

---

## MANIFESTACIONES DEL DIAPIRISMO ARCILLOSO EN EL MARGEN COLOMBIANO DEL CARIBE

---

**LUIS A. BRICEÑO**

Profesor Asociado

Depto de Geociencias-Facultad de Ciencias-Universidad Nacional de Colombia

**GEORGE VERNETTE**

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas-CIOH-Armada Nacional

---

**Briceño L.A. & G. Vernet:** Manifestaciones del diapirismo arcilloso en el margen colombiano del Caribe. Geofís. Colomb. 1:21-30, 1992. ISSN 0121-2974

---

### RESUMEN

Utilizando cañones de agua y ecosondas de 3.5 KHz, se tomaron nueve perfiles sísmicos que cubren aproximadamente 1.500 km lineales de información. Se observan variadas manifestaciones del diapirismo arcilloso, que se han clasificado en: abombamientos, domos, volcanes, pliegues y plumas diapíricas.

Domos y pliegues se encuentran especialmente al sur de la latitud 10°30'N, y corresponden a movimientos de masas de gran extensión, alcanzando hasta más de 2 std (segundos tiempo doble) de espesor, hecho éste que se considera como el modificador principal de la morfología del margen de este sector. Los volcanes, generalmente situados en la cumbre de domos y pliegues representan la expresión actual del diapirismo a través de los cuales se expulsan tanto arcilla como fluidos (agua y metano).

Las plumas, a diferencia de las otras manifestaciones, en general, no deforman las capas intruidas y su presencia está limitada a la zona de plataforma, hacia el norte de la latitud mencionada, definiendo así que todas las manifestaciones se encuentran ubicadas en dos áreas claramente diferenciables, tanto desde el punto de vista morfológico como sedimentológico y estructural, al sur y norte de la latitud 10°30'N. Mas del 80% de los fenómenos topográficos cartografiados corresponden a cortes de pliegues diapíricos.

### ABSTRACT

Nine seismic profiles were taken along almost 1500 km in the Caribbean Colombian coast. Water guns and a 3.5 kHz echosounder were used as seismic sources. A remarkable variety of diapiric expressions can be observed; they have been classified as: bombing area, domes, volcanos, folds and diapiric plumes.

Domes and folds are found especially to the south of 10°30'N latitude and they correspond to mass movements of large extension, up to 2 std (second double time) in thickness. This fact have been considered as the main modifying agent of the margin morphology of the area. Volcanoes, generally located at the top of before mentioned structures, correspond to the present expression of diapirism and clay and fluids (water and methane) are expelled from them.

Diapiric plumes, on the contrary of the other manifestations, do not deform the intruded layers. Their presence is limited to the continental shelf area, northward of 10°30'N latitude. In this way, there exist two clearly differentiable areas in morphology, sedimentology and structurally, north and south of the referenced latitude.

It is considered that more that 80% of the mapped topographical phenomena correspond to sections diapiric folds.

## 1. INTRODUCCION

La actividad diapírica asociada a las arcillas en la costa norte de Colombia ha sido observada y descrita desde hace por lo menos dos siglos (Ramírez, 1969). **Duque-Caro** (1979, 1984) involucra este fenómeno en un marco regional de márgenes continentales y **Vernette** (1986) muestra la importancia del diapirismo arcilloso sobre la morfología y sedimentación del área. Con el propósito de lograr una mejor definición espacial de estas manifestaciones y establecer relaciones sedimentológicas, tectónicas y estructurales, se realizó el Proyecto DIAPICAR 87, que abarca el sector sur de Barbados y el margen colombiano, en este último sector con participación de personal colombiano y francés. El presente trabajo compila las principales informaciones existentes, respecto a ubicación y clasificación del fenómeno diapírico y las amplia con las obtenidas en el margen colombiano del proyecto Diapicar.

El diapirismo arcilloso, entendido como un movimiento esencialmente ascendente de material de menor densidad (lodo-arcillas) que el medio circundante, es un fenómeno de conocida ocurrencia global y de causas variadas y ampliamente discutidas, al igual que una de sus manifestaciones comunes como son los volcanes de lodo (p.ej: **Higgins & Saunders**, 1974; **Bishop**, 1976; **Masse**, 1977).

El margen del Caribe colombiano está ubicado en una zona de complejidad tectónica que involucra la placa Caribe, la Suramericana, posiblemente la Nazca y otros bloques menores en Centro América (**Christofferson**, 1984). Junto a este factor tectónico regional existe una alta sedimentación aportada por los ríos Ranchería, Sinú y principalmente el Magdalena. Es en este contexto en el cual aparece el diapirismo arcilloso, observado tanto en tierra y zona costera, como en taludes y llanuras abisales.

## 2. INFORMACION

En la parte continental, tanto como en la oceánica existe información sísmica con densidad variada, mayor en plataforma y tierra y decreciente hacia las llanuras abisales. En tierra se tiene el control directo de domos y volcanes de lodo, esta información ha sido compilada entre otros por **Vernette** (1986), **Duque-Caro** (1979), **Ramírez** (1969) e **INGEOMINAS** (Planchas C8, C9 y D8).

En la parte oceánica se revisó la información presentada por **Krause** (1971), **Sheppard et al.** (1968), **Baquero** (1983), **Saleh** (1984), **Arias & García** (1986), **Kolla et al.** (1984). Igualmente se utilizaron los perfiles del proyecto Caracolante I, presentados por **Vernette** (1986). En noviembre de 1987, con el B.O. Le Suroit, se tomaron entre otros los datos batimétricos y geofísicos a lo largo de nueve perfiles mostrados en la Fig.1, en la cual se anexan las

otras fuentes de datos de sísmica marina que se revisaron.

En total se cubrieron entre Santa Marta y San Bernardo, alrededor de 1.500 km con cañón de agua, presión de 130 bar, cubrimiento sencillo y registro en dos rangos de frecuencia, el primero entre 38 y 170 Hz y el segundo entre 18 y 1.200 Hz, y unos 1.800 km con ecosonda de 3.5 KHz ("mud penetrator"). La Fig.2 muestra un ejemplo típico de un domo observado en los tres tipos de registros mencionados.

El posicionamiento del buque se hizo permanentemente con satélite (Sistema Magnavox), y durante el día se utilizó además el nuevo "Global Positioning System -GPS-", combinación que permite exactitudes promedio mayores de 20 m.

## 3. RESULTADOS

El trabajo ha permitido establecer la presencia considerablemente alta de expresiones del diapirismo, aflorantes muchas de ellas en diferentes formas. Clasificamos estas manifestaciones, complementando a **Vernette** (1986), de la siguiente manera:

a) **Abombamientos diapíricos.** Son deformaciones observadas en la sísmica de baja frecuencia, que afectan hasta los sedimentos más profundos, amplio radio de curvatura o anchos mínimos promedio de 2 km, ver Fig.3. No necesariamente poseen una expresión superficial, pero asumimos que están marcando zonas de alta presión hacia arriba, ejercida por el diapirismo.

b) **Domos diapíricos.** Cuerpos más o menos cónicos y aislados que representan la expresión superficial, pasada o reciente, de la salida de fluidos asociados al diapirismo. Por su variación en tamaño los hemos clasificado en tres tipos:

- **Tipo 1**, con alturas máximas menores de 100 m y diámetros basales hasta 750 m. Se observan con facilidad en los perfiles de 3.5 KHz y apenas se aprecian en los de sísmica con cañón de agua;

- **Tipo 2**, alcanzan alturas hasta de 500 m y diámetros basales hasta 1 km;

- **Tipo 3**, son domos de más de 500 m de altura y 1 km de diámetro, su número es menor y pueden confundirse con cortes de pliegues.

La Fig.4 muestra los tres tipos de domos considerados, en su expresión de registro de banda angosta, en la sísmica de cañón de agua. A veces los domos han sido erosionados en su tope y aparecen como domos truncados, éstos también se especifican, según el tamaño aparente del domo original.

La expresión sísmica de un domo arcilloso es del tipo libre, en la cual no se observan reflectores internos, sino una serie de reflexiones caóticas. Sísmicamente se ve de una manera clara la intrusión en la estratificación aledaña, y muchas veces se pierde la continuidad en las unidades o secuencias, debido a la presencia de los domos.

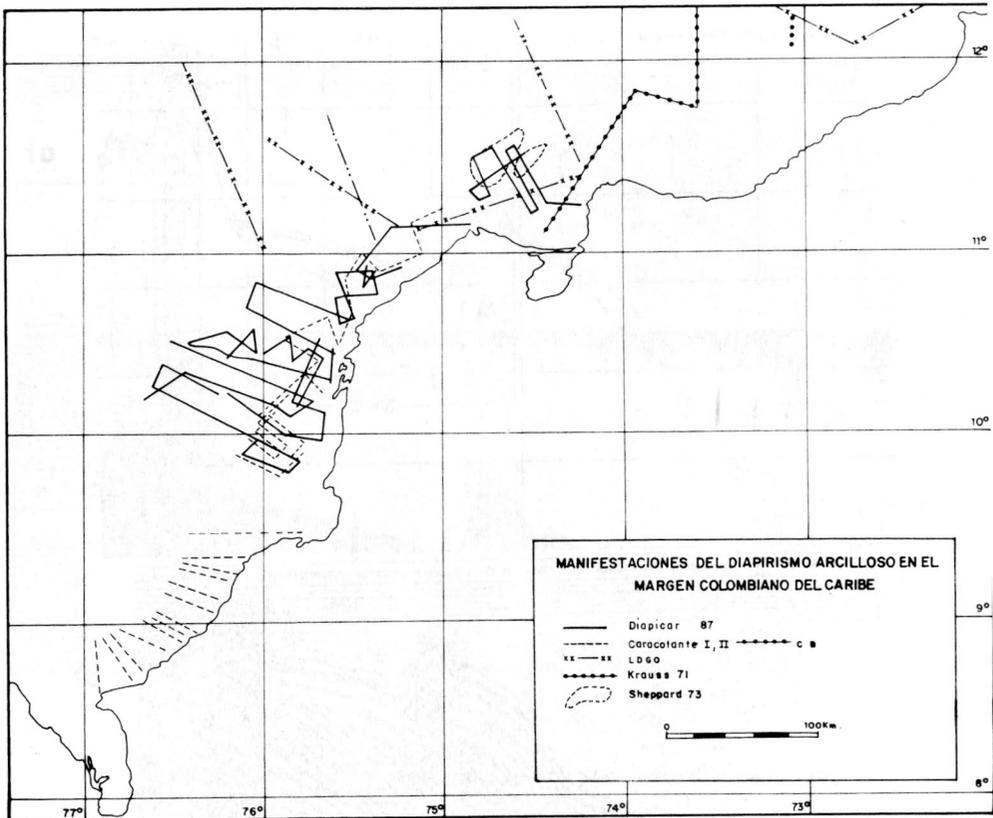


Figura 1. Ubicación del área, perfiles del proyecto DIAPICAR y otras fuentes de información Sísmica Marina

c) **Volcanes de lodo.** Son domos con actividad actual: efusión de lodo y gases. Es difícil su observación submarina y parece que sólo el domo Tipo 1, mostrado en la Fig.2 estuviera activo. A este volcán lo hemos denominado "Esperanza". Los volcanes de lodo observados en tierra, corresponden a domos Tipo 1.

d) **Pliegues diapíricos.** Debido a la bidimensionalidad del registro sísmico, lo que más se observan son cuerpos "como" domos, pero que en realidad corresponden a estructuras elongadas. Son estas estructuras, efecto del diapirismo, lo que hemos denominado pliegues diapíricos. Dependiendo de la orientación de sus ejes y el perfil sísmico, se hace más o menos fácil establecer su continuidad. La Fig.5 muestra como se establece la presencia de los pliegues.

e) **Plumas diapíricas.** Se da este nombre a las manifestaciones diapíricas que intruyen los sedimentos, perturbándolos levemente, pero sin que pierdan su continuidad lateral. Semejan grietas verticales y vienen desde profundidades hasta de 1.5 std, como se observa en la Fig.6 que corresponde a un sector del perfil XIII, frente a Galerazamba (10°40'-10°50' latitud norte y

75°29' longitud oeste).

Algunas áreas en las que se presentan estas plumas diapíricas, se encuentran en actividad, con pequeños volcanes de 5 m de altura en promedio, o simplemente grietas superficiales. La emanación de gases se observa desde la superficie del agua y en 3.5 KHz es claro el ruido sísmico asociado a esta actividad (Fig.7). El mapa de la Fig.8 resume los resultados del presente trabajo, en él se destacan los siguientes hechos:

1) Existen manifestaciones del diapirismo arcilloso en todo el margen Caribe colombiano, siendo más abundantes y evidentes en la zona correspondiente a la continuación del Cinturón del Sinú, definido por **Duque-Caro** (1979) y confirmado en tierra por las manifestaciones que se observan en la región de Montería.

2) La presencia de plumas diapíricas es clara sobre la plataforma, entre 10°30' y 11°00' de latitud norte y, menos superficial y evidente, hacia el sur en una pequeña franja que va de las Islas del Rosario a las de San Bernardo.

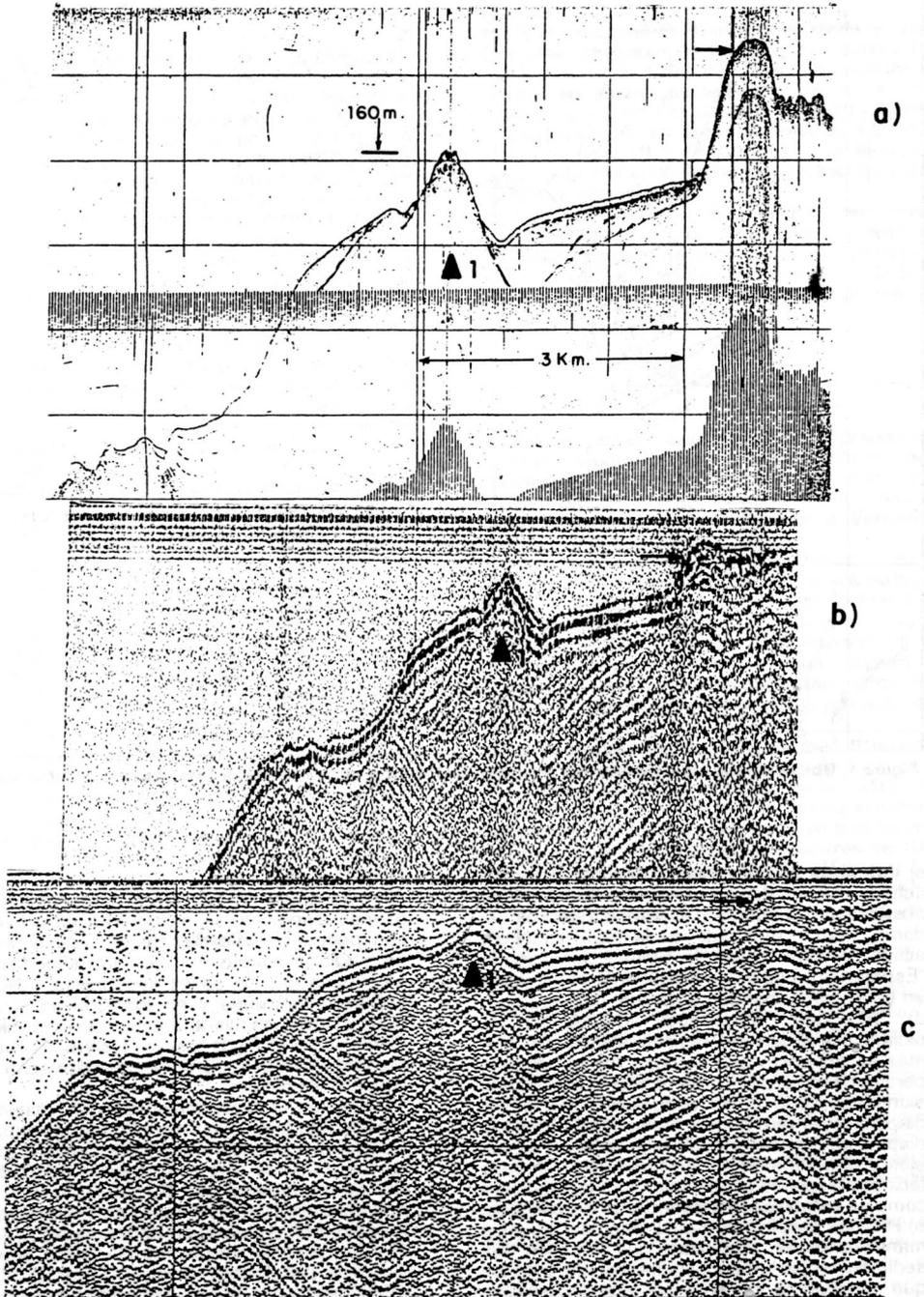


Figura 2. Observación en tres registros diferentes de un domo diapírico, ubicado en  $10^{\circ}17.8'N$  y  $75^{\circ}51.7'W$ ;  
 a) 3.5 KHz, b) Cañón de agua y frecuencia 18-1200 Hz y c) Cañón de agua y frecuencia 38-170 Hz

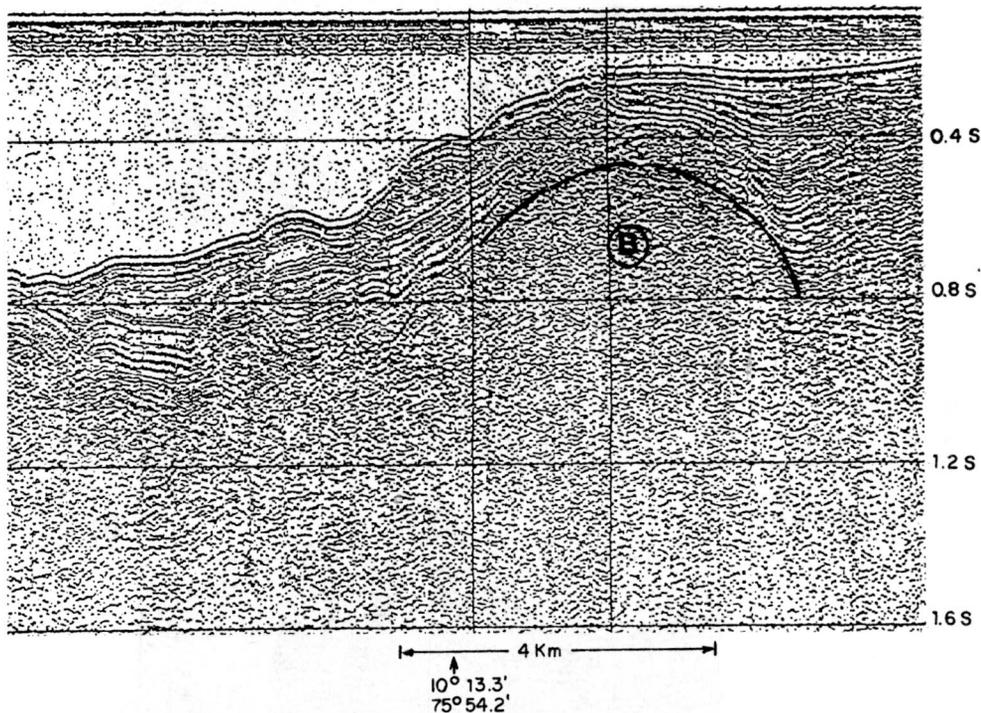


Figura 3. Abombamiento observado, sobre la plataforma, en el perfil XVIII

3) Al sur de los 11° de Lat.N, el cambio de plataforma a talud está acompañado por la presencia de grandes abombamientos, orientados en una dirección NNE. Algunos domos Tipo 1, tal como el caso del volcán Esperanza, están ubicados en la parte superior del talud.

4) De las 119 elevaciones topográficas cartografiadas en el cruce DIAPICAR 87, más del 80% corresponden a expresiones bidimensionales de pliegues diapíricos en perfil. Es decir, que en general el efecto del diapirismo en la parte oceánica no es de domos puntuales, aun cuando estos también existen.

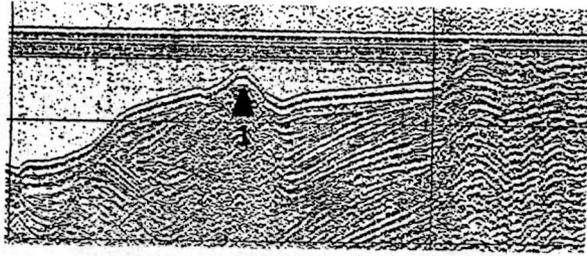
5) La orientación NNE de los pliegues, observada en la parte SW del área oceánica, se interrumpe y cambia bruscamente a la altura de la latitud 10°30'N. Este hecho se observa y analiza en su parte morfológica, sedimentológica, estructural y dinámica en otros trabajos en preparación por el grupo de la Universidad de Bordeaux y de Colombia. Además de esa tendencia NNE de los pliegues, parece haber otra orientación secundaria de las estructuras de dirección sensiblemente E-W.

6) Al norte de los 11° de latitud norte, el diapirismo reaparece desplazado un poco hacia la parte profunda y parcialmente oculto por el gran aporte sedimentológico del Paleo Magdalena. Este diapirismo continúa por lo menos hasta los 13° de latitud norte y 72° de longitud oeste, como puede observarse en la línea 132 de LDGO y perfiles BC y ZAA de Krause (1971); sin embargo, su intensidad y frecuencia son mucho menores.

7) Los volcanes de lodo observados en tierra y cerca a la línea de costa, parecen estar asociados a otras expresiones en la parte marina. En la zona de Galerazamba; P.ej., las plumas diapíricas allí cartografiadas serían el soporte genético de los pequeños volcanes observados en tierra.

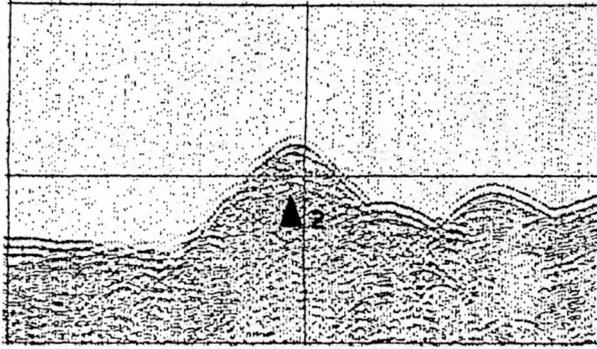
8) A parte de las expresiones diapíricas propiamente dichas, se ha observado, especialmente al sur de Cartagena, la presencia de formaciones arrecifales, muchas veces sobre topografías positivas producidas previamente por el diapirismo.

75° 51.7'  
10° 17.8'  
W= 700m.  
h= 60 m



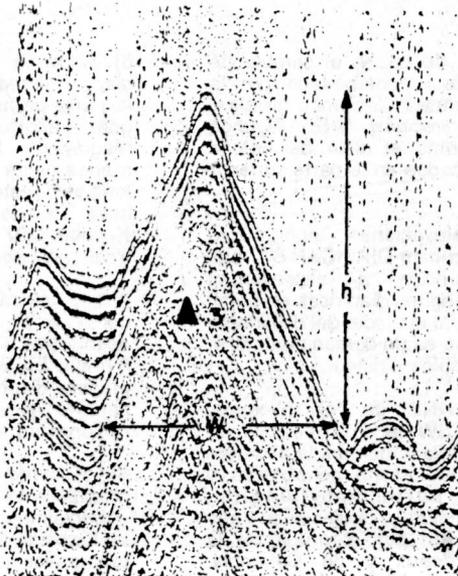
a)

74° 44.1'  
11° 27.4'  
W= 1.0 Km.  
h= 160 m



b)

75° 50.3'  
11° 17.2'  
W= 2.1Km  
h= 1600m



c)

Figura 4. Domos diapíricos: a) Tipo 1; b) Tipo 2; c) Tipo 3

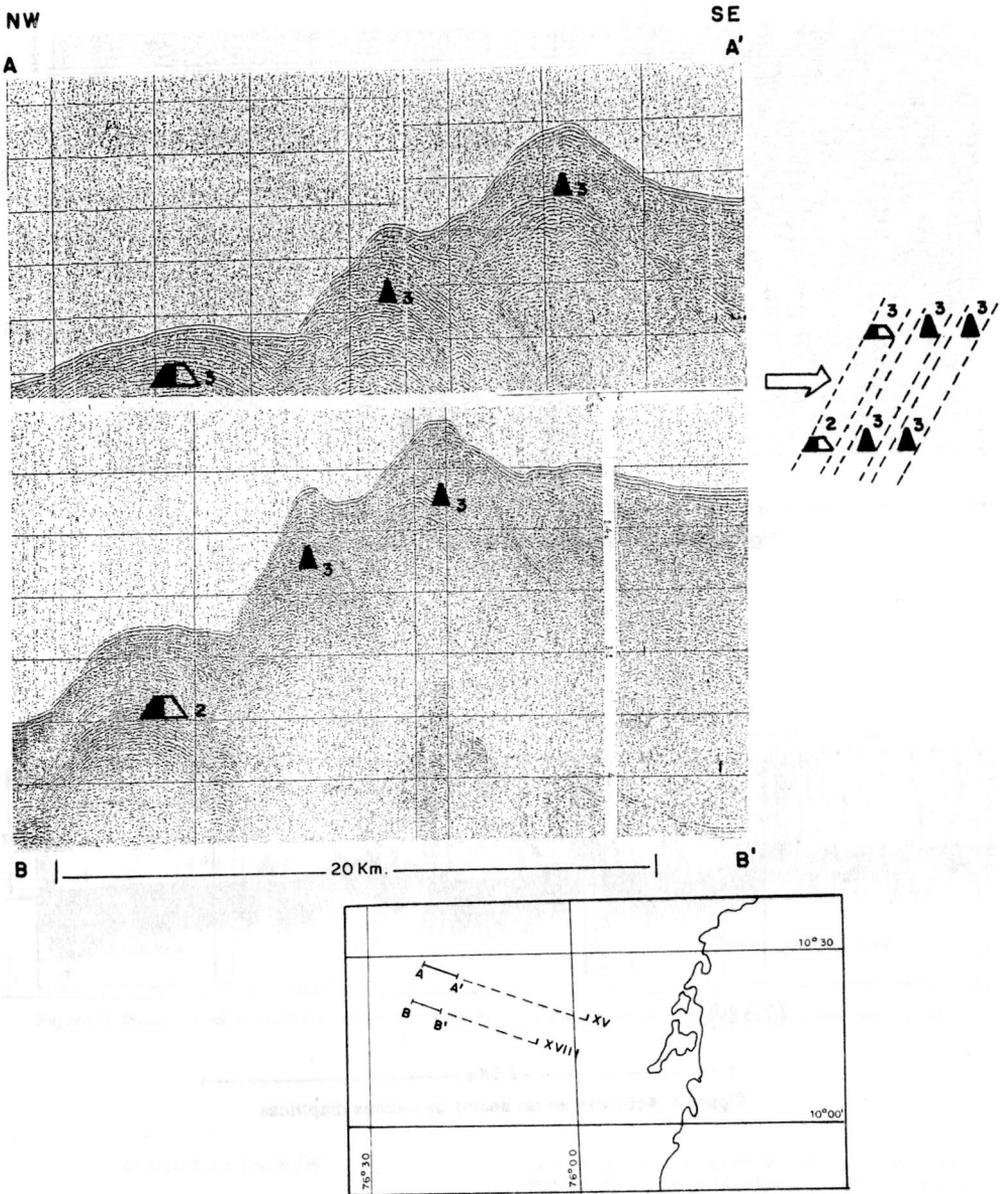


Figura 5. Establecimiento de presencia de pliegues y su representación

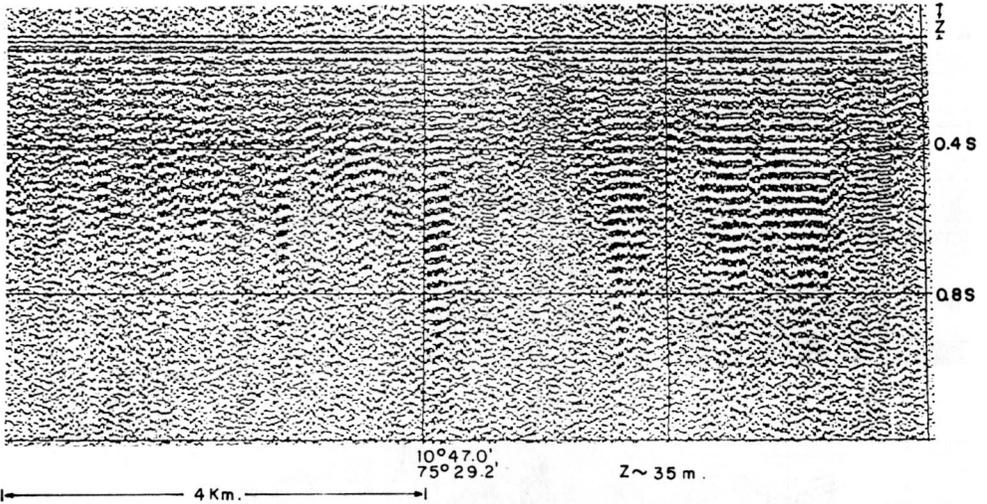


Figura 6. Plumas diapíricas en un sector frente a Galerazamba

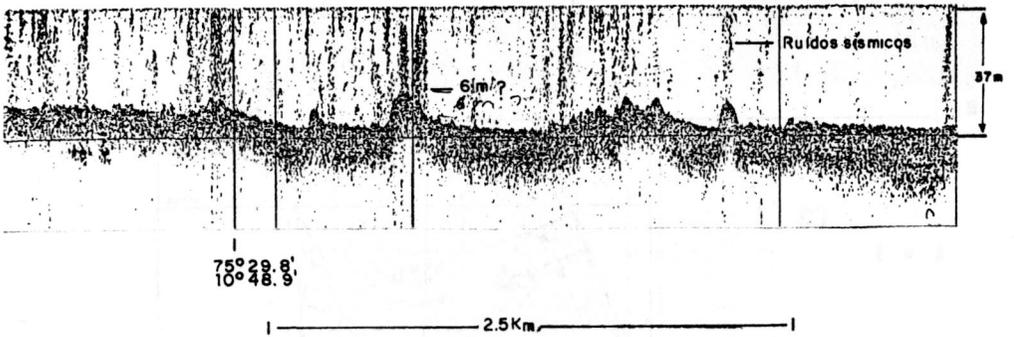


Figura 7. Actividad en un sector de plumas diapíricas

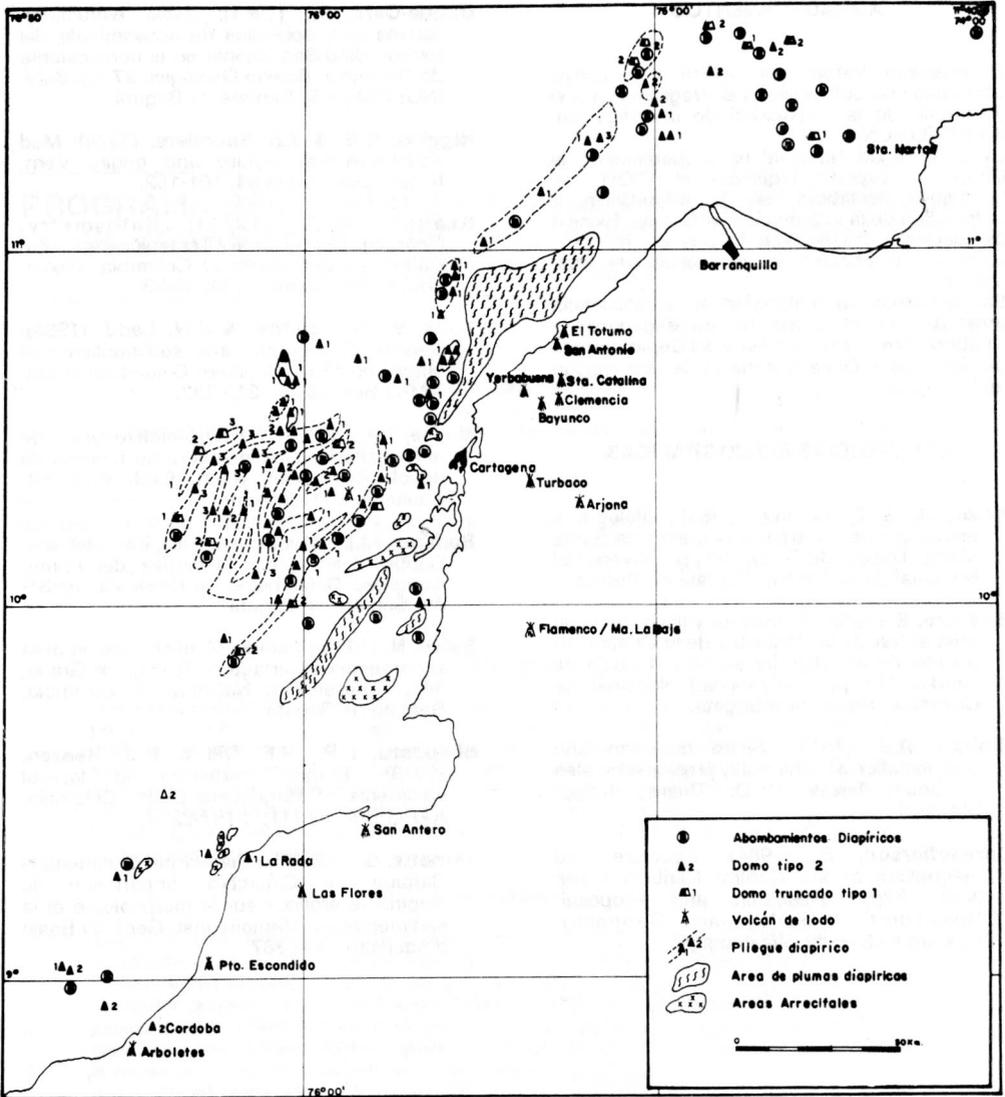


Figura 8. Mapa de las manifestaciones del diapirismo arcilloso en el margen colombiano del Caribe

#### 4. CONCLUSIONES

Las manifestaciones de el diapirismo arcilloso son abundantes en el margen colombiano del Caribe, su expresión sísmica es variable, pero lo más común en la plataforma son las plumas diapíricas que en general no modifican las unidades intruídas, mientras que en el talud lo

común son los pliegues diapíricos. Existen por lo menos dos zonas claramente diferenciables al sur y norte de una latitud norte aproximada de 10°30'-10°40', en donde se interrumpe y cambia la orientación de los ejes de las estructuras. Domos, pliegues y abombamientos diapíricos siguen existiendo al norte de esta latitud y a lo largo de todo el margen, aun cuando menos someros y evidentes.

### AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con apoyo económico de Colciencias y el Programa para el desarrollo de la Capacidad de Investigación, ICFES-BID-UN.

La Universidad Nacional ha proporcionado el tiempo y soporte logístico; el CIOH, en Cartagena, colaboró en la adquisición y ordenación de la información; el Comité Técnico de Geología y Geofísica Marina de la CCO, promovió e impulsó la realización de este estudio.

Se agradece la colaboración y asistencia prestada por el grupo de investigadores y colaboradores administrativos del Departamento de Geología y Oceanografía de la Universidad de Bordeaux.

### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias, O. & F. García.** (1985): Litología y estructura de un área al noroeste de Santa Marta. Trabajo de Grado, 50 pp. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.
- Baquero, E.** (1983). Estructura y litología de un área al NW de la Península de la Guajira: un estudio de estratigrafía sísmica. Trabajo de Grado, 117 pp. Universidad Nacional de Colombia. Santafé de Bogotá.
- Bishop, R.S.** (1976): Shale diapirism and compaction of abnormally pressured shales in South Texas. Ph.D. Thesis, 168pp. Stanford.
- Christofferson, E.** (1984): Structure and magnetism of the Central Caribbean sea floor. 32pp. Research and Proposal, Department of Geology and Geography, Howard University, Washington.
- Duque-Caro, H.** (1984): Estilo estructural, diapirismo y episodios de acrecimiento del terreno Sinú-San Jacinto en el noroccidente de Colombia. Boletín Geológico 27 (2): 3-29. INGEOMINAS, Santafé de Bogotá.
- Higgins, G.E. & J.B. Saunders.** (1974): Mud Volcanoes-their nature and origin. Verh. Naturf. Ges. Basel 84: 101-152.
- Krause, D.C.** (1971): Bathymetry, Geomagnetism and Tectonics of the Caribbean Sea North of Colombia. Geol. Soc. of Am. Memoir 130: 35-53.
- Kolla, V., R.T. Buffler & J.W. Ladd.** (1984): Seismic Stratigraphy and sedimentation of Magdalena Fan, Southern Colombian Basin. AAPG Bull. 68 (3): 316-332.
- Masse, P.** (1977): L'argilocinèse-type de deformation synsedimentaire de bassins de dépôt. Bull. Cent. Rech. Expl. Prof. Elf-Aquitaine 1 (1) (resume).
- Ramírez, J.E.** (1969): Los diapiros del Mar Caribe Colombiano. Memorias del Primer Congreso Colombiano de Geología. pp.31-39. Santafé de Bogotá.
- Saleh, N.** (1984): Estudio Geofísico de un área al noroeste de Cartagena. Trabajo de Grado, 54pp. Universidad Nacional de Colombia, Santafé de Bogotá.
- Sheppard, F.P., R.F. Dill & B.C. Heezen.** (1968): Diapiric intrusions in foreset sediments of Magdalena Delta, Colombia. AAPG Bull. 52 (11): 2197-2207.
- Vernette, G.** (1986): La Plateforme Continentale Caraibe de Colombie, Importance du diapirisme argileux sur le morphologie et la sedimentation. Memoirs Inst. Geol. du Basin d'Aquitaine. XX: 387.