Bol. Inst. Oceanogr. Venez. Univ. Oriente 21 (1-2): 13-35 (1982); 17 figs.

EL GOLFO DE CARIACO. PARTE 1: MORFOLOGIA Y BATIMETRIA SUBMARINA. ESTRUCTURAS Y TECTONISMO RECIENTE

LUIS FELIPE CARABALLO M.

Instituto Oceanográfico, Universidad de Oriente, Cumaná, Venezuela

RESUMEN: El Golfo de Cariaco es un cuerpo de aguas de forma sobrectangular de unos 62.5 km de longitud en la dirección de su eje principal orientado en sentido E-W, y con un ancho promedio de 8.950 km en sentido N-S. Se encuentra localizado en una zona semi-árida de Venezuela Oriental; y sus aguas ocupan lo que hemos denominado "Plataforma de Cumaná".

El detalle batimétrico permite establecer que la topografía submarina es de control estructural, en particular, a lo largo de sus costas donde se localizan las trazas de las 2 grandes fallas del área: Falla de Cariaco, al norte, y zona de fallas de El Pilar, al sur. La ausencia de plataforma en la boca del golfo se debe básicamente a la presencia del cañón del río Manzanares.

ABSTRACT: The Gulf of Cariaco is a subrectangular body of water, 62.5 km long (E-W) and 8.95 km of average width (N-S). It is situated in a semiarid zone in the eastern part of Venezuela, and with its enclosed body of water, is referred to here as the "Cumana Shelf".

Beathymetry showed that the submarine topography is structurally controlled, especially through the coast, where the Cariaco fault to the north, and the El Pilar fault zone to the south, are located. The absence of the shel in the mouth of the gulf is basically dur to the submarine canyon of the Manzanares river.

INTRODUCCION

Esta investigación forma parte del programa general de carácter geológico-submarino que lleva adelante el Departamento de Oceanografía Física y Geológica del Instituto Oceanográfico de la Universidad de Oriente, en la Plataforma Continental de Venezuela Nor-Oriental. Así, y continuando con lo ya iniciado por ROA & OTTMAN (1961); MALONEY (1965, 1966); PÉREZ NIETO (1969); MORELOCK *et al.* (1972); se presentan en este trabajo los resultados obtenidos en un estudio detallado del golfo de Cariaco, considerado como una de las áreas geográficas más importantes de Venezuela en el campo de las Ciencias Marinas.

El objetivo esencial de esta investigación es el de conocer con el mayor detalle posible el área que ocupa el golfo, muy particularmente en cuanto a su topografía submarina y características morfológicas, y establecer en lo posible los diferentes eventos geológicos que han ocurrido en ésta zona de la plataforma continental, con énfasis en su tectónica, ya que aquí se localizan algunas de las fallas más importantes de la región y del continente.

INVESTIGACIONES PREVIAS

Desde su comienzo el Instituto Oceanográfico inició el desarrollo de importantes proyectos de investigación en el golfo. Producto de ésta labor son los numerosos trabajos realizados y publicados sobre el área en los campos de la Oceanografía Física, Biología Marina, Biología Pesquera y Oceanografía Química. Sin embargo, son escasas las publicaciones relacionadas con Geología Marina. Específicamente, ROA & OTTMAN (1961) realizan observaciones sobre los cargos generales de la topografía submarina, mientras que PÉREZ NIETO (1969), hace un breve resumen de algunos de los aspectos más característicos del área del golfo. Más recientemente, y considerando el cañón del río Manzanares como parte integrante del área del golfo, MORELOCK *et al* (1972) hacen un estudio detallado de las características y procesos tectónicos dominantes que han originado este rasgo geomorfológico tan importante; mien-

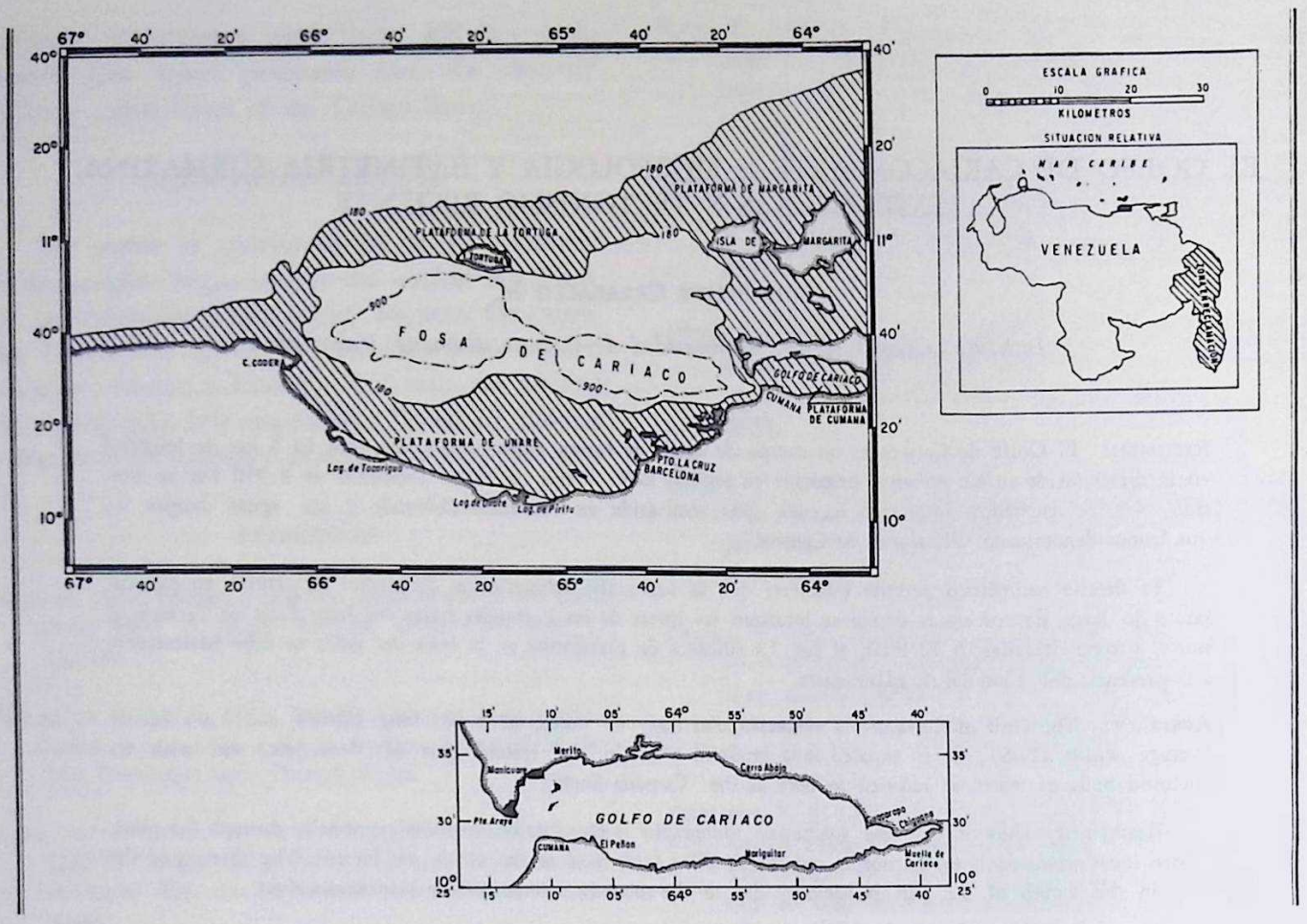


Fig. 1. Situación relativa y localización del área de estudio.

tras que CARABALLO & MACSOTAY (1973) y MACSOTAY & CARABALLO (1976) hacen referencia a importantes aterrizamientos de origen marino en la costa norte y noreste del golfo que permiten señalar evidencias para los movimientos tectónicos en el área.

GENERALIDADES

LOCALIZACIÓN Y DESCRIPCIÓN DEL ÁREA

La plataforma continental de Venezuela es muy extensa en sus zonas oriental y occidental, mientras que se presenta como una franja estrecha, que casi toca la costa, en la zona frente al litoral central del país.

De acuerdo con MALONEY (1965), el sistema oceanográfico conocido como golfo de Cariaco está comprendido dentro de la región de Margarita, que incluye la península de Araya y la isla de Margarita. Según este autor, la plataforma es bastante ancha, más de 95 km, y se caracteriza por una topografía muy irregular. Por otra parte, según el mapa fisiográfico de Venezuela (1969), el golfo de Cariaco se encuentra localizado dentro de la Provincia I que comprende plataforma continental, islas y llanuras costeras, y con un área total de 720 km^2.

Para el autor de éste trabajo, el golfo de Cariaco se encuentra localizado dentro de la zona sur-oriental de la plataforma continental, más específicamente, sobre el extremo más oriental del borde meridional que sigue la costa desde su bifurcación en Cabo Codera, hasta Cumaná (Fig. 1). Dentro de este borde sur, puede apreciarse, como entre las localidades de Puerto La Cruz y Cumaná, la plataforma es sumamente estrecha y de gran irregularidad; llegándose a la situación de que en las inmediaciones de Cumaná casi no hay plataforma, pues los contornos de los 190 m de profundidad están a menos de 1 km aguas afuera de la desembocadura del río Manzanares. De acuerdo a éstas características geomorfológicas tan particulares de la zona, el autor sugiere

denominar el área ocupada por el golfo de Cariaco como plataforma de Cumaná. Su posición geográfica exacta está demarcada por los 64° 13′ 40″ y 63° 38′ 20″ de Long. W y los 10° 36′ 00" y 10° 26′ 20" de Lat. N.

El golfo de Cariaco se considera como un cuerpo de forma aproximadamente rectangular y un eje principal orientado en sentido este-oeste. En relación a sus dimensiones longitud y anchura, Humboldt para 1799 (traducción de L. Alvarado, 1941), año de su llegada a Cumaná, estima que el golfo tiene 64.820 km de largo y 11.110 y 11.816 km de ancho. El autor, en base al amplio detalle morfológico realizado, establece, como 62.500 km la longitud del golfo entre las localidades geográficas conocidas como Punta Arena, al W, y el punto de desembocadura del río Cariaco al golfo, al E; y un ancho promedio de 8.950 km con un máximo de 16.700 km entre la desembocadura del río Güirintal, al sur, y la desembocadura de la quebrada El Destiladero, al norte; y un mínimo de 1.200 km entre Punta Cotúa, al sur y Punta Cachipo, al norte.

Fisiografía General

El área continental norte adyacente al golfo de Cariaco está comprendida dentro del llamado ramal costero del sector orográfico oriental de Venezuela o Cordillera de Paria (González de Juana *et. al.*, 1972). Este ramal costero se extiende desde Punta Barrigón, en el extremo occidental de la Península de Araya, al oeste, hasta Punta Narizona, en el extenso oriental de la Península de Paria, al Este. Está considerado como una cadena simple, con un alineamiento casi constante oeste-este, constituyendo a la vez una divisoria de aguas entre la hoya del Mar Caribe, al norte, y la de los golfos de Paria y Cariaco, al sur.

El rasgo fisiográfico más característico cercano al golfo de Cariaco lo constituye el llamado Estribo de Casanay, que determina la divisoria norte-sur entre las hoyas hidrográficas de los golfos de Cariaco y Paria, respectivamente, (González de Juana *et al.*, 1972). En cuanto al golfo de Cariaco propiamente dicho, podría considerársele como uno de los rasgos morfológicos más característicos de todos aquellos localizados a lo largo del extenso litoral del Caribe venezolano, exceptuando el área del golfo de Venezuela, en el extremo más occidental del mismo.

El área correspondiente al golfo de Cariaco ocupa una depresión de tipo tectónica arrumbada en dirección este-oeste, y el relieve de la península de Araya adyacente al golfo, lo constituye una serranía central de elevaciones de hasta 600 m. En este sector destacan como relevamientos más prominentes: Cerro Feo (120 m), Cerro La Peña (240 m), Cerro El Destiladero (240 m), Cerro Grande (580 m), Cerro Chacopata (520 m) y Cerro Los Botones (280 m). (Fig. 2).

Hacia el sector más occidental de la península, la mayoría de las elevaciones no alcanzan los 100 m de altura. Sus caídas suaves y formas redondeadas se debe a los efectos de los procesos de erosión sobre las rocas esquistosas que conforman la formación Manicuare (Schubert, 1972). Este aspecto muy particular que ofrece la topografía costera, muy acentuado entre los sitios de Manicuare y La Angoleta, ha permitido el asentamiento de núcleos humanos de singular importancia en el sector. Al desplazarse más al Este, los relieves montañosos se hacen mucho más pendientes, con paredes rocosas desnudas que prácticamente se hunden en el golfo y constantemente expuestas al accionamiento marino.

Los procesos erosivos sobre éste conjunto rocoso origina prominentes filas y picos agudos con valles largos, rectilíneos y angostos. Son los rasgos que caracterizan el material calcáreo de la Formación Carúpano. (Schubert, 1972).

Si se continúa en la dirección Este, las elevaciones montañosas más importantes se alejan considerablemente hacia el interior de la Península, mientras que en el sector costero del golfo se presentan descensos pronunciados de las pendientes, hasta llegar a regiones muy suaves, casi planas, donde aparecen grandes formaciones de manglares de considerable extensión. Este rasgo morfológico del sector se debe muy probablemente a los procesos de erosión que actúan sobre los sedimentos que conforman la Formación Chiguana (Balda, 1960; Macsotay & Caraballo, 1976) y que origina toda una serie de colinas bajas de cuestas poco pronunciadas, y mesas cuya superficie buza muy suavemente hacia el mar.

Para el margen costero meridional del golfo de Cariaco, el relieve predominante lo constituyen en gran parte las rocas de la formación Taguarumo (Guillaume *et. al.*, 1972). Lo más característico son las elevaciones de hasta 600 m de altura y escarpados que alcanzan hasta los 50° de inclinación. Se extienden desde la zona de El Peñón, al oeste, hasta un punto del litoral, pasando el poblado de San Antonio del Golfo, al Este,

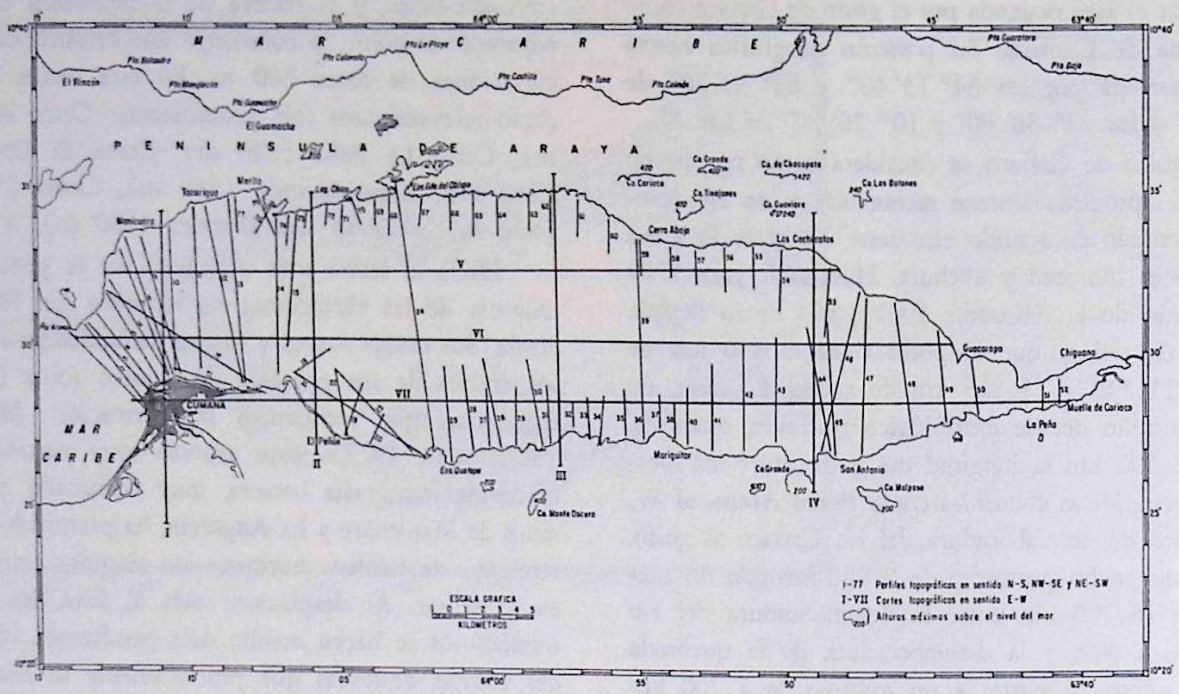


Fig. 2. Mapa de localización de los perfiles y cortes topográficos submarinos. Relieves continentales más importantes.

donde los estratos rocosos de la Formación Taguarumo se desplazan hacia el interior de la serranía, apareciendo en ese sector costero San Antonio-Muelle de Cariaco las rocosas correspondientes a las Formaciones Frontado y Valle Grande (MACSOTAY & CARABALLO, 1976). Son de destacar, entre otros, los llamados Cerro Camacuey (440 m); Cerro Sotillo (480 m); Cerro La Soledad (440 m); Cerro El Zamuro (640 m) y Cerro La Cuchilla (600 m).

En general la topografía se encuentra en una etapa de juventud avanzada, con valles profundos en "v" que en algunas zonas se presentan rellenos de sedimentos aluviales que alcanzan hasta los 15 m de espesor. Es dentro de la llamada zona de fallas de El Pilar, que es a la vez el límite norte de la Serranía del Interior, donde se localizan las numerosas llanuras aluviales y lagunares que son características de éste sector costero.

Por otro lado, el control tectónico y estratigráfico de la zona se refleja en la naturaleza plegada y fallada de las prominencias montañosas, y de fácil observación en los cortes de las carretera Cumaná-Cariaco. Así mismo, la orientación de los ríos, quebradas y cursos de aguas llevan sus aguas al borde sur del golfo de Cariaco (Fig. 3), están relacionados con los accidentes tectónicos de dirección N, NNE y NNW.

Por último, consideramos el sector comprendido entre El Peñón y el borde oriental de la desembocadura del río Manzanares. Dentro del mismo destaca como rasgo morfológico más importante el conjunto de sedimentos fuertemente tectónizados y erosionados de las formaciones Caigüire y Cumaná (RIVERO, 1956; BERMÚDEZ, 1964; ASCANIO, 1972); y que están constituyendo los llamados Cerros de Caigüire.

Estos cerros conforman una serie de colinas localizadas al sur de la ciudad de Cumaná y al este del río Manzanares, de aproximadamente unos 5 km de longitud en sentido este-oeste, unos 2 km de ancho en dirección norte-sur y una elevación máxima de unos 160 m sobre el nivel del mar. Esta unidad fisiográfica se encuentra separada de las serranías elevadas al sur y este por una extensa llanura costera hacia donde se desplaza actualmente la ciudad de Cumaná en su proceso de expansión y crecimiento. Dentro de la unidad se destacan como elevaciones más importantes los llamados; Cerro El Zamuro (125 m) y Cerro La Paja (150 m).

En base a datos de mapas cartográficos y topográficos, así como del estudio de fotografías aéreas de la zona de influencia de drenaje de los ríos Cautaro y Manzanares, hemos preparado un croquis del drenaje

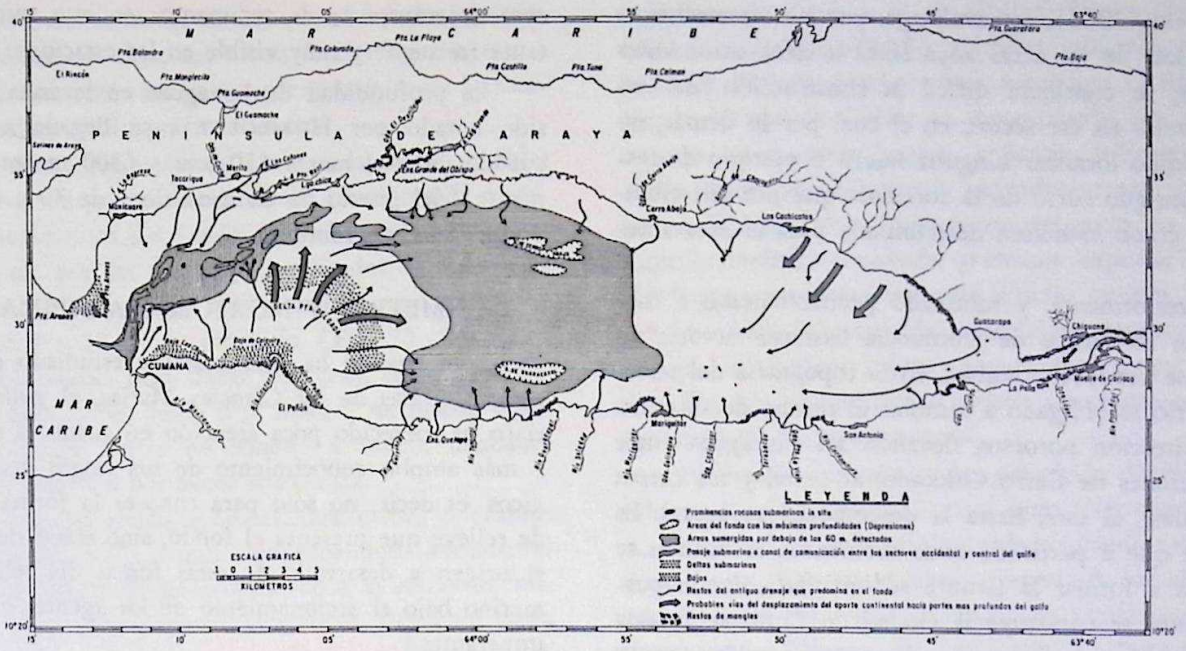


Fig 3. Características geomorfológicas de la plataforma de Cumaná. Cursos de agua que influyen en el sistema hidrográfico del Golfo.

detallado del área de Cumaná y sus alrededores (Fig. 4), con el objeto de explicar las probables causas por las cuales en un sitio existe abundante deposición de material sedimentario, y en el otro no hay evidencia alguna de sedimentación en su desembocadura.

Un análisis completo de la información disponible, nos lleva a señalar que muy probablemente el río Manzanares pudo haber corrido en tiempos muy antiguos en dirección NE, constituyendo quizás lo que hoy aparece conocido con el nombre de río Cautaro, y desembocó en un principio directamente a la depresión tectónica allí existente. Así le dio origen a esa gran planicie aluvial que se conoce como Sabana de Campeche, y al delta de Punta Baja, ese rasgo morfológico que tanto caracteriza la costa sur-occidental del golfo de Cariaco.

Se considera que los volúmentes de sedimentos arrastrados por el río Cautaro eran de gran significación, por cuanto, además de contribuir a la formación de ese delta en el área de Punta Baja, hay evidencias claras y determinantes de que es mucho más extenso, y que aguas adentro del golfo modificó las características morfológicas originales del fondo en un área de considerable amplitud, tal y como queda demostrado en el mapa batimétrico del golfo. Ya HUMBOLDT en 1799, con esa visión científica tan extraordinaria, señaló

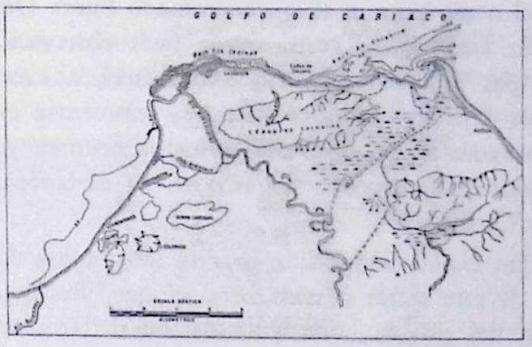


Fig. 4. Generalidades del drenaje de Cumaná y alrededores. Su influencia en el golfo.

que "el sitio de Punta Delgada es un valle estrecho cubierto de una abundante vegetación y marca el punto de un antiguo escape de las aguas".

La localización en la Sabana de Campeche, en el extremo más occidental de Cabo Blanco, de restos de un meandro antiguo, parte quizás de un conjunto más numeroso, es una evidencia clara que nos prueba el hecho cierto de que por allí circuló una corriente de agua bastante tiempo atrás, testimoniando además los diferentes cambios que pudo experimentar el curso del río (Fig. 4). Es probable que el Manzanares haya desembocado en un principio en río Cautaro, en el área de lo que hoy se llama Cantarrana y Camino Nuevo

(MALONEY, 1966). Sin embargo, por las características topográficas de las áreas adyacentes a estos sitios antes señalados, se considera difícil la construcción de un cauce fluvial en ese sector, en el cual por lo demás, no se ha podido localizar ninguna huella o vestigio de restos del antiguo curso de la corriente que por allí circulaba, tal como lo hemos determinado para el área anterior.

Posteriormente, y motivado probablemente a movimientos tectónicos de frecuencia bastante notoria en el área, se producen cambios en la topografía del terreno y el río es obligado a cambiar el rumbo de su curso a una dirección noroeste, llevando así sus aguas entre as elevaciones de Cerro Colorado, al oeste, y los cerros de Caigüire, al este, hasta la desembocadura actual. Es probable que a partir de estos momentos es cuando se comienza a formar la llanura sedimentaria donde posteriormente se construye la ciudad de Cumaná. A una parte de esta llanura es a la que se refiere HUMBOLIT en 1799, cuando dice "al parecer el área inmediata al norte del núcleo de la ciudad es una llanura de apreciable extensión llamada Playa Chica que se continúa hacia el oeste hasta el sitio denominado Punta Delgada.

Sin embargo, y como es de fácil observación en los mapas publicados, el río Manzanares, a excepción de éstos depósitos sedimentarios que conforman esa llanura aluvial, no ha originado ninguna acumulación de sedimentos con aspectos deltáico en su desembocadura al Mar Caribe.

Una explicación válida para la morfología tan peculiar de este sector costero, sería el que, desde un comienzo del proceso, una acumulación deltáica ha tratado de levantarse en una zona de declive muy escarpado y de aguas muy profundas, y aún no se ha producido. En realidad, esta zona escarpada constituye parte del cañón del río Manzanares que allí se ha detectado (MORELOCK, 1972).

Los declives tan escarpados y las aguas profundas de esta zona de desembocadura, no han permitido que los grandes volúmenes de sedimentos arrastradoss por el río Manzanares, aproximadamente unos 500 a 600 millones de toneladas anuales MORA *et. al.*, (1967); BENÍTEZ, (1974), se acumulen en su desembocadura. A ésto hay que agregar otro factor de influencia que son las corrientes marinas, las cuales, ayudadas por la acción de los vientos predominantes del NE y E, provocarán un desplazamiento de los sedimentos en suspensión en dirección este-oeste y norte-sur. Este proceso de transporte de sedimentos en esta zona es bastante frecuente y muy visible en las estaciones lluviosas.

La profundidad de las aguas en la zona ya había sido notado por HUMBOLDT a su llegada a Cumaná cuando dice "el mar a 150 toesas (300 m aproximadamente) del puerto de Cumaná tiene de 30 a 40 brazas (54 a 72 m) de fondo.

BATIMETRIA Y MORFOLOGIA SUBMARINA

Aun cuando ha sido bastante estudiado en diversas disciplinas de las Ciencias Marias, el golfo de Cariaco ha merecido poca atención en cuanto a un mejor y más amplio conocimiento de sus rasgos geomorfológicos, es decir, no sólo para conocer la forma del tipo de relieve que presenta el fondo, sino tratar de estudiar el origen y desarrollo de estas fomas del relieve submarino bajo el accionamiento de los agentes geológicos imperantes.

Así, la información más generalizada de su batimetría se conoce de las cartas náuticas de la Marina Americana; la Nº 5749 del año 1943 y la Nº 6573 de 1950, que contienen datos generales sobre la topografía submarina y la geología general del fondo del golfo. Varios años más tarde, ROA & OTTMANN (1961) elaboran un mapa topográfico que ha sido aceptado y utilizado como base para una serie de investigaciones en diferentes ramas de las ciencias marinas. Desde aquella fecha hasta el presente no se tiene conocimiento de que se haya publicado otra carta batimétrica del área del golfo de Cariaco.

En razón de lo antes expuesto, y teniendo a disposición toda una amplia información de las características más resaltantes del relieve submarino del golfo, y vistos los objetivos del trabajo a desarrollar, el autor cansideró conveniente elaborar un mapa batimétrico con el mayor número de detalles posibes a fin de que pueda servir, tanto para futuros trabajos de geología, como para cualquier otro tipo de investigación, en pesquerías, biología marina, oceanografía química, etc., que se desea llevar adelante.

METODOLOGÍA DEL TRABAJO

La batimetría se hizo utilizando un ecosonda o fathómetro Raytheon Modelo DE-735 con alcance de hasta unos 200 m de profundidad. En el detalle bati métrico ha resultado de incalculable valor y ayuda, la realización de aproximadamente unos 150 pertiles to-

pográficos o traversas del fondo, seleccionándose un número determinado de ellos, 77 en total (Fig. 2), que a juicio del autor son los más representativos de la morfología submarina del golfo de Cariaco.

Con esta información y la obtenida de las medidas de profundidad para cada una de las estaciones de muestreo de sedimentos del fondo del golfo, así como de la suministrada por los mapas ya publicados, el autor elabró un mapa batimétrico muy detallado, con curvas de profundidad a 10 m de intervalo (Fig. 5). Los datos de la profundidad para trazar las cursas correspondientes a las áeas llanas, desde 0 m hasta 5 m, fueron obtenidas mediante líneas de sondeo a mano, mediante inmersión directa o por buceo autónomo.

Uno de los rasgos geomorfológicos más relevantes del fondo del golfo, como comprobaremos adelante al analizar las secciones del ecosondeador, es el hecho concreto de que su topografía submarina está controlada estructuralmente, básicamente a lo largo de sus costas norte y sur, donde se localizan las trazas de las fallas de Cariaco y el Sistema de fallas de El Pilar, respectivamente.

Estableciendo una cierta relación con este rasgo tectónico tan importante, MALONEY (1966) señala que el margen continental de Venezuela en el área adyacente a la fosa de Cariaco es de tipo de límite continental (Continental Borderland), término utilizado por SHEPARD & EMERY (1941) para reconocer el área aguas afuera del sur de California caracterizado por presentar cuencas, escarpados, bancos, cañones submarinos, etc. Ahora bien, si observamos cuidadosamente los rasgos geomorfológicos más importantes del golfo, en base a la carta batimétrica detallada, podemos expresar con claridad que en nuestra zona de estudio existen depresiones, cuencas (algunas de apreciables profundidades), escarpados, cañones submarinos, y otros rasgos del fondo (Fig. 3), que aguardan mucha semejanza con aquellas zonas de límite continental.

El detalle batimétrico ha permitido dividir la plataforma de Cumaná en 3 zonas bien diferenciadas entre si, de acuerdo a la morfología de su fondo: zona occidental, zona central y zona oriental. A los efectos de esta división en zonas, el autor ha considerado como límite de las mismas, los accidentes o puntos geográficos más resaltantes de la morfología costera del golfo.

ZONA OCCIDENTAL

Así, la zona occidental es la comprendida desde la boca o entrada al golfo, al oeste, y la línea imaginaria

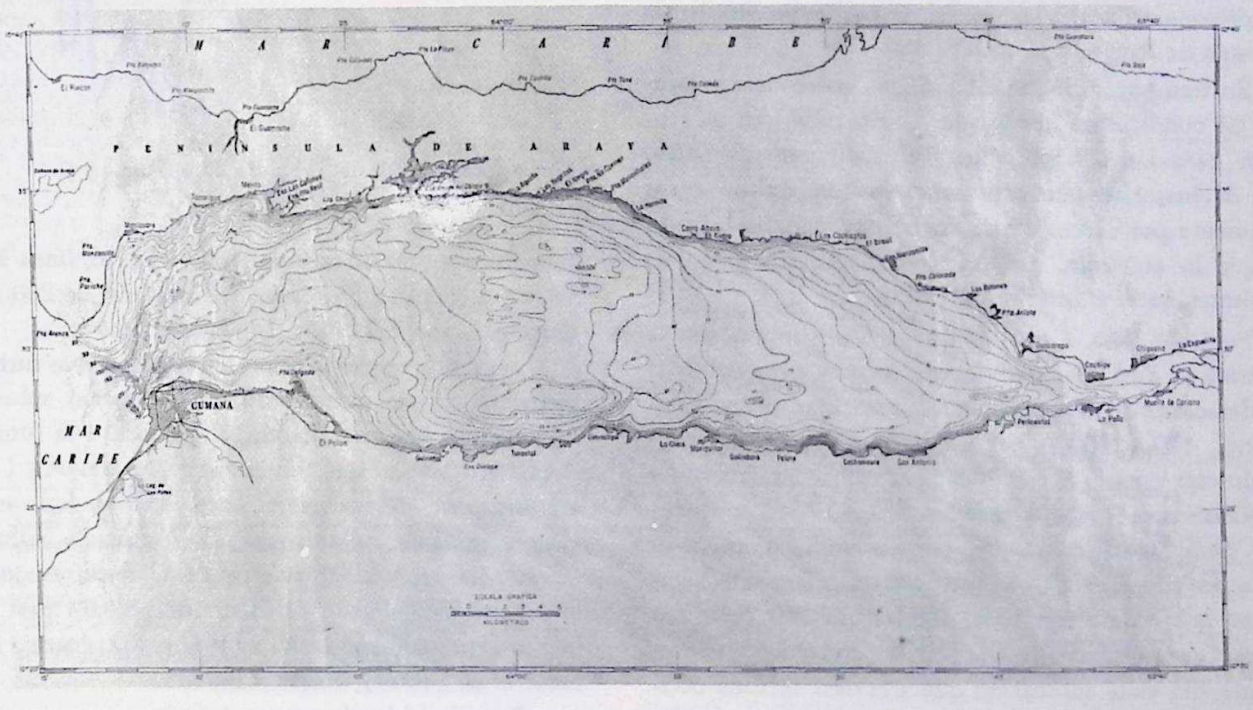


Fig. 5. Mapa batimétrico del golfo de Cariaco. Localidades y accidentes geográficos más importantes.

que une los pronunciados salientes rocoso y arenoso de Punta Salazar, al norte y Punta Delgada al sur De las 3 consideradas, es la región de relieve submarino más accidentado. Se puede señalar que uno de los aspectos más característicos en ellas es una zona amplia, extensa y bien definida por la isobata de los 55 m, de aproximadamente unos 13,200 km de long en sentido SW-NE, y unos 1.755 km en sentido N-S (Fig. 3). Dentro de esta zona resalta, como lo más relevante, una especie de cañón o valle submarino localizado inmediatamente a la entrada del golfo que alcanza entre los 80 y 150 m de profundidad, y se extiende por unos 4.400 km (Fig. 3).

En nuestra opinión, ésta es la vía por donde penetran las aguas profundas al golfo provenientes del extremo más oriental de la depresión este de la fosa de Cariaco. Uno de los aspectos más importantes que se observa en los perfiles topográficos que cubren ese sector de la zona (Fig. 6, líneas 1 a 6), y que nos permiten corroborar nuestra anterior consideración sobre un cañón submarino, lo constituye la nitidez y claridad de las irregularidades del fondo, valles en "v" con paredes de pronunciada inclinación y fondo del valle de apariencias completamente limpio. Son elementos que parecen evidenciar un origen tectónico, quizás como parte del sistema general E-W de la falla de El Pilar, o como una prolongación de las estructuras que vienen de la península de Araya.

En tiempos recientes, al parecer, no se han presentado las condiciones apropiadas como para que se acumulen cantidades apreciables de sedimentos u otros tipos de materiales en esas zonas profundas, muy probablemente por efecto de las corrientes marinas profundas que lo arrastran, de acuerdo al supuesto juego de las mismas, hacia el interior del golfo.

Por otro lado, a medida que el valle submarino se aproxima al área más exterior de la zona occidental en consideración, las profundidades aumentan muy rápidamente, 170 y 200 m en trayectos muy cortos, significando con esto su acercamiento al lecho del cañón del río Manzanares (Fig. 6 perfiles 1 a 4). Son elocuentes y muy significativos los perfiles topográficos realizados en esta área de contacto con el cañón del Manzanares, por cuanto son bases sólidas que nos permiten aseverar categóricamente el origen tectónico (fallamiento) del valle submarino que atraviesa la zona occidental del golfo. De igual manera, son visibles y fáciles de reconocer, pequeños cañones, algunas veces hasta en

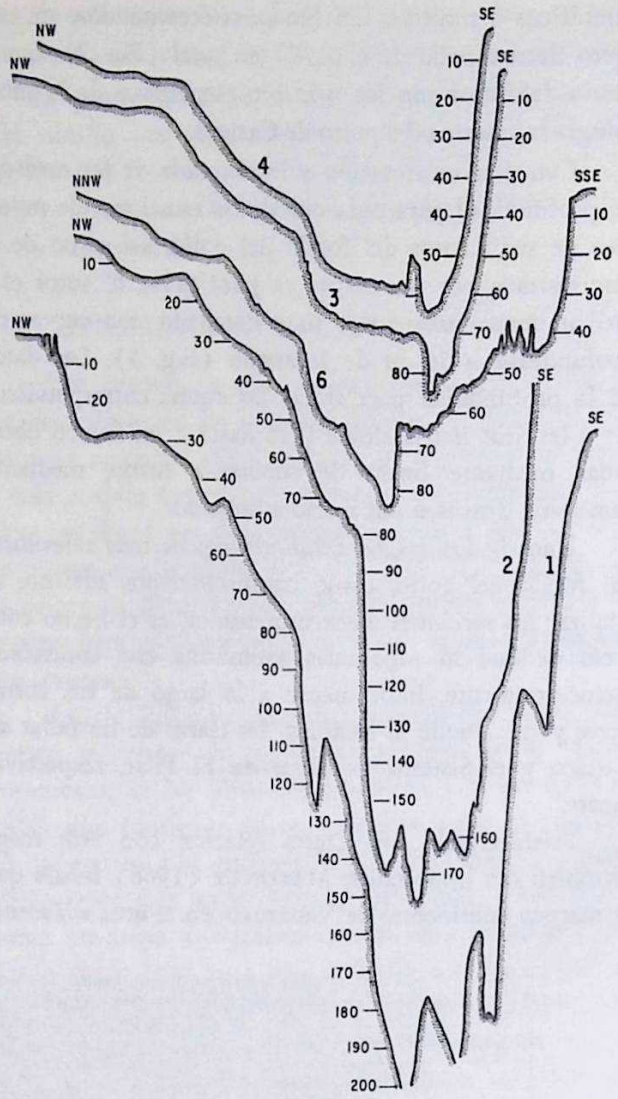


Fig. 6. Zona occidental del golfo. Líneas 1 a 4 y 6.

número de 4 en un mismo perfil (Fig. 6, línea 2) que se van a juntar a profundidades mayores de 200 m con el eje principal del cañón del río Manzanares.

Aquellos procesos como las corrientes de turbiedad, movimientos de masas sedimentos, erosión subaérea y fallamiento, han contribuido, al parecer, a la formación del Cañón Manzanares. Sin embargo, Morelock (1972) en una serie de consideraciones establece que el proceso dominante ha sido de tipo tectónico, influyendo de manera especial al escarpe de falla correspondiente al sistema de falla de El Pilar que por allí pasa, igual que lo expresado por Liddle (1946); Maloney (1946); Ball *et al.* (1969); Peter (1971).

Es indudable el enorme interés e importancia que siempre han tenido las grandes profundidades detecta-

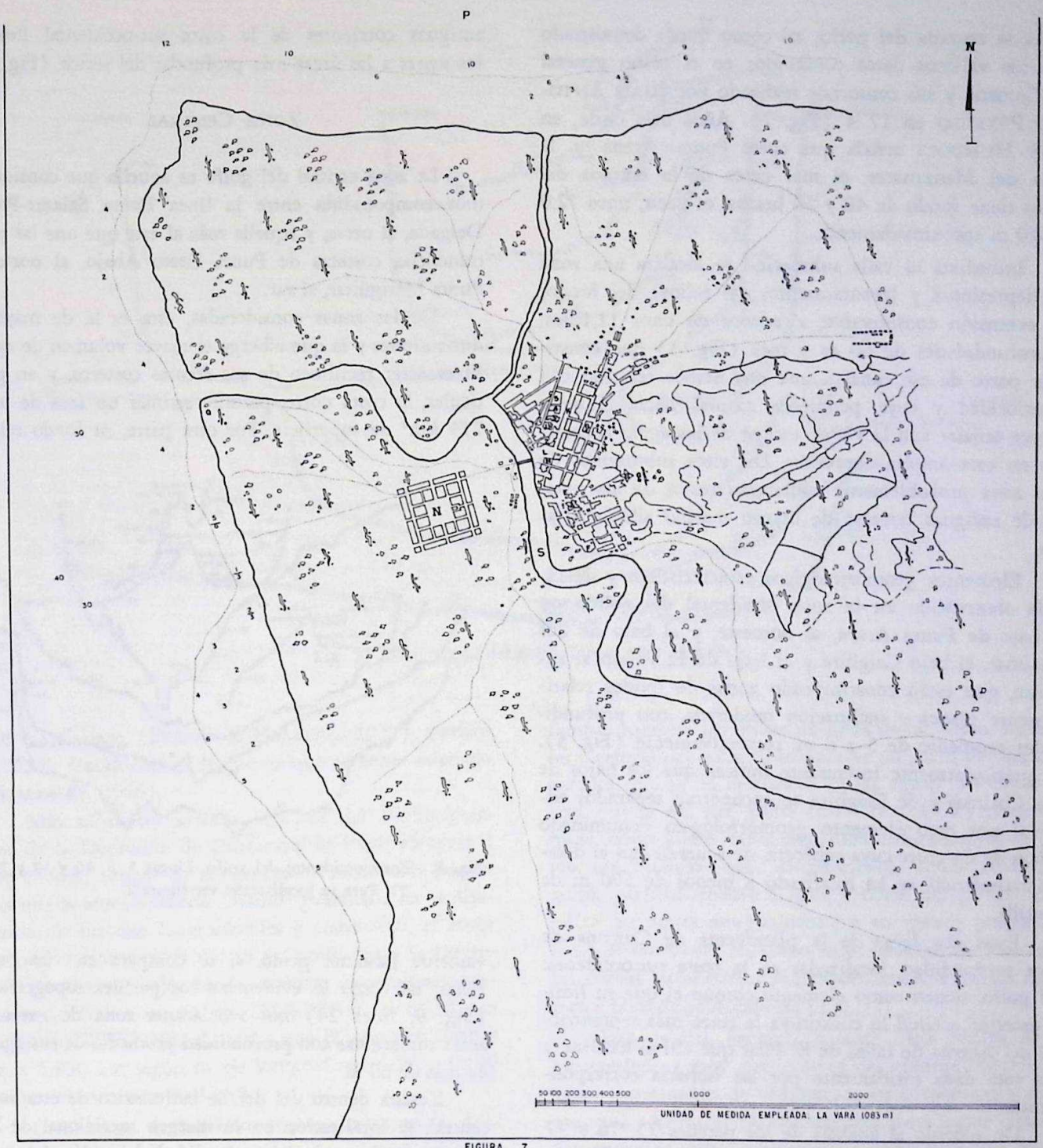


FIGURA 7

A Fuerte de Sta Maria, el que en virtud de Real Orden se ha de demoler verificada la construcción del Fuerte que ha de ocupar la Eminencia del cerro de San Antonio. B Fortin de San Antonio. C Almacen de la polvora. D Reducto de la Candelaria. E Iglesia Parroquial. F Convento de San Francisco. G Convento de Sto Domingo. H Hermita de nuestra Sra del Carmen. I La nueva Iglesia Parroquial que esta principiada, y se suspendio de Orden de S.M.. K Las dos Calles proyectadas, la mas ancha en la misma casa del Rio seco, y la mas angosta a las espaldas de la primera hacia el caño de Sta Catalina. L Plaza proyectada delante del Puente al que se presenta casi diagonalmente. M Los Cerritos, Pueblo de Guaiqueries. N Pueblo proyectado para los Guaiqueries de Alta Gracia. O Caño de Sta Cathalina. P Golfo de Cariaco. Q Casa de la Guardia. R Puerto donde dan fondo las Embarcaciones. S Rio Manzanares.-

COPIA DEL ORIGINAL PROPIEDAD DEL Dr. L. E. BERRIZBEITIA

Cumaná 26 de Abril de 1774
Juan Antonio Perello

Fig. 7. Plano antiguo de Cumaná y sus alrededores.

das a la entrada del golfo, tal como queda demostrado por los valiosos datos contenidos en el plano general de Cumaná y sus contornos realizado por JUAN ANTONIO PEXELLO en 1774 (Fig. 7). Años más tarde, en 1779 HUMBOLT señala que entre Punta Arena y la boca del Manzanares, el mar cerca de la entrada del golfo tiene fondo de 40 y 50 brazas, es decir, unos 72,0 a 90,0 m aproximadamente.

Inmediata al valle submarino se localiza una zona de depresiones y levantamientos del relieve del fondo; de extensión considerable, alrededor de unos 11,1 km y profundidades de 60 m y más (Fig. 3) que constituye parte de ese canal a que nos hemos referido con anterioridad y cuya pendiente natural hacia el oeste parece señalar aun la vía de escape de las aguas encerradas en esta amplia depresión. Los altos submarinos de esta zona probablemente contengan restos de los niveles de antiguas terrazas de origen marino allí localizados.

Elementos geomorfológicos característicos y de rápida observación en la zona occidental del golfo, son el bajo de Punta Araya, al noroeste, y el bajo de Los Chaimas, el bajo Caigüire y el bajo de El Peñón al suroeste, que están constituyendo zonas de fondos relativamente planos e inclinación moderada, con profundidades promedio de 5 a 8 m, respectivamente (Fig. 3). Es particularmente interesante indicar que los bajos de Los Chaimas y de Caigüire se encuentran separados entre sí por otro elemento geomorfológico denominado cañón de Caigüire cuya cabecera, de acuerdo con el detalle batimétrico, se ha localizado a menos de 500 m de la orilla.

Estas dos áreas de la plataforma de Cumaná de poca profundidad, localizadas en la costa sur-occidental del golfo, tienen como elemento común el que su límite exterior o talud lo constituya la traza más septentrional del sistema de fallas de El Pilar que allí se localiza, y que está dada nítidamente por las isobatas correspondientes.

De acuerdo al análisis de los perfiles 75, 76 y 77 de la figura 8, se puede observar claramente como se sumerge el saliente rocoso de Punta Salazar, manifestándose como una pequeña colina submarina que se levanta, aproximadamente, unos 20 m sobre el fondo; formando a su vez el flanco sur del ampilo canal. Los Cañones con su drenaje dirigido al área de pequeñas depresiones de la zona occidental del golfo. Tal como lo evidencian las curvas batimétricas, el drenaje de las antiguas corrientes de la costa sur-occidental llevaba sus aguas a las áreas más profundas del sector (Fig. 5).

ZONA CENTRAL

La zona central del golfo es aquella que consideramos comprendida entre la línea Punta Salazar-Punta Delgada, al oeste, y aquella más al este que une las prominencias costeras de Punta Cerro Abajo, al norte, y Punta Marigüitar, al sur.

De las zonas consideradas, ésta es la de mayores dimensiones y la que alberga el mayor volumen de agua. El carácter rectilíneo de sus frentes costeros, y en particular, la costa norte, permite estimar un área de unos 253 km² de superficie. Por otra parte, su fondo relati-

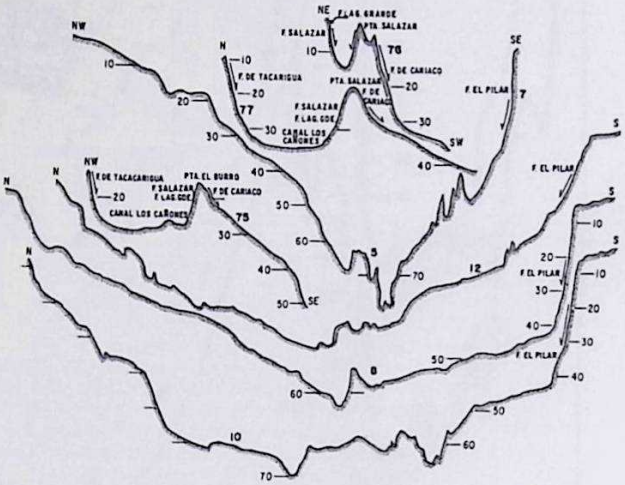


Fig. 8. Zona occidental del golfo. Líneas 5, 8, 10 y 12 y 75 a 77. Para su localización ver figura 2.

vamente bastante plano, si se compara con las otras zonas, tal como lo evidencian los perfiles topográficos (Fig. 9, línea 24) nos señala una zona de extensas áreas sumergidas con profundidad promedio de sus aguas de más de 60 m.

Resalta dentro del detalle batimétrico de esta zona central, la localización en su margen meridional de los máximos valores de la profundidad del golfo, los cuales, con la ayuda del ecosondeador se calculan entre 90 y 95 m. Las características geomorfológicas que evidencian una notable diferencia entre los ejes de esta zona profunda, aproximadamente unos 8.250 km en dirección SW-NE y 2.100 km en sentido N-S, permiten definirla como la Depresión de Guaracayal (Fig. 10) de acuerdo a lo establecido para la toponimia de la

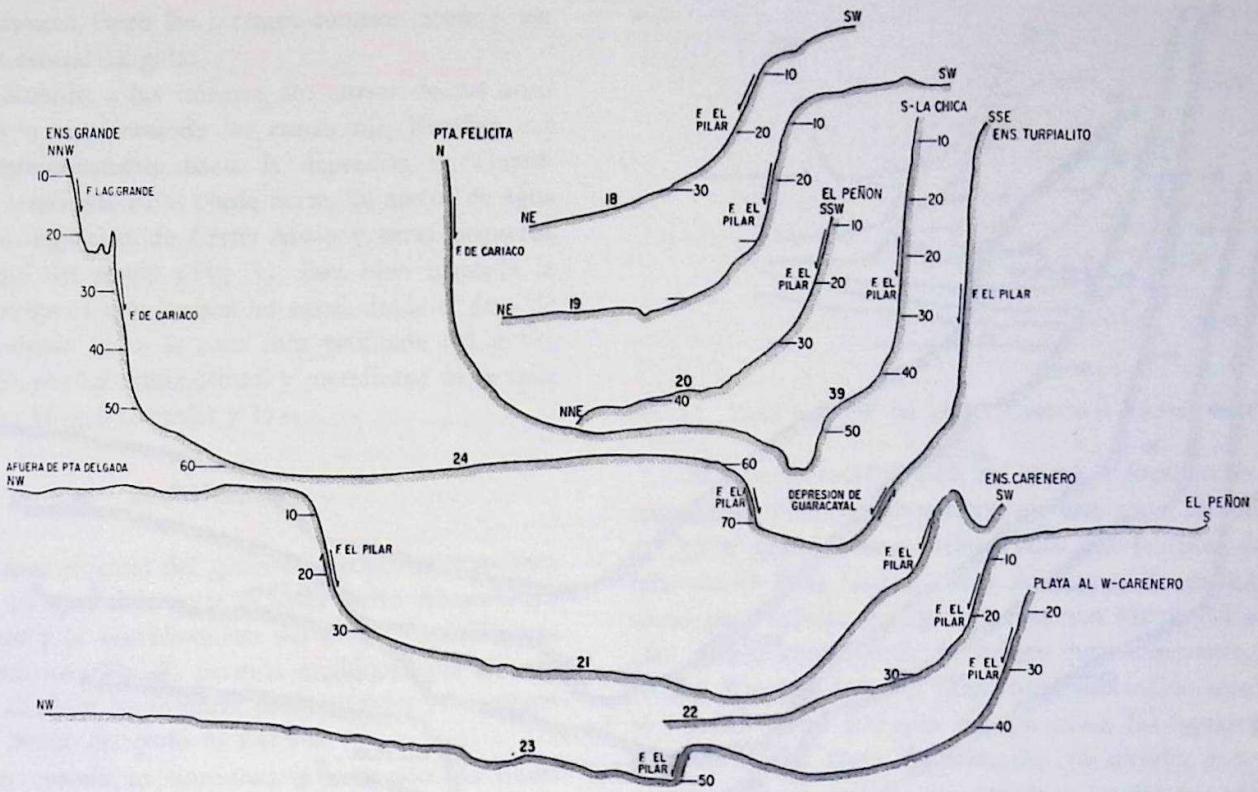


Fig. 9. Zona central del golfo. Líneas 18 a 24 y 39.

fosa de Cariaco (FEBRES & HERRERA, 1975) modificando la denominación de cuenca que se había asignado (MALONEY, 1966).

Más al norte, a unos 5,5 km del límite exterior de la Depresión de Guaracayal se localizan otras 2 depresiones, aunque de dimensiones mucho más pequeñas que la antes señalada. Basado igualmente en la diferencia de sus ejes longitudinales y transversal, el autor denomina esta zona profunda del golfo como la Depresión de Cerro Abajo. La de mayores dimensiones presenta 4,600 km en su eje ESSE-WNW, y 0,950 km en el eje SSW-NNE; en tanto que la pequeña alcanza unos 1,950 km según su eje longitudinal E-W, y 0,650 km por su eje transversal N-S.

Otro rasgo geomorfológico de importancia dentro de la zona central y parte de la occidental del golfo de Cariaco lo constituye el extenso delta submarino localizado en el área exterior inmediata a Punta Delgada, y que hemos denominado Delta de Punta Delgada. Con su forma de abanico característico cubre una gran extensión del fondo, afectando casi por completo su morfología original (Fig. 3), y dando origen a una especie de barrera natural que, al parecer, impide el intercambio total de las masas de agua de las zonas occidental y central del golfo, y respnsable en parte, de una zona anóxica que se ha localizado en las aguas profundas del área centro sur del golfo (BENÍTEZ, 1972). Hay que hacer notar como estos depósitos sedimentarios se han ido acumulando más intensamente aguas afuera del golfo, particularmente al este y norte del punto donde salían las aguas antiguamente, y en menor proporción, hacia el nor-oeste, tal como lo evidencian las formas de las curvas batimétricas correspondientes a los 40 m, 50 mm y 60m de profundidad (Fig. 5).

Esto podría encajar bastante bien dentro de las características muy particulares del enorme volumen de agua y contenido de sedimentos en suspensión y arrastre, que tendría el río Manzanares para lograr construir ese inmenso delta submarino, cuando su salida al mar seguía el antiguo curso de agua hoy conocido como río Catuaro.

Es probable que existiesen condiciones de sedimentación diferentes en esa zona del golfo para la época geológica en que se produjo la deposición de los sedimentos fluviales, pues el volumen de la masa de material sedimentario que contiene el delta parece evi-

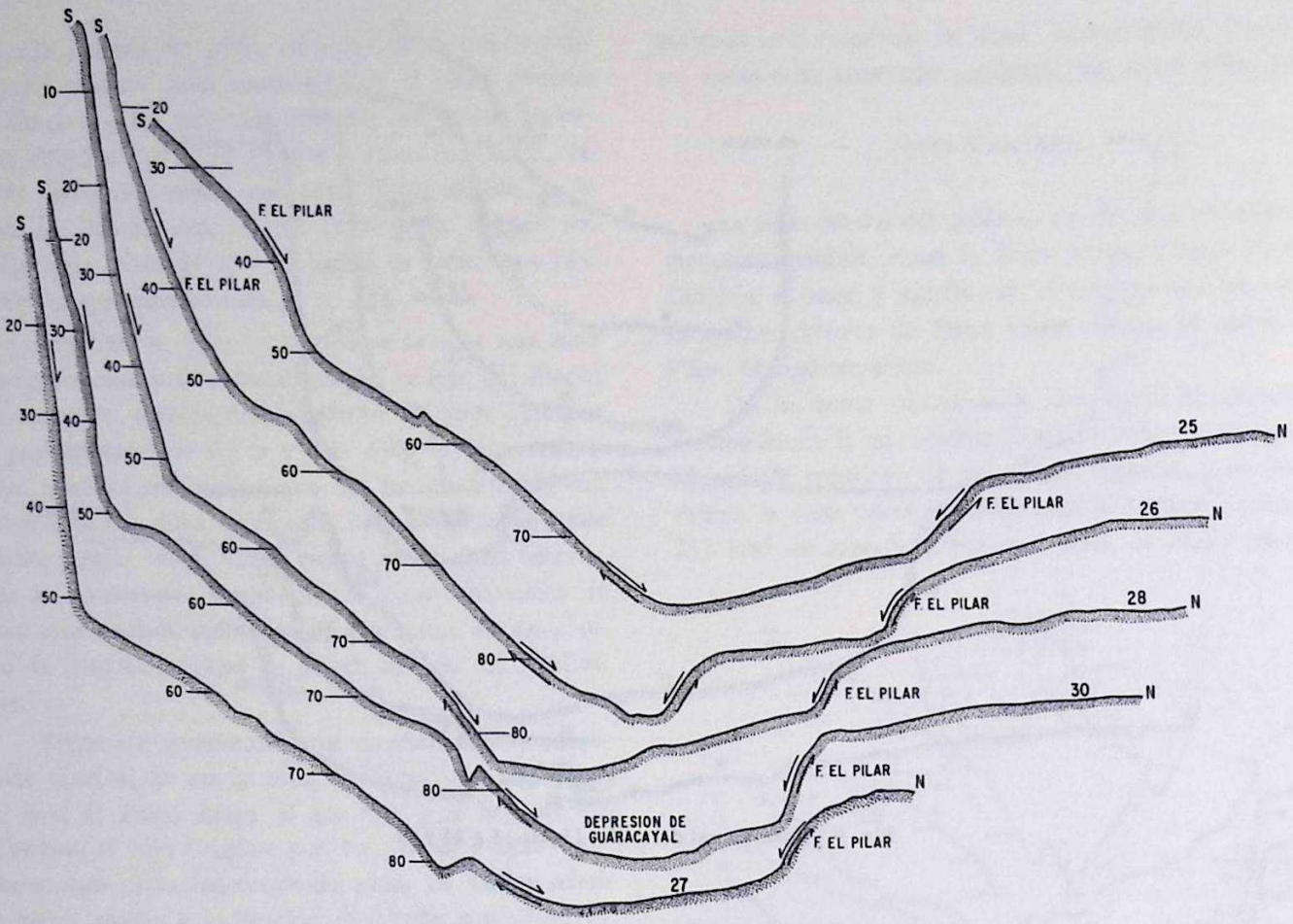


Fig. 10. Zona central del golfo. Líneas 25 a 28 y 30.

denciar, o un cierto predominio del transporte en sentido oeste-este, o que no se presentaron al oeste del punto de la descarga del material las condiciones apropiadas para que los sedimentos se depositaran sobre el fondo. De acuerdo al sentido general de las corrientes superficiales que se ha señalado para lazona, parece más probable la segunda alternativa.

Aspecto geomorfológico de importancia de la zona central del golfo son los escarpados de pendientes muy pronunciadas, y a veces hasta vertical, de sus costas norte y sur (Fig. 11) que atestiguan de manera categórica el sitio exacto por donde pasan las trazas de los sistemas de fallas que afectan el golfo de Cariaco. La ausencia casi total de la plataforma litoral interior en grandes secciones de la costa norte y sur, puede atribuirse a esas características estructurales existentes. Por otro lado, lo escaso de grandes elevaciones montañosas que aporten considerables volúmenes de sedimentos al sector norte-central, así como los cursos de agua en número considerablemente bajos, si se relacionan con los de la costa sur, contribuyen a que la construcción de deltas y/o pequeñas acumulaciones sedimentarias incipientes en las orillas norte no sean suficiente como para modificar en algo ese rasgo tan rectilíneo que la caracteriza.

Si se observan las áreas costeras centro-este y centro-oeste donde aparecen considerables e importantes acumulaciones de material sedimentario continental, es lógico pensar que los cursos de aguas si son elementos importantes en las marcadas diferencias morfológi-

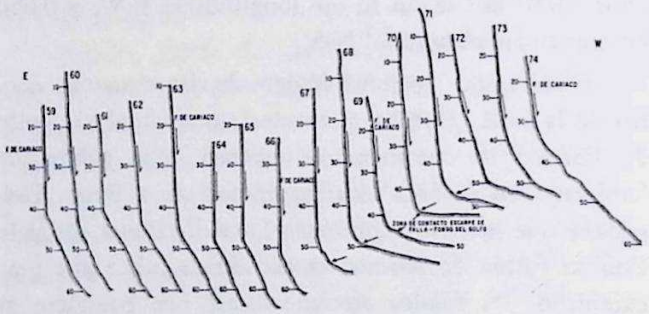


Fig. 11. Zona central y oriental del golfo. Costa norte. Líneas 69 a 74.

cas que existen entre los sectores costeros norte y sur de la zona central del golfo.

De acuerdo a las isóbatas, los cursos de los antiguos ríos o corrientes de las costas sur, llevaban sus aguas preferentemente hacia la depresión de Guaracayal, en tanto que en el borde norte, los cursos de agua iban a la depresión de Cerro Abajo y otras pequeñas depresiones del sector (Fig. 3). Está bien marcada la cuenca receptora que llevaba las aguas desde el área de Punta Delgada hasta la zona más profunda del golfo, delimitada por las trazas central y meridional de la falla de El Pilar (Fig. 9 líneas 21 y 23).

Zona Oriental

La zona oriental del golfo de Cariaco se considera como la comprendida entre la línea Cerro Abajo-Cerro Marigüitar y la desembocadura del río Cariaco. El detalle batimétrico (Fig. 5) permite establecer que en esta zona se localizan las menores profundidades y los rasgos área del fondo del golfo de Cariaco.

Aun cuando se continúan presentando las líneas de plataforma costera de aspecto rectilíneo como prolongación de la zona central de notable influencia tectónica, en particular el área costera sur, las isóbatas de la zona oriental señalan profundidades máximas de 55 m que disminuye progresivamente hacia el área nororiental; y un fondo suave, regular y de moderada inclinación en sentido sur-oeste que parece señalar una amplia plataforma de sedimentación por donde discurrían las aguas de los numerosos ríos y quebradas que conformaban el antiguo y denso drenaje continental, y que constituían, probablemente, la fuente proveedora de gran parte de los materiales sedimentarios en ella depositados. Destacando dentro de este sector del fondo submarino aparecen una serie de afloramientos de apariencia rocosa y alineados en dirección este-oeste, que en número aproximado de 7 se localizan en el área submarina adyacente a las localidades de Marigüitar, al oeste, y Punta Cachamaure, al este (Fig. 3). Estas prominencias rocosas marinas "in-situ" que en forma aparentemente aisladas emergen del fondo, son aparentemente de paredes lisas y limpias y de elevada inclinación, apareciendo en los perfiles topográficos del ecosondeador como lomas desnudas, es decir, sin recubrimiento alguno de material sedimentario visible en el registro, y a profundidades promedio de unos 45 m por debajo de la superficie del agua (Fig. 12).

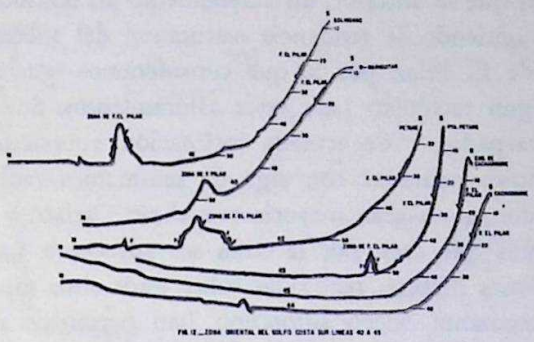


Fig. 12. Zona oriental del golfo. Costa sur. Líneas 40 a 45.

El aspecto morfológico, así como la localización de estos afloramientos submarinos en una zona del fondo del golfo grandemente influenciada por la traza de la falla de El Pilar, dan al autor evidencias de gran peso como para señalar que los mismos son restos del antiguo relieve continental, de origen probablemente tectónico. Por otro lado, el gran canal submarino que allí se localiza (Fig. 3), que recogía todas las aguas procedentes de las áreas continentales adyacentes para llevarlas hacia las zonas más profundas localizadas más al oeste, tuvo marcada influencia por sus procesos erosivos, contribuyendo a moldear esos restos *"in situ"* que hoy se detectan en el fondo del golfo.

De igual modo, y más al este, en el área submarina comprendida entre las localidades de Pericantar y Guacarapo, el ecosonda permitió descubrir otra zona de colinas o relevamientos submarinos que se levantan hasta unos 25 m desde el fondo (Fig. 13). Presentan,

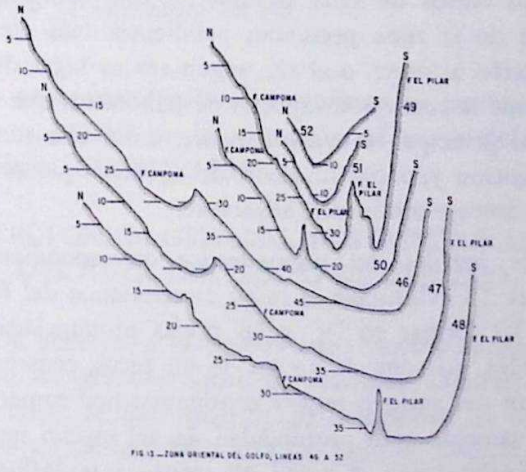


Fig. 13. Zona oriental del golfo. Líneas 46 a 52.

al igual que la anterior, un alineamiento en sentido este-oeste siguiendo la tendencia estructural del sistema de fallas de El Pilar, por lo que consideramos igualmente un origen tectónico para estos afloramientos. Sus laderas escarpadas, y de acusada inclinación, suponemos se encuentran cubiertas con algo de sedimentos recientes, aportados en su gran mayoría por el río Cariaco y otras corrientes que caen por la costa sur adyacente. Las exploraciones directas realizadas sobre estos altos topográficos mediante buceo autónomo, han permitido determinar una elevada turbiedad de las aguas a una cierta profundidad, y en las cercanías de los mismos, que hace suponer una abundante carga material de grano fino en suspensión, y en proceso de asentamiento sobre los afloramientos. Al gran espesor de sedimentos acumulados y a la gran profundidad a que se encuentran, se atribuyen las dificultades que se presentaron en las operaciones de buceo para hacer el muestreo de los sedimentos, y lo negativo de las perspectivas de poder obtener una evidencia concreta del substrato rocoso que conforman estos relevamientos del fondo.

Lo más característico del antiguo drenaje de la zona oriental, tal como lo señalan las curvas batimétricas (Fig. 5), lo constituye un gran canal submarino con pendiente hacia el oeste, y extensión aproximada de unos 14.7 km en sentido este-oeste. El eje principal de este canal sigue aproximadamente la dirección de la traza de la falla de El Pilar que pasa por ese sector, y que desplazándose por toda la costa sur del golfo le confiere ese aspecto rectilíneo y denso que presentan las curvas batimétricas a todo lo largo del sector.

Los cursos de agua secundarios que completan el drenaje de la zona presentan pendientes más elevadas y dirección al norte, o al sur, según sea su lugar de origen desde la costa. Son especies de tributarios que caían al canal principal, y evidentemente, todos ello son una prolongación y/o continuación de aquellos que conforman el drenaje continental adyacente.

Los perfiles del ecosondeador correspondiente a la figura 13 evidencian el rasgo característico del fondo donde las formas en "v" y las caídas pronunciadas de sus bordes, así como lo agudo de sus picos, constituyen los restos del antiguo relieve continental hoy sumergido a relativamente gran profundidad. Es así mismo importante señalar como el perfil 49 atestigua la influencia del elemento tectónico en el origen de la morfología de la zona oriental del golfo de Cariaco.

En general, y de acuerdo al detalle batimétrico, la morfología submarina del golfo está evidenciando claramente un carácter asimétrico hacia su borde sur, tal como puede apreciarse en los cortes topográficos I, II, III y IV en sentido N-S (Fig. 14), con la excepción del área correspondiente al delta submarino de Punta Delgada (corte III), donde el material allí depositado parece haber desplazado la asimetría hacia el borde norte. Esta señalada asimetría se puede observar con más detalles en la entrada (Fig. 6), así como en la zona central (Fig. 9) y oriental (Fig. 13), respectivamente. La pronunciada asimetría a que se hace referencia parece ser una consecuencia del proceso del hundimiento que experimenta el fondo del golfo a lo largo de la zona de falla de El Pilar.

De igual manera se puede señalar que, aun cuando el canal submarino de comunicación entre las zonas occidental y central aparece desplazado igualmente hacia la costa norte, la dirección predominante del drenaje submarino principal es E-W, buscando siempre las zonas deprimidas más profundas.

Esta dirección coincide con la que presenta el sistema de fallas de El Pilar y la falla de Cariaco, lo que indudablemente señala la influencia tectónica en el sistema de drenaje antiguo del golfo y en el aspecto asimétrico del fondo del mismo.

Basado en los cortes topográficos (V, VI, VII), trazados en sentido este-oeste (Fig. 16), el autor considera que ese alto topográfico constituído por el delta submarino de Punta Delgada, debe afectar el contacto o comunicación que a los 50 ó 60 m de profundidad pudiera existir entre el área de depresiones de la zona occidental, de las partes más profundas de la zona central, tanto con la depresión de Cerro Abajo como con la depresión de Guaracayal.

Esto a juicio del autor puede contribuir a preservar las condiciones de aguas estancadas que se han detectado principalmente en la zona central (RICHARDS, 1956).

Por otro lado, como se puede deducir del perfil VII, la zona deprimida determinada por la isóbata de los 75 m o depresión de Guaracayal se considera limitada al oeste por el declive oriental del delta de Punta Delgada, y al este por el alto de Peñas Blancas. Bajo estas condiciones, es lógico pensar en el hecho de que sólo pudiese existir una comunicación restringida a los 70 m de profundidad con la depresión de Cerro Abajo localizadas más al norte (Línea VI), y en consecuencia

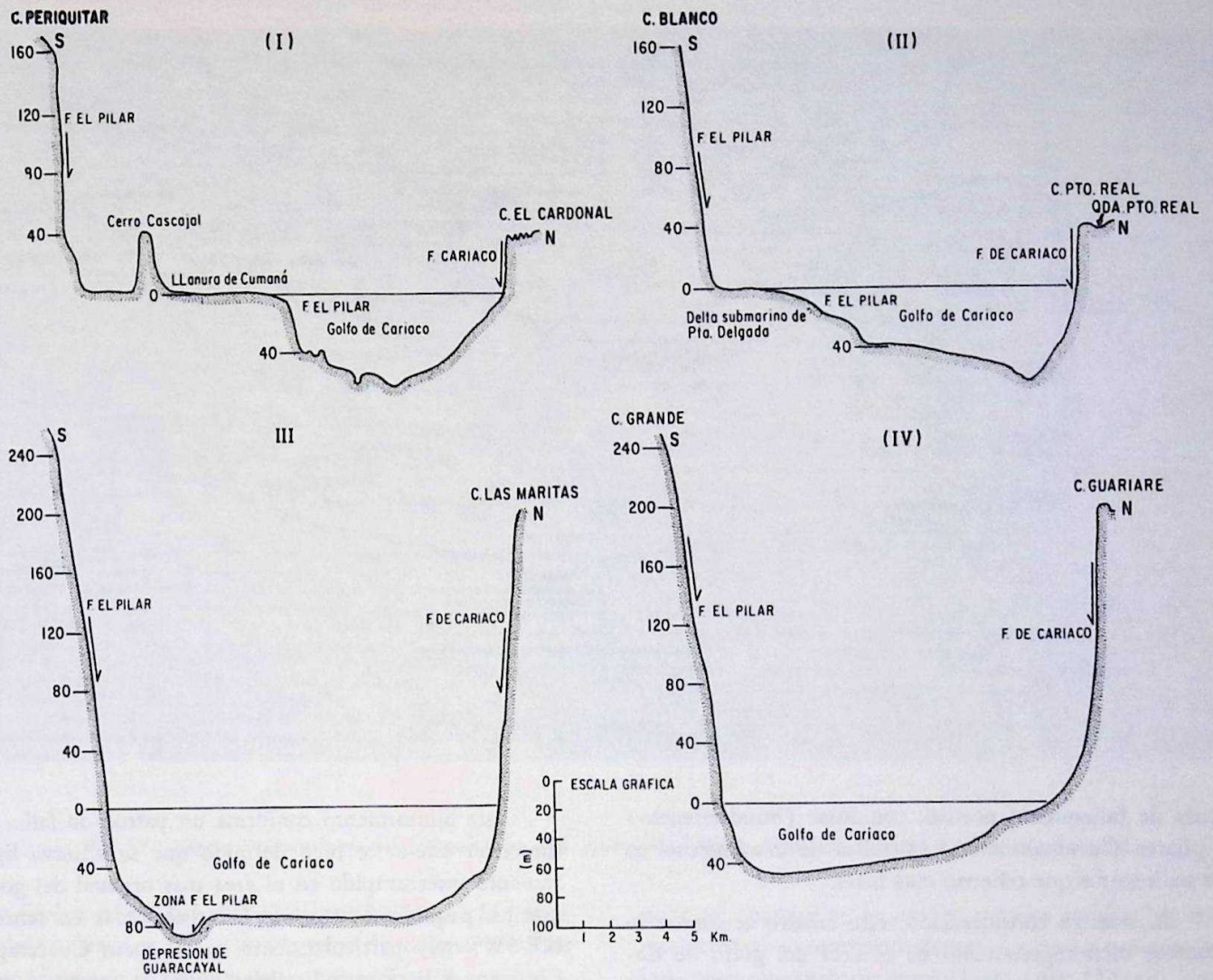


Fig. 14. Secciones topográficas submarinas N-S. Para su localización ver Fig. 2.

influir en las condiciones físicas y químicas de las capas de aguas menos profundas de esa zona pues el intercambio de las aguas oceánicas al golfo se hace a profundidades mayores que 30 m (GADE, 1961).

Sin embargo, las restricciones a lo largo de los bordes de la depresión de la margen sur, al presentarse limitada al este y al oeste por altos topográficos submarinos de relevante importancia (Fif. 15 corte VII), no parecen ofrecer condiciones favorables para un intercambio apareciable de sus masas de agua a profundidades mayores que 70 m, sino que por el contrario acentúan más la característica de aguas estancadas de la depresión Guaracayal, tal como se ha observado en períodos del año cuando la ausencia de oxígeno disuelto en las capas más profundas confirma la presencia de una capa anóxica en las aguas de ese sector del golfo de Cariaco (BENÍTEZ, 1974).

TECTONICA GENERAL Y ESTRUCTURAS DEL AREA DEL GOLFO DE CARIACO

Da acuerdo a la opinión de diversos autores, un sistema de grandes zonas de fracturas domina en la parte norte de Sur América. Se mencionan de oeste a este las siguientes: Falla de Oca, Falla de Boconó, Falla del Caribe, Falla de la Victoria, Falla de El Pilar y la Falla al norte del bloque Araya-Paria; constituyendo así una gran zona de cizallamiento caracterizada por

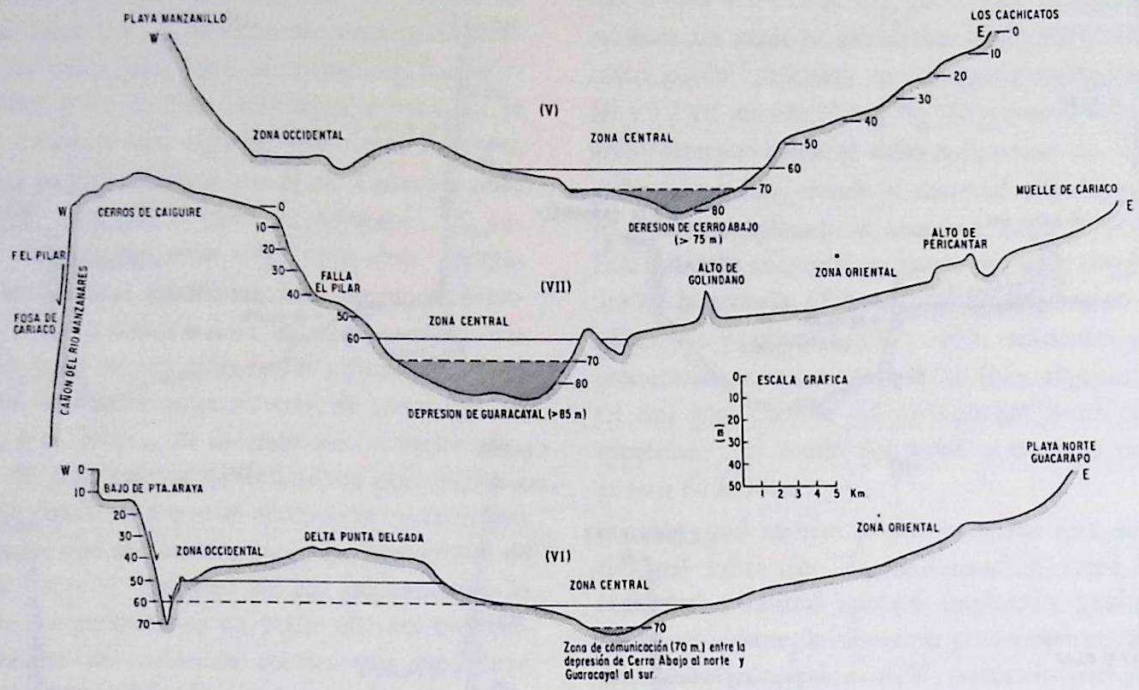


FIG. 15b.—SECCIONES TOPOGRAFICAS SUBMARINAS E-W

Fig. 15. Secciones topográficas E-W.

zonas de fallamiento normal, con fosas (hundimientos) y pilares (levantamientos), y fallas de crecimiento en los sedimentos que rellenan esas fosas.

En nuestra consideración, este cuadro tectónico lo tenemos bien representado en el área del golfo de Cariaco. En el análisis e interpretación de las 77 líneas de ecosondeo (Fig. 2), escogidas de más de un centenar de ellas levantadas en diferentes direcciones, podemos establecer que el área que comprende al golfo de Cariaco constituye una depresión asimétrica hacia el borde sur, encajonada entre el bloque de las rocas metamórficas de la península de Araya, al norte, y el llamado bloque de sedimentos cretáceos de la Serranía del Interior, al sur. Así mismo, y con toda claridad y gran precisión se han podido detectar y localizar en el fondo del golfo los 2 sistemas de fallas principales que predominan en el área: la falla de Cariaco y la zona de fallas de El Pilar, que limitan al golfo perfectamente por sus bordes norte y sur, respectivamente (Fig. 17). En general, se consideran que son fallas longitudinales que señalan un alineamiento en fallas paralelas entre los 2 bloques continentales señalados y la depresión ocupada por el golfo.

Este alineamiento conforma un patrón de fallas de dirección este-oeste bien definido que se observa ligeramente interrumpido en el área más oriental del golfo por un pequeño sistema de fallas alineadas en sentido NE-SW, muy particularmente en las zonas Guacarapo-Chiguana y Pericantar-La Peña, donde se presentan cortando sedimentos de diferentes edades (MACSOTAY & CARABALLO, 1976).

Todo lo señalado es base suficiente para expresar que el área ocupada por el golfo de Cariaco constituye un graben o fosa tectónica limitada al norte por la falla

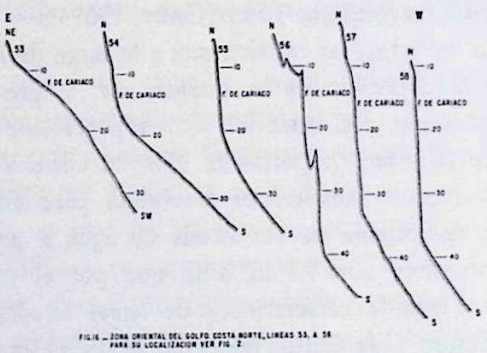


Fig. 16. Zona oriental del golfo. Costa norte. Líneas 55 a 58.

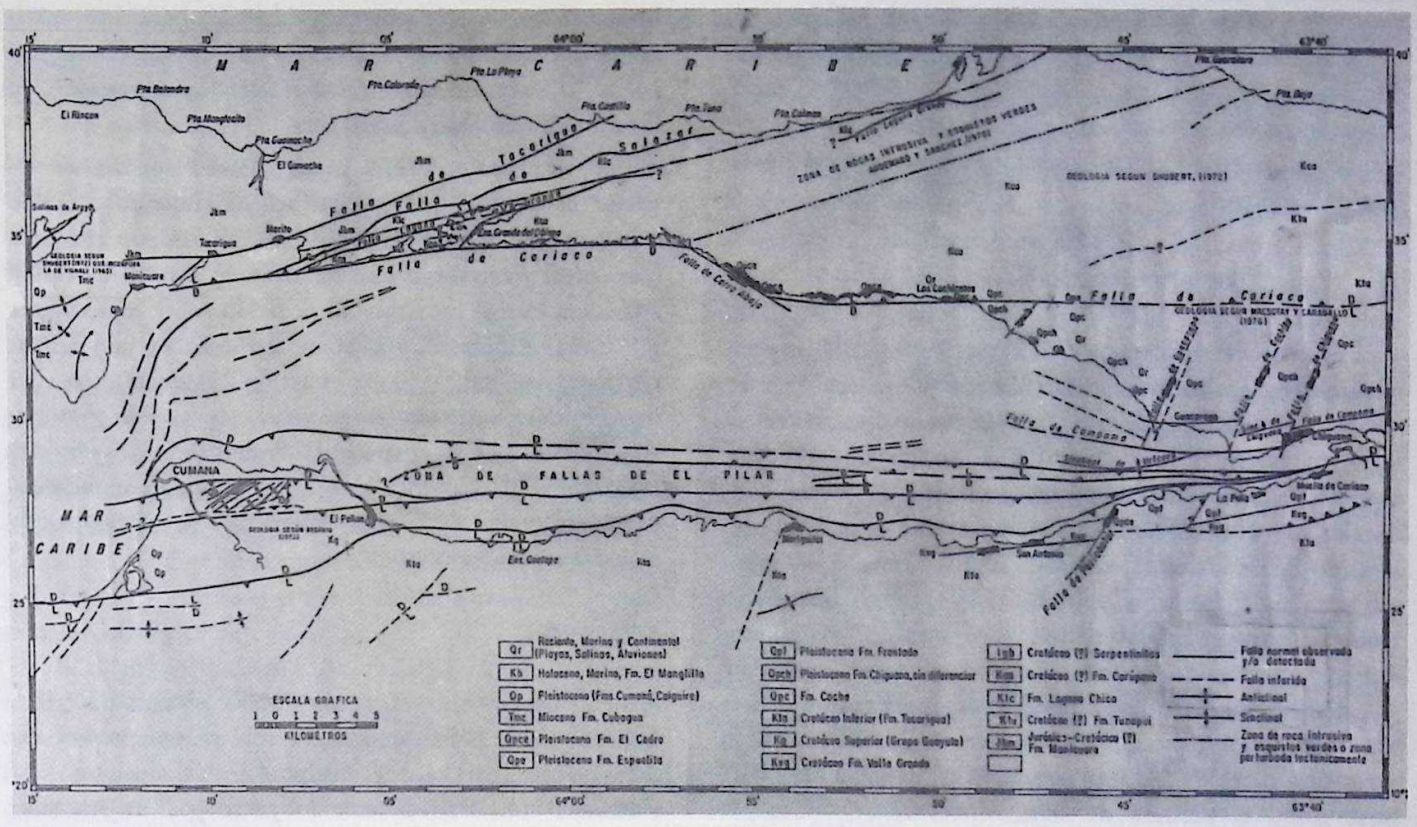


Fig. 17. Rasgos estructurales más importantes del golfo de Cariaco. Geología del área continental adyacente.

de Cariaco y el pilar tectónico constituído por la peninsula de Araya, y al sur por la zona de falla de El Pilar y el bloque de la Serranía del Interior (Fig. 11).

Falla de Cariaco

Es el rasgo estructural más importante de la costa norte del golfo que limita el graben de Cariaco por el norte y lo separa del bloque de Araya. De acuerdo al trabajo de campo realizado, se puede considerar extendida su traza desde Punta Salazar, al oeste, hasta las inmediaciones de las lagunas de Campoma y Buena Vista, al este. El rasgo morfológico más importante que se ha detectado lo constituye el descenso rápido, y a veces casi vertical, de la orilla hasta el fondo. Por lo regular hasta una profundidad promedio de 50 m que hemos tomado como la base del talud o zona del contacto del escarpe de la falla con el fondo plano de la depresión. Este aspecto es de fácil observación en los numerosos perfiles topográficos realizados a todo lo largo del litoral norte, en particular es en los perfiles localizados en la zona central y centro-occidental donde se presenta más acentuado este carácter morfológico (Fig. 11).

Por otro lado, en el sector Punta Manantiales-Punta Cerro Abajo de esta misma costa norte, se presume la existencia de un cierto desplazamiento de la traza de la falla de Cariaco que explica, en parte, el apreciable cambio de rumbo de la línea costera en ese sector. El hecho cierto de no haber sido localizada más al oeste de Punta Cerro Abajo, la prolongación por el fondo de la traza de la falla de Cariaco, parece evidenciar que, al menos en la superficie, se puede postular la existencia de una traza de falla en dirección NW-SE que contribuyó al parecer, al desplazamiento del sistema general E-W de la falla de Cariaco. Esta estructura la hemos denominado Falla de Cerro Abajo (Fig. 17).

Es de señalar también, que más al oeste de Punta Salazar se ha podido detectar y seguir por el fondo del golfo la traza de la falla de Cariaco hasta casi las inmediaciones de Manicuare. Así mismo se ha podido deter-

minar la prolongación en dirección NE-SW de las trazas de las fallas de Laguna Grande, Salazar y Tacarigua (Fig. 8) hasta ser interceptadas por la traza de la falla de Cariaco. Según Ball *et al.* (1971), la falla del borde norte del golfo de Cariaco se desplaza hacia el oeste y constituye la pared norte de la depresión oriental de la fosa de Cariaco.

Zona de Fallas de El Pilar

Constituye la característica tectónica más importante y una de las más estudiadas de Venezuela. En el área de estudio puede ser trazada muy claramente a todo lo largo del borde sur del golfo de Cariaco, pasando a construir más al oeste, el escarpe sur de la fosa de Cariaco (Fig. 17). En general, se considera que éste es uno de los sistemas de fallamiento normal E-W que se encuentran bordeando los horst y graben que controlan la topografía submarina y conforman un cuadro tectónico muy característico para toda la región.

Son numerosas las investigaciones realizadas sobre este rasgo estructural tan importante. Así, a Humboldt (traducción de L. Alvarado, 1941) podría considerarse como el pionero de estas observaciones, pues ya en el año 1799 señala que la depresión de los alrededores del pueblo de Cariaco coincide con la traza de una gran falla. Para Liddle (1946) y Bucher (1952), la falla de El Pilar parece ser una consecuencia de la acción de los cinturones tectónicos en el Caribe. Trabajos más recientes son atribuídos a Metz (1968, 1968a), González de Juana *et al.* (1972), Ball *et al.* (1971), Weeks *et al,* (1971).

DESPLAZAMIENTO

En relación al desplazamiento ocurrido a lo largo de este sistema de fallas, algunos señalan que es del tipo transcurrente lateral, de aproximadamente unos 20 km Hess (1938), Rod (1956); en tanto que Metz (1968) al postular un corrimiento hacia el sur de las rocas metamórficas del bloque Araya-Paria, señala que el desplazamiento transcurrente lateral es muy pequeño, entre 10 y 15 km y probablemente menor que 5 km. Estas apreciaciones difieren notablemente de lo postulado por Alberding *et al.* (1957) que señalan un desplazamiento del orden de los 475 km. Posteriormente, en un trabajo realizado en la cordillera norte de Trinidad, Potter (1968) señala un desplazamiento vertical del orden de los 1.830 m sobre la falla de El Pilar y Brasso Seco, sin encontrar evidencias para los movimientos de tipo lateral. Esto vendría a corroborar, en parte, lo sugerido por Metz (1968) en relación con los movimientos verticales.

Por su parte, Week *et al.* (1971) además de expresar el criterio que el tipo del movimiento ocurrido a lo largo de la falla de El Pilar es muy importante para conocer el tectonismo que ha afectado a toda la región, considera que el movimiento ocurrido sobre este sistema y la zona de fallas más al norte, debió haber sido primariamente vertical; y si ha ocurrido cualquier otro tipo de movimiento de tipo horizontal, este ha sido mínimo. Así mismo señalan que los datos de campo disponibles no soportan la consideración de los extensos movimientos horizontales de cientos de kilómetros sugeridos por algunos investigadores.

EXTENSIÓN

En cuanto a la extensión de este sistema de fallas, Liddle (1946) dice que puede ser trazado por debajo del piso del mar hasta el Grupo Caracas, al oeste; consideración ésta corroborada en parte por Ball *et al.* (1971), para quienes, según el patrón de fallas establecidas en sus estudios, la falla de El Pilar se extiende desde el extremo oriental del golfo de Cariaco hasta pasados los 65° 00' donde, aparentemente, se acerca a la taza de la falla de Cariaco, al norte y aparentan cerrar una de las partes más profundas de la depresión oriental de la fosa de Cariaco. Por su parte, Petter, (1972) señala que la extensión de la falla de El Pilar al oeste del golfo de Cariaco coincide con la pared sur de la fosa de Cariaco, y que parece terminar bruscamente, junto con el bloque o horst de Araya, a los 64° 40', motivado a la presencia en la zona de un sistema de fallas alineadas predominantemente NW-SE.

En general, consideramos que el fallamiento de dirección general E-W que hemos comprobado con los datos del detalle batimétrico y los perfiles topográficos realizados en el golfo es la característica básica estructural del graben de Cariaco, de bastante similitud con aquella que se presenta en el borde continental de Venezuela, en particular, en el área comprendida entre la península de Araya y la isla de Margarita, y en la plataforma isla de Margarita-Los Testigos (Maloney, 1966); y en el área del fondo entre la isla de Margarita, La Península de Araya y la fosa de Cariaco, donde los

perfiles sísmicos de BALL *et al.* (1971) señalan fallas normales que desarrollan pilares y fosas tectónicas de orientación E-W, que según los autores están controlando los rasgos topográficos del fondo.

De igual manera, LATTIMORE *et al,* (1971) sugieren que el levantamiento de la costa adjunta a la península de Araya-Paria ha ocurrido a lo largo de varias fallas que forman un sistema orientado Este-oeste, paralela a la orilla.

PLANOS DE LA ZONA DE FALLAS

Tomando como base el esquema anterior se podría sugerir la existencia en la región de un sistema compuesto de 2 ejes de fallas que consideramos definidos por los accidentes geográficos siguientes: 1. Eje Sur construído por la depresión de El Pilar-Casanay, golfo de Cariaco y depresión oriental de la fosa de Cariaco; y 2. Eje Norte formado por el Valle de Carúpano, depresión de Coche y cuenca de Araya.

Si tomamos el eje de fallas meridional, que es donde está comprendido nuestra zona de estudio, se puede dejar bien establecido que en el área del golfo de Cariaco la traza de la falla de El Pilar se compone esencialmente de 3 y hasta 4 planos mayores que contiene a su vez planos de fallas secundarias, razón por la cual se adopta la denominación ya conocida como "zona de fallas de El Pilar" (Fig. 17).

Así, en sentido este-oeste, la traza principal Casanay-Cariaco perfectamente definida en el área de Aguas Calientes (METZ, 1964), se presenta levemente marcada en el extremo más oriental del golfo (Fig. 13, líneas 50 a 52) quizás por efecto del material reciente de origen continental allí acumulado. En tanto que para el sector Pericantar-Marigüitar, el plano de fallas principal aparece bastante claro, aunque las líneas topográficas 40 a 45 (Fig. 12) y 47 a 49 (Fig. 13) sugieren ya la presencia de 3 planos de fallas bien marcadas, meridional central, septentrional, acompañados en algunos sitios por otros planos menores o secundarios.

A este cuadro tectónico atribuye el autor el origen de los afloramientos *"in situ"* de carácter rocoso que en ese sector destacan nítidamente. Es de fácil y rápida observación el hecho de que la base de estos relevamientos sobre el fondo se localiza, aproximadamente, a los 50 m de profundidad, similar a la que hemos señalado para el contacto escarpe de las fallas-fondo del golfo atestiguando, al parecer, su origen por la acción del mismo evento tectónico que formó la zona de fallas de El Pilar. Es así como puede observarse que la base del escarpe a lo largo de la traza meridional se mantiene entre los 40 y los 50 m de profundidad.

Para el sector Marigüitar-Quetepe, más al oeste, además de la traza sur que se sigue identificando fácilmente por la caída rápida, casi vertical de la orilla hasta el comienzo de un cierto replano localizado entre los 50 y 60 m, aparecen bien señaladas las trazas central y norte de la zona de fallas, las cuales están dando origen a la zona más profunda del golfo que hemos denominado Depresión de Guaracayal (Fig. 10). La máxima profundidad detectada fue de 89 m y corresponde al sector oriental de la depresión, inmediata al norte de Punta Guaracayal.

Más al oeste, en el sector Punta Delgada-El Peñón, las curvas batimétricas conjuntamente con las líneas topográficas (Fig. 9), además de señalar el extremo occidental de la depresión de Guaracayal, cubierto de gruesos espesores de sedimentos que consideramos provenientes del antiguo curso del río Manzanares, sugieren la presencia de por lo menos 4 planos de fallas que modifican localmente ese apareamiento en líneas paralelas con que se desplazan las trazas de fallas desde el este.

En general, podemos señalar que a todo lo largo del fondo del golfo, el sistema de orientación este-oeste correspondiente a las fallas de Cariaco y El Pilar se puede delinear y seguir con bastante facilidad, pues tal como lo hemos observado en nuestro detalle batimétrico y en los perfiles topográficos realzados, el contacto escarpe de falla-sedimento del fondo es de muy rápida y fácil determinación y localización, aunque en algunas zonas, las trazas de fallas desaparecen al ser cubiertas por gruesos espesores de sedimentos, siendo difícil detectar el contacto mediante el sistema de sondeo utilizado en esta investigación.

Esta circunstancia local parece presentarse con bastante similitud en el área de plataforma correspondiente a las Antillas Menores, Venezuela Trinidad-Tobago, pues de acuerdo a la interpretación sísmica de WEEKS *et al.* (1971), la falla de El Pilar es de fácil identificación en el fondo al detectarse sin ninguna dificultad el contacto Basamento-Sedimento.

Aún cuando no se podría señalar como un rasgo característico a todas las zonas de fallas del fondo del golfo, en el área de la depresión de Guaracayal (Fig. 17), el autor, de acuerdo a la interpretación de las líneas topográficas, sugiere la existencia de ciertos procesos

de asentamiento que están ocurriendo a lo largo de planos de fallas de crecimiento, es decir, especies de fallas activas con su labio deprimido hacia el declive natural del fondo. Este tipo de estructuras localizadas actualmente en los sedimentos superficiales del golfo, es probable que se encuentren representadas en el subfondo por esas fallas fósiles que aparecen a profundidades variables bajo estatos ininterrumpidos (PÉREZ NIETO, 1969).

Las fallas de crecimiento a que hemos hecho referencia anteriormente, también se presentan en los sedimentos del fondo de la fosa de Cariaco (BALL, *et al.* 1971).

De los 4 planos de fallas señalados para el área Punta Delgada-El Peñón, el más septentrional es fácilmente identificable en los perfiles topográficos correspondientes a la zona occidental (Fig. 6). Se puede observar como en su desplazamiento hacia el oeste constituye el escarpe del borde costero sur del golfo, mientras que en el área de la boca o entrada del mismo, da orígen al descenso casi vertical del fondo y al cañón del río Manzanares, pasando luego a formar la pared sur de la depresión oriental de la fosa de Cariaco.

Esparta. 2 machos; ML: 66.5-86.6 mm; a mano con la

Para el caso de la traza central de la zona de fallas de El Pilar en el área Punta Delgada-ElPeñón, el excelente trabajo de campo de ASCANIO (1972), permite seguir y ubicar las 2 trazas en que éstas se divide en los bordes norte y sur de los cerros de Caigüie; en tanto que la traza meridional aparece localizada en las zonas bajas limítrofes entre las estribaciones norte de la serranía del interior y la llanura hacia donde se desplaza la ciudad de Cumaná conocida como Sabana de Campeche. El valle tectónico así originado por la traza sur de la falla de El Pilar es un rasgo geomorfológico que se manifiesta claramente a la vista del observador. Fue quizás a lo largo de esta traza por donde se desplazaron en un principio las aguas del río Manzanares hacia el golfo de Cariaco y originaron el delta submarino de Punta Delgada.

Un trabajo sobre el "Balance Morfodinámico y Comportamiento Sísmico de Cumaná y sus Alrededores" realizado por el Ministerio de Energía y Minas (1978), confirma plenamente la existencia y localización de las 2 trazas centrales del sistema de fallas de El Pilar, al mismo tiempo que las señalan atravezando el área de la ciudad de Cumaná, en sentido este-oeste, y su continuación en dirección a la fosa de Cariaco.

Con el objeto de completar el cuadro tectónico del golfo de Cariaco consideramos algunas estructuras menores que han jugado papel importante en los eventos geológicos ocurridos en la región.

FALLA DE CAMPOMA

Es una estructura de relativamente poca extensión superficial que afecta básicamente el área mar orientai del golfo (Fig. 17). Se le considera como de poco desplazamiento vertical, y una de las más recientes de la zona (MACSOTAY & CARABALLO, 1976). En este sentido, la determinación de ciertas evidencias de campo permiten señalar una continuación de la actividad tectónica hoy día. Así, aún cuando los procesos sedimentarios actuales en el área de la Laguna de Campoma están determinados por el material de origen metamórfico del borde norte (CARABALLO, 1972), y tal como puede observarse a simple vista que el relieve actual predominante en el área es el conformado por las rocas cretáceas del borde sur, es evidente que el graben de Cariaco, por lo menos en el extremo más oriental del golfo, está en un proceso de hundimiento que retiene los sedimentos procedentes del sur y no los deja alcanzar la zona receptora constituida por la laguna de Campoma.

Este aspecto, conjuntamente con la comprobada afluencia de agua salada desde el golfo hacia la laguna de Campoma (CARABALLO, 1972), son elementos de gran validez que atestiguan un lento proceso de hundimiento regional del fondo del golfo de Cariaco a lo largo de un sector de la zona de fallas de El Pilar.

SISTEMA DE FALLAS NE-SW

Un pequeño sistema de fallas secundarias de dirección predominante NE-SW está localizado en el extremo nor-oriental del golfo (Fig. 17), y constituido de este a oeste por la falla de Chiguana, la falla de Guacarapo y la falla de Punta Colorada de Ariota; mientras que en el borde sureste destaca la falla de Pericantar. De acuerdo a la distorsión de los labios de las fallas, todas se consideran transcurrentes y de poco desplazamiento (MACSOTAY & CARABALLO, 1976).

A este conjunto estructural le acompañan en el área, los sinclinales de Chiguana y Uricaro. Estas estructuras parecen ser la continuación una de la otra desde el continente hacia el mar, y donde sus ejes fue-

ron desplazados a lo largo de las trazas de las fallas de Cachipo y Chiguana, respectivamente.

En general, se considera que las trazas de la zona de fallas de El Pilar, y la falla de Campoma, conjuntamente con el Sinclinal de Uricaro han contribuido enormemente a la configuración de los rasgos topográficos submarinos que hoy día presenta el fondo del golfo de Cariaco en ésa zona.

Sistema de Fallas ENE-WSW

Es un sistema de fallas localizado en la costa norte centro occidental del golfo que afecta notablemente el sector Ensenada Grande del Obispo y Punta Salazar-Los Cañones (Fig. 17). Presenta una dirección general ENE-WSW y está constituido por las fallas de: Tacarigua, Salazar y Laguna Grande; todas bien descritas por Schubert (1972).

Como hemos señalado en párrafos anteriores, las trazas de este conjunto de fallas en su prolongación hacia el WSW entran al golfo, chocan con la traza de la falla de Cariaco que cruza la zona en dirección este-oeste, y aparentemente allí se detiene. Sin embargo, basados en los numerosos perfiles topográficos allí realizados, el autor ha inferido para la superficie un pequeño conjunto de estructuras de dirección general NE-SW que parecen constituir una prolongación desde el continente de las fallas allí existentes; y que cruzando la zona de pequeñas cuencas y depresiones que caracterizan esta zona, continúan hacia el cañón o canal principal y finalmente hacia la Fosa de Cariaco. Es posible una correspondencia de estas estructuras con las fallas del flanco sur del bloque de Araya a que se refiere Peter (1971).

De acuerdo al detalle de la topografía submarina y a los numerosos perfiles realizados en el área, consideramos que este conjunto estructural ha contribuido grandemente a la configuración de ese rasgo morfológico que tanto caracteriza al fondo de la zona occidental del golfo de Cariaco.

EVIDENCIAS DE TECTONISMO RECIENTE EN EL GOLFO

Probablemente a principios del Holoceno se producen movimientos tectónicos verticales que afectan de manera diferente los diversos sectores de la costa norte del golfo. Así, la terraza correspondiente a la formación El Cedro del Pleistoceno Superior (Caraballo & Macsotay, 1973) señala una superficie fisiográfica elevada de 4 m sobre el nivel del mar, que al compararse con los niveles de terraza de la formación Castillo de Araya (Macsotay, 1974) con los cuales se correlaciona, y que presentan una superficie fisiográfica de 20 m de altura s.n.m., es clara evidencia para señalar movimientos tectónicos verticales y muy desiguales entre localidades relativamente cerca de otra. También existen evidencias de estos movimientos verticales en la Formación Frontado del Pleistoceno Inferior (Macsotay & Caraballo, 1976). En esta unidad se han encontrado sedimentos arcillosos elevados a más de 300 m de altura al sur de Muelle de Cariaco, en relación a los 120 m encontrados en Punta Oricaro, más al oeste, sin producirse ninguna modificación de las superficies fisiográficas de las formaciones Espuelita y Boca Chica (Macsotay & Caraballo, 1976) en la costa norte, casi inmediata a la zona afectada por el movimiento tectónico vertical.

Un elemento probatorio de la no uniformidad del movimiento tectónico a lo largo de la costa norte del golfo lo tenemos en el área de la Ensenada Grande del Obispo. Aquí, completado el ciclo de sedimentación del nivel de la terraza marina localizada a los 16 m (Caraballo, 1973), se produce un leve movimiento vertical de acomodación a lo largo de la Traza de la Falla de Cariaco que da origen a un pequeño levantamiento de hasta 4 m de la terraza marginal que eleva su superficie hasta los 12 m aproximadamente.

Al parecer, se produce posteriormente un movimiento de torción que motiva una ligera inclinación de la zona hacia el sur, como se ha comprobado con la determinación de un apreciable buzamiento de la superficie actual de la terraza a diferentes profundidades, desde los 5 hasta los 20 m. Es probable que este movimiento de torsión haya afectado la costa norte del golfo un poco más al oeste, por cuanto la actual superficie de la formación El Cedro también se presenta inclinada hacia el sur.

Por otra parte, al encontrarse hoy día la terraza de Guacarapo en la costa noreste elevada 1.0 a 1.5 m respecto a su posición original, cuya fauna se compone de especies recientes que viven casi todas en las costas orientales del golfo (Macsotay & Caraballo. 1976), y comprobado el hecho del hundimiento gradual del saco del golfo hacia el este que permite explicar el movimiento de las aguas del golfo hacia la laguna de Cam-

poma (CARABALLO, 1971), se podrían tomar como elementos básicos para expresar la idea de la continuación hoy día de los movimientos tectónicos en la región del golfo de Cariaco, y en especial, a lo largo del sistema de fallas de El Pilar.

La anterior consideración parece estar en parte corroborada por el estudio del Balance Morfológico y el comportamiento sísmico de Cumaná (M E. H., 1978), en el cual, al establecerse 4 zonas sísmicas en el área de Cumaná, se señala para la NºIV, correspondiente a los cerros de Caigüire la presencia de fallas muy activas que son consideradas como los factores estructurales dominantes. Sin duda alguna éstas estructuras a que se refiere el estudio en cuestión se corresponden con las trazas centrales de la zona de fallas de El Pilar en el área.

AGRADECIMIENTOS

El autor desea expresar su agradecimiento a todo el personal técnico y auxiliar del Departamento de Oceanografía Física y Geológica del Instituto Oecanográfico por su colaboración y ayuda prestada en la realización del presente trabajo. Al señor RÓMULO I. VELÁSQUEZ por los dibujos realizados; al señor ADONAY PERNÍA por su labor de fotografía, a la señora YONIS GUERRERO DE MARVAL por la copia del manuscrito y al señor L. E. BERRIZBEITIA por su amabilidad en haber facilitado al autor una copia del mapa antiguo de Cumaná.

Por último, un reconocimiento póstumo al señor CÉSAR BRITO quien fuera Capitán de la lancha "DIOS TE SALVE" durante muchos años, y un excelente colaborador en las campañas oceanográficas.

REFERENCIAS

ALBERDING, H. 1957. Applications of principles of Wrenchfault tectonics of mody and hill to northern South American. *Geol. Soc. Am. Bull.* 68: 785-970.

ASCANIO, G. 1969. Geología de los Cerros de Caigüire, Estado Sucre. *Bol. Geol. Publ. Esp.* 5 (3): 1279-1288, 3 Tablas.

BALDA, F. A. 1960. Estructura geológica de Chiguana, Península de Araya, Estado Sucre. *Cong. Geol. Ven.* III, *Caracas. Mem.*, T. II: 928-934.

BALL. M. M., C. G., A. HARRISON, P. R. SUPKO, W. D. BOCK &N. J. MALONEY. 1971. Normal Faulting on the Southern Boundary of the Caribbean Sea, Unare Bay, Northern Venezuela. *Fifth Carib. Geol. Conf. Trans., Geol. Bull.* (5): 17-21.

BENÍTEZ, J. 1974. Golfo de Cariaco. *Cuadernos Azules,* 15: 110-124.

BERMÚDEZ, J. 1964. Los cerros de Caigüire. *Lagena. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente,* 2: 2-13.

BUCHER, W. H. 1952. Geologic structure and orogenic history of Venezuela. *Geol. Soc. Am. Mem.,* 49: 1-113.

CARABALLO, L. F. 1972. Estudio de los materiales de fondo de los ríos y lagunas de Campoma y Buena Vista. *Cuadernos Oceanográficos,* 3: 37-48.

———— Y. O. MACSOTAY, 1973. Descripción de una terraza de origen marino en la costa sur de la Península de Araya (Estado Sucre, Venezuela). *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente,* 12 (1): 51-58.

GADE, H. G. 1961. On the hidrographic conditions in the Gulf of Cariaco during the months from May to November 1960. *Ibid.,* 1 (1): 21-46.

GONZÁLES DE JUANA, C. N., G. MUÑOZ & M. VIGNALY, 1972. Reconocimiento geológico de la Península de Paria. *Bol. Geol. Publ. Esp.* 5 (3): 1549-1588.

GUILLAUME, H. A., H. M. BOLLI, & J. P. BECKMAN, 1969. Estratigrafía del Cretáceo Inferior de la Serranía del Interior. Oriente de Venezuela. *Ibid.* 5 (3): 1619-1659.

HESS, H. H. 1938. Gravity anomalies and island arc structure with particular reference to the West Indies. *Amer. Phil. Soc. Proc.,* 79: 71-96.

HUMBOLDT, A. VON (1814-1824). *Relation historique du voyage aux regions equinocciales du Nouveau Continent fait en 1799-1814.* par A. de Humboldt et A. Bompland París, 3. Traducción al castellano de L. Alvarado. (1941-1942): Viaje a las Regiones Equinocciales del Nuevo Continente. Ediciones del Ministerio de Educación.

LATTIMORE, K. K. L., A. L. WEEKS & L. W. MORDOCK. 1971. Marine geophysical reconnaissance of Continental Margin North of Paria Peninsula, Venezuela. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull.* 55 (10): 1719-1729.

MACSOTAY, O. y W. MOORE. 1974. Cronoestratigrafía de algunas terrazas cuaternarias marinas del nororiente de Venezuela. *Cuadernos Azules,* 12: 1-63.

———— & L. F. Caraballo, 1966. Geología y Bioestratigrafía Cenozoica de la parte oriental del golfo de Cariaco, Estado Sucre, Venezuela. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente,* 15 (1): 25-56.

Maloney, N. J. 1966. Geomorphology of the Continental Margin of Venezuela. Part. 1: Cariaco Basin. *Ibid.,* 5 (1 y 2): 38-53.

———— 1966. El delta del río Manzanares, pasado, presente y futuro. *Lagena. Inst. Oceanogr.,* 10: 2-6.

Metz, H. L. 1968. Stratigraphy and geology history of extreme northeastern Serranía del Interior, State of Sucre. Venezuela. *IV th. Con. Geol. Conf. Mem. pp.* 293-298.

Ministerio de Minas e Hidrocarburos. 1978. *Mapa descriptivo de un Estudio Geotécnico de Cumaná y sus alrededores. Balance Morfológico y Comportamiento Sísmico.*

Mora, C., M. López & T. Okuda. 1968. Algunas observaciones hidrobiológicas en la costa de Cumaná. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente,* 6 (2): 303-327.

Morelock, J., N. J. Maloney, & R. Bryant. 1972 Manzanares submarine canyon. *Acta Científica Venezolana,* 23 (4): 143-147.

Pérez. N. H. 1969. Golfo de Cariaco. Estructura profunda y dinámica sedimentaria. (Resumen). *Bol. Geol. Publ. Esp.,* 5: 2303-2304

Petter, G. 1972. *Geology and Geophysics of the Venezuela Margin between Blanquilla and Orchila Island* NOOA TR. ERL. 226 AOMLG. Boulder, Colorado. 82 pp.

Potter, H. G. 1968. Faulting in the Northern Range of Trinidad (Abs.): *23d. Internat. Geol. Cong. Rept. Prague,* pp. 95

Richards, F. A. & F. Vaccaro. 1956b. The Cariaco Trench, an anaerobic basin in the Caribbean Sea. *Deep-Sea Research,* (3): 214-228.

Rivero, F. 1956. Paleontología, Paleoecología y Ecología Marina. *Geos. Univ. Centr. Venezuela.* (7): 1-101.

Roa M. P. & F. C. Ottaman. 1961. Primer estudio topográfico-geológico del golfo de Cariaco. *Bol. Inst. Oceanogr. Univ. Oriente,* 1 (1): 5-20.

Rod, E. 1956. Strike-slip faults of northern Venezuela. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Bull,* 40: 457-476.

Schubert, C. 1972. Geología de la Península de Araya, Estado Sucre, *Bol. Geol. Publ. Esp.* (5): 1823-1686.

Weeks, A. L., R. K. Lattimore, R. N. Harbinson, B. C. Bassinger & G. F. Merrill. 1971. Structural relations among Lasser Antilles, Venezuela and Trinidad-Tobago-*Am. Ass. Petr. Geol. Bull.* V. 55: 1741-1752.

(Manuscrito recibido el 14 de Julio de 1982).