



Tectónica de bloques, delimitados por lineamientos de dirección NO-SE y NNE-SSO a NE-SO en el norte y nordeste de Colombia y en el noroccidente de Venezuela

Block tectonics, delimited by lineaments with NW-SE and NNE-SSW to NE-SW directions in the north and northeast of Colombia and in the northwest of Venezuela

GUILLERMO UJUETA-LOZANO

Calle 127C bis No. 7C-58, Bogotá, D.C., Colombia

E-mail: ujueta_guillermo@yahoo.com

UJUETA-LOZANO, G. (2007): Tectónica de bloques, delimitados por lineamientos de dirección NO-SE y NNE-SSO a NE-SO en el norte y nordeste de Colombia y en el noroccidente de Venezuela.- GEOLOGÍA COLOMBIANA, 32, pp. 3-20, 7 Figs., Bogotá.

RESUMEN

Varias zonas de debilidad del basamento, que involucran corteza continental y oceánica, se expresan en superficie como lineamientos de rumbos NNE-SSO a NE-SO y NO-SE definen un modelo de bloques en el Norte de Colombia y en el Noroeste de Venezuela. Tal modelo puede, sin duda, proyectarse al resto de Colombia. La disposición sistemática de tales lineamientos de gran longitud (más de 1.000 Km), son fracturas muy antiguas con raíces profundas que se intersectan a ángulos cercanos a 90°, han tenido desarrollo prolongado en el área y han gobernado la evolución estructural y estratigráfica de manera que se observan grandes variaciones de facies y espesores en la secuencia terciaria a lo largo de las direcciones regionales NNE-SSO y NO-SE como también verticalmente. La correlación de los lineamientos NO-SE y NNE-SSO con datos de gravimetría, confirma la presencia de bloques levantados, hundidos y probablemente basculados.

La curvatura forzada que la Falla Romeral, de dirección N-S en todo el Occidente del país, hace al pasar a dirección NNE-SSO en las llanuras del Caribe, y la falta de evidencia estructural, estratigráfica y de sismicidad que sostenga que la falla en este último sector se comporta como la zona de subducción de la Placa Caribe bajo la Placa Suramericana, tal como se postula, permite pensar que la separación entre las cordilleras Central y Occidental corresponde a la prolongación septentrional de la Falla Romeral hasta alcanzar el litoral Caribe en el Golfo de Morrosquillo y por tanto, la Serranía de San Jacinto no debería considerarse como la extensión de la Cordillera Occidental. En consecuencia, se propone que el nuevo nombre para la hasta ahora conocida Falla Romeral, en la zona Caribe, sea el de Lineamiento Sincelejo y que el frente de subducción de la Placa Caribe probablemente se encuentre mar adentro del litoral Caribe.

Palabras Clave: *Tectónica de Bloques, Lineamientos, Límite entre las cordilleras Central y Occidental, Lineamiento Sincelejo.*

ABSTRACT

Several weak zones of the basement of continental and oceanic crust are expressed in surface as lineaments with NNE-SSW to NE-SW and NW-SE directions which define a model of blocks in the North of Colombia and in the Northwest of Venezuela. This model can undoubtedly be projected to the rest of Colombia. The systematic location of these long lengthed lineaments (over 1,000 Km), correspond to very old almost orthogonal fractures with deep roots that have had a prolonged development in the area have governed the structural and stratigraphical evolution of its related basins exhibiting strong thickness and facies variation in the Tertiary sequences along the NNE-SSW and NW-SE regional directions and also vertically. The correlation of the lineaments NW-SE and NNE-SSW with gravimetric data confirms the presence of up, down and probably tilted blocks.

The N-S trending Romeral Fault, mostly developed in the Western part of the country markedly switch to NNE-SSW direction in the Caribbean plains were the existing structural, stratigraphical

and seismic data are not enough evidences to support that the fault in this last sector behaves like the subduction zone of the Caribbean Plate beneath the South American Plate as it has been postulated. Conversely, this paper propose that the separation between the Central and Western mountain ranges corresponds to the N-S extension of the Romeral Fault into the Caribbean litoral in the South of the Morrosquillo Gulf and, therefore, the Serranía de San Jacinto can not be considered the Western Range extension. Additionally, it is proposed here to substitute the name of Romeral Fault, in the Caribbean zone, for the Sincelejo Lineament, and that the subduction front of the Caribbean Plate should be relocated offshore of the Caribbean litoral.

Key words: Tectonic blocks, lineaments, Central and Western Ranges limit, Sincelejo lineament.

INTRODUCCION

UJUETA (1991,1992 y 1993 a y b) ha descrito 11 lineamientos de dirección Noroeste-Sureste en la Cordillera Oriental de Colombia, en el sector comprendido entre Girardot y Cúcuta, y 4 en los Andes de Venezuela (Fig. 1). De estos lineamientos, los lineamientos Río Ariari, Bogotá y Gachalá han sido extendidos hacia el NO hasta la Costa Pacífica y a Panamá (UJUETA 2001) y los lineamientos Labateca y Depresión de Cúcuta o Táchira se continúan hacia la costa Caribe en los lineamientos de Loba y Mompós respectivamente (UJUETA 2004: 103) y los restantes lineamientos a saber: Muzo, Tunja, Paipa, Cravo Sur, Sogamoso y Berlín se siguieron unos, desde la Cuenca de los Llanos Orientales de Colombia hasta el Río Magdalena, otros hasta la Falla de Bucaramanga y aún otros desde la Cuenca de Barinas-Apure hasta la Serranía de Perijá y hasta la Falla de Oca. Sin embargo, tales lineamientos no terminan en los límites antes señalados, sino que cruzan y se extienden ya sea al NO como al SE.

La extensión de los lineamientos NO-SE hacia el Sureste parece no tener allí expresión significativa ya que están aparentemente ocultos bajo el extenso y grueso aluvión de los Llanos Orientales y de los Llanos de Barinas-Apure. Es así como la traza de tales lineamientos en las cuencas correspondientes hasta el borde del Escudo de Guayana, no es fácil de reconocer, hasta ahora no se han hecho estudios sistemáticos para tratar de encontrar sus trazas. Existen, sin embargo, varios ejemplos de la propagación de fracturas hacia superficie a través de grandes espesores de material de cubierta (UJUETA 1982, 1991 y 1993b) que en este caso cubren una cuenca geológica simple consistente en una cuña de rocas meso-cenozoicas sobre el basamento paleozoico y precámbrico. Es así como, sobre los Llanos Orientales y en los Llanos de Barinas-Apure, los lineamientos se hacen presentes como anomalías geomorfológicas que se expresan principalmente como alineamientos de cursos individuales de corrientes, como divisorias rectilíneas de aguas, como alineamientos de lagos y como cambios bruscos de dirección de tramos de corrientes individuales, tal como sucede sobre los Ríos Ariari, Humea, Upia, Cravo Sur, Meta, Portuguesa y Cojedes. Iguales consideraciones se han hecho en las zonas bajas de la costa Caribe.

Con los lineamientos Muzo, Tunja, Paipa, Cravo Sur, Sogamoso y Berlín (Fig. 1) se pretende establecer en este trabajo, la correspondencia más precisa posible y hacer la conexión entre ellos y lineamientos bien conocidos (q.v.) en la costa atlántica. La conexión a través de áreas con poca información parece especulativa pero sin embargo, la inspección detallada del drenaje, de la topografía y de la geología permiten ver características que podrían sugerir la conexión. Muchos de los numerosos nombres geográficos y de sitios que se utilizan en este trabajo aparecen en las figuras 2 y 5.

La falta de jerarquización en la literatura geológica colombiana de las fracturas que acusan desplazamiento ha permitido la denominación generalizada de fallas, sin que hasta ahora se haya intentado hacer distinción alguna entre ellas. El término "lineamiento" tal como se utiliza en este trabajo y ha sido utilizado en trabajos anteriores (UJUETA 1991,1992, 1993a, 1993b, 2001, 2003 y 2004) se define como un elemento tectónico de orden planetario, de gran longitud (se mide en miles de Kms), que penetra hasta el manto superior y cuya edad fluctúa entre 2.500 y 3.000 m.a.. Así un lineamiento es una estructura primaria que puede estar integrada, a lo largo de su traza, por varias características geomorfológicas o estructurales, de tal manera que algunas de las fallas bien conocidas en el país puedan formar parte de los lineamientos. Para comenzar a evitar ambigüedad y confusión se hace necesario iniciar la clasificación de las fracturas conocidas.

LINEAMIENTOS DE DIRECCIÓN NNE-SSO

Lineamiento Colombia

El Lineamiento Colombia (Fig.1) así llamado por DUQUE-CARO (1980:24) es considerado el límite NO del Cinturón del Sinú. Es el lineamiento de dirección NNE-SSO más noroccidental de todos los lineamientos conocidos de esa dirección en el país. PAGE (1986:121) considera que se trata de una falla de cabalgamiento de dirección N25°E que se extiende por 500 km desde el Golfo de Urabá hasta cerca de la Sierra Nevada de Santa Marta. El lineamiento tiene expresión topográfica submarina y coincide con el cambio batimétrico entre el talud de la plataforma y la llanura abisal (DUQUE-CARO 1980:24).

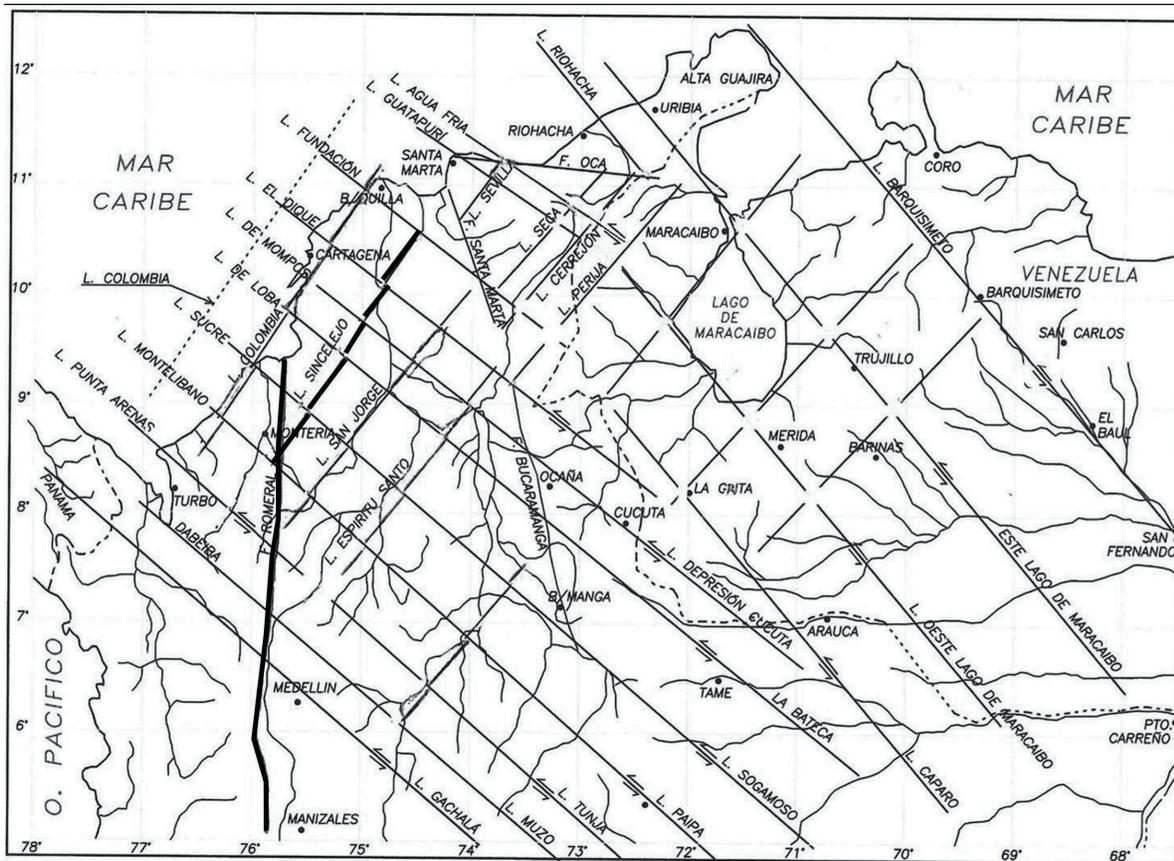


Fig. 1. Lineamientos de dirección NNE-SSO y NO-SE en el centro y norte de Colombia y en el occidente de Venezuela. Las líneas gruesas destacan la nueva traza propuesta para la Falla de Romeral y la fractura que reemplaza a esta última en la zona Caribe. La L significa lineamiento.

Lineamiento del Sinú

DUQUE-CARO (1980:24), CAMARGO (1995:223), GUZMAN (1995:57), REYES & CAMARGO (1995:213) y REYES & CLAVIJO (1996:35) describen al Lineamiento del Sinú como una estructura extensa, de dirección NNE-SSO que en la región suroccidental controla el Río San Diego y el Caño El Engaño hasta su confluencia en el Río Sinú (Fig. 2), luego se interna en el mar al Occidente del Golfo de Morrosquillo y vuelve a presentarse en el continente al Este de Cartagena para luego volver al mar a la altura de Galerazamba. Se ha considerado que su gran importancia estriba en que separa dos zonas con estilos estructurales diferentes denominados cinturones del Sinú y de San Jacinto. Hasta ahora se ha creído que el diapirismo de lodo conocido en el área sólo está circunscrito al Cinturón del Sinú, sin embargo, también existen diapiros de shale en el Cinturón de San Jacinto tal como aparece en volcanes de lodo de la Ciénaga de Momil en los alrededores de San Sebastián, al E de Momil y también hay evidencia geológica de la presencia de diapiros de arcilla en la Depresión de Plato. Mientras que DUQUE-CARO (1978: 339) señala que el vul-

canismo y plutonismo de lodo son el factor que controla la estructura en el Cinturón del Sinú, CAMARGO (1995: 222) asocia el vulcanismo de lodo con fallas, especialmente en el bloque colgante de fallas inversas. Sin embargo, en muchos casos el vulcanismo de lodo es fuerte indicador de fallas normales cuya existencia reconoce DUQUE-CARO (1978: 335). El Lineamiento Sinú se considera ahora un cabalgamiento con vergencia al Oeste. Entre este lineamiento y el Lineamiento Romeral (?) o Sincelejo, que se describe enseguida, está comprendido el Cinturón de San Jacinto.

Lineamiento Sincelejo (nom. nov.) (Antigua Falla Romeral)

DUQUE-CARO (1980), CAMARGO (1995), GUZMAN (1995), REYES & CAMARGO (1995) y REYES & CLAVIJO (1996: 35) reconocen al Lineamiento Romeral desde Planeta Rica al Sur, hasta el Este de Barranquilla al Norte. El rumbo de este rasgo es constante a partir y hacia el NE de la población de Sincelejo desde donde se mantiene con dirección N20°E. El lineamiento se expresa superficialmente por el

control que ejerce sobre algunos arroyos, por la presencia de algunas fallas de igual dirección a lo largo de su traza, por establecer el límite neto entre la Serranía de San Jacinto y la parte plana al Este y por el control en dirección NNE-SSO sobre un segmento importante de 52 Km del Río Magdalena entre Barranca Vieja y Salamina (Fig. 2) (IGAC, 1976). DUQUE-CARO (1980: 23), igual que MOODY (1973: Fig.7), le asignan a este accidente, rango estructural mayor que el de una simple falla de cobertera y lo relacionan directamente a fallamiento de basamento. Se considera que al Este del Lineamiento Romeral está situada la Cuenca del Bajo Magdalena y al Oeste la Cuenca del Sinú y el Cinturón de San Jacinto. Entre las características que se han utilizado para certificar la importancia de este lineamiento está la ocurrencia de sedimentos pelágicos y turbiditas del Cretáceo tardío-Eoceno Medio en la Serranía de San Jacinto y su ausencia sobre la plataforma, situada al E de la supuesta Falla (lineamiento) Romeral. Sin embargo, también existen turbiditas en la Subcuenca de Plato (DUQUE-CARO 1978: Fig.5), BAQUERO-SANTA (1995: 231, Fig.2) las reconoce mediante el estudio de núcleos de la parte

inferior de la Formación Porquera en el Pozo Ligia-1 y MARTINEZ (1995:189) las encuentra en el abanico submarino que se reconoce en los pozos Media Luna-1 y Ligia-1 (Fig.2), tales turbiditas son de edad Mioceno Temprano medio. Esta falla (lineamiento) tiene una larga y compleja historia estructural ya que ha sido considerada como falla de compresión según REYES *et al.* (2004: Fig.15) y también como falla de rumbo (IRVING 1971:62, MONSALVE & MORA, 2005: Fig.1).

El Lineamiento Romeral, en la zona caribe según DUQUE-CARO (1980:7), TOTO & KELLOGG (1992: 211), LUNA *et al.* (1995:165), LAVERDE (2000: 394, Fig. 3) y otros geólogos, separan la corteza oceánica de la corteza continental; en consecuencia muchos autores (DUQUE-CARO 1980: Fig. 8, TOTO & KELLOGG 1972: Fig. 4, REYES *et al.* 2004: 20) dejan claramente establecida la presencia de la corteza oceánica en las columnas estratigráficas o secciones transversales que presentan en sus trabajos, sin que hasta ahora se tenga evidencia contundente alguna que confirme tal hecho. Otros geólogos, entre ellos FINCH *et al.* (2000: 220) apenas señalan que la sección tipo para tal corteza oceánica está expuesta al Oeste y Sur de Urabá y en Panamá y aún otros geólogos como GUZMAN (1995: 58), solo encuentran en la base de la secuencia sedimentaria del Cretáceo Superior basaltos intruídos como silos y grauwacas con fragmentos de basaltos. Además, esta característica estructural que se ha asimilado a una zona de subducción no muestra actividad sísmica significativa, por ejemplo, MONSALVE & MORA (2005: Fig.3) muestran en el Mapa Sísmico de Colombia (actualizado hasta Diciembre de 1994) la casi completa ausencia de sismos sobre la supuesta Falla (lineamiento) Romeral, en la costa Caribe. Por otra parte la secuencia de sedimentos pelágicos y turbiditas depositada entre el Oligoceno y el Plioceno en el Cinturón del Sinú es muy semejante a la secuencia de rocas pelágicas y turbiditas suprayacentes del Cretáceo tardío al Eoceno Medio depositada en el Cinturón de San Jacinto. Tales secuencias están segmentadas por numerosas fallas inversas y de cabalgamiento de

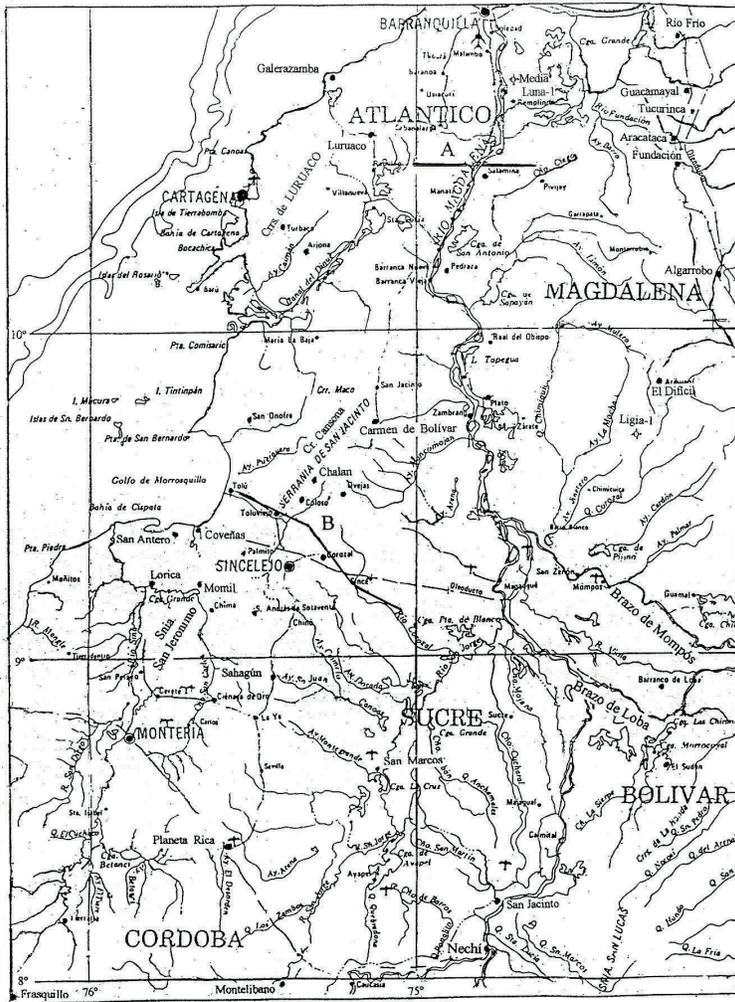


Fig. 2. Mapa de ubicación de lugares que se mencionan en el texto.

Fig. 2. Mapa de ubicación de lugares citados. Las letras A y B indican la localización de los perfiles sísmicos JM-10-75 y LMV-92-01.

rumbo preferencial NNE-SSO paralelo a la dirección de los dos cinturones. Tal arreglo no puede confundirse con los prismas de acreción que han sido postulados, en los dos cinturones, por numerosos geólogos, entre ellos TOTO & KELLOGG (1991) y LAVERDE (2000).

En este trabajo se presentan dos perfiles sísmicos, cuya publicación fue autorizada por ECOPEPETROL, que pasan a través de la supuesta Falla (lineamiento) Romeral. El perfil JM-10-75 (Fig. 3) cuya localización se muestra en A de la figura 2, orientado en dirección O-E, muestra en el Oriente al basamento Paleozoico o ígneo casi horizontal y la secuencia terciaria (Oligoceno?) superpuesta sin ninguna complicación tectónica; las líneas interrumpidas señalan la posición de las discordancias que afectan a la secuencia terciaria. La franja central del perfil donde no hay respuesta sísmica alguna corresponde con el Río Magdalena que aquí está controlado por el lineamiento. Al Occidente del perfil después de la franja citada, el único accidente digno de mencionarse es una falla normal de muy poco desplazamiento, allí igualmente aparece el basamento y la secuencia terciaria sin mayor complicación tectónica. El perfil LMV-92-101 (Fig. 4),

identificado con la letra B en la figura 2 y cuya traza tiene dirección NO-SE, muestra al basamento con inclinación de 20° hacia el SE y afectado por gran número de fallas pequeñas hasta el Lineamiento Romeral, se trata de una fractura inversa de ángulo alto cerca de la superficie con poco desplazamiento. Sobre el basamento inclinado se acomoda la secuencia terciaria, en donde se destacan, en líneas interrumpidas, las diferentes discordancias del Terciario en la zona. Hacia el NO del lineamiento el basamento muestra algún relieve producido por varias fallas de inclinación general hacia el SE y, también allí, la secuencia terciaria se acomoda al relieve irregular del basamento. En ninguna de las dos secciones sísmicas (Figs. 3 y 4) los reflectores existentes dan siquiera la más leve idea de estructuras propias de zonas de subducción.

El estilo tectónico de la Serranía de San Jacinto muestra fallamiento dominante y plegamiento subordinado (Mapas Geológicos de GEOTEC e INGEOMINAS, 1988). El abundante fallamiento, muy notorio, de dirección NNE-SSO con poco espaciamiento entre las fallas, con planos de falla aproximadamente verticales, algunas de ellas clasificadas como fallas inversas y otras pocas como fallas de cabal-

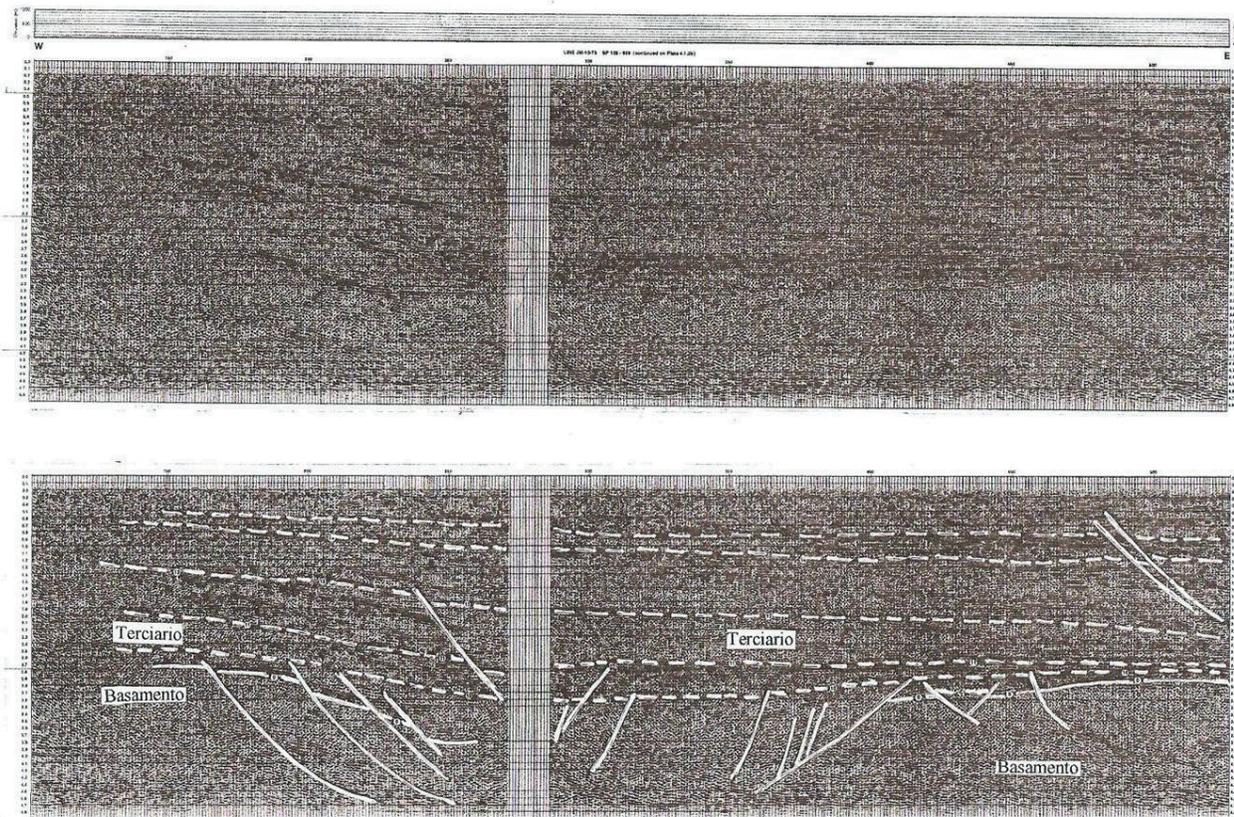


Fig. 3. Línea sísmica JM-10-75, atraviesa la Falla de Sincelejo (antigua Falla de Romeral en la Costa Caribe). La línea continua indica el basamento. Las líneas discontinuas indican discordancias. La letra A en la figura 2 indica la localización del perfil. La interpretación es de Geotec - Robertson. (Atlas Sísmico de Colombia).

gamiento no alcanzan a constituir la zona de imbricación tectónica característica de zonas de subducción. Tampoco la presencia de diabasas las cuales se presentan como apófisis y diques en el nivel más bajo del Cretáceo Superior compuesto por lutitas fisiles (shales), cherts negros y lodolitas verdes al E de Lórica y al SE de Montería (Mapa Geológico de INGEOMINAS 1988) o de algunas brechas volcánicas que afloran en el Cerro de Cansona, no son las clásicas asociaciones de zonas de subducción como serían, de acuerdo a su definición, los complejos ofiolíticos o los melanges.

La Cordillera Occidental en su prolongación a la costa Caribe queda cubierta por depósitos Cenozoicos de manera que al Nordeste de Montería no se distingue ya como cadena montañosa (Mapa de Relieve de Colombia, IGAC, Escala 1: 3.000.000, 1995). Así que de acuerdo a las consideraciones anteriores es muy difícil pensar que la Serranía de San Jacinto sea la prolongación hacia el NNE de la Cordillera Occidental como lo interpretan muchos geólogos (DUQUE-CARO 1978: 329, 1980; Mapa Geológico de Colombia, INGEOMINAS 2006), entre otros, sino que la Cordillera Occidental quedaría limitada y ubicada hacia el Occidente de la prolongación en dirección N-S de

la Falla (lineamiento) Romeral hasta alcanzar el litoral Caribe al Sur del Golfo de Morrosquillo (Fig.1). La traza de la Falla (lineamiento) Romeral pasaría al Este de los afloramientos de lavas basálticas y serpentinitas que aparecen en colinas aisladas al Sur de Planeta Rica y a las rocas verdes diabásicas que intruyen al SE de Montería, en el Cerro San Carlos, y al Este de Lórica los cherts negros de la unidad estratigráfica más antigua (Cretáceo Superior). En forma general la Falla Romeral controlaría el Río Sinú de dirección N-S, entre Montería y Lórica, para alcanzar el Golfo de Morrosquillo a la altura de San Antero (Fig. 2). De igual forma, la que hasta ahora se conoce como la Falla de Romeral del occidente colombiano. Tal situación ayudaría a explicar el cambio forzado de rumbo a que se ha sometido a la supuesta Falla (lineamiento) Romeral de dirección N-S en el Occidente del país, a dirección NNE-SSO en la Costa Caribe como se observa en todos los mapas geológicos de Colombia. De manera que se propone como nuevo nombre para la Falla (lineamiento) Romeral, en la Costa Caribe, el de Lineamiento Sincelejo, característica esta última que coincide con el borde de la Serranía de San Jacinto entre Sincelejo y el Río Magdale-

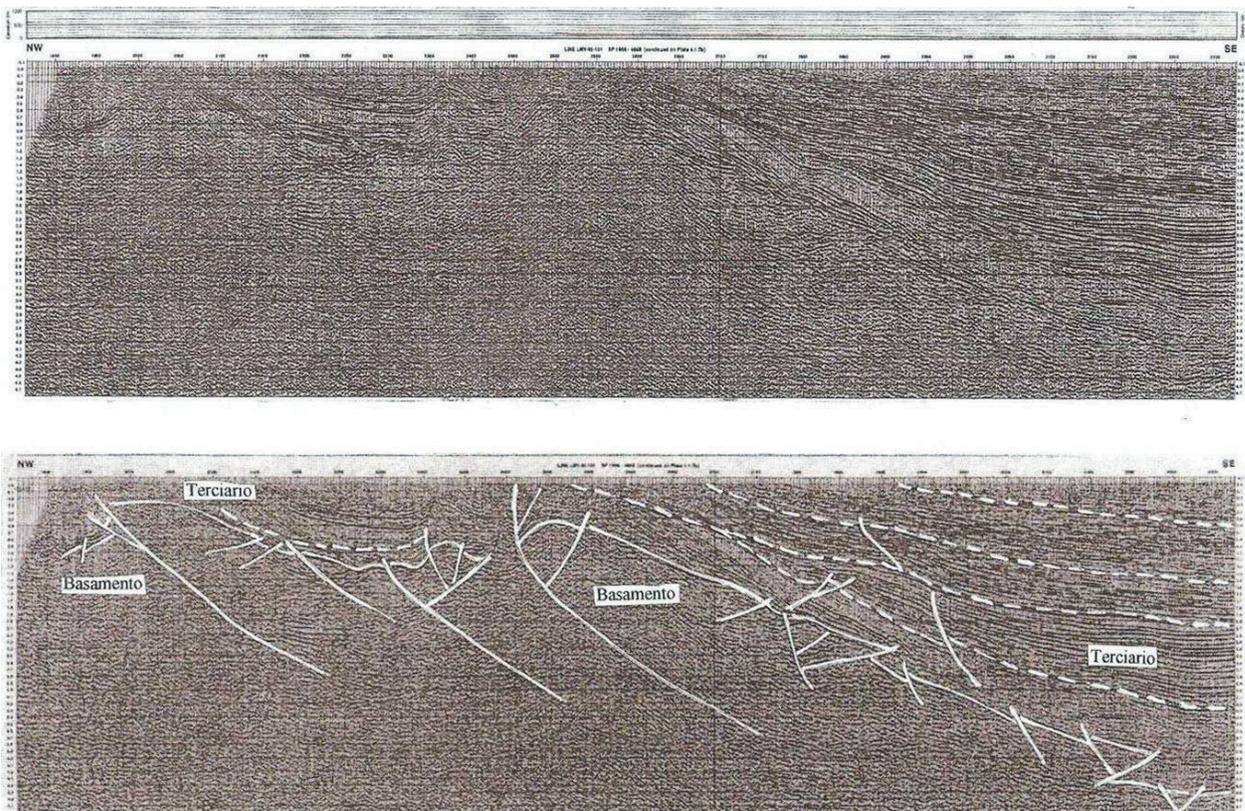


Fig. 4. Línea sísmica LMV-92-101, atraviesa la Falla de Sincelejo (antigua Falla de Romeral en la Costa Caribe). La línea continua indica el basamento. Las líneas discontinuas indican discordancias. La letra B en la figura 2 indica la localización del perfil. La interpretación es de Geotec - Robertson.

na de acuerdo al Mapa Geológico de Colombia de GEOTEC (1988). El nombre de Falla (lineamiento) Sincelejo ya fue utilizado por PAGE (1986:119, Plate 1) para describir una fractura que según el autor formaba parte de la zona de falla de la Falla Romeral.

En Chalán (Fig. 2), sobre la Serranía de San Jacinto, suprayaciendo la unidad más antigua, el Complejo de Chalán según DUQUE-CARO (1968: 73, Fig.1) o Formación Cansona de algunos otros autores (LUNA *et al.* 1995: 23, GUZMAN 1995: 58, REYES & CAMARGO 1995: 213), aparece una secuencia de turbiditas, de intercalaciones delgadas de areniscas y lutitas fisiles con areniscas de varios tamaños de grano hasta conglomerados polimícticos con clastos hasta de 5m la dimensión mayor (Conglomerado de Maco). Estos sedimentos constan de clastos bien redondeados y mal seleccionados que corresponden a las facies distales, medias e internas de grandes abanicos submarinos presentes en el área. La característica distintiva es la presencia de abundantes clastos de chert negro junto con clastos de rocas ígneas intrusivas (granodioritas, dioritas), extrusivos básicos a intermedios (diabasas, basaltos) y esporádicas rocas metamórficas (esquistos micáceos) provenientes tanto de las rocas cretáceas, entonces levantadas igual que las rocas de la corteza continental. Este nivel que puede ser de edad Paleoceno-Eoceno Medio presenta aportes provenientes tanto de las rocas cretáceas como de la corteza continental indicando que la actividad de la estructura, Lineamiento Sincelejo, favoreció la progradación de los sistemas deposicionales hacia las zonas deprimidas del paisaje con desarrollo de secuencias finas típicas de mayor subsidencia hacia el Occidente como sucede con las turbiditas que actualmente se encuentran en María La Baja y San Antero (Fig. 2). Otro abanico submarino, igual al que se acaba de citar, está ubicado en el Bloque de Luruaco donde se reconocen el conglomerado de Pendales como la cabeza del abanico hasta las turbiditas que forman la parte distal del abanico que se presentan hacia el Occidente. Es importante anotar que no sólo a lo largo del Lineamiento Sincelejo se presentan varios abanicos submarinos sino que también están ligados, en diferentes épocas, a otros lineamientos de los que se describen en este trabajo.

Lineamiento San Jorge

El Lineamiento San Jorge de dirección N 40° E tiene longitud aproximada de 250 Km. Según DUQUE-CARO (1980: 13) es una estructura que está controlada por el basamento. Page (1986:118) para el sector del Río San Jorge próximo a su desembocadura en el Río Magdalena le da el nombre de Falla Ayapel y considera que es una falla normal con buzamiento al SE. En superficie el Lineamiento San Jorge se expresa en el cambio brusco de dirección NO-SE a NE-SO que el Río Magdalena presenta a la altura de la población de Magangué y en el control que hacia el SO ejerce sobre el Río San Jorge hasta la población de San Marcos (Fig. 2). En el sector de Magangué-San Marcos, este lineamiento hace límite neto entre

sedimentos terciarios al NO y abanicos aluviales cuaternarios hacia el SE como lo señala el Mapa Geológico de GEOTEC (1988). En el subsuelo desde la intercepción con el Lineamiento Mompós (q.v.), hacia el NE hasta la Sierra Nevada de Santa Marta, forma el límite SE de la Depresión de Plato (DUQUE-CARO 1980: Fig. 4).

Lineamiento Espíritu Santo

La conocida Falla (lineamiento) Espíritu Santo de dirección Nordeste (Fig.1), constituye prácticamente el límite NO entre la Cordillera Central y el área plana de la región del Cauca Inferior que se extiende hasta la población de El Banco según ESTRADA (1972: 12). Otros geólogos (ETAYO *et al.*, 1983) denominan a la misma falla con el nombre de Falla Murrucucú. En los Mapas geológicos de GEOTEC (1988) e INGEOMINAS (1988) es muy claro, por 200 km desde El Banco hasta la población de Cáceres, el límite entre la Cordillera Central que hunde abruptamente hacia el NO y abanicos aluviales cuaternarios presentes entre el Río Cauca y el Río San Jorge. Según PAGE (1986: 86) la Falla (lineamiento) Espíritu Santo se extiende por otros 150 Km desde la población de Cáceres hasta Sabanalarga cerca de Liborina (10 Km al Norte de Santa Fé de Antioquia). En ese tramo la falla presenta varios alineamientos rectos de ríos mayores incluido el Río Espíritu Santo y para este último sector, Page considera que se trata de una fractura inversa con buzamiento al SE.

Lineamiento Sevilla

El Lineamiento Sevilla, situado sobre la Sierra Nevada de Santa Marta, es una discontinuidad estructural importante que separa las provincias geotectónicas de Sevilla y Sierra Nevada de Santa Marta según TSCHANZ *et al.* (1974:282), estos autores la cartografían como una falla inversa con vergencia al Occidente. RADELLI (1962) en el Esquema Geológico-Petrográfico del Macizo de Santa Marta dibuja una falla de dirección NE-SO que arranca desde aproximadamente la población de Guacamayal y se dirige con el rumbo anotado hacia el Mar Caribe; coincide aproximadamente con el Lineamiento Sevilla, y traslada hacia el Nordeste el bloque Norte del Macizo de Santa Marta, es decir, el sector de Guacamayal-Ciénaga-Santa Marta, a la vez que desplaza en sentido nordeste la Falla de Santa Marta a la altura de Guacamayal.

Lineamiento Cesar

La Sierra Nevada de Santa Marta está delimitada por fallas. La zona de fallamiento hacia los valles de los ríos Cesar y Ranchería es poco notoria ya que todo el bloque buza hacia el SE. Sin embargo, se trata de un lineamiento inferido cubierto por el cuaternario de los valles de los ríos Cesar y Ranchería que tiene dirección NNE-SSO y se supone que hace el límite neto entre la Sierra Nevada de Santa Marta y los valles del Cesar y Ranchería. TSCHANZ *et al.* (1974: 274) califican a esta característica como una geosutura tan importante como el Lineamiento Sevilla.

Lineamiento Cerrejón - Media Luna

Se trata de una característica estructural de gran importancia en la Serranía de Perijá en Colombia. La Falla de Cerrejón es un cabalgamiento de ángulo bajo, con buzamiento de 15° hacia el SE. De acuerdo con KELLOGG (1981: 109) la traza de la falla de cabalgamiento de Cerrejón es de mayor longitud hacia el SSO que lo que aparece en los mapas geológicos y probablemente tiene continuación en la Falla Manauare de dirección N-S, mientras que al NE queda cortada por la Falla de Oca. El Lineamiento Cerrejón es el límite Este de la Cuenca del Ranchería. Hacia el SO de la intersección entre las dos fallas anteriores y según KELLOGG (1981: Fig.1) comienza la Falla Media Luna, de dirección NNE-SSO, que se extiende hacia el SSO sobre la parte plana del Valle del Cesar donde está cubierta por depósitos cuaternarios. Esta última falla fue determinada en base a información de pozos para petróleo e interpretación de registros geoelectrónicos. La Falla Media Luna y la Falla San Diego-Cuatrovientos también de dirección NNE-SSO situada al Norte y paralela a la anterior levantan un bloque que expone en superficie a la Formación La Quinta (ARIAS & MORALES 2003: 53).

Lineamiento Perijá-Arenas Blancas

El Lineamiento Perijá de dirección general N35°E, es una característica muy clara sobre los mapas geológicos publicados y sobre los Mapas Topográficos del IGAC (1976). La cadena montañosa de Perijá presenta una depresión llamada por MILLER (1960: 688) desgarradura de Perijá que fue producida por el lineamiento del mismo nombre, situada en la cabecera del Río Tucuco. Al sur de la depresión está la Sierra de Los Motilones y al Norte de la desgarradura de Perijá la sierra está afectada por una concentración de fallas paralelas de dirección general NN-SSO. PAGE (1986: 77) considera que la traza recta del Lineamiento Perijá sugiere buzamiento aproximadamente vertical y MILLER (1960) lo traza siguiendo la serie de fallas paralelas antes mencionadas, de dirección NNE-SSO, que atraviesan la Serranía de Perijá desde el Río Palmar en el NNE hasta el Río Tocuy en Colombia, en el SSO. Allí el Lineamiento Perijá según MILLER (1960), termina en la Falla Arenas Blancas, de dirección NE-E. Pero PAGE (1986: Fig. 75) muestra como el Lineamiento Perijá es desplazado hacia el Occidente por la Falla de Arenas Blancas y continúa entre el Este de la Jagua de Ibirico y Curumaní como la posible extensión hacia el SO de el Lineamiento Perijá. KELLOGG (1981: 109) considera que la Falla (lineamiento) Perijá no termina en la Falla Arenas Blancas sino que por el contrario afirma que aquel continúa hacia el SO hacia la Falla de Santa Marta (Falla de Bucaramanga según UJUETA 2003). Por otra parte, ARIAS & MORALES (2003: 52) creen que alguna rama de la Falla Arenas Blancas sigue el borde montañoso de la Serranía de Perijá, en el sector de la Jagua de Ibirico a Curumaní, hasta terminar contra la Falla de Bucaramanga, y aún llegan a considerar que el Lineamiento Perijá y la Falla Arenas Blancas pudieran ser la misma fractura. El sector entre el E de la

Jagua de Ibirico y Curumaní, que es el borde de la Cordillera Oriental, está afectado por una fractura que según la AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS (2005) se trata de un cabalgamiento con vergencia al Noroeste que parece terminar a la altura de la Falla de Bucaramanga.

LINEAMIENTOS DE DIRECCIÓN NO-S

Se agregan en este trabajo otras fracturas de rumbo, casi todas sinistrolaterales, de dirección NO-SE, de la misma categoría que los lineamientos ya conocidos de esa dirección pero ahora localizados en el extremo SO de la costa Caribe (zona de Urabá), en la Sierra Nevada de Santa Marta, en el Valle del Cesar-Ranchería, en la Sierra de Perijá y en la Guajira. Estas son: Falla (lineamiento) Dabeiba, Lineamiento Punta Arenas y Falla (lineamiento) Montelibano en la zona de Urabá; Lineamiento Fundación, Lineamiento Guatapurí y Lineamiento Agua Fría en la Sierra Nevada de Santa Marta y en la Serranía de Perijá y Lineamiento Rihacha en la Guajira (Fig. 1). Además de los lineamientos anteriores hay que agregar la prolongación hacia el NO de los lineamientos Este del Lago de Maracaibo, Oeste del Lago de Maracaibo y Caparo descritos por UJUETA (1993b). Como es notorio en la Fig. 1, la dirección de estas últimas prolongaciones no concuerdan con la dirección de los lineamientos descritos hasta ahora, sino que muestran rotación aproximada de 15° en el sentido de las manecillas del reloj. REYES *et al.* (2004: 29) explican que localmente, durante el Oligoceno-Mioceno Inferior, la rotación del Bloque del Macizo de Santa Marta es la respuesta al movimiento de la Placa del Caribe sobre las fallas de Bucaramanga (Santa Marta-Bucaramanga), Romeral y Palestina a las cuales supuestamente imprime esfuerzos de cizalla. La llamada Falla de Santa Marta-Bucaramanga no es una sola falla sino que son dos fallas diferentes (UJUETA, 2003) y ninguna presenta evidencias de deformación por cizalla. Regionalmente no se tiene hasta ahora explicación alguna sobre la rotación del bloque de Santa Marta.

Lineamiento de Dabeiba

El Lineamiento de Dabeiba es una fractura de rumbo de dirección NO-SE y desplazamiento lateral derecho (Fig.1), que ETAYO *et al.* (1986:85) utilizan como límite suroriental del Terreno Buriticá. La Falla (lineamiento) de Dabeiba parece ser la continuación del Lineamiento Muzo que describe UJUETA (1991: Fig.1), sin embargo este último lineamiento es de desplazamiento lateral izquierdo. Las vulcanitas presentes en el Terreno Buriticá son balsos que allí están intercalados con sedimentitas. Este lineamiento también sirve de límite SO del Terreno Sinú, localizado según ETAYO *et al.* (1986) inmediatamente al NO del Terreno Buriticá.

Lineamiento Punta Arenas

Existe un rasgo estructural importante, sin nombre, que en este trabajo se denomina Lineamiento Punta Are-

nas, de dirección N50°O y desplazamiento lateral derecho que GEOTEC (1988) y LAVERDE (2000: Fig.2) trazan por casi 100 Km desde Punta Arenas en el Urabá antioqueño hasta cerca de Frasquillo en Córdoba (Fig. 2). Al Lineamiento Punta Arenas se le atribuye desplazamiento lateral derecho. La característica realmente importante de este lineamiento es el abrupto cambio de rumbo de las estructuras que vienen del Sur con dirección meridional a rumbo NNE-SSO en toda la provincia del Caribe. La proyección hacia el SE de este lineamiento puede coincidir con el Lineamiento Tunja (UJUETA 1993a).

Lineamiento Montelibano

Esta fractura que sirve de límite entre los Terrenos Buriticá y San Jacinto (ETAYO *et al.* 1986: 112), es una estructura de rumbo de dirección NO-SE y desplazamiento lateral izquierdo que pasa al Sur de Montería. El relleno, en esta área, se caracteriza por la presencia de vulcanitas básicas intercaladas en la parte inferior de gruesas secuencias de turbiditas y hemipelagitas del Cretáceo Superior al Eoceno Medio. Puede también constituir por el SO el límite de la Cuenca de San Jorge y podría ser parte del Lineamiento Paipa (UJUETA 1993a).

Lineamiento Sucre

El Lineamiento Sucre denominado así por DUQUE-CARO (1980: 15), de dirección N55°O, alcanza la costa Caribe entre Sincelejo y Montería y específicamente sigue la conocida Depresión de Lorica-Sahagún, involucra la Falla de Lorica de dirección NO-SE y separa los Anticlinorios o Bloques de San Jerónimo y de San Jacinto. La orientación de las estructuras localizadas al Nordeste del Lineamiento Sucre, en el Anticlinorio o Bloque de San Jacinto, cambian con respecto a las estructuras en el Anticlinorio de San Jerónimo que consta de anticlinales y sinclinales poco numerosos de dirección N-S a N10°E. Hacia el SE de la Depresión de Lorica-Sahagún el lineamiento controla el Arroyo Montegrande que llega con dirección NO-SE a la Ciénaga de La Cruz en cercanías de la población de San Marcos, luego controla el Caño San Martín hasta el cacerío San Jacinto sobre el Río Nechí. En su continuación hacia el SE controla la Quebrada San Marcos sobre la Serranía de San Lucas (Fig. 2). El lineamiento atraviesa la Serranía de San Lucas hasta llegar al Río Simití en el borde oriental de la serranía. Los bloques Norte y Sur separados por este lineamiento presentan modelos de drenaje completamente diferentes como se observa en el Mapa Topográfico, Escala 1:500.000, Plancha No.6 del IGAC (1972). Aquí empata con el Lineamiento Sogamoso que UJUETA (2004: 104) trae desde los Llanos Orientales hasta el borde oriental de la Serranía de San Lucas. El lineamiento secciona en dos partes la depresión tectónica de San Jorge.

PAGE (1986: 118) denomina a una característica estructural que hace parte del Lineamiento Sucre, como Falla Colorado, le atribuye rumbo N45°O y la extiende por 60 Km desde la Falla Espíritu Santo a la altura de Nechí hasta

la Falla de Ayapel (Falla San Jorge) y considera que se trata de una falla normal con desplazamiento hacia el NE.

Lineamiento de Loba

Fue denominada Falla de Loba en el Mapa Geológico de Colombia (Ingeominas, 1988). Previamente DUQUE-CARO (1980:15) no sólo le dió el nombre Lineamiento de Loba sino que además afirma que la fractura involucra el basamento. PAGE (1986: 118) la llama Falla Chicagua en el sector del Brazo de Loba del Río Magdalena y la considera una falla normal con buzamiento hacia SO; luego, LUNA *et al.* (1995: Fig. 5) le dan el nombre de Falla La Mojana. Este lineamiento de dirección N50°O alcanza la costa Caribe al Norte del Golfo de Morrosquillo, de allí hacia el SE divide en dos fragmentos el Bloque o Anticlinorio de San Jacinto y da lugar al cambio de dirección de las estructuras que vienen del Sureste, con dirección N10°E, a dirección N30°E; sobre el Río Magdalena es notable el control que esta estructura ejerce por 75 km sobre el Brazo de Loba, en la prolongación hacia el SE, puede tentativamente coincidir con el Lineamiento Labateca cuya traza UJUETA (1991: Fig. 1) interpreta desde los Llanos Orientales hasta el Río Magdalena en cercanías de la población de Agua Chica.

Lineamiento Mompós

El Lineamiento Mompós, denominado así por GUZMAN (1995: 57), es una anomalía geomorfológica muy llamativa (Fig. 1) de dirección general N50°O. REYES & CLAVIJO (1996: 36) le dan a ésta estructura el nombre de Falla La Rocha. El lineamiento alcanza la costa Caribe al Sur de Cartagena, donde controla la parte terminal, de dirección NO-SE, del canal del Dique hasta su desembocadura en el mar; en ésta zona presenta claros indicios de movimiento lateral izquierdo según REYES & CLAVIJO (*op. cit.*). En el sector suroriental controla al Río Magdalena a lo largo del Brazo de Mompós por aproximadamente 100 Km; en la plancha 65 "Tamalameque" ROYERO *et al.* (1998) trazan la que ellos denominan Falla Tamalameque por aproximadamente 35 Km más entre Tamalameque y Ayacucho, esta podría considerarse como la continuación del Lineamiento Mompós. Este lineamiento puede, también, tentativamente continuarse en el importante Lineamiento Depresión de Cúcuta o Táchira que UJUETA (1991: Fig. 1) proyecta desde los Llanos Orientales hasta la Falla de Bucaramanga en cercanías de la población Ayacucho.

El Lineamiento Mompós–Depresión de Cúcuta o Táchira es un límite tectónico fundamental en la Cordillera Oriental de Colombia y en los Andes de Venezuela. UJUETA (2004: 107) propone a este lineamiento como el límite entre la Cuenca del Valle Medio del Magdalena y la Cuenca del Cesar-Ranchería.

Lineamiento El Dique

Está localizado al Nororiente de Cartagena, separa los

Bloques o Anticlinorios de San Jacinto y Luruaco, tiene rumbo N55°O y desplazamiento lateral izquierdo. En el sector noroccidental controla el curso del Canal del Dique hasta la desembocadura en el Río Magdalena y, en este último es responsable del cambio abrupto en la dirección del río, que pasa de aproximadamente N-S a NO-SE por 22 Km, entre los caceríos de Real del Obispo y Pedraza.

Según REYES & CLAVIJO (1996: 36) en el Lineamiento El Dique terminan estructuras anticlinales y sinclinales con ejes de rumbo N20-°30°E y longitudes cercanas a 10 Km que rara vez son rectilíneos sino que comúnmente describen trayectorias sinuosas en forma de S abierta y de acuerdo a REYES & CAMARGO (1995) en las unidades litoestratigráficamente más jóvenes el fallamiento es escaso y difícil de

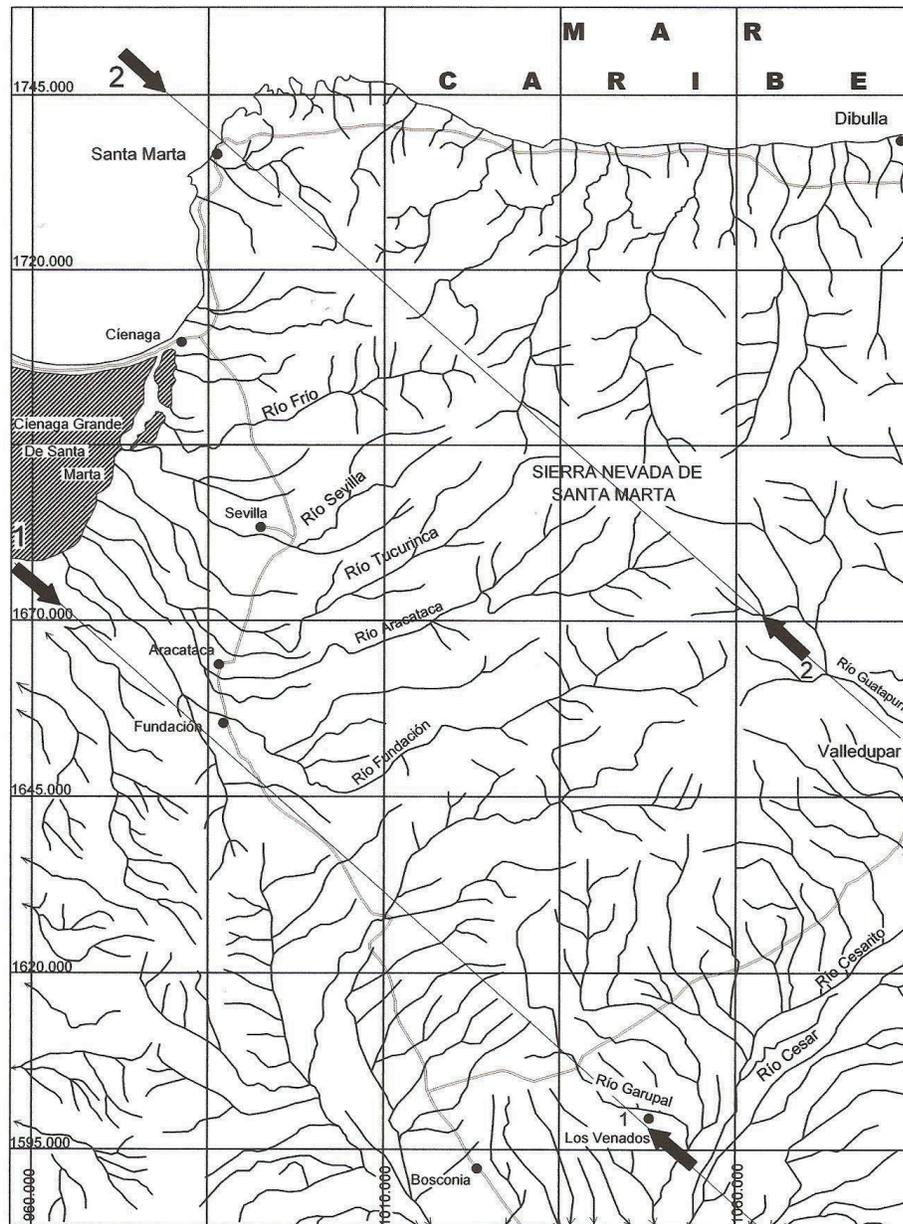


Fig 5. Mapa planimétrico con la ubicación de los lineamientos : (1) Fundación y (2) Guatapuri. Tomado del IGAC, 1972 Escala original 1:500.000

Fig. 5. Mapa planimétrico con la ubicación de los lineamientos: 1) Fundación y 2) Guatapuri. Tomado de IGAC 1972. Escala original 1:500000.

determinar y agregan que en el sector este se desarrollan pliegues amplios, simétricos y de gran longitud. Esta característica se conoce también como Falla Turbaco.

Lineamiento Fundación

Se propone el Lineamiento Fundación (Fig. 5) con el apoyo básicamente de características geomorfológicas como el control que esta estructura ejerce sobre el Río Magdalena al Sur de Barranquilla, donde puede observarse que pasa de dirección N-S a dirección NNO-SSE y luego alcanza el Mar Caribe al Occidente de Barranquilla. En su prolongación hacia el SE controla al Río Fundación en dirección NO-SE en todo el recorrido del río, sobre la parte plana del área hasta alcanzar la Falla de Santa Marta. Igual sucede al NE del lineamiento y hacia el Occidente de la Falla de Santa Marta con todos los ríos que bajan de la Sierra Nevada de Santa Marta: Fundación, Aracataca, Tucurín, Sevilla y Río Frío que drenan en la Ciénaga Grande. Continuando hacia el SE rompe el borde SO de la Sierra Nevada de Santa Marta. A este lineamiento puede integrarse la denominada Falla de Garupal por ARIAS & MORALES (2003:52) de dirección NO-SE, que ha sido reconocida en el borde SO de la sierra a partir de datos litológicos en pozos para petróleo, de investigación geoelectrónica y de sus características geológicas. El lineamiento interrumpe los afloramientos del Cretáceo presentes en ese mismo borde que solo vuelven a aparecer 105 Km al Nordeste a la altura de la población San Juan del Cesar. Los lineamientos Fundación y Agua Fría forman un bloque levantado que permite que el Cretáceo, sobre el borde sur de la Sierra Nevada de Santa Marta, haya sido completamente erodado.

Lineamiento Guatapurí

El juego de fallas de dirección NO-SE conocido en otras partes de Colombia no se muestra en la cartografía geológica existente de la Sierra Nevada de Santa Marta. Sin embargo, la revisión de esa misma cartografía y de Mapas Topográficos del Macizo de Santa Marta, en escala 1:500.000, 1976, del IGAC, pone de manifiesto la existencia de fracturas NO-SE, tal como se nota, principalmente, en el control que el Lineamiento Guatapurí ejerce por 52 Km sobre el río del mismo nombre desde el Valle del Cesar hasta su nacimiento y a partir de allí se expresa morfológicamente como una divisoria de aguas recta de dirección NO-SE que alcanza la Costa Caribe al Este de Santa Marta (Fig. 5). A partir del Río Cesar hacia el SE controla en parte el Río Manaure y luego secciona la Serranía de Perijá a la altura de la población de Machiques en Venezuela. Allí separa los nacimientos de los Ríos Apón y Negro y corta la Serranía de Perijá, que hacia el SO, gana mayor altura comparada con la altura que la sierra tiene hacia el NE.

Lineamiento Agua Fría

Los nacimientos de los ríos Cesar y Ranchería se ori-

ginan, muy cerca el uno del otro, sobre los bordes de la Sierra de Agua Fría (Fig. 1) orientada en dirección NO-SE hasta que los ríos salen de la sierra y alcanzan la parte plana. A partir de allí el Río Cesar corre en dirección SSO, opuesto al Río Ranchería que corre en dirección NNE, hasta muy cerca de la población de Cuestecitas. UJUETA & LLINAS (1990: 208) cartografiaron la Falla Capuchino de dirección NO-SE y señalan, por una parte, que el lineamiento controla buena parte de los cursos del Río Capuchino y del Arroyo Cañaverales y por otra parte, que es posible que sea responsable sobre el valle, de la altura relativa que da lugar a la divisoria de aguas entre el Río Cesar que fluye al SSO y el Río Ranchería que fluye al NNE. KELLOGG (1981: Fig. 2) en el mapa gravimétrico que presenta encuentra un bajo sobre la secuencia sedimentaria que forma el Sinclinal del Ranchería y además señala que la cuenca se extiende hacia el Sur entre las poblaciones de Villanueva y San Juan del Cesar. La presencia de un alto antiguo localizado en el área de Valledupar es evidente en diferentes líneas sísmicas e indicaría que las cuencas del Cesar y Ranchería son dos cuencas diferentes al menos desde el Terciario tardío. Hacia el SE, en Venezuela, rompe la Sierra de Perijá aproximadamente a la altura del nacimiento del Río Palmar que está orientado en dirección NO-SE. Aquí secciona de nuevo la Serranía de Perijá que hacia el NE presenta niveles topográficos más bajos que hacia el SO.

Lineamiento Riohacha

Se propone éste lineamiento en base, principalmente, al abrupto cambio de rumbo que sufre el Río Ranchería aproximadamente 12 Km al Oriente de la población de Cuestecitas. A partir de allí el Río Ranchería de dirección NNE-SSO ha sido forzado a correr en dirección NO-SE hasta alcanzar la Costa Caribe en la ciudad de Riohacha. Sobre el Mapa Físico-Político de Colombia (1976), en escala 1:1.500.000, del IGAC, el lineamiento marca, en la parte plana de la Guajira, una divisoria de aguas recta, de dirección NO-SE, que pasa de occidente a oriente por los caseríos Parma, Potosí y Carraipía hasta llegar al Alto del Cedro en la frontera colombo-venezolana donde justamente termina la Serranía de Perijá. En su continuación hacia el SE y antes de alcanzar el Lago de Maracaibo esta característica estructural establece una barrera que obliga al Río Limón a correr en dirección aproximada NO-SE.

Perpendicularmente a la dirección de los Andes de Venezuela se identificaron los siguientes elementos estructurales de carácter regional que entran a Colombia y llegan hasta la Sierra de Perijá y también cerca de la frontera entre Colombia y Venezuela en la Guajira: Lineamiento Caparo, Lineamiento Oeste del Lago de Maracaibo, Lineamiento Este del Lago de Maracaibo y Lineamiento Barquisimeto (Fig. 1) que fueron descritos por UJUETA (1993b). La dirección de estos últimos lineamientos muestra rotación en el sentido de las manecillas del reloj de aproximadamente 15° con la respecto a todos los lineamientos hasta ahora descritos (Fig. 1).

nía del Perijá controla al Río Apón hasta su confluencia con el Río Cogollo y luego sobre este último, hasta su nacimiento.

Lineamiento Este del Lago de Maracaibo

El Lineamiento Este del Lago de Maracaibo establece el límite entre la Cuenca de Maracaibo y la Cuenca de Falcón al Este. Desde Maracaibo hasta la población de San Rafael y posiblemente hasta la intersección con la Falla de Oca, el borde occidental de la Bahía del Tablazo está orientada en dirección NO-SE y desde allí la prolongación del lineamiento hacia el NO pasa por el litoral del Golfo de Venezuela perfectamente alineado en la dirección del lineamiento y luego, en Colombia, constituye límite neto entre la Alta Guajira, donde aflora el Escudo de Guayana y rocas sedimentarias del Cretáceo y Terciario, y la Baja Guajira al Oeste, un bloque hundido, ahora con relieve plano cubierto por el Cuaternario (Fig. 1).

TECTONICA DE BLOQUES

DUQUE-CARO (1980), REYES & CAMARGO (1995), GUZMAN (1995), LUNA *et al.* (1995), REYES & CLAVIJO (1996) y LAVERDE (2000) describen varios lineamientos de dirección NNE-SSO en el Norte y Noroccidente de Colombia que determinan tres unidades tectónicas llamadas Cinturón del Sinú, en la parte costera, Cinturón de San Jacinto en la parte central y un área relativamente estable, llamada por DUQUE-CARO (1980) de "plataforma" localizada al Sureste y que se extiende hasta las estribaciones de la Cordillera Central.

Los mismos autores describen, también, varios lineamientos verticales a sensiblemente verticales de dirección aproximada N50°O como los de El Dique, Mompós, Loba y Sucre además de los nuevos lineamientos descritos en este trabajo, que fragmentan los tres cinturones longitudinales conocidos de dirección general NNE-SSO descritos. Esas características estructurales transversales, de dirección NO-SE, han sido consideradas como lineamientos con desplazamiento lateral izquierdo, que dividen por ejemplo, el Cinturón de San Jacinto en tres bloques o anticlinorios. Bloque o Anticlinorio de Luruaco en el NE del cinturón, limitado al SO por el Lineamiento de El Dique y al NE por el Lineamiento Fundación, lineamiento nuevo propuesto en este trabajo. Bloque o Anticlinorio de San Jacinto o El Carmen, en el centro, en el que se encuentran las mayores elevaciones del cinturón, queda comprendido entre los lineamientos de El Dique al NE y Sucre al SO y Bloque o Anticlinorio de San Jerónimo o de Sincelejo en el SO, limitado al NE por el Lineamiento de Sucre y al SO por el Lineamiento Montelíbano (Fig. 1). Morfológicamente los bloques de San Jerónimo, de San Jacinto y de Luruaco, están separados entre sí por terrenos cenagosos bajos, sin conexión estructural aparente (DUQUE-CARO 1980: 16).

Las trazas de las dos direcciones NNE-SSO y NO-SE

definen un claro modelo de bloques (Fig. 6). Este modelo de bloques puede explicar el efecto producido tanto sobre la estratigrafía como sobre las características estructurales en el área considerada. La estratigrafía no es más que el resultado de la paleotopografía del basamento definida, en este caso, por zonas de debilidad (lineamientos) que individualizan cada uno de los bloques.

Aún cuando las serranías de San Jacinto y de San Jerónimo han sido consideradas como una gran estructura de tipo anticlinal en donde en la parte central afloran las rocas más antiguas (Cretáceo Superior) y hacia los bordes aparecen gruesas secuencias de rocas terciarias, realmente, la característica predominante es de fallamiento paralelo muy marcado y apretado de dirección NNE-SSO con planos de falla cercanos a la vertical de acuerdo a sus trazas y, plegamientos subordinados paralelos al plano de falla. En el caso del Cerro Cansona que alcanza el mayor relieve de todo el cinturón, las fallas de dirección NNE-SSO son más notorias; la aparición de las rocas más antiguas está posiblemente relacionada a bloques levantados generados por el fallamiento logitudinal de dirección NNE-SSO. A lo largo del cinturón de San Jacinto aparecen sectores con diferencias topográficas notables, i.e., en el área de Maco y Cansona la topografía es mucho más elevada que en el área de Lorica-Montería y en todo el resto del cinturón, de manera que podemos pensar en la configuración de bloques de diferente elevación, separados por depresiones como la de Lorica-Sahagún por donde pasa el Lineamiento Sucre-Río Sogamoso de dirección NO-SE.

Los bloques no permanecieron estáticos sino que se movieron hacia arriba o hacia abajo relativamente el uno con respecto al otro durante la sedimentación. Al parecer todas las discordancias presentes en el área (Figs. 3 y 4) se deben a sucesivos levantamientos de los bloques acompañados de los subsiguientes períodos erosivos. Es así, como por ejemplo, en la Serranía de San Jacinto hubo subsidencia durante el Cretáceo Superior con sedimentación de turbiditas y, emersión de bloques durante el Eoceno Medio con formación de plataformas de calizas marinas someras, le sigue levantamiento en el Oligoceno Inferior con la sedimentación de depósitos fluvio-deltaicos y un nuevo episodio de hundimiento en el Mioceno Inferior con depósito de sedimentos pelágicos-turbidíticos y finalmente, en el Terciario más superior, fuerte levantamiento tectónico. De esto se deduce que los lineamientos han ejercido durante el Cenozoico un fuerte control sobre la sedimentación que ha dado lugar a cambios faciales que a su vez se han reflejado en la creación de secuencias estratigráficas con nomenclaturas diferentes. Puede decirse que estos límites de facies corresponden a límites tectónicos. Guzman (1995) considera que el fallamiento de orientación NO-SE no sólo ha servido de relajamiento a los esfuerzos de compresión sino que ha permitido a la vez, la formación de subcuencas tipo graben cuyo relleno muestra un fuerte control en el desarrollo de las facies al menos desde el Eoceno.

De esta manera la intersección de lineamientos NO-SE y NNE-SSO ha permitido la formación de cuencas limitadas y controladas por tales lineamientos. Las columnas estratigráficas muestran que en la Subcuenca de Plato la profundidad del basamento alcanza los 25.000 pies (7.600 m), mientras que en la Subcuenca de San Jorge apenas llega a 17.000 pies (5.180 m) a la vez que sobre el paleoalto de Magangué que separa las dos subcuen-

cas el basamento se encuentra a 9.200 pies (2.800 m). El paleoalto de Magangué está limitado por el NE por el Lineamiento Mompós, por el SO por el Lineamiento de Loba, por el NO por el Lineamiento San Jorge y por el SE por el Lineamiento Espíritu Santo tal como lo ilustra UJUETA (2004: Fig.6). En este ejemplo queda claramente establecido el movimiento vertical diferencial de los bloques, en donde la subsidencia de las subcuencas de Plato y



Fig. 7. Mapa de Gravedad Simple de Bouguer de Colombia y áreas marinas caribes adyacentes. Tomado de KELLOG *et al.* (1987, Fig. 2c y d). Las líneas negras señalan la posición de los mismos lineamientos y fallas que aparecen en la figura 1.

de San Jorge permitió la ingesión marina con desarrollo de la sedimentación turbidítica, tal como sucede en los cinturones de San Jacinto y Sinú, y la sedimentación de areniscas, areniscas calcáreas y calizas coralinas en el paleoalto de Magangué.

La figura 7 representa el Mapa de Gravedad Bouguer Simple del Norte de Colombia y áreas marinas del Mar Caribe adyacentes tomado de KELLOGG *et al.* (1987: Figs. 2c y 2d). En esta figura se observan con claridad las fallas de Santa Marta, de Oca y de Perijá que muestran gradientes fuertes en las líneas isogalas y la gran anomalía positiva (mayor de +140 mgals) sobre la Sierra Nevada de Santa Marta que alcanza 5.800 m.s.n.m. Ese valor positivo tan alto con respecto a las cuencas adyacentes indica según KELLOGG (1987: 22) que localmente el macizo cristalino está fuera de equilibrio isostático.

Coincidiendo con las subcuencas de Plato y San Jorge existen dos depresiones con mínimos gravimétricos de -100 y -80 mgals respectivamente (Fig. 7). Las depresiones se expresan como formas cerradas limitadas por bordes orientados en direcciones NEE-SSO y NO-SE y esos bordes muestran gradientes gravimétricos relativamente fuertes que se pueden asimilar a fallas o partes de lineamientos tal como lo señalan las líneas isogalas de la figura 7. Entre los dos bloques hundidos aparece una franja relativamente alta (-40 mgals) de dirección NO-SE y tope plano que coincide con el paleoalto de Magangué. Hacia la parte oriental de la Subcuenca de Plato se reconoce una anomalía cerrada pequeña que se puede clasificar como un alto relativo (-30 mgals), también con tope plano que coincide con el Alto de El Difícil. Hacia el Occidente de la Subcuenca de San Jorge aparece un alto relativo que se conoce con el nombre de Alto de El Tablón (Fig. 6). Esos máximos y mínimos relativos indican la presencia de una cubierta sedimentaria con espesor variable sobre un basamento compuesto por bloques levantados y hundidos. Bajo esas condiciones la estructura ha tenido la oportunidad de controlar no sólo los espesores sino también los cambios de facies.

Varios bajos y altos de gravedad que se alinean en dirección NO-SE y que son paralelos entre sí están presentes en el área de la Baja y Alta Guajira, tanto en tierra como mar adentro y cuyas líneas de separación, de acuerdo a la configuración de las líneas isogalas, coinciden con los Lineamientos Barquisimeto, Este del Lago de Maracaibo y Oeste del Lago de Maracaibo (Fig. 1). El Lineamiento Barquisimeto (Fig. 1) separa la plataforma de los Monjes y la Cuenca de Chimare al Este de los altos gravimétricos de la Serranía de Cosinas y del Cabo de La Vela al Oeste; ubicados dentro de la provincia conocida como la Alta Guajira; el Lineamiento Este del Lago de Maracaibo separa la Alta Guajira de la Baja Guajira. En esta última se ubican las cuencas de Chuchupa-Ballena y la mal llamada, mar adentro, Cuenca de Ranchería.

En el litoral Caribe entre Urabá y el Sur de Cartagena

se presenta una anomalía gravimétrica positiva con valores bajos que en general corresponde con la posición de la Serranía de San Jacinto, sin que bajo tal serranía exista evidencia de corteza oceánica. Los valores gravimétricos positivos de poca magnitud que se observan (Fig. 7) podrían indicar que el manto litosférico está relativamente alto. Así mismo el vulcanismo allí presente, que no está ligado en forma clara a planos de Benioff, indicaría que su origen puede atribuirse al manto superior teniendo en cuenta que la litósfera está fracturada (Fig. 6).

Es muy importante llamar la atención sobre la existencia de un bloque de mayor dimensión pero que puede ser subdividido en bloques como los representados en la Fig. 6. Los límites de este gran bloque son: por el Este el Lineamiento Este del Lago de Maracaibo, por el Oeste el Lineamiento Mompós-Depresión de Cúcuta o Táchira y tentativamente por el SE los Andes de Mérida. Este gran bloque fue ocupado por la Cuenca de Maracaibo que hoy presenta un menor desarrollo como lo sugiere su límite NO que sólo llega hasta el piedemonte E de la Serranía de Perijá, ya que no se tiene en cuenta que las barreras establecidas ahora por la Serranía de Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta son levantamientos muy recientes. En efecto la Formación La Quinta de edad jurásica está presente en superficie y en el subsuelo ya que ha sido penetrado por pozos perforados para petróleo en el Lago de Maracaibo, aparece además en ambos flancos de la Serranía de Perijá, en la Cuenca del Cesar-Ranchería y sobre casi toda la Sierra Nevada de Santa Marta. Igual sucede con el Cretáceo del cual pasan de la actual Cuenca de Maracaibo y se preservan como retazos sobre la Serranía de Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta, ya sean sólo areniscas de la Formación Río Negro o estas y las calizas suprayacentes del Grupo Cogollo o toda la secuencia cretácea como en la Cuenca del Cesar-Ranchería. A pesar de que existe nomenclatura local para las rocas de las cuencas del Cesar y Ranchería muchos geólogos, entre ellos TRUMPY (1943), MILLER (1960) y ROJAS (1967) trasladan, basados en conceptos litoestratigráficos, la nomenclatura del Cretáceo de la Cuenca de Maracaibo a las cuencas de Cesar y del Ranchería.

Los afloramientos de rocas cretáceas de la Sierra de Perijá se ubican en el Cerro Pintado y en los Montes de Oca en los límites entre Colombia y Venezuela; en todo el borde occidental de la Serranía de Perijá, en el subsuelo y en superficie en las cuencas de Cesar y Ranchería; en el borde SO de Sierra Nevada de Santa Marta donde varios autores (CACERES *et al.* 1980: 26, ROJAS 1967) reconocen la secuencia cretácea cerca de Los Venados (Fig. 5) y al Este de San Juan del Cesar.

En el borde N de la Sierra Nevada de Santa Marta al Sur y Sureste de Dibulla (Fig.5) aparecen cartografiados en el Mapa Geológico de Colombia (INGEOMINAS 1988), varios afloramientos considerados del Cretáceo Inferior que constan de areniscas, calizas y lutitas negras en contacto discordante ya sea sobre el Precámbrico (metamorfitas

granulíticas) o sobre plutonitas ácidas del Mesozoico Inferior y sobre rocas sedimentarias del Jurásico, y aproximadamente 20 Km al Sur de la población de Camarones y 5 Km al Sur de la Falla de Oca en el Mapa Geológico de Colombia (GEOTEC 1988) está cartografiado el Cretáceo representado por areniscas, calizas y lutitas consideradas del Aptiano-Albiano en contacto discordante sobre el Jurásico (Formación La Quinta?).

Por otra parte en la porción suroriental de la Cuenca del Bajo Magdalena, cerca de la traza del Lineamiento Mompós-Depresión de Cúcuta o Táchira (Fig. 1), afloran de N a S, sedimentos del Cretáceo Inferior o Medio? pertenecientes a la Formación Río Negro según el Mapa Geológico de la Hoja E-11 (TROPICAL OIL COMPANY 1949) a 5 Km al SO de Curumaní; en el caserío de Mata de Dijin (1.500.000N y 1.040.000E) y sobre el Arroyo Hondo, inmediatamente al N de Pailitas (1.483.500N y 1.046.000E). Además, ROJAS (1967: 9) encuentra aún más al Occidente, en el Cerro de Chimichagua, 6 Km al NE de la población de Chimichagua rocas de la Formación La Quinta ? junto con areniscas y calizas que considera equivalentes a rocas de la Formación Uribante de la Cuenca de Maracaibo. Esas mismas rocas han sido citadas por TRUMPY (1943), y fueron cartografiadas en el Geological Map of Lower Magdalena Valley, Escala 1:250.000, por SHELL CONDOR S. A. (1959), al NE de Chimichagua y también 10 Km más al N en cercanías del caserío de Arjona asignándole edad Aptiano-Albiano.

Según JULIVERT (1968: 129, Fig. 19) la transgresión del Aptiano en la Cuenca de Maracaibo y regiones aledañas, dentro de los límites que actualmente definen la cuenca representa la iniciación de la sedimentación cretácea y el mismo autor señala en la Fig. 19 que en el área comprendida entre El Banco (Lineamiento Mompós-Depresión de Cúcuta) y la Alta Guajira (Lineamiento Este del Lago de Maracaibo) no se conocen rocas del Barremiano, a menos que la Formación Río Negro pueda incluirse dentro del Barremiano. Sin embargo, BURGL en CACERES *et al.* (1980: 26) en un afloramiento situado 4 Km al NO de Los Venados (borde SO de la Sierra Nevada de Santa Marta) encuentra impresiones pobres de la amonita *Pulchellia* cf. *galeata ornata* a la cual le asigna edad Barremiano Medio, así mismo DURHAM, en el mismo trabajo de CACERES *et al.* (*op. cit.*), en la sección del Caño La Roya encuentra amonitas del género *Pulchellia* junto con *Niclesia* y "*Pleurohoplacers*" contenidas en la Formación Lagunita considerada, esta última, por CACERES *et al.* (1980:24) de edad Cretáceo "Medio". Las rocas del Barremiano se conocen en la parte más N de la Cuenca del Valle Medio del Magdalena y vuelven a aparecer en la Alta Guajira.

CUERVO (1995) ya había reconocido la importancia de las dos direcciones NNE-SSO y NO-SE que limitan bloques de forma romboidal y señala, desde entonces, que los levantamientos y hundimientos de tales bloques están relacionados con la evolución de las cuencas sedimentarias en Colombia y específicamente, en su figura 4 ilustra

la ruptura en bloques de la corteza continental en el NO de Suramérica. También REYES *et al.* (2004: Fig. 8) muestran la disposición de un arreglo de bloques que forman los Altos de Cicuco, El Difícil, Apure y Cecilia separados por depresiones ocasionadas, probablemente, por lineamientos que no trazan pero que se ajustan a las direcciones NNE-SSO y NO-SE.

Finalmente, en el modelo de bloques propuesto en este trabajo existen áreas relativamente levantadas que han ejercido importante control sobre el crecimiento de arrecifes y algunos bancos de arena que han servido como trampas estratigráficas tal como sucede en los campos conocidos de petróleo como El Difícil, Cicuco, Boquete, Violó, San Germán y San Sebastián y de gas como Consuelo-La Mocha, Ayombe-Guepaje, Chinú, Jobo-Tablón y Sucre (LUNA *et al.* 1995).

CONCLUSIONES

Los lineamientos de dirección NNE-SSO y NO-SE son elementos estructurales significativos en la Cordillera Oriental de Colombia, en la Serranía de Perijá, en el Valle Medio del Magdalena, en la Costa Caribe, en la Sierra Nevada de Santa Marta y en el Occidente de Venezuela.

Las dos direcciones de lineamientos, NNE-SSO y NO-SE, definen un modelo de bloques que explica la distribución de las cuencas y de los macizos.

La distribución de facies y sus límites están fuertemente condicionados por los límites tectónicos. La estratigrafía es el resultado de la paleotopografía del basamento definida por la presencia de fallas normales, orientadas a lo largo de zonas de debilidad (lineamientos) que constituyeron una tectónica de bloques.

La Sierra Nevada de Santa Marta que hasta ahora se ha considerado como una unidad aparte, es simplemente la prolongación hacia la costa Caribe de la Cordillera Central y su levantamiento reciente.

Con los grandes levantamientos como el de la Sierra Nevada de Santa Marta se hallan conjugados, en áreas contiguas, grandes hundimientos como los de la Subcuenca de Plato y la Subcuenca de San Jorge, la cuenca costa afuera y en menor proporción las cuencas del Cesar y Ranchería.

La falta de evidencias claras sobre la existencia de corteza oceánica bajo el Cinturón de San Jacinto permite proponer que la separación entre las cordilleras Central y Occidental corresponde a la prolongación en dirección N-S de la Falla Romeral hasta alcanzar la Costa Caribe al Sur del Golfo de Morrosquillo y para la llamada hasta ahora Falla Romeral, en la Costa Caribe, se propone el nombre de Lineamiento Sincelejo.

La ausencia de fosa oceánica así como de una zona

de Benioff definida y, la falta de alta sismicidad a lo largo de la supuesta separación de las cortezas continental y oceánica por el Lineamiento Sincelejo (antiguo Lineamiento Romeral en la zona Caribe), permite pensar que es posible que el frente de subducción de la Placa Caribe pueda localizarse mar adentro del litoral Caribe.

La ocurrencia de yacimientos de gas y petróleo en la costa caribe se relaciona con bloques relativamente levantados con respecto a otros más profundos.

La Cuenca de Maracaibo es de mayores dimensiones que las hasta ahora consideradas e incluye las cuencas del Catatumbo, Cesar y Ranchería así como la Serranía de Perijá y la Sierra Nevada de Santa Marta. Se proponen como límites Este y Oeste los lineamientos Este del Lago de Maracaibo y Mompós-Depresión de Cúcuta respectivamente. El límite SE sigue siendo el hasta ahora conocido, borde NO de los Andes de Mérida, mientras que el límite NO habría que establecerlo mar adentro frente de la Sierra Nevada de Santa Marta y la Baja Guajira.

Es importante destacar la existencia, tanto en la Cuenca del Bajo Magdalena como en los cinturones del Sinú y San Jacinto de diferentes secuencias sedimentarias propias de abanicos submarinos, espacial y temporalmente separadas, que sin duda pueden ayudar a la comprensión del problema estratigráfico en la costa Caribe.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mis sinceros agradecimientos a ECOPETROL, que a través del Jefe de Geólogos Roberto Hernández González, autorizó la publicación de los perfiles sísmicos de las figuras 3 y 4. Así mismo al geólogo Simón Ricardo García Bernal subgerente de la compañía Sismografía y Petróleos de Colombia S.A. quienes tuvieron a cargo el dibujo final de las figuras 1, 5, 6 y 7. También mis agradecimientos a la doctora Silvia Barredo de la Universidad de Buenos Aires (Argentina) quién leyó el manuscrito e hizo valiosas sugerencias.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENCIA NACIONAL DE HIDROCARBUROS (2005): Posters Cesar-Ranchería Basin.- X Congreso Colombiano de Geología, Bogotá.
- ARIAS, A. & MORALES, C.J. (2003): Mapa Geológico Generalizado del Departamento del Cesar, Escala 1:250.000, Memoria Explicativa, Ingeominas, p. 83, Bogotá.
- BAQUERO-SANTA, E. (1995): Nuevo concepto exploratorio para la Subcuenca de Plato, Valle Inferior del Magdalena, Colombia.- VI Congreso Colombiano del Petróleo. Tomo-1, p.229-234, Bogotá.
- CACERES, H., CAMACHO, R. & REYES, J. (1980): Guide book to the geology of the Ranchería Basin.- Sociedad Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo, p.71, Bogotá.
- CAMARGO, G. (1995): Algunos rasgos estructurales del Cinturón

del Sinú.- Memorias VI Congreso Colombiano del Petróleo, Tomo I, p. 219-225, Bogotá.

- CUERVO, E. (1995): Armazón Rombohédrica de la Geología Colombiana. Un modelo de Evolución Tectónica.- VI Congreso Colombiano del Petróleo. Memorias I, p. 71-84, Bogotá.
- DUQUE-CARO, H. (1968): Observaciones generales a la Bioestratigrafía y Geología Regional de los Departamentos de Bolívar y Córdoba.-Boletín de Geología Universidad Industrial de Santander, No.24, p.71-87, Figs. 1-3, Bucaramanga.
- DUQUE-CARO, H. (1978): Major Structural Elements and Evolution of North Western Colombia.-Geological & Geophysical Investigations of Continental Margins. American Association of Petroleum Geologists, Memoir 29, p. 329-351.
- DUQUE-CARO, H. (1980): Geotectónica y evolución de la región Noroccidental de Colombia.- Boletín Geológico, V. 23, no.3, p. 5-37, Bogotá.
- ESTRADA, A. (1972): Geology and Plate Tectonics History of the Colombian Andes (M. Sc. Thesis).- 115p., Stanford University, California.
- ETAYO-SERNA, F. et al. (1986): Mapa de Terrenos Geológicos de Colombia.- Publicaciones Geológicas Especiales del Ingeominas, No.14-1,p. 1-235, 1983,Bogotá.
- FLINCH, J.F., GRAND, M.V. & CASERO, P. (2000): Accretion and obduction along the Sinú-Lower Magdalena Area (Northern Colombia).- VII Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, p. 218-229, Caracas.
- GEOTEC (1988): Mapa Geológico de Colombia, Escala 1: 1.200.000, Bogotá.
- GUZMAN, G. (1995): Geología Regional del Caribe Colombiano. Problemática Estratigráfica.- Memorias VI Congreso Colombiano del Petróleo, Tomo I, p. 57-63, Bogotá.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLOGICO-MINERAS (INGEOMINAS) (1988): Mapa Geológico de Colombia, Escala 1 : 1.500.000, Bogotá.
- INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGIA Y MINERIA (INGEOMINAS) (2006): Mapa Geológico de Colombia, Escala 1: 2.800.000, Bogotá.
- INSTITUTO GEOGRAFICO "AGUSTIN CODAZZI" (IGAC) (1976): Mapa Físico-Político de Colombia, Escala 1 : 1.500.000, Bogotá.
- IRVING, E.M. (1971): La evolución estructural de los Andes más septentrionales de Colombia.- Boletín Geológico, V.19, No.2., p.1-89, Bogotá..
- JULIVERT, M. (1968): Colombia (Precambrian, Paleozoique, Mesozoique et intrusions d'age Mesozoique-tertiare).- Lexique Stratigraphique International, V.5, p.651.
- KELLOGG, J.N. (1981): Cenozoic Basement Tectonics of the Sierra de Perijá, Venezuela and Colombia.- 9th Caribbean Geologic Conference, p.107-117.
- KELLOGG, J. N., GODLEY, V.M., ROPAIN, C. & BERMUDEZ,

- A. (1987): Gravity Anomalies and Tectonic Evolution of Northwestern South America.- Memorias 10a. Conferencia Geológica del Caribe, p.18-31, 1.983, Cartagena.
- LAVERDE, F. (2000): The Caribbean Basin of Colombia, a composite Cenozoic Accretionary Wedge with under-explored Hydrocarbon Potencial.- VII Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, p. 394-410, Caracas.
- LUNA, O., LAMILLA, J. & RUBIO, R. (1995): Aproximación a los sistemas petrolíferos colombianos y nuevas oportunidades de exploración.- VI Congreso Colombiano del Petróleo, Tomo I, p. 165-171, Bogotá.
- MARTINEZ, J.I. (1995): Biostratigraphic Re-Assesment of the Cenozoic Lower Magdalena Valley, Colombia.- VI Congreso Colombiano del Petróleo. T. 1, p.189-196, Bogotá.
- MILLER J.B. (1960): Directrices tectónicas en la Sierra de Perijá y partes adyacentes de Venezuela y Colombia.- Tercer Congreso Geológico Venezolano, T. II, p. 685-718, Caracas.
- MONSALVE, N. & MORA, H. (2005): Esquema Geodinámico Regional para el Noroccidente de Suramérica (Modelo de Subducción y Desplazamientos Relativos). Boletín de Geología, UIS, V. 27, No. 44, p.25-53, Bucaramanga.
- MOODY, J. D. (1973): Petroleum Exploration Aspects of Wrench-Fault Tectonics.- The American Association of Petroleum Geologist Bulletin, V.57, No.3, p.449-476.
- PAGE, W.D. (1986): Seismic Geology and Seismicity of Northwest Colombia. Integral Ingenieros Consultores, Medellín (Colombia), ISA, Medellín (Colombia) and Woodward-Clyde Consultant, San Francisco, Internal Report, 156 (inédito).
- RADELLI, L. (1962): Introducción al estudio de la geología y de la petrografía del Macizo de Santa Marta (Magdalena-Colombia).- Geología Colombiana No. 2, p. 41-115, Bogotá.
- REYES G. & CAMARGO, G. (1995): Esquema estructural del Cinturón de San Jacinto.- Memoria VI Congreso Colombiano del Petróleo, Tomo I, p. 211-218, Bogotá.
- REYES, G. & CLAVIJO, J. (1996): Geología de los cinturones de San Jacinto y Sinú Norte.- VII Congreso Colombiano de Geología, Tomo III, p. 27-37, Bogotá.
- REYES, J.P., MANTILLA, M. & GONZALEZ, J.B: (2000): Regiones Tecto-Sedimentarias del Valle Inferior del Magdalena, Colombia. VII Simposio Bolivariano Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas, p. 310-333, Caracas.
- REYES, H.A., MONTENEGRO, B .M. & GOMEZ, P.D. (2004): Tectonoestratigrafía y evolución geológica del Valle Inferior del Magdalena.- Boletín de Geología, UIS, V. 26, No.42, p. 19-38, Bucaramanga.
- ROJAS, O. (1967): Cesar Valley and Eastern Lower Magdalena Valley.- Internal Report GR-363, Colombian Petroleum Company, p.29, Bogotá.
- ROYERO, J., BERNAL, L. et al. (1998): Mapa Geológico de la Plancha 65 "Tamalameque", Escala 1 : 100.000, Ingeominas 1994, Bogotá.
- SERVICIO GEOLOGICO NACIONAL (1944): Mapa Geológico General de la República de Colombia, Escala 1:2.000.000, Bogotá.
- TOTO, E. & KELLOGG, J.N. (1992): Structure of the Sinu-San Jacinto Fol. Belt- An active accretionary prism in Northern Colombia.- Journal of South American Earth Sciences, Vol.5, No.2, pp.211-222.
- TRUMPY, D. (1943): Pre-Cretaceous of Colombia.- Geological Society of America Bulletin, V.54, p.1281-1304, New York.
- TSCHANZ, C.M., MARVIN, R.F., CRUZ, J., MENHNERT, H.H. & CEBULA, G.T. (1974): Geologic Evolution of the Sierra Nevada de Santa Marta, Northeastern Colombia.- Geological Society of America Bulletin, V. 85, p. 273-284.
- UJUETA, G. (1982): Geomorfología aplicada a la exploración de petróleo en tierras planas.- Simposio Exploración Petrolera en las Cuencas Subandinas de Venezuela, Colombia, Ecuador y Perú, Bogotá.
- _____ (1991): Lineamientos de dirección Noroeste-Sureste en los departamentos de Santander y Norte de Santander, Colombia.- Boletín de Geología, UIS, V. 20, NO. 35, p. 27-51, Bucaramanga.
- _____ (1992): Lineamientos Río Ariari, Bogotá y Gaschalá en los Departamentos de Cundinamarca y Meta, Colombia.- Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 18(70), p. 345-358, Bogotá.
- _____ (1993 a): Lineamientos Muzo, Tunja y Paipa en los Departamentos de Boyacá y Casanare, Colombia.- Geología Colombiana, 18, p. 65-73, 5 figs., Bogotá.
- _____ (1993 b): Lineamientos de dirección Noroeste-Sureste en los Andes Venezolanos.- Geología Colombiana, 18, p. 75-93, Bogotá.
- _____ (2001): Lineamientos de dirección NO-SE y NNE-SSO en el centro occidente colombiano y en el Ecuador.- Geología Colombiana, 26, p.5-27, 4 figs., Bogotá.
- _____ (2003): La Falla de Santa Marta-Bucaramanga no es una sola falla; son dos fallas diferentes : la Falla de Santa Marta y la Falla de Bucaramanga.- Geología Colombiana, 28, p. 133-153, 8 Figs., Bogotá.
- _____ (2004): FALLA LA GLORIA, una importante falla normal en la parte más septentrional de la Serranía de San Lucas y el Valle Medio del Magdalena y geología del área.- Geología Colombiana, 29, pp. 91-108, 7 figs., Bogotá.
- UJUETA, G. & LLINAS, R. (1990): Reconocimiento Geológico de la parte más septentrional de la Sierra de Perijá.- Geología Colombiana, 17, p. 197-209, 2 figs., 5 micrografías, Bogotá.