de Brecha Varicolor con Olistolitos | 19 |
| 2.7 Subunidad de Areniscas Basálticas | 20 |
| 2.8 Complejo de Nicoya Indiferenciado | 22 |
| 2.9 Ambiente de Formación del Complejo de Nicoya | 22 |
| 3. Unidad de Lutitas Silíceas | 24 |
| 4. Unidad de Calcilutitas | 25 |
| 5. Unidad de Areniscas y Lutitas | 26 |
| 6. Depósitos Cuaternarios | 27 |

| | | |
|-----|---|----|
| IV. | <u>TECTONICA Y GEOLOGIA ESTRUCTURAL</u> | |
| 1. | Introducción | 28 |
| 2. | Pliegues | 29 |
| 3. | Fallas | 30 |
| 3.1 | Falla Río Curú | 31 |
| V. | <u>GEOMORFOLOGIA</u> | |
| 1. | Cerros de Topografía Abrupta al S.E. | 32 |
| 2. | Cerros de Topografía Abrupta al N. | 33 |
| 3. | Cerros de Topografía Media | 33 |
| 4. | Zonas Bajas de Morfología Llana | 34 |
| VI. | <u>CONCLUSIONES</u> | |
| 1. | Historia Geológica | 35 |
| 2. | Conclusiones particulares | 37 |
| 3. | Recomendaciones | 37 |
| | <u>AGRADECIMIENTOS</u> | 39 |
| | <u>REFERENCIAS</u> | 40 |
| | <u>ANEXOS</u> | |

INDICE DE FIGURAS

- Fig. N^o 1 Mapa de ubicación de la hoja topográfica Tambor (3245 III) a escala 1:50.000 editada por el Instituto Geográfico Nacional, y ubicación del área de estudio.
- Fig. N^o 2 Ubicación del área de estudio (parte de la hoja Tambor).
- Fig. N^o 3 Mapa Geotectónico de América Central.
- Fig. N^o 4 Subdivisión geológica de América Central según Dengo, 1968.
- Fig. N^o 5 Unidades morfotectónicas de la parte NW de Costa Rica (nomenclatura de Dickinson, 1974) con la distribución geográfica del Complejo de Nicoya y la ubicación del área de estudio.
- Fig. N^o 6 Columna estratigráfica área Pochote y alrededores.
- Fig. N^o 7 Geología Punta Pochote.
- Fig. N^o 8 Contacto Superior Complejo de Nicoya-Punta Pochote.
- Fig. N^o 9 Contacto Pillow lava-Brecha Basáltica-Brecha Varicolor.
- Fig. N^o 10 Diagrama de densidad de polos de estratos de radiolarita y areniscas en olistolitos de la parte superior del Complejo de Nicoya (Punta Pochote).

INDICE DE FOTOS

- Foto N° 1 Contacto basalto masivo-brecha varicolor, afectado por una falla inversa N 15° W, 55° NW, Bahía La Tina (L-9).
- Foto N° 2 Afloramiento de dolerita sobreyacida por brecha varicolor en la plataforma de abrasión en Playa El Coco (L-13).
- Foto N° 3 Fracturamiento particular de las lavas en almohadilla, Playa El Coco (L-12).
- Foto N° 4 Falla con buzamiento aparente de 22° al Wf que afecta lavas en almohadilla, Playa El Coco (L-12).
- Foto N° 5 Pillow-lava sobreyacidos en contacto estratigráfico por brecha varicolor, Playa El Coco (parte NW de L-12).
- Foto N° 6 Detalle de la composición de la brecha varicolor, Bahía La Tina (L-8).
- Foto N° 7 Cuerpo de radiolarita en el contacto dolerita-brecha varicolor, Playa El Coco (L-13).
- Foto N° 8 Roca de playa con bloques subredondeados de dolerita, basalto y pedernal, con cemento calcáreo, Playa El Coco (L-14).

I. I N T R O D U C C I O N

1. Propósitos del trabajo:

La elaboración del presente informe constituye parte del programa del curso Campaña Geológica G-5216, requisito último para optar al título de Bachiller en Geología.

El trabajo consiste en la cartografía geológica a escala 1:10.000 del área asignada, así como el estudio petrográfico y demás análisis de laboratorio necesarios para la determinación de las distintas litologías.

El trabajo de campo fue realizado durante 20 días seguidos entre el 29 de enero y el 19 de febrero de 1983.

2. Ubicación geográfica y vías de acceso:

Del área de estudio existen mapas topográficos a escala 1:25.000; Hojas Curú 3245 III NW, Ballena 3245 III SW, y a escala 1:50.000; Hoja Tambor 3245 III (Fig. 1), ambas versiones elaboradas y editadas por el Instituto Geográfico Nacional en 1958 y 1971 respectivamente.

La zona específica del presente estudio (Fig. 2) comprende un área de aproximadamente 13 Km² limitada al Norte por la coordenada 197000 N; al Sur por la costa Nororiental de Bahía Ballena, desde el Estero Pochote hasta Punta Agujas; al Oeste por el meridiano

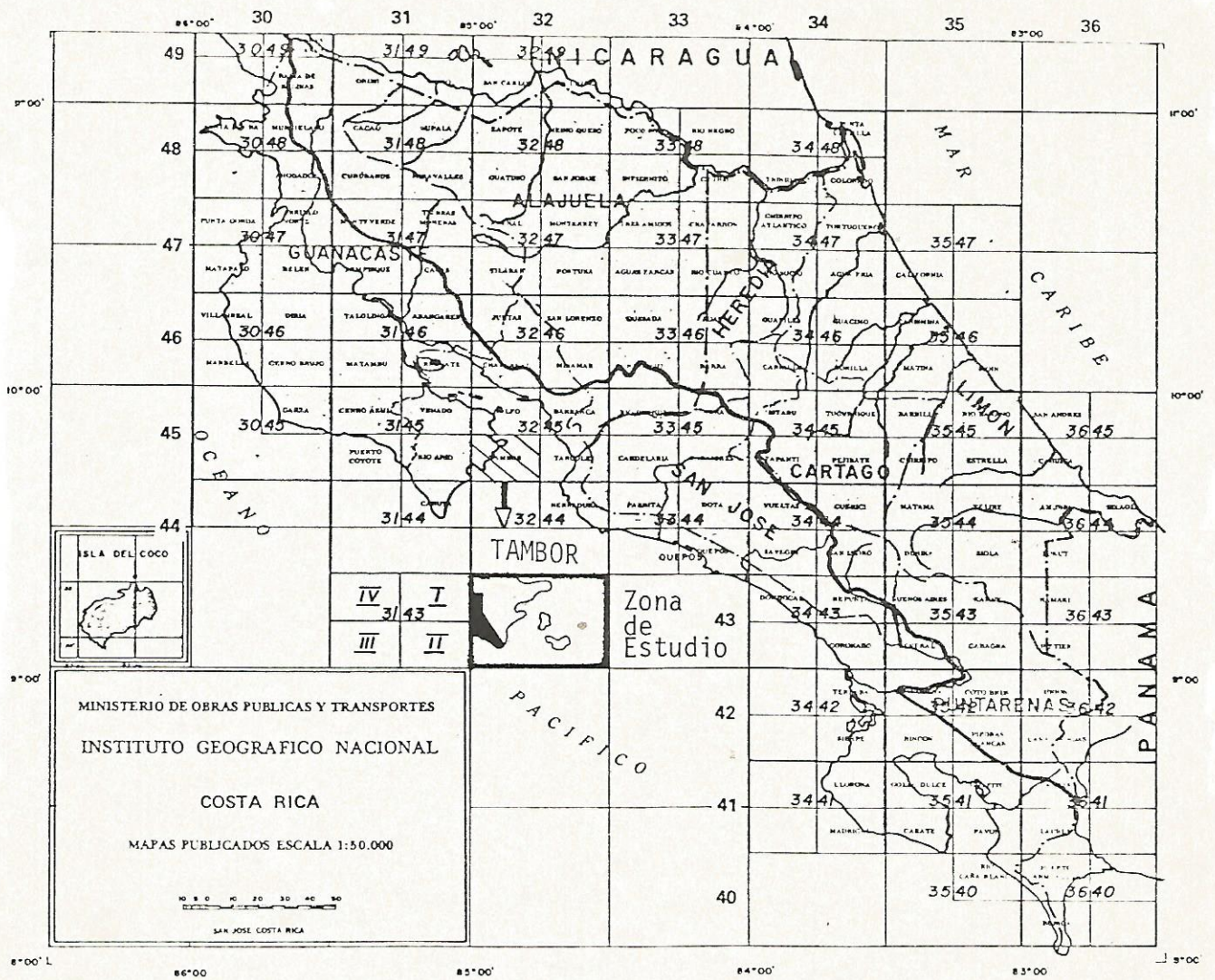


Fig. 1: Mapa de ubicaci3n de la hoja topogràfica Tambor (3245 III) a escala 1:50000 editada por el Instituto Geogràfico Nacional; y ubicaci3n del àrea de estudio.

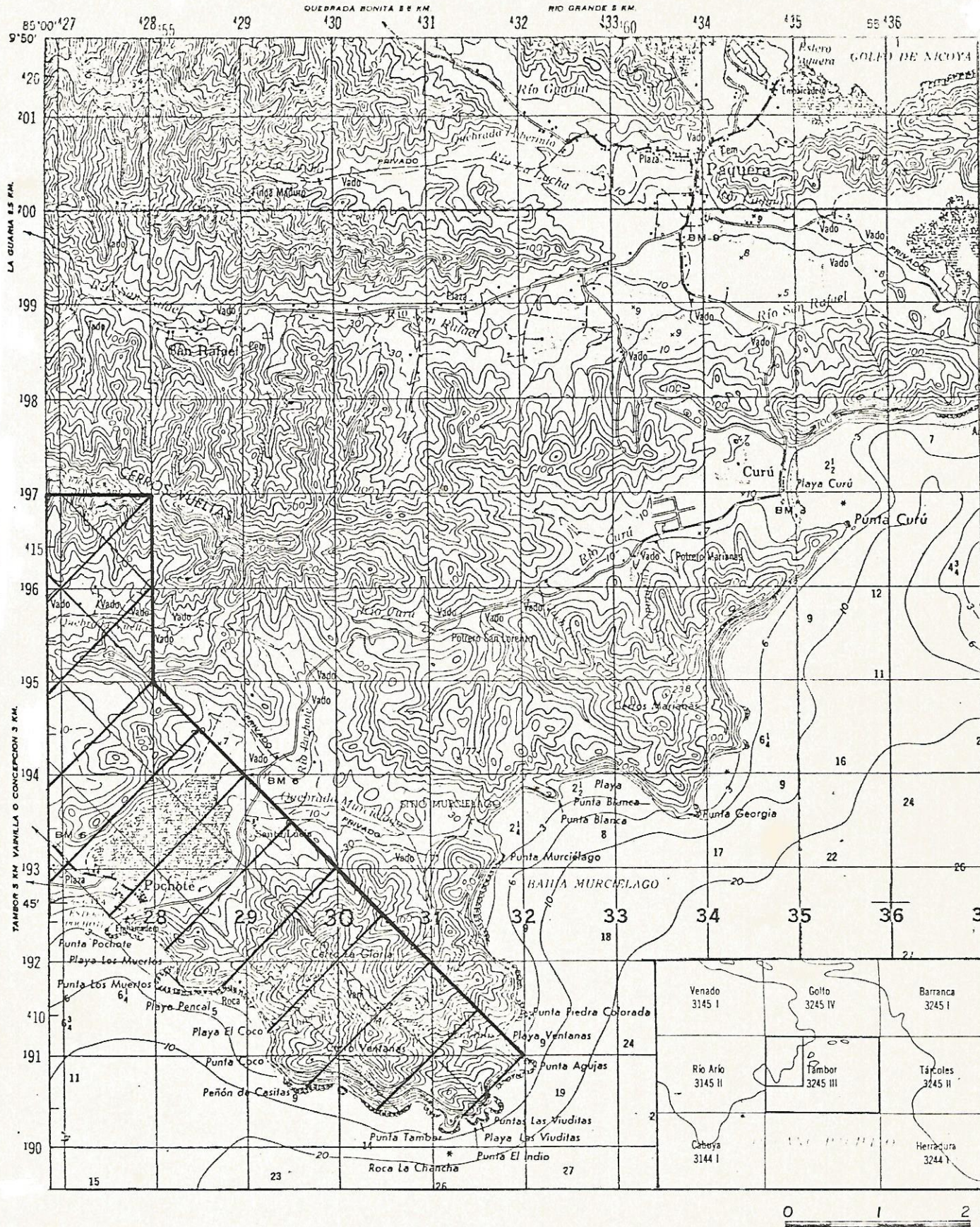


Fig: 2: UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO (ZONA A RAYAS)
 EN LA PARTE SUROCCIDENTAL DE LA HOJA TAMBOR

85°00' W; al Este por la coordenada 428000 E, y al Noreste por una línea de rumbo S 45° E entre los puntos de coordenadas 195000 N - 428000 E y 191000 N - 432000 E. Las coordenadas han sido dadas según la cuadrícula Lambert, Costa Rica Norte.

A dicha zona se puede llegar, desde San José, por la Autopista General Cañas hasta el Aeropuerto Internacional Santamaría, luego por la Autopista Bernardo Soto hasta San Ramón, y de allí por la Carretera Interamericana (C.R. 1) hasta el puerto de Puntarenas. De este puerto se atraviesa en ferry el Golfo de Nicoya hasta Playa Naranjo, y de allí se toma al SE hacia Pochote por la carretera que lleva a Cóbano.

La carretera de San José a Puntarenas es asfaltada; de Playa Naranjo a Pochote lastreada y ambas son transitables en toda época del año.

3. Metodología del trabajo:

Para el trabajo de campo se utilizó una ampliación a 1:10.000 de la hoja topográfica Tambor a escala 1:50.000, con curvas de nivel cada 20 m sobre la que se ubicaron los distintos afloramientos para su eventual interpretación. Fueron también utilizadas para mayor precisión las hojas topográficas Curú y Ballena a escala 1:25.000, con curvas a nivel cada 10 m.

Se elaboró además, previo al trabajo de campo, un mapa de línea de costa, plataformas de abrasión, drenaje, caminos y otras obras de infraestructura, tomando como base fotografías aéreas a escala 1:10.000, -

1981, facilitadas por el Instituto Costarricense de Turismo.

Para el trabajo de campo, dada la ausencia de afloramientos en los cerros y quebradas, la cartografía geológica se realizó siguiendo concentraciones de bloques alóctonos y de dudosa autoctonía a lo largo de las divisorias de drenaje (en las filas de los cerros) y de caminos de herradura y de cercado.

En la costa los afloramientos son especialmente buenos tanto en las plataformas de abrasión como en los acantilados; sin embargo el acceso sólo es posible desde Punta Pochote hasta Bahía La Tina, por lo que desde esta última localidad hasta Punta Agujas el estudio se realizó muy generalmente desde un bote haciendo uso de los binoculares.

Para el informe final se realizó una ampliación a escala 1:10.000 de las hojas topográficas Curú y Ballena (escala 1:25.000) con curvas a nivel cada 10 m. En este mapa se introdujo el trazado de la carretera principal y se agregaron otras obras de infraestructura con base en fotografías aéreas (escala 1:40.000 1981) y observaciones de campo. También se detalló la línea de costa y la plataforma de abrasión con ayuda de fotografías aéreas (1:10.000, 1981) y observaciones de campo.

II. MARCO GEOLOGICO REGIONAL Y TRABAJOS ANTERIORES

América Central se encuentra en el extremo Oeste de la Placa Oceánica Caribe. En dicho extremo esta Placa es subducida por la Placa Cocos. En la Figura 3 se muestran cada uno de los límites de estas Placas, así como el movimiento relativo de las mismas, según DAME (1971), MINSTER & JORDAN (1978, en Lundberg - 1982), MEYERHOFF (1980), MALFAIT & DINKELMAN (1972) CASE & HOLCOMBE (1980) y DENGO (1973).

Geológicamente América Central ha sido subdividida - en dos partes con génesis y evolución tectónica muy distintas. DENGO (1973) denomina América Central Septentrional al territorio comprendido desde la parte Norte de Guatemala hasta la parte Central de Nicaragua, y América Central Meridional a la región comprendida desde el Sur de Nicaragua hasta la parte - Noroccidental de Colombia (fig. 4).

La principal diferencia geológica entre estas regiones es el zócalo, el cual en América Central Septentrional consiste en parte del basamento continental paleozoico de Norte América, mientras que el de la porción Sur de América Central es de tipo oceánico, constituido por rocas ígneas básicas y ultrabásicas, y sedimentos pelágicos y hemipelágicos del Cretácico Superior (DENGO, 1973; KUIJPERS, 1979).

El Orógeno Meridional constituye un arco de islas a consecuencia de la convergencia, desde el Campaniano (KUYPERS, 1979), de las Placas de Cocos y del Caribe.

En Costa Rica han sido definidas las distintas unidades morfotectónicas típicas de un arco de islas (KUY

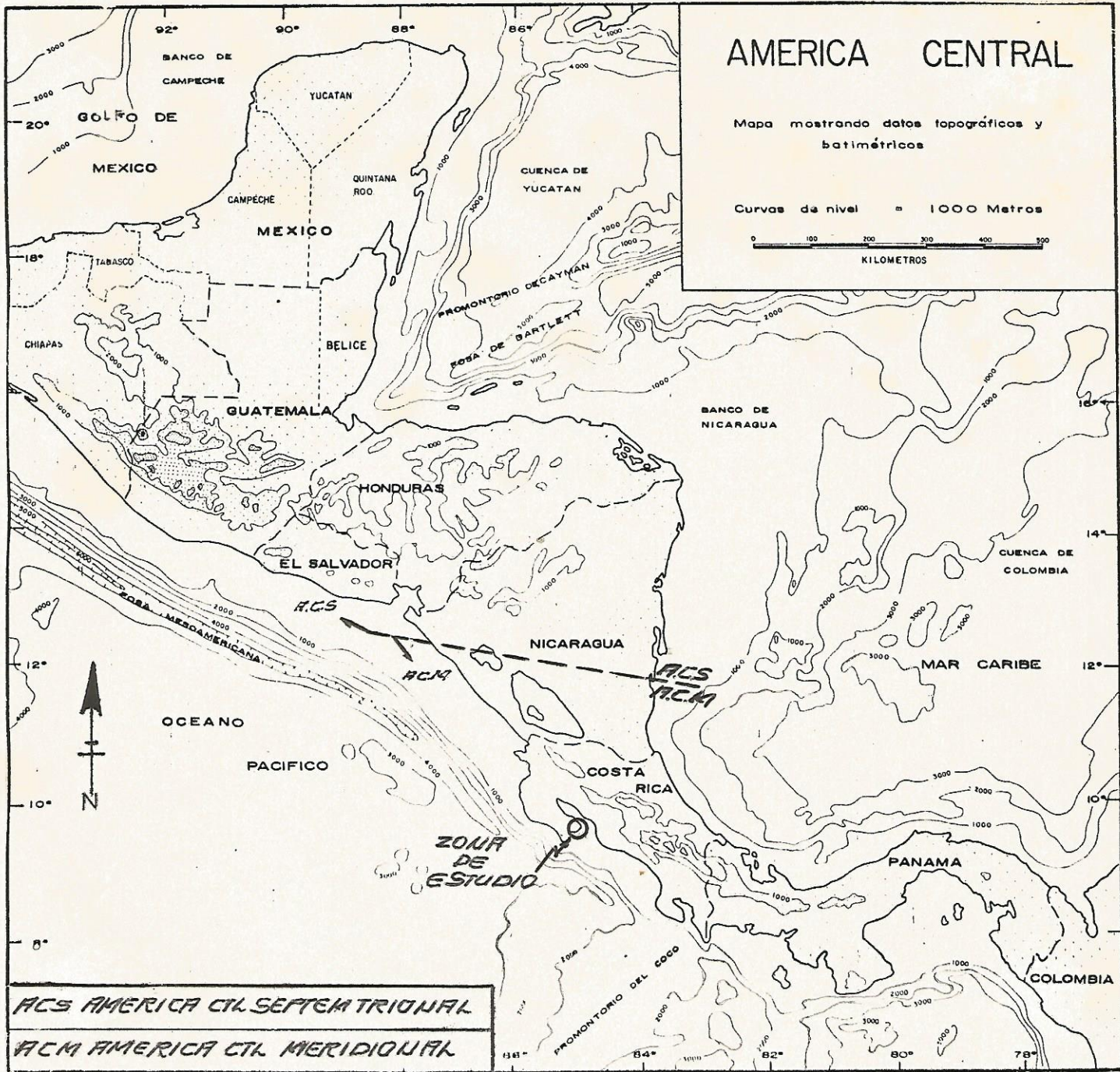


Fig. 4: Subdivisión geológica de América Central según DENGÓ 1973.

PERS, 1979; MORA, 1981). En la figura 5 se muestra un detalle de las unidades morfotectónicas de la parte NW de Costa Rica con la distribución de afloramientos de rocas del basamento y los edificios volcánicos Cuaternarios, según el mapa geológico de Costa Rica (1968 a escala 1:700.000).

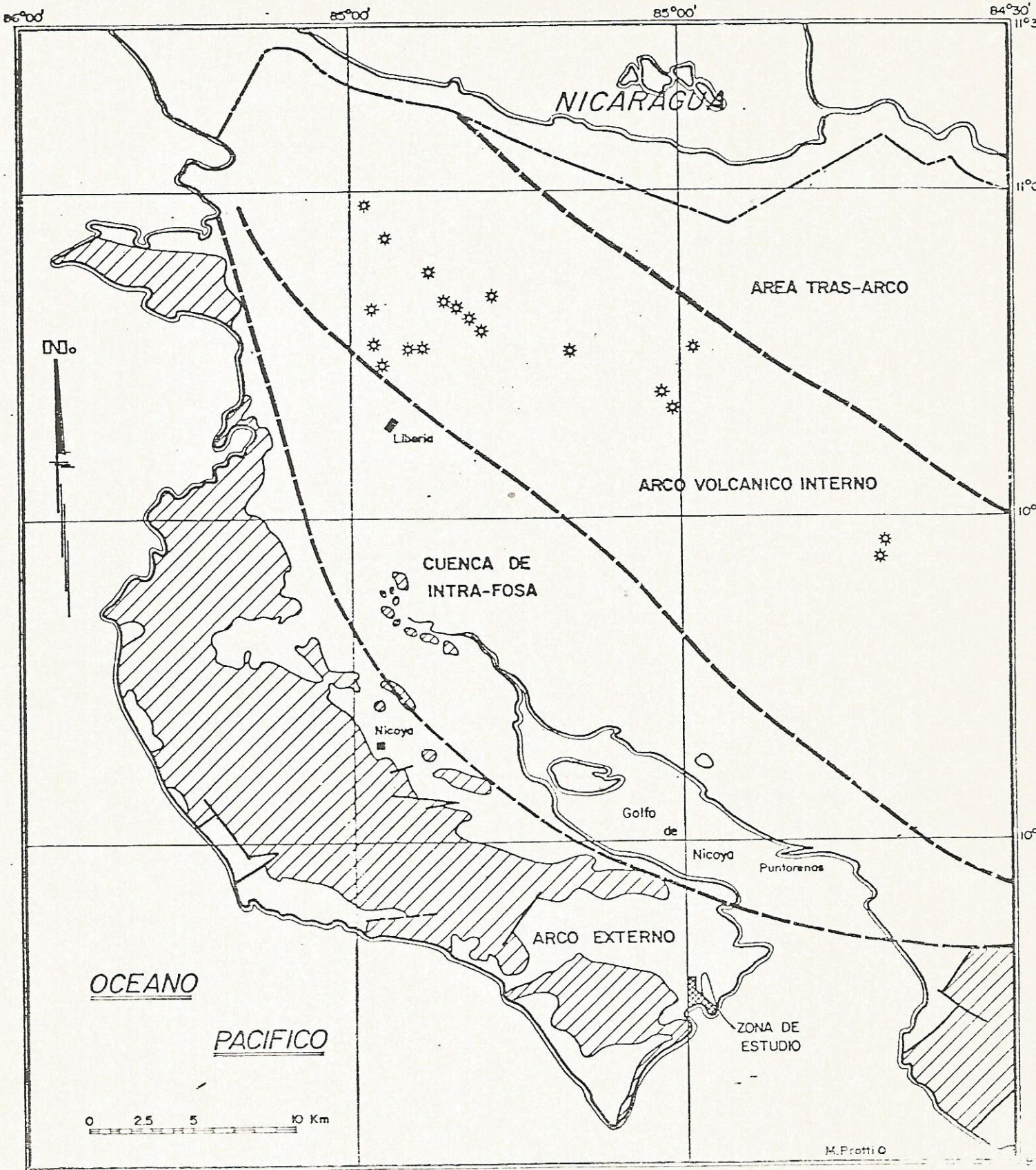
1. Complejo de Nicoya:

El basamento que conforma el Orógeno Meridional aflora en el Pacífico de Costa Rica y Panamá, y está constituido por corteza oceánica levantada (DENGO, 1962; GALLI-OLIVIER, 1977, 1979; KUYPERS, 1979) y ha sido denominado Complejo de Nicoya por los Geólogos de la Compañía Petrolera de Costa Rica (en DENGO, 1962).

Litológicamente está compuesto por rocas ígneas: coladas de basalto, aglomerados de basalto e intrusiones de gabro, diabasa y diorita, y sedimentarias: grauwacas, ftanitas, lutitas ftaníticas y calizas silíceas afaníticas (DENGO, 1962); además radiolaritas, basaltos en almohadilla y lutitas negras; secuencia toda de carácter ofiolítico.

Lo más antiguo que se ha datado en el Complejo de Nicoya ha sido Calloviano (Jurásico Medio) con base en radiolarios (BAUMGARTNER, en SPRECHMANN ed., 1983-en prensa), por lo que es de esperar que dicho Complejo sea más viejo.

No se ha llegado a ningún consenso en cuanto al proceso por el cual esta corteza oceánica fue levantada, por lo que existen varios modelos para explicarlo. GALLI-OLIVIER, (1977) propone inicialmente dos posibles mecanismos: uno por fusión parcial de la placa que se subduce, provocando



M. Protti ©



- ☼ Cono Volcánico
-  Distribución geográfica del Complejo de Nicoya según Mapa Geológico de Costa Rica (1968)
-  Límite de los arcos tectónicos.

FIG. Nº 5. Unidades Morfoestructónicas de la Parte NW de Costa Rica (nomenclatura de Dickinson, 1974) con la Distribución Geográfica del Complejo de Nicoya y la Ubicación del Área de Estudio.

una actividad plutónica y volcánica a lo largo de un arco en la placa suprayacente y otro, por la acreción de un prisma de estructura complicada compuesto por rocas ígneas y pelágicas de la corteza oceánica y del manto superior. Más tarde este mismo autor (GALLI-OLIVIER, 1979) considera que la serie ofiolítica, en algunas áreas, constituye una "melange", y propone un origen intraoceánico para el arco de América Central Meridional; además mantiene el modelo de emplazamiento en un prisma de acreción.

SCHMIDT-EFFING (1979, en SPRECHMANN ed., 1979) divide el Complejo de Nicoya en seis subcomplejos con edades desde el Jurásico Superior Tardío hasta el límite Paleoceno-Eoceno. Sin embargo, KUYPERS (1979) no reconoce los cuatro subcomplejos post-Santonianos de SCHMIDT-EFFING (Murciélago, Golfito, Garza y Quepos) por no ser asociaciones ofiolíticas y por no presentar el plegamiento sobreimpuesto característico del Complejo de Nicoya.

El mecanismo que propone SCHMIDT-EFFING (BAUMGARTNER, 1983 com. oral) para el emplazamiento del Complejo de Nicoya es la obducción de una dorsal asísmica con la consecuente migración y desarrollo de una nueva fosa ("plate boundary jumping").

DE BOER (1979) divide el Complejo en dos sub-unidades. La unidad inferior, compuesta por peridotita serpentizada, pillow lava y radiolaritas, fue originada en la dorsal de Carnegie durante el Coniaciano, mientras que la unidad superior, compuesta por gabro-diorita, pillow lava, rocas piroclásticas y calizas silíceas, fue el producto de flujos en fisuras a lo largo de una cadena volcánica de rumbo W-NW, que él denominó Arco de Culebra, y que fue el producto del choque de la unidad inferior con el bloque que representa actualmente la parte Sur de América Central Septen-

trional y la parte Norte de América Central Meridional (Bloque Chortis). Según este autor, el choque ocurrió durante el Campaniano Temprano a Medio y, con base en estudios paleomagnéticos, postula que la unidad inferior se originó en el Hemisferio Sur y la superior en el Hemisferio Norte; además, asigna una edad Oligoceno al comienzo de la subducción al Oeste del país.

KUYPERS (1979) distingue dos unidades dentro del Complejo de Nicoya. La unidad inferior, Matapalo, con una edad, con base en radiolarios, del Berriasiano-Aptiano (BAUMGARTNER, 1979, en KUYPERS, 1979) y, la unidad superior, Esperanza, del Cretácico Superior.

La unidad Matapalo está compuesta por más de 150 m de basaltos sobreyacidos por una serie radiolarítica de por lo menos 40 m de espesor. En la unidad Esperanza dominan los basaltos e intrusivos máficos y son escasas las radiolaritas. Este autor explica el carácter sobreyacente de la unidad Esperanza como un nappe que sobrecorrió tectónicamente durante el Santoniano a la unidad Matapalo.

En el presente trabajo se comparte el criterio de que el Complejo de Nicoya corresponde con corteza oceánica levantada, pero no se asume, ni se plantea, ninguna posición en cuanto al mecanismo de emplazamiento por carecer el autor de criterios suficientes para aceptar o rechazar cualquier modelo.

2. Sedimentario sobreyacente el Complejo de Nicoya:

Las series sobreyacentes al Complejo de Nicoya comienzan en el Campaniano (KUIJPERS, 1979). Dada la paleotopografía-

tan irregular que presentaba este basamento, para dicho tiempo se presentan sedimentos de ambientes muy distintos, desde conglomerados aluviales, sobreyacudos por arrecifes de Rudistas del Campaniano (KUYPERS, 1979) hasta sedimentos pelágicos y hemipelágicos, del Campaniano Superior y Maestrichtiano (SCHMIDT-EFFING, 1979, en LUNDBERG 1982) ("Formación Sabana Grande" de DENGO, 1962 y "Unidad Santa Lucía" de SAUERMANN & HSU, 1983).

El límite Cretácico-Terciario está marcado en la zona de Guanacaste, así como en muchas partes del mundo, por un cambio en la sedimentación, de pelágica y hemipelágica, a depositación de tipo turbidítico (BAUMGARTNER, 1983, com. oral). Estas turbiditas (Formaciones Rivas y Las Palmas de DENGO, 1962, y Unidad Paquera de SAUERMANN & HSU, 1983) se extienden hasta el Eoceno Inferior (DENGO, 1962; SCHMIDT-EFFING, 1979, en SAUERMANN & HSU, 1983; LUNDBERG, 1982).

El Eoceno Medio y Superior está representado en la región SE de la Península de Nicoya por areniscas y calizas someras con macroforaminíferos ("unidad Calizas y Areniscas de Mal País" de LUNDBERG, 1982, y "Unidad Calizas de Mal País" de SAUERMANN & HSU, 1983).

Los sedimentos más jóvenes de esta región corresponden a areniscas y conglomerados de ambiente somero ("Formación Montezuma" de DENGO, 1962) de edad Mioceno a más joven (LUNDBERG, 1982).

Varios autores (DE BOER, 1979; LUNDBERG, 1981; SAUERMANN & HSU, 1983) han sugerido la existencia, desde el Cretácico Superior Tardío, de un alto estructural con eje en el centro de la actual Península de Nicoya, que actuó como divisoria de cuencas.

Las series de Campaniano-Oligoceno están afectadas por una fase tectónica que produjo plegamiento y fallamiento - inverso y normal en rocas de dicha serie (KUYPERS, 1979).

III. LITOESTRATIGRAFIA

1. Introducción:

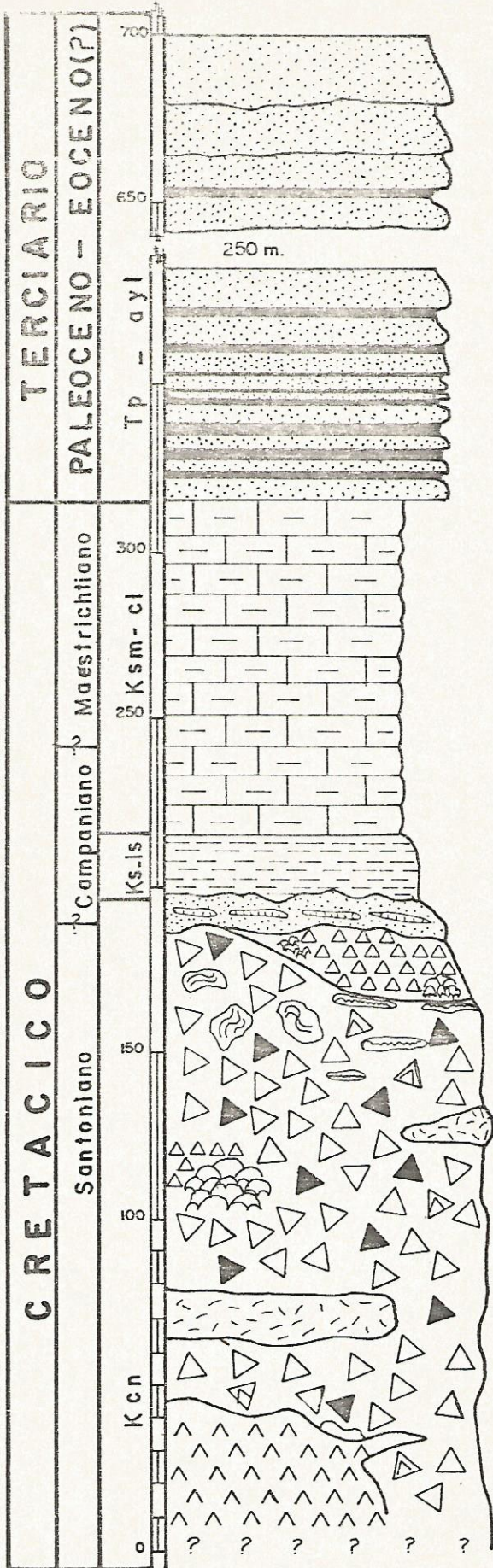
En la zona de estudio afloran cuatro asociaciones principales de litología, que han sido incluidas en distintas unidades litoestratigráficas formales e informales a saber: Serie Ofiolítica Complejo de Nicoya (Kcn); Unidad de lutitas silíceas (Ks-ls); Unidad de calcilutitas (Ksm-cl) y Unidad de Areniscas y lutitas (Tp-ayl) (Fig. 6).

La primera unidad presenta muy buenos afloramientos por lo que, al menos en la zona de costa, ha sido posible dividirla en varias sub-unidades típicas. De las otras tres unidades no existen buenos afloramientos, y para su definición fue preciso recurrir a datos de otras zonas vecinas donde afloran en acantilados y plataformas de abrasión.

Se citarán las localidades donde aflora cada unidad y sub-unidad, marcadas en el mapa general (sobre adjunto en la contratapa) con un número para cada localidad y el nombre científico, donde existe.

2. Serie Ofiolítica Complejo de Nicoya:

Está constituida por rocas volcánicas, principalmente basaltos masivos y en almohadilla, brechas volcánicas basálticas; rocas hipoabisales (dolerita) y sedimentarias producto de la erosión (?) de las primeras, junto con sedimentos pelágicos y hemipelágicos.



Areniscas masivas.

Areniscas y lutitas finamente estratificadas.

Calcilutitas.

Lutitas silíceas.

Arenisca basálticas con lentes de caliza hemipelágica y calcarenita.

Brecha de basalto con lavas en almohadilla.

Olistolitos de radiolaritas en una brecha varicolor de basalto, pedernal y dolerita con ocasionales lentes de radiolarita y coladas de basalto masivo.

Dolerita.

Marino Protti

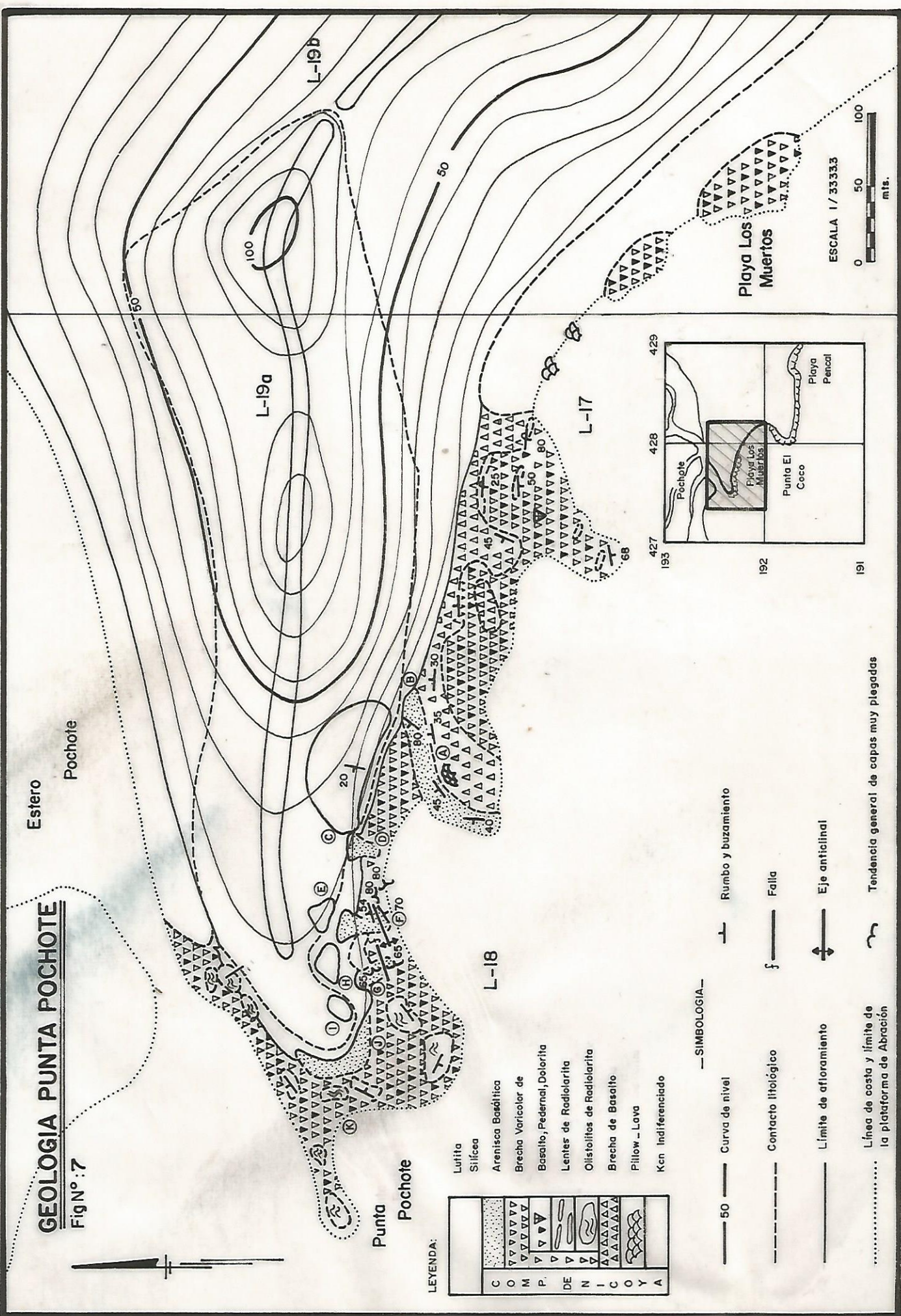
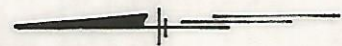
.COLUMNA ESTRATIGRAFICA AREA POCHOTE Y ALREDEDORES.

Fig N° 6

GEOLOGIA PUNTA POCHOTE

Fig N°: 7

Estero Pochote

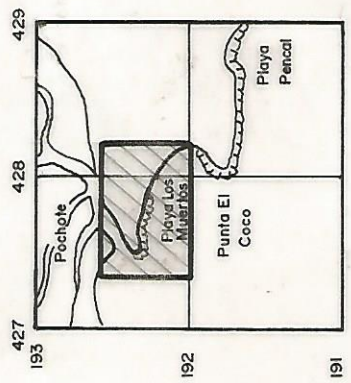


LEYENDA:

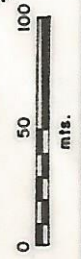
| | |
|----|---|
| C | Lulita |
| O | Siícea |
| M | Arenisca Basáltica |
| P | Brecha Varicolor de Basalto, Pedernal, Dolorita |
| DE | Lentes de Radiolarita |
| N | Olistolitos de Radiolarita |
| I | Brecha de Basalto |
| C | Pillow - Lava |
| O | Ken Indiferenciado |
| Y | |
| A | |

— SIMBOLOGIA —

- 50 — Curva de nivel
- — — — — Contacto litológico
- — — — — Límite de afloramiento
- Línea de costa y límite de la plataforma de Abración
- — — — — Rumbo y buzamiento
- — — — — Falla
- — — — — Eje anticlinal
- — — — — Tendencia general de capas muy plegadas



ESCALA 1 / 33333



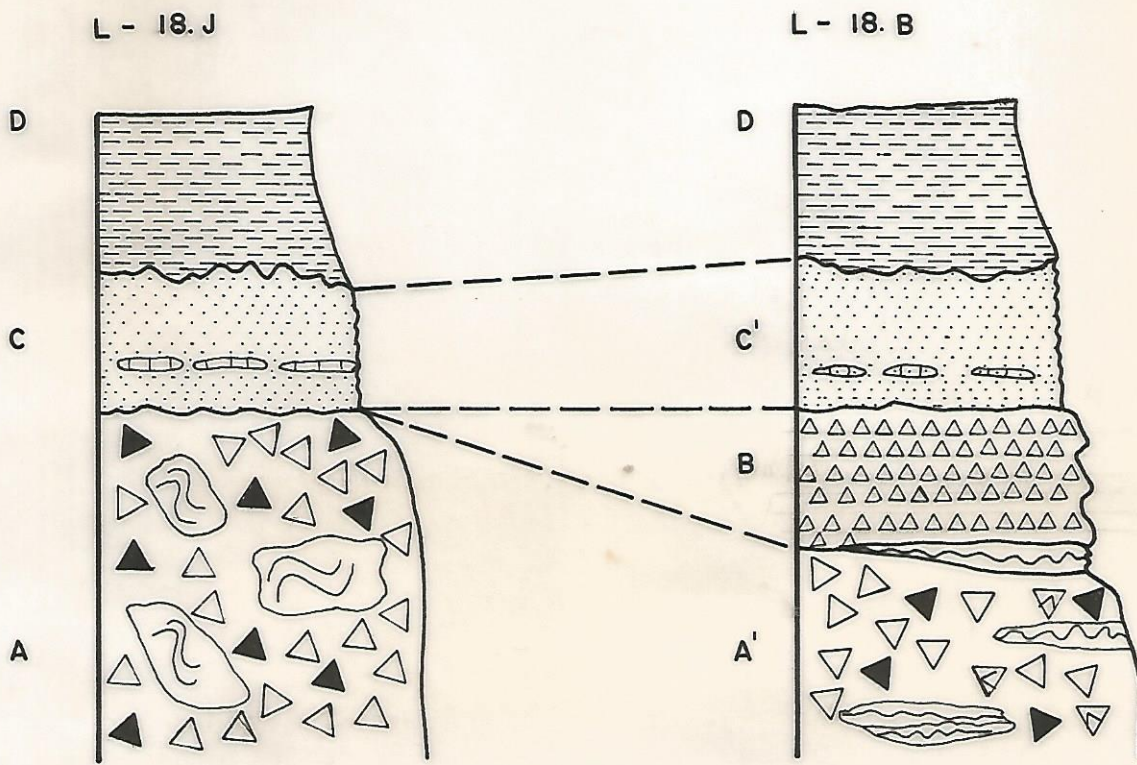
Esta unidad aflora en toda la parte SE de la zona de estudio, a lo largo de la costa desde Punta Pochote hasta Punta Agujas (límite SE de la zona) y Punta Piedra Colorada (fuera de la zona); en los Cerros La Gloria y Ventanas y, localmente, a 800 y 1300 m al NW de Pochote.

Como ya se mencionó, esta unidad ha sido dividida en subunidades, pero dado el fuerte tectonismo y el plegamiento sobreimpuesto que caracteriza a las rocas del Complejo de Nicoya, no fue posible establecer las relaciones estratigráficas entre algunas de estas subunidades.

El contacto inferior no aflora, ya que esta unidad forma parte del basamento de toda la Cuenca del Pacífico. El contacto superior, donde se pudo observar (Loc. 18-Fig. 7) tiene dos formas de presentarse. En la Figura 8 se muestran las columnas estratigráficas de estos dos contactos. El paso de arenisca basáltica (niveles C y C') a lutita silícea (nivel D) marca el contacto superior del Complejo, ya que se encuentran intensamente plegadas, con pliegues apretados de charnela aguda a diferencia de las lutitas silíceas, que mantienen un buzamiento relativamente constante.

Probablemente las areniscas basálticas fueron contemporáneas a la fase de compresión del Santoniano Inferior-Campaniano Inferior (KUYPERS, 1979) que afectó a todas las rocas del Complejo de Nicoya y no así a las lutitas silíceas inmediatamente sobreyacentes.

El espesor total aflorante del Complejo en esta región no pudo ser determinado dada la complejidad tec



Contacto superior del Complejo de Nicoya en dos localidades relativamente cercanas. (A) Brecha varicolor con olistolitos de radiolarita; (A') Brecha varicolor con lentes de radiolaritas; (B) Brecha de basalto; (C) Arenisca basáltica con un estrato de caliza hemipelágica; (C') Arenisca basáltica con un estrato de calcarenita; (D) Lutita silícea verde claro.
 (Para ubicación ver Fig N° 7)

MARINO PROTTI

CONTACTO SUPERIOR COMPLEJO NICOYA Pta POCHOTE

Fig N° 8

tónica; sin embargo, se dará el espesor aproximado de las subunidades en que se pudo estimar.

En esta unidad se efectuó una datación en un lente, a manera de boudinage, de calcarenita incluido en las areniscas basálticas al techo del Complejo (Loc. 18B, nivel C', Fig. 8).

En dicha calcarenita se encuentra radiolarios del Campaniano extraordinariamente bien preservados (BAU MGARTNER, 1983, com. escrita). Con estos resultados y los trabajos consultados, el autor comparte los criterios expuestos por KUYPERS (1979) para fijar al Santoniano Medio-Campaniano Inferior como la edad mínima del Complejo de Nicoya.

A continuación se describirán las distintas subunidades del Complejo de Nicoya diferenciadas en esta región. El orden en que se mencionan no es necesariamente el orden estratigráfico debido a que, como ya se mencionó, la complejidad tectónica no permite establecer la secuencia normal; inclusive no hay criterios para correlacionar dos subunidades litológicamente semejantes que estén relativamente cercanas.

2.1 Subunidad de Basaltos Masivos:

Se trata de flujos o coladas de lava de composición basáltica con abundantes vetillas de sílice y calcita distribuidas al azar.

Aflora en el acantilado en Playa Viuditas (L-3), Bahía La Tina (L-9), Peñón de Casitas y Punta

Coco (L-10 y L-11), en Playa El Coco (L-12), en la plataforma del Este de Punta Los Muertos (L-15) y en el extremo SE de Playa Los Muertos (L-16).

En L-9 afloran basaltos gris oscuro, alterados a pardo rojizo, en contacto, por una pequeña falla inversa N 15° E, 55° NW, con brecha varicolor (Foto N° 1).

En todo el acantilado, desde Punta Coco hasta Peñón de Casitas, aflora esta subunidad sobreyaciendo en contacto neto, con buzamiento aparente de 20° al NW, la subunidad de brecha varicolor. En este acantilado tiene un espesor visible de más de 20 m; sin embargo, la parte superior ha sido cartografiada como Complejo de Nicoya indiferenciado, por problemas de deslizamientos.

En la parte SE de L-12 aflora por debajo de basaltos en almohadilla.

En L-15 y L-16 afloran dos coladas (?) de basalto, de menos de 15 m cada una, incluidas dentro de una brecha varicolor.

2.2 Subunidad de Dolerita:

Consiste en una roca ígnea hipoabisal básica que marca la transición entre gabro y basalto. Según el análisis petrográfico de la muestra M. P.-P.E.C.-5 de la única localidad donde aflora Playa El Coco (L-13) se trata, según la clasifi

cación de STRECKEISEN, de un gabro holocristalino, granular, de textura subofítica a ofítica, - con fenocristales de plagioclasa y augita titanífera.

En dicha localidad (Foto N° 2) aflora en la plataforma de abrasión y en una pared de alrededor de 2.5 m de altura. Hacia el NW está en contacto, por una falla regional N 60° E, con pillow lava y al Este y hacia el techo (?) en contacto erosivo (?) con una brecha varicolor con clastos de basalto, dolerita y pedernal, en una matriz roja abundante (20-30 %).

2.3 Subunidad de Basaltos en Almohadilla:

Pillow-lavas fueron vistos, desde un bote, en Punta Agujas (L-1), Punta El Indio y Playa Viuditas (L-3), Punta Tambor (L-4) y en los acantilados en L-6 y L-7.

A 100 m al SW de Punta Agujas en el acantilado, las almohadillas tienen un buzamiento aparente de 45° al N 40° E, determinado por la concavidad hacia abajo del techo de los pillow.

En Playa El Coco es donde mejor expuestos están (L-12 y L-14). En L-12 afloran pillow desde - 0.25 x 0.75 m hasta 0.75 x 2.5 m, gris oscuro y claro hasta pardo rojizo, limitados por zonas de hialoclastita de hasta 5 cm de espesor. Están cruzados por vetillas de calcita de entre 0.1 y 1 cm de espesor, sin un patrón definido.-



Foto N^o 1: Contacto basalto masivo-brecha varicolor, afectado por una falla inversa N 15° W, 55 NW, Bahía La Tina (L-9)



Foto N^o 2: Afloramiento de dolerita sobreyacida por brecha varicolor en la plataforma de abrasión en Playa El Coco (L-13)

Presentan un fracturamiento muy particular (Foto N° 3) en pequeños bloques muy angulares con tamaños entre 2 y 8 cm, dominando claramente tamaños alrededor de 6 cm. Dado este fracturamiento, se interpreta que los pillow son una fuente muy importante, o incluso la más importante, de las brechas del Complejo de Nicoya.

En la parte SE de esta misma localidad son afectados por una pequeña falla de desplazamiento - desconocido, con buzamiento aparente de 22° al Wf, que provoca un ligero basculamiento (igual al buzamiento en la falla) en las almohadillas del bloque superior (Foto N° 4); en la parte inferior de este afloramiento se presentan basaltos masivos sobreyacidos (contacto estratigráfico) por brecha oscura, constituida sólo por basalto, en la plataforma de abrasión y por brecha marrón varicolor, en la parte superior del afloramiento (Foto N° 5), ambas de génesis distintas, por lo que se deducen variaciones bruscas, locales, en la composición de la brecha (Fig. 9). Probablemente la brecha de basalto estuvo también sobreyacida por brecha varicolor.

Del análisis petrográfico de una muestra de estos pillow se determinó una composición basáltica de tipo ankaramita (?), textura hipocristalina, afanítica, con cristales de anfíboles secundarios y clinopiroxenos en una matriz intersticial.

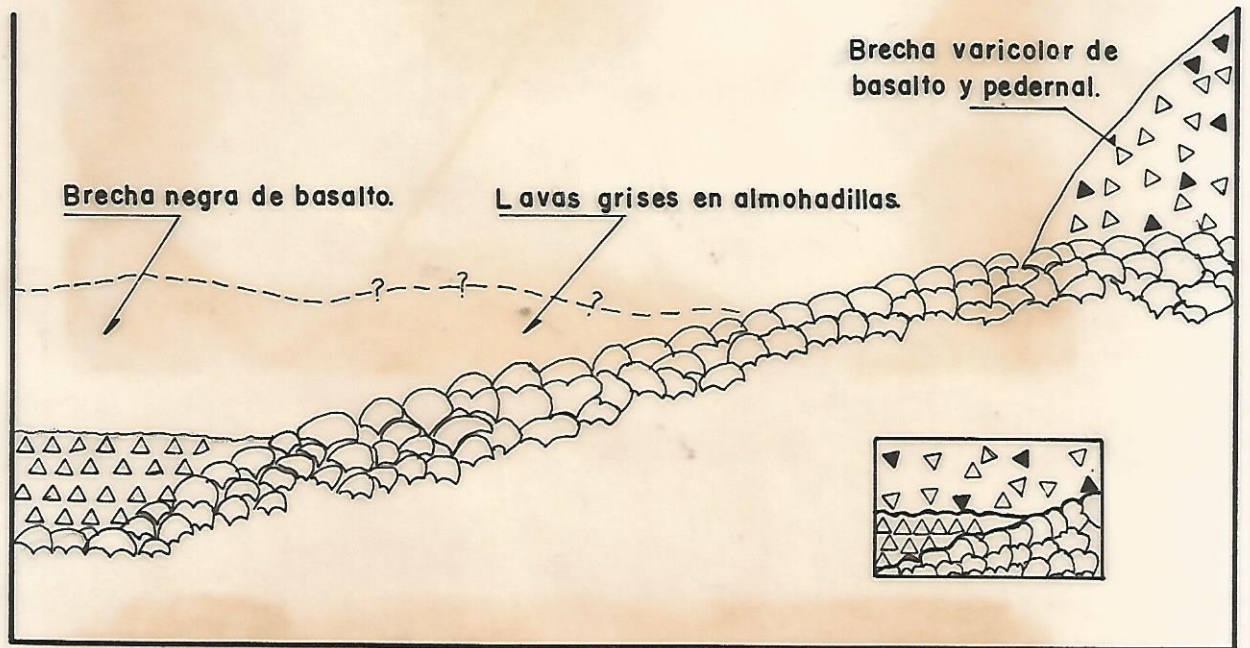
En L-17 y L-18A (Fig. 7) afloran estructuras - que por su morfología se han interpretado como pillow, pero dado el carácter muy local, no han



Foto N^o 3: Fracturamiento particular de las lavas en almohadilla. Nótese además el límite de hialoclástica. Playa El Coco (L-12)



Foto N^o 4: Falla con un buzamiento aparente de 22° al Wf que afecta lavas en almohadilla. Playa El Coco (L-12)



S 65° W

N 65° E

Escala: 1/125

Perfil esquemático del afloramiento de la parte NW de L-12, mostrando las variaciones laterales bruscas en la composición de las brechas del Complejo de Nicoya; en el recuadro se muestra una posible interpretación.

MARINO PROTTI

CONTACTO PILLOW LAVA - BRECHA BASALTICA - BRECHA VARICOLOR

Fig N° 9

sido cartografiados en el mapa general.

2.4 Subunidad de Brecha Basáltica:

Consiste en una brecha negra bien seleccionada, con clastos exclusivamente de basalto de 1 a 5 cm, muy angulares. La matriz es arenosa, oscura y escasa (< 5 %).

Esta subunidad aflora en la parte NW de L-12, - sobre lavas en almohadilla y en L-18 (Fig. 7).- En esta última localidad tiene un espesor de 15 m; presenta cierta estratificación grosera (N 80° E; 35° NW) de 1 a 2 m de espesor, evidencia da por erosión diferencial sobre cambios en la granulometría de la brecha. En esta localidad - sobreyace a brecha varicolor (L-17) en cuyo con tacto aparecen capas volcadas de radiolaritas - con un buzamiento de 25° a 80° al S.

En L-18B es sobreyacida por estratos de arenisca basáltica con intercapas de lutitas negras. Lateralmente (L-18A) aparecen estructuras que por su morfología y composición se interpretan como almohadillas.

El origen de estas brechas puede estar en la re ventadura y/o el diaclasamiento de los pillow,- y la estratificación grosera puede estar dada por un retrabajo de esos productos.

2.5 Subunidad de Brecha Varicolor:

Aflora a todo lo largo de la costa, desde Playa Los Muertos hasta Punta Agujas.

En general consiste en una brecha café grisácea a marrón muy mal seleccionada con bloques de basalto gris y negro en su mayoría (70-90 %), desde 1 hasta 80 cm, dominando tamaños entre 5 y 15 cm. Además bloques de pedernal rojo (sano) y negro (alterado), de 1 a 30 cm, que sobresalen por erosión diferencial (Foto N° 6).

La matriz varía de arenosa a arcillosa roja y es escasa (<10 %); donde es arenosa tiende a confundirse con los bloques de basalto por su textura y color, y donde es arcillosa puede consistir en una matriz de barro radiolarítico (L-16) (BAUMGARTNER, 1983, com. oral). Los bloques son angulares con contactos rectos en su mayoría.

En L-8 está toda cortada por vetillas de calcita (las más gruesas, 5-10 mm) y de sílice (las más delgadas, 1-5 mm). Por regla general no presenta ninguna orientación y la fábrica es bastante caótica. Está bien cementada y no reacciona al HCl (ni clastos ni matriz).

Las brechas en L-2, L-4, L-5 y L-7 fueron observadas desde el bote, pero se han incluido dentro de esta unidad por la coloración particular y la tendencia dominante en toda la costa.

En L-10 destacan niveles de pedernal de menos



Foto N° 5: Pillow-lava sobreyacidos en contacto estratigráfico por brecha varicolor. Playa El Coco (parte NW de L-12)



Foto N° 6: Detalle de la composición de la brecha varicolor. Los bloques oscuros son de pedernal; los claros de basalto. Bahía La Tina (L-8)

de 6 cm de espesor, lenticulares y en estratosrotos (?), y bloques lenticulares de hasta 1.25 m de basalto negro afanítico con alteración tipo tafoni.

En L-13 presenta abundancia en bloques de dolerita; son menos abundantes los clastos de pedernal y la matriz es conglomerática fina hasta arenosa oscura. Sobreyace a un cuerpo de dolerita en cuyo contacto aparecen cuerpos lenticulares de pedernal rojo intenso de hasta 90 cm en la parte más ancha (Foto N° 7). La brecha en esta localidad presenta estratificación (?) de 1.5 a 4 m de espesor (extremo derecho, Foto N° 2), y está en contacto hacia el SE con pillowlava por efecto de una falla probablemente inversa N 10° E, 65° W, en cuyo plano se nota una fuerte trituración, cizallamiento y una tonalidad blanco amarillenta.

Punta Los Muertos (L-15) se puede considerar como la localidad tipo de esta subunidad ya que allí aflora en una plataforma de abrasión de alrededor de 800 m de extensión y hasta 150 m de ancho, una sección continua sin fallamiento importante. Esta plataforma está limitada al Sur por una falla inferida de rumbo E-W, que en Playa Pencal (L-14) pone en contacto pillowlava con brecha varicolor.

En la parte SE y NW de Punta Los Muertos (L-15 y L-16) esta brecha está intruida (?) por coladas de lava.

En Playa Los Muertos (L-17), hacia la platafor-

ma más externa, es gris oscuro y verde oscuro, con clastos de tamaños entre 1 y 8 cm muy angulares y bloques de hasta 0.5 m de basalto y dolerita sub-redondeados; además bloques de pedernal ($\pm 5\%$) de 5 a 40 cm en una matriz gris verdosa, arenosa fina ($\pm 25\%$). Presenta ocasionales horizontes lenticulares de 0.5 m de espesor de pedernal (radiolaritas?), que hacia la base aparecen transicionalmente con un aumento en la matriz de la brecha, hasta estratos de pedernal de 4 a 5 cm de espesor con intercapas de lutitas negras, silíceas, deleznales, de 0.5 a 1 cm de espesor, con finas laminaciones que resaltan por diferencias de tonalidad y por una "micro-erosión diferencial".

Hacia la plataforma interna, en esta misma localidad aumenta el contenido de bloques de pedernal, de hasta 1 m, y aparece un lente con un espesor de 1 m y 25 m de longitud de radiolaritas (?) con capas de lutitas negras de hasta 5 cm de espesor, que pueden estar completamente englobadas por la radiolarita.

2.6 Subunidad de Brecha Varicolor con Olistolitos:

Aflora en toda la plataforma de abrasión de Punta Pochote (L-18) (Fig. 7). Textural y composicionalmente es muy semejante a la litología de la subunidad de brecha varicolor, con la diferencia de que presenta grandes bloques, orientados al azar, de tamaños de hasta 5 x 2.5 m de radiolaritas, en estratos de 2 a 8 cm de espe -

sor, con intercapas menores de 2 cm de espesor, de areniscas oscuras de grano medio y lutitas negras.

Estos bloques han sido interpretados como olistolitos deslizados de una paleopendiente durante la depositación de la brecha. Probablemente estos deslizamientos fueron locales, y la brecha en la que se encuentran corresponda a la misma brecha de Punta Los Muertos (L-15). Sin embargo, dado que no hay criterios suficientes para hacer esta correlación, han sido incluidas en dos subunidades aparte.

Algunos de estos olistolitos presentan fuerte plegamiento interno, por lo que se infiere, que a pesar de que existía cierta coherencia entre los estratos, al momento del deslizamiento, el sedimento no estaba aún consolidado.

El deslizamiento de estos bloques pudo estar relacionado con la fase tectónica del Santoniano Inferior-Campaniano Inferior (KUYPERS, 1979), - pero no hay dataciones que lo comprueben.

2.7 Subunidad de Areniscas Basálticas:

Aflora en Punta Pochote (L-18) y en L-43 y marca, al menos localmente, el contacto superior - del Complejo de Nicoya. Consiste en areniscas de granulometría variable, café y verde oscuro. Petrográficamente es una arenisca lítica con alto contenido de augita y minerales opacos (mag-

netita sobre todo).

En L-18 se presenta en estratos, muy fracturados, de 20 hasta 50 cm de espesor; tiene abundantes pátinas negras de óxidos de manganeso, es de grano medio a grueso, y presenta un estrato roto (boudinage (?)) de 10 cm de espesor de caliza hemipelágica recristalizada. En L-18B es café a verde oscuro, de grano fino a medio, en estratos de 5 a 40 cm con algunos estratos finamente laminados (erosión diferencial). Aparecen lentes de arenisca gruesa conglomerádica y estructuras de deformación penecontemporáneas. También presenta un estrato roto, tipo boudinage, de calcarenita, con abundantes radiolarios del Campaniano bien conservados (BAUMGARTNER, 1983, com. escrita). Además se encuentran cuerpos lentiformes (8 x 20 cm) de un material muy suave y deleznable, negro (sano), blanco (alterado) de materia orgánica. Incluido dentro de esta arenisca aparece un lente (0.6 x 2 m) de brecha conglomerádica con bloques de basalto de hasta 15 cm. Este afloramiento aparece como un saliente en el acantilado y podría tratarse de un olistolito, lo mismo que los afloramientos en L-18D, F y G, en los cuales hay capas de lutitas negras muy cizalladas intercaladas con areniscas. Todo este conjunto está muy plegado y en L-18F se presenta un anticlinal apretado de rumbo N 60° E.

El contacto inferior, en L-18B, es concordante con brecha basáltica; el superior no fue observado y el espesor total no supera los 10 m. Queda aún por determinar si se trata en realidad

de una unidad de olistolitos.

2.8 Complejo de Nicoya - Indiferenciado:

Se han cartografiado con esta nominación los afloramientos de rocas del Complejo de Nicoya, - que por el estado de alteración, la pequeñez de los afloramientos y la distancia a que fueron observados no fue posible incluirlos en ninguna de las subunidades antes descritas.

Se trata en particular de la parte superior de todo el acantilado, de los afloramientos en los Cerros La Gloria y Ventanas, y de las localidades L-18H, L-19B, L-20, L-47 y L-54.

2.9 Ambiente de Formación del Complejo de Nicoya:

Las rocas ígneas del Complejo de Nicoya fueron originadas en un ambiente submarino profundo. - Esto se deduce considerando la estructura en al mohadilla de las lavas y por estar, en parte, incluidas y ser sobreyacidas por sedimentos exclusivamente marinos profundos.

El material sedimentario componente del complejo fue depositado en un ambiente marino profundo por debajo del nivel de compensación de carbonatos (CCD), al menos durante el Campaniano.- Confirman esta interpretación la ausencia de carbonato en las brechas, la matriz radiolaríti

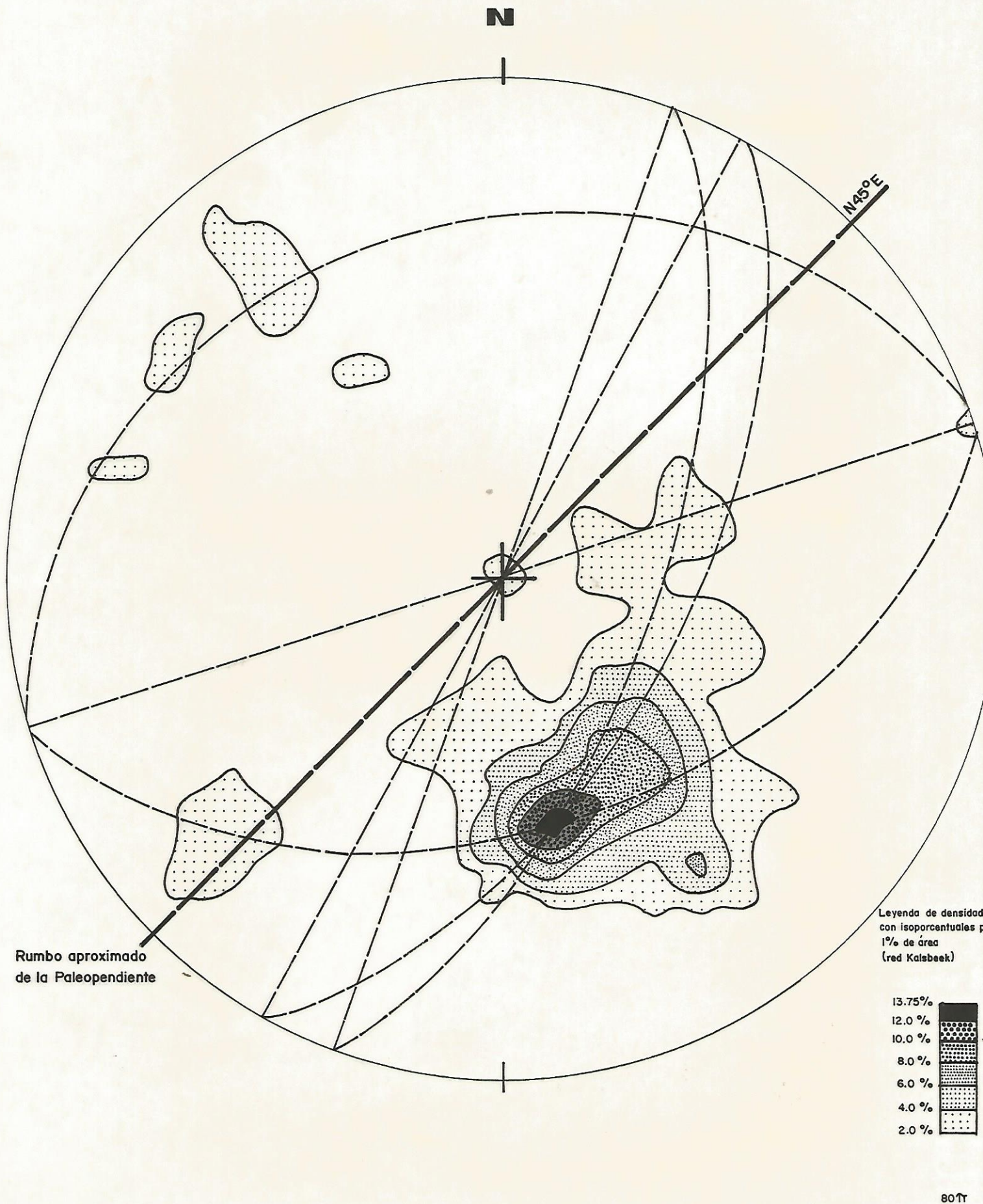
ca de algunas de estas brechas, la existencia - de cuerpos de pedernal al contacto de materiales ígneos con sedimentarios, los olistolitos y radiolatitas dentro de la brecha, y la casi exclusividad de fósiles de radiolarios en las areniscas basálticas.

El estrato de calcarenita incluido en las areniscas basálticas, se puede interpretar como depositado bajo la c.c.d. por una corriente de turbidez y por consiguiente sepultado rápidamente, con lo cual podría escapar de la disolución. Esta calcarenita presenta laminación paralela, lo cual confirma esta interpretación.

Las rocas sedimentarias de la parte superior - del Complejo, se depositaron en un ambiente tectónicamente activo, quedando manifestado con brechas caóticas de olistolitos, que constituyen un olistostromo. Se tomaron 80 medidas de buzamientos en los estratos de radiolaritas y areniscas en olistolitos, y se graficaron sus polos en la Red Equiareal de Schmidt para obtener un diagrama de densidad, utilizando como base - la Red de Configuración Geoestadística de Kalsbeek.

A las medidas de campo se les eliminó el efecto de la segunda fase compresiva (Eoceno-Oligoceno KUYPERS, 1979), restándoseles la tendencia general de buzamiento (20° al N 75° W) de las lutitas silíceas inmediatamente sobreyacentes. Para ello se utilizó la Red de Wulff.

Del diagrama de densidad (Fig. 10) se interpretó que la paleopendiente de la que fueron desli



Polos de planos de estratificación

Diagrama de densidad de polos de estratos de radiolarita y areniscas en olistolitas de la parte superior del Complejo de Nicoya. Punta Pochote.

zados estos olistolitos tenía un rumbo aproximado N 45° E, lo cual se podría ver como contradictorio con el modelo de DE BOER de un alto estructural NW-SE con eje en la Península de Nicoya; sin embargo, el área estudiada no es más que una situación muy local e inclusive, podría corresponder con una ladera probablemente SE de dicho alto, con lo cual la fuente de los olistolitos estaría al NW de Punta Pochote.

3. Unidad de Lutitas Silíceas:

Aflora en los cerros al SE de Pochote (L-18c, L-19a y L-19c). Consiste en areniscas de grano muy fino a fino, y lutitas silíceas verde tierno y gris claro (alteradas). Presentan dendritas de óxidos de manganeso, lo cual puede ser un criterio para distinguirlas de las calcilutitas sobreyacentes.

Localmente está muy silicificada y tiende a pedernal rosado. No presenta estructuras sedimentarias; es compacta y densa y tiene fractura concoidea.

En L-18c tiene un espesor visible de alrededor de 10 m con una tendencia general de 20° al N 75° W.

En L-44 aparece esta litología mezclada, por efectos de la Falla Río Curú, con rocas de la unidad inmediatamente sobreyacente.

Entre los Cerros La Gloria y Ventanas (L-25 y L-26) aparece en bloques mezclada con jaspe rojo y marrón, brechas de pedernal y, ocasionalmente, bloques de basalto con me-

teorización esferoidal. La mayoría de estos bloques están limitados por espejos de fricción.

El espesor total de esta unidad es menor de 20 m, y es sobreyacida concordantemente por la unidad de calcilutitas- (R. ESTRADA, 1983, com. personal).

Las rocas de esta unidad se depositaron durante el Campaniano Superior (S. HART & S. PERSIVAL, en LUNDBERG, 1982) a más joven, en un ambiente hemipelágico por debajo de la CCD, y quizás formando un relleno parcial de las irregularidades de la parte superior de la unidad infrayacente.

4. Unidad de Calcilutitas:

Consiste en calcilutitas gris verdosas, sin laminaciones, densa, fractura concoidea y vetillas de calcita de 0.1 a 0.5 cm.

Aflora en los cerritos al N y NW de Pochote, en forma de bloques y sólo localmente "in situ" (L-44, L-45 y L-50).

El espesor en esta zona se ha calculado entre 80 y 100 m. El contacto inferior con las lutitas silíceas no aflora en la zona de estudio y el superior es concordante (?) - con la unidad de areniscas y lutitas a 1300 m al N 5° E de Pochote; está además en contacto por falla inferida de rumbo general N 45° E, con rocas del Complejo de Nicoya.

En un afloramiento de 75 m de largo y 10 m de alto, por corte de carretera (L-44), quedan expuestas las calcilutitas, mezcladas tectónicamente y sin relación estructural ni estratigráfica con lutitas silíceas de la unidad sobre

yacente, todas con abundantes espejos de fricción.

En L-45 afloran estratos de 2 a 5 cm de espesor de calcilutita buzando 40° al N 55° E.

Las rocas de esta unidad tienen un carácter hemipelágico, y fueron depositadas sobre la CCD, muy probablemente durante el Campaniano-Maestrichtiano (Campaniano tardío según SCHMIDT-EFFING, 1979).

5. Unidad de Areniscas y Lutitas:

Se trata de una secuencia de areniscas café claro, poco calcárea, con interestratificaciones de lutitas café oscuro. En la parte basal de esta unidad las areniscas y lutitas son igualmente abundantes, mientras que hacia la parte superior están casi ausentes las lutitas y la arenisca se vuelve masiva.

Esta roca petrográficamente es una arenisca subarcósica - de grano medio a grueso, clastos subangulares y cemento silíceo y calcáreo.

El espesor total no pudo ser determinado ya que el contacto superior no aflora; sin embargo en esta zona tiene un espesor aflorante de alrededor de 700 m. El contacto inferior es concordante (?) sobre las calcilutitas, y por falla inferida (E-W) con el Complejo de Nicoya.

Aflora en toda el área desde el paralelo 194000 N hasta el límite Norte de la zona de estudio. En L-35 está muy plegada en estratos finos (2-5 cm), con una tendencia general 12° al N 5° E. En L-36 mantienen un buzamiento cons

tante de 30° al N 65° E con estratos de arenisca (2-7 cm de espesor), que resaltan por erosión diferencial de lutitas intercaladas de 0.5 a 5 cm de espesor. Las areniscas presentan gradación positiva y laminación paralela.

En la ladera SW de los Cerros Vueltas se observan bloques de alrededor de 15 cm de arenisca gris claro, densa y no calcárea. Sólo en L-60 se pudo observar estratificación en areniscas de 2 a 3 cm de espesor, con intercapas de lutitas de 1 cm, todo muy alterado; buza 30° al N 40° E.

En las localidades L-56 y L-57 afloran sólo bloques de arenisca de grano medio a grueso, café claro y gris claro, compacta, densa y poco calcárea.

Con base en observaciones en otras zonas (Bahía Murciélagos y Punta Curú) se interpreta esta unidad como un depósito tipo turbidítico con mayor afluencia de materiales lutíticos en la base, y arenosos hacia el techo (progradación).

6. Depósitos Cuaternarios:

Hacia la parte interna de la zona están representados por materiales principalmente coluviales y coluvio-aluviales, desprendidos y/o arrastrados de los cerros, sin que hayan sufrido mayor transporte. Son mezclas de todas las litologías antes descritas, con clara predominancia de bloques de pedernal, más resistentes a la meteorización; tanto es así, que en zonas altas donde aflora el Complejo de Nicoya, Cerros La Gloria y Ventanas, y L-19b, por efectos combinados de meteorización y erosión, se concentran los bloques de jaspe y pedernal.

En la costa se trata de depósitos característicos de playa (Playas Pochote, Los Muertos, El Coco y Ventanas) de diferentes litologías, con abundantes (30-40 %) fragmentos de conchas de moluscos, principalmente de bivalvos.

En la desembocadura de una quebrada en Playa El Coco (L-14) se ha formado una "roca de playa", producto de la precipitación, en la zona intermareal, de carbonato de calcio disuelto en el agua de la quebrada. Se trata de un conglomerado bien cementado, con bloques bien redondeados de hasta 50 cm (<1 %) dominando tamaños entre 0.5 y 4 cm. Los clastos son de dolerita (80 %), basalto (15 %) y pedernal (5 %) con granos flotantes y contactos puntuales; el cemento es calcáreo, blanco y muy abundante (Foto N° 8).

IV. TECTONIA Y GEOLOGIA ESTRUCTURAL

1. Introducción:

Como se observa en la Figura N° 3, el área de estudio se encuentra en un margen convergente activo, entre las placas de Cocos y Caribe. Este tipo de márgenes se caracteriza por un ambiente general de compresión. Sin embargo, estudios muy recientes en la Fosa Mesoamericana, han determinado que en la convergencia de estas dos placas dominan, al menos en tiempos geológicos actuales, las estructuras de tensión tanto en la pared externa de la fosa como en el arco externo.

En la Península de Nicoya, en general, se han reconocido tres fases tectónicas (KUYPERS, 1979). La primera, Santoniano Inferior-Campaniano Inferior, fue com



Foto N^o 7: Cuerpo de radiolarita en el contacto dolerita-brecha varicolor. Playa el Co (L-13), ver Foto N^o 2

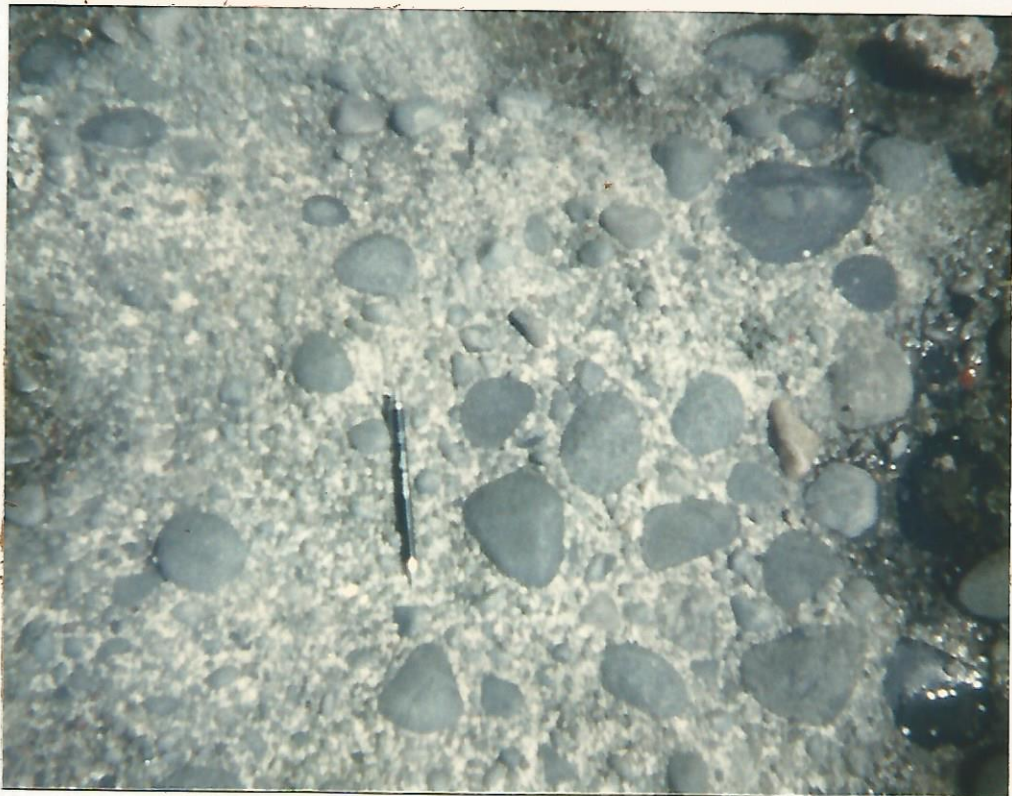


Foto N^o 8: Roca de playa con bloques subredondeados de dolerita, basalto y pedernal - con cemento calcáreo. Playa El Coco (L-14)

presiva y afectó únicamente a las rocas del Complejo de Nicoya. La segunda, también compresiva, Eoceno- Oligoceno, afectó a las series pre-Mioceno y provocó un plegamiento sobre impuesto en el Complejo. La tercera, distensiva y aún activa, comenzó en el Mioceno y corresponde al levantamiento y domificación de la Península de Nicoya

2. Pliegues:

Se presenta plegamiento apretado en los olistolitos de radiolaritas y en las areniscas basálticas de Punta Pochote. Este plegamiento ocurrió probablemente - cuando el sedimento se encontraba aún inconsolidado, y fue consecuencia de los deslizamientos de estos bloques. Por lo tanto, el plegamiento resultó de esfuerzos gravitatorios, y no son directamente relacionados con deformación tectónica.

Tanto los olistolitos, como el plegamiento asociado a ellos, se han interpretado como contemporáneos y consecuencia directa de los emplazamientos de la primera fase compresiva.

Los pliegues locales en las areniscas y lutitas en L-35, podrían corresponder con plegamiento sinsedimentario de tipo slump, ya que desarmonizan con la tendencia general y relativamente constante, hacia el NNE, de todo el sedimentario aflorante en la zona. Esa tendencia general se ha interpretado como un homoclinial de carácter muy regional, cuyo núcleo, formado por el Complejo de Nicoya, tendría como eje los Cerros La Gloria y Ventanas. Las lutitas silíceas en -

la cima de estos cerros corresponderían con relictos en el seno de dicha estructura.

3. Fallas:

En L-6 fue observada una falla con un buzamiento aparente de 45° Wf, en cuyo piso afloran pillow-lava; - la litología del techo, el tipo de falla y su desplazamiento no fue posible determinarlos.

En Bahía La Tina (L-9) una falla inversa N 15° E, 55° NW, de 5.5 m de desplazamiento de inclinación, pone en contacto basalto masivo con brecha varicolor (foto N^o 1).

Una falla de carácter muy local y buzamiento aparente de 22° al Wf, en la parte SE de L-12, afecta a lavas en almohadilla y produce un basculamiento, igual al buzamiento de la falla, en los pillow del bloque superior (foto N^o 4).

En Playa El Coco (L-13) queda aflorando un cuerpo de dolerita por efecto de dos fallas por medio de las cuales subió con respecto a lavas en almohadilla. La falla del SW (N 10° E; 65° W) presenta en el plano de falla un material muy cizallado con jaboncillo de falla, de tonalidad blanco amarillenta. La falla hacia el NW es inferida y tiene un rumbo N 75° E.

Se ha interpretado otra falla, de mayor importancia, limitando hacia el Sur la plataforma de Punta Los Muertos (L-15), con rumbo aproximado N 85° W, y que pone en contacto, en Playa Pencal, brecha varicolor con pillow-lava.

Para explicar los afloramientos de rocas del Complejo de Nicoya en L-47 y L-54, fue necesario inferir dos fallas, una al Norte de rumbo E-W y otra al SE de rumbo aproximado N 45° E, con un curvamiento hacia el Oeste en la parte más meridional. El desplazamiento en la falla del Norte es superior a los 100 m; el de la falla del SE es mucho menor.

3.1 Falla Río Curú:

Se trata de una falla con una importante componente de desplazamiento de rumbo siniestral. La traza de esta falla, de rumbo N 60° E, a nivel regional (ver fig. 2) pasa a lo largo del valle del Río Curú; al Norte limita la plataforma de abrasión de Punta Quesera y al Sur limita los cerritos al NW del manglar de Pochote.

Esta falla provoca un desplazamiento aparente - siniestral (al NE de la zona de estudio) de alrededor 2 Km en el contacto entre la Unidad de Calcilutitas y la Unidad de Areniscas y Lutitas. Ese desplazamiento siniestral es el resultado - de una componente de desplazamiento de rumbo en el movimiento de la falla, combinado con el efecto de levantamiento y erosión, en el bloque Suroriental, del sedimentario buzante hacia el NNE.

La complejidad tectónica y la pérdida de relaciones estratigráficas en el afloramiento en L-44, se ha asociado directamente a esta falla. Los espejos de fricción, en bloques al parecer

"in situ", tienen una tendencia N 85° W, S 85°-W, 60-65° SW, con desplazamiento siniestral de 55-60° de rake.

V. GEOMORFOLOGIA

1. Cerros de Topografía Abrupta al S. E.:

Esta unidad geomórfica está representada por los Cerros La Gloria y Ventanas, con elevaciones de 337 y 314 m.s.n.m. respectivamente. La litología que constituye estos cerros es esencialmente de basaltos, - jaspes, pedernal y, ocasionalmente lutitas silíceas gris verdosas, todas, con excepción de las últimas, representativas del Compeljo de Nicoya, muy resistentes a la erosión.

El patrón de drenaje es fundamentalmente radial, con quebradas de pendiente bastante constante (entre 14 y 18°), que en su gran mayoría desembocan directamente en el mar.

Las divisorias son curvadas en planta, con tendencias generales NW-SE. En las laderas SW de estos cerros son frecuentes deslizamientos activos, que dejan aflorando en los acantilados rocas del Complejo de Nicoya.

Estribaciones al Oeste presentan elevaciones menores y topografía más suave, dado que están constituidas por lutitas silíceas y basaltos muy alterados (arenitizados) (Loc. 20) de menor resistencia a la erosión.

En esta unidad geomórfica la topografía no presenta relación aparente con estructuras regionales.

2. Cerros de Topografía Abrupta al N:

Consiste en un sistema montañoso denominado Cerros Vueltas (Buena Vista) con elevaciones entre 340 y - 385 m .s.n.m. La litología que los constituye, a pesar de la ausencia de afloramientos, se pudo inferir -con bastante certeza- según concentraciones de bloques, que se trata de areniscas masivas (?) de grano grueso y medio, poco calcáreas y bien cementadas.

El rumbo de estos cerros es paralelo con el rumbo regional de los estratos (N 70° W) presentando laderas de contrabuzamiento de perfiles relativamente fuertes (+ 21°) hacia el SW y laderas a favor del buzamiento (al Norte del área de estudio) con laderas -suaves (+ 9°) al N.E.

El patrón de drenaje es subparalelo en ambas laderas y perpendicular al eje de la divisoria.

3. Cerros de Topografía Media:

Se ubican inmediatamente al Norte del manglar de Pochote y constituyen tres cadenas de cerritos con orientaciones y litologías distintas. Las elevaciones no superan los 160 m.

La primera (de Norte a Sur) tiene una dirección N50°

E, subparalela a la dirección de buzamiento; paralela y limitada al SE por la Falla Río Curú. Está constituida por rocas de la unidad de lutitas silíceas y la unidad de calcilutitas.

La segunda tiene una tendencia N-S y el límite meridional, con la primera cadena, está marcado por el contacto entre la unidad de calcilutitas y la subunidad inferior de la unidad de areniscas y lutitas.

La tercera tiene un rumbo paralelo a los Cerros Vuelta y a la estratificación regional, pero las laderas a ambos lados son de similar pendiente (8-9°). Las rocas que caracterizan a estos cerros son areniscas de grano medio a grueso, de leve reacción al HCl, - compactas y bien cementadas, similares a las de los Cerros Vueltas.

La primera y segunda cadenas no tienen un patrón de drenaje definido, mientras que en la tercera tiende a ser subparalelo.

4. Zonas Bajas de Morfología Llana:

- Se localizan, una al Oeste de la segunda cadena de Cerritos, constituyendo un relleno coluvio-aluvial y la otra hacia el centro de la zona de estudio. Esta última es inundada, en su mayor parte, durante la marea alta por lo cual se ha desarrollado un biotopo de tipo manglar; hacia el SW está cubierta por depósitos de playa, mientras que al NE se infieren sedimentos de tipo coluvio-aluvial.

VI. CONCLUSIONES

1. Historia Geológica

La evolución geológica (ígneas, sedimentaria y tectónica) de las rocas del área de estudio, según datos de campo y consulta bibliográfica, se puede resumir de la siguiente manera:

- a.- Formación por actividad ígnea, plutónica y volcánica, de la ofiolita a partir de una dorsal medio-oceánica, durante el Jurásico y Cretácico Inferior.
- b.- Migración, durante el Jurásico Tardío y Cretácico Inferior y Medio, de la ofiolita, como corteza oceánica, por procesos de expansión del fondo oceánico, con depositación de brechas y otros sedimentos pelágicos y hemipelágicos. Durante esta migración hubo además actividad volcánica que irrumpe en el sedimentario.
- c.- Emplazamiento, en el Santoniano Inferior-Campañano Inferior, de la serie ofiolítica, Complejo de Nicoya, acompañado por deslizamientos (olistolitos) de materiales previamente sedimentados, en una brecha caótica como matriz (no se asume ni interpreta ningún modelo para dicho emplazamiento). Posterior y/o simultáneo con este emplazamiento, se depositan areniscas basálticas producto de la erosión de este complejo.
- d.- Depositación hemipelágica de lutitas silíceas, sobre una superficie irregular, en un ambiente profundo por debajo de la CCD.

- e.- Con la depositación de las lutitas silíceas, en el Campaniano Superior se da un descenso en el nivel de compensación de carbonatos con lo cual comienza la depositación hemipelágica carbonítica de calcilutitas. El descenso de la CCD pudo estar dado por un levantamiento de la cuenca, o más bien por cambios paleo-oceanográficos que afectaron al Pacífico en general (THIERSTEIN, - 1979).

- f.- En el límite Maestrichtiano-Paleoceno, cambian las condiciones de sedimentación a depósitos de tipo turbidítico que se extienden hasta el Eoceno. Las corrientes de turbidez tienden a depositar capas de mayor espesor y granulometría, llegando inclusive a constituir grain flows propiamente dichos.

- g.- Plegamiento y fallamiento local de toda la sequencia, producto de la fase compresiva del Eoceno-Oligoceno. Posterior al plegamiento ocurre la Falla Curú.

- h.- Levantamiento y fallamiento normal desde el Mioceno, y erosión de gran parte de la sequencia, dejando aflorando las rocas del Complejo de Nicoya como el núcleo de un homoclinal de carácter regional.

- i.- Depositación de materiales coluviales y coluvio-aluviales del Cuaternario.

2. Conclusiones Particulares:

- 2.1 Dadas las diferencias entre las litologías de las zonas de Cabo Blanco y Paquera, el autor de este trabajo comparte el criterio de DE BOER (1979) de que el Complejo de Nicoya constituyó, desde el Cretácico Superior, un alto estructural que funcionó como divisoria de cuencas y, en parte, como fuente de materiales para ambas zonas.
- 2.2 El fracturamiento particular de los basaltos en almohadillas representa una fuente muy importante, sino la más importante, de las brechas del Complejo de Nicoya.
- 2.3 La depositación de la brecha varicolor con olistolitos y las areniscas fue contemporánea a la primera fase compresiva de KUY-PERS (1979) (Santoniano Inferior-Campaniano Inferior).
- 2.4 Se interpreta la secuencia litológica de Punta Pochote como un depósito de tipo olistostromo.
- 2.5 Entre el Campaniano y Maestrichtiano se da una fluctuación descendiente del nivel de compensación de carbonatos (CCD).

3. Recomendaciones:

Se recomienda para un mejor conocimiento del á-

rea, y con el propósito de evacuar algunas dudas, completar el trabajo con los siguientes estudios:

Determinar si en realidad los afloramientos de areniscas basálticas de Punta Pochote corresponden con olistolitos.

Definir la situación estructural de las localidades L-42 y L-47.

Mediante un estudio detallado de los espejos de fricción en el escarpe de la Falla Curú, y según el desplazamiento de los contactos, determinar cuál componente de desplazamiento es la más importante, si la vertical o el desplazamiento de rumbo.

A G R A D E C I M I E N T O S

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento al Profesor y amigo Peter O. Baumgartner, director y corrector de este trabajo, por sus invalorable aportes durante todo el proceso de investigación.

También agradezco la compañía y sugerencias en el campo del Profesor Walter Montero y de los compañeros Teresa Arrieta, Ana Valverde, Oscar Mora, Rodrigo Estrada, Ileana Boschini, Claudia Mora y Allan Astorga.

Agradezco de sobremanera toda la ayuda brindada por los Geólogos Alvaro Aguilar y Alfonso Sanabria, a las secretarias Ana María Junco y Mireya Vargas, y al cuerpo de Dibujantes de la Sección de Diseño Técnico, todos de la Gerencia de Exploración de la Refinadora Costarricense de Petróleo.

R E F E R E N C I A S

- BUFFLER, R. T.; 1982; Geologic Structure of the Forearc Region off the West Coast of Costa Rica, in the vicinity of the Nicoya Peninsula; Results of a Multifold Seismic Reflection Survey; Institute for Geophysics-Univ. of Texas; 55 pp.
- CASE, J. E.; HOLOCOMBE, T. L.; 1980; Geologic-Tectonic Map of the Caribbean Region, 1:2500000; U.S. Geol. Survey.
- DAME, R. C.; 1971; Polarity and Non Polarity of Volcanism in Costa Rica (geotectonic interpretation); ELF-ERAP, París; 10 pp.
- DE BOER, J.; 1979; The Outer Arc of the Costa Rica Orogen (Oceanic Basement Complexes of the Nicoya and Santa Elena Peninsulas); Tectonophysics, 56 (3/4) : 221-256; Amsterdam.
- DENGO, G.; 1962; Estudio Geológico de la Región de Guanacaste, Costa Rica; Instituto Geográfico Nacional; - Costa Rica; 112 p.
- DENGO, G.; 1973; Estructura Geológica, Historia Tectónica y Morfología de América Central; 2a. edición;- Centro Regional de Ayuda Técnica; ICAITI; Guatemala 52 p.
- DICKINSON, W. R.; 1977; Tectónica de Placas y Sedimentación; Traducción al español de G. EDWARDS y C. GALLI-OLIVIER; Escuela Centroamericana de Geología; Universidad de Costa Rica; 72 p.

- FERNANDEZ CASTRO, M.; et al; 1979; *Cómo Redactar Informes y Tesis de Geología*; Escuela Centroamericana de Geología; Universidad de Costa Rica; 28 p.
- GALLI-OLIVIER, C.; 1977; *Edad de Emplazamiento y Período de Acumulación de la Ofiolita de Costa Rica*; *Ciencia y Tecnología* 1 (1) p. 81-86.
- GALLI-OLIVIER, C.; SCHMIDT-EFFING, R.; 1977; *Estratigrafía de la Cubierta Sedimentaria Supra-Ofiolítica Cretácica de Costa Rica*; *Ciencia y Tecnología* 1 (1) p. 87-96.
- GALLI-OLIVIER, C.; 1979; *Ophiolite and Island-arc Volcanism in Costa Rica*; *Geol. Soc. Am. Bull.* 90:444-452.
- KUYPERS, E. P.; 1979; *La Geología del Complejo Ofiolítico de Nicoya, Costa Rica*; Instituto Geográfico Nacional; Costa Rica; Informe Semestral julio-diciembre 1979;- p. 15-75.
- KUIJPERS, E. P.; 1980; *The Geologic History of the Nicoya Ophiolite Complex, Costa Rica, and its Geotectonic - Significance*; *Tectonophysics*, 68 pp. 233-255.
- LUNDBERG, N.; 1982; *Evolution of the Slope Landward of the Middle America Trench, Nicoya Peninsula, Costa Rica*; *The Geological Soc. of London*; 17 pp.
- MADRIGAL, R.; 1976; *Geomorfología-G-0316*; 4a. edición; Escuela Centroamericana de Geología; Universidad de Costa Rica; 238 p.
- MALFAIT, B. T.; DINKELMAN, M. G.; 1972; *Circum-Caribbean - Tectonic and Igneous Activity and the Evolution of the Caribbean Plate*; *Geol. Soc. Am. Bull.*; 83:251-272

- MEYERHOFF, A. A.; 1980; Potencial y Desarrollo Tectónico del Caribe y Centroamérica; (tres partes) en *Petróleo Internacional*: abril, mayo y junio de 1981; año 39; N° 4 p. 80-90; N° 5 p. 138-149; N° 6 p. 70-82
- MORA CASTRO, S.; 1981; Clasificación Morfotectónica de Costa Rica (según la nomenclatura sobre la Teoría de la Tectónica de Placas); Instituto Geográfico Nacional de Costa Rica; Informe Semestral julio-diciembre 1981; p 35-55.
- SAUERMAN, R. P.; HSU, J. T.; 1983; Estratigrafía Preliminar y Análisis del Potencial de Hidrocarburos en la Península de Nicoya y Alrededores; Inf. Preliminar, RECOPE (inédito); 16 p.
- SPRECHMANN, P. (editor); 1979; Estratigrafía de Costa Rica (Informe Preliminar); Escuela Centroamericana de Geología; Universidad de Costa Rica; 115 p.
- SPRECHMANN, P.; 1982; Estratigrafía de Costa Rica; I: Unidades Estratigráficas Sedimentarias; Actas V Congr. Latinoamericano de Geología; Buenos Aires; Tomo I; 17-22 octubre 1982. p. 55-71.
- SPRECHMANN, P. (editor); 1983; Manual de Geología de Costa Rica: Estratigrafía; (en prensa).
- THIERSTEIN, H. R.; 1979; Paleooceanographic Implications of Organic Carbon and Carbonate Distribution in Mesozoic Deepsea Sediments; Reprinted from: TALWANI, M.; HAY, W.; RYAN, W.B.F. (eds.); Deep Drilling Results in the Atlantic Ocean: Continental Margins and Paleoenvironment; Maurice Ewing Series 3; American Geophysical Union (Washington, D.C.); U.S.A.; p. 249-274.

A N E X O S

ANALISIS PETROGRAFICO

Sección M. P. - P. E. C. - 3

Ubicación: Playa El Coco (parte SE de L-12) Complejo de
Nicoya

Subunidad de basaltos en almohadilla

Determinó: J. Marino Protti Q.

1. Textura:

Hipocristalina, afanítica microcristalina con microli -
tos de anfíboles secundarios de hábito acicular.

Cristales de xenomórficos a hipidiomórficos de hábito
fibroso.

Matriz intersticial.

2. Composición Mineralógica:

-Anfíboles secundarios (± 80 %)

-Clinopiroxenos (± 3 %)

-Fantasmas de feldespatos alterados a zeolita (± 5 %)

-Vidrio (± 12 %)

-Vetillas de zeolita

3. Nombre petrográfico: Basalto-Ankaramita (?)

ANALISIS PETROGRAFICO

Sección M. P. - P. E. C. - 4

Ubicación: Playa El Coco (L-13)

Complejo de Nicoya

Subunidad de Dolerita

Determinó: J. Marino Protti Q.

1. Textura:

Molocristalina, granular, fanerítica. Cristales hipidio
mórficos de hábito columnar, fibroso, con tendencia a a
circular.

Cristales de 0.4 y 1.2 mm

Textura de subofítica a ofítica.

Matriz intergranular o afieltrada.

2. Composición Minerológica:

-Plagioclasa (± 60 %) la gran mayoría cloritizada, con
bordes corroidos, maclas de albita. Algunos cristales-
con extinción ondulante 63 % An.

-Augita titanífera (± 20 %)

-Magnetita (± 2 %)

-Minerales secundarios:

Clorita de hierro (?) a Nontronita (?), producto de al
teración de feldespatos y augitas.

Zeolitas (?) (± 20 %) posiblemente por alteración de
feldespatos.

3. Nombre petrográfico: Gabro

4. Nombre genético (?): Dolerita

ANALISIS PETROGRAFICO

Sección M. P. - C. NW. M. - 17

Ubicación: Cerros al NW del manglar (L-34

Unidad de Areniscas y Lutitas

Determinó: Allan Astorga

1. Tamaño de granos: Máx. 0.4 mm
Min. 48u
2. Clasificación granulométrica: ARENISCA DE GRANO MEDIO
3. Composición Mineralógica:
Granos: 25 - 30 %
Matriz: 65 - 70 %

Los granos:

- Magnetita: 5 %
- Cuarzo: 5 % (xenomórfico, con zonación) + Shert
- Calcita 10 - 12 % (granos indiviuales hasta de 0.3 mm)
- Feldespatos 7 % (ortosas dominanutes)
- Hornblenda: 3 % (verde, hipidioumórficas).

Otros minerales:

Hematita, Clorita y Galuconita

La matriz:

Microlitos de Cuarzo y Magnetitas

4. Clasificación composicional: SUBWACKE ARCOSICA.
5. El sorteo es bueno, con dos tamaños de granos.

6. Tipos de contactos: Suturados y Cóncavo-convexos dominantes en la matriz.
7. Los granos son sub-angulares a sub-redondeados.
9. Roca Madre: Ignea (volcánica).

ANALISIS PETROGRAFICO

Sección M. P. - C. NW. M. - 19

Ubicación: Cerros al NW del manglar (L-37)

Unidad de Areniscas y Lutitas

Determinó: Allan Astorga

1. Tamaño de grano: Max. 0.6 mm
Min. 48 u

2. Clasificación granulométrica:

Granos: 40 - 45 %

Matriz: 55 - 60 %

Los granos:

- Magnetita: 5 - 8 %

- Calcita: 7 %

- Feldespatos: 8 - 11 %

(Plagioclasas y Ortosa) (maclados-
Albita Kalbach)

Con zonación y leve sericitización

- Cuarzo: 10 %

- Augita: 5 % (hipidiomórficos, frac-
turados, con inclusiones de magneti-
ta y leve alteración a clorita)

- Hematita: 1 %

- Hornblenda: 1 - 3 %

- Clorita: hasta un 3 % (tipo Ferro-
magnésica)

Otros minerales:

Zircón, Apatito

La matriz:

Está compuesta por microlitos de Cuar-
zo, Feldespatos y Magnetita, donde el
Cuarzo es dominante.

4. Clasificación composicional: SUBWACKE ARCOSICA
5. El sorteo es de intermedio a bueno (presenta dos tamaños dominantes de granos)
6. Tipos de contactos: Saturados abundantes en los granos de la matriz, aunque se presentan también en algunos fenocristales.
Los contactos planos y cóncavo-convexos se presentan también pero en menor intensidad.
7. Los granos sub-angulares son dominantes, así como las formas hipidiomórficas para los cristales. Aunque algunos presentan fracturación.
8. Probable roca madre: Volcánica (básica, por los minerales ferromagésicos).

ANALISIS PETROGRAFICO

Sección M. P. - C. NW. M. - 22

Ubicación: Cerros al NW del manglar (extremo W de L-57)
Unidad de Areniscas y Lutitas

Determinó: Allan Astorga

1. Tamaño del grano: Min. 45 μ
Máx. 0.75 mm

Los granos:

- Plagioclasas: 12 % (hipidiomórficos, con macla de Carlbasch. Leve alteración e inclusiones de magnetita)
An=60 %
- Magnetita: 7 % (sub-angulosa con inclusiones de apatito y zircón)
- Augita: 6 % (inclusiones de magnetita, ángulo de ext. de 30°)
- Calcita: 2-5 % (cristales individuales sub-redondeados hasta de 0.4 mm)
- Cuarzo: 10 % (subredondeado a redondeado, con pequeñas inclusiones de magnetita, no presenta ángulo de ondulación)
- Shert (pedernal): 5 % (en granos redondeados de hasta 0.35 mm)
- Hornblenda: 3 % (verde, hipidiomórfica, con extinción paralela, alterada a clorita férrica y con inclusiones de magnetita)

Otros minerales:

Glauconita (de 3 a 4 %), Hematita, -
Clorita (FeMg), Zircón y Apatito.

La matriz:

Abundantes microlitos de Cuarzo y magnetita, y algún porcentaje de feldespatos.

LOS BIOCLATOS:

- Fragmento de Anmonite?
- se presentan en pequeña cantidad (menor de 2 %)
- mal preservados
- muy probablemente alóctonos
- pero evidencian depositación en ambiente marino

4. Denominación composicional: SUBWACKE ARCOSICA
5. Los granos son sub-angulares, abundan formas hipidiomórficas. Evidencian poco transporte.
6. Tipos de Contacto: Son de punto a planos en los clastos. En la matriz dominan los contactos cóncavo-convexos.
7. Sorteó. Presenta dos tamaños predominantes, es más o menos bueno.
8. Roca Madre: Ignea (volcánica).