



## 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

GUILLERMO UJUETA

Diagonal 130 No. 9B-58, Bogotá, D.C., Colombia

E-mail: gujueta@hotmail.com

UJUETA, G. (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.- GEOLOGIA COLOMBIANA, 28, pp. 133-153, 8 Figs., Bogotá.

### RESUMEN

La historia sobre el reconocimiento, la cartografía y la interpretación de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga comienza en 1933. La falla se ha dividido en tres sectores: un primer sector, en el Norte, que comprende principalmente el costado occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta entre la costa caribe y la población de Bosconia; un segundo sector, entre Bosconia al Norte y la población de Curumaní al Sur y; un tercer sector, entre Curumaní al Norte y el extremo sur del Macizo de Santander. En el sector septentrional, durante el período de 1933 a 1956, la falla fue considerada de naturaleza inversa con buzamiento al Este y ángulo bajo a alto; en el sector intermedio de aproximadamente 100 Km, cubierto por depósitos cuaternarios, la continuidad de la falla ha sido muy cuestionada y sólo en los 350 Km del sector septentrional tiene clara expresión topográfica y allí también ha sido considerada como falla inversa de ángulo alto y buzamiento al Este. A partir de 1956 hasta la fecha, ha existido consenso entre los autores reseñados en cuanto a que se trata de una falla de rumbo de desplazamiento lateral izquierdo de gran longitud, 550 a 600 Km, con una única excepción que objetó la naturaleza de rumbo de la falla y en cambio propuso la existencia de dos fallas diferentes. En el primer sector tiene lugar, curiosamente, todo el desplazamiento que ha sido calculado entre 74 y 240 Km. La última cifra sobrepasa con creces la longitud misma del sector septentrional que tiene 130 Km. El recuento histórico muestra claramente que no existe evidencia de desplazamiento lateral izquierdo por carencia de marcadores reconocibles que permitan medir tal desplazamiento. Igualmente no existe evidencia alguna de movimiento lateral izquierdo en el sector meridional.

El Macizo de Santa Marta ha sido considerado, desde 1956, como un bloque errante cortado de la Cordillera Central, que ha sido rotado y desplazado libremente, en diferentes direcciones, sobre un substrato desconocido. Se propone ahora que la corteza siálica (Escudo de Guayana) llega hasta el Norte de Colombia, más allá del Lineamiento Romeral y que el Macizo de Santa Marta debe considerarse como la continuación septentrional de la Cordillera Central y no como un macizo aislado. Los datos geológicos conocidos en el área favorecen la idea de una tectónica de movimientos principalmente verticales acompañada de movimientos horizontales moderados. La presencia de lineamientos (Fallas profundas) NNE-SSO a NE-SO y NO-SE da lugar a la formación de un mosaico de bloques que, delimitados y separados por los lineamientos mencionados, pueden estar levantados, hundidos o basculados. Tales bloques darían cuenta del enorme relieve estructural entre el Macizo de Santa Marta y las cuencas aledañas, así como de las diferencias topográficas entre los distintos afloramientos de rocas precámbricas presentes en las cordilleras Central y Oriental.

Como resultado del recuento histórico se concluye que hoy existen muchas más preguntas que respuestas en cuanto a la naturaleza, edad, historia geológica y significado de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga. Por lo que se requiere iniciar, cuanto antes, un estudio serio sobre esta estructura.

Para confirmar la continuidad o ausencia de la falla, en el sector intermedio, se interpretaron el Mapa de Anomalía Completa de Bouguer y cuatro perfiles de reflexión sísmica que confirman que en el sector intermedio no hay indicios de la falla, por lo cual se concluye que se trata de dos fallas diferentes: la falla de Santa Marta y la Falla de Bucaramanga. En consecuencia, sin la Falla de Santa Marta-Bucaramanga quedan sin soporte las interpretaciones paleogeográficas del área, el límite entre las cuencas del Cesar y del Bajo Magdalena y la creación y movimiento del Bloque Maracaibo-Santa Marta.

Palabras Claves: *Falla de Santa Marta-Bucaramanga, Sierra Nevada de Santa Marta, Macizo de Santander, Cordillera Central, Cordillera Occidental, Colombia.*



## ABSTRACT

The history related to the recognizance, mapping and interpretation of the Santa Marta- Bucaramanga Fault started in 1933. The fault has been divided in three segments: The first one, to the north, is located in the western edge of the Sierra Nevada de Santa Marta between the Caribbean Coast and the town of Bosconia, the second one lies between Bosconia to the north and the town of Curimaní to the south, and the third one between Curimaní to the north and the southernmost limit of the Macizo de Santander. In the period 1933-1956, the northern portion of the fault has been interpreted like a reverse fault dipping east with low to high angles. In the intermediate portion of the fault, approximately 100 kilometers, the fault is covered by quaternary deposits and its continuity is highly questionable, in the southern portion the topographic appearance is well defined and has been interpreted like a high angle reverse fault dipping east. Since 1956, it has been a general agreement, indicating that is an left lateral strike-slip fault with a length of 550- 600 kilometers, with one exception, that objects the strike-slip type fault and instead postulated the presence of two faults. In the first segment, the displacement has been calculated between 74 and 240 kilometers. The last figure exceeds the length of the northern segment which reaches 130 kilometers. History of studies clearly indicates the absence of key indicators of left lateral strike-slip movement. Equally there is not evidence of any left lateral strike-slip movement in the northernmost part of the southern segment.

The Santa Marta Massif has been considering since 1956 like an erratic block cut from the Cordillera Central, which has been rotated and moved freely in different directions over an unknown substratum. It is proposed that the sialic crust (escudo de Guayana) reaches the northern portion of Colombia further the Romeral Lineament, and the Santa Marta Massif to be considered like the extension of the Central Cordillera and not to be considered like an isolated massif. The geological data suggest that the tectonic movements are mainly vertical with some moderate horizontal movements.

The presence of lineaments (Deep faults) NNE-SSO to NE-SO and NO-SE, originates a variety of tectonic blocks which are defined and separated by the mentioned lineaments, these blocks could be uplifted, buried or tilted. Such blocks will explain the high relief between the Santa Marta Massif and the adjacent basins, as well as the topographic differences among the different outcrops of precambrian rocks present in the Central and Eastern Cordilleras.

At this moment, it is concluded that there are more questions than answers related to the nature, age, geologic history and importance of the Santa Marta- Bucaramanga Fault. It is requested to initiate as soon as possible a serious study related to this structure.

A Bouguer Anomaly Map and four reflexion profiles confirm the absence of the Santa Marta-Bucaramanga Fault in the intermediate sector, which indicates that such fault does not exist, and therefore we are dealing with two different faults, the Santa Marta and the Bucaramanga faults. In summary, if the Santa Marta- Bucaramanga Fault does not exist as a single one, there is no support for the paleogeographic interpretations of the area, the limit between the Cesar and Lower Magdalena basin and the generation and movements of the Santa Marta- Maracaibo Block.

**Key Words:** *Santa Marta-Bucaramanga fault, Sierra Nevada de Santa Marta, Santander Massif, Central Cordillera, Eastern Cordillera, Colombia.*

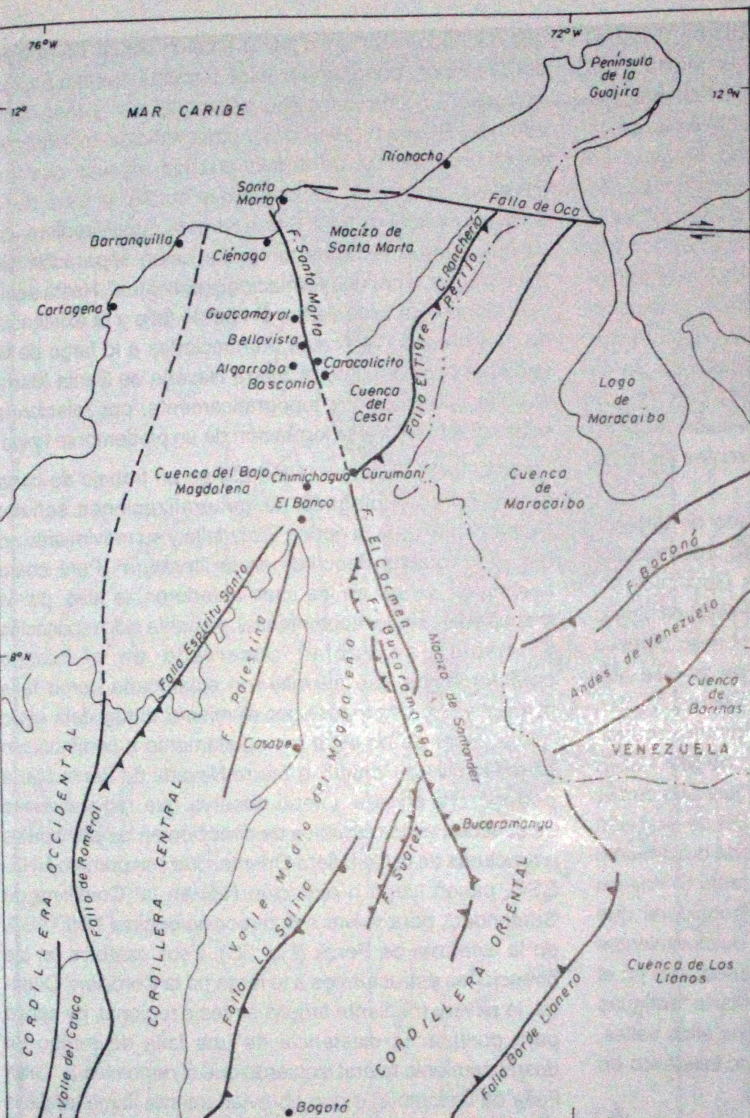
## INTRODUCCIÓN

La llamada Falla de Santa Marta-Bucaramanga ha sido considerada como un accidente tectónico de gran importancia en el nororiente colombiano. Se supone que esta falla, de dirección N15°0, está expuesta por 550 a 600 Km desde la costa caribe hasta el sur del Macizo de Santander (Figs. 1 y 2). En Mapas Geológicos de Colombia, a escalas 1:1.200.000 (GEOTEC 1988) y 1:1.500.000 (INGEOMINAS 1988) e IRVING (1971) (Fig. 2) la falla, en los 130 Km más septentrionales, aparece fraccionada en segmentos N-S a NNO-SSE; en un sector intermedio de aproximadamente 100 Km, cubierto por cuaternario, la continuación de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga es incierta y solo en los 350 Km., a partir de la Cuenca de Cesar hacia el Sur, tiene expresión topográfica muy clara. Algunos autores consideran a la parte más Norte de la falla, conocida generalmente como Falla de Santa Marta,

como falla inversa de ángulo bajo a ángulo alto; otros la consideran como falla de rumbo y le atribuyen entre 80 (GANSSE 1973) y 240 (ALBERDING 1957) km de desplazamiento lateral izquierdo, sugerido por la posición relativa de las siguientes características: 1) Cordillera Central-Sierra Nevada de Santa Marta, 2) Cuenca del Valle Medio del Magdalena-Cuenca del Cesar, 3) Faja de intrusiones, extrusiones y diques jurásicos encontrados en el borde oriental de la Cordillera Central y en el borde sureste de la Sierra Nevada de Santa Marta, y 4) por las posibles diferencias estratigráficas presentes, a lado y lado de la falla, entre la Cuenca del Cesar y la ahora, supuestamente, adyacente Cuenca del Bajo Magdalena.

En el sector intermedio, desde el sur de la población de Bosconia hasta aproximadamente la población de Curimaní (Fig.1), la Falla de Santa Marta-Bucaramanga pierde individualidad y su continuación solo podría proyectarse en este sector, en base al estudio de drenaje





**Fig. 1. Mapa Índice Tectónico del Norte de Colombia**

o mejor aún en evidencia geofísica. De todas maneras, es siempre peligroso correlacionar fallas sobre grandes distancias, cerca de 100 Km, cubiertas por depósitos cuaternarios como en este caso, sin adecuado control intermedio. Para los 350 Km meridionales de la falla, sector en el cual se conoce comúnmente como Falla de Bucaramanga, varios autores la clasifican como una falla inversa de ángulo alto con buzamiento al Este, otros creen que en la parte más

septentrional de este último tramo de la falla, presenta desplazamiento lateral izquierdo sin que tal movimiento esté claramente definido. Finalmente, hay quienes consideran que en vez de una sola falla se trata de dos fallas diferentes (POLSON & HENAO 1968).

Así que existen considerables diferencias conceptuales sobre la naturaleza de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga. Es posible que las causas para tales diferencias de opinión se deban principalmente a: 1)

La utilización de vagas analogías entre rocas o entre modelos estructurales que se aceptan sin comprobación y 2) Que sin aporte de nueva información cada autor que se ocupa de la falla, acepta los postulados de los autores que le precedieron. Para tratar de dilucidar las verdaderas características de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga se hará un recuento histórico sobre los diferentes conceptos expresados por los autores originales, añadiendo algunos comentarios geológicos pertinentes.

Puesto que la falla ha recibido diferentes nombres que pueden confundir al lector y que en orden cronológico son: Gran Falla de Colombia o en forma abreviada Gran Falla (RAASVELT 1956), Falla de Santa Marta (YOUNG *et al.* 1956), Falla Magdalena (ROD 1958), nuevamente Falla de Santa Marta (CAMPBELL 1968), Falla de Santa Marta-Bucaramanga (TISCHANZ *et al.* 1969) y Falla de Bucaramanga (INGEOMINAS 1988, BOINET *et al.* 1989 y COLLETA *et al.* 1997), en este trabajo para toda la longitud de la falla, se utiliza el nombre compuesto de Falla de Santa Marta-Bucaramanga.

Llama la atención que haya sido aceptada, sin beneficio de inventario, la hipótesis (*q.v.*) de Raasvelt (1956), por todos los autores que posteriormente a su trabajo se ocuparon de la falla y que ha permitido tejer, a la vez, numerosas hipótesis en las que la falla ha jugado papel importante, como son: las reconstrucciones paleogeográficas, el Bloque de Santa Marta, la creación y movimiento del Bloque de Maracaibo-Santa Marta y por supuesto, la Placa del Caribe.

## RECuento HISTÓRICO

DE CIZANCOURT (1933: Figs. 1 y 3) parece ser uno de los primeros geólogos en cartografiar una falla, a la cual no se le asigna nombre pero



reconoce que corta, desde la costa caribe, todo el occidente de la Sierra Nevada de Santa Marta. Con marcada dirección N-S (Fig. 3B) extiende la falla hacia el Sur hasta hacerla coincidir con el límite Este de la Cordillera Central que considera fallado en toda su extensión (Fig. 3B) y luego, también con marcada dirección N-S (Fig. 3A), extiende la falla desde la costa caribe, la hace pasar al occidente de la población de El Banco y la lleva aproximadamente hasta el occidente de Casabe (Fig. 1). Además, DE CIZANCOURT (1933:Fig.2) traza la sección recta esquematizada AA' (ver Fig. 3B) en la cual muestra que la falla al Occidente de la Sierra Nevada de Santa Marta es una falla inversa de ángulo alto con 70° de buzamiento al Este. De acuerdo a esta sección recta es claro que en el bloque deprimido están presentes las rocas antiguas del Macizo de Santa Marta.

Luego, OPPENHEIM (1942) como resultado de trabajos de campo adelantados a finales de 1940, reconoció y cartografió una falla, sin que en el Mapa Geológico del Magdalena que presenta (entre páginas 498-499), en escala 1:1.000.000, le asigne nombre alguno; sin embargo, muestra en líneas interrumpidas la traza sinuosa de tal falla que tiene dirección general N-S, y sólo, en los últimos 15 Km, entre Caracolicito y Bosconia (Fig. 1) hasta donde se puede cartografiar con seguridad la falla, tiene rumbo NNO-SSE. OPPENHEIM (*op cit.*) presenta en la misma figura dos cortes geológicos, uno AA' de dirección O-E y otro BB' de dirección N75°O donde asume para la falla mencionada buzamiento aproximado de 40° hacia el E. Es decir que tanto OPPENHEIM como DE CIZANCOURT están de acuerdo en considerar que se trata de una falla inversa. Como evidencia de movimientos verticales recientes OPPENHEIM (1942:494) anota que en el flanco oeste de la Sierra Nevada de Santa Marta "antiguas terrazas fluviales de niveles sucesivos de los altos valles, indican un intenso proceso de levantamiento isostático en tiempos pleistocénicos".

REYMOND (1942:426) casi simultáneamente con OPPENHEIM describe, más no cartografía, pequeños segmentos de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga en el flanco occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta. El autor reconoce que esta ladera es muy empinada y que forma con la llanura del Magdalena una ruptura de pendiente muy marcada y dice: "Los ríos principales que bajan aquí de la Sierra Nevada, el río Frío, el Guáimaro, el Orihueca y el Sevilla, salen de allí por una sucesión de rápidos sin caídas importantes en valles en V muy profundos y con riberas muy escarpadas. En la montaña los ríos son sinuosos, corren en meandros encajados que sugieren la idea de un relieve rejuvenecido". Y como evidencia de la magnitud que han alcanzado los depósitos de ladera (conos de deyección), REYMOND (1942:423) encuentra que "... los ríos Tukurinca y Fundación han formado al pie del macizo montañoso, antiguas terrazas

que han sido recortadas por la erosión actual. En el valle del Tukurinca, por ejemplo, esas terrazas quedan a unos 80 m por encima del curso actual del río" y menciona además, REYMOND (1942:433), otros indicios importantes sobre la existencia de la falla cuando expresa que "La hipótesis de un gran accidente que bordeó la base de la vertiente occidental de la Sierra Nevada queda confirmada ya que las formaciones terciarias están separadas del zócalo antiguo por una formación brechoidea". Hasta aquí, la evidencia de fallamiento, el tipo de falla y la existencia de movimientos verticales pronunciados a lo largo de la vertiente occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta quedan comprobados topográficamente, por relaciones estratigráficas y por la formación de un piedemonte típico.

Más tarde RAASVELT (1956:23) en un trabajo de corta extensión pero plagado de generalizaciones señala: Primero, que para la época "Esta falla y su movimiento no han sido todavía descritos en la literatura". Pero como acabamos de ver en las citas anteriores, la falla, por lo menos en su sector septentrional, ya había sido reconocida y también se habían observado en el campo características que permitieron clasificarla como falla inversa y, en segundo lugar el mismo autor, deja claro que a pesar de no estar inmediatamente a continuación de la Cordillera Central, la Sierra Nevada de Santa Marta pertenece a aquella. Luego observa que regionalmente se suceden varios cambios de dirección en las principales estructuras de la Cordillera Oriental que son primero NNE-SSO, pasan luego a dirección N-S en la "Cordillera de Santander", para volver a la dirección original NNE-SSO, en la Serranía de Perijá (Fig. 3C). Esos cambios en las direcciones estructurales a lo largo de la Cordillera Oriental, le sirven, mediante amplia síntesis regional, de apoyo para postular la existencia de una falla de rumbo de desplazamiento lateral izquierdo que él denomina la "Gran Falla de Colombia" o que abreviadamente llama la "Gran Falla" y cuyo trazo coincide exactamente con la hoy conocida Falla de Santa Marta-Bucaramanga (Fig. 3C). Además, impresionado por la gran curvatura aparente que presenta la Cordillera Oriental a la altura del Macizo de Santander, considera que se hace necesaria, para explicar tal curvatura, una falla de considerable magnitud y desplazamiento lateral izquierdo. Como muchos otros geólogos también han sido impresionados por esa gran curvatura aparente, más adelante nos ocuparemos de ella. Como posible respuesta al notorio desplazamiento entre "las Cordilleras de Santander y Mérida" visualiza otra falla de rumbo, de desplazamiento lateral izquierdo que traza paralela a la Gran Falla (Fig. 3C). Sin entrar en detalles y reconociendo que el esquema que se presenta (ver Fig. 3C) "es muy incompleto y provisional" y en el cual no figuran datos cartográficos que para la época el autor ya conocía, tuerce hacia el Sur el que considera el límite



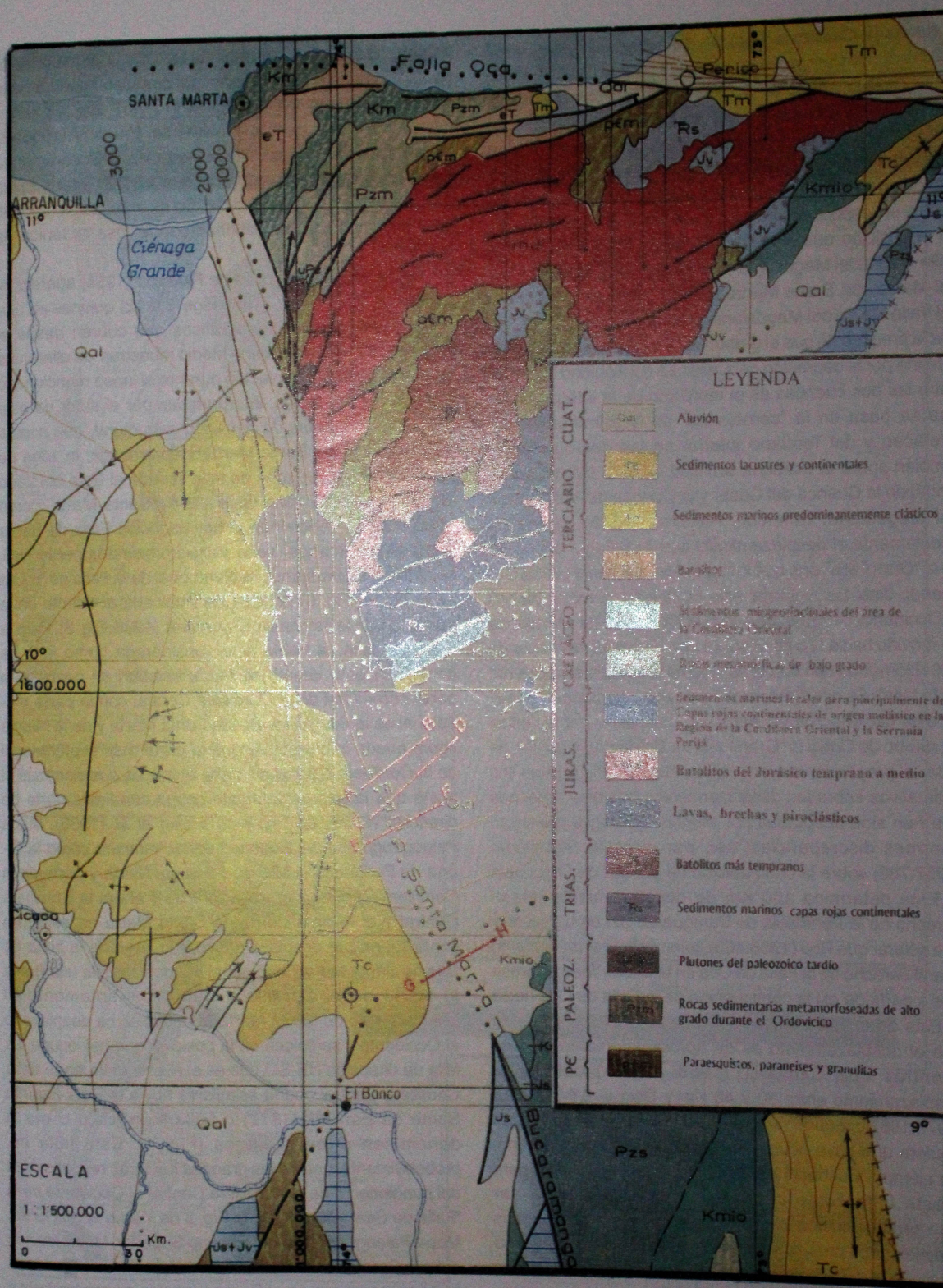


Fig. 2. Traza de la Falla Santa Marta-Bucaramanga. Mapa Geológico de Colombia, escala 1:1.500.000, tomado de IRVING (1971)



norte de la Cordillera Central, disminuye el ancho de la misma cordillera y proyecta el límite hasta la Gran Falla. Tal límite pasa un poco al Occidente de la Población de El Banco, quizá porque es allí donde aparece el que se considera el último afloramiento de rocas precámbricas antes de llegar a la gran depresión de la Cuenca del Bajo Magdalena. De acuerdo también a la Fig. 3C RAASVELT (1956) señala el desplazamiento relativo de la "Gran Falla" basado en la posición que él mismo le asigna a las cuencas del Valle Medio del Magdalena y del Cesar y la Cordillera Central-Macizo de Santa Marta. Para el caso de las cuencas del Valle Medio del Magdalena y Cesar, RAASVELT (1956:23) usa la premisa de que el graben del Magdalena se prolonga al Norte por la depresión del Cesar. La continuidad aparente entre las dos cuencas es el resultado de la interpretación que se basa en la "semejanza" de la estratigrafía del Cretáceo y del Terciario Inferior en las dos cuencas y también sobre la estrecha similitud entre la estructura regional de la Cuenca del Cesar y la Cuenca del Valle Medio del Magdalena. Tampoco, RAASVELT (1956), cuantifica directamente el desplazamiento que tiene lugar a lo largo de la "Gran Falla" sino que lo hace indirectamente (*op.cit.*:23) cuando dice "La región al este de la falla, comprendiendo el Occidente de Venezuela con la Cordillera de Mérida, se ha movido hacia N o NNE sobre una distancia no menor de 120 Kilómetros con respecto al terreno situado al occidente de la falla". Es oportuno anotar que desde entonces, 1956, se está haciendo mover el bloque delimitado por las fallas de rumbo de Oca y la "Gran Falla de Colombia". La Falla de Oca, a propósito, merece exhaustivo análisis pues los estimativos sobre los desplazamientos laterales derechos que han sido aceptados por muchos geólogos muestran enormes discrepancias; así, por ejemplo, ALBERDING (1957:788) sobre la continuación de la Falla de Oca hacia el Este determina 100 Km de desplazamiento lateral derecho de la Península de Paraguaná. Sin embargo, hay que aclarar que Rod (1956:463) quien definió el movimiento lateral derecho de la Falla de Oca en la Isla de Toas, expresa que a partir de allí la continuación de la Falla de Oca hacia el Este no es clara. TSCHANZ *et al.* (1974:273) consideran que el desplazamiento es de aproximadamente 65 Km, mientras que CAMPBELL (1968: Fig. 9) calcula el desplazamiento entre 30 y 40 Km y DOOLAN & McDONALD (1976:188) lo reducen a sólo 20 Km. Otros geólogos dudan siquiera que haya ocurrido movimiento horizontal alguno; por ejemplo, Bucher (1952:8) en Rod (1956:460), considera a esta falla como una falla normal, que pudo ser transformada en una falla inversa de ángulo alto por fuerzas que ejercieron presión sobre el bloque sur que se considera el bloque levantado; igual concepto expresaron, según Rod (1956), diferentes geólogos del petróleo que trabajaron en Venezuela, y UJUETA & LLINÁS (1990 Fig. 2) en un trabajo fotogeológico del área encuentran, sin desplazamiento

alguno, a lado y lado de la Falla de Oca, a la altura de la población de Cuestecita, rocas del cretáceo superior de la Formación Colón (Formación Molino) que ameritan comprobación de campo. Finalmente, RAASVELT (1956:23) aclara que no hay en la Falla de Santa Marta-Bucaramanga un solo plano de ruptura sino que existen varias fallas paralelas y como ejemplo dice: "En su mitad septentrional, una cuña hundida corresponde con la fosa tectónica de Ariguani".

Quizá un poco después de RAASVELT (1956) aparece el trabajo de YOUNG *et al.* (1956: Figs. 6 a 12) quienes en una serie de Mapas Paleogeográficos que cubren desde el Paleoceno hasta el Mioceno Medio muestran los diferentes ambientes de sedimentación durante el lapso mencionado y destacan tres zonas, interpretadas por el autor de este trabajo, como zonas de debilidad estructural, que son: la Zona de Falla de Santa Marta-Bucaramanga, la zona de Falla de Oca y una zona de falla situada al Este del Lago de Maracaibo. La zona de "Falla de Santa Marta" como estos autores denominan la hoy conocida Falla de Santa Marta-Bucaramanga, tiene trazo aproximadamente N-S, solo que en la parte más septentrional de la Falla de YOUNG *et al.* (1956: Fig. 6) la traza está ubicada al oriente de la posición que le asigna DE CIZANCOURT (1933: Fig. 3). Para la época la falla ya había sido considerada como falla de desplazamiento lateral izquierdo, estaban en contacto la parte nororiental de la Cordillera Central con la parte meridional de la Sierra Nevada de Santa Marta y de la misma figura puede interpretarse que la parte más septentrional de la Cordillera Central ocupaba entonces posición más al Norte que la que actualmente ocupa con límite norte de dirección N70°E. La Fig. 7 de YOUNG *et al.* (1956), Mapa Paleogeográfico del Eoceno Inferior, muestra cómo la Sierra de Perijá con el Macizo de Santa Marta y parte de la Cordillera Oriental fueron levantadas y ahora la Cordillera Central y el levantamiento de Santa Marta no están en contacto, no por desplazamiento a lo largo de la zona de falla de Santa Marta, sino por el hundimiento de una franja al Norte de la Cordillera Central, y solamente el levantamiento de Santa Marta (macizo) se ha desplazado al Occidente y se coloca en la posición que hoy ocupa. La falla de dirección NE-SO que es el nuevo límite norte de la Cordillera Central podría asimilarse hoy a la Falla Espíritu Santo de ESTRADA (1972) o Falla Murrucucú como la denominan otros geólogos (Fig. 1). Esta falla es, probablemente, una de las grandes fracturas responsables del hundimiento de la Cordillera Central al Occidente de la "Falla de Santa Marta". En la Fig. 8 de YOUNG *et al.* (1956), Mapa Paleogeográfico del Eoceno Superior, la separación entre la Cordillera Central y la Sierra Nevada de Santa Marta se hace mayor que en el Eoceno Inferior, no por traslado a lo largo de la zona falla sino, nuevamente por corte y hundimiento del sector Sur del Macizo de Santa Marta



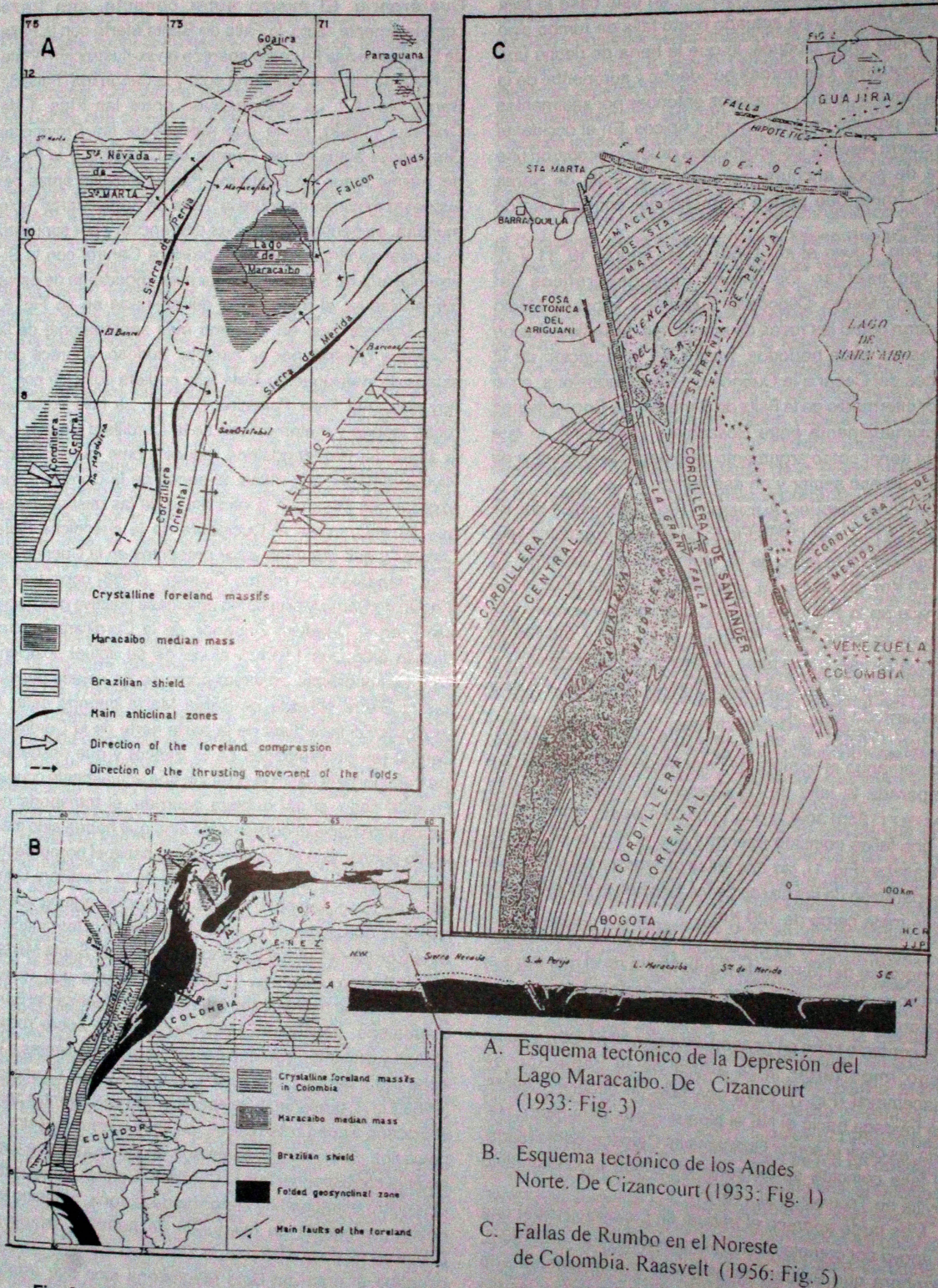


Fig. 3. A Trazo inicial (1933) y C. Trazo actual (desde 1956) de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga



por fractura de orientación NO-SE; en este caso la falla de Santa Marta no ha actuado como falla de rumbo sino como límite entre bloques, lo que la haría de hecho una falla importante. Los bordes occidental y suroriental de la Sierra Nevada fueron ocupados entonces por sedimentos gruesos propios de piedemontes típicos. En el occidente de la Sierra Nevada los sedimentos gruesos ocuparon una franja de poca anchura, paralela a la "Falla de Santa Marta", franja que podría corresponder con la Fosa de Ariguaní.

Luego, YOUNG *et al.* (1956) en las figuras 10, 11 y 12 que representan los mapas Paleogeográficos del Oligoceno Medio, Oligoceno Superior y Mioceno Medio muestran cómo las rocas de ambientes de sedimentación iguales en esos períodos, pasan sin interrupción de la Cuenca del Cesar a la Cuenca del Bajo Magdalena, en el sector intermedio de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga (aproximadamente entre Bosconia y Curumani), lo que podría servir como argumento para negar la existencia de la falla en ese sector y en ese tiempo.

Un poco después, ALBERDING (1957:788) indica que de acuerdo a RAASVELT (1956:Fig.5:25) el desplazamiento lateral izquierdo a lo largo de la "Gran Falla de Colombia" es de 240 Km; sin embargo, utilizando la escala gráfica que aparece en la Fig. 5 de RAASVELT, el desplazamiento a lo largo de la "Gran Falla" fluctuaría entre 190 y 130 Km ya sea que se use, como base de referencia, el límite norte o el límite sur de la Cordillera Central tal como allí está representada (Fig. 3C).

ROD (1958) le da a la Falla de Santa Marta-Bucaramanga el nombre de Falla Magdalena y anota que comparada la falla de DE CIZANCOURT (1933) con la de RAASVELT (1956) sólo la cuarta parte más septentrional de las dos fallas coincide mientras que al Sur, al Occidente de Casabe (Fig. 1), las dos fallas divergen a tal grado que la separación de las trazas de las fallas en el sentido Este-Oeste mide cerca de 120 Km.

RADELLI (1962) presenta un Esquema Geológico-Petrográfico del Macizo de Santa Marta en el que traza el contacto entre las rocas ígneo-metamórficas y el Cuaternario en la parte occidental de la Sierra Nevada. Este contacto tiene en general dirección NNO-SSE y como rasgo importante, a la altura de la población de Guacamayal (Fig.1), traza una falla de dirección N60°E que traslada hacia el NE el bloque norte de la Sierra Nevada, es decir el sector Guacamayal-Ciénaga-Santa Marta. Tal falla coincide aproximadamente con el Lineamiento Sevilla de TSCHANZ *et al.* (1974).

Más tarde aparece el trabajo de CAMPBELL (1968) que se apoya por completo en el esquema de RAASVELT (1956), corrobora que existen movimientos transcurrentes a lo largo de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga y les fija como tiempo de movimiento entre el Terciario tardío y el

Cuaternario. El mismo autor conecta, con trazo completamente recto, la Falla de Santa Marta con la Falla de Bucaramanga tal como aparece en su ilustración (Plate 1); hace de las dos fallas una sola y la denomina "Falla de Santa Marta". La comparación entre las Figs. 1 de CAMPBELL (1968), en la que representa las Provincias Geológicas actuales del Oriente de Colombia y la Fig. 6 del mismo autor, un Esquema Paleoespástico antes del supuesto movimiento sobre la "Falla de Santa Marta", solo muestra, en general, pequeñas diferencias y por supuesto la parcial continuidad de la Cordillera Central con la Sierra Nevada de Santa Marta. La más importante de estas diferencias es el trazo de la denominada en su Fig. 6, Falla Dolores, que en el tramo más septentrional de la Cordillera Central, por su carácter dudoso, aparece con signos de interrogación. Esta falla pudiera coincidir con la hoy conocida Falla Palestina (Fig. 1). La falla corta las rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera Central y a la altura del Río Magdalena reduce, como ya vimos con RAASVELT (1956), a la mitad, el ancho de la Cordillera, sin explicar qué pasa con la otra mitad de las mismas rocas que se encuentran al Occidente de la susodicha Falla Dolores y que deberían estar presentes en la Cuenca del Bajo Magdalena. El mismo CAMPBELL (1968) considera al Macizo de Santa Marta como una masa positiva que hacía parte, en el Cretáceo Superior, de la Cordillera Central situada entonces 110 Km al sur de su actual posición. Aquí es importante observar cómo se ha dejado pensar que la Sierra Nevada de Santa Marta debería estar a continuación inmediata de la parte norte de la Cordillera Central (en proximidades de El Banco) y que desde allí fue transportada hasta la posición que actualmente ocupa. En este caso, si así hubiera ocurrido, el transporte no habría sido hacia el nornoroeste sino que habría sido más lógico pensar que el movimiento fue hacia el nornordeste en el sentido de la dirección del eje de la Cordillera Central y de paso, tampoco ofrece explicación alguna sobre las rocas que pudieron ocupar el área entre la terminación de la Cordillera Central y la Sierra Nevada de Santa Marta. Sin embargo, CAMPBELL (1968:255) señala que rocas sedimentarias del Mioceno Inferior, en la Cuenca del Bajo Magdalena, descansan discordantemente sobre rocas ígneas y metamórficas que considera pertenecientes a la extensión de la Cordillera Central. Luego CAMPBELL (1968:Fig. 3) presenta la Paleotopografía de Colombia para el Eoceno Superior temprano: en este cuadro muestra la ubicación de un terreno levantado en esa época que bien pudiera corresponder con la Cordillera Central. De acuerdo al registro estratigráfico conocido de la zona, obtenido en pozos perforados en búsqueda de petróleo, desde el Cretáceo hasta el Mioceno, la Cordillera Central, no solo ocupaba el área del Bajo Magdalena sino que estaba levantada.



Una evidencia indirecta, como la llama CAMPBELL (1968:259), sobre la existencia de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga, es el cambio abrupto de rumbo regional de la Cordillera Oriental en vecindades de la Sierra Nevada del Cocuy que considera relacionada al arrastre de gran escala asociado con el movimiento lateral izquierdo de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga. El mismo autor también cree que el desplazamiento de los Andes de Mérida con respecto a la Cordillera Oriental de Colombia está asociado con movimientos laterales grandes, aun cuando indica que no todo el desplazamiento debe atribuirse a la "Falla de Santa Marta". Finalmente, CAMPBELL (1968:256) encuentra algunas fallas paralelas y otras que hacen ángulos agudos con la falla principal e introduce un nuevo dato cuando dice que las fallas anteriores le sirven para "acomodar desplazamientos diferenciales que varían de un máximo de 110 Km a cerca de 30 Km en el extremo sur del Macizo de Santander". Hay que anotar que es la primera y única vez que autor alguno menciona tan grande desplazamiento (30 Km) como el que CAMPBELL supone en el extremo sur de la falla, y por el contrario, el mismo autor (*op.cit.*:267) afirma que el desplazamiento sinistral decrece gradualmente hacia el sur hasta que se disipa en una serie de fallas inversas. También agrega que "La más larga de las fallas paralelas es la Falla de Chimichagua que corta la Cuenca del Bajo Magdalena donde ella puede, de hecho, ser la fractura dominante". Por otra parte, CAMPBELL (1968:Fig. 1) proyecta la "Falla de Santa Marta" costa afuera y esta proyección intercepta la Falla de Oca, sin que esta última sufra desplazamiento alguno. Sin embargo, revisando los mapas gravimétricos publicados del área podría proyectarse la falla costa afuera pero no puede decirse lo mismo observando los contornos submarinos.

Hasta hoy los únicos geólogos que han puesto en duda la naturaleza de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga, han sido POLSON & HENAO (1968) quienes aducen que observaciones geológicas hechas por ellos, les permite cuestionar la hipótesis de CAMPBELL (1968) en el sentido que la Falla de Santa Marta-Bucaramanga sea una falla de rumbo. Para negar esta posibilidad se basan, principalmente, en las diferencias que presentan las columnas estratigráficas del Terciario para las supuestamente antes contiguas cuencas del Cesar y el Valle Medio del Magdalena. Sin embargo, este no parece ser argumento suficiente pues como ha sido reconocido por numerosos geólogos las cuencas del Valle Superior y Medio del Magdalena no son cuencas estrictamente continuas sino que han sido longitudinalmente seccionadas y desplazadas por fallas de rumbo transversales y como consecuencia puede esperarse, en cada segmento, diferencias de facies. En cuanto hace a la gran diferencia de elevación con respecto a las llanuras del Magdalena, que ha alcanzado la Sierra Nevada de

Santa Marta y cuyas rocas debieron estar expuestas a la erosión y posterior sedimentación de fragmentos gruesos de roca, POLSON & HENAO (*op.cit.*), contrario a lo que deberían esperar, encuentran que en los pozos perforados para petróleo, no existen cantidades anormales de clásticos gruesos o aún de areniscas en la sección terciaria encontrada; por el contrario la sección allí presente es predominante arcillosa, ya que la relación de arena a arcilla es de 1 a 8. La ausencia de fragmentos gruesos de rocas al Occidente de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga, puede interpretarse de dos maneras diferentes: 1) que todos los fragmentos gruesos que pudieron producirse por erosión posterior al Mioceno Medio? y hasta el Plioceno pudieron quedar atrapados en la fosa de Ariguaní o 2) que el levantamiento del Macizo de Santa Marta se llevó a cabo en el Plioceno o más recientemente y los fragmentos gruesos que se deben esperar son los que OPPENHEIM (1942) y REYMOND (1942) encuentran y describen en el flanco occidental de la Sierra Nevada de Santa Marta. El argumento más importante, en el que se apoyan POLSON & HENAO (1968:265), es la información obtenida como resultado de trabajos geológicos y geofísicos llevados a cabo en el área de Chimichagua, al sur del Macizo de Santa Marta, que les permite afirmar que las fallas de Santa Marta y Bucaramanga no son la misma falla, tal como lo considera CAMPBELL (1968: Plate I), sino que no están conectadas y que cada una disminuye el salto a medida que se acercan a la Cuenca del Cesar. Hay que anotar que, lamentablemente, POLSON & HENAO (1968) no relacionan y menos aún publican los resultados de los trabajos geológicos y geofísicos que mencionan, de donde tomaron tan importante información.

Por otra parte TSCHANZ *et al.* (1969) señala que en la actualidad no hay acuerdo total para denominar a la Falla de Santa Marta- Bucaramanga; unos autores toman las fallas de Santa Marta y de Bucaramanga independientemente, considerando que en varias localidades queda fosilizada por sedimentos cuaternarios. En consecuencia TSCHANZ *et al.* (1969) prefieren referirse a esta estructura como Falla de Santa Marta-Bucaramanga.

En el trabajo de IRVING (1971), sobre la Evolución estructural de los Andes más septentrionales, no aparece nueva información sobre la Falla de Santa Marta-Bucaramanga; prácticamente acepta y utiliza los postulados de RAASVELT (1956) y CAMPBELL (1968). A pesar de que se han perforado numerosos pozos en búsqueda de petróleo en la Cuenca del Bajo Magdalena, al Occidente de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga, solo dos pozos han alcanzado el basamento y la información allí obtenida, utilizada descuidadamente, ha servido para certificar el desplazamiento lateral izquierdo de 110 Km en la parte más septentrional de la falla. Según IRVING (1971:47) hay la posibilidad de que existan intrusivos ácidos en el



subsuelo pues la determinación K/Ar de una biotita obtenida de núcleo de perforación en un pozo del Campo Cicuco, dio edad Cretáceo Medio, 110 a 115 m.a. de acuerdo a Pinson *et al.* (1962) en IRVING (1971). Este dato solamente sirve para confirmar la presencia de la Cordillera Central en el subsuelo de la Cuenca del Bajo Magdalena ya que este tipo de intrusiones no son raras en la Cordillera Central, tal como sucede con el Batolito Antioqueño o el Batolito de Sonsón y aún con el Batolito Central de la Sierra Nevada de Santa Marta, considerado de Edad Jurásico tardío de acuerdo a dataciones radiométricas (TSCHANZ *et al.* 1974:275). Por otra parte, IRVING (1971:59) busca también alguna explicación para la curvatura aparente que sufre la Cordillera Oriental a la altura del Nevado del Cocuy y dice: "Aún cuando prematuro por falta de información, se anota que el desplazamiento sinistral de ésta (la Falla de Santa Marta-Bucaramanga) concordaría con una deformación para dar como resultado la curvatura sinuoso sinestrolateral (en plano horizontal) de la actual Cordillera Oriental y su prolongación en los Andes venezolanos". Por el contrario, por falta precisamente de evidencia geológica de desplazamiento de cizalladura de gran escala, UJUETA (1994:Fig.10) propone que el desplazamiento actual observado entre la Cordillera Oriental de Colombia y los Andes de Mérida puede distribuirse entre los Lineamientos Río Sogamoso, Berlín, Labateca y Depresión de Cúcuta o Táchira (*op.cit.*:Fig.3). El desplazamiento total hacia el Nordeste de las dos cordilleras, calculado utilizando los mapas actuales, es del orden de 75 Km, de los cuales 25 Km se han atribuido por BONINI *et al.* (1981) al lineamiento que pasa al sur de la Depresión de Cúcuta o Táchira. El resto del desplazamiento se llevó a cabo a tasas desiguales sobre los otros lineamientos mencionados. Es decir, que en vez de tener como explicación para la curvatura que se establece entre las dos cordilleras un solo movimiento grande, podríamos tener varios movimientos de menor magnitud, repartidos en varias fallas de dirección NO-SE y desplazamiento lateral izquierdo, acompañado de rotación de mas o menos 15° en el sentido de las manecillas del reloj. La misma rotación se observa, en el norte, entre la Cordillera Central y el Macizo de Santa Marta. Para calcular el desplazamiento lateral izquierdo de la Falla de Santa Marta- Bucaramanga, IRVING (1971) indica que las filitas encontradas en la base del Pozo Algarrobo-1, con profundidad total de 8.327 pies, son "muy parecidas" a los Esquistos de Taganga localizados en la parte más norte de la Sierra Nevada de Santa Marta. Con estos datos confirma el desplazamiento lateral izquierdo de 110 Km que es la distancia que existe entre el Pozo Algarrobo-1 y los afloramientos de los Esquistos de Taganga. Pero, por otra parte, TSCHANZ *et al.* (1974:274) encuentran en el Pozo El Dificil-1, localizado al Oeste de

la Falla de Santa Marta-Bucaramanga y 20 Km al Sur del Pozo Algarrobo-1, granulitas, neises y esquistos precámbricos que correlacionan con rocas presentes en la llamada por ellos Faja Metamórfica de Sevilla, localizada 60 Km al Sur de los Esquistos de Taganga de acuerdo a los mapas geológicos publicados. En este caso si correlacionamos las granulitas del Pozo El Dificil-1 con las granulitas de la Faja Metamórfica de Sevilla, el desplazamiento lateral izquierdo no sería ya de 110 Km sino se reduciría, ahora, a sólo 70 Km. Y aún más, una inspección a los Mapas Geológicos de Colombia de INGEOMINAS (1988) y de GEOTEC (1988) permite notar: 1) Que las granulitas afloran, en forma desordenada, en diferentes partes dentro de la Sierra Nevada de Santa Marta y 2) que si hemos de correlacionar las granulitas encontradas en el Pozo El Dificil-1 con las primeras granulitas presentes en la Sierra Nevada, éstas últimas aparecen a la altura de la población de Bellavista (Fig.1), a escasos 40 Km en dirección NNE, que es la dirección general del eje de la Cordillera Central. De cualquier manera la magnitud del desplazamiento es difícil, si no imposible de medir por falta de puntos de referencia que se puedan cotejar.

Luego GANSSE (1973:116) considera que: "Aquí la Cordillera Central completa está cortada y transportada hacia el Norte por lo menos 80 Km (donde aparece) como la Sierra Nevada de Santa Marta". El transporte anterior no sería necesario ya que admite que la Cordillera Central hunde hacia el Norte y se sumerge en lo que él llama la "amplia depresión combinada de los valles del Cauca y Magdalena". Siempre queda, como es notorio en numerosas citas anteriores la duda de cómo todos estos autores concibieron el transporte desde la Cordillera Central a la actual posición de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Por el mismo tiempo, MOODY (1973:451) cuando aplica los principios sobre su hipótesis de "Wrench-Fault Tectonics" a la exploración de petróleo, trae como ejemplo los modelos regionales de fallas en el Nordeste de América del Sur y allí denomina igual que RAASVELT (1956) a la Falla de Santa Marta-Bucaramanga como la "Gran Falla de Colombia", y como muchos de los autores ya citados, señala que las fallas de Oca y la "Gran Falla de Colombia" son cizallas complementarias de gran desarrollo y que el bloque delimitado por las dos fallas ha tendido a moverse hacia el noroeste y, a la vez, propone que las fallas de Oca y la "Gran Falla de Colombia" son fallas de cizalladura de segundo orden.

TSCHANZ *et al.* (1974:273) vuelven a afirmar que la Sierra Nevada de Santa Marta está localizada al Noroeste de la posición que tiene la Cordillera Central y para justificar la posición elevada del Macizo de Santa Marta, desde el principio del Mioceno, recurren a la acción conjunta de las fallas de Oca y Santa Marta-Bucaramanga, que según ellos,



levantan el macizo entre las dos fallas a manera de un "horts", permitiendo además la formación de las cuencas aledañas, de tal manera que entre estas últimas y el macizo hay un relieve estructural de 12 Km. Como puede notarse, es el mismo concepto ya expresado por RAASVELT (1956), repetido una y otra vez por cada uno de los autores que tratan la Falla de Santa Marta-Bucaramanga. Los mismos TSCHANZ *et al.* (1974:274) confirman el desplazamiento de 100 a 115 Km basados esta vez en que "... nuestra interpretación se basa sobre la litología y geomorfología del basamento metamórfico". Un poco más adelante en su trabajo, TSCHANZ *et al.* (1974:280) aportan un nuevo dato cuando refiriéndose al material encontrado en el Pozo Algarrobo-1 dicen: "De acuerdo a T.V. Tolleson de Superior Oil Co. de Colombia, esas partículas corresponden a un fragmento de un conglomerado pre-Mioceno (E.M.Irving, 1971, comunicación escrita). El conglomerado en pozos cercanos contiene enormes bloques de rocas metamórficas que pueden corresponder a sedimentos del Terciario inferior o a una brecha tectónica". Este nuevo dato tiene varias implicaciones: 1) que el Pozo Algarrobo-1 no llegó al basamento como ha sido interpretado por los autores ya citados, 2) que si se trata de un conglomerado pre-Mioceno, cercano está el tiempo de movimiento de la falla, 3) que de ninguna manera bloques transportados pueden ser puntos de referencia para medir desplazamientos, 4) que POLSON & HENAO (1968) no conocieron este dato y que en virtud de tal desconocimiento no hubieran utilizado la ausencia de conglomerados como argumento para rebatir a CAMPBELL (1968), 5) que de acuerdo a la cita habría varios pozos en los que encuentran tal conglomerado y cabe la posibilidad de que esos mismos pozos no estén ubicados sobre una brecha tectónica y, 6) que de confirmarse la presencia de conglomerado habría que revisar todas las especulaciones que hasta ahora se han venido haciendo.

DUQUE CARO (1980: Figs. 8 a 13) en la discusión sobre la Evolución Geológica del área norte de Colombia, incluida, por supuesto, la Sierra Nevada de Santa Marta, presenta una serie de mapas paleogeográficos que representan el lapso entre el Cretáceo tardío y el Pleistoceno. DUQUE CARO denomina plataforma a la corteza continental situada al SE del Lineamiento Romeral e involucra en aquella a la Cordillera Central ya que la plataforma se extiende, según sus secciones transversales de dirección NO-SE, hasta el Valle Medio del Magdalena. El autor (*op.cit.*: Fig.8) considera que durante el Cretáceo tardío-Paleoceno el Macizo de Santa Marta pudo estar unido a la Cordillera Central siguiendo la misma dirección NO-SE del Brazo de Mompós del río Magdalena y que el macizo fue cortado posiblemente por la geofractura de Plato que tendría dirección NO-SE (DUQUE CARO 1980: Fig. 4) para luego trasladarlo paralelamente, sin explicación alguna, hacia el NNE hasta alcanzar un punto intermedio

entre la Cordillera Central y la actual posición del Macizo de Santa Marta. Entre el Eoceno medio y el Mioceno medio el Macizo de Santa Marta permanece en la misma posición anterior (DUQUE CARO 1980: Figs.9,10 y 11) y luego, entre el Mioceno tardío y el Plioceno, el Macizo de Santa Marta sufre rotación en el sentido de las manecillas del reloj y ahora el macizo queda ubicado, con el borde occidental en dirección NNO-SSE, aproximadamente a 74 Km al SSE de la posición actual (DUQUE CARO 1980: Fig.12). Finalmente, entre el Plioceno y el Pleistoceno aparece la Falla de Santa Marta-Bucaramanga y la Sierra Nevada se traslada entonces 74 Km en dirección NNO a lo largo de la falla hasta alcanzar la posición que hoy ocupa (DUQUE CARO 1980: Fig.13). Los 74 Km fueron calculados teniendo en cuenta la escala que aparece en las figuras del artículo de DUQUE CARO (1980).

Más recientemente INGEOMINAS (1988) en la Fig. 2 de la Memoria Explicativa del Mapa Geológico de Colombia, en vez de llamar a la falla como se conoce comúnmente, Falla de Santa Marta-Bucaramanga, deciden rebautizar la falla para toda su extensión, desde la costa caribe hasta el sur del Macizo de Santander, denominándola "Falla de Bucaramanga". BOINET *et al.* (1989) también utilizan para la Falla de Santa Marta-Bucaramanga el nombre de "Falla de Bucaramanga". Estos autores también, como muchos otros autores, aceptan para la falla 100 Km de desplazamiento lateral izquierdo. A diferencia de todos los geólogos hasta ahora citados, BOINET *et al.* (1989:7) se preguntan, con razón, porqué todo el desplazamiento lateral izquierdo de 100 Km de la "Falla de Bucaramanga" se sucedió solamente en la parte más septentrional, mientras que en la parte meridional no se manifiesta tal desplazamiento y por el contrario afirman, ellos mismos, que solo existe desplazamiento vertical. Para explicar este hecho señalan que el desplazamiento se amortigua entre "los cabalgamientos hacia el NW del borde occidental de la Cordillera Oriental de Colombia y de la Serranía de Perijá situados a uno y otro lado de la falla". En este caso los autores dividen en tres sectores la "Falla de Bucaramanga": un sector septentrional comprendido entre el Mar Caribe, al Norte, y la intersección entre la "Falla de Bucaramanga" y la Falla El Tigre-Perijá, al Sur (Fig. 1); un sector intermedio que se extiende desde la última intersección mencionada y la intersección entre la Falla de Santa Marta-Bucaramanga y la Falla de La Salina (Fig.1) y, un sector meridional que separa e individualiza el Macizo de Santander en la Cordillera oriental hasta su terminación al Sur. Es en el sector intermedio donde los autores amortiguan el desplazamiento lateral izquierdo de aproximadamente 100 Km. Finalmente vale la pena anotar cómo BOINET *et al.* (1989:3) consideran que durante la orogenia andina, la falla tiene categoría de "falla transformante Intracontinental".



Otros geólogos que han trabajado en el área que corresponde al sector intermedio de BOINET *et al.* (1989) no logran ponerse de acuerdo en cuanto al sentido del movimiento de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga, así: WARD *et al.* (1973:108) apoyan por una parte la interpretación de JULIVERT (1961:Fig.1), por lo menos para el área de Bucaramanga, Piedecuesta y Floridablanca, quien considera que la Falla de Bucaramanga (sector al Sur de la Cuenca del Cesar) es una falla inversa de ángulo alto que tiene el lado Este levantado y que va perdiendo salto hacia el Sur. Pero hacia el Norte de Bucaramanga, dentro del sector intermedio de BOINET *et al.* (1989), WARD *et al.* (*op.cit.*) ya no observan las mismas características anteriores, sino que consideran que la misma falla podría ser de desplazamiento lateral izquierdo, movimiento sugerido por lo que ellos mismos llaman ".... el alargado y delgado extremo sur del Batolito del Río Negro que interpretan como una cola de arrastre ("drag tail")"; por otra parte BAYER *et al.* (1973:79) describen la Falla de Río de Oro, que es la misma Falla El Carmen de RODRÍGUEZ & GONZÁLEZ (1976), y encuentran que tiene rumbo general N17°O, que su plano de falla es aproximadamente vertical y que la falla ejerce control estructural sobre la Quebrada El Carmen. La falla afecta allí rocas del Complejo Migmatítico cuyo grado de metamorfismo es mayor al lado occidental, que los autores llaman Migmatita de Núcleo, que al lado oriental. Tal situación les permite deducir levantamiento del bloque Oeste y hundimiento del bloque Este, pero inmediatamente hacen la salvedad de que esta observación es de carácter local; la Falla El Carmen ha sido considerada como parte de la zona de Falla de Santa Marta-Bucaramanga pero podría, más bien, tratarse de una falla paralela (Fig. 1). Por otra parte SALINAS (1983:9) encuentra que la Falla de Santa Marta-Bucaramanga al SO de Ocaña tiene dirección N10°O y atraviesa de N a S con trazo recto, la Plancha 76 "Ocaña". Allí la falla pone en contacto rocas metamórficas pre-devonianas con rocas sedimentarias del Jurásico, lo que según la autora, indica gran desplazamiento vertical y, finalmente VARGAS *et al.* (1981:60) hacen notar que es difícil establecer el movimiento relativo de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga, pues indistintamente aparecen a lado y lado de la falla dentro del cuadrángulo I-13, rocas más jóvenes al Este y más antiguas al Oeste y viceversa.

## CONCLUSIONES AL RECUENTO HISTÓRICO

Concluido el Recuento Histórico sobre la Falla de Santa Marta-Bucaramanga surgen numerosos interrogantes ya que las interpretaciones que acabamos de ver y que son esencialmente la misma, no son satisfactorias porque no están soportadas por datos objetivos así:

**a). La naturaleza de la falla.** Existen tres versiones. La primera, considera que se trata de una falla inversa de buzamiento al Este y de ángulo bajo a alto. La segunda, por la cual se han inclinado casi todos los autores citados, considera que se trata de una falla de rumbo de desplazamiento lateral izquierdo y, la tercera es la defendida únicamente por POLSON & HENAO (1968) quienes afirman que en vez de una sola falla se trata de dos fallas diferentes.

**b). Edad de la Falla.** En este caso no existe consenso alguno en la opinión de los autores citados, pero puede a grandes rasgos resumirse la opinión de los autores en dos grupos principales, un grupo que tiende a considerar que la edad de la falla es del Terciario temprano: YOUNG *et al.* (1956) afirman que el fallamiento ocurrió en el Eoceno y no perturbó el Oligoceno, IRVING (1971) cree que es postcretácea, TSCHANZ *et al.* (1974) consideran que la edad de la falla está entre finales del Mesozoico o principios del Terciario, CÁCERES *et al.* (1980) piensan que es de comienzos del Paleoceno, y otro grupo que se inclina a pensar que la edad de la falla es del Terciario tardío: CAMPBELL (1968) cree que la edad de la falla está entre el Terciario tardío y el Cuaternario, DUQUE CARO (1980:Fig.13) propone como edad el lapso entre el Plioceno y el Pleistoceno y BOINET *et al.* (1989:3) suponen que la edad está entre el Mioceno y el Plioceno. Así que, en este momento, no se conoce con certeza la edad de la falla y, solamente para los movimientos verticales, que son sin lugar a dudas el principal tipo de deformación que se observa en superficie, se cree que han tenido lugar entre el Plioceno y el Pleistoceno.

**c) Extensión de la Falla.** Si aceptamos los argumentos que les permite a POLSON & HENAO (1968) hablar de dos fallas diferentes, la Falla de Santa Marta (porción Norte de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga) alcanzaría 130 Km de longitud teniendo en cuenta que tanto la localización y el mecanismo de iniciación y terminación de la falla no se conocen. Si por el contrario aceptamos que se trata de una sola falla, como lo ha hecho la mayoría de los autores citados, tendría la considerable longitud de 600 km que harían de esta falla una característica estructural muy importante, tan importante que BOINET *et al.* (1989:10) expresan que la falla tiene ".... Valor de falla transformante intracontinental"; pero también, por otra parte, la falla ha sido considerada de poca importancia ya que, por ejemplo, MOODY (1973) la clasifica apenas como una falla de segundo orden. El autor de este trabajo está de acuerdo con MOODY (1973) ya que vistos regionalmente los lineamientos de dirección NO-SE (UJUETA 1991 :Fig.1, 1994:Fig.3, 2001:Fig.2) forman parte integral de un modelo regular y sistemático que se extiende sobre todo el territorio de Ecuador, de Colombia y de buena parte de Venezuela, a diferencia del rumbo NNO-SSE de la Falla de Santa



Marta-Bucaramanga, que sólo con algunas fallas menores de igual dirección en el área del Macizo de Santander, la Falla de Otú y la Falla oriental de la Serranía de La Macarena no son comunes en Colombia, de manera que no puede, de ninguna manera, equipararse a la supuesta Falla de Santa Marta-Bucaramanga con los Lineamientos (Fallas Profundas) de dirección NO-SE:

**d). Desplazamiento de la Falla.** Todos los autores consultados coinciden en considerar que la Sierra Nevada de Santa Marta fue cortada de la Cordillera Central, en el área del El Banco, y transportada a su posición actual, sin que ninguno de los autores citados haya explicado convincentemente el mecanismo por medio del cual se sucede tal desplazamiento. De todas maneras, unos autores ponen en contacto, inicialmente, a la Cordillera Central con el Macizo de Santa Marta y luego en el tiempo de formación de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga, desplazan el macizo a lo largo de esa misma falla hasta alcanzar la posición actual. Otros trasladan al macizo, primero un trecho en dirección NNE, luego hacen rotar el macizo y lo colocan al NE de El Banco y al Sur de la posición actual, para finalmente, cuando se forma la falla, trasladarlo a lo largo de ella misma hasta la posición actual. El desplazamiento lateral izquierdo ha sido calculado entre 74 y 240 Km que curiosamente ha sido registrado, únicamente, en la parte más septentrional de la falla. Esa enorme diferencia en la magnitud del desplazamiento de la falla es ya índice claro de la poca confiabilidad que puede tenerse en los cálculos hechos por los diferentes autores mencionados, lo cual es de esperarse ya que no se tiene ninguna evidencia directa, porque no existen a lado y lado de la supuesta Falla de Santa Marta-Bucaramanga, marcadores fácilmente reconocibles que permitan medir tal desplazamiento.

En la parte meridional de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga, al Sur de la Cuenca del Cesar, no se ha podido probar hasta ahora desplazamiento lateral izquierdo alguno y, en cambio, la falla aparece como de naturaleza inversa de ángulo alto con el labio Este levantado.

Quedaría por resolver, también, sobre qué clase de substrato se ha movido tan libremente el Macizo de Santa Marta, de manera que facilite la rotación y traslación en las diferentes direcciones anotadas. Así que es importante en un aparte posterior, hacer algunas consideraciones sobre el basamento precámbrico que permita visualizar fácilmente la relación entre el Macizo de Santa Marta y sus cuencas aledañas.

**e) Trazo de la Falla.** La carencia de cartografía nueva en el área obliga a utilizar los mapas existentes, que han variado muy poco a través de los años. La traza del sector septentrional de la falla (Fig.2) consta de una serie de fragmentos de direcciones N-S a NNO-SSE que comparada con la traza de fallas transcurrentes bien

estudiadas no tienen similitud alguna. Para el sector meridional (Fig. 2) el trazo de la falla es mucho más definido.

## BASAMENTO PRECÁMBRICO

A través de muchos años se han utilizado básicamente dos modelos para tratar de explicar la presencia de núcleos precámbricos ubicados topográficamente en diferentes posiciones dentro de la Cordillera Central y Oriental de Colombia. Así, algunos autores postulan transporte de enormes masas desde grandes distancias, entre otros, GALLAGER & TAUVERS (1988), FORERO (1990) y DE TONI & KELLOG (1993), quienes consideran la existencia de un bloque occidental alóctono denominado "Bloque Norandino" separado del escudo de Guayana al S y SO por las Fallas del Borde Llanero. Por ejemplo, FORERO (1990) expresa que las Fallas del Borde Llanero de Colombia, que él considera que son paleosuturas presentes desde el Silúrico Superior, representan el límite entre dos provincias: al Este el Escudo de Guyana y al Oeste, un terreno alóctono, parte del Escudo Canadiense. Este último, según el autor, se adosó al margen continental noroccidental de Suramérica luego de la colisión entre Norteamérica y Suramérica y considera que la Provincia Grenville, ampliamente conocida en Norteamérica, está presente en el Cinturón granulítico Garzón-Sierra Nevada de Santa Marta. KROONENBERG (1982) es de la misma opinión ya que también encuentra relación entre el Cinturón Granulítico Garzón-Santa Marta y la Provincia de Grenville, basado en semejanzas litológicas y geocronológicas, éstas últimas determinadas por Alvarez & Cordani (1980) en KROONENBERG (1982); como se sabe las correlaciones litológicas no son confiables. De acuerdo también a FORERO (1990:142) las rocas precámbricas muestran siempre metamorfismo de alto grado, tanto en el basamento de los Llanos Orientales como en los núcleos de los macizos montañosos de las cordilleras Central y Oriental de Colombia, pero presentan diferencias litofaciales. Según eso las Fallas del Borde Llanero permitirían dar cuenta de las diferencias encontradas en los afloramientos de rocas del Precámbrico y Paleozoico que las cubre, en ambas áreas. Pero las diferencias litofaciales que menciona Forero no pueden utilizarse como argumento para proponer la presencia de otro escudo como el canadiense en los Andes colombianos. Dadas las distancias que existen entre el Escudo de Guayana propiamente dicho y los núcleos precámbricos de los Andes, las diferencias faciales encontradas son normales en una tectónica de bloques como la que se postula en este trabajo (q.v.).

Por otra parte, otros autores, que a pesar de que también piensan en transporte desde grandes distancias, no ya de bloques descomunales sino de fragmentos de



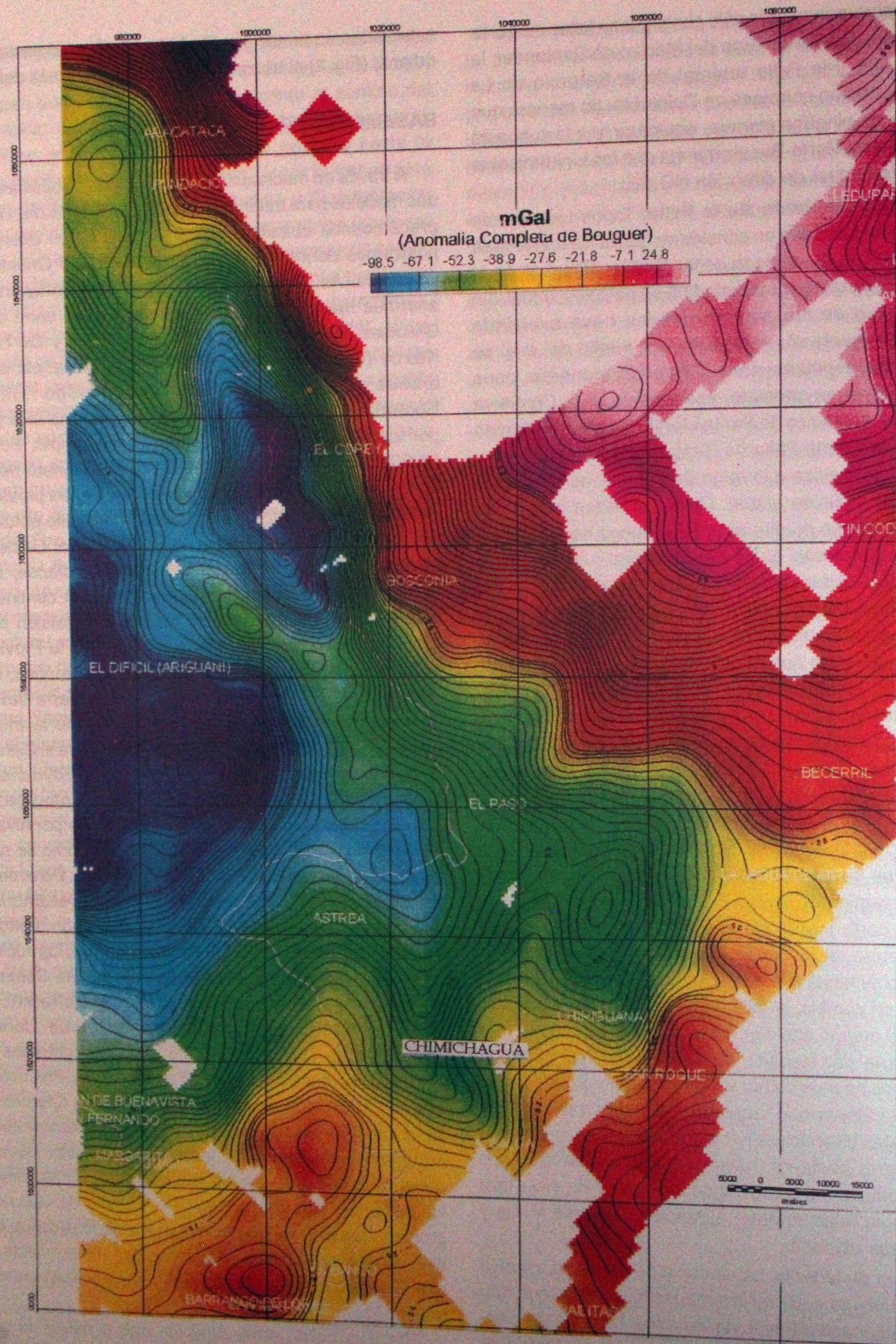


Fig. 4. Mapa de anomalía completa de Bouguer. Cuencas del bajo Magdalena y Cesar. Elaborado por John Cerón (2003)



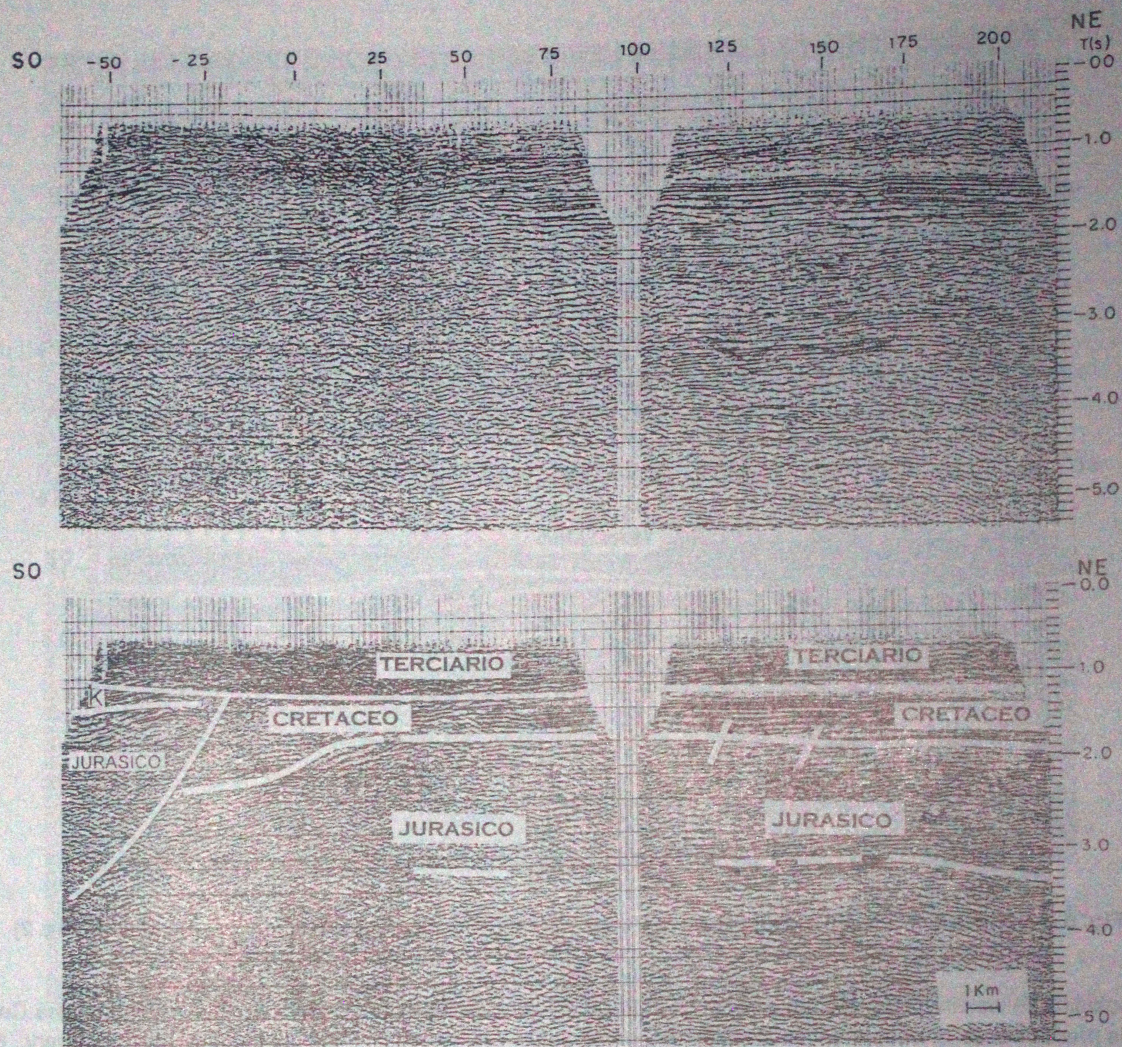


Fig. 5. Perfil sísmico CV-79-32 localizado al Occidente de la Cuenca del Cesar (sección A-B en la Fig. 2)

bloques o microcontinentes como algunos los llaman, creen por ejemplo, en que la interacción entre placas dejó, según Tschanz *et al.* (1974:280), un complejo mosaico de fragmentos cratónicos exóticos, entre ellos la Sierra Nevada de Santa Marta. En el mismo sentido, otros autores, entre ellos INGEOMINAS (1988:18), proponen que se trata de bloques alóctonos que chocaron contra el continente suramericano y representan microcontinentes agregados al escudo.

Por supuesto, también hay numerosos geólogos que no postulan transporte alguno y consideran que las granulitas encontradas en los Andes son prolongación del Escudo de Guayana. Aquí es oportuno anotar que aún cuando son muchos los geólogos que reconocen la presencia de núcleos precámbricos en los Andes

colombianos, no hay sin embargo, claro conocimiento en cuanto a la posición que cada uno de estos núcleos tiene con respecto al Escudo de Guyana, ni menos aún con respecto al Escudo Canadiense. Esto ha permitido que las diferencias encontradas en los afloramientos de rocas precámbricas en las dos zonas, antes y después del piedemonte andino, se deban probablemente a que no existen unidades litoestratigráficas perfectamente definidas que sirvan como guías regionales y a que tampoco se conoce la sucesión estratigráfica completa de las rocas del escudo en Colombia, entre otras razones porque existen extensas regiones, dentro del escudo, cubiertas por sedimentos recientes y también por vegetación espesa. INGEOMINAS (1988:10) en la Tabla 1, de la Memoria explicativa del Mapa Geológico de Colombia, fija la posición



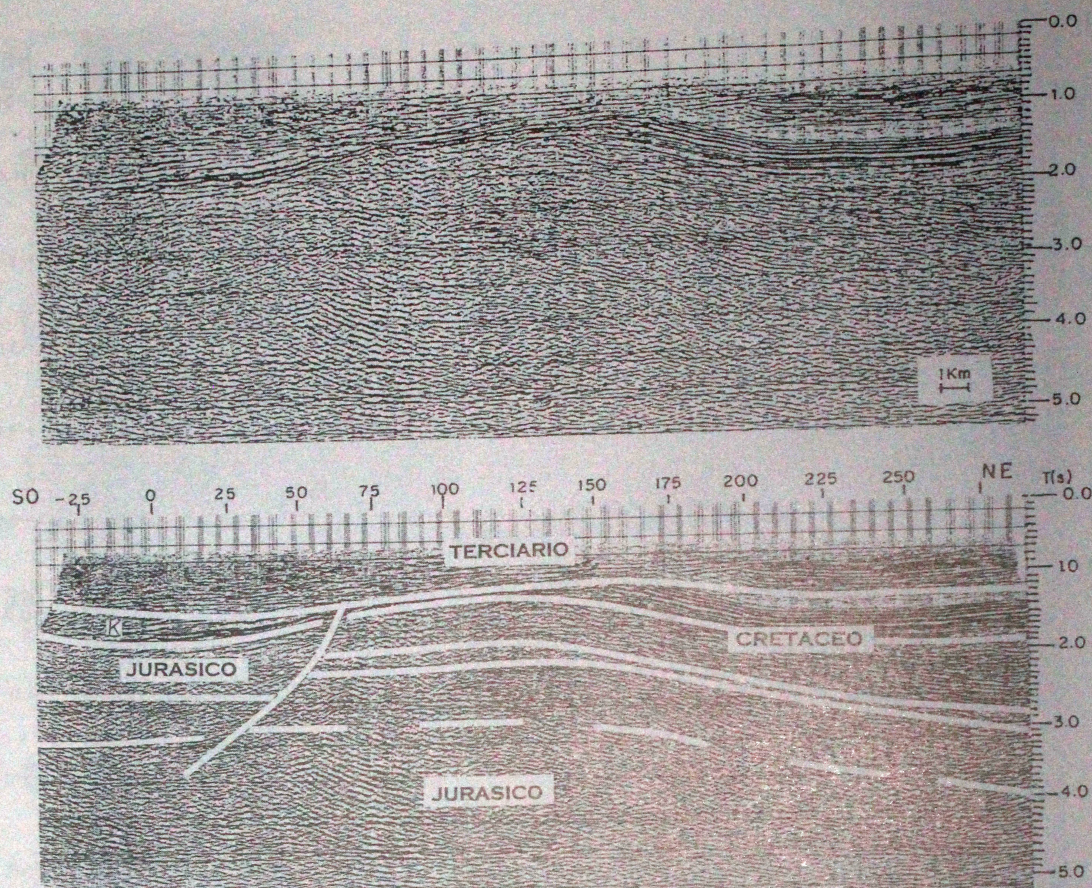


Fig. 6. Perfil sísmico CV-79-16 localizado al Occidente de la Cuenca del Cesar (sección C-D en la Fig. 2)

cronológica de los diferentes afloramientos conocidos de rocas precámbricas presentes en las Cordilleras Central y Oriental, en la Sierra Nevada de Santa Marta y en la Guajira. Es oportuno anotar que en la columna que presenta Ingeominas hay intervalos de tiempo que no están representados, ya sea porque no existen rocas de esas edades porque no se depositaron o porque fueron erodadas o simplemente porque aún no conocemos afloramientos de tales edades.

También se ha visto cómo, la mayoría de los autores citados en el aparte de Recuento Histórico, que se refieran a la Falla de Santa Marta-Bucaramanga, dejan entrever o sencillamente repiten que la Sierra Nevada de Santa Marta fue cortada de la Cordillera Central, en el área de El Banco, y transportada a su posición actual, sin que ninguno de los autores citados haya explicado el mecanismo por medio del cual se sucede tal desplazamiento. En concepto del autor de este trabajo, es más lógico pensar que la parte norte de la Cordillera Central y la Sierra Nevada de Santa Marta siempre han formado un solo conjunto. Es decir, que realmente el Macizo de Santa Marta debe interpretarse

como la continuación septentrional de la Cordillera Central y no debe considerarse como un macizo aislado. En apoyo de la idea anterior veremos el concepto de varios geólogos que reconocen la presencia del Escudo de Guayana en la zona andina de Colombia, mientras que otros, si bien no lo afirman categóricamente, por lo menos tácitamente dejan entrever su presencia, tal como se hace evidente en las siguientes citas: De CIZANCOURT (1933:216) dice: "Puesto que la depresión del curso bajo del Cauca, además de la región de El Banco, corresponde a una simple depresión morfológica del basamento cristalino llena con sedimentos poco perturbados del Neógeno y reciente,....". Más tarde GANSSER (1973:116) expresa que "Parece que hay poca duda que rocas típicas del escudo están involucradas en la Sierra Nevada de Santa Marta". En el mismo sentido TSCHANZ *et al.* (1974:275), a pesar de conceptos suyos contradictorios, anteriormente citados, dicen que "las áreas con granulitas, ampliamente separadas en Colombia son probablemente fragmentos tectónicos que antes fueron contiguos y que son posiblemente parte del Complejo de Imataca en el Escudo



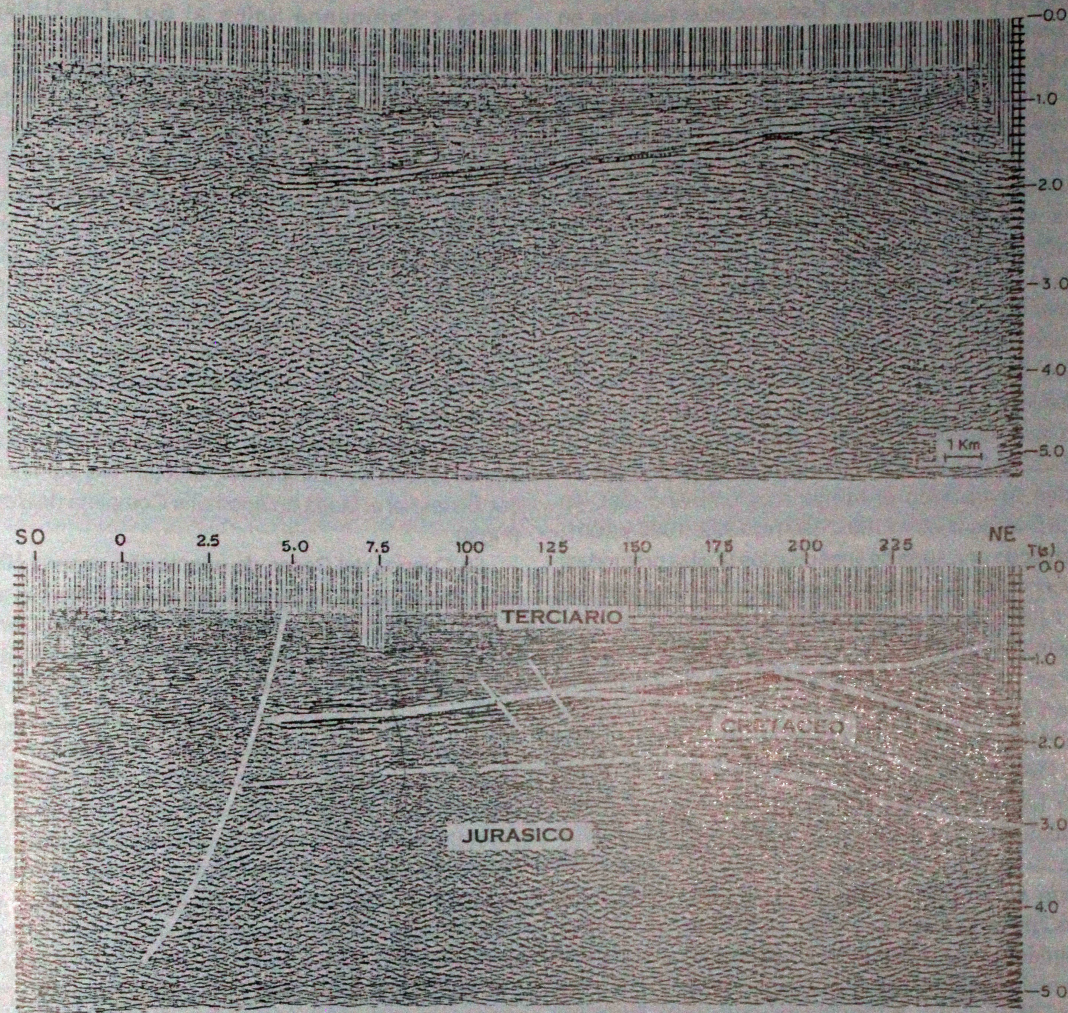


Fig. 7. Perfil sísmico CV-79-42 localizado al Occidente de la Cuenca del Cesar (sección E-F en la Fig. 2)

de Guayana". ETAYO *et al.* (1983) consideran que el escudo precámbrico se extiende hacia el Oeste por debajo de las sedimentitas más jóvenes de los Llanos Orientales. Restos de estos escudos pueden encontrarse en los macizos de la Cordillera Oriental, Sierra Nevada de Santa Marta y Macarena. Luego FABRE (1987:147) refiriéndose a las cuencas sedimentarias de la parte central de la Cordillera Oriental, entre Bogotá y Bucaramanga, afirma que: "El substrato de esas cuencas formado por diferentes tipos de rocas metamórficas, plutónicas y sedimentarias de edad Precámbrica y Paleozoica, afloran en los Macizos de Santander y Quetame, así como al Norte y el Este de la Sierra Nevada del Cocuy (Fig.1)". En áreas más cercanas a la Sierra Nevada de Santa Marta, diferentes autores hacen las siguientes observaciones: DE CIZANCOURT (1933:214) dice que: "Hacia el Norte, la Cordillera Central

se extiende a través de la zona deprimida de El Banco y su continuación está formada por la Sierra Nevada, algunos afloramientos aislados forman la conexión". CEDIEL (1972:91) observa que: "A pesar de la carencia de datos geofísicos detallados la geología de superficie conocida es suficientemente indicativa de la importancia que tiene la Falla de Romeral como límite oeste de la corteza siálica, o escudo Pre-Cámbrico en la región andina de Colombia". Y finalmente, en un trabajo preparado para Ecopetrol por MENELEY ENTERPRICES LTD. (1990:37) los autores consideran que: "La parte oriental de Colombia está situada sobre el núcleo antiguo del continente suramericano, pero que el área al noroeste del piedemonte andino es parte de una faja móvil, altamente fracturada y variable que involucra rocas de basamento de diferentes edades". Luego afirman que el núcleo continental consiste de los escudos



de Guayana y Brasil Central. Esos escudos basados en datos preliminares, han sido diferenciados en cuatro grandes terrenos, representados por colores diferentes en la Fig.2.5.8 "Mapa Esquemático de Terrenos de Basamento" de MENELEY ENTERPRICES LTD., que han sido proyectados a Colombia hasta la altura del paralelo 8°10'N.

El autor considera que el Escudo de Guayana, como corteza siálica, es una capa continua, aun cuando fracturada, que se proyecta al Norte de Colombia hasta quizá más allá del Lineamiento Romeral tal como lo indican lineamientos paralelos de igual categoría, como los Lineamientos Sinú y Colombia (DUQUE CARO 1980:23-24), situados al occidente del Lineamientos Romeral. El fracturamiento de la corteza siálica mencionado tiene que ver con los lineamientos de dirección dominante NNE-SSO a NE-SO y NO-SE que son zonas de debilidad que se extienden sobre todo el territorio colombiano. Así, en estudios previos UJUETA (1991, 1991a, 1992, 1994 y 2001) ha reconocido una serie de lineamientos (Fallas profundas) de dirección NO-SE y desplazamiento lateral izquierdo de hasta 1.200 Km de longitud que forman un modelo persistente a través de toda Colombia y que, por supuesto se extienden al área Norte de Colombia tal como lo certifican estudios elaborados principalmente por DUQUE CARO (1980), CAMARGO (1995), CUERVO (1995) GUZMÁN (1995), REYES & CAMARGO (1995) y REYES & CLAVIJO (1996). A partir de estos datos se postula que estos grandes lineamientos de dirección NO-SE representan fallas de la corteza que junto con los muy conocidos lineamientos de dirección NNE-SSO a NE-SO forman un mosaico de bloques cuyos movimientos diferenciales, ya sea lateral o verticalmente, han gobernado el desarrollo tectónico y sedimentológico del área.

Las fallas de basamento separan bloques independientes, esto es, bloques que se han movido ya sea lateralmente o hacia arriba o hacia abajo relativamente el uno con respecto al otro, como es el caso de la Sierra Nevada de Santa Marta y de sus cuencas aledañas donde se reconocen considerables desplazamientos verticales que están certificados por la gruesa secuencia de sedimentos del Cenozoico en la Cuenca del Bajo Magdalena. Como consecuencia de la estructura primaria de bloques formados por las fracturas NNE-SSO y NO-SE puede también visualizarse, en las cordilleras Central y Oriental de Colombia, los afloramientos del escudo que alcanzan diferentes posiciones topográficas y que presentan, estratigráficamente, rocas de diferentes facies y edades.

## GEOFÍSICA

La continuidad de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga en el sector intermedio, entre Bosconia al

Norte y Chiriguaná-Salao al Sur (Fig.4) ha sido cuestionada en el aparte del Recuento Histórico. Para confirmar la presencia o ausencia de la falla en el sector intermedio, cubierto por depósitos cuaternarios, fue indispensable acudir a evidencia geofísica. Los cuatro perfiles de reflexión sísmica que se presentan en este artículo, localizados aproximadamente perpendiculares a la supuesta traza de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga (Fig. 2), de Norte a Sur son los siguientes: CV-79-32 (Fig.5), CV-79-16 (Fig.6), CV-79-42 (Fig.7) y CV-79-8A (Fig.8) y están representados por las secciones A-B, C-D, E-F, y G-H respectivamente (Fig.2). Tales perfiles provienen de un trabajo sísmico adelantado por Geophysical Services Inc. (G.S.I.) en el Valle del Cesar, en 1979, para la Compañía de Petróleos Phillips y ahora suministrados por Ecopetrol. También fue suministrado por Ecopetrol el Mapa de Anomalía Completa de Bouguer (Fig.4).

La Cuenca del Cesar, de orientación general NE-SO, está situada entre la Sierra Nevada de Santa Marta y la Sierra de Perijá (Fig.1). Se trata de una cuenca Cretácea y Terciaria aparentemente muy tectonizada donde la Falla de Santa Marta-Bucaramanga se ha considerado como límite entre esta y la Cuenca del Bajo Magdalena. En el área de San Juan del Cesar las rocas del Jurásico, Formación Saldana? o Formación La Quinta descansan discordantemente sobre el basamento cristalino (Proterozoico). El Cretáceo está representado por la Formación Río Negro y por varios niveles calcáreos de plataforma: la Formación Lagunitas (Aptiano-Barremiano), La Formación Aguas Blancas (Albiano-Cenomaniano) y la Formación La Luna (Coniaciano-Turoniano). La Formación Río Negro suprayace a la Formación La Quinta y cuando aquella no aparece lo hace la Formación Lagunitas. La cubierta regional corresponde a las arcillolitas de El Molino (Santoniano-Campaniano) y una discordancia mayor, de edad Eoceno, afecta toda la cuenca. Esta discordancia refleja el levantamiento general del basamento.

En el Mapa de Anomalía Completa de Bouguer (Fig.4), las curvas isogalas tienden a juntarse y mostrar espaciamiento cada vez menor desde el NO de Aracataca hasta aproximadamente la población de Bosconia. Esos espaciamientos señalan un gradiente fuerte que coincide en el sector septentrional con la Falla de Santa Marta-Bucaramanga, pero a partir de allí hacia el Sur, en el sector intermedio de la falla, el espaciamiento de las curvas se hace cada vez más amplio presentando entonces un modelo de gradientes suaves, lo cual indica que no existe continuidad de la falla en este último sector. El mapa gravimétrico no muestra cambios en el modelo aún al Occidente de la supuesta traza de la Falla Santa Marta-Bucaramanga. Adicionalmente, en la parte sur del mapa



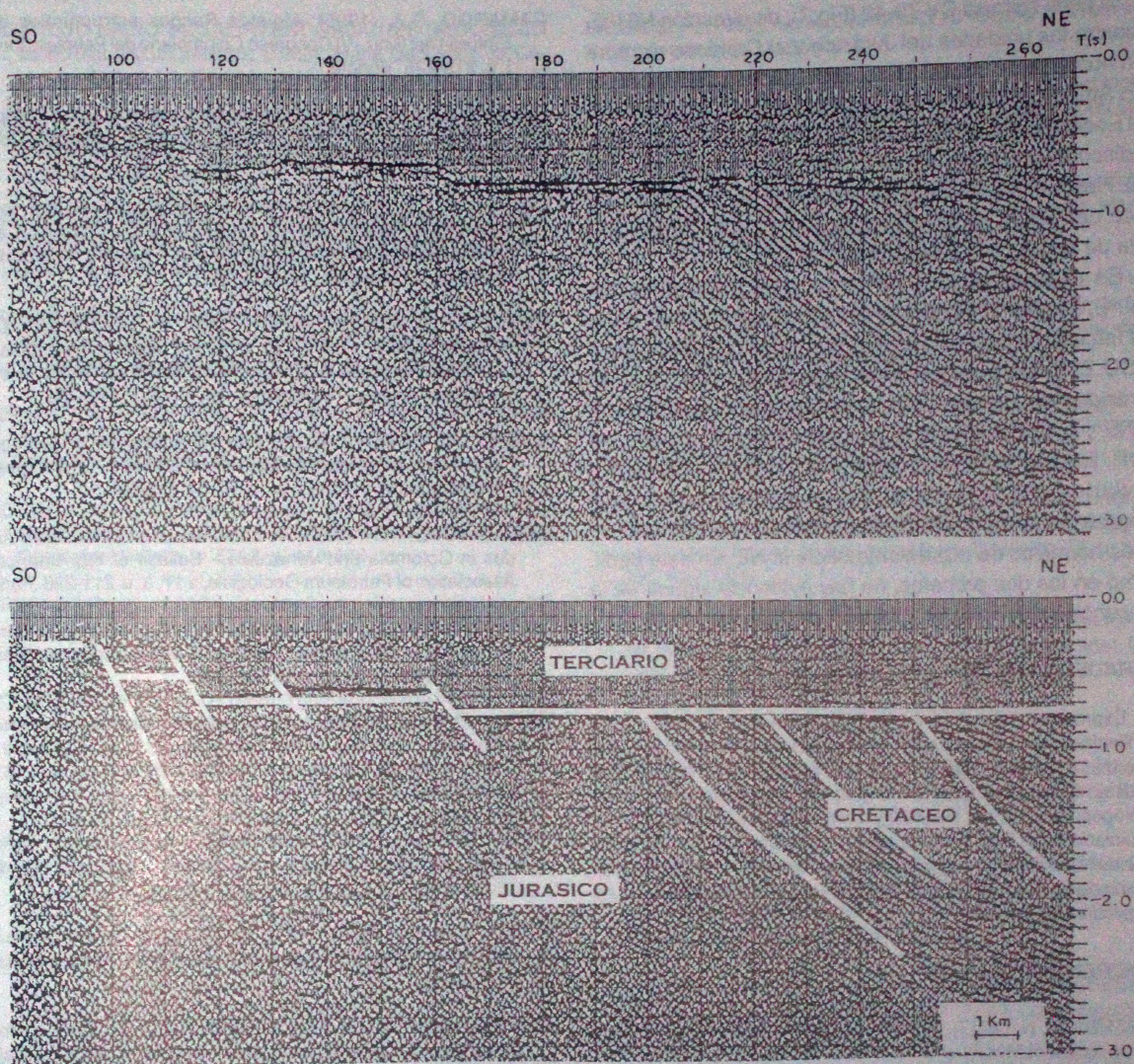


Fig. 8. Perfil sísmico CV-79-8 A localizado al Occidente de la cuenca del Cesar (sección G-H en la Fig. 2)

gravimétrico (Fig.4) se nota cómo el basamento se hace cada vez más somero, al punto que no sólo no hay evidencia de fallamiento sino que en la zona de Chimichagua, al Occidente de la traza de la falla, aparece aislado el Cerro Chimichagua donde afloran rocas volcánicas (riolitas) de edad Jurásica (Luis Clavijo, comunicación oral).

El perfil sísmico CV-79-32 (Fig.5), de dirección N54°E, muestra reflectores continuos, bien definidos, con buzamiento muy suave hacia el NE de unidades del Jurásico, del Cretáceo y del Terciario. En el SO hay una falla inversa de ángulo medio que aparentemente queda fosilizada por la gran discordancia del Eoceno. Es de gran importancia anotar que los sedimentos del Terciario pasan

hacia el SO, sin obstáculo alguno, a la Cuenca del Bajo Magdalena tal como lo indica el perfil.

En el perfil sísmico CV-79-16 (Fig.6), de dirección N49°E, están presentes unidades del Jurásico y del Cretáceo que presentan ondulaciones de tipo anticlinal suave. En este sector las rocas cretáceas están cortadas por la discordancia del Terciario que también presenta ondulación suave. Hacia el SO del perfil aparece una falla inversa con buzamiento aproximado de 30° hacia el SO. Esta es una falla de muy bajo orden que no tiene relación alguna con la supuesta Falla de Santa Marta-Bucaramanga. Es interesante resaltar también, en este perfil, cómo los sedimentos del Terciario pasan sin impedimento alguno hacia el SO a la Cuenca del Bajo Magdalena.



El perfil sísmico CV-79-42 (Fig.7), de dirección N61°E, muestra las unidades del Jurásico y el Cretáceo siempre con buzamiento suave de aproximadamente 20° hacia el NE. Ambas unidades están cortadas por la discordancia del Eoceno, pero a diferencia de los dos perfiles anteriores la discordancia tiene ahora inclinación marcada hacia el SO. Hacia el SO del perfil se presenta una zona con muy poca definición, separada en esta interpretación por una falla de ángulo alto y buzamiento al SO.

En el perfil sísmico CV-79-8A (Fig.8), de dirección N60°E, se nota la presencia de una cubierta sedimentaria del Terciario de espesor variable, que va disminuyendo hacia el SO. El Terciario es discordante en el NE sobre rocas del Jurásico y del Cretáceo que buzando con ángulo fuerte hacia el NE y a un basamento compacto en la mayor parte del perfil. Esta sección igualmente indica que los sedimentos terciarios pasan hacia el SO, a la Cuenca del Bajo Magdalena. La discordancia ha sido afectada por pequeñas fallas normales de buzamiento hacia el NE. En este perfil, como en los dos primeros, no hay evidencia alguna de la presencia de la Falla de Santa Marta-Bucaramanga.

#### AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento al Vicepresidente(e) de Exploración de Ecopetrol, geólogo Luis Eduardo Peña, por autorizar el acceso a parte de la información sobre las cuencas del Bajo Magdalena y Cesar. Especiales agradecimientos a los geólogos Fernando A. Buchelli y John Cerón de Ecopetrol por el suministro de la información geofísica utilizada en este trabajo y gracias también al geólogo Edgar Guerrero del Departamento de Geociencias de la Universidad Nacional por la interpretación de los perfiles sísmicos.

#### REFERENCIAS CITADAS

- ALBERDING, H. (1957): Applications of principles of wrench-fault tectonics of Moody and Hill to northern South-America. - *Bulletin of the Geological Society of America*, v. 68, p. 785-790.
- BAYER, K. J.; LEAL, L. J. & ARJONA, H.E. (1973): Estratigrafía, Tectosedimentología y tectónica del extremo Norte del Macizo de Santander (Trabajo de Grado No.1).-112p., Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geociencias, Bogotá.
- BOINET, T.; BURGOIS, J.; MENDOZA, H. & VARGAS, R. (1989): La Falla de Bucaramanga (Colombia): su función durante la Orogenia Andina.-*Geología Norandina*, 11, p. 3-10, Bogotá.
- BONINI, W.E.; GARING, J.D. & KELLOGG, J.N. (1981): Late cenozoic uplifts of the Maracaibo-Santa Marta block slow subduction of the Caribbean Plate, and results from a gravity study.- *Ninth Caribbean Geological Conference Trans.*, Santo Domingo, Dominican Republic.
- CACERES, H.; CAMACHO, R. & REYES, J. (1980): The Geology of the Ranchería Basin.- *Sociedad Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo, Geological Field-Trips Colombia (1980-1989)*, p. 1-31, Bogotá.
- CAMARGO, G.A. (1995): Algunos Rasgos estructurales del Cinturón del Sinú.- *VI Congreso Colombiano del Petróleo*, Tomo I, p. 219-225, Bogotá.
- CAMPBELL, C.J. (1968): The Santa Marta wrench fault of Colombia and its regional setting.- *Fourth Caribbean geological Conference (1965)*, p. 1-30, Trinidad W.I.
- CEDIEL, F. (1972): Movimientos tectónicos en el intervalo Paleozoico-Mesozoico en Colombia y su influencia en reconstrucciones paleogeográficas.- *Anales Academia Brasileña de Ciencias*, 44, p. 87-93.
- COLLETA, B.; ROURE, F.; DE TONI, B.; LOUREIRO, D.; PASSALACQUA, H. & GOU, I. (1997): Tectonic inheritance, crustal architecture, and contrasting structural styles in the Venezuela Andes.- *Tectonics*, v. 16, No. 5, P. 777-794.
- CUERVO, E. (1995): Armazón Rombohédrica de la Geología Colombiana. Un modelo de Evolución Tectónica.- *VI Congreso Colombiano del Petróleo*, v.I, p. 71-84, Bogotá.
- DE CIZANCOURT, H. (1933): Tectonic Structure of Northern Andes in Colombia and Venezuela.- *Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists*, v.17, 3, p. 211-228, París.
- DE TONI, B. & KELLOGG, J. (1993): Seismic Evidence for Blind Thrusting of the Northwestern Flank of the Venezuelan Andes.- *Tectonics*, v. 12, 6, p. 1393-1403.
- DOOLAND, B.L. & McDONALD, W.D. (1976): Structure and Metamorphism of schists of the Santa Marta Area, Colombia.- *Memoria Primer Congreso Colombiano de Geología*, p. 187-216, Bogotá (1969).
- DUQUE CARO, H. (1980): *Geotectónica y evolución de la región noroccidental de Colombia*.- *Boletín Geológico*, v. 23, 3, p. 5-37, Bogotá.
- ETAYO, F. et al. (1983): Mapa de Terrenos de Colombia.- *Publicación Especial Ingeominas*, n.14, Edición Preliminar, p.1-235, Bogotá.
- ESTRADA, A (1972): Geology and Plate Tectonics History of the Colombian Andes (M. Sc. Thesis).- *Stanford University, California*, p. 1-115, Stanford.
- FABRE A. (1987): Tectónica y Generación de Hidrocarburos.- *Arch. Sc. Geneve*, v. 40, Fasc. 2, p. 145-190.
- FORERO, A. (1990): The basement of the Eastern Cordillera, Colombia: An allochthonous terrane in northwestern South America.- *Journal of South American Earth Sciences*, v. 3, n. 2/3, p. 141-151.
- GALLAGER Jr., J.J. & TAUVERS, P.R. (1988): Tectonic Evolution of Northwestern South America.- *Proceedings of the 7th International Conference on Basement Tectonics*.
- GANSSER, A. (1973): Facts and Theories on the Andes.- *Journal of Geological Society London*, v. 129, p. 93-131.
- GEOTEC (1988): Mapa Geológico de Colombia, escala 1:1.200.000, Bogotá.
- GUZMAN, G. (1995): Geología Regional del Caribe colombiano-Problemática Estratigráfica.- *VI Congreso Colombiano del Petróleo*, Tomo I, p. 57-63, Bogotá.



- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES GEOLÓGICO MINERAS (INGEOMINAS) (1988): Mapa Geológico de Colombia.- Escala 1:1.500.000 con Memoria Explicativa, Bogotá.
- IRVING, E.M. (1971): La evolución estructural de los Andes más septentrionales de Colombia.- Boletín Geológico, Ingeominas, v. 19, 2, p. 1-90, Bogotá.
- JULIVERT, M. (1961): Geología de la vertiente W de la Cordillera Oriental en el sector de Bucaramanga.- Boletín Geológico, UIS, 8, p. 39-42, Bucaramanga.
- KROONENBERG, S. (1982): Litología, Metamorfismo y origen de las granulitas del Macizo de Garzón, Cordillera Oriental (Colombia).- Geología Norandina, 6, p. 39-45, Bogotá.
- MENELEY ENTERPRISES LTD. (1990): Proyecto Cooperativo de Estudios de Hidrocarburos en Cuencas Subandinas.- Ecopetrol. Informe Geológico 2846, Bogotá.
- MOODY, J.D. (1973): Petroleum Explorations Aspects of Wrench-Fault Tectonics.- The American Association of Petroleum Geologists Bulletin, v. 57, 3, p. 449-476.
- OPPENHEIM, V. (1942): Geología del Departamento del Magdalena.- Compilación Estudios Geológicos Oficiales de Colombia, Tomo 5, p. 489-500, Bogotá.
- POLSON, I.I. & HENAO, D. (1968): The Santa Marta Wrench Fault a rebuttal.- 4th Caribbean Geological Conference, p. 264-266, Trinidad (1965).
- RAASVELT, H.C. (1956): Fallas de Rumo en el Noroeste de Colombia.- Revista del Petróleo, v. 7, 94, p. 19-25, Bogotá.
- RADELLI, L. (1962): Introducción al estudio de la geología y de la petrografía del Macizo de Santa Marta.- Geología Colombiana, 2, p. 41-115, Bogotá.
- REYES, G. & CAMARGO, G. (1995): Esquema Estructural del Cinturón de San Jacinto.- 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. 27-36, Bogotá.
- REYMOND, E. (1942): Informe sobre una misión geológica en los Departamentos del Magdalena y Atlántico.- Compilación Estudios Geológicos Oficiales de Colombia, Tomo 5, p. 417-460, Bogotá.
- ROD, E. (1956): Strike-Slip Faults of Northern Venezuela.- Bulletin of the American Association of Petroleum Geologists, v. 40, 3, p. 457-476.
- \_\_\_\_\_. (1958): Application of Principles of Wrench-Fault Tectonics of Moody and Hill to Northern South America.- Geological Society of America Bulletin, v. 69, 7, p. 933-936.
- RODRÍGUEZ, C. & GONZÁLEZ, G. (1976): Geología de la parte norte del Macizo de Santander y algunas consideraciones sobre la Falla de Santa Marta-Bucaramanga (Trabajo de Grado No. 33).- p. 77, Universidad Nacional de Colombia, Departamento de Geociencias, Bogotá.
- SALINAS, R. (1983): Geología Plancha 76 "Ocaña". Resumen.- Ingeominas, p. 11, Bogotá.
- SERVICIO GEOLÓGICO NACIONAL (1944): Mapa Geológico General de la República de Colombia.- Escala 1:2.000.000, Bogotá.
- TSCHANZ, C.M.; JIMENO, A. & CRUZ, J. (1969): Mapa Geológico de Reconocimiento de la Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia.- Escala 1:200.000, Ingeominas, Bogotá.
- 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. & LLINAS, R. (1990): Reconocimiento Geológico de la parte más septentrional de la Sierra de Perijá.- Geología Colombiana, No. 17, p. 197-209, Bogotá.
- UJUETA, G. (1991): Tectónica y actividad ígnea en la Cordillera Oriental de Colombia, Sector Girardot- Cúcuta.- Simposio sobre Magmatismo Andino y su Marco Tectónico, T.I, p. 151-192, Manizales.
- \_\_\_\_\_. (1991a): 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.
- \_\_\_\_\_. (1991b): Lineamientos NE-A-EN, Bogotá y Gachalá en los departamentos de Cundinamarca y Meta, Colombia.- Revista Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, 15 (70), p. 145-258, Bogotá.
- \_\_\_\_\_. (1994): Modelo de desplazamiento entre la Cordillera Oriental de Colombia y los Andes de Mérida.- Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, v. 19, No.72, p. 95-105, Bogotá.
- \_\_\_\_\_. (2001): Lineamientos de dirección NO-SE y NNE-SSO a NE-SO en el Centro Occidente Colombiano y en el Ecuador.- Geología Colombiana, 26, p. 5-27, Bogotá.
- VARGAS, H.R.; ARIAS, A.T.; JARAMILLO, L.C. & TÉLLEZ, N.I. (1981): Geología del Cuadrángulo I-13 "Málaga".- Boletín Geológico, v. 24, 3, p. 1-76, Bogotá.
- WARD, D.E.; GOLDSMITH, R.; CRUZ, J. & RESTREPO, H. (1973): Geología de los Cuadrángulos H-12 "Bucaramanga" y H-13 "Pamplona". Departamento de Santander.- Boletín Geológico, v. XXI, 1-3, p. 1-131, Bogotá.
- YOUNG, G.A.; BELLIZZIA, A.; RENZ, H.H.; JOHNSON, F.W.; ROBIE, R.H. & MAS VALL, J. (1956): Geología de las Cuencas Sedimentarias de Venezuela y de sus Campos Petrolíferos.- Boletín de Geología, Publicación especial No. 2, p. 1-140, Caracas.

Manuscrito recibido: Octubre de 2003, aceptado, Noviembre de 2003

