

# GEOLOGIA DEL DEPARTAMENTO DEL MAGDALENA

VICTOR OPPENHEIM  
(Geólogo Consultor)

## INTRODUCCION

Desde septiembre de 1940 hasta fines de diciembre del mismo año, recorrí como Jefe de la Comisión Geológica del Magdalena y la Goajira, gran parte del extenso territorio presentado en el Mapa Geológico del Departamento del Magdalena.

Entonces se hicieron levantamientos y secciones geológicas desde las cumbres de la Sierra Nevada de Santa Marta hasta los flancos occidentales de la Cordillera de Perijá.

Además de la estratigrafía y tectónica regionales, se practicaron en el curso de los estudios investigaciones sobre los rastros de las glaciaciones pleistocénicas en la Sierra Nevada de Santa Marta.

El presente trabajo es el primero que se elabora sobre la geología regional, tanto de la Sierra Nevada de Santa Marta como de la parte occidental de la Cordillera de Perijá, y sobre la geología regional del Departamento del Magdalena, en su conjunto. El mapa geológico se dibujó originalmente en escala de 1:500.000, y fue posteriormente reducido, para conveniencia de su publicación, a 1:1.000.000; la base topográfica se tomó del mapa de la Geographical Society of America. Solamente las formaciones principales y las líneas tectónicas dominantes figuran en el mapa.

Espero que los detalles de tan vasta y geológicamente interesante región, se elaboren, sobre esta base, por otros geólogos en el futuro.

Quiero dejar aquí constancia de mis agradecimientos al Gobierno Nacional que me proporcionó la posibilidad de realizar este estudio, y al Dr. Jorge Alvarez Lleras, Presidente de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales, por el interés que ha demostrado en su publicación.

## FISIOGRAFIA

El Departamento del Magdalena, con extensión superficial de 56.340 kilómetros cuadrados, puede dividirse en cinco zonas topográficas distintas, con características propias de cada una:

- Zona del río Magdalena.
- Zona de la Sierra Nevada de Santa Marta.
- Zona de los valles del río Cesar y Ranchería.
- Zona de la Cordillera de Perijá.
- Zona de la costa del mar Caribe.

La primera zona topográfica del valle del Magdalena se extiende desde la costa hasta el Departamento de Santander y se caracteriza por su terreno plano y alargado, circundante al río Magdalena. Los ríos afluentes del Magdalena, en esta zona,

forman estuarios de curso tortuoso y meándrico, con numerosos lagos y pantanos.

Hacia el este el terreno se levanta algo, pero sigue siempre bajo, hasta los pies de los cerros. Las alturas de esta zona varían desde 0 hasta 250 metros sobre el nivel del mar.

La zona de la Sierra Nevada forma un macizo que abruptamente se levanta desde el nivel del mar y planicies circundantes, hasta las cumbres más altas que se registran en Colombia.

La cadena de las cumbres nevadas que coronan el macizo se extiende del este al oeste, y según el levantamiento exacto últimamente hecho por la expedición de Cabot, las alturas de los picos respectivos, son:

Pico Cristóbal Colón	5775 metros
Pico Bolívar	5775 "
Pico Simmons	5660 "
Pico La Reina	5538 "
Pico Ojeda	5490 "
Pico El Guardián	5205 "

Se ve por estos números que los picos del Nevado de Santa Marta son los más elevados que existen en Colombia.

La topografía del macizo es muy accidentada y abrupta, como sería de esperar de un macizo de esta altura con una base reducida a menos de un grado geográfico.

Antiguas terrazas fluviales a niveles sucesivos, en los altos valles, indican un intenso proceso de levantamiento isostático en tiempos pleistocénicos.

La zona de los valles del río Ranchería y del río Cesar forma una estrecha faja de terreno plano con máxima elevación de cerca de 300 metros en el divortium aquarum entre los dos valles, y se limita por el macizo de la Sierra Nevada al oeste, y por el de la Cordillera de Perijá al este. Hacia el N.E. y S. la faja se ensancha abriéndose hacia la costa y hacia el valle del río Magdalena.

En la parte más estrecha la distancia entre las estribaciones de la Sierra Nevada y de la Cordillera de Perijá alcanza a unos 20 kilómetros.

La zona de la costa se extiende a lo largo de la costa del mar Caribe, entre la boca del río Magdalena y la Península Goajira.

Esta zona que une la primera y tercera es típica zona de playa, ancha y baja en las desembocaduras de los ríos Magdalena y Ranchería, y estrecha y rocosa contra la Sierra Nevada, que en muchas partes, entre Santa Marta y Dibulla, forma muros verticales de un litoral muy rocalloso.

Estribaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, vistas desde el Caribe.



Sabanas al pie de la Cordillera de Perijá, cerca de La Jagua.

Cordillera de Perijá al este de Villanueva.



Estribaciones orientales de la Sierra Nevada de Santa Marta, cerca de Camperucho.

Por fin, la Cordillera de Perijá o Cordillera Negra, o también Sierra de los Motilones, es una unidad en sí. Representa la continuación de la Cordillera Oriental de Colombia y forma el gran divortium aquarum entre la cuenca del lago de Maracaibo y los valles del Cesar y del Magdalena.

La cordillera se extiende en una cadena continua, alcanzando unos 3000 metros en sus cumbres más elevadas, y termina en el norte, como los Cerros de Oca, en la Península de la Goajira.

La mayor parte de esta cordillera aún está inexplorada, y por eso se conoce muy imperfectamente.

#### GLACIACIONES PLEISTOCENICAS

La extensión de los glaciares actuales en la Sierra Nevada de Santa Marta está bien representada en los mapas aéreos publicados por la expedición Cabot de la American Geographical Society, en octubre de 1941. Algunas observaciones sobre la glaciación pleistocénica en la Sierra fueron también formuladas por F. B. Notestein; pero en la opinión del autor la magnitud de tal glaciación pleistocénica es considerablemente más importante. Las cumbres del macizo presentaban un gran centro de glaciación, de donde bajaban numerosos glaciares. Debido a la fuerte inclinación de los flancos del macizo, como también a la posición geográfica y condiciones climáticas de su localización, los glaciares evidentemente descendieron más que en otras cordilleras elevadas de Colombia.

En el flanco oriental del macizo, en el valle del río Donachuí, se observaron paredes de morrenas frontales hasta la curva de nivel de 2700 metros; de este nivel por arriba todo el alto valle está intensamente afectado por glaciaciones pleistocénicas hasta el límite de los glaciares actuales. Numerosos valles en "U", circos glaciales, superficies estriadas y morrenas frontales, laterales y de fondo, indican la intensidad de la glaciación.

El segundo nivel de la glaciación se evidencia a los 3500 metros de elevación, donde aparecen cadenas de lagos glaciales. El tercer nivel se extiende de los 3900 metros hasta las morrenas de los glaciares actuales.

De este modo vemos que existe un paralelismo entre los niveles de glaciación pleistocénica en la Cordillera Oriental, descrita por el autor en otra parte (\*), y la Sierra Nevada de Santa Marta.

Los tres niveles de glaciación pleistocénica en la Sierra Nevada de Santa Marta, pueden establecerse en las siguientes elevaciones aproximadas: 2700 metros, 3550 metros y 3900 metros sobre el nivel del mar. Considerando que las observaciones se practicaron en el flanco *este* de la Sierra Nevada, afectado por los constantes vientos húmedos orientales, es posible que el nivel de la glaciación pleistocénica sea más bajo de este lado del macizo que del lado occidental.

Las anteriores observaciones del autor sobre las glaciaciones pleistocénicas en la Cordillera Central,

(\*) Nota.—Véase el número 13 de esta Revista.

que serán publicadas en otra parte, confirman el concepto de que las glaciaciones de la Sierra Nevada de Santa Marta fueron contemporáneas con las de las Cordilleras Oriental y Central, entre los 2° y 11° de latitud norte.

#### ESTRATIGRAFIA

El Mapa Geológico que representa la parte principal de este estudio, muestra solamente los cuatro principales grupos de estratos que ocupan grandes extensiones en el Departamento del Magdalena. Distribuidos por edades de su formación o deposición, estos estratos son:

- Pre-cámbricos o pre-paleozoicos
- Jurásicos
- Cretáceos
- Terciarios a pleistocénicos.

Considerando la grande extensión en la cual ocurren las formaciones mencionadas, es natural que su espesor varíe considerablemente de una región a otra. No en todas partes se encontraron fósiles típicos de las formaciones; y en muchos casos, la identificación de los estratos se basó en la posición estratigráfica de éstas, así como en sus características litológicas. Las grandes extensiones de terreno despejado permitieron amplias visuales para efectuar observaciones a larga distancia: de este modo la red de recorridos del autor pudo correlacionarse bien para permitir la organización del Mapa Geológico regional,

#### Pre-cámbrico.

A esta edad se pueden atribuir todas las formaciones aparentemente pre-paleozoicas que figuran en la constitución del gran macizo de la Sierra Nevada. Por tratarse de una serie de rocas de origen y petrografía complejos, no trataremos de describirlas o clasificarlas en detalle, lo que no es el objeto del presente bosquejo geológico; apenas las dividiremos en dos grandes grupos:

- a) rocas metamórficas
- b) rocas ígneas.

Las primeras rocas consisten en elementos heterogéneos: gneiss, filitas, micaesquistos, cloritoesquistos (particularmente abundantes), anfibolitas y cuarcitas. Se encuentran estas rocas intensamente plegadas, contorsionadas y fracturadas, y, generalmente, se asocian o están atravesadas por rocas ígneas del segundo grupo, que son: granitos (sobre todo), granito-biotíticos, granito-pórfidos, sienitas y rocas ígneas básicas.

Por falta de rastros fósiles en todo el macizo, apenas puede conjeturarse la edad de las rocas arriba descritas, a base de correlación estratigráfica y deducción paleo-geográfica.

Efectivamente, el complejo sedimentario que reposa transgresivamente sobre los bordes sur y este del macizo, consiste en "red beds" de la formación Girón jurásica. En la Cordillera de Perijá, del lado de Venezuela, estos mismos estratos de tal formación se hallan sobrepuestos a esquistos fosilíferos

del Devonico, descritos, sobre todo, para el río Chirí. La falta completa de estratos contemporáneos en los bordes del macizo de la Sierra Nevada sugiere que éstos aparentemente no se depositaron y que la edad de los esquistos metamórficos sería pre-paleozoica y posiblemente pre-cámbrica.

De todos modos no nos parece que el macizo pudiera tener edad post-paleozoica, ya que en este caso estaría cubierto por los estratos del mar jurásico y restos de "red beds" podrían encontrarse en alguna parte del mismo macizo; por el contrario, fuera de los bordes del macizo, éstos no se conocen en la propia Sierra Nevada. Por otra parte, en la continuación del macizo de la Sierra Nevada, constituido por los cerros de Cojoro, Cozina y Macure, en la Península Goajira, no se encuentran rastros de "red beds", lo que indicaría que la sedimentación del Jurásico no se extendió a la actual Península y que apenas se limitó a los flancos de la actual Sierra Nevada que presentaba el borde occidental del geosinclinal de Perijá.

También se conocen zonas metamórficas, además de las del macizo de la Sierra Nevada, dentro del Departamento del Magdalena, o sea entre sus límites, en la Cordillera de Perijá, donde forman aparentemente su núcleo, expuesto por profunda erosión, como en El Banco, al sur de la Ciénaga de Zapatoca.

#### Jurásico

Esta formación de Girón ocupa grandes extensiones a lo largo del borde este y sur de la Sierra Nevada y, sobre todo, en el flanco oeste de la Cordillera de Perijá. La formación indudablemente representa la continuación más desarrollada de los "red beds" de la Sierra de Mérida en Venezuela y del norte de la Cordillera Oriental en Colombia, presentando, sin embargo, ciertas diferencias. Los "red beds" se constituyen por la siguiente sucesión de estratos: conglomerado basal a grandes elementos de rocas metamórficas e ígneas de 20 centímetros y más de diámetro individual; areniscas y esquistos rojos y capas tufíticas; siguen otras capas de conglomerados pero de elementos mucho más reducidos. Hacia la parte superior de la formación desaparecen los elementos conglomeráticos y la formación está constituida esencialmente por areniscas finas y esquistos rojos. La particularidad de la formación consiste en que en su parte inferior se encuentran interstratificadas considerables masas de lavas básicas: basaltos, gabros, dioritas y melafiros, indicando un diastrofismo muy intenso y superior al observado en los mismos estratos de Venezuela. Hacia arriba de la formación, las masas intrusivas se reducen en volumen y extensión y por fin desaparecen casi en la parte superior. Las intrusiones básicas de la formación están frecuentemente asociadas con minerales de cobre, como malaquita, azurita, cuprita, etc.

El espesor total de esta formación de Girón puede pasar de 2500 metros; y considerando la fase dias-

trófica y plutónica observada en su base, es posible que la edad de esta formación alcance a los fines del Paleozoico. En este caso el diastrofismo constatado en su base pudiera corresponder al ciclo post-variscico.

#### Cretáceo inferior

Sobrepuestas a los estratos jurásicos de la formación de Girón siguen bordeando, al nordeste del macizo, potentes capas de calizas fosilíferas. Los mismos estratos fosilíferos bordean también en una faja discontinua, el flanco oriental de la Cordillera de Perijá. En ciertas partes se observa en la base de esta formación predominantemente calcáreas, capas arenosas y conglomeráticas. Este hecho, como también la brusca diferencia en el carácter de los sedimentos, indican que existe una discordancia entre los estratos rojos de la formación de Girón y los estratos sobrepuestos.

Los abundantes fósiles que se encuentran cementados en las calizas macizas son muy difíciles de extraer; pero los más típicos podrían determinarse en el campo directamente, tales como *OSTREA* c.f., *DILUVIANA* Linnaeus y *EXOXYRA BOUSSINGAULTI* d'Orbigny. Estos fósiles, con otras formas difíciles de identificar, indican la edad cretácica inferior de la formación. La formación se asemeja más que todo a la Serie Cogollo", bien estudiada y descrita en Venezuela, sobre todo del flanco oriental de la Cordillera de Perijá. Conservando este mismo nombre para el Departamento del Magdalena, la formación Cogollo se distingue litológicamente como un calcáreo macizo, gris claro a oscuro, localmente con inclusiones de capas esquistosas. En algunos afloramientos también ocurren capas de liditas.

El espesor de esta formación desde su base algo conglomerática, excede de 1000 metros, siendo muy variable este espesor. En ciertas localidades la parte basal falta y el calcario de la formación "Cogollo" reposa directamente sobre los esquistos rojos y las rocas ígneas de la formación de Girón.

Considerando la edad de la formación "Cogollo" como del Aptiano-Albiano, los estratos subyacentes serían posiblemente de edad barremiana.

#### Cretáceo superior

Sobrepuesta concordantemente sobre la formación "Cogollo" ocurre aisladamente una serie de esquistos gris-marrón y negros con intercalaciones calcáreas gris-negras y lentes de calizas del mismo color. Hacia arriba estas calcáreas desaparecen y los esquistos aparecen con intercalaciones de capas arenosas. El espesor de esta formación puede alcanzar también los 1000 metros. Restos fósiles de peces (escamas y vértebras), así como amonitas, caracterizan la formación.

El equivalente venezolano de esta formación es la "Serie Colón", también estudiada en una localidad tipo en el flanco oriental de la Cordillera de Perijá.



Cumbres orientales de la Sierra Nevada de Santa Marta.



Estrias glaciales en la Sierra Nevada de Santa Marta, a 3.700 metros sobre el nivel del mar.



Valle del río Donachui. (Campamento del autor de este trabajo).

Sierra Nevada de Santa Marta. Contacto de falla al occidente del macizo. Vista hacia Sevilla.



La edad de esta formación, cuyo nombre: "formación Colón", conservaremos para el Departamento del Magdalena, equivale a la de la formación Guadalupe de la Cordillera Oriental, y esta edad corresponde a la del Cretáceo superior, incluyendo el Cenomaniano y el Turoniano.

Debido a la poca resistencia a la erosión de esta formación, son raros los extensos afloramientos de ella, y por eso su estudio se hizo en forma sumaria.

#### *Terciario*

En el Mapa Geológico el Terciario figura sin subdivisiones, con un color convencional único. Esta convención generalizada se adoptó tanto por conveniencia de escala, como por falta de estudios paleontológicos y estratigráficos más detallados.

#### *Terciario inferior*

Se observaron estratos eocénicos sobre todo en el Cerrejón, en el borde de la Cordillera de Perijá; en este lugar tales estratos se asemejan mucho al "Third Coal Horizon" de Venezuela y se componen por una serie de areniscas que varían de color, del pardo hasta el rojizo, y están intercaladas por esquistos arcillosos del mismo color. En la base se intercalan con capas delgadas de liditas y algunos calcáreos. Lo característico de esta formación, que en otro trabajo llamábamos "Formación Cerrejón" (1), lo constituyen capas de carbón que en esta parte pasan de 3 metros de espesor.

La relación entre el Cretáceo superior y la formación Cerrejón es bastante incierta, y hasta puede haber una discordancia entre los dos. Por eso serían necesarias observaciones más detalladas en los contactos para resolver este punto, aún discutido en la geología de Venezuela.

La parte superior del Eoceno que corresponde a las areniscas de "Mirador" de Venezuela, no fue observada como unidad tan conspicua.

El espesor de la formación Cerrejón alcanza a 1000 metros. Los fósiles típicos de esta formación, que se encuentran frecuentemente en las intercalaciones calcáreas en el flanco oriental venezolano de la Cordillera de Perijá, son: *VENERICARDIA PLANICOSTA Lamarck* y *TURRITELIA MORTONI* Conrad.

#### *Terciario medio a superior*

Estratos de esta edad ocupan grandes extensiones al oeste del macizo de la Sierra Nevada, extendiéndose hasta el río Magdalena y a través de grandes extensiones en el Departamento vecino de Bolívar; también ocupan casi todo el valle del río Cesar y el bajo curso del río Ranchería. En su conjunto representan la formación dominante en todo el Departamento del Magdalena, sobre todo en sus partes topográficamente bajas. El Oligoceno y el Mioceno se componen en toda su extensión, de sucesivos estratos de areniscas y arcillas esquistosas de colores, desde amarillo pardo y gris-verdoso, a azu-

(1) V. Oppenheim: "La Cuenca Carbonífera del Cerrejón" (Depto. del Magdalena). Boletín de Minas y Petróleos, 121 a 144. Bogotá, 1941.

lado. Los estratos generalmente no son muy cementados y en ellos abundan restos vegetales y capas ligníticas. Los lignitos son fuertemente betuminosos, y en ciertos afloramientos están asociados con capitas de grahamita. Macrofósiles abundan, entre otros lugares, en capas calizas al oeste de Fundación. Foraminíferos son frecuentes a través de toda la sección. Las características de la formación indican origen y condiciones de deposición marina o de estuario. El espesor total de la formación que denominaremos: "Serie de Fundación", alcanza a 1000 metros; y el total de los estratos del Terciario medio a superior posiblemente excederá de 1500 metros.

Distinguimos con el nombre de "Serie de Fundación" a los estratos situados al oeste de la población de este nombre, y caracterizados por fauna miocénica.

#### *Cuaternario*

Sedimentos recientes, formando extensas capas de acarreo, cubren la mayor parte de los valles principales. Mesas cuaternarias también se extienden a lo largo de los flancos, tanto de la Sierra Nevada de Santa Marta como de la Cordillera de Perijá, y estas mesas, en ciertas partes, exceden de 100 metros de espesor. Aluviones ocupan grandes extensiones a lo largo de las playas del mar Caribe.

Naturalmente estos sedimentos recientes y actuales no se representan en el Mapa Geológico.

### TECTONICA

Las fuerzas tectogénicas que afectaron un territorio tan extenso y geológicamente heterogéneo, son indudablemente muy complejas.

Solamente algunos rasgos estructurales más salientes se han trazado en el Mapa Geológico. Gran parte de éstos, sin embargo, no figuran en el dicho mapa.

La tectónica de la Sierra Nevada de Santa Marta se presenta sumamente intrincada, e indudablemente refleja, por lo menos, dos distintos ciclos diastroficos. El primero, más antiguo, data del período jurásico o pre-mesozoico, encuentra su expresión en la dirección predominante este-oeste de los estratos metamórficos del macizo, así como en sus principales líneas estructurales: fallas, fracturas y diques intrusivos relacionados con éstos. Este carácter tectónico del antiguo macizo de la Sierra Nevada ha sido observado por varios investigadores desde Sievers hasta Notestein. La misma dirección de este a oeste de las líneas estructurales halla su expresión en la posición topográfica de las principales cadenas montañosas del macizo extendidas de este a oeste, lo que es cierto también para la principal cadena de nevados del macizo.

El hecho que las capas rojas del Jurásico yacen transgresivamente sobre el complejo metamórfico del macizo, indicaría que el diastrofismo más antiguo tuvo lugar antes de la deposición de los "Red

Beds", pero la abundancia de rocas ígneas y sedimentos túficos en los "Red Beds", indicaría que la actividad plutónica de este primer ciclo se extendió a los principios del Mesozoico.

Entre otras manifestaciones de este antiguo ciclo diastrófico se puede considerar también la formación de la gran depresión entre el actual macizo de la Sierra Nevada y el núcleo antiguo de la Península Goajira.

Las amonitas cretáceas mencionadas por Karsten como encontradas en el río Palomino, al norte del macizo de la Sierra Nevada, indicarían que en el curso de su desarrollo geológico el actual macizo pudo haber sido parcialmente sumergido durante el Mesozoico y nuevamente emergido a las alturas actuales, hacia los fines del Cenozoico.

La evidencia del segundo ciclo diastrófico de carácter andino se halla sobre todo en los flancos este y oeste del macizo. Al este, la emersión del geo-anticlinal de la actual Cordillera de Perijá, indudablemente afectó los estratos que bordean esta parte del macizo, lo que fácilmente se observa en el terreno. El flanco oeste, por otra parte, presenta extensas fallas de sobreescorrimento o fallas de ángulo bajo, en dirección norte-sur, que ponen en contacto los estratos metamórficos del macizo con los sedimentos miocénicos.

Estas líneas tectónicas son de carácter andino y aparentemente están relacionadas con el plegamiento de la Cordillera Oriental de Colombia.

La Cordillera de Perijá demuestra un tectonismo típico de la Cordillera Oriental. Fallas de ángulo bajo bordean el flanco occidental de la cordillera. Esta cordillera se compone, a su turno, de una serie de pliegues sucesivos, abiertos en algunas partes hasta su núcleo metamórfico.

Las planicies, al este del río Magdalena, y en todo el valle de los ríos Cesar y Ranchería, indican haber sido afectadas por el tectonismo de los fines del Terciario, como lo demuestran los sedimentos miocénicos plegados en anticlinales y sinclinales entre El Plato y Fundación, así como en El Doce, y varias otras partes de esta zona.

El conjunto tectónico del territorio estudiado indica que el macizo de la Sierra Nevada de Santa Marta, en contraste con las Cordilleras Oriental y Central de Colombia, es de una tectogénesis antigua y probablemente representa parte de un "borderland" antiguo, que abarcaba la actual Península Goajira y posiblemente se extendía más hacia el nordeste.

#### RECURSOS MINERALES

En el curso de los estudios geológicos regionales se examinaron igualmente los recursos minerales del Departamento del Magdalena. Estos pueden indicarse sumariamente en la siguiente forma:

**Carbón**—Importantes capas carboníferas de un carbón terciario, fueron encontradas y cubiertas en el Cerrejón, en el valle del Ranchería. Este yacimiento se describió por el autor en el Boletín de

Minas y Petróleos, nos. 121-144. Las ocurrencias de carbón en La Jagua y al oeste de Fundación, no parecen tener valor económico.

**Cobre**—Mineralización cuprífera, sobre todo de carbonatos de cobre, es bastante frecuente en los estratos jurásicos de Girón, tanto del lado de la Sierra Nevada de Santa Marta, como en los flancos de la Cordillera de Perijá. Malaquita, azurita, cuprita, y hasta láminas delgadas de cobre nativo, ocurren en muchos afloramientos de rocas intrusivas básicas, y como mineralización secundaria, en los propios estratos de la formación de Girón. La mayor parte de estos afloramientos no presentan posibilidad de explotación actualmente. Las ocurrencias más importantes se observaron en: Cerrito (cerca del Cerrejón); al este de Villanueva; cerca de San Diego, y en Chantre. También se observaron varios afloramientos en la zona de Camperucho.

**Hierro**—Una interesante ocurrencia de magnetita, de muy alto tenor y de origen magmático, se estudió al este de Sevilla. El mineral se encuentra en bloques de distintos tamaños aparentemente como restos de erosión de un extenso filón-capa. Desafortunadamente el alto tenor aparente de titanio hace la explotación de este mineral difícilmente practicable en la actualidad.

**Petróleo**—Los extensos estratos miocénicos al oeste y sur de la Sierra Nevada, o sea en los valles de los ríos Magdalena y Cesar, revelan la existencia de varios pliegues anticlinales como los que existen entre Fundación y El Plato y en El Doce. La perforación de estas estructuras podría eventualmente revelar la existencia de petróleo explotable. Por lo menos algunos factores importantes para la presencia y acumulación de petróleo, están presentes en esta región.

Bogotá, octubre de 1941

#### BIBLIOGRAFIA

- Cabot, Thomas:** The Cabot expedition to the Sierra Nevada de Santa Marta of Colombia. Appendix II by F. B. Notestein. The Geographical Review, vol. XXIX, Nº 4. Oct. 1939.
- Liddle, Ralph A.:** The Geology of Venezuela and Trinidad, J. P. Macgowan Fort Worth, Texas, 1928.
- Oppenheim, V.:** Jurassic-Cretaceous (Girón) Beds in Colombia and Venezuela. Bull. Amer. Assoc. Petrol. Geol. Vol. 22, Nº 9 (Sept. 1940).
- Oppenheim, V.:** Glaciaciones Cuaternarias en la Cordillera Oriental de la República de Colombia. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. IV, Nº 13, Sept.-Dic. 1940, Bogotá.
- Idem** "Ciencia", México, Febr. 1941.
- Oppenheim, V.:** Geología de la Cordillera Oriental, entre los Llanos y el Magdalena, Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Vol. IV, Nº 14, 1941, Bogotá.
- Idem** "Boletín de Minas y Petróleos". Nos. 121-144. Bogotá, 1941.
- Oppenheim, V.:** Cuenca Carbonífera del Cerrejón (Dep. del Magdalena), Boletín de Minas y Petróleos, Nº 121-144, Bogotá, 1941.
- Oppenheim, V.:** Observations on the "Evolution of the Pacific Ocean" by Alex. L. du Toit (Review) Bull. Am. Assoc. Pet. Geol. Vol. 25, Nº 9.
- Rutten, L.:** Remarks on the Geology of Colombia and Venezuela, Koninklijke Nederlandsche Akademie Van Wetenschappen, Vol. XLIII, Nº 3, 1940.
- Sievers, Wilhelm:** Die Sierra Nevada de Santa Marta und die Sierra de Perijá, Gesell. f. Erdkunde zu Berlin, Zeits. vol. 23, pp. 1-158. 1888.

SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA

CORDILLERA DE PERIJA

Sección Generalizada A

SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA

CORDILLERA DE PERIJA

Sección Generalizada B



M A R C A R I B E

Santa Marta

Ciénaga

BARRANQUILLA

Ciénaga Grande de Santa Marta

Sierra Nevada de Santa Marta

Sevilla

San Sebastián

Río de la Fundación o San Sebastián

Valledupar

Río Ariguani

Caraculicito

Los Venados

Codazzi

Cordillera de Perijá

