

REPUBLICA DE COLOMBIA

MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
Alvaro Leyva Durán, Ministro

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS
Alfonso López Reina, Director General

**ESTILO ESTRUCTURAL, DIAPIRISMO Y EPISODIOS DE ACRECIMIENTO
DEL TERRENO SINU-SAN JACINTO EN EL NOROCCIDENTE DE COLOMBIA**

Informe No. 1928

Por:

HERMANN DUQUE-CARO

Instituto Nacional de Investigaciones
Geológico-Mineras

Derechos Reservados por :

INGEOMINAS: Instituto Nacional de Investigaciones Geológico - Mineras
Diagonal 53 No. 34-53, Apartado Aéreo No. 4865
Bogotá, 2, D. E., Colombia S. A.

El Boletín Geológico se publica en tres (3) números cada año.
Formato de publicación 17x24 cm.

NOTA INTRODUCTORIA

Este trabajo es una traducción del inglés de parte de mis tesis para la obtención del doctorado (Ph. D.) en la Universidad de Princeton, New Jersey.

La versión original ha sido publicada en la Memoria 162 de la Sociedad Geológica de América (GSA) titulada "The Caribbean - South American Plate Boundary and Regional Tectonics", editada por W. E. Bonini, R. Haargraves y R. Shagam, 1984.

Precio de cada ejemplar	En Ingeominas	\$ 300.00	(US \$ 5.00)
	Vía Aérea	\$ 420.00	(US \$ 6.50)

CONTENIDO

Página

RESUMEN	5
1. INTRODUCCION	5
2. ESTILO ESTRUCTURAL	8
2.1. Cinturón de San Jacinto	8
2.2. Cinturón de Sinú	11
2.3. Discusión	13
3. EPISODIO DE ACRECIMIENTO, SAN JACINTO	14
3.1. Cansoniense, Marino Profundo	14
3.2. Carmeniense, Marino Somero	17
3.3. Sinclijience, Terrestre	20
4. EPISODIO DE ACRECIMIENTO, SINU	21
4.1. Sinuense, Marino Profundo	21
4.2. Turbaciense, Marino Somero	22
4.3. Depósitos de Costa Afuera	25
5. RESUMEN Y CONCLUSIONES	25
5.1. Antecedentes y hechos	25
5.2. Interpretación	27
6. AGRADECIMIENTOS	28
7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	28

FIGURAS

1. Provincias geológicas mayores de Colombia	6
2. Provincias geológicas del noroccidente colombiano	7
3. Rasgos geomorfológicos mayores y características deformantes del terreno Sinú-San Jacinto	9
4. Sección transversal esquemática del estilo deformatorio del cinturón de San Jacinto con base en informaciones de superficie y de subsuelo	10
5. Estilo estructural del cinturón del Sinú con base en información fotogeológica y de radar	12
6. Etapas mayores tectónico-sedimentarias del terreno Sinú-San Jacinto	15
7. Estratigrafía y sección transversal del cinturón de San Jacinto con base en información sísmica, de superficie y de pozos	16
8. Correlación de pozos del cinturón de San Jacinto (ver figura 7 para localización) en sentido sur a norte	18
9. Estratigrafía y sección transversal costa afuera del cinturón de Sinú con base en datos sísmicos y de correlación bioestratigráfica de pozos	23
10. Correlación de pozos del cinturón de Sinú (ver figura 9 para localización) en sentido sur a norte	24
11. Fases de deformación y características estructurales del terreno Sinú - San Jacinto	26

RESUMEN

En este trabajo se hace una revisión de las principales características estructurales y estratigráficas de la costa noroccidental colombiana que ha inducido a la revaluación de interpretaciones anteriores. En esta forma se define una nueva provincia tectonostratigráfica: terreno Sinú-San Jacinto, en la cual el diapirismo aparece como el factor deformante más importante.

El peso gravimétrico de sedimentos turbidíticos sobre sedimentos de menor densidad pelágicos y hemipelágicos, generó diapirismo a lo largo de las fosas marginales durante los dos episodios de acrecimiento de este terreno. La magnitud de la deformación combinada con el levantamiento caracteriza este diapirismo como orogénico. Las escalas de la deformación y el levantamiento también aparecen directamente relacionadas con la intensidad de la sedimentación turbidítica. Los esfuerzos laterales compresionales anteriormente propuestos, aparecen ahora como un factor menor en la deformación interna de este terreno.

La formación de este terreno tuvo lugar en dos episodios que corresponden con la formación de los cinturones de San Jacinto y Sinú. Los eventos diapíricos principales del cinturón de San Jacinto tuvieron lugar durante el Paleoceno al Eoceno medio, y durante el Eoceno superior al Oligoceno inferior, y en el cinturón de Sinú durante el Mioceno medio, y durante el Mioceno superior al Plioceno. Cada episodio de diapirismo intenso fue seguido por levantamiento con muy poca deformación. El diapirismo aparece siempre relacionado con la sedimentación oceánica profunda, mientras que el levantamiento aparece relacionado con la sedimentación marina somera y sedimentación terrestre. También se han reconocido dos inconformidades mayores en cada uno de los eventos diapíricos: Eoceno medio y Oligoceno inferior para el cinturón de San Jacinto y Mioceno medio alto y pre-Plioceno superior para el cinturón de Sinú. Se revisan las uni-

dades tectónicas y sedimentarias anteriormente propuestas y se proponen tres nuevas unidades. el Sinuense, el Turbaciense y el Sincelejiense.

1. INTRODUCCION

El terreno Sinú-San Jacinto localizado en la extensión septentrional de la provincia geológica occidental de Colombia (Figs. 1 y 2) es una zona de borde continental, oblicua a la costa actual. Está limitado tanto al oriente como al occidente por los lineamientos estructurales de Romeral y Colombia, respectivamente (DUQUE-CARO, H., 1979). Las secuencias sedimentarias expuestas incluyen facies pelágicas y hemipelágicas muy deformadas, secuencias turbidíticas menos deformadas, y secuencias marinas someras suavemente deformadas que localmente aparecen cubiertas por estratos lacustres y fluviales. Mientras que la secuencia de facies es esencialmente la misma en los cinturones, las edades son notablemente diferentes: en el cinturón oriental (San Jacinto), las rocas deformadas tienen una edad Cretácea a Oligoceno inferior, mientras que en el cinturón occidental (Sinú), éstas son de edad Oligoceno a Plioceno inferior.

Las facies de ambientes profundos más antiguas emergen formando anticlinales estrechos y pendientes, separados por sinclinales amplios. En partes del cinturón de Sinú, ocurren volcanes de lodo asociados con los anticlinales (DUQUE-CARO, H., 1979). En el subsuelo estas unidades se pueden reconocer fácilmente en los registros sísmicos donde los anticlinales diapíricos se manifiestan como domos transparentes, rodeados y delineados por reflexiones coherentes planas o suavemente inclinadas.

Interpretaciones anteriores (DUQUE-CARO, H., 1979) invocan los esfuerzos compresionales laterales normales al margen continental asociados con una interacción continuada entre las cortezas Caribe oceánica (Cuenca de Colombia) y del norte de Sur América continental, como las fuerzas principales que han estado operando desde el Cretáceo superior al Holoceno. Esta com-

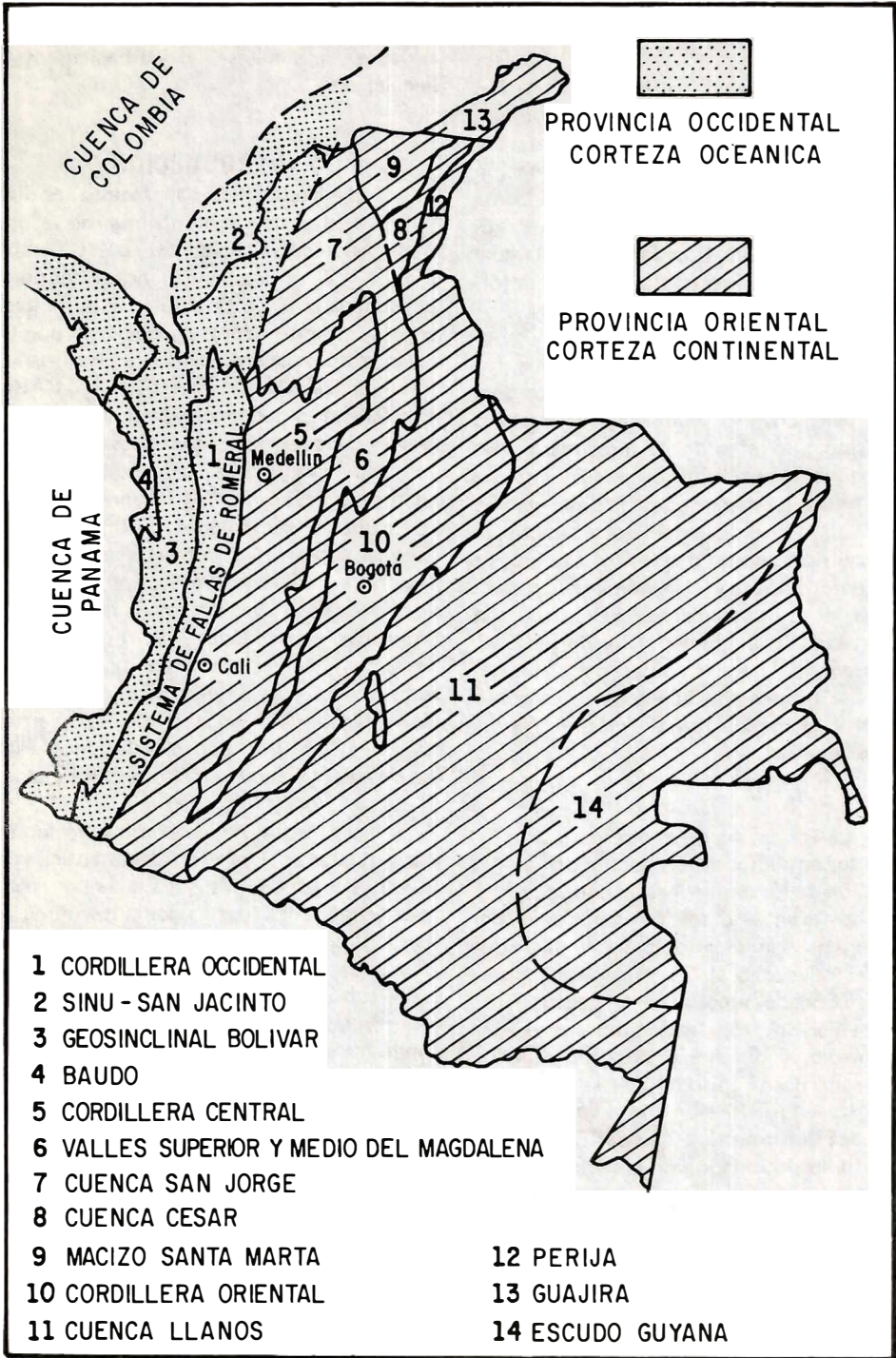
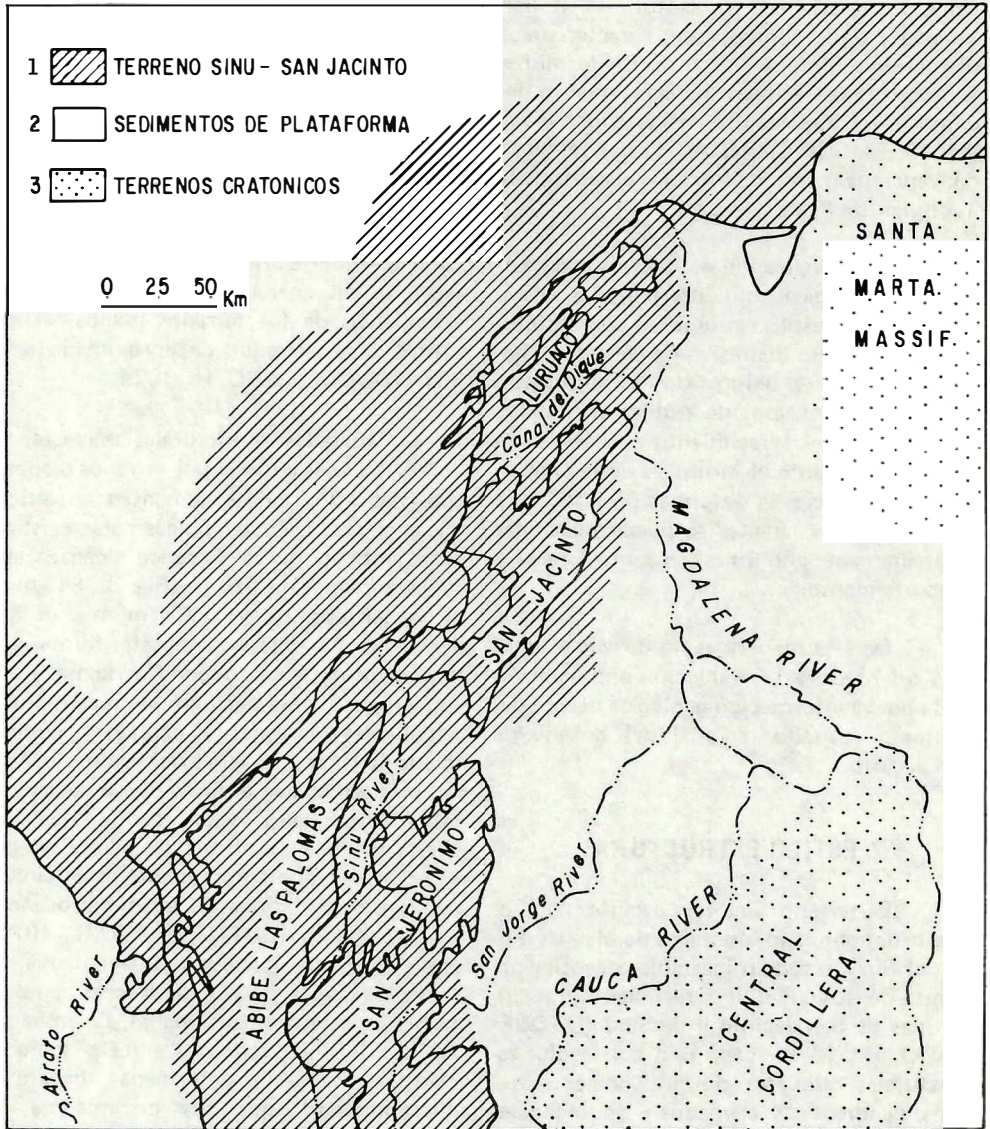


FIGURA 1: Provincias geológicas mayores de Colombia



1 Estratos plegados del Cretáceo Superior al Cenozoico de los cinturones de San Jacinto y Sinú. Comprenden la llanura costera, la plataforma y el talud con el mismo estilo de deformación. Tectonismo mayor durante el Eoceno medio al Pleistoceno.

2 Estratos no deformados de los terrenos bajos interiores, principalmente del Neogeno, pero con importantes depósitos del Paleogeno al Cretáceo superior a lo largo de los flancos cubiertos del terreno Sinú - San Jacinto. El espesor sedimentario alcanza los 3 km. sobre los altos de la plataforma. Hasta los 8 km. en las cuencas intracratónicas.

3 Principalmente rocas ígneas félicas y metamórficas del macizo de Santa Marta de la Cordillera Central del Paleozoico al Cretáceo Superior.

FIGURA 2: Provincias geológicas del noroccidente colombiano.

preñion lateral trajo como resultado el crecimiento sucesivo de los cinturones de San Jacinto y Sinú, componentes característicos del terreno Sinú-San Jacinto. En la misma forma, las ilustraciones del crecimiento del cinturón de San Jacinto en particular (Figs. 9 y 13, DUQUE-CARO, 1979) se adoptaron convencionalmente de modelos clásicos de la Tectónica de Placas.

Una revaluación de algunas otras evidencias geológicas, no interpretadas antes, tales como el estilo estructural, geomorfología, y el modelo distintivo de pelagitas y hemipelagitas muy deformadas infrayaciendo estratos muy espesos de turbiditas, indican que mientras el crecimiento en general ha sido posiblemente el resultado de la convergencias de placas, la deformación interna de los sedimentos, apenas se puede relacionar indirectamente con los esfuerzos regionales y el acortamiento.

De esta manera el fin de este estudio está orientado a la evaluación e integración de la nueva información geológica dentro del contexto revisado regional del terreno de San Jacinto.

2. ESTILO ESTRUCTURAL

El terreno Sinú-San Jacinto, comúnmente denominado Montañas de María y Fosa del Sinú, o región inestable o geosincinal consta de dos cuñas de crecimiento, los cinturones de San Jacinto y de Sinú (DUQUE-CARO, H., 1979), cada uno con estilos estructurales similares de anticlinales estrechos, pendientes y alargados y de sinclinales amplios y suaves.

2.1. CINTURON DE SAN JACINTO

Esta unidad estructural (DUQUE-CARO, H., 1979) que corresponde a la porción oriental del terreno Sinú - San Jacinto (Fig. 3) está localizada inmediatamente adyacente a la plataforma. Está limitado tanto al oriente como al occidente por los lineamientos estructurales de Romeral y Sinú respecti-

vamente (DUQUE-CARO, 1979, Fig. 3). Dos clases de geofomas caracterizan esta unidad tectonostratigráfica:

1 Unidades estructurales menores, expresadas por colinas sencillas y cónicas, compuestas por estratos intensamente contorsionados de pelagitas y hemipelagitas y principalmente localizados hacia los flancos occidentales del cinturón, como ocurre en el área del Golfo de Morrosquillo donde estas formas aparecen como masas aisladas emergiendo de los terrenos planos circundantes con altitudes de aproximadamente 20 m (DUQUE-CARO, H., 1979).

2. Unidades estructurales mayores, separadas entre sí por terrenos planos y cenagosos, los cuales aumentan en altitud hacia el sur. Colinas cónicas características en el anticlinorio de Luruaco alcanzan altitudes máximas de 475 m (Fig. 3), 850 m en el de San Jacinto, y 1270 m en el de San Jerónimo. La zona axial de estas formas está expresada por una topografía rugosa y elevada (Fig. 3) que corresponde a estructuras anticlinales alargadas y apretadas, comúnmente falladas a lo largo del rumbo. Las rocas más antiguas a lo largo de los núcleos de estos anticlinales están compuestas por cherts y lodolitas silíceas de edad Cretáceo superior, las que comúnmente están circundadas por turbiditas de edad Paleoceno a Eoceno medio (DUQUE-CARO, H., 1979). Hacia la zona nuclear del levantamiento, tanto los cherts y lodolitas silíceas como las turbiditas están contorsionadas, sin embargo, los cherts y las lodolitas silíceas aparecen más intensamente deformadas (macro y microplegadas) que los estratos de las turbiditas suprayacentes. Buzamientos promedios de más de 45° en las zonas nucleares, característica y gradualmente disminuyen hacia los flancos, a promedios menores que 45° (Fig. 3). Simultáneamente, la topografía rugosa de las zonas nucleares da lugar a una topografía más suave a medida que la altitud disminuye hacia los flancos (Fig. 3 y 4). Aquí, tanto en la superficie como en el subsuelo, los sinclinales amplios y alargados están siempre menos deformados que los anticlinales. Característicamente, las estructu-

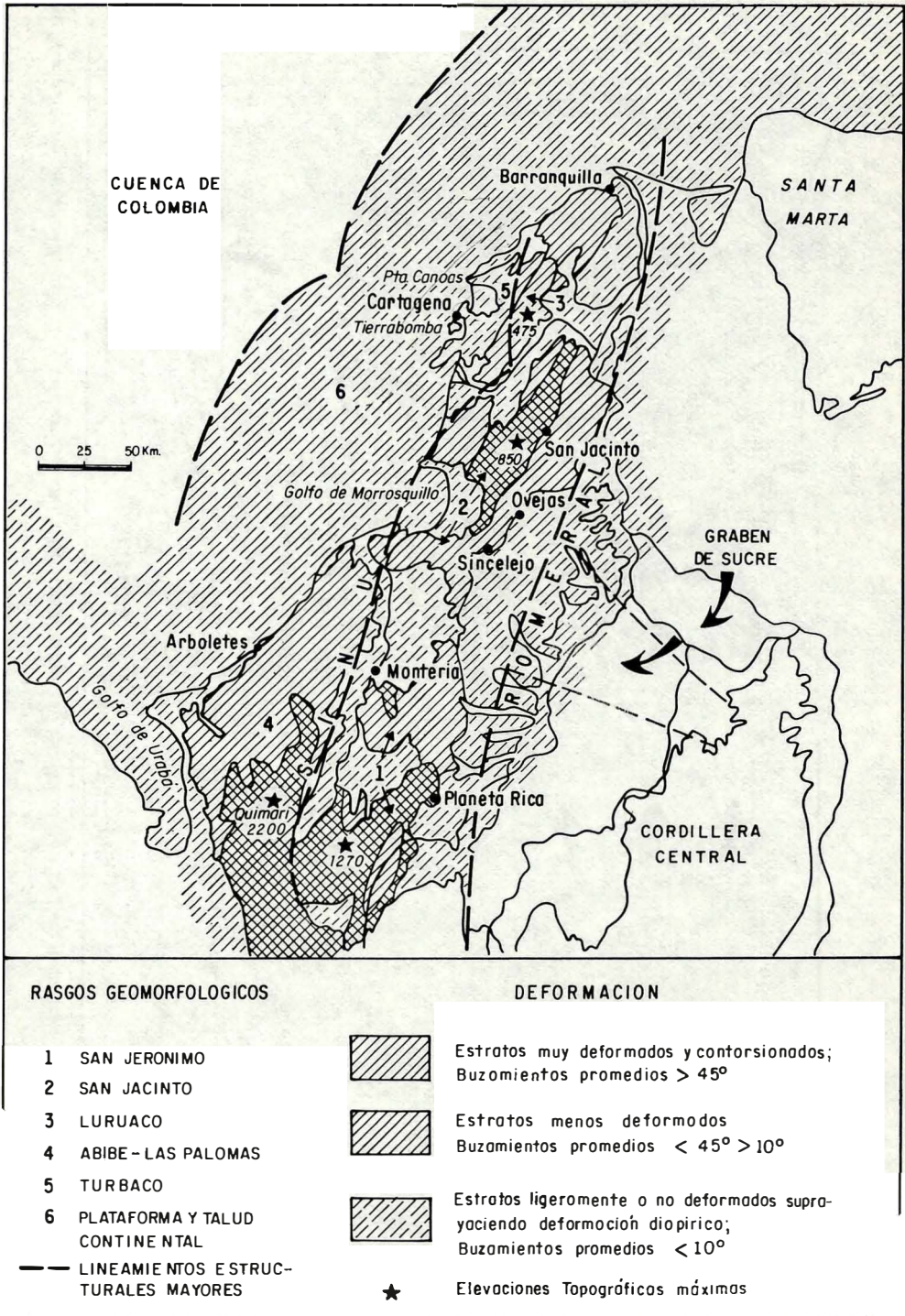


FIGURA 3: Rasgos geomorfológicos mayores y características deformantes del terreno Sinú-San Jacinto.

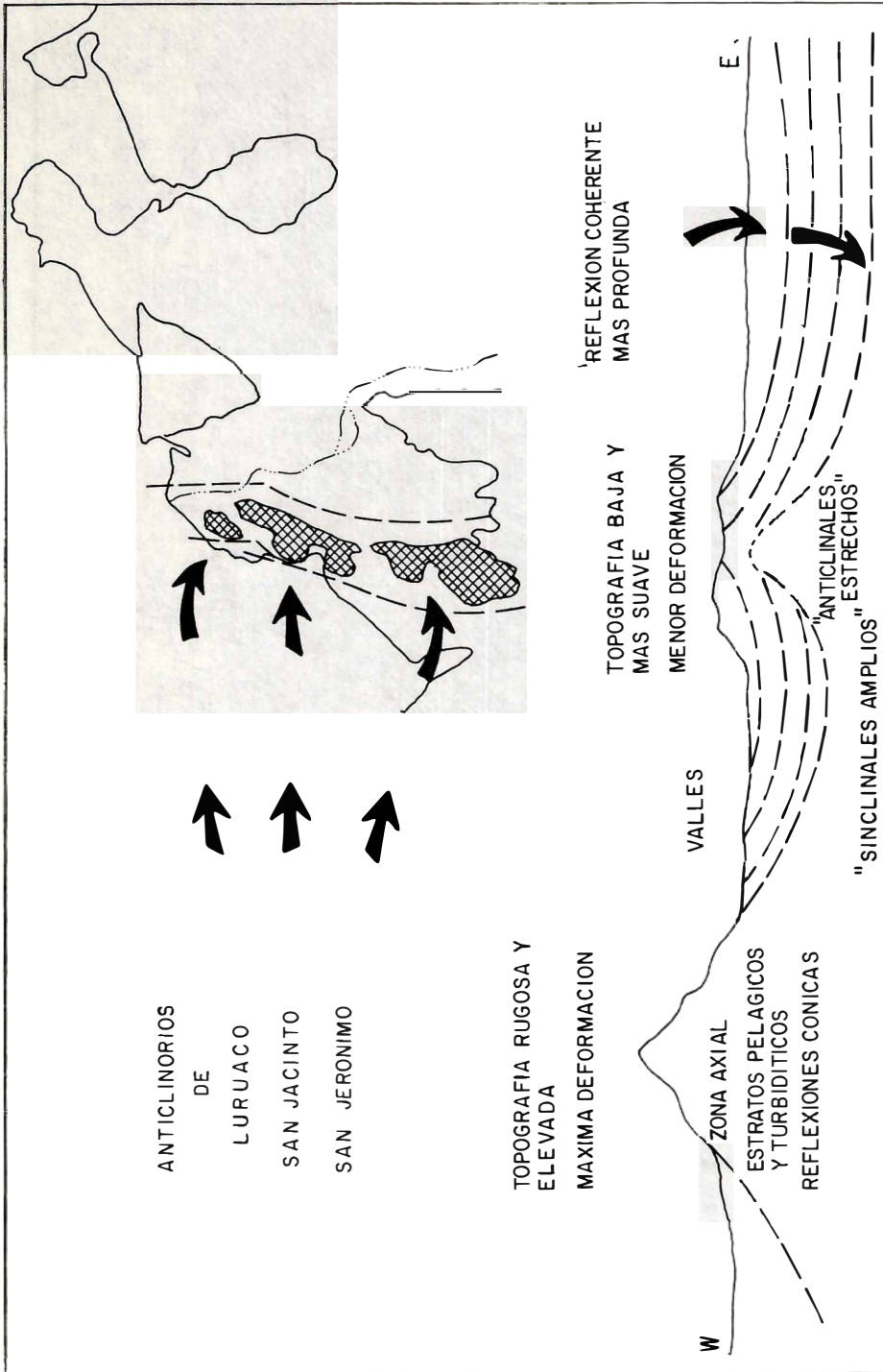


FIGURA 4: Sección transversal esquemática del estilo deformatorio del cinturón de San Jacinto con base en información de superficie y de subsuelo.

ras anticlinales alargadas de la periferia, son redondeadas, y sus núcleos expuestos son más jóvenes que los de la zona axial de los anticlinorios como típicamente ocurre en el área de San Jacinto (Figs. 3 y 4).

La expresión sísmica de este estilo estructural es también muy distintiva. Reflexiones cónicas y zonas dómicas transparentes ("topografía rugosa") en los flancos orientales del cinturón de San Jacinto son muy características por debajo de las reflexiones coherentes más profundas y hacia las zonas correspondientes a los levantamientos (Fig. 4). Estas reflexiones cónicas y zonas dómicas transparentes ("topografía rugosa") coinciden con y se habrían derivado de los estratos contorsionados de pelagitas, hemipelagitas, anteriormente discutido. Este fenómeno, se ha podido observar también en otras áreas del Caribe, como por ejemplo en las áreas adyacentes al Risco de Beata, hacia el costado de la Cuenca de Colombia (DUQUE-CARO, H., 1979), debajo de la "reflexión prominente" (PR) de Houtz, R. y Ludwig, W. (1977, Fig. 2). Esta expresión sísmica, también se habría derivado de un Horizonte B' deformado, y asociado con volcánicos (DUQUE-CARO, H., 1979).

Las estructuras en S, fundamentalmente diferentes al estilo estructural anterior de las áreas de Ovejas y Sincelejo (Fig. 3; y estructuras 2, 3 en DUQUE-CARO, 1979, Fig. 4) están más bien asociadas con la tectónica del margen oriental de la plataforma, y serán discutidas más adelante.

2.2. CINTURON DE SINU

Esta unidad tectónica, la segunda cuña sedimentaria acrecida al terreno Sinú-San Jacinto, está situada al occidente e inmediatamente adyacente al cinturón de San Jacinto, del cual está separado por el lineamiento estructural de Sinú (Fig. 3; DUQUE-CARO, H., 1979). Está compuesto, en la misma forma que el cinturón de San Jacinto, por dos tipos de geoformas:

1. **Masas cónicas de lodo**, hasta 20 m de altura aproximadamente, emergen aisladas, principalmente a lo largo de las zonas mayores de falla, siguiendo el rumbo general del cinturón. Los volcanes de lodo de Cañaverales y el Totumo, a lo largo del lineamiento de Sinú, en el área de Cartagena-Barranquilla, los volcanes de lodo de Arboletes y Punta Canoas, a lo largo del margen costero (Fig. 3), y las colinas en el fondo marino enfrente del delta del Magdalena (SHEPARD, F., 1973), son ejemplos ilustrativos de estas geoformas.

2. **Colinas grandes y cónicas de estratos deformados**, que aumentan de altura hacia el sur, caracterizan los anticlinorios de Turbaco y de Abibe-Las Palomas (Fig. 3). La zona axial del anticlinorio de Abibe-Las Palomas exhibe la máxima deformación del cinturón de Sinú (Fig. 3). Aquí, dos lomas distintivas en el área del Alto de Quimari, emergen como las más altas y prominentes de la región (2200 m). Formas radiales compuestas de estructuras anticlinales estrechas, pendientes y alargadas siempre coinciden con las formas topográficas más altas, donde aparecen cincundadas por cuatro o más sinclinales amplios y arqueados ("rimmed synclines" Fig. 5), y conforman el estilo estructural característico del cinturón de Sinú. En la misma forma que en el cinturón de San Jacinto, capas pelágicas y hemipelágicas muy deformadas, constituyen los núcleos de las estructuras anticlinales, y donde también siempre ocurren infrayaciendo estratos de turbiditas. En áreas del Canal del Dique y Montería-Arboletes (Fig. 3), carbonatos y radiolaritas de edad Mioceno inferior están infrayaciendo estratos de turbiditas de edad Mioceno medio. Geomorfológicamente, modelos de drenaje radial divergen de los centros de las estructuras. La expresión sísmica correspondiente es muy similar a la expresada en los afloramientos por las estructuras anticlinales estrechas y pendientes, principalmente caracterizadas por zonas dómicas transparentes o "zonas blancas" de casi ninguna reflexión.

Hacia el norte, en el anticlinorio de Turbaco, los núcleos deformados de las es-

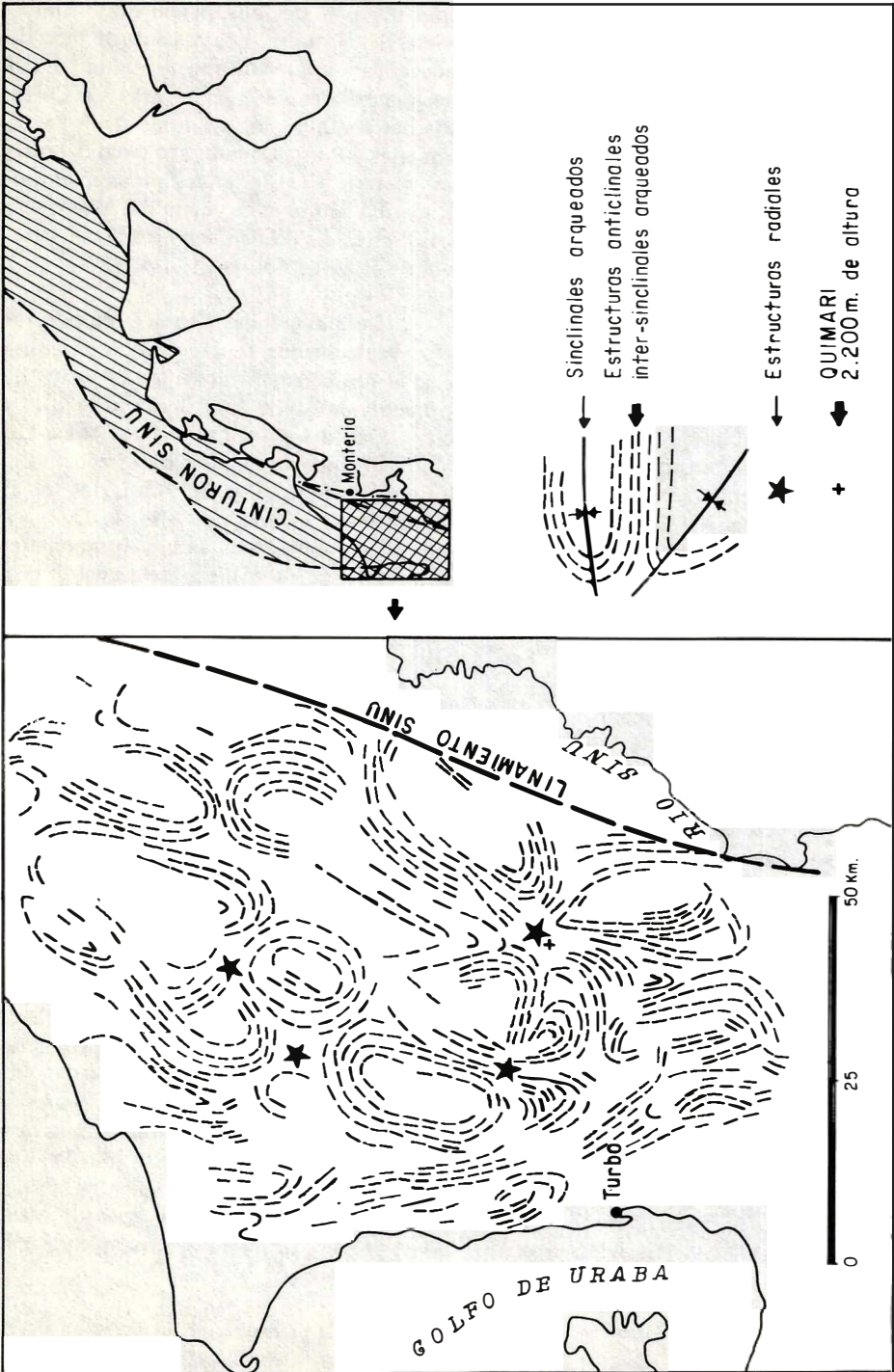


FIGURA 5: Estilo estructural del cinturón de Sinú con base en información fotogeológica y de radar.

estructuras anticlinales están cubiertas por estratos menos deformados de edad Plioceno-Pleistoceno. Sin embargo, en las secciones sísmicas tanto de tierra firme como de costa afuera se pueden observar las mismas zonas dómicas transparentes características circundadas por reflexiones claras horizontales.

La plataforma y talud continentales (Fig. 3), tercer componente del cinturón de Sinú, tienen el mismo estilo estructural característico lo cual se puede confirmar tanto en la información sísmica como de pozos exploratorios. Tierrabomba y todas las demás islas que bordean el margen costero actual, están construidas sobre las unidades complejas anticlinales características del cinturón de Sinú.

2.3. DISCUSION

El cinturón de Sinú está caracterizado por estructuras diapíricas de lodo o shale. Los parecidos estructurales entre los dos cinturones sugieren que estas estructuras también jugaron su papel en el desarrollo de los núcleos anticlinales contorsionados del cinturón de San Jacinto.

El diapirismo se puede definir como el proceso en el cual materiales corticales más profundos han intruido discordantemente los niveles superiores (O'BRIEN, G., 1968). El diapirismo de arcilla a pequeña escala ha sido investigado en los "mud lumps" del delta del Mississippi (MORGAN, J. 1961; MORGAN, J., y et al., 1968). Los materiales que conforman los diapiros en el cinturón costero colombiano son lodos pelágicos y hemipelágicos que constituyen la parte basal de la secuencia sedimentaria. Las capas sedimentarias que estos intruyen son las secuencias turbidíticas infrayacentes. Posiblemente el peso de varios kilómetros de turbiditas fue lo que causó una inversión gravitativa y sobrepresión en las capas pelágicas infrayacentes para inducir su movilización. La observación de que areniscas y conglomerados de tipo "wildflisch" inmediatamente suprayacen estratos de pelagitas (cf. DUQUE-CARO, H., 1979, p. 344), en las formas topográficas más altas del terreno Sinú-San

Jacinto, sugiere la posibilidad de que los diapiros se levantaron de los ejes de las cuencas turbidíticas, donde el peso debió ser máximo.

En la misma forma, el efecto de la deformación diapírica parece estar restringido tanto vertical como lateralmente al conjunto de las capas compuestas por las pelagitas y hemipelagitas que intruyen las turbiditas suprayacentes. Registros sísmicos multicanal de la Cuenca de Colombia y del cinturón de Sinú (LU, R. y McMILLEN, K., 1982) ilustran este fenómeno. Reflexiones no deformadas buzando hacia tierra pasan por debajo del talud inferior, diapíricamente deformado del cinturón de Sinú. Esto indicaría que la sedimentación a las reflexiones diapíricamente deformadas fue eminentemente pelágica y por consiguiente sin las condiciones apropiadas para generar diapirismo.

En resumen, el terreno Sinú-San Jacinto está caracterizado por lo siguiente:

1. Un estilo estructural característico de anticlinales estrechos pendientes y alargados separados por sinclinales amplios ("rimmed synclines").
2. Estratos pelágicos y hemipelágicos muy deformados ocurren en los núcleos de los anticlinales, y circundados por estratos muy espesos de turbiditas.
3. Topografía rugosa y elevada coincide con la máxima deformación, en contraste con la disminución gradual conjunta de la deformación y las alturas topográficas cuanto más alejadas están de las zonas nucleares de los anticlinorios.
4. Los volcanes de lodo son de común ocurrencia en el terreno Sinú donde también se han reconocido diapiros de shale en el subsuelo.
5. La construcción del cinturón de Sinú aparece como una repetición histórica del desarrollo del cinturón de San Jacinto.

6. En cada caso, el depósito de secuencias pelágicas y hemipelágicas en ambientes oceánicos profundos, fue seguido por un episodio de sedimentación muy gruesa turbidítica en lo que pudo haber sido una fosa (trench). En cada caso uno de los casos esto fue siempre seguido por una intensa deformación de las pelagitas basales - por lo menos en los anticlinales - y un grado menor de deformación en las turbiditas disminuyendo hacia los sinclinales. Este estilo de deformación tiene por lo menos una fuerte componente diapírica.

Cuánto acrecimiento de estos dos cinturones al continente ha sido el resultado de una simple acumulación sedimentaria? Qué papel jugó el diapirismo? Qué tanto hubo de comprensión lateral y cuándo tuvo lugar?. Las respuestas a estas preguntas que no están suficientemente claras, sin embargo, para contestarlas, así sea parcialmente, es preciso examinar más en detalle la estratigrafía e historias deformacionales y de los depósitos de este terreno como se hará a continuación.

El terreno Sinú-San Jacinto fue el resultado de dos períodos de acrecimiento progresivo, San Jacinto y Sinú, de deformación y emergencia durante las fases del Cenozoico inferior pre-Andina, y Cenozoico superior Andina, de la Orogenia Andina (DUQUE-CARO, H., 1979). Cada prisma de acrecimiento comenzó como suelo oceánico profundo, y luego terminó como una cuña sedimentaria de aguas someras acrecida al continente. Anteriormente se habían propuesto tres eventos tectónicos y sedimentarios, principalmente de áreas situadas dentro del cinturón de San Jacinto, para caracterizar la evolución de esta porción noroccidental colombiano (DUQUE-CARO, H., 1972, 1975): 1) Cansoniense, Cretáceo superior a Eoceno medio. 2) Carmeniense. Eoceno superior a Mioceno medio, y 3) Turbariense, Mioceno superior a Plioceno. Las secuencias sedimentarias correspondientes fueron separadas por inconformidades regionales las que se reconocieron principalmente con base en las variaciones paleobatimétricas de profundas a someras sugeridas por los foraminíferos, y a los cambios de facies litológicas de ambientes profundos facies de ambientes someros.

Con base en la nueva información de los dos episodios de acrecimiento y del mecanismo diapírico anteriormente discutido, se ha revisado la terminología aplicada y así se proponen tres nuevas unidades tectónico-sedimentarias, el Sincelejiense, el Sinuense y el Turbaciense.

3. EPISODIO DE ACRECIMIENTO, SAN JACINTO

La historia de la deformación y emergencia de este episodio de acrecimiento está reflejada en tres unidades tectónicas y sedimentarias: 1) Cansoniense, marino profundo. 2) Carmeniense, marino somero; y 3) Sincelejiense, terrestre. Al diapirismo ocurrido durante el Cansoniense tardío y Carmeniense temprano le siguió un período caracterizado principalmente por emergencia con muy poca deformación, durante el Carmeniense tardío y el Sincelejiense.

3.1. CANSONIENSE, MARINO PROFUNDO

Este episodio se describió originalmente de la sección del Arroyo Alférez (DUQUE-CARO, H., 1972) en el cinturón de San Jacinto. Rocas cansonienses afloran principalmente a lo largo de la zona axial del cinturón e incluyen los estratos más intensamente deformados del cinturón de San Jacinto (Figs. 3 y 6), compuestos de pelagitas, hemipelagitas y turbiditas de edad Cretáceo superior a Eoceno medio, con espesores hasta de 4000 m. Hacia el sur, donde estos depósitos están mejor expuestos y donde están localizadas las mayores alturas topográficas, las pelagitas y hemipelagitas anteriores ocurren asociadas con intrusivos máficos y ultramáficos y con flujos intercalados de lavas basálticas. En esta localidad, las rocas anteriores descansan sobre otra secuencia de turbiditas de edad Cretáceo superior y con un espesor de más de 2000 m (DUQUE-CARO, H., 1979). Las capas de los cherts encima de esta secuencia de turbiditas pre-Cansoniense (Fig. 7) han sido correlacionadas con el Horizonte sísmico reflector B' (DUQUE-CARO, H., 1979).

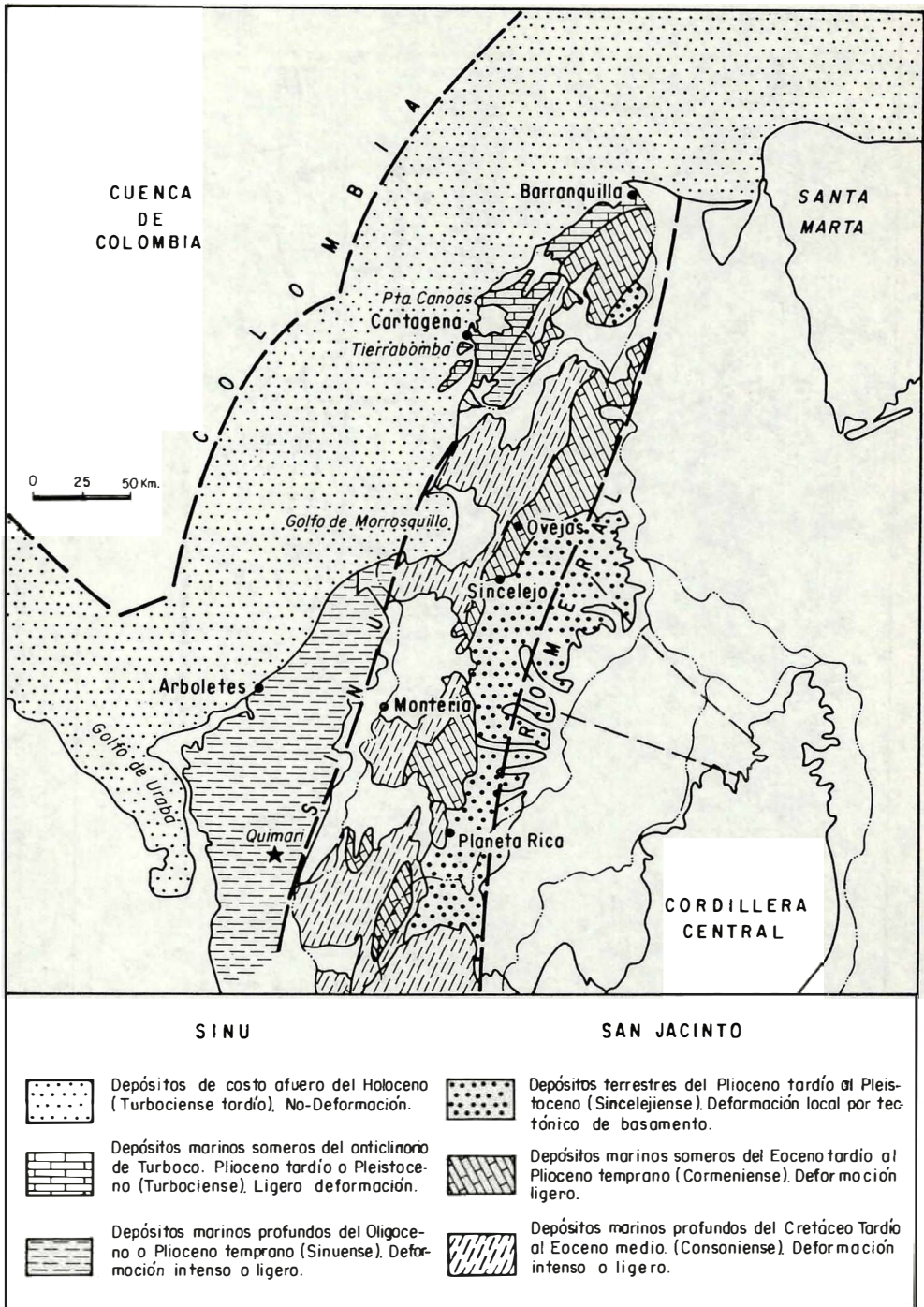


FIGURA 6: Etapas mayores tectónico-sedimentarias del terreno Sinú-San Jacinto.

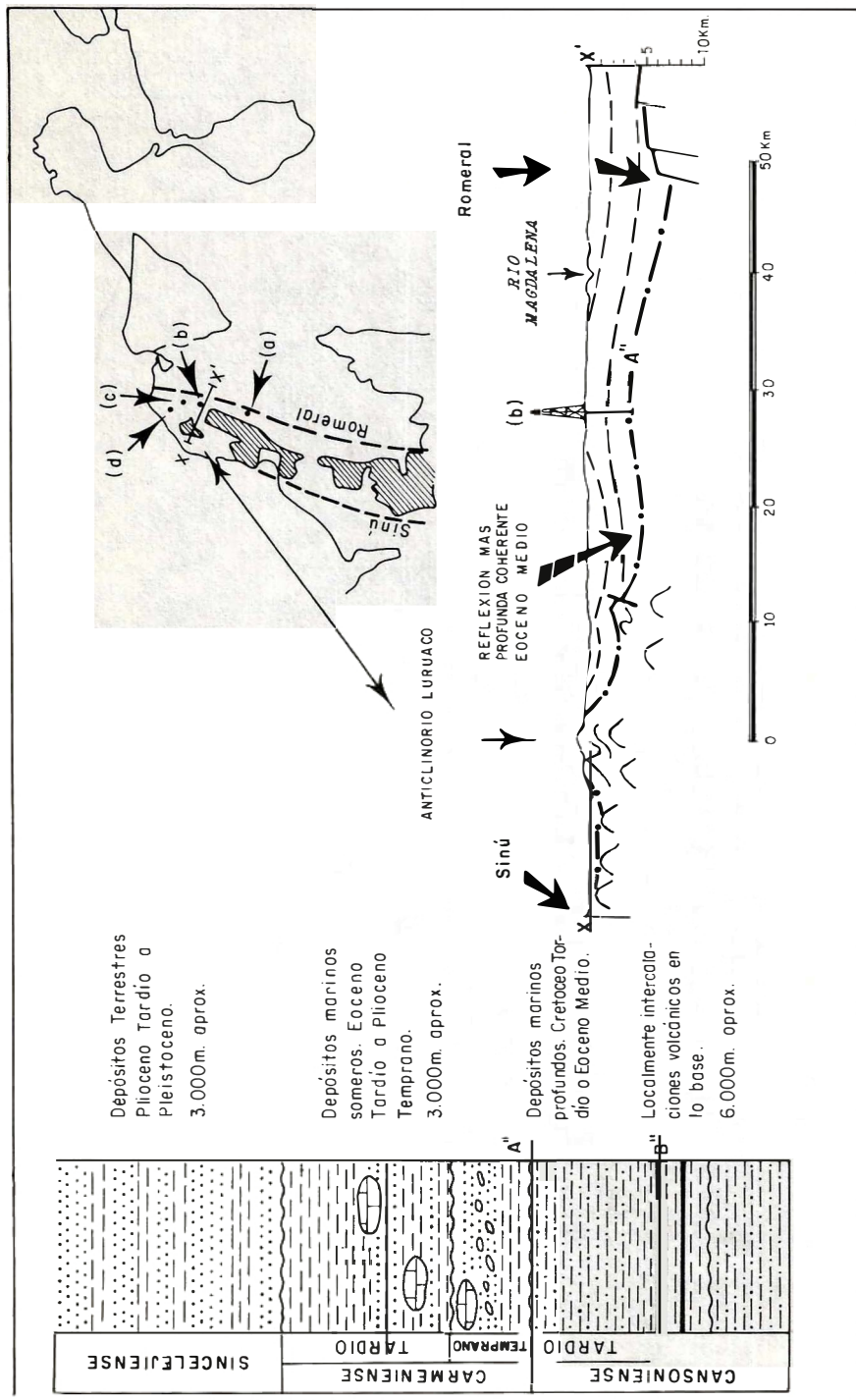


FIGURA 7: Estratigrafía y sección transversal del cinturón de San Jacinto con base en información sísmica de superficie y de pozos.

Toda la secuencia estratigráfica del piso Cansoniense se depositó en un ambiente marino profundo, marginal al paleosurco de Romeral (DUQUE-CARO, H., 1979).

Diapirismo Cansoniense tardío.- Una inconformidad de edad Paleoceno ha sido sugerida con base en la paleobatimetría y cambios en el carácter litológico entre las pelagitas y hemipelagitas de edad Cretáceo superior y las turbiditas (cf. DUQUE-CARO, H., 1975, 1979). Nuevas evidencias de afloramientos muestran que el contacto estratigráfico entre las pelagitas y las turbiditas inmediatamente suprayacentes aparece inconforme. Sin embargo, el aspecto contorsionado de los cherts y las lodolitas silíceas versus el aspecto menos contorsionado de los estratos turbidíticos, puede ser de efecto tectónico como resultado del emplazamiento diapírico de las pelagitas. Este emplazamiento tuvo lugar durante el depósito de las turbiditas como consecuencia del peso gravitativo de las turbiditas más densas anteriormente discutidas.

Este evento marca la fase inicial de la deformación y emergencia del cinturón de San Jacinto y estuvo activo hasta el Eoceno medio. Las cuencas características del Terciario temprano del noroccidente colombiano empezaron a conformarse durante este intervalo de tiempo.

Inconformidad Eoceno medio.- Esta inconformidad marca la clausura del episodio diapírico anterior, y con este, la clausura del piso Cansoniense, marino profundo y el comienzo del piso Carmeniense, marino somero (DUQUE-CARO, H., 1972, 1973, 1975, 1979). Observaciones previas de campo en el anticlinorio de San Jacinto (DUQUE-CARO, H., 1972) confirman la existencia de una inconformidad angular entre las facies turbidíticas cansonienses y las facies someras carmenienses suprayacentes. En la sección del Arroyo Alférez (DUQUE-CARO, H., 1972) existe un contraste marcado entre los buzamientos de los estratos cansonienses y los de las capas carmenienses suprayacentes. En promedio, el piso Cansoniense exhibe buzamientos por encima de los

45° en contraste con los buzamientos del piso Carmeniense cuyos promedios están por debajo de los 45°.

En el subsuelo, la información bioestratigráfica de pozos combinada con datos sísmicos en los flancos orientales del terreno Sinú - San Jacinto, muestra en la gran mayoría de los casos un intervalo de lodolitas hemipelágicas calcáreas siempre suprayaciendo las turbiditas del Cansoniense superior. Este intervalo de lodolitas contiene microfauna con **Globorotalia bolivariana**, característica de la porción basal del Carmeniense, que siempre se ha encontrado coincidiendo con la reflexión sísmica coherente más profunda. Yo utilizo este intervalo de lodolitas con su microfauna característica como marcador para datar la inconformidad entre los pisos Cansoniense y Carmeniense. En la misma forma correlaciono esta reflexión sísmica coherente más profunda (Figs. 7 y 8) con el Horizonte B' del Caribe (DUQUE-CARO, H., 1975, 1979). Esta correlación está apoyada en la ocurrencia de lodolitas calcáreas y silíceas, y capas de cherts de edad Eoceno medio descansando sobre las turbiditas cansonienses en las vecindades de Luruaco (ARROYO HENEQUEN) y Montería, entre otras localidades (Fig. 6).

3.2. CARMENIENSE, MARINO SOMERO

En este trabajo incluyo los ciclos paleobatimétricos anteriores de Carmen y Tubará (DUQUE-CARO, H., 1972) dentro de un mismo episodio tectónico sedimentario, para así incluir todos los depósitos marinos depositados en las cuencas distintivas dejadas por el anterior diapirismo cansoniense. Estos depósitos consisten principalmente de sedimentos terrígenos clásticos marinos, facialmente muy variables, y de hemipelagitas (Fig. 7). La porción basal de la secuencia carmeniese está compuesta característicamente por hemipelagitas de edad Eoceno medio que descansan inconformemente sobre las turbiditas del piso Cansoniense tardío. La parte superior infrayace los estratos de origen continental del piso Sincelejiense de edad Plioceno - Pleistoceno. Las facies litológicas del piso Carmeniense tienen una edad que

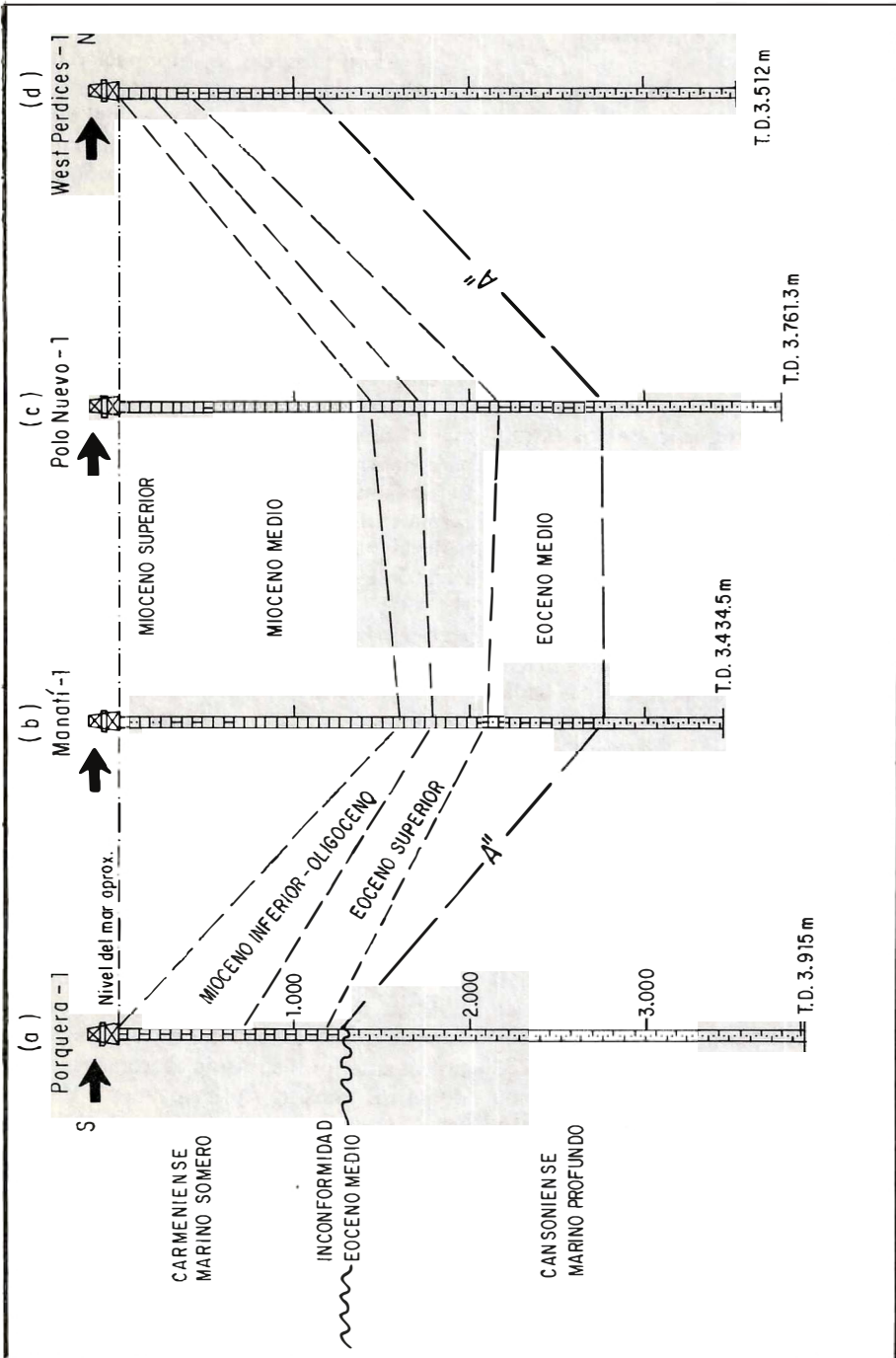


FIGURA 8: Correlación de pozos del cinturón de San Jacinto (ver Figura 7 para localización) en sentido sur a norte.

comprende desde el Eoceno medio hasta el Plioceno inferior, y se encuentran distribuidas principalmente en los flancos orientales del cinturón de San Jacinto, donde pueden alcanzar un espesor de 3000 m (Figs. 6 y 7). En forma muy característica los depósitos carmenienses están rellenando los bajos topográficos (valles) dejados por el levantamiento cansoniense. La relación de inconformidad con los depósitos cansonienses se puede reconocer con facilidad tanto en secciones de superficie como en subsuelo donde el registro estratigráfico Eoceno medio a Plioceno es más completo y continuo hacia los bajos estructurales (Figs. 7 y 8). En los flancos de las estructuras y encima de los altos estructurales el registro estratigráfico aparece incompleto, particularmente en el intervalo Eoceno superior - Oligoceno que sí ocurre completo en los bajos y que comúnmente falta encima de los altos estructurales. Los pozos Porquera-1 y Perdices-1 que fueron perforados en altos estructurales someros, y los pozos Manati-1 y polo Nuevo-1, perforados en altos estructurales más profundos (Fig. 8) sirve para demostrar este fenómeno estructural y estratigráfico.

Los ambientes de depósito del piso Carmenense presentan facies menos profundas que las del piso Cansoniense más antiguo, y son muy variables tanto vertical como lateralmente. Las interpretaciones paleobatimétricas con base en los foraminíferos (DUQUE-CARO, H., 1972, 1973, 1975, 1979) sugieren varios ciclos de episodios profundos a someros. Sin embargo, al hacer comparaciones de los períodos de deformación y emergencia del norte de Colombia con los episodios de profundización y "somerización" sugeridos por la paleobatimetría de los foraminíferos se observa que (a) los períodos de deformación y emergencia corresponden con cambios aparentes paleobatimétricos de profundos a someros, pero (b) no todos los cambios paleobatimétricos inferidos tienen una contraparte estructural correspondiente. Esto indicaría que las "oscilaciones paleobatimétricas" sugeridas por los foraminíferos no necesariamente están indicando variaciones en la profundi-

dad del suelo marino a través del tiempo. Este fenómeno será tratado en un trabajo en preparación.

Diapirismo Carmenense temprano.-

En la misma forma que el diapirismo Cansoniense tardío, se ha podido reconocer una inconformidad angular entre las hemipelagitas basales y los clásticos gruesos suprayacentes del piso Carmenense. Nuevas observaciones hechas en afloramientos, hacia los flancos del levantamiento cansoniense (cf. Fig. 5), muestran las hemipelagitas de edad Eoceno medio (cherts y lodolitas) de la base del piso Carmenense, muy deformadas y contorsionadas, infrayaciendo inmediatamente estratos menos deformados de facies clásticas gruesas. Mucho cizallamiento se ha observado en el contacto estratigráfico entre estas dos facies, particularmente afectando las hemipelagitas, como por ejemplo ocurre en las áreas de Luruaco (ARROYO HENEQUEN) y Montería, entre otras localidades (Fig. 6). Esta observación sugiere ahora que la inconformidad angular aparente entre las hemipelagitas de edad Eoceno medio y los depósitos de clásticos gruesos puede ser de efecto tectónico, y marca el segundo episodio mayor, aunque menos intenso, de diapirismo dentro de la evolución tectónica de la cuña acreciente de San Jacinto. Este evento, ocurrido durante el depósito de las facies clásticas gruesas del Carmenense temprano, remodeló el relieve pre-existente de las cuencas del Eoceno medio, y finalizó con el siguiente episodio de hemipelagitas durante el Oligoceno - Mioceno.

Como se discutió anteriormente, la sedimentación aparece como un factor mayor que controla el diapirismo en el terreno Sinú - San Jacinto. De ahí que la distribución característica de las estructuras anticlinales del levantamiento carmenense está marcando la posición posterior de los ejes de depósito de la cuenca durante el Carmenense temprano (cf. Fig. 4) inmediatamente antes del diapirismo carmenense.

Inconformidad Oligoceno temprano.-

De la misma manera que la inconformidad del Eoceno medio marcó la clausura del dia-

pirismo cansoniense al final del depósito de las turbiditas, la inconformidad del Oligoceno inferior marca la clausura del diapirismo carmeniense, al final del depósito de los clásticos gruesos. En afloramientos, hacia los flancos de las formas topográficas más altas, y conformadas por las estructuras anticlinales del levantamiento Carmenense temprano, ocurre otra secuencia de hemipelagitas (Formación Carmen Shale) de edad Oligoceno a Mioceno inferior. Estos depósitos están rellenando inconformemente las depresiones sinclinales más bajas y profundas (valles) modeladas por el diapirismo carmeniense, como se puede observar en las áreas de San Jacinto a Sincelejo (Figs. 3, 4 y 7).

Emergencia Carmenense tardío.- El Carmenense tardío que comprende los depósitos marinos de edad Oligoceno tardío a Plioceno temprano, fue un período caracterizado principalmente por emergencia. Ninguna huella de deformación diapírica se ha encontrado durante este intervalo de tiempo, a lo largo de los flancos orientales del cinturón de San Jacinto, donde estos depósitos están mejor expuestos. Aquí es muy importante registrar y discutir algunas perturbaciones estratigráficas dentro de este mismo episodio, que fueron anteriormente planteadas (DUQUE-CARO, H., 1972, 1975, 1979) y que fueron discutidas, con base principalmente en las variaciones paleobatimétricas sugeridas por los foraminíferos.

Diastrofismo Oligoceno - Mioceno.- Stainforth, R. (1968) apoyado en las variaciones paleobatimétricas sugeridas por los foraminíferos en el intervalo Oligoceno - Mioceno, propuso movimientos diastróficos con levantamiento y erosión en el norte de Sur América. Sin embargo, en el noroccidente colombiano, por ejemplo, en las áreas de San Jacinto y de Carmen - Zambrano, el registro estratigráfico Oligoceno - Mioceno parece continuo (DUQUE-CARO, H., 1975), no obstante haberse sugerido un cambio paleobatimétrico (con foraminíferos) dentro de la Formación Carmen Shale de edad Oligoceno - Mioceno (DUQUE-CARO, 1975, 1979). Ninguna inconformidad aparece asociada con este fenómeno dentro del cinturón

de San Jacinto. Las variaciones paleobatimétricas sugeridas por los foraminíferos, como se comenta anteriormente, no siempre tienen una contraparte estructural correspondiente, lo que induce hacer el siguiente cuestionamiento: Porqué la paleobatimetría sugerida por los foraminíferos solamente coincide en algunas áreas y no en otras con los períodos de deformación y emergencia: Es este fenómeno una mera coincidencia? O por el contrario, existe otro factor que controla la distribución batimétrica de las biotas? (DUQUE-CARO, H., trabajo en prep.)

Perturbación Mioceno medio.- Un segundo cambio paleobatimétrico fue planteado entre los ciclos de Carmen y Tubará (DUQUE-CARO, H., 1972) Sin embargo, ninguna inconformidad angular se ha reconocido dentro del cinturón de San Jacinto, no obstante haber sido demostrada la ocurrencia de perturbaciones tectónicas y orogénicas en otras áreas de Colombia y en el norte de Sur América (HAFFER, J., 1970; VAN HOUTEN, F., 1976; KELLOGG, J., 1981; y et al.). La emergencia de los depósitos carmenienses en el cinturón de San Jacinto durante este intervalo de tiempo, aunque pudieron manifestarse en alguna forma, no se pueden demostrar en este momento con las evidencias físicas conocidas.

3.3. SINCELEJIENSE, TERRESTRE

Este nuevo nombre se ha adoptado de la localidad de Sincelejo y se propone para identificar los sedimentos fluviales y lacustres que afloran en los flancos orientales del terreno Sinú - San Jacinto, particularmente en la región de Sincelejo - Ovejas (Fig. 6). Suprayacen inconformemente los depósitos marinos carmenienses y conforman la cubierta sedimentaria de los flancos orientales del cinturón de San Jacinto y de la plataforma. Tienen una edad de Plioceno tardío a Pleistoceno y corresponden a la última etapa del desarrollo sedimentario del cinturón de San Jacinto (Figs. 6 y 7). Las facies características de areniscas, lodolitas y conglomerados son muy variables en espesor desde cientos de metros en algunas áreas hasta miles de metros en otras. En la depresión tectónica de

Sucre (Fig. 3; DUQUE-CARO, H., 1979), estos depósitos aumentan en espesor abruptamente hasta aproximadamente 4000 m en los flancos orientales del terreno Sinú - San Jacinto.

Emergencia Pleistoceno.- El último episodio tectónico que afectó el cinturón de San Jacinto se ha podido registrar con base en la topografía levantada de la Serranía de San Jerónimo y en las estructuras en S que deforman el Grupo Sincelejo de edad Plioceno - Pleistoceno (DUEÑAS, H., DUQUE-CARO, H., 1981) en los márgenes orientales del cinturón de San Jacinto. Estas estructuras han sido posiblemente el resultado de la combinación de fallas transcurrentes, emergencia y subsidencia de la plataforma, la cual ha estado principalmente controlada por tectónica de basamento (DUQUE-CARO, H., 1979). Esta perturbación tectónica del Pleistoceno únicamente afectó los flancos orientales del cinturón de San Jacinto adyacentes al margen de la plataforma (lineamiento estructural de Romeral. Fig. 6), donde ocurren los sedimentos sincelejienses.

4. EPISODIO DE ACRECIMIENTO, SINU

Dos nuevas unidades tectónico-sedimentarias se proponen aquí, para identificar la evolución del cinturón de Sinú: 1) Sinuense, marino profundo, y 2) Turbaciense, marino somero. El fenómeno de diapirismo en la misma forma que en el cinturón de San Jacinto, caracterizó la etapa inicial de desarrollo al cual le siguió un período de emergencia que se ha continuado hasta el presente.

4.1. SINUENSE, MARINO PROFUNDO

Este nuevo nombre se ha propuesto para identificar la evolución tectónica y sedimentaria de los depósitos que afloran en la parte sur del cinturón de Sinú, particularmente en el anticlinorio de Abibe - Las Palomas, por ejemplo en la carretera de Montería - Arboletes (Fig. 6). Estos depósitos están compuestos principalmente por pelagitas y hemipelagitas (lodolitas calcáreas y silíceas, y cherts) y turbiditas de edad Mioceno infe-

rior a Plioceno inferior, con espesores que pueden alcanzar los 5000 m (DUQUE-CARO, H., 1979). Sedimentos más antiguos que el Oligoceno, no se han encontrado aflorando en el cinturón de Sinú.

Diapirismo Sinuense temprano.- El estilo estructural contrastante entre las pelagitas y hemipelagitas del Mioceno inferior y las turbiditas de edad Mioceno medio suprayacentes, sugiere una ruptura estratigráfica. Mientras que las pelagitas aparecen muy deformadas, como es posible observar en áreas del Canal del Dique y Montería, las turbiditas suprayacentes están menos deformadas, fenómeno que recuerda las relaciones entre las pelagitas y las turbiditas del Cansoniense en el cinturón de San Jacinto. De ahí que este contacto, estratigráficamente inconforme en apariencia, también sugiera el emplazamiento diapírico de las pelagitas y hemipelagitas. Este diaspirismo tuvo lugar durante el depósito de las turbiditas de edad Mioceno medio, como un efecto del sobrepeso gravitativo de las turbiditas de mayor densidad, como se discutía anteriormente. Este fenómeno marcó la fase inicial de la deformación y emergencia del cinturón de Sinú.

Inconformidad Mioceno medio tardío.- Este accidente estratigráfico está marcando el clímax del diapirismo del cinturón de Sinú durante el Sinuense. En la superficie, como se puede observar en afloramientos de la región de Arboletes, estratos de edad Plioceno - Pleistoceno, en los flancos de los sinclinales arqueados ("rimmed synclines"), suprayacen inconformemente estratos de edad Mioceno medio (CUELLAR, J., com. pers.). Comúnmente, el contacto estratigráfico que coincide con esta inconformidad está cizallado debido a la naturaleza diapírica de los estratos más antiguos. En el subsuelo, he podido observar un intervalo bioestratigráfico característico, compuesto por microfauna de foraminíferos arenáceos y retrabajados con una edad Oligoceno a Mioceno medio en muestras de pozos exploratorios de tierra firme y de costa afuera. En los registros sísmicos, este intervalo bioestratigráfico, parece coincidir en profundidad con el final de las reflexiones coherentes horizontales y el co-

mienzo de las zonas dómicas de no reflexión (Figs. 9 y 10). De ahí que teniendo en cuenta, que el Mioceno medio fue la época en la cual el cinturón de Sinú sufrió el máximo diapirismo y deformación interna, particularmente en el anticlinorio de Abibe - Las Palomas, me parece que este intervalo bioestratigráfico, puede ser utilizado como una herramienta práctica para reconocer esta inconformidad. Los sinclinales arqueados ("rimmed synclines") que quedaron sumergidos después de este diapirismo, construyeron un modelo característico de pequeñas cuencas redondeadas (cuencas diapíricas) donde los depósitos más someros del Turbaciense se comenzaron a acumular (Fig. 9). Los finales del Mioceno medio estuvieron caracterizados por una gran inestabilidad en el noroccidente colombiano (HAFFER, J., 1970, VAN HOUTEN, F., 1976; DUQUE-CARO, H., 1979) y en el norte de Sur América (KELLOGG, J., 1981, en otros autores). Areniscas y limos volcánicos de edad pre-Mioceno superior, en el fondo de las perforaciones 154 y 154A del Deep Sea Drilling Project, en la Cuenca de Colombia, están registrando la actividad volcánica de Centro América al final del Mioceno medio (EDGAR, N. T., et al., 1973). El Mioceno medio tardío fue también la época cuando cesó por primera vez la circulación de aguas entre los océanos Atlántico y Pacífico, como resultado de la emergencia por encima del nivel del mar del Istmo de Panamá (EDGAR, N.T., et al., 1973; DUQUE-CARO, H., en prep.).

Diapirismo pre-Plioceno superior.- La ausencia de depósitos marinos de edad post Plioceno temprano en las partes interiores del sur del cinturón de Sinú (anticlinorio de Abibe - Las Palomas), está sugiriendo un levantamiento pre-Plioceno tardío. En el área de Punta Canoas (Fig. 6) del anticlinorio de Turbaco, estratos de edad Mioceno superior a Plioceno inferior aparecen diapíricamente deformados, lo que indica que el diapirismo estuvo activo durante este intervalo de tiempo. Esta actividad coincide con el levantamiento pre - Plioceno del cinturón de San Jacinto que clausuró el episodio marino terciario de la región oriental del terreno Sinú - San Jacinto y de la plataforma adyacente.

4.2. TURBACIENSE, MARINO SOMERO

Este nuevo nombre adoptado de la localidad de Turbaco, se propone para identificar la evolución tectónica y sedimentaria de los sedimentos marinos someros, depositados en las pequeñas cuencas redondeadas, formadas como consecuencia del diapirismo que clausuró el Sinuense.

Estos depósitos, pertenecientes a la segunda etapa sedimentaria del período de acrecimiento del cinturón de Sinú, están particularmente bien expuestos hacia el norte, en las áreas costa adentro de Cartagena - Barranquilla, y hacia el sur, en los márgenes costeros del levantamiento de Abibe - Las Palomas (Fig. 6). Están compuestos de sedimentos terrígenos clásticos y hemipelágicos de edad Plioceno tardío - Pleistoceno, e incluyen calizas arrecifales en el área de Cartagena - Barranquilla. El espesor es muy variable y alcanza 4000 m en secciones de costa afuera, mientras costa adentro alcanzan únicamente 243 m en el pozo Coloncitos-1 (Fig. 10). Estos depósitos infrayacen inconformemente los estratos del Sinuense y forman las cimas y los flancos del anticlinorio de Turbaco en el área de Cartagena donde alcanzan alturas del orden de los 170 m (Cerro de La Popa) y 220 m (región de Turbaco) por encima del nivel del mar. Los registros sísmicos correspondientes, muestran reflexiones claras horizontales provenientes de los sedimentos que rellenan las depresiones dejadas por las perturbaciones diapíricas de los estratos muy deformados infrayacentes.

Anteriormente, estos depósitos se incluyeron como parte del ciclo paleobatimétrico de Tubará (DUQUE-CARO, H., 1975, 1979). Sin embargo, con base en el nuevo conocimiento de la evolución tectónica y sedimentaria del norte de Colombia, estas facies no se deben asociar, ya que el ciclo de Tubará, de edad Mioceno tardío a Plioceno temprano (DUQUE-CARO, H., 1972) pertenece a la provincia tectónica y sedimentaria, muy distinta del cinturón de San Jacinto.

Emergencia Pleistoceno.- Las perturbaciones pleistocénicas, causantes de la últi-

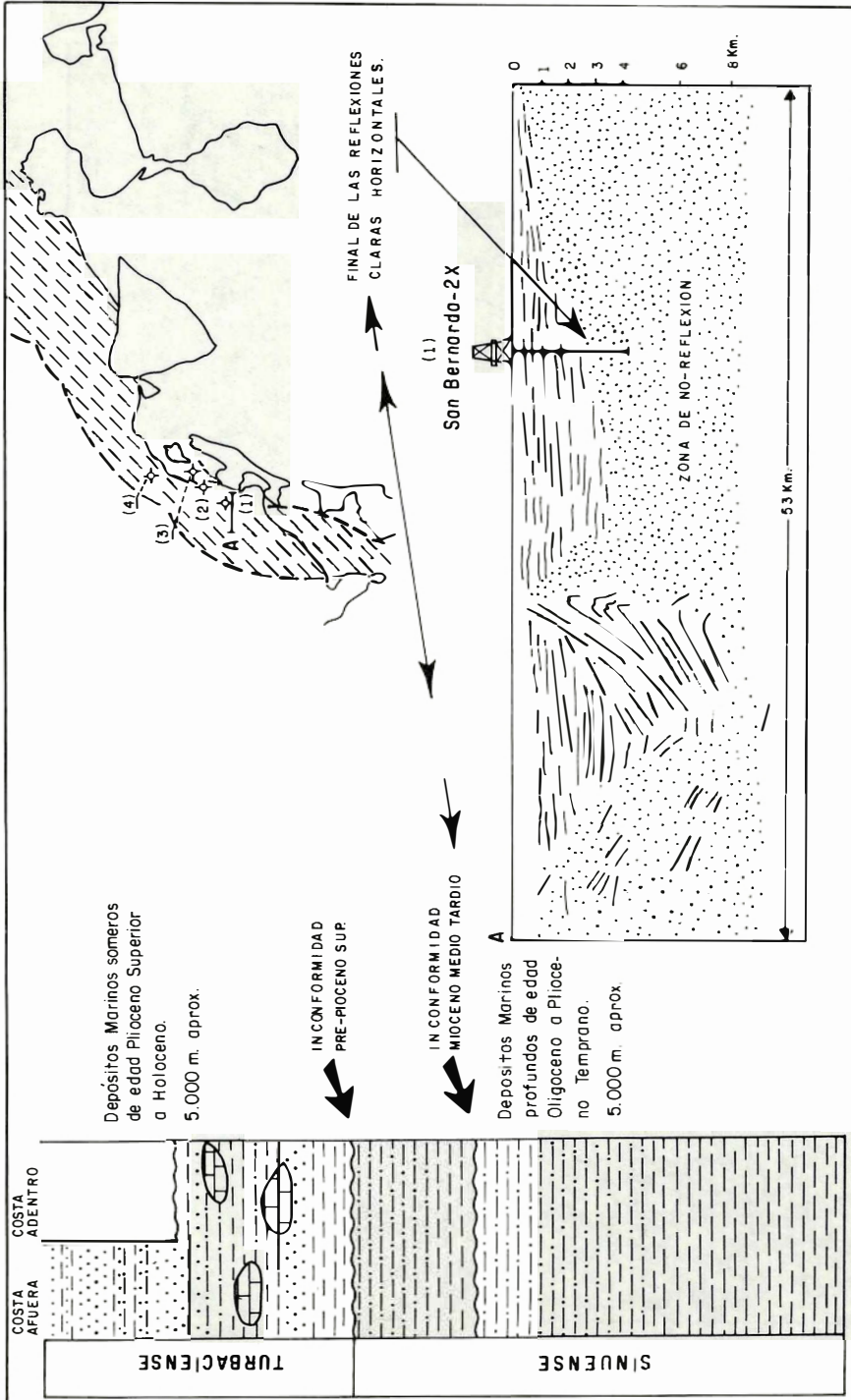


FIGURA 9: Estratigrafía y sección transversal costa afuera del cinturón de Sinú con base en datos sísmicos y de correlación bioestratigráfica de pozos.

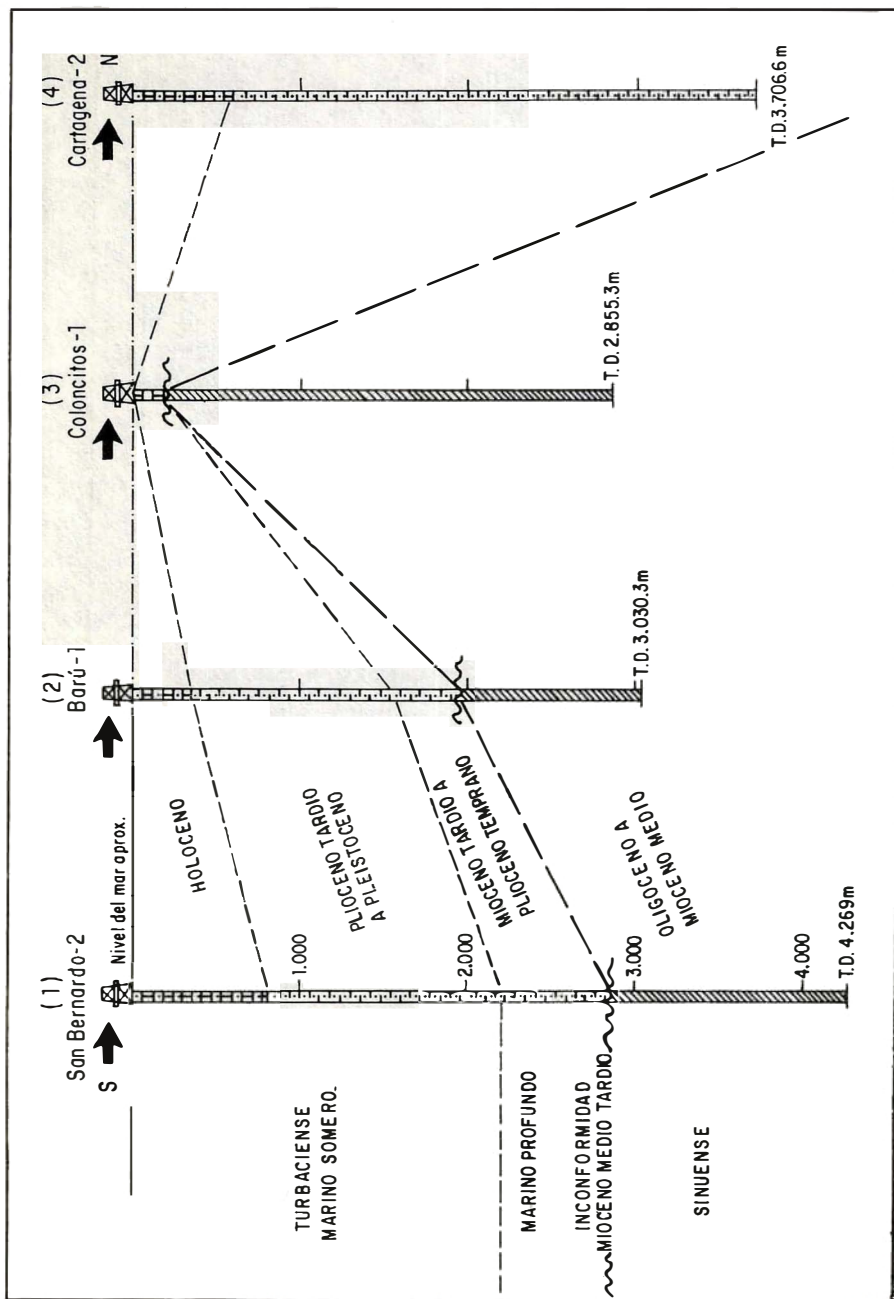


FIGURA 10: Correlación de pozos del cinturón de Sinú (ver Figura 9 para localización) en sentido sur a norte.

ma emergencia del cinturón de Sinú, conllevaron alguna deformación en el anticlinorio de Turbaco y en las porciones levantadas costaneras del anticlinorio de Abibe - Las Palomas, donde los depósitos marinos Plioceno tardío - Pleistoceno se levantaron del orden de los 200 m sobre el nivel del mar. En los flancos occidentales de estos levantamientos, estratos turbacienses están basculados y buzando en general hacia el occidente, suprayaciendo inconformemente estratos sinuenses. Como se mencionaba anteriormente, el contacto estratigráfico entre estas dos unidades está cizallado debido a la naturaleza diapírica de los estratos sinuenses. Las estructuras anticlinales diapíricas sinuenses (Mioceno medio) parece que han estado emergiendo regularmente a partir del diapirismo sinuense, sin haber causado mayor deformación a los estratos turbacienses inmediatamente suprayacentes. Las islas que bordean el margen costero actual del norte de Colombia están construidas sobre estructuras anticlinales dejadas por el diapirismo sinuense y han estado emergiendo desde el Pleistoceno. El Turbaciense, de la misma manera que el Sinceljeense en el cinturón de San Jacinto, estuvo caracterizado en general por un período de emergencia sin mucha deformación diapírica.

4.3. DEPOSITOS DE COSTA AFUERA

Los depósitos de costa afuera y los que conforman las terrazas de playa y la cubierta de las islas que bordean el margen continental de edad Pleistoceno a Hológeno también han sido incluidos dentro del Turbaciense (Fig. 6). En las secciones de costa afuera estos depósitos están caracterizados por sedimentos subcompactados de clásticos y de carbonatos con espesores que pueden alcanzar los 1000 m (Fig. 9), que suprayacen inconformemente los depósitos más antiguos de edad Plioceno tardío - Pleistoceno. En los registros sísmicos, estos depósitos están representados por las reflexiones horizontales superiores, y a lo largo de los márgenes costeros, conforman las terrazas de playa. En algunas de las islas circundantes, como la Isla de Tierra Bomba, se pueden reconocer terrazas de playa de 20 y 3 m por encima del ni-

vel del mar. Porta J., y Solé de Porta N. (1960), cartografiaron estas terrazas y las dataron como Plioceno tardío la más alta y 2850 a.c. la más baja (Porta, J., et al., 1963). La más antigua correspondería con la época del levantamiento de los depósitos de costa adentro, turbacienses de edad Plioceno tardío - Pleistoceno, y la segunda datación indica la última emergencia durante el Holoceno. Sin embargo, las últimas dataciones de C₁₄ de las terrazas de playa al sur del Golfo de Morrosquillo, realizadas por Page W.D. (1982, com. pers.), han puesto en duda algunas de estas correlaciones. Casi todas las edades obtenidas están en el rango de los 2000 a los 5100 a.c., aún para terrazas de 36 m de altura sobre la marea alta. Otras edades se han planteado más antiguas que los 10.000 a.c.: 80.000 a.c. y 125.000 a.c., pero necesitan confirmación por medio de los métodos convencionales.

5. RESUMEN Y CONCLUSIONES

5.1. ANTECEDENTES Y HECHOS

El terreno Sinú - San Jacinto del noroccidente colombiano está compuesto por los cinturones de San Jacinto y Sinú, dos cuñas de acrecimiento caracterizadas por estructuras anticlinales estrechas, pendientes y alargadas separadas por sinclinales amplios y suaves (Fig. 11).

Pelagitas y hemipelagitas muy deformadas siempre cubiertas y rodeadas por turbiditas caracterizan la zona nuclear de las estructuras anticlinales, las que a su vez coinciden con las mayores elevaciones topográficas.

La topografía rugosa y elevada coincide con la mayor deformación. Estos dos parámetros disminuyen en intensidad, distalmente de la zona nuclear de los anticlinorios.

Registros sísmicos multicanal tanto de la Cuenca de Colombia como del cinturón de Sinú adyacentes, muestran reflectores buzando hacia tierra firme continuándose por debajo del talud deformado del margen occidental del terreno Sinú - San Jacinto.

EDADES		CINTURON DE SINU				CINTURON DE SAN JACINTO			
		Episodios Tectónico - Sedimentarios		Estructura		Episodios Tectónico - Sedimentarios		Estructura	
Holoceno		Marino Somero		EMERGENCIA PRINCIPALMENTE LIGERA O NINGUNA DEFORMACION		Terrestre		Sincelajense	
	T	Turbaciense		TERRAZAS DE PLAYA MASAS CONICAS DE LODO				5	
Pleistoceno	T								
	T								
Cretáceo	T	Marino Profundo		DEFORMACION INTENSA DIAPIRISMO		Marino Somero		EMERGENCIA PRINCIPALMENTE LIGERA O NINGUNA DEFORMACION	
	T	Sinuense		ANTICLINALES ES-TRECHOS Y ALARGADOS SINCLINALES AMPLIOS Y SUAVES, ESTRUCTURAS RADIALES.				4	
Oligoceno	T								
	T								
Eoceno	T								
	T								
Paleoceno	T								
	T								
Tardío	T	Marino Profundo		DEFORMACION INTENSA DIAPIRISMO		Marino Profundo		DEFORMACION INTENSA DIAPIRISMO	
	T	Sinuense		ANTICLINALES ES-TRECHOS Y ALARGADOS SINCLINALES AMPLIOS Y SUAVES, ESTRUCTURAS RADIALES.				2	
Cretáceo	T								
	T								
Paleoceno	T								
	T								
Eoceno	T								
	T								
Oligoceno	T								
	T								
Mioceno	T								
	T								
Plioceno	T								
	T								
Cretáceo	T	Marino Profundo		DEFORMACION INTENSA DIAPIRISMO		Marino Somero		DEFORMACION INTENSA DIAPIRISMO	
	T	Sinuense		ANTICLINALES ES-TRECHOS Y ALARGADOS SINCLINALES AMPLIOS Y SUAVES, ESTRUCTURAS RADIALES.				3	
Eoceno	T								
	T								
Paleoceno	T								
	T								
Tardío	T								
	T								

FIGURA 11: Fases de deformación y características estructurales del terreno Sinú - San Jacinto.

Las facies litológicas del terreno Sinú - San Jacinto se pueden clasificar de acuerdo a su ambiente de depósito en (a) depósitos marinos profundos, compuestos de pelagitas, hemipelagitas y turbiditas, (b) depósitos marinos someros, compuestos de sedimentos marinos terrígenos y hemipelagitas, y (c) depósitos terrestres, compuestos de sedimentos fluviales y lacustres.

El registro estratigráfico del cinturón de San Jacinto, como se conoce actualmente, comprende edades que van desde el Cretáceo superior a Eoceno medio para los depósitos marinos profundos, Eoceno medio a Plioceno temprano para los depósitos marinos someros, y Plioceno tardío a Pleistoceno para los depósitos terrestres. En el cinturón de Sinú, el registro estratigráfico respectivo, comprende edades que van desde el Oligoceno al Mioceno medio, para los depósitos marinos profundos, y Plioceno tardío a Holoceno, para los depósitos marinos someros. Es importante anotar que el registro estratigráfico del Mioceno tardío al Plioceno temprano está muy pobremente expuesto en afloramientos del cinturón de Sinú. Únicamente en el área de Cartagena, el registro estratigráfico del Mioceno tardío está puntualmente representado por lodolitas con radiolarios y foraminíferos acompañados por lodolitas con foraminíferos y moluscos de ambientes marinos más jóvenes.

5.2. INTERPRETACION

1. El margen noroccidental colombiano comprendido por este estudio se desarrolló a partir del acrecimiento sucesivo de dos cinturones, cada uno de los cuales atravesó una historia similar (pero no sincrónica) de eventos tectónicos y sedimentarios. Esta historia involucra: a) depósito de sedimentos pelágicos y hemipelágicos en ambientes marinos profundos; b) enterramiento profundo de los depósitos anteriores bajo turbiditas (depósitos de fosa?); c) deformación por intrusiones diapíricas de los depósitos pelágicos dentro de las turbiditas que conllevó al desarrollo de estructuras anticlinales estrechas y pendientes, y sinclinales amplias; d) enterramiento posterior bajo los nuevos sedimentos del margen continental, acumulados en ambientes progresivamente más someros, parcialmente como resultado de la sedimentación, y también probablemente como resultado de levantamiento; e) emergencia parcial en conjunto con el depósito de sedimentos fluviales y lacustres en las cuencas activas. La deformación durante los eventos (d) y (e) fue suave pero condujo a la formación de algunas discordancias.
2. El cinturón de San Jacinto registra, tal y cual, la historia anterior, desde el Cretáceo superior hasta el Pleistoceno. El diapirismo ocurrió en el intervalo Paleoceno-Oligoceno temprano. El cinturón de Sinú, por su parte, registra su historia a partir del Oligoceno hasta el Holoceno, donde la deformación diapírica tuvo lugar entre el Mioceno medio y el Plioceno temprano.
3. Tanto la deformación estructural observada en superficie como la de las secciones sísmicas es atribuible en su mayor parte al diapirismo.
4. La "somerización" y emergencia eventual de la pila sedimentaria incluye varios posibles componentes. Uno es la simple acumulación de sedimentos en la superficie, donde la posibilidad de un engrasamiento por compresión lateral no se puede eliminar completamente, aunque en el momento, le hace falta apoyo de evidencias observadas en el campo. Otra posibilidad más, es que la pila sedimentaria se amontonó en el fondo como resultado del acrecimiento estructural de los sedimentos producidos por la subducción de una placa cortical. Si esto fuera así, entonces las partes más profundas del prisma sedimentario deben tener una estructura muy diferente a las partes expuestas.
5. Visto desde este punto de vista, la historia tectónica de este terreno parece ser consecuencia de una compleja combinación de fuerzas regionales (convergencia de placas?) y diapirismo interno inducido por gravedad.

6. La gran magnitud del levantamiento y deformación interna califica los procesos tectónicos evolutivos del terreno Sinú - San Jacinto como orogénicos.

6. AGRADECIMIENTOS

Estoy profundamente agradecido con Alfred G. Fischer de la Universidad de Princeton por sus comentarios y sugerencias durante el proceso de revisión de este trabajo.

F. B., Van Houten, R. Shagam, T. R. Konisgmark y J. W. Ladd, también leyeron y revisaron el manuscrito de este trabajo y contribuyeron enormemente a su mejora. A todos ellos mis más sinceros agradecimientos.

7. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- DUQUE-CARO, H., 1972.- *Ciclos tectónicos y sedimentarios en el norte de Colombia y sus relaciones con la paleoecología*. Bol. Geol. Ingeominas, Vol. 19, No. 3, p. 1-23.
- , 1973.- *The geology of the Montería area*: Colombia Society of Petroleum Geologists and Geophysicists 14th Annual Field Conference, Guidebook, p. 397-431.
- , 1975.- *Los foraminíferos planctónicos y el terciario de Colombia*: Revista Española de Micropaleontología, Vol. 7, No. 3, p. 403-427.
- , 1979.- *Major structural elements and evolution of northwestern Colombia*, in Watkins, J. S., and others, eds. Geological and geophysical investigations of continental margin: American Association of Petroleum Geologists, Memoir 29, p. 329-351.
- DUEÑAS, H., and DUQUE-CARO, H., 1981.- *Geología del Cuadrángulo F-8*: Bol. Geol. Ingeominas, Vol. 24, No. 1, p. 1-35.
- EDGAR, N. T., SAUNDERS, J. B., and others, 1973.- *Site 154, Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project*, Volume 15: Washington D.C., U.S. Government Printing Office, p. 407-471.
- HAFFER, J., 1970.- *Geological climatic history and zoogeographic significance of the Urabá region in northwestern Colombia*; *Caldasia*, Vol. 10, No. 50, p. 603-636.
- HOUTZ, R. E., and LUDWIG, W. J., 1977.- *Structure of Colombia Basin, Caribbean Sea, from profiler-sonobuoy measurements*: *Journal of Geophysical Research*, Vol. 82, No. 30, p. 4861-4867.
- KELLOGG, J. N., 1981.- *The cenozoic basement tectonics of the Sierra de Perijá, Venezuela and Colombia* (Ph. D. thesis): Princeton University, p. 230.
- LU, R. S., and McMILLEN, K. J., 1982.- *Multichannel seismic survey of the Colombia Basin and adjacent margins*, in Watkins, J.S. and Drake, C. L., eds., *Studies in continental margin geology*: American Association of Petroleum Geologist, Memoir 34, p. 395-412.
- MORGAN, J. P., 1961.- *Mudlumps at the mouths of the Mississippi River*, in *Genesis and paleontology of the Mississippi River mudlumps*: Louisiana Geological Survey Bulletin 35, Part I, p. 55-59.
- MORGAN, J. P., and others, 1968.- *Mudlumps: Diapiric structures in Mississippi delta sediments*, in Braunstein, J., and O'Brien, G. D., eds., *Diapirism and diapirs*: American Association of Petroleum Geologists Memoir 8, p. 145-161.
- O'BRIEN, G. D., 1968.- *Survey of diapirs and diapirism*, in Braunstein, J., and O'Brien, G. D., eds.; *Diapirism and diapirs*: American Association of Petroleum Geologists Memoir 8, p. 1-9.

- PORTA, J., and SOLE de PORTA, N., 1960.- *El cuaternario marino de Tierrabomba*: Bol. Geol., UIS, No. 4, p. 19-44.
- PORTA, J., and others, 1963.- *Nuevas aportaciones al Holoceno de Tierrabomba*, Bol. Geol., UIS, No. 12, p. 35-44.
- SHEPARD, F. P., 1973.- *Seafloor off Magdalena delta and Santa Marta area, Colombia*: Geological Society of America, Vol. 84, p. 1955-1972.
- STAINFORTH, R. M., 1968.- *Mid-Tertiary diastrophism in northern South America*, in Transactions, Caribbean Geological Conference, IV, Trinidad, 1965, p. 159-177, Caribbean Printers, Arima, Trinidad.
- VAN HOUTEN, F. B., 1976.- *Late Cenozoic volcanoclastic deposits, Andean foredeep, Colombia*: Geological Society of America Bulletin, Vol. 87, p. 481-495.

* * *