

**NOTAS GEOGRAFICAS
Y GEOLOGICAS**

RICARDO LLERAS CODAZZI

1926

558.861

L791

1926

UNIVERSIDAD
EAFIT®

Sala de Patrimonio Documental

República de Colombia

BIBLIOTECA DEL MUSEO NACIONAL

NOTAS GEOGRAFICAS Y GEOLOGICAS

UNIVERSIDAD
POR

RICARDO LLERAS CODAZZI

Profesor de Mineralogía y Geología en la Universidad Nacional

EAFFIT®

Sala de Patrimonio Documental

EDICION OFICIAL

BOGOTA
IMPRENTA NACIONAL
1926

OCTAVIO LUQUE C.

PREFACIO

En años anteriores hemos tenido ocasión de visitar algunas de las regiones más interesantes del país y de tomar nota de su constitución geológica; además, habiendo hecho parte de la Comisión Científica Nacional, pudimos levantar algunas cartas geológicas y estudiar en detalle ciertas formaciones.

En varias publicaciones, principalmente en las comunicaciones a los Congresos Científicos, hicimos conocer nuestras opiniones a este respecto; como estas publicaciones comprenden ya una descripción de los Departamentos que quedan al oriente del río Magdalena, hemos pensado que sería útil presentarlas al público en un conjunto debidamente ordenado y corregido. Este es el origen del presente trabajo.

A la descripción de la región oriental, hemos agregado algunas notas sobre las regiones geográficas, geológicas y mineras, que hacen ver el papel que los Departamentos orientales desempeñan en la estructura geográfica y geológica del país.

Como es natural, a pesar del esmero que hemos puesto en la revisión de los apuntes, deben habérsenos escapado no pocos errores; agradeceríamos al lector que nos hiciera en este particular las indicaciones necesarias para subsanar los mencionados errores y adelantar en esa forma en el conocimiento del país.

R. I. L. C.

REGIONES GEOGRAFICAS DE COLOMBIA

El territorio colombiano puede dividirse en varias regiones caracterizadas por ciertos rasgos de su orografía y de su hidrografía, que les dan una fisonomía especial. Estas regiones están determinadas por el divorcio de las cordilleras, por sus ramificaciones y por las formas mismas de las eminencias y depresiones. Tales regiones geográficas, enumeradas de Sur a Norte y de Occidente a Oriente, son:

- 1.ª Litoral del Pacífico.
- 2.ª Hoya del Patía y altiplanicies del Sur.
- 3.ª Valle del Cauca.
- 4.ª Hoyas del San Juan y el Atrato (Chocó).
- 5.ª Depresión de Huila-Tolima-Carare.
- 6.ª Mesa arrugada de Antioquia.
- 7.ª Llanuras de Bolívar.
- 8.ª Altiplanicies y mesas de Cundinamarca y Boyacá.
- 9.ª Hoya del César y el Ranchería y La Goajira.
10. Sierra Nevada de Santa Marta.
11. Llanuras orientales.
12. Depresión del Zulia.

Como hemos dicho, la Cordillera de los Andes, con sus ramificaciones e irregularidades, determina las diferentes regiones geográficas; por esta circunstancia haremos la descripción de la Cordillera y de sus dependencias, con lo cual quedan virtualmente estudiadas las regiones geográficas.

LOS ANDES DEL SUR—Al sur de la población de Tulcán, en la vecina República del Ecuador, se extiende el páramo de Boliche en la dirección de los paralelos; la extremidad occidental de este páramo culmina en el Cerro Negro y en el volcán de Chiles, y allí se acentúa una región montañosa muy irregular que se dirige hacia el Norte, dominada por las cumbres de Cumbal, Colimba y el Azufral, para ir a terminar en la margen izquierda del Patía; en este último sitio, un poco arriba de la laguna del Trueno, y en la margen derecha del mencionado río, principia otra vez la cordillera, que dominada por las alturas de Cacanegro y Munchique, va a constituir la Cordillera Occidental o del Chocó. El Patía atraviesa esta cordillera por un cañón angosto y sumamente profundo, adonde van a terminar los cañones de sus afluentes, el Guáitara y el Juanambú.

De la extremidad oriental del páramo de Boliche se desprende otra cordillera que se dirige al NE., con algunas inflexiones, y culmina en el volcán de Pasto, Bordoncillo, Tajumbina, Petacas y Sotará; frente a este último sitio se desprende la cordillera de la Fragua en dirección SE., que luego tuerce hacia el NNE., para formar la Cordillera Oriental o de Sumapaz, y se inicia la Cordillera Central o del Quindío con los cerros de Pan de Azúcar y Puracé.

En medio de las dos cordilleras enumeradas se extiende una mesa arrugada, desde Tulcán hasta Timbio, regada por el Patía y sus afluentes el Guáitara, el Juanambú, el Mayo, El Guachicono y el Quilcacé, todos por la margen izquierda. La vertiente oriental de la cordillera principal da origen a los ríos Putamayo y Caquetá. La laguna de Cocha desagua en el Putumayo por medio de su afluente el Guames, que le cae por la banda derecha.

CORDILLERA DEL CHOCÓ—A partir del cerro de Munchique, esta cordillera lleva una dirección S-N., dividiendo las aguas que van al Cauca de las que van directamente al Pacífico y que nacen antes de los farallones de Cali (Micay, Naya, Juramanguí, Dagua, etc.), o a la hoya del San Juan, entre los farallones de Cali y la serranía de Anserma (Calima, Garrapata, Tamaná, etc.), o al Chocó (Andágueda, Negro, Murri, río Sucio y otros afluentes del Atrato). De la cordillera principal se desprenden varias eminencias transversales, de las cuales son las principales la que divide las aguas del Colima y del Dagua y la que separa las hoyas del San Juan y del Atrato.

La línea magistral de la cordillera está determinada por el alto de Las Palmas, los farallones de Citará, el páramo de Frontino, el alto de Paramillo, la serranía de Abibe y el alto de Carrizal. Sus últimos estribos van a terminar al mar Caribe al oriente del golfo de Urabá.

CORDILLERA DE BAUDÓ—Se inicia al norte de la boca del río Baudó en el Pacífico; se dirige de Sur a Norte separando las aguas que van al Pacífico de las que tributan al Atrato, y finalmente se une a las serranías del Istmo de Panamá en el alto de Aspave.

La vertiente occidental de esta cordillera es muy empinada y corta, en tanto que la oriental es larga y suave, lo cual depende del sentido de la estratificación; por este motivo, los ríos que van al Pacífico, con excepción del Baudó, que nace en la vertiente oriental, son cortos y de escaso caudal, como el Valle, Chorri, Namicana y Totumi, en tanto que los que van al Atrato son de mayor importancia como el San Pablo, el Cuia, el Napipí, el Opogadó y el Truandó.

CORDILLERA DEL QUINDÍO—Esta cordillera se separa de las otras dos en el páramo de Las Papas, y lleva una dirección general S-N., con una



Solfataras de Tüquerres.



Volcán de Chiles.

pequeña desviación hacia el NE. Sus principales eminencias son Pan de Azúcar, Puracé, Huila, Tolima, Quindío, Santa Isabel, Ruiz y la Mesa de Herveo; es de notarse que el Tolima, que es el más alto de estos nevados, no está situado en el filo de la cordillera sino a una cierta distancia al Oriente, de suerte que entre el nevado y la cordillera existe una depresión bien aparente.

Penetra en el territorio antioqueño, y en los altos de Pereira y La Ceja tuerce hacia el Occidente hasta el alto de San Miguel, en donde se pártete en dos ramales: el occidental, que lleva una dirección paralela al curso del Cauca y termina en las estribaciones septentrionales del cerro de La Cruz de Cáceres, y el oriental, que tuerce un poco hacia el NE., y va a terminar en los cerros de San Lucas al nordeste del cerro de La Hebillá.

La cordillera principal tiene hacia el Oriente varias derivaciones, de las cuales son las principales: las del Huila, que van a morir a Natagaima; las de la Mesa de Herveo, que terminan en Buenavista, y las de Guayabal, Las Sepulturas, Batiburú y la serranía de Remedios, que van a terminar a la orilla izquierda del Magdalena. En la vertiente occidental son pocas las estribaciones y por lo regular muy cortas.

Esta orografía determina el curso de las aguas. Al Cauca van afluentes de poca importancia, como el Palo, el Tuluá, La Vieja, Arma, Amagá, Río de Oro y Corrales; en la parte baja le cae el Nechí, que ya va unido al Porce, y que desagua las hoyas de la mesa antioqueña. Al Magdalena van ríos de mayor caudal de aguas, como el Páez, el Bache, el Aipe, el Patá, el Saldaña, el Luisa, el Coello, el Recio, el Sabandija, el Gualí, el de La Miel, el Nare, el Nus y el Cimitarra.

El Cauca se une al Magdalena en las bocas de Tacaloa, y al sur de este ángulo, frente al puerto del Banco, terminan las últimas lomas de las estribaciones de la Cordillera Central o del Quindío.

CORDILLERA DE SUMAPAZ—Iniciada esta cordillera en el páramo de Las Papas, toma una dirección SE., por toda la serranía de La Fragua, hasta los picos de La Fragua; allí tuerce hacia el NE., y después de la depresión de La Ceja, va elevándose gradualmente hasta la cadena de Miraflores; continúa en la misma dirección, aunque con algunas ondulaciones hasta el Nevado de Sumapaz, y es de notarse que en todo ese largo trayecto no suelta estribaciones de importancia, sino serranías de segundo orden, normales al eje de la cordillera, de suerte que todos los valles que se determinan, tanto al Occidente como al Oriente, son transversales; por esos valles van al Occidente los afluentes del Magdalena, de los cuales los ríos únicos importantes son el Suaza, el Prado y el Cabrera, y al Oriente los ríos que van a constituir el Guaviare.

Del Nevado de Sumapaz para el Norte se complica un poco la orografía: un estribo de importancia se dirige al NW., y limita la hoya del Fusagasugá, y otro, mucho más escarpado pero más corto, se dirige al NE. y separa las hoyas del Humadea y el río Negro. La cadena principal sigue hacia el Norte, y al oriente de Pasca se definen los dos bordes montañosos de la altiplanicie de Bogotá. El borde occidental es el menos elevado y desciende hacia el Magdalena, dando origen a estribos de segundo y tercer orden; el borde oriental culmina en los páramos de Cruz Verde y Fausto, y suelta unos pocos estribos, de los cuales el único de importancia es el que va a constituir los farallones de Medina. Los dos bordes se aproximan al norte de Zipaquirá, en Sutatausa y Suesca, para separarse nuevamente dando origen a la altiplanicie de Ubaté-Chiquinquirá, al Occidente, y a la mesa central de Boyacá al Oriente. En esta región de Boyacá es también el borde oriental el más acentuado y tortuoso; suelta varias estribaciones hacia los llanos orientales, y va a culminar en la Sierra Nevada de Chita o Cocuy; el borde occidental desciende rápidamente, pero luego se inicia una serranía que va de Sur a Norte y determina el valle del Minero; una eminencia transversal, formada por los páramos de Chontales, la Rusia, Guantiva y Onzaga, limita al Norte la mesa de Boyacá.

Esta curiosa orografía hace que las aguas sigan un curso, al parecer, caprichoso. En esta parte dominan los valles longitudinales, que enumerados de Sur a Norte y de Occidente a Oriente, son: el del Funza o Bogotá, el del río Negro, el del Minero, el del Suárez y el del Chicamocha; este último río tuerce al Occidente y se une al Suárez para constituir el Sogamoso.

Hacia las llanuras orientales van los afluentes del Meta: el río Negro, el Guatiquía, el Humea, el Upía, el Garagoa, etc.

La serranía que limita el valle del Minero, continúa hacia el Norte, con algunas inflexiones y desprendiendo varios ramales, por las cumbres de la Peña de Vélez, el cerro de Los Cobardes y la serranía de Los Lloriqués, hasta terminar en la cuchilla de Ramos y en el cerro de La Cruz de Macana al occidente de la población de Betulia. En todo este trayecto los ramales occidentales definen un gran número de valles por donde corren los afluentes del Opón.

A partir del Nevado de Chita continúa la cordillera principal hacia el Norte y luego hacia el Noroeste, por los páramos de Carcasí, Almorzadero, Chitagá y Zumbador, y frente a Pamplona se abre en dos ramales de igual importancia: el oriental, que principia en los páramos de Tierranegra y Tamá, que va a constituir los Andes venezolanos, y el occidental, que siguiendo por los páramos de Santurbán, Las Fuentes, Cachirí, Bagueche y Guerrero, va a terminar en la mesa arrugada de Ocaña. De



Volcán de Puracé.

este modo se diseña hacia el Oriente un precioso valle, el del Sarare, y hacia el Occidente el valle longitudinal del Lebrija.

De la cordillera de Pamplona y de la mesa de Ocaña se desprenden varias serranías divergentes que separan las hoyas de los ríos Pamplonita, Zulia, Peralonso, Sardinata, Tarra y Catatumbo.

Frente al páramo de Guerrero y hacia la banda oriental del Lebrija, en el cerro Pelado, se desprende una cordillera, que al principio pudiera considerarse como de segundo orden, pero que más al Norte viene a ser la cordillera principal. Esta cordillera, que culmina en el cerro de Bobalí, separa las aguas que van al Magdalena y al César de las que van al lago de Maracaibo, y más al Norte se denomina Sierra de Motilones y Perijá, que va a morir en los Montes de Oca, al sur de La Goajira.

Como se ve, el divorcio de la cordillera frente a Pamplona y la constitución de la mesa de Ocaña y sus dependencias, son rasgos orográficos de suma importancia, porque determinan la formación de regiones geográficas nitidamente caracterizadas, como son la hoya del Sarare, la cuenca de Zulia y la hoya del César y el Ranchería.

SIERRA NEVADA DE SANTA MARTA—Esta Sierra es un macizo en forma de triángulo, que se levanta aislado en las costas del Mar Caribe, y que no tiene relación alguna, ni orográfica ni geológica, con la Sierra de Perijá y Motilones ni con las dependencias de la Cordillera Central, que terminan en la banda izquierda del río Magdalena, frente al Banco.

Sus vertientes son tres: la del Norte, que es la más abrupta, va a la costa del Caribe; la del Sudoeste, que primero desciende rápidamente pero llega pronto a una llanura pantanosa, es la del Magdalena, y la del Sudeste, que es bastante suave, termina en la hoya del César y el Ranchería.

La Goajira es una península que avanza en el Mar Caribe, hacia el nordeste de Colombia; su sistema orográfico se reduce al cerro de La Teta y a las serranías del Norte (Cojoro, Macuira, Irua, etc.); de resto el terreno se compone de extensas llanuras y colinas de poca importancia.

PICOS MÁS ELEVADOS—Las más altas crestas de las montañas de Colombia son:

Localidades.	Altura.	Observadores.
Chiles.....	4,840	Codazzi.
Chiles.....	4,780	Reiss-Stübel.
Cumbal.....	4,890	Codazzi.
Cumbal.....	4,790	Reiss-Stübel.
Azufral.....	4,000	Codazzi.
Galera.....	4,100	Codazzi.
Galera.....	4,264	Reiss-Stübel.

Localidades	Altura.	Observadores.
Tajumbina.....	4,125	Reiss-Stübel.
Sotará.....	4,580	Codazzi.
Sotará.....	4,435	Reiss-Stübel.
Pan de Azúcar.....	4,893	Codazzi.
Pan de Azúcar.....	4,670	Reiss-Stübel.
Coconucos.....	4,800	Codazzi.
Coconucos.....	4,544	Reiss-Stübel.
Puracé.....	4,908	Codazzi.
Puracé.....	4,700	Reiss-Stübel.
Las Papas.....	4,500	Codazzi.
Huila.....	5,700	Codazzi.
Quindío.....	5,150	Codazzi.
Tolima.....	5,616	Codazzi.
Santa Isabel.....	5,100	Codazzi.
Ruiz.....	5,300	Codazzi.
Mesa de Herveo.....	5,590	Codazzi.
Sumapaz.....	4,810	Codazzi.
Sierra Nevada de Chita.....	5,300	Hettner.
Santurbán.....	4,030	Hettner.
Cachirí.....	4,220	Codazzi.
Sierra Nevada de Santa Marta.....	5,460	Humboldt.

REGIONES GEOLOGICAS DE COLOMBIA

Difícil sobremanera es hacer la determinación exacta de los diferentes terrenos que cubren el territorio colombiano: aparte de que las numerosas erupciones, ocurridas en diferentes épocas, han dislocado, plegado y aun invertido las capas estratificadas, la acción del metamorfismo, tanto termal como dinámico, ha sido de tal suerte intensa, que los fósiles han sido destruídos y se han alterado los caracteres litológicos que hubieran podido servir de base a una clasificación.

Por estas razones y por ser muy imperfecto el conocimiento que se tiene de nuestro territorio, no nos atrevemos a establecer subdivisiones en los grupos generalmente reconocidos, ni a fijar relaciones entre nuestros conjuntos geológicos y los tipos bien caracterizados y delimitados que admite la ciencia hoy día. Aventurado, por lo menos, sería proceder de otra manera no existiendo más razones para avanzar conceptos en tan delicada cuestión, sino las analogías que puedan existir entre nuestro país y otros de América mejor estudiados.

Por tanto, adoptaremos en estas apuntaciones la nomenclatura de Hettner, con las modificaciones introducidas por la Comisión Científica Nacional, encargada del estudio geológico del país y de la cual fue Jefe

el distinguido geólogo alemán doctor Roberto Scheibe. También tomaremos en cuenta algunas modificaciones en el detalle de las grandes formaciones, porque en algunos casos se apoyan en trabajos de incuestionable mérito, como los estudios sobre las márgenes del río Magdalena, del Profesor Weiske, y en otros se trata de regiones no visitadas por Hettner ni por la Comisión Científica, pero cuyos caracteres litológicos, estratigráficos y paleontológicos son tan elocuentes que justifican plenamente la modificación, como ocurre con el territorio de la península goajira.

En tal virtud consideramos el territorio colombiano como compuesto de los siguientes terrenos:

Terreno arqueano.

Terreno precretáceo.

Terreno cretáceo.

Terreno cretaterciario.

Terreno terciario.

Terreno cuaternario.

Formaciones eruptivas.

El terreno arqueano, que ha estado emergido durante los tiempos geológicos, es difícil de reconocer por la profunda alteración de las rocas que lo constituyen; sin embargo, sus relaciones con los terrenos circunvecinos permiten un estudio suficiente para asignar su edad geológica con probabilidades de acierto.

El terreno precretáceo carece de fósiles y su estratigrafía no está bastante estudiada para poder diferenciar sus pisos. Es muy probable que en este terreno queden comprendidos los de la era paleozoica y gran parte de los de la mesozoica, pero las profundas alteraciones originadas por las rocas eruptivas, la carencia de fósiles y lo indeciso de los caracteres litológicos, no permiten por hoy establecer subdivisiones con la debida precisión.

El terreno cretáceo está bien caracterizado en el país, principalmente por sus fósiles, y con toda probabilidad comprende desde el neocomiano hasta el albiano de los geólogos europeos.

El terreno cretaterciario no contiene más fósiles sino algunas impresiones de plantas y fragmentos de liñito. Comprende los últimos pisos del sistema cretáceo y los primeros del período terciario, pero como no se tienen datos suficientes para hacer la delimitación, aconseja la prudencia incluirlos en un solo grupo (1).

(1) El geólogo americano Anderson y algunos otros que han visitado el país son de opinión de que hay razones suficientes para juzgar que este terreno es la formación inferior del terciario (eoceno).

El terreno terciario es rico en fósiles, y muy probablemente corresponde a los depósitos marinos del oligoceno superior.

El terreno cuaternario tiene distintos aspectos en las diferentes localidades donde se presenta, a causa de que ha sido muy variada la naturaleza de las rocas que han contribuido con el material de acarreo para su formación.

Las formaciones eruptivas están constituidas por rocas que han venido a la superficie en diferentes épocas; de ellas haremos una clasificación más bien petrográfica que geológica.

TERRENO ARQUEANO—Este terreno está constituido por el granito fundamental, el gneis, el micaesquisto y los esquistos hornabléndicos. A veces este terreno está atravesado por diques de rocas intrusivas y por filones metalíferos.

En donde está mejor estudiado este terreno es en la parte central de Antioquia: comprende cuatro zonas, que, con ligeras interrupciones, concurren al sur de Medellín, y son:

- 1.ª Buriticá, Antioquia, Sopetrán y Heliconia.
- 2.ª Tierradentro, Belmira, San Pedro y Medellín.
- 3.ª Girardota, Copacabana, San Vicente, Guarne, Rionegro, El Retiro y La Ceja.
- 4.ª Páramo de Sonsón, Alto de Pereira, Pantanillo y Alto de San Miguel.

Posible es que la primera de estas zonas se prolongue hasta Frontino por el cerro de La Horqueta, porque el núcleo diorítico o sienítico de Frontino parece como el de una roca abisal que hubiera sido puesta de manifiesto por las erosiones.

En Santander se presenta el granito normal en la zona delineada por Vetas, La Baja y Cachirí, y el gneis ocupa extensas áreas al noroeste de las localidades mencionadas; en la mesa de Ocaña y en el nudo de Pamplona el gneis ha sido atravesado por las intrusiones de granito moderno y pegmatita.

El nudo principal de la Sierra Nevada de Santa Marta es también del suelo primitivo; las rocas intrusivas se presentan principalmente hacia los flancos del macizo; la sienita y la monzonita se desarrollan principalmente en los estribos orientales.

Los pequeños islotes de diorita que afloran en el Pontón al SW. de Muzo, parecen ser muy antiguos, a juzgar por sus relaciones con las rocas inmediatas; podrían pues referirse a este terreno.

TERRENO PRECRETÁCEO—Este terreno está compuesto en su parte inferior de esquistos micáceos, cloríticos y talcosos, y en su parte superior de filades satinados, esquistos cericíticos, cuarcitas y areniscas muy alteradas por la acción del metamorfismo. Su aspecto es característico:

se ven doblados los esquistos formando grandes curvas, o bien plegados estrechamente en zigzag; en algunas localidades están muy dislocados por las rocas eruptivas, de suerte que sus estratos quedan casi verticales, pero por regla general los pliegues son más frecuentes que las fallas y dislocaciones.

En las localidades donde este terreno predomina presenta dos aspectos característicos, que podrían dar origen a una subdivisión, así:

1.º Conjunto geognóstico, compuesto principalmente de esquistos cristalinos en donde predominan el micaesquisto, frecuentemente con inclusiones de granate (como se ve al sur de Pamplona), talcoesquisto, esquistos anfibólicos, a veces con inclusiones cristalinas y pizarras antiguas, a veces con andalucita, como en algunas localidades de Antioquia.

2.º Conjunto geognóstico compuesto de esquistos verdes, filades satinados, filades rojos, esquistos ceriéticos y talcosos, etc.

No sería impropio designar el primer grupo con el nombre de piso de Ocaña y el segundo con el nombre de piso de Quetame (Hettner), en atención a las localidades donde predominan. El terreno precretáceo, muy extenso en el país, cubre una gran parte de los declives que concurren al Valle del Cauca, tanto en la Cordillera Occidental como en la Central; al norte de Antioquia cubre un área enorme cuyo límite meridional podría fijarse en una zona de dirección SW.-NE., por Frontino, San Andrés, Campamento, Zea y Zaragoza, y cuyos límites septentrionales están en las sabanas de Bolívar; ocupa una zona paralela al río Magdalena en la vertiente oriental de la Cordillera Central, que continúa por las fronteras occidentales del Departamento del Tolima hacia el Sur hasta la hoya del Páez. En la Cordillera Oriental este terreno está muy desarrollado en el macizo de Ocaña, a un lado y otro de la serranía de Pamplona y en las faldas orientales del nevado de Chita; en seguida forma una zona relativamente estrecha, paralela al eje de la cordillera, pero bastante distante de la línea divisoria de las aguas, que se extiende por los estribos y contrafuertes de esta cordillera, con algunas interrupciones, hasta la cabecera de los ríos que van al Territorio del Caquetá.

En la Sierra Nevada de Santa Marta este terreno ocupa la parte principal de las vertientes, muy roto y alterado por las rocas intrusivas.

En la Cordillera Central, al Norte, predominan los esquistos cristalinos micáceos o anfibólicos, y en la región central como en la meridional, principalmente en el Tolima, prevalecen los esquistos cloríticos y el negro-negro, que es un esquisto gráfítico de carácter especial.

En la Cordillera Oriental predominan los esquistos micáceos, ricos en granates y turmalinas, hacia el Norte; vienen luego los filades satinados al oriente de Boyacá; en la región oriental de Cundinamarca predo-

minan los esquistos cericíticos, las cuarcitas y las areniscas metamórficas, formación que continúa hasta el extremo sur de la zona precretácea.

Desde el punto de vista de la minería este terreno es tal vez el más importante de Colombia: la mayor parte de los filones auríferos de Antioquia, tanto los que contienen oro libre como los de cuarzo con piritas, están en los esquistos de esta formación; en el Tolima puede decirse que la zona de los minerales auroargentíferos está dentro de los límites de los esquistos cloríticos y grafiticos. En el norte de La Goajira el doctor Stutzer encontró manifestaciones de este terreno.

En el terreno precretáceo debe incluirse una formación mencionada por Karsten, y considerada por el mismo como jurásica, que ocupa una región bastante restringida en el Departamento del Huila hacia el ángulo de las dos Cordilleras Central y Oriental. Para calificar de jurásica esa formación se fundó Karsten en el estudio de dos amonitas enviadas por Stübel a Steinmann (Leonhard Jahrb, etc., 1882); posteriormente se han encontrado otros fósiles, principalmente saurios y quelonios, que justifican esa clasificación; sin embargo, el asunto no puede definirse hasta que no se hayan hecho estudios estratigráficos en la región. En los esquistos de la región de Medina, el doctor Stutzer encontró algunos fósiles correspondientes a la edad paleozoica.

— TERRENO CRETÁCEO — Este terreno se apoya sobre el anterior en estratificación discordante, es de grande espesor y las diferentes capas que lo constituyen están, unas con respecto a otras, en estratificación concordante. La delimitación de los diferentes pisos es fácil de verificar, no solamente por el carácter litológico de las capas, sino por la abundancia de fósiles. Sus estratos están a veces doblados, pero estos dobleces, tanto sinclinales como anticlinales, son de difícil apreciación en el terreno por el inmenso trabajo de erosión verificado por las aguas; en cambio las fallas son muy visibles y de dimensiones colosales. Algunas rocas eruptivas atraviesan las capas (Chita, la región de los farallones de Medina, hoya del Alto Ariari, etc.), pero ocupan áreas muy pequeñas comparadas con la gran masa estratificada.

La subdivisión de este terreno, según Hettner, es como sigue:

Superior.....	Piso de Guadalupe.
Medio.....	Piso de Villeta.
Inferior.....	Piso de Girón.

Cada uno de estos pisos está constituido por diferentes capas muy bien caracterizadas por sus fósiles; estas capas enumeradas de arriba a abajo, son:

Piso de Guadalupe.

Arenisca con pectens.

Arenisca de labor, compacta, uniforme, con algunos lechos intercalados de arenisca pintada (Tigersandstein).

Arenisca cúbica de cemento silíceo (Quadersandstein).

Esquistos silíceos en placas.

(Plaensandstein), a veces con fósiles, principalmente feraminíferos.

Lechos alternados de arcilla hojosa gris y arenisca negra azulosa de cemento silíceo.

Pizarra tierna con feraminíferos.

Calcárea blanca con numerosos fósiles, principalmente exogiras, grifeas, trigóneas y amonitas.

Piso de Villeta.

Pizarras grises tiernas (Letten), a veces cruzadas por vénulas de limonita que le dan el aspecto de septarias.

Pizarras negras bituminosas con venas de calcita y capas delgadas de pirita; los fósiles de estas pizarras son principalmente amonitas de distintas especies y trigonias.

Calcárea negra con amonitas.

Piso de Girón.

Conglomerado de grandes elementos, en el cual se destacan gruesos cantos rodados de cuareita.

Esquisto silíceo negro.

Este terreno cubre un área considerable en el país; se presenta con unos mismos caracteres en el Cauca, Antioquia y Tolima y adquiere un desarrollo enorme en la Cordillera Oriental. El piso de Guadalupe predomina en las partes altas, el de Villeta en las bajas y el de Girón sólo se presenta en muy pocas localidades; sin embargo, a causa de los numerosos pliegues y de las dislocaciones, verdaderamente gigantescas, que presenta, se puede ver el piso de Guadalupe a un nivel relativamente bajo, como al occidente de Cundinamarca, y el de Villeta a la altura de las altiplanicies, como en Ubaté y Zipaquirá.

La inclinación de los extractos varía muchísimo, lo mismo que su rumbo, lo cual depende de los diversos accidentes tectónicos apuntados; el estudio de ese terreno desde ese punto de vista, no se ha hecho hasta hoy sino para localidades muy circunscritas a causa de las dificultades que ofrece.

Esta formación principia a diseñarse bastante al sur de Cali, y se extiende en una zona relativamente angosta a un lado y otro del río Cauca.

para entrar en el territorio antioqueño por las regiones de Supía, Caramanta y Titiribí; en esta parte sufre muchas dislocaciones y transformaciones por la influencia de las rocas eruptivas, pero a pesar de las interrupciones, puede seguirse por Amagá, Heliconia, Ebéjico, Sopetrán, Liborina, Cáceres, Sucre y Zaragoza.

En la vertiente oriental de la Cordillera Central forma una angosta zona que se extiende desde el vértice del ángulo que esta Cordillera hace con la Oriental hasta los confines de Antioquia, separando los llanos del Tolima del núcleo principal de la Cordillera y experimentando frecuentes trastornos por la inmediación de las rocas plutónicas y volcánicas; adquiere su mayor anchura en la región de La Plata, y se interrumpe entre el Valle y Payandé para volver a aparecer en unas pocas localidades al norte del Departamento. En la Cordillera Oriental cubre una vasta extensión comprendida entre la margen derecha del río Magdalena y el borde oriental de las altiplanicies y páramos de Cundinamarca y Boyacá, borde en el cual principia la zona precretácea; pero hacia el oriente de esta zona, contra los Llanos de Casanare y San Martín, vuelve a aparecer este terreno con sus pisos característicos. En el sentido S.-N. su extensión es enorme, porque va desde el sur del Tolima hasta el páramo del Almorzadero, donde principian las formaciones cristalinas ya mencionadas. Al norte de la mesa de Ocaña vuelve a definirse este terreno y forma la elevación lineal, que con los nombres de Sierras de Motilones y Perijá, va a terminar en La Goajira.

Fuera del sistema andino se presenta esta formación también en la cordillera de Baudó y en algunos sitios de la cuenca del Chocó.

Desde el punto de vista de la minería tiene este terreno bastante importancia: el piso de Guadalupe suministra a la industria arcillas, margas calcáreas y piedras de aparejo, y en el de Villeta se encuentran localizadas las salinas, las minas de esmeraldas, algunos filones de cobre y los minerales de hierro.

TERRENO CRETATERCIARIO—Este terreno está colocado sobre el anterior, y los pisos que lo constituyen están en discordancia unos con otros.

Estos pisos, enumerados de arriba a abajo, son:

Superior.....	Piso de Gualanday.
Medio.....	Piso de Barzalosa.
Inferior.....	Piso de Guaduas.

Las diferentes capas de estos pisos, enumeradas también de arriba a abajo, son:

Piso de Gualanday.

Arcilla gris hojosa con delgadas capas de liñito terroso, a veces compacto, casi siempre con piritas.

Arenisca tierna gris verdosa con granos redondos de sílice negra (piedra lidiana).

Capas de conglomerado, compuesto de guijarros relativamente gruesos de sílex córneo y cuarzo lechoso, que alternan con una arenisca margosa, tierna, con manchas rojas.

Arenisca blanca o amarilla de grano fino.

Arenisca roja.

Arcilla roja o violácea.

Piso de Barzalosa

Arcilla roja.

Arenisca tierna gris, de grano fino en la parte superior y de guijarros redondos de cuarzo blanco y negro en la parte inferior (varias capas que alternan con arcilla roja).

Arenisca roja.

Litomargas amarillas en grandes bolas.

Arcilla con esquisto papiráceo impregnado de materias orgánicas.

Septarias calcáreas en grandes lentejas, que tienden a formar una capa.

Arenisca tierna esquistosa en la parte superior y compacta en la inferior.

Una capa no muy gruesa de una arenisca muy ferruginosa.

Arcilla gris azulosa con vénulas de yeso.

Capas alternadas de un conglomerado compuesto de fragmentos de esquisto silíceo (Plaener) y de una arenisca tierna, blanca, de grano fino y también de sílice.

Piso de Guaduas, en las partes altas de la Cordillera, como en Nemocón

Pizarras negras.

Areniscas.

Arcillas esquistosas rojas y grises, con muchas capas intercaladas de arenisca.

Areniscas de grano medio.

Esquistos negros con capas de carbón.

Arcillas grises con areniscas manchadas por el óxido de hierro.

Arcillas con capas de carbón.

Arenisca de grano grueso.

Arenisca de grano fino.

Arenisca de grano muy grueso.

Pizarras grises y negras.

Piso de Guaduas en la región de Tocaima

Capas de arenisca blanca o rojiza, de grano variado, separadas por arcilla roja.

Capas de arenisca ferruginosa de grano grueso, algunas de las cuales contienen guijarros redondos de cuarzo.

Arenisca de color claro, de grano fino, con restos carbonizados de plantas (Haecksel).

Arcilla gris esquistosa con capas de carbón.

Delgada capa de arenisca compuesta de guijarros cuarzosos.

Arcillas grises con infiltraciones de limonita.

El piso de Gualanday se desarrolla principalmente en el Tolima, al norte del río Coello, entre el Coello y el Luisa; al norte del Coello el piso está plegado y forma una serie de valles anticlinales y sinclinales; entre el Coello y el Luisa continúan los bordes montañosos de los valles, y hacia el sur del Luisa el piso se denuncia por una serie de colinas muy pequeñas que se extienden hacia el cerro de Mohán, que también pertenece a este piso, y más al Sur en dirección a Ortega. Tuvimos ocasión de estudiar este piso también en algunas localidades de Boyacá, y el geólogo señor Fritz Weiske pudo reconocerlo en el Bajo Magdalena. A nuestro juicio la capa superior de este piso, que se manifiesta muy bien en la loma del Sapo, al sur del Chicoral, es casi con seguridad la misma que constituye las areniscas de Girardot sobre el río Magdalena. Tal vez por esta circunstancia el señor Weiske llama a este piso «formación de Girardot.» En toda su extensión este piso se encuentra en discordancia con las formaciones túficas del piso de Honda que le están superpuestas y que el señor Weiske designa con el nombre de «formación de mesa.»

El piso de Barzalosa ha sido estudiado por la Comisión Geológica en la región de Tocaima a Girardot, en la banda derecha del río Bogotá, principalmente entre la línea del ferrocarril y las primeras estribaciones de la serranía principal; pero es muy probable que ocupe también zonas de consideración en la banda izquierda. Sus capas están en discordancia con las del piso de Guaduas y aun a veces son transgresivas. En la vertiente occidental de la sierra de Perijá puede también reconocerse este piso. Es posible que los pisos de Gualanday y Barzalosa sean dos facies de una misma formación, que el doctor Scheibe designa con el nombre de Barzalosa-Gualanday. En Payandé y en Chicoral este terreno se apoya directamente sobre las calcáreas del piso de Guadalupe.

El piso de Guaduas presenta dos aspectos distintos, según se le considere en las partes altas de la Cordillera o en las inmediaciones del río Magdalena; como ha podido advertirse en la enumeración de las rocas

que lo constituyen, esos dos aspectos no son comparables, pues nada autoriza a establecer correspondencia entre las respectivas capas; su clasificación sólo puede establecerse atendiendo a sus relaciones geológicas con los pisos vecinos y a la circunstancia de contener, en dondequiera que se presenta, capas de carbón con idénticos caracteres. Este piso es muy extenso; forma los bordes montañosos de las grandes altiplanicies andinas de la Cordillera Oriental, desde el sur de Bogotá hasta Landázuri y el cerro de Armas, por una parte, y el páramo de Tamá, por otra; se interrumpe por las formaciones cristalinas del Norte de Santander y vuelve a aparecer en la sierra de Motilones y Perijá, donde va cubierto, en algunas partes, por el piso de Barzalosa, como ocurre en Cundinamarca.

En Antioquia ocupa algunas regiones circunscritas, como en Amagá, Titiribí y Sabaletas, y en el Valle del Cauca ocupa una extensión considerable al sur de Cali, pero en todas esas regiones cambian un tanto las condiciones litológicas de la formación. Fuera de estas localidades se presenta también en el golfo de Urabá y en otros parajes de la Costa.

Por sus riquezas minerales, el terreno que estamos estudiando tiene alguna significación; el piso de Gualanday suministra una arenisca utilizable como balasto en las vías férreas y como piedra de labor en trabajos ordinarios; el piso de Barzalosa contiene numerosas vetas de yeso que actualmente están en explotación, y el piso de Guaduas suministra todo el carbón mineral que se consume en el país.

Por su disgregación las rocas de este terreno dan origen a un limo rico en elementos útiles a la vegetación, que comunica una cierta fertilidad a los aluviones que se originan en las partes bajas.

TERRENO TERCIARIO—Este terreno está caracterizado por la abundancia de fósiles marinos, entre los cuales predominan los pectens, cardiums, ceritas y turritelas. Las capas que lo constituyen son, de arriba a abajo:

- Costras delgadas de arenisca ferruginosa.
- Pizarras grises con láminas de yeso.
- Arenisca tierna micácea.
- Gruesos bancos de calcárea de fósiles.

En esta forma predomina este piso en La Goajira, principalmente en la costa oriental; sus estratos horizontales están en estratificación discordante con los del piso de Guadalupe, que constituyen las diversas serranías del centro de la península.

En cuanto a minerales útiles sólo pueden mencionarse el yeso y algunas calcáreas que contienen escasas proporciones de fosfato de cal.

Otra facies del terreno terciario existe en algunas localidades como en la hoya del César, el Carare, Puerto Berrío y otros sitios próximos al

Magdalena. En estos lugares se presenta el terreno compuesto de varias capas, así:

Arena silícea de grano uniforme con algunos guijarros negros de piedra lidiana.

Arena trapeana de grano fino, en la cual pueden distinguirse partículas de sanidina, hornblenda y augita y laminillas de mica.

Arcilla gris muy tenaz, que a veces comprende capas de arena petrolífera.

En las arenas superiores, principalmente en las del valle del río César, se han encontrado fósiles terciarios, sobre todo turrítelas.

Este aspecto del terreno terciario es el que Weiske denomina «formación de mesa,» y que corresponde al piso de Honda de Hettner; predomina al norte del Tolima, donde forma las mesetas de Mariquita, San Lorenzo y Ambalema; más al Sur se extiende hasta las inmediaciones de Neiva y hacia el Norte hasta el Banco. Stille designa con el nombre de piso de Honda únicamente la parte superior de la formación donde no hay material volcánico.

En este terreno, en las arcillas inferiores a las arenas trapeanas, es donde se han desarrollado las formaciones petrolíferas del país.

TERRENO CUATERNARIO—Este terreno reposa horizontalmente, o con ligeras ondulaciones, sobre el anteriormente descrito. En las distintas localidades se presenta con distintos caracteres a causa de la diversidad de materiales de que está compuesto.

En los llanos orientales este terreno está formado por una gruesa capa de grava con grandes cantos rodados, en la región próxima a la cordillera, y con arenas cada vez más finas, a medida que se avanza hacia el Oriente, hasta que en el Bajo Meta y en las cercanías del Orinoco sólo hay un lodo fino acarreado por las aguas.

En las hoyas del Catatumbo y del Zulia el terreno reposa sobre una arenisca ferruginosa con fósiles vegetales, y está formado por arenas micáceas y cuarzosas, que contienen granates y esmeril muy fino.

En la península goajira los aluviones, compuestos de arenas de composición muy variada, reposan sobre el terreno terciario ya descrito.

En las altiplanicies de la Cordillera Oriental, como Sogamoso, Paipa, Chiquinquirá, Ubaté y Bogotá, la formación cuaternaria es muy gruesa y se compone de arena fina, arcilla, grava y un lodo con materias orgánicas en descomposición. En los valles bajos de Boyacá y Cundinamarca la formación está compuesta de un limo muy fino con limneas, planarbes y otros caracoles, y de bancas más o menos gruesos de grava de grandes cantos rodados, lechos de antiguos ríos.

En la parte central del Tolima las capas cuaternarias están compuestas de grava de gruesos elementos, cementados por arcilla, principalmente cantos rodados de sienita, monzonita, andesita y otras rocas frecuentes en las cordilleras cercanas, otras de un tuf bastante tenaz y compacto y otras de arenas sueltas en las cuales predominan las cenizas andesíticas con partículas de magnetita.

En las regiones de Antioquia en donde se presenta este terreno, lo mismo que en las sabanas de Bolívar, abundan las gravas, las arcillas y las arenas, que en muchas partes forman aluviones auríferos bastante ricos. En el centro del Valle del Cauca y en la región del Chocó la formación cuaternaria es parecida a la de Antioquia.

En las altiplanicies del Sur, como Pasto, Túquerres, etc., el terreno está compuesto principalmente de cenizas volcánicas.

FORMACIONES ERUPTIVAS—Las rocas eruptivas, al salir a la superficie, han dislocado y roto los estratos de las rocas sedimentarias, dándoles su relieve actual y formando en sus linderos zonas de contacto de estructura peculiar y de composición muy compleja. Además, por su acción dinámica han formado los sistemas de grietas, que mineralizadas luego, constituyen las venas que hoy se explotan en solicitud de los metales preciosos, y de ahí su grande importancia desde el punto de vista económico.

Estas rocas han venido al exterior en diferentes épocas, y por tanto han atravesado diferentes terrenos; en atención a su edad geológica y a sus condiciones petrográficas las dividiremos en dos categorías: plutónicas y volcánicas. La clasificación de algunas de ellas como abisales y otras como hipabisales, en el sentido riguroso de las palabras, es cuestión bastante discutible en el estado actual de nuestros conocimientos sobre el país.

ROCAS PLUTÓNICAS—En esta denominación quedan comprendidas, a más de las rocas abisales, las designadas por los geólogos franceses *roches filonienes*, el grupo de *Ganggesteine* de los alemanes o rocas hipabisales de Brögger y algunas otras peculiares de América y de gran significación en los Andes.

Estas rocas son todas intrusivas y la mayor parte de ellas holocristalinas (muy pocas contienen una pequeñísima cantidad de vidrio amorfo), y en todas es muy frecuente la estructura porfídica. Este grupo comprende las aplitas, las pegmatitas, los pórfidos y las porfiritas. Algunas rocas que tienen cierto carácter abisal y cuya composición las aproxima a las rocas graníticas, pueden incluirse en este grupo en virtud de sus relaciones geológicas; tales son, por ejemplo, el granito andino, la sienita, la manzonita y algunas variedades de la diorita. A juicio de Reiss y

Stübel, el granito andino tal como lo describe Stelzner, es el que prevalece en la Cordillera Central.

Las rocas de esta clase han hecho intrusión principalmente en los esquistos cristalinos y en los filades del terreno precretáceo; pero en algunas localidades son posteriores a él, pues han dislocado y roto los estratos del cretáceo y del cretaterciario.

Pertenecen a este grupo las siguientes rocas: el granito andino de Antioquia (San Carlos, San Roque, Amalfi, Angostura, etc.), y los de las regiones de Manizales, Huila, farallones de Medina y Norte de Santander; la diorita de Chitagá y Chita; la manzonita de Ibagué, Ataco, Coyaima y otras localidades de la Cordillera Central; la halleflinta de la Sierra Nevada de Santa Marta; la aplita y la pegmatita de la Sierra Nevada de Santa Marta y del Norte de Santander; las porfiritas de Caramanta y algunas de Natagaima.

Estas rocas se presentan muchas veces en grandes masas intrusivas, otras en forma de diques o filones, y finalmente en hilos delgados que no son otra cosa sino las apófisis de masas internas.

Sus caracteres petrográficos son muy constantes: carecen de residuo vítreo, salvo en las variedades básicas, la presencia de las plagioclasas es casi normal y todas van limitadas por una zona de contacto muy significativa. En esa zona de contacto, la acción del metaformismo ha sido muy intensa, salvo en las areniscas. Los grandes cristales de hornblenda de las rocas eruptivas antioqueñas, las turmalinas negras y los granates almandinos de Santander; el granate grosular de la mina de El Sapo, en el Tolima; el epidoto de La Magdalena, los granates y epidotos de Payandé; la chiastolita y la otreilita de Muzo, etc., son minerales que se han formado en virtud de ese metamorfismo.

Para poner de manifiesto los caracteres distintivos de estas rocas, incluimos a continuación la descripción de los tipos mejor estudiados; fuera de estos tipos, que caracterizan ciertas localidades, hay un número inmenso en nuestras cordilleras de especies y variedades, que sólo se conocen por la mención que de ellas hacen los viajeros:

Granito de grandes elementos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Todos los elementos de esta roca son de grandes dimensiones: el cuarzo, en fragmentos angulosos, envuelve a los cristales y a las masas irregulares de feldespato ortoclasa, la mica muscovita se halla diseminada en grandes láminas, principalmente en las masas feldespáticas; la hornblenda se encuentra en cristales pequeños dispersos.

Granito anfibólico de San Miguel, Sierra Nevada de Santa Marta.

Granito de grano y medio o grueso, compuesto de cuarzo, ortoclasa, plagioclasa y hornblenda; como elementos accidentales, algunos granos de hierro titanado y cristales de magnetita.

Granito anfibólico-micáceo de San Miguel, Sierra Nevada de Santa Marta.

Semejante al anterior, pero con biotita de color muy oscuro y pequeñas capas de piróxeno, en parte uralitizadas; entre los elementos feldespáticos figuran la microclina y la micropertita.

Pórfido granítico del Rosario, Hoya del río César.

Masa fundamental microgranítica; fenocristales de cuarzo, ortoclasa, epidoto y clorita; como elementos accidentales, zircón y apatita.

Granito de grandes elementos, de Ipiales.

Es muy semejante a los granitos de la Sierra Nevada de Santa Marta, pero se distingue porque sus elementos no son tan grandes, y por la abundancia de mica.

Granito de Ocaña.

Estructura hipidiomórfica, grano medio. Elementos: cuarzo en grandes granos, con inclusiones flúidas; ortoclasa en cristales bien determinados; muscovita en láminas muy abundantes, con inclusiones de granate y minerales metálicos; biotita negra; turmalina negra en cristales radiados.

Granito de Ocaña.

Granito de grano medio, estructura hipidiomórfica, compuesto de ortoclasa, plagioclasa, cuarzo y biotita, esta última con numerosas inclusiones.

Granito anfibólico de Ataco, Cordillera Central.

Roca de grano fino, estructura hipidiomórfica y con los siguientes elementos en el orden normal de cristalización: cuarzo en granos con numerosas inclusiones líquidas; ortoclasa en cristales alterados en su interior, el resultado de la alteración parece ser la mica nacarada; hornblenda en cristales pequeños y también muy alterada reemplaza íntegramente la mica; magnetita en granos y en pequeños cristales.

Pegmatita de Arboledas, Santander.

Roca de grandes elementos, de estructura un poco gráfica, compuesta de grandes cristales de ortoclasa, maclados conforme a las leyes de Baveno y Carlsbad, cuarzo de color de violeta pálido que sigue los contornos del feldespato, láminas de mica diseminadas en feldespato; como elementos accidentales figuran la turmalina negra en grandes barras, el granate, la plecbenda, la magnetita y el siderocromo.

Pegmatita de la Hoya del Suaza.

Roca de grandes elementos, compuesta principalmente de cuarzo en granos o en vénulas, feldespato ortoclasa en grandes masas y a veces en mezcla con el cuarzo y grandes láminas de muscovita; como elementos accesorios contiene la magnetita en cristales y la turmalina negra en barras.

Greisen de Ocaña, región del Catatumbo.

Roca compuesta de cuarzo y mica con inclusiones de turmalina en cristales radiados.

Halleflinta de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Roca de elementos homogéneos y cristalinos de cuarzo y feldespato únicamente.

Granito andino de los farallones de Medina.

Roca de grano grueso, de estructura hipidiomórfica. Elementos: cuarzo en granos irregulares, ortoclasa y plagioclasa en cristales tabulares, mica negra y hornblenda en pequeñas cantidades.

Granito andino de Manizales.

Roca de grano medio, de estructura hipidiomórfica; sus elementos son: cuarzo, ortoclasa, plagioclasa, mica negra y hornblenda.

Sienita de Caracolí, estribos de la Sierra Nevada de Santa Marta.

Roca de grano medio, compuesta de ortoclasa, poca plagioclasa, hornblenda y pequeñas laminitas de mica; como elementos accidentales, titanita, zircón y apatita. Esta roca se presenta en el cerro de los Cominos, con porciones apreciables de augita urutilizada.

Monzonita de Ibagué.

Roca de grano medio, de estructura hipidiomórfica. Elementos: ortoclasa y plagioclasa en cristales penetrados; hornblenda, probablemente de segunda formación; un material clorítico, augita algo descompuesta y partículas diseminadas de magnetita.

Monzonita de Ataco.

Roca de grano medio, de colores claros, estructura hipidiomórfica y compuesta de los siguientes elementos: ortoclasa en cristales tabulares, plagioclasa frecuentemente en interpenetraciones con la ortoclasa; augita en parte serpentizada; hornblenda procedente de la augita; cuarzo en interpenetraciones granofíricas con el feldespato. Como minerales accesorios figuran pequeños cristales de apatita y zircón y granos de hierro magnético.

Monzonita de Coyaima.

Roca de grano medio con los siguientes elementos: ortoclasa en cristales de color rosado; plagioclasa, a veces incluida en la ortoclasa; cuarzo en pequeños granos; augita algo alterada, y como elementos accidentales, biotita, serpentina, clorita, epidoto, hornblenda y magnetita.

Sienita augítica de Frontino.

Esta roca, que comúnmente se ha designado con el nombre de diorita, parece ser una sienita del tipo de Groba, con bastante plagioclasa en cristales largos y bien definidos y una pequeña cantidad de cuarzo.

Diorita de Chitagá.

Roca de grano medio con los siguientes elementos: grandes cristales de plagioclasa maclada según la ley de la albita, y cristales idiomorfos de hornblenda de color verde oscuro. Como elementos accidentales figuran solamente el zircón y la magnetita.

Diorita de la serranía de Punta de Nariz, en la Sierra Nevada de Santa Marta.

Roca compuesta de cristales bien discernibles de plagioclasa y hornblenda; como elementos accesorios figuran la mica y la apatita. En Guatapurí se presenta esta misma roca con estructura afanítica, y en Guanábano y Fonseca pasa a la estructura porfídica.

Diabasa del Tolima, Hoya del Coello.

Estructura ofítica. El feldespato (plagioclasa), muy alterado, se desarrolla en barritas que se cruzan en todos sentidos y quedan comprendi-

microlitos de augita; otros microlitos de augita están diseminados en la masa vítrea, pero orientados en el sentido de la corriente fluidal.

Obsidiana del volcán de Chiles.

Vidrio andesítico con globulitos y microlitos de augita y magnetita.

Resinita de Puracé.

Roca vítrea de color amarillo rojizo o rosado claro, y estructura fluidal; diseminados en la base vítrea se encuentran algunos granos de cuarzo; las juntas perlíticas son apenas perceptibles.

Piedra pómez del Tolima.

Masa fibrosa de vidrio incoloro con cristales de augita y granos de magnetita, perceptibles a la simple vista.

Liparita de la hoya del Coello.

Masa fundamental criptocristalina de un material felsítico. Fenocristales de cuarzo, sensiblemente corroídos en los bordes y con inclusiones de vítreas, hornblenda y partículas de óxido de hierro.

Pórfido cuarcífero del sur de Natagaima.

Masa fundamental microfelsítica, en forma de fieltro con cristalitos incipientes que apenas se notan; gran cantidad de magnetita y otros óxidos de hierro, de lo cual depende el color negro de la roca; cristales de sanidina y granos de cuarzo.

Dacita de Túquerres.

Masa fundamental de estructura hialopilitica, compuesta principalmente de feldespatos y apatita; fenocristales de cuarzo, biotita y anfíbol.

Dacita de Túquerres.

Masa fundamental microfelsítica; fenocristales de plagioclasa, cuarzo, biotita y anfíbol.

Dacita de Guátara.

Masa fundamental esferulítica vítrea con numerosos triquitos y cristalitos; fenocristales de cuarzo, anfíbol y biotita.

Dacita de Chiles.

Masa fundamental, en parte microfelsítica y en parte vítrea, con microlitos de feldespatos y piróxeno, y tendencias a la formación de esferulitos; fenocristales de cuarzo, anfíbol y piróxeno.

Dacita de la Mesa de Herveo.

Masa fundamental bastante vítrea, con numerosos cristalitos, fenocristales de cuarzo, plagioclasa, hornblenda y augita.

Dacita de Tajumbina.

Masa fundamental bastante vítrea, con numerosos microlitos de feldespato; fenocristales de cuarzo, plagioclasa, biotita y hornblenda; como elementos accidentales, augita, apatita y magnetita.

Propilita cuarzosa de Ariari.

La masa fundamental de esta roca está compuesta de pequeños cristales de actinota, que se orientan en coronas alrededor de los fenocristales o se entrecruzan formando una especie de fieltro; fenocristales muy aparentes, de grandes granos de cuarzo y cristales tabulares de plagioclasa con sus bandas de geminación características; como elementos accesorios, el granate rojo en cristales dispersos.

Andesita de Cumbal.

Masa fundamental feldespática; fenocristales de augita y un piróxeno rómico.

Andesita de la Cocha.

Masa fundamental feldespática, con un pequeño residuo vítreo; fenocristales de plagioclasa con inclusiones vítreas y grandes cristales aislados de hiperstena.

Andesita de Mayasquer.

Masa fundamental hialopilitica de feldespato y piróxeno; fenocristales de plagioclasa, anfíbol, piróxeno e hiperstena.

Andesita de Galera.

Masa fundamental, granular, alotriomorfa, de feldespato, óxido de hierro y rútilo; fenocristales de plagioclasa y augita; en algunos ejemplares hay granos diseminados de corindón, procedentes probablemente de la zona de contacto.

Andesita de Herveo.

Masa fundamental de aspecto vítreo, con numerosos microlitos de feldespato y piróxeno, y tendencias a la estructura microfelsítica; fenocristales de hornblenda y augita.

Andesita de la hoya del Coello, Tolima.

Masa fundamental hialopilitica con numerosos microlitos. Fenocristales de plagioclasa, augita y biotita con inclusiones de apatita, granos dispersos de magnetita.

Andesita del Nevado del Tolima.

Masa fundamental hialopilitica; fenocristales de plagioclasa y augita.

Andesita del Puracé.

Masa fundamental compuesta de microlitos de feldespato; fenocristales de plagioclasa y hornblenda; como elementos accidentales, augita y magnetita; clorita y epidoto, como productos de la alteración de la hornblenda, que a su vez puede provenir de la augita.

Andesita de Antioquia.

Masa fundamental compuesta de microlitos de feldespato; fenocristales de plagioclasa y augita, estos últimos sumamente grandes.

Andesita del Dagua.

Masa fundamental compuesta casi íntegramente de microlitos de augita; fenocristales de augita y plagioclasa, estos últimos sumamente grandes, tabulares y dispuestos en zonas paralelas.

Melafiro del Chantre, Sierra Nevada de Santa Marta.

Roca porfídica, compuesta de plagioclasa y augita, con seudomorfos de olivina en óxido de hierro; en su contacto con la epidosita se encuentran grandes cristales de epidoto de segunda formación y algunos fragmentos de cuarzo.

Basalto de Antioquia.

Masa microcristalina de augita y plagioclasa, con grandes amígdalas de calcedonia.

Basalto del Tolima.

Se encuentran riegos de esta roca en las regiones de Payandé y el Valle. Está compuesta de una masa negra, constituida por cristales de augita y plagioclasa, un residuo vítreo y polvo de hierro magnético. En la masa se destacan granos de olivina, muy poco serpentinizados.

Termina aquí la descripción a grandes rasgos de las regiones geológicas de Colombia, que nos hemos propuesto hacer; pero como sobre este asunto se han publicado en diversas épocas muy encontradas opiniones, nos proponemos publicar próximamente algunas notas críticas a este respecto.

REGIONES MINERAS DE COLOMBIA

La estructura geológica del territorio colombiano determina, como es natural, la formación de ciertas zonas en donde se localizan las minas, o mejor dicho, la riqueza mineral no va distribuida de una manera caprichosa sino de acuerdo con la naturaleza petrográfica del terreno. Estas regiones mineras se distinguen por ciertos caracteres, según el mineral de que se trate; procuraremos enumerar las más importantes.

ALUVIONES PLATINÍFEROS—Los aluviones son depósitos de terrenos de acarreo que se verifican en el lecho o en las vegas de antiguos ríos o en el fondo de lagos o pantanos de épocas geológicas remotas. Los que contienen platino en laminillas o en granos rodados, son los que se han formado en el Chocó; contienen también iridosmina y oro corrido y algunos llevan además partículas de cobre nativo y de una aleación natural de cobre y plata. De todos los afluentes del Atrato, el Condoto es el más rico en arenas platiníferas.

No se han hecho investigaciones para averiguar de dónde proviene el platino del Chocó, pero a juzgar por algunos de los riegos del río, es de creerse que en el curso alto de los afluentes se presente la dunita platinífera, como ocurre en los Montes Urales y en el Africa del Sur.

ALUVIONES AURÍFEROS—Estos aluviones han sido clasificados por los mineros en tres grupos en atención a sus caracteres locales; estos tres grupos son: 1.º, minas de las *quebradas*, formadas por corrientes de agua de escasa importancia; 2.º, *vegas* de los ríos o aluviones fluviales, y 3.º, minas de *cerro*, que pueden ser antiguas o recientes.

Los principales aluviones auríferos del país, algunos de los cuales están ya agotados o están para agotarse, están localizados en las siguientes regiones:

En Nariño: Barbacoas, Micay, Naya y Timbiquí.

En el Cauca: Caloto y Quilichao.

En el Caquetá: Mocoa y Sibwndoy.

En el Chocó: Quibdó, Lloró, Tadó, Nóvita y Uramá.

En Caldas y Antioquia: Porce, Nechí, San Bartolomé, Mata, Samaná, Nare, Bagre, Ríosucio y Nus, que son aluviones fluviales, y Santa Rosa; Amalfi, Anorí, Ituango, Zea y Cáceres, que son de cerro.

En el Tolima y Huila: Malpaso, Oritá, Saldaña y Coyaima.

En los Departamentos de la Cordillera Oriental son pocas las localidades auríferas, de éstas las que contienen oro corrido son Girón y Bucaramanga, cuyos aluviones se agotaron hace mucho tiempo, y la región de Ariari, al oriente del nevado de Sumapaz, que está muy poco explorada.

FILONES AUROARGENTÍFEROS—Estos filones constituyen la principal riqueza mineral del país. Están localizados en una y otra vertiente de la Cordillera Central, con unas pocas excepciones, como las minas de Santander y las de la región del Chocó. Enumeraremos las regiones mineras más importantes, principiando por el Sur.

Región de Curiaco—Esta situada en el nudo de las cordilleras, hacia la vertiente oriental. Hay allí algunos filones muy ricos en oro libre, formados en los esquistos que han sido dislocados por rocas andesíticas y

basálticas. Los minerales más frecuentes en estos filones son la pirita aurífera y la galena argentífera. Estas minas estuvieron en explotación por algún tiempo, pero hoy están abandonadas porque es muy difícil llevar maquinaria y elementos de trabajo a esos páramos casi inaccesibles.

Región meridional del Huila—La mina principal de esta región es la de la Argentina, situada en la separación de las dos Cordilleras, la Central y la Oriental, en la hoya del Magdalena, sus minerales consisten en pirita y galena con oro libre.

Al sudoeste de Neiva hay algunos filones de cuarzo con oro libre, algunos de los cuales rinden hasta tres onzas por tonelada.

Región de Ataco y Natagaima—En esta región, las rocas generadoras de los filones metalíferos han sido, hacia el Norte y el Occidente, el granito de grano fino, la monzonita cuarzosa y las liparitas, y hacia el Sur y el Oriente, la diabasa y las porfiritas básicas. En Ataco y en Coyaima hay numerosos filones con oro libre y con galena argentífera; en la región próxima a Natagaima, de un lado y otro del río Magdalena, predominan los minerales de cobre, pero todos ellos con plata, y algunos con plata y oro; también hay filones en los cuales predomina la galena argentífera.

Región de Organos—En esta región hay dos clases de filones: unos, bastante gruesos, con pirita aurífera, galena argentífera y plata negra y roja; otros, sumamente delgados, solamente de algunos centímetros de espesor, compuestos de cuarzo lechoso con oro libre.

Región de Ibagué—Esta región, que comprende la hoya del Combeima, tiene muchos filones, casi todos abandonados, que se caracterizan por la presencia del cobre gris aurífero. La mina mejor estudiada, y que en realidad es muy rica, es la de El Recreo, con cobre gris antimonial (panabasita).

Río de la China—En esta región hay varios filones angostos pero bastante ricos. Sus minerales son galena, pirita y oro libre; caracteriza a esta región la presencia de los sulfuros de arsénico, rejalgar y oropimento.

Región del Libano—En esta región hay varios filones, todos ellos en los esquistos talcosos. Los minerales dominantes son galena y blenda argentíferas y pirita aurífera; hay también una pequeña cantidad de oro libre. En los afloramientos se suele encontrar piromorfita y algunos curiosos pseudomorfos. Las minas de La Plata comprendían tres filones: La Plata, Pachito y Ricardo fueron motivo de una activa explotación, pero habiéndose cometido graves errores económicos, la empresa vino a menos y los trabajos fueron suspendidos; se nos dice que últimamente se ha restablecido la explotación de esa mina.

Región de Frías—La mina más importante de esta región es Frías, que comprende dos filones: el filón de Frías y el filón Weldon. Estos filones están formados en los esquistos verdes, y sus minerales son: galena, blenda, argentita, plata roja y plata nativa; no hay absolutamente oro en esta mina. El montaje de esta empresa es perfecto, y la cantidad de plata obtenida a fines del siglo pasado es extraordinaria. Se nos dice que últimamente se han suspendido los trabajos.

Región de Calamonte—Comprende la mina de Calamonte, de oro y plata, cuyos minerales son: pirita, blenda y galena.

Región de Santa Ana—Las minas de esta región son de propiedad nacional. La principal, la de Santa Ana, estaba formada por un filón casi vertical, con galena argentífera, pirita aurífera y plata negra y roja. Hace mucho tiempo que esta mina está abandonada. Otra de las minas de esta región, de una compañía americana, que se ha explotado con bastante provecho, es El Cristo. Las otras minas, Santa Bárbara, La Manta, Cristales, La Obdulia, etc., hace mucho tiempo que están abandonadas.

Región de Soledad y Sucre—En esta región se han encontrado algunos filones de importancia, como los de las minas de Tulcán y La Sonrisa. Estas vetas se caracterizan por la presencia del mispíckel y la stibina.

Región del Fresno—La principal mina de esta región es Bocaneme, trabajada desde el tiempo de los españoles. Sus minerales son excepcionalmente ricos en plata.

Región de Manizales—Esta región es tal vez la más rica del país; sus minas están formadas en los esquistos cristalinos que han sido dislocados por el granito eruptivo; las principales son:

Toldafría, cuyo filón principal, muy angosto, está formado en el esquistos de mica negra y es casi horizontal; sus minerales son la argentita y el oro en dendritas.

Volcanes, también formada en los esquistos cristalinos; sus minerales se caracterizan por la presencia del cobre gris y la plata roja.

La Estrella, La Reinita, La Deseada, La María, Santa Agueda y Klondike, todas formadas en el esquistos cristalino, con ganga compuesta de cuarzo en bandas y oro libre.

La Olinda, El Crucero y El Resorte, que contienen, además del oro libre, plata negra y roja.

Las Luces, Higuierón, La Siberia y otras que son minas de cuarzo con oro libre, a veces el cuarzo, principalmente el de los afloramientos, está cariado a causa de la descomposición de las piritas; algunos cuarzos están intensamente teñidos por el óxido de hierro (carmín de los mineros).

Región de Girardota—Las minas principales de esta región son Sabanita Verde, La Providencia y El Consejo; son todas filones cuarzosos en los esquistos, con pirita, galena, blenda y oro libre.

Región de San Vicente—Esta región comprende las minas de La Esperanza, Chimborazo y otras de menor importancia.

Región de San Carlos—Esta región comprende unos pocos filones angostos con calcopirita, limonita y pirita aurífera.

Región de Santo Domingo—Esta región comprende un gran número de minas, casi todas con calcopirita asociada a la pirita aurífera; las minas principales son: La Gallera, La Ginebra, El Limón, La Manga, El Nus, El Nusito, Guadual, Frutillales y Matadero.

Región de Don Matias—Comprende algunos filones de cuarzo en bandas con oro libre; la mina principal es La Providencia.

Región de Puerto Berrio—Esta región queda contigua al río Magdalena, lo cual es muy ventajoso para las empresas que allí se desarrollen. En tiempos pasados, una rica compañía minera hizo el montaje de la mina de Las Colonias, que vino a menos y está hoy abandonada. Cerca de Las Colonias hay algunas otras minas como Cerro de Oro, La Desconocida, etc.

Región de San Pedro—Comprende varios filones de pirita aurífera; minas principales: San Hipólito, La Soledad, Las Animas, La Luisa, El Guamo, San Juan, La Chusca, etc.

Región de Entrerrios—Esta región comprende unos pocos filones de cuarzo aurífero; sus minas principales son La Maya y Los Chorros.

Región de Barbosa—Esta región tiene algunas minas semejantes a las de la región anterior.

La Concepción—Esta región comprende varias minas cuyos filones son por lo regular de cuarzo brechado con oro libre; las principales minas son: La Elena, El Revenidero, La Trinidad, La Redentora y La Galinda.

Región de Santa Rosa—Esta región comprende varias minas de filón y ricos aluviones: las minas de veta más importantes son: San Miguel, La Trinidad, San Antonio y Las Cruces.

Región de Angostura—Las minas de esta región están constituidas por filones de cuarzo brechado o cuarzo en bandas con pirita y galena; las principales son: La Andoña, El Brasil, La Esperanza, Montegrande, El Salto y La Renta.

Región de Yarumal—En esta región hay un gran número de minas todas constituidas por filones de cuarzo, a veces con pequeñas láminas

talcosas, con mucho óxido de hierro y con pirita, galena, stibina y mispíckel. Las principales minas son La Esperanza, Las Cuartas, La Quintana, El Vesubio, La Palmera, La Evolución, Ratón Pelado, La Alejandra, La Sinnombre y El Nevado.

Región de Amalfi—Las minas de esta región están formadas en unos esquistos negros que reposan sobre el gneiss y el granito; la roca generadora parece ser traquítica; los minerales son pirita, galena y oro libre. Las principales minas son: La Clara, La Clara de la Unión, La Mana, La Justicia, El Palacio, Huilquipamba, Aratoca y El Chuchero.

Región de Carolina—Comprende varios filones todos de cuarzo gris con pirita aurífera y galena argentífera. Las principales minas son: La Unión, La Bramadora, Nazarena y La Golconda.

Región de Anori—Esta región comprende una enorme veta, la de Anori, reconocida en una longitud de dos leguas, y de un gran número de minas, de las cuales son las más importantes Chiquinquirá, San Gregorio, Chorreadero, Chucha, Costanera, Santa Ana, Rosita, La Palma, Quebradanegra y Solferino. Sus menas están caracterizadas por la presencia del mispíckel, como las de Amalfi.

Región de Zea—Esta localidad fue célebre en un tiempo por la riqueza de sus aluviones; sus minas de filón más importantes son: Hueco, Saltillo, San Felipe, Tiroteos, Vertientes y Amelia. Sus menas son de pirita aurífera, rara vez mispíckel.

Región de Zaragoza—Esta región comprende varias minas de cuarzo aurífero, la principal es la de Anfora.

Región de Segovia—Esta región comprende varios filones de cuarzo en bandas con oro libre y a veces con blenda, galena y piritas. Las minas principales son La Esperanza, San Nicolás, Cecilia, Córdoba, La Salada, El Silencio y Cristales.

Región de Remedios—La roca generadora de las minas en Remedios es la andesita, que ha dislocado los esquistos de la localidad; las menas son todas de pirita y galena en cuarzo aurífero; las principales minas son: Santa Isabel, Juliana, Pujidos, Sucre, Los Bancos, Venecia, El Rayo y La Reina.

Región de Cáceres—Hay unas pocas vetas en la mina de las Excavaciones, son todas de cuarzo lechoso con oro libre.

Región de Ituango—Comprende algunas vetas de cuarzo con oro libre.

Región de Frontino—La roca dominante en esta región es la diorita; las vetas son de cuarzo con oro libre y galena auroargentífera; las principales minas son: La Salada, El Tigrito, La Cecilia, La Córdoba y El Silencio.

Región de Buriticá—Esta región comprende las minas El Carmen, Playachica, San Isidro y otras con filones de cuarzo en bandas con algunas piritas y oro libre.

Región de Urrao—Las vetas de esta región, de cuarzo aurífero con piritas, atraviesan una roca esquistosa que también contiene cristales de pirita; las principales minas son: La María, Mundo Malo, Palacé, Verdó, Amparado y La Rubia.

Región de Armenia—Esta región comprende varias minas, cuyos caracteres principales son: ganga de cuarzo compacto, a veces en zonas alternadas de cuarzo blanco con cuarzo gris o verde; minerales, pirita galena y oro libre; las principales minas son: La María, San Andrés, Chupadero, La Juliana y Curubital.

Región de Titiribí—Esta región es una de las más importantes del país no sólo por la riqueza de sus minerales sino por la magnitud de los establecimientos industriales. En una región relativamente poco extensa se encuentran los minerales auroargentíferos, el carbón de piedra, las calizas, el grafito, los barros refractarios, en suma, todos los elementos necesarios para el desarrollo de las empresas metalúrgicas. La roca generadora es una variedad de la andesita que el doctor Roberto Scheibe ha descrito con el nombre de «corcovadita» por ser el cerro del Corcovado el sitio donde se presenta mejor caracterizada; las vetas son principalmente de contacto entre la roca eruptiva y los esquistos, pero las agujas y los filones derivados atraviesan otras formaciones. Los minerales son muy complejos, su composición es: Ganga: cuarzo, dolomía, aragonita, siderita y yeso. Mena: blenda, galena, pirita, calcopirita, stibina, jamesonita, diaforita. Las menas rinden, por término medio, dos onzas de oro y cuarenta de plata por tonelada. Las principales minas son: Zancudo, Los Chorros y Otramina.

Región de Fredonia—Comprende unos pocos filones cuarzosos, muy angostos, formados en una roca traquítica y ricos en pirita aurífera; la mina principal es La Combia.

Región de Tamesis—Comprende algunos filones de cuarzo con calcopirita y cobre gris; la mina principal es La Rica.

Región de Los Andes—En esta región hay varias minas consistentes en filones de cuarzo aurífero, con pirita, galena y blenda. Las principales son: La Unión, La Villa, La Soledad, Cháquiroy y La Incógnita.

Región de Caramanta—Las vetas de Caramanta están formadas en las porfiritas que han atravesado el terreno carbonífero del llamado «Piso de Guaduas» y que se extiende al norte y al sur de esta localidad; los minerales dominantes son la galena, la blenda negra (marmatita) y la pirita; el cuarzo es escaso y suele presentarse en la ganga la baritina. Las

principales minas son: San Cayetano, Yarumal, Yarumito, Quebradarrica, El Conde, La Condesa, La Nevada y Ataganado, todas ricas en oro y plata.

Región de Marmato y Echandia—La roca generadora de las minas de esta región, denominada *pórfido de Marmato*, es una liparita o rhyolito que ha dislocado los esquistos y ha dado origen a las vetas, que unas están en la roca eruptiva, y otras, muy pocas, en los esquistos. En los minerales domina la marmatita o blenda negra. Las minas son: Marmato, Echandia y Chaburquí.

Región de Supia—En esta región también prevalece la liparita, que ha roto los estratos de la formación carbonífera como en Marmato, y sus minerales son semejantes a los de esta última localidad. Las minas principales son: La Pava y La Esperanza.

Región del Chocó—En esta inmensa región hay varios grupos de minas poco estudiadas, estos grupos son: Quibdó, Tadó y Crispín.

Región de Santander—En Santander, Cordillera Oriental, están localizadas las minas de Alta, Baja y Vetas, cuyos minerales son muy parecidos a los de Zancudo, pero que tienen además plata roja. En un tiempo se acometió la explotación de estas minas, pero luego se abandonaron los trabajos a causa de los errores administrativos que se cometieron.

El señor don Tulio Ospina hace una clasificación de las minas de Antioquia, de la manera siguiente:

«Los filones metalíferos de Antioquia son muy variados en sus caracteres, y éstos guardan relación con la formación geológica en que se hallan aquéllos. Intentaré una clasificación general desde este punto de vista, advirtiendo sí, que en el mayor número de casos la determinación de la edad de las diversas formaciones geológicas, se funda en los rasgos petrográficos y en las relaciones con otras regiones del Continente suramericano, donde se han hallado fósiles, rarísimos entre nosotros.

«*Primer grupo.* La más antigua de nuestras formaciones geológicas se extiende en dirección N.-NO., desde Sonsón hasta Sucre, pasando por los Municipios de El Carmen, La Ceja, Retiro, Ríonegro, Guarne, San Vicente, Medellín, Copacabana, Girardota, San Pedro, Sopetrán, Belmira y Antioquia. Consta dicha formación de rocas estratificadas cristalinas, principalmente de gneiss y esquistos anfibólicos, micáceos y talcosos. Yo la consideré Laurenciana.

«Los filones en esta zona son de dos tipos distintos: los unos, relativamente raros y que parecen ser capas intercaladas en las rocas, están formadas de cuarzo sacarino o itacolumita; son de considerable espesor, carecen casi en absoluto de minerales metálicos, y su tenor en oro es muy reducido. Los otros los constituye un cuarzo lechoso, muy compac-

to, y generalmente estéril; pero en algunos parajes, donde el cuarzo ha sido fracturado por movimientos posteriores a la formación de la veta, se hallan las fracturas llenas de piritas de hierro, bastante auríferas (*marmajas* o *machonga*) y aun de oro nativo. Estas *bonanzas* accidentales, generalmente muy limitadas, suelen seducir a algunos empresarios que, casi sin excepción, acaban por fracasar.

«Es de advertir que en la zona geológica a que vengo refiriéndome, lo mismo que en varias otras de las que voy a describir, se suelen encontrar filones de un tipo distinto y muy satisfactorio; pero éstos están relacionados con erupciones locales de las rocas que a su tiempo describiré con el nombre de *pórfidos* y *sienitas metalíferos*.

«*Segundo grupo*. Sigue en orden cronológico a la formación anterior, una masa granítica, que le está adherida por el Nordeste, y en algunos puntos la penetra. Se extiende dicha masa por los Municipios de Sonsón, Cocorná, Santuario, Ríonegro, Granada, Peñón, San Vicente, Concepción, Santo Domingo, Barbosa, Girardota, Don Matías, Entreríos, Santa Rosa, Carolina, Gómez Plata, Angostura y Yarumal. La mayoría de los filones que encierra este granito es de cuarzo menos compacto que el del primer grupo, y acompañado de piritas (*marmajas*) ligeramente auríferas y algún oro nativo. Su mérito es escaso; pero cuando están relacionados con ciertos diques de felsita verde (*churumbela*), la porción de oro y de piritas aumenta extraordinariamente, dándoles un valor considerable. En este caso se encuentran varias de las minas de San Vicente, Barbosa, Concepción, Don Matías, Carolina y Santa Rosa.

«*Tercer grupo*. Al nordeste del granito antiguo, pero en una extensión mucho menor, y separado de aquél, casi en toda su longitud, por una faja angosta de esquistos, cuya edad no he podido determinar, se extiende uno más reciente, que bien pudiera llamarse sienítico, por la abundancia de anfíbol. Se encuentra esta roca en parte del Municipio de Sonsón y en los de Cocorná, San Luis, San Carlos, Barbosa, Don Matías, Carolina, Guatapé, San Rafael, San Roque, Yolombó y en una pequeña parte de Amalfi.

«Los filones de esta formación son superiores en riqueza, y generalmente también en espesor, al tipo ordinario de los de la anterior. Los caracteriza mineralógicamente la presencia, en proporciones variables, de minerales de plomo y de cobre, como galena (*mole*), molibdenita (*mica*), calcopirita, malaquita, etc., etc. No sólo en este grupo de filones sino en casi todos los del Departamento, la presencia de galena revela un alto tenor en oro; y la galena misma es excepcionalmente rica en este metal, sobre todo cuando los cristales son pequeños y azulosos. También la molibdenita suele ser aurífera.

«*Cuarto grupo.* Al sur y al nordeste del granito reciente, de que acabo de hablar, se halla una gran formación de rocas sedimentarias antiguas, que desde muy al Sur constituyen la masa principal de la Cordillera Central de Colombia. Predominan los esquistos micáceos y arcillosos, con tal cual capa intercalada de calcáreos, pudingas, areniscas y esquistos talcosos y estaurolíticos. Aquellas rocas están profundamente metamorfoseadas, y corresponden, si no me equivoco, a la gran formación secundaria, reconocida por D'Orbigny, Passis y otros geólogos, en Chile y el Perú, donde presenta algunos fósiles.

«Estos esquistos se encuentran en los Municipios de Manizales, Aranzazu, Salamina, Pácora, Aguadas, Sonsón, Puerto Berrio, San Roque, Yolombó, Amalfi, Remedios, Segovia, Anorí, Zea, Zaragoza, Cáceres e Ituango. Los filones que los cruzan, cuando no están relacionados con pequeñas erupciones de rocas ígneas muy recientes, presentan los siguientes caracteres: la ganga es cuarzo translúcido muy compacto, dividido en pequeñas bandas o láminas por otras mucho menores y de color oscuro, del mismo material de los esquistos. Los minerales metálicos que se encuentran generalmente en estas últimas bandas o rayas, son piritas de hierro, piritas arsenicales, mispickel y galena, notablemente auríferos. El oro es menudo, rara vez visible a la simple vista, y se halla también de preferencia en las rayas oscuras, de tal manera que cuanto más rayado es el mineral, mayor es su riqueza. Estos filones son en lo general muy importantes, tanto por su tenor metálico como por su gran desarrollo y la constancia de su riqueza. La proximidad de masas dioríticas, que casi nunca asoman a la superficie, produce en ellos zonas de extraordinaria riqueza.

«*Quinto grupo.* Más reciente que esta formación es otra de esquistos arcillosos, ligeramente micáceos, y arcillas esquistosas, que ocupa la hoya del Cauca en los Municipios de Manizales, Neira, Filadelfia, Salamina, Pácora, Nueva Caramanta, Aguadas, Valparaíso y Santa Bárbara, y se extiende luego por Caldas, Amagá, Angelópolis, La Estrella, Itagüí, Tiritibí, Armenia, Bolívar, Salgar, Betulia, Concordia, Urrao, Anzá, Ebéjico, San Jerónimo, Sopetrán, Antioquia, Giraldo, Sucre, Libornia, Buriticá, Cañasgordas, Frontino, Sabanalarga, Ituango y Dabeiba.

«Esta formación, que considero jurásica, es notable por la carencia casi absoluta de filones auríferos; pues si bien suele presentarse una que otra vena cuarzosa con sulfuros metálicos, su tenor en oro es insignificante.

«*Sexto grupo.* Alternando con los estratos sedimentarios de la formación anterior, y a veces suplantándolos por completo, se encuentran capas y masas, ya pequeñas, ya de gran consideración, de rocas volcánicas anti-

guas: trap, diabasa, grunstein, etc., etc. Estas rocas se hallan en casi todos los Distritos que enumeré al tratar del *grupo* precedente, pero su desarrollo es mucho más considerable a lo largo de la Cordillera Occidental, formada principalmente de ellas, desde Pasto hasta Costa Rica.

«También es pobrísima en metales preciosos esta extensa formación; y cuando en ella se encuentran algunos filones, están siempre relacionados con erupciones locales mucho más recientes. Los caracteriza generalmente la presencia de pequeñas cantidades de cobre nativo y de minerales cupríferos. Por regla general estas minas son de poca importancia.

«*Séptimo grupo.* La formación cretácea, tan extensa en el oriente de la República, es bastante limitada en Antioquia, pues sólo ocupa parte de los Municipios de Caramanta, Valparaíso, Támesis, Jordán, Andes, Jericó, Santa Bárbara, Fredonia, Amagá y Titiribí, extendiéndose luego, en una faja más y más angosta, por Angelópolis, Heliconia, Ebéjico y Sopetrán, donde desaparece para presentarse nuevamente a las márgenes del Cauca y el Nechí, en el extenso Distrito de Cáceres. Las rocas que la constituyen son pudingas, areniscas y arcillas compactas o esquistosas.

«Contiene esta formación nuestras únicas minas de combustible mineral: una liñita que suele pasar a la hulla verdadera; pero en cambio carece en absoluto de minas de oro y plata, con una sola excepción, las famosas minas de El Zancudo y Otramina, que se hallan en contacto del cretáceo con las rocas correspondientes a los *grupos* quinto y sexto. En rigor esta excepción es más aparente que real, pues sólo por accidente se depositaron en el cretáceo estos minerales, cuya génesis se debe a los *pórfidos metalíferos* de que hablaré en seguida. Sin embargo, siendo tan notables y originales estas minas, las describiré someramente bajo el título de este *grupo*.

«Los depósitos son capa de contacto, en forma de cúpulas, gruesas en el centro y delgadas hacia los bordes. La ganga es ya cuarzosa, ya arcillosa, y los minerales que acompañan al oro nativo, rarísima vez visible, son piritas de hierro, blenda, galena y estibnita (*antimonio*), notablemente ricas en oro y plata. Se relacionan con aquellas capas algunos filones verdaderos, que cruzan las rocas anteriores al cretáceo, y el pórfido sisnítico. La riqueza y estabilidad de estos minerales son proverbiales en el país.

«*Octavo grupo.* Al fin del período cretáceo hubo en casi todo el territorio antioqueño un gran número de erupciones pequeñas y limitadas, de rocas eruptivas recientes, caracterizadas por lo general por la abundancia de anfíbol; para poderlas designar les he dado el nombre de *pórfidos* y *silenitas metalíferos*. Las rocas de estas erupciones son: granitso

en Andes y Bolívar; sienitas en Remedios, Angostura y Frontino; pórfidos sieníticos en Caramanta (ramificación de la gran masa porfídica de Marmato), Buriticá, Titiribí, Pácora y Sonsón; traquitas y andesitas en Manizales y Pensilvania y dioritas en San Vicente, Barbosa, Amalfi, Anorí, Cáceres, Santa Rosa, Valparaíso, Jardín, etc. Adviértase que no menciono las localidades donde estas rocas no están acompañadas de depósitos metalíferos.

«Con aquellas erupciones recientes están relacionadas las más importantes de nuestras minas. Ya hice notar que en rigor pertenecen a este grupo los famosos veneros de Titiribí, y es bien notoria la riqueza de los de Remedios, Marmato (que geológica, ya que no estratigráficamente, pertenecen a Antioquia), el Frontino, Buriticá, La Cascada, en el Jardín; La quisiná, en Anzá; Ríodulce y Nechí, en Sonsón; La Balsa, en Pácora; Toldas, El Diamante y otras, en Manizales; La Montera y El Coral, en San Vicente, y otros muchos que sería largo enumerar.

«Los caracteres de este grupo de minas son tan variados como las rocas a que deben su origen; pero puede decirse que los distingue de una manera general la abundancia de plata, ya en forma de verdaderos minerales argentíferos, ya ligada al oro, que suele ser de baja ley; o diseminada en los sulfuros de otros metales, generalmente muy abundantes. La ganga es cuarzoaa o arcillosa, según que predominen los minerales de oro o de plata; y en el primer caso el cuarzo se halla muy cristalizado. Mientras más distintos son los cristales o granos cristalinos de cuarzo y mejor mezclados se hallan con los sulfuros metálicos, mayor es la riqueza del mineral. Como casos curiosos y excepcionales, mencionaremos la existencia del carbonato de cal (calcita) como ganga del oro nativo, en la Quisiná; y la silvanita o telururo auroargentífero en el Frontino.

«Si esta clasificación no se refiriese únicamente a los filones, habría de formarse un noveno grupo, perteneciente al período cuaternario, con todas nuestras minas de aluvión, que al principio describí, desde los aluviones de antiguos ríos, llamados *cerros*, hasta las *cintas* de las *quebradas*.

«Es un hecho notable, del cual quiero dejar constancia aquí, que en la única porción del terciario de agua salada que existe en el interior de Antioquia (Municipio de Anzá), algunos de los conglomerados que lo forman, alternando con areniscas y arkosas muy friables, contienen pequeñas cantidades de oro mezclado con escamitas de platino.»

El indiscutible mérito del anterior trabajo en lo relativo a los caracteres de los filones metalíferos de Antioquia, nos ha movido a hacer la anterior transcripción, aun cuando no estamos del todo de acuerdo con el autor en lo relativo a la clasificación petrográfica de las rocas y a la edad de los depósitos sedimentarios.

MINAS DE COBRE—Las minas de cobre en Colombia están localizadas de acuerdo con las formaciones geológicas y con el carácter petrográfico de las rocas eruptivas que las han originado. Estas minas están unas veces constituidas por filones bien determinados, otras son masas lenticulares más o menos extensas, y otras son depósitos delgados en las juntas de las capas sedimentarias y en las diaclasas que la cruzan, con formación de masas irregulares en donde se cortan las juntas. Las rocas generadoras de estas minas son las rocas eruptivas básicas, como la diabasa, las porfiritas y el basalto. Los minerales más comunes son: la calcopirita, la bornita y la calcosina; en los afloramientos se encuentran la malaquita, la azurita y la ziguelina, y como especies accidentales la cuprita, la crisocola, el cobre gris y el cobre nativo.

Las localidades donde se encuentran depósitos de minerales de cobre de alguna importancia son: Almaguer, los estribos del macizo del Huila, Natagaima, Líbano, Dolores, Sumapaz, Quetame, Gachalá, Nocaima, Carmen de Carupa, Muzo, Moniquirá, Bolívar (Valle de Jesús), Ocaña, Camperucho y Serrajón. En algunas minas de Antioquia se encuentran también minerales de cobre, como en Amalfi, Segovia, Armenia y Támesis.

Los yacimientos mejor caracterizados son los siguientes:

Los de Natagaima, que deben su origen a las erupciones de porfirita diabásica: son unos, verdaderos filones de calcopirita y bornita, y otros, masas lenticulares de calcosina. Esos minerales contienen por lo regular oro y plata.

Los de Gachalá, que son grandes banos de calcopirita.

Los de Bolívar, en las serranías que quedan al occidente del Valle de Jesús; son masas irregulares en la intersección de las diaclasas y los lechos de estratificación; del mismo carácter son las masas irregulares que hay en Cuevas, La Paz y La Aguada.

Los de Camperucho y Serrajón, que deben su origen a las erupciones de melafiro.

MINAS DE ESTAÑO—La casiterita u óxido de estaño se presenta en masas aisladas, en medio del greisen y en la parte más cuarzosa de esta roca; estas masas no forman filón, pero sí son lo suficientemente abundantes para dar margen a una explotación regular; la localidad en donde se presenta este mineral es en las cabeceras del río Catatumbo.

MINAS DE PLOMO—La galena y otros minerales de plomo se presentan en abundancia en la mayor parte de las minas de plata que hemos mencionado en la sección respectiva; la galena pobre en plata, que por tanto sólo puede considerarse como mineral de plomo, existe en algunas localidades de la Cordillera Oriental, como Cágota, el Carmen de Carupa y Ubaté. En algunas de estas localidades están los bancos de



Sala de Patrimonio Documental

Caldeiras con Venas de Cal para Vete de Jesús

galena atravesados por vénulas de blenda o con inclusiones de calcopirita.

MINAS DE ZINC—En las localidades mencionadas para el plomo, se encuentran también yacimientos de blenda, algunas veces este mineral va con la galena o bien tiene inclusiones de calcopirita, como ocurre al pie del páramo de Dolores. Muchas de las minas que hemos mencionado al tratar de los minerales auroargentíferos contienen cantidades apreciables de blenda. En las minas de Marmato es de notarse la blenda negra con una proporción de hierro que ha recibido el nombre de *marmatita*.

MINAS DE MERCURIO—La única de alguna importancia es la de Bermellón, en el Quindío, cerca de San Miguel. Su formación se debe a unas erupciones próximas de porfirita. La mina está formada en los esquistos verdes, que allí están ondulados; consiste en unas venas delgadas de calcita, dolomita y cuarzo, que contienen el cinabrio y algunas piritas, pero estas venas están encajadas entre los esquistos y siguen su ondulación, no son propiamente filones. A juicio de expertos mineros, esta mina no resiste una explotación activa, por lo cual se han suspendido los trabajos. Ultimamente se han encontrado ricas minas de cinabrio en la depresión de Calarcá.

MINAS DE URANIO—En la serranía que separa el valle de Cucutilla del de Bochalema, al norte de Santander, se acentúa una formación compuesta de granito, gneiss y pegmatita de grandes elementos; en esta última roca se presentan masas dispersas de peblendita (mineral de uranio) con bastante poder radioactivo; desgraciadamente estas masas son pequeñas y están muy diseminadas, de suerte que su explotación no es económica.

MINAS DE ANTIMONIO—En algunas localidades de la región de Manizales se han presentado filones ricos en stibina, que fueron explotados por algún tiempo, aprovechando el buen precio que tuvo entonces este mineral; hoy esas minas están abandonadas.

MINAS DE HIERRO—El mineral de hierro que forma yacimientos explotables en el país, es la limonita morena, que en algunas partes parece provenir de la siderita por metasomatosis. Las localidades en donde están localizados los yacimientos son: Pacho, La Pradera, La Caldera, La Caiera y el páramo de Las Ovejeras, en Cundinamarca; Samacá, en Boyacá, y Amagá, en Antioquia. Hay otros minerales de hierro en el país, y acaso más ricos en el metal que la limonita, como la magnetita, que se encuentra en Santander y en Huila; el hierro oligisto que se encuentra en varias localidades de la Cordillera Oriental, y el siderocromo, de Santander y Antioquia, pero las condiciones locales referentes al combustible, a

las caídas de agua y al material refractario no permiten la explotación en condiciones favorables.

MINAS DE MANGANESO—Grandes depósitos de minerales de manganeso hay cerca de la población de Ortega, en el Departamento del Tolima.

MINAS DE MICA—Las láminas de mica muscovita, de las condiciones que se requieren en la industria, se encuentran como parte esencial de la pegmatita de grandes elementos, tan común al Norte de Santander, sobre todo en las regiones de Ocaña, Pamplona y el río Talco. Desgraciadamente, casi todas las láminas contienen pequeños minerales incluidos o manchas de óxidos metálicos, lo que hace disminuir su valor; en la región del río Talco se han encontrado láminas limpias, pero en poca cantidad.

MINAS DE ESMERALDAS—Los yacimientos de esmeraldas consisten en vetas de calcita, cuarzo, dolomita y otros minerales, en los cuales están las esmeraldas; estas vetas cruzan las pizarras negras del piso de Villeta (neocomiano), y van acompañadas de dos formaciones: el *cenicero*, que es un conjunto de menudos cristales de calcita, dolomita, cuarzo, pirita y polvo de pizarra, y la *cama*, que está compuesta de grandes cristales de calcita. Estas formaciones, la pizarra, el cenicero y la cama, van sobre unas capas de calcárea negra, que se denominan *cambiado*, y en las cuales no hay vetas esmeraldíferas. Estas formaciones que acompañan a la esmeralda no se presentan dondequiera que aparece el piso de Villeta; en Colombia solamente llevan vetas esmeraldíferas las pizarras negras de las regiones de Muzo, en la vertiente occidental de la Cordillera Oriental, y Somondoco en la vertiente oriental de la misma Cordillera. En la primera de estas regiones están las minas de Muzo, Coscuez, La Chapa, Tambriás, Camancha y otras; en la segunda región están las minas de Chivor.

SALINAS—Las salinas del territorio colombiano pueden clasificarse de la manera siguiente:

Salinas marítimas—Actuales. Antiguas.

Fuentes saladas—Superficiales. Profundas.

Minas de sal—Bancos de sal. Margas salíferas.

Las salinas marítimas actuales están localizadas en las costas del Mar Caribe y son muy numerosas. Salinas marítimas antiguas, solamente se encuentran en algunas llanuras de La Goajira, que en algún tiempo estuvieron ocupadas por el mar.

Las fuentes saladas superficiales son frías, brotan de las rocas del piso de Villeta, y provienen del agua infiltrada que tropieza en su curso subterráneo con algún depósito de sal. La mayor parte de estas fuen-

tes están localizadas en la Cordillera Oriental; las principales son: Pissaima, Tausa, Camancha, Gachetá, Chita, Muneque, Gámeza, Recetor y Pajarito. Las fuentes saladas profundas brotan de las rocas eruptivas o de las sedimentarias que reposan sobre ellas; casi siempre son termales, y están localizadas principalmente en la Cordillera Central; las más importantes son las de Guaca, Riogrande, Supía, Ciruelo y Peñol.

Los bancos de sal están localizados en las pizarras negras del Piso de Villeta en la Cordillera Oriental, y son los de Zipaquirá, Nemocón, Sesquilé y Upín; últimamente se ha encontrado de suma importancia en el Valle de Tensa. Las margas salíferas están localizadas en las pizarras próximas a los bancos de sal o a las fuentes saladas, las únicas de alguna importancia son las de Cumaral.

MINAS DE AZUFRE—El azufre se presenta en el país en dos clases de yacimientos: unos dependientes de los volcanes, que son verdaderas *solfataras*, y otros que provienen de la alteración de los sulfatos naturales, y que están siempre en terrenos estratificados. De los primeros son los más importantes los de los Andes del Sur y de la Cordillera Central, como El Azufral, Pasto, Puracé, Ruiz, etc.; de los segundos, los únicos de alguna importancia son los de Gachalá, que han sido explotados en algunas ocasiones.

CARBÓN MINERAL—La antracita se ha encontrado en pequeños yacimientos en el Valle del Cauca, y en Cundinamarca, en la región de Choachi, en capas intercaladas entre las areniscas del piso de Guadalupe, pero hasta hoy no se ha explotado; en las pizarras del piso de Villeta, principalmente en Cundinamarca y Boyacá, se ha encontrado una variedad de la antracita, la schungita, casi siempre asociada a la calcita, de muy escaso valor como combustible. El liñito y una variedad de la turba se han encontrado en algunos de los terrenos modernos de la Cordillera Oriental, pero su valor como combustible es muy escaso; el único combustible de importancia en el territorio colombiano es la hulla bituminosa, cuyas localidades vamos a enumerar; del petróleo trataremos separadamente.

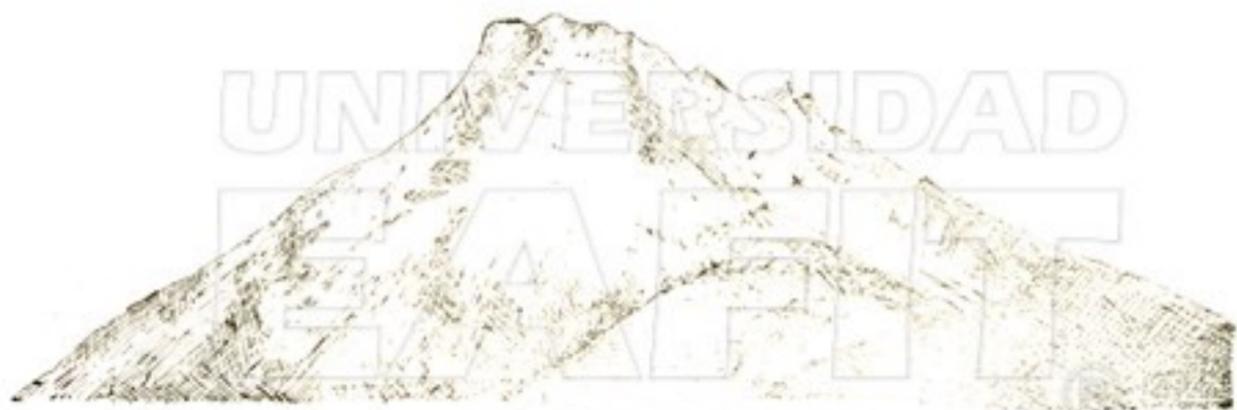
La formación geológica que se ha denominado piso de Guaduas, es la que contiene las capas de carbón; esta formación forma grandes zonas en Cundinamarca, Boyacá, Santander, Magdalena, el Valle del Cauca y el sudoeste de Antioquia. Las cuencas carboníferas más importantes, enumeradas de Sur a Norte, son: Usme, Cincha, Canoas, Tequendama, Zipacón, Bermeo, San Jorge, La Pradera, Rodamontal, Bogotá, Chapinero, Suba, Guatavita, Sesquilé, Nemocón, Fragua, Suesca, Tilatá, Chocotá, Gachetá, Tunja, Paipa, Páramo de Tama, Carare, Tamalameque, Serrajón, etc.; en la región occidental del país, Cali, Sabaletas, Sitioviejo, Amagá, etc.

PETRÓLEO—El gran hundimiento que determinó la formación del valle del Magdalena (formación de fosa), y otros movimientos tectónicos en las tres cordilleras, han determinado la formación de las zonas petrolíferas y su localización en el territorio colombiano. Estas zonas, que no todas son de igual importancia, son las siguientes:

- 1.º Zona del golfo de Urabá y hoya del Atrato.
- 2.º Hoya del Magdalena.
- 3.º Hoya del César.
- 4.º Hoya del Catatumbo.
- 5.º Llanos de Casanare y San Martín.
- 6.º Región del Caquetá.
- 7.º Zona costanera del Pacífico.

La 2.^a zona podría dividirse en dos: la hoya del Bajo Magdalena, incluyendo las sabanas de Bolívar, y la hoya del Alto Magdalena, incluyendo la hoya del río Saldaña.

En algunas partes altas de la Cordillera Oriental hay algunas localidades que podrían comprenderse en las zonas petrolíferas, pero que hasta hoy se han considerado como productoras de betún.



Nevado del Toima.

Sala de Patrimonio Documental

RESEÑA GEOLOGICA*

DE LOS DEPARTAMENTOS DE TOLIMA Y HUILA

Trabajo presentado al tercer Congreso Científico Panamericano.

Nos proponemos en este estudio enumerar las riquezas minerales de los Departamentos de Tolima y Huila, y describir las zonas geográficas favorables a la formación de los yacimientos metalíferos, con el fin de llamar la atención de los capitalistas nacionales y extranjeros hacia una de las regiones de más brillante porvenir que ofrece el territorio colombiano. Como es natural en una descripción de esta clase no nos encerraremos dentro de los límites políticos de los mencionados Departamentos, sino que nos atendremos a las divisiones geográficas naturales, de modo que limitaremos nuestra descripción a la parte de la hoya del Magdalena comprendida entre la Cordillera Central y la Oriental, desde su divorcio en el nudo andino hasta la Mesa de Herveo, por una parte, y el Nevado de Sumapaz, por otra.

Estando destinado este escrito no solamente a los mineros nacionales sino a los empresarios extranjeros, hemos principiado por la geografía general de la región en estudio; esta parte pudiera suprimirse por los mineros del país, pero creemos que pueda ser de alguna utilidad para los extranjeros, poco familiarizados aún con las arrugas del suelo colombiano.

La Cordillera Oriental, al separarse de la Central en el nudo andino, toma una dirección NW-SE., tan marcada, que los diferentes afluentes del Magdalena a que da nacimiento en este trayecto, corren, por lo general, de Sur a Norte. En el cerro de La Fragua cambia bruscamente la dirección y toma un rumbo general de SW. a NE., con ligeras inflexiones, y de ahí para adelante, sin cambiar la dirección general, diseña dos amplias curvas con la convexidad vuelta hacia el E.; la meridional que corresponde a las cabeceras del Neiva, y la septentrional a los afluentes del Cabrera. Las principales eminencias, enumeradas de S. a N. son: el cerro de Miraflores, el cerro de Neiva, el de la Venta del Viento y el Nevado de Sumapaz. Los diferentes estribos que se desprenden de la cordillera principal en el trayecto meridional, llevan una dirección general E-W., y por grados insensibles van a morir en la margen derecha del Magdalena. Del alto de Miraflores parten varias serranías divergentes,

de las cuales la principal, que lleva una dirección S-N., va a terminar en las vegas de Llano grande. De la Venta del Viento parten también varias serranías secundarias que separan los diferentes afluentes del Cabrera. De los cerros adyacentes al Nevado de Sumapaz se desprenden importantes estribaciones que se dirigen SE. a NW., y separan las hoyas de los ríos Cabrera, Negro y Prado; en esta parte la orografía es muy complicada, pues de estas estribaciones se desprenden a su vez otras eminencias que les son normales y que dividen el terreno en diversas hoyas comunicadas por los cañones de los ríos mencionados.

En general, la Cordillera Oriental, en lo que geográficamente corresponde al Tolima, es una elevación lineal, cuya línea magistral, bien demarcada, tiene muy pocas depresiones de importancia.

La Cordillera Central, al separarse de la Oriental, toma con algunas inflexiones en su parte meridional, una dirección general hacia el NNE., dividiendo las aguas que van al Magdalena de las que van al Cauca. Su forma es bastante regular, pues las eminencias secundarias que desprenden de a un lado y otro, descienden rápidamente y como por escalones hacia los valles respectivos, sin modificar de modo fundamental la fisonomía general del relieve.

A partir del nudo principal, las cumbres más elevadas de esta cordillera de S. a N., son las siguientes: la Sierra de Coconucos, el Volcán de Puracé, el Nevado del Huila, el Alto de Santa Catalina, el Nevado del Tolima (situado un poco al oriente del eje principal), el Páramo de Santa Isabel, el Páramo de Ruiz y la Mesa de Herveo.

De las eminencias transversales son las más importantes las siguientes: los estribos orientales de la Sierra de Coconucos, que culminan en el Cerro Pelado y van a terminar cerca de La Plata; el Páramo de Guanacas; la serranía que separa la hoya del Magdalena de la del Saldaña, y las eminencias lineales que separan las hoyas de los ríos Luisa, Coello, Recio, etc., afluentes del Magdalena.

El interior del Departamento está ocupado por los llanos contiguos al río Magdalena; en Natagaima se tocan los estribos de la Cordillera Oriental con los de la Central, de suerte que el río corre por un cañón estrecho y la llanura central queda dividida en dos porciones: la septentrional que se extiende hasta Honda y la meridional hasta Neiva.

El río Magdalena, arteria principal del país, ocupa, en la parte alta de su curso, el thalweg del valle comprendido entre las elevaciones volcánicas de Puracé al Norte y Las Animas al Sur. El nudo de esta elevación en masa es el principal centro hidrográfico del país, y uno de los más notables del mundo; con rumbo hacia el NE., parten de él los diferentes riachuelos que van a constituir el Magdalena; los arroyos que dan origen al Cauca se dirigen hacia el N., y hacia el E. y el SE., corren los

afuentes del Caquetá y el Patía. La región pantanosa conocida con el nombre de Páramo de las Papas, da origen simultáneamente a las aguas del Magdalena y del Caquetá.

En la región de las cabeceras, las principales corrientes que constituyen el río (río Mazamorra y otros), se dirigen sensiblemente hacia el E. El río pasa por entre la Peña Grande y la Peña Chica, se precipita por una pendiente abrupta, formando una serie de pintorescos raudales y tuerce su curso hacia el NE., hasta encontrarse con el Suaza en las inmediaciones de Jagua. De ahí para adelante, duplicado su caudal de aguas por el concurso del Suaza, sigue un rumbo próximamente S. N., sin presentar más que un recodo de importancia, el de Girardot entre Ricaurte y Coello. Sus principales afluentes por la banda derecha son: el Suaza, el Neiva, el Cabrera, el Prado y el Sumapaz. Por la banda izquierda recibe el Páez, el Dinde, el Patá, el Saldaña, el Luisa, el Coello, el Recio, el Sabandija, el Gualí y el de La Miel. De sus afluentes los que tienen hoyas más extensas son: el Suaza, el Cabrera y el Sumapaz, al Oriente; el Páez, el Saldaña y el Coello, al Occidente.

El territorio del Tolima, desde el punto de vista geológico, puede dividirse en unas pocas formaciones, suficientemente caracterizadas para constituir grupos naturales. Dentro de esas grandes agrupaciones caben, como es natural, subdivisiones fundadas en detalles estratigráficos, en las épocas probables de las erupciones, etc., en las cuales no nos ocuparemos, pues basta con una idea general para darse cuenta de las condiciones geológicas de los yacimientos metalíferos. Por otra parte, esta sección del territorio colombiano ha sido poco explorada, y las noticias que se tienen acerca de su historia geológica se deben a los mineros, quienes se preocupan más de las condiciones económicas de los veneros que de la fisonomía de los territorios circunvecinos.

En esta corta descripción haremos uso de la nomenclatura ya adaptada generalmente en el estudio de otras secciones del país, que en el fondo, es la de Hettner, algo modificada por la Comisión Geológica Nacional.

Las divisiones que pueden establecerse para la hoya del Alto Magdalena son las siguientes:

- Terreno precretáceo.
- Terreno cretáceo.
- Terreno cretaterciario.
- Terreno cuaternario.
- Formaciones eruptivas.

TERRENO PRECRETÁCEO—Este terreno se compone en el Tolima de gneiss y esquistos micáceos en su parte inferior, esquistos cloríticos en su parte media, cuarcitas y un esquisto grafitico, llamado por los mineros *negro-negro*, en su parte superior. Sin embargo no faltan esquistos de otra composición mineralógica, como son los esquistos talcosos, los filades satinados, etc., pero sólo se presentan en localidades muy circunscritas. Los esquistos talcosos y los cloríticos son muy semejantes a los que caracterizan algunas regiones de la Cordillera Central, y que constituyen lo que Hettner designó con el nombre de Piso de Quetame.

Algunos opinan que todos estos esquistos, o por lo menos los de la zona inferior, pertenecen al terreno arqueano, pero lo más probable es que sean formaciones sedimentarias profundamente metamorfoseadas por la acción de las rocas eruptivas, y quizás en ellos estén representados los pisos geológicos anteriores al cretáceo. El aspecto de estas rocas denuncia, en efecto, la acción del metamorfismo regional: muchos de sus minerales están desalojados, otros presentan fisuras, y los que son flexibles, como las micas, aparecen doblados o con una visible configuración tectónica; además, los esquistos se ven formando amplias curvas, o bien estrechamente plegados y a veces rotos y dislocados, constituyendo muros casi verticales. Es de notarse que en este terreno son más frecuentes los pliegues que las fallas.

En el Tolima esta formación ocupa una ancha zona en la vertiente oriental de la Cordillera Central, y apenas aparece en una que otra localidad de la Cordillera Oriental.

TERRENO CRETÁCEO—Este terreno está representado en el Tolima por los pisos denominados de *Villeta* y de *Guadalupe*; el primero formado de calcáreas negras de amonitas, pizarras negras de amonitas y trigonías y algunas capas de pizarras tiernas (Letten), y el segundo constituido por areniscas varias (arenisca de labor, arenisca cúbica, etc.), con pectens, inoceramus, etc., y calcáreas, generalmente blancas, con grifeas, exogiras, amonitas, ostreas, etc. El conjunto reposa en estratificación discordante sobre el terreno precretáceo, y por algunos de sus caracteres puede considerarse como una formación cretácea de transgresión. Sus estratos están a veces doblados, pero estas dobladuras, tanto anticlinales como sinclinales son de difícil apreciación en el terreno por el inmenso trabajo de erosión verificado por las aguas; en cambio las fallas son muy visibles y de dimensiones colosales.

Este terreno ocupa un área de considerable extensión: desde la ribera oriental del Magdalena hasta el eje de la Cordillera Oriental, predomina desde las cumbres de Sumapaz hasta las cabeceras del Prado, con excepción de las cimas y de algunos contrafuertes, que son de carácter intrusivo, y de una zona angosta de llanura a las orillas del río. En toda



Los nevados del Tolima vistos del Sureste.

Sala de Patrimonio Documental

esta ancha faja se ven los diferentes estratos de los pisos de Guadalupe y Villeta, inclinados de W. a E., y con rumbo N. S. Una gran dislocación, cuyo plano es sensiblemente paralelo al río, se extiende desde el sur de Purificación hasta el sur de Girardot, y le da a la serranía el aspecto de un enorme muro de rocas superpuestas y de talud casi vertical. Hacia el centro del Departamento el terreno está muy dislocado por la acción de las rocas eruptivas de Natagaima, y forma una serie de fallas en escalones, aspecto que vuelve a presentarse más al Sur en virtud de la presencia de las rocas volcánicas de La Fragua y de los diques de pegmatita de la hoya del Suaza, pero en general, sobre todo en la cima de la cordillera, de las cabeceras del Prado para el Sur predominan las rocas plutónicas.

En la región occidental forma el límite entre la llanura central y los estribos de la cordillera; adquiere su mayor desarrollo en la región de La Plata, y casi desaparece en las cercanías de Ibagué, para aparecer más al norte del macizo del nevado. Las areniscas de Coloya, las calcáreas y areniscas de Payandé y El Valle, las pizarras de Natagaima, etc., que en alguna ocasión han sido clasificadas como pertenecientes al terreno triásico, no son otra cosa sino las areniscas y calcáreas del piso de Guadalupe y las pizarras negras del piso de Villeta, con los mismos caracteres que se presentan en Cundinamarca y Boyacá. Prueba de nuestra opinión es el haberse encontrado amonitas idénticas a las de Natagaima (*amonites didayanus*), *inoceramus* (*inoceramus Roeneri*), en las cercanías de la hoya del Coello, y exogiras, amonitas, trigonias, etc., en las calcáreas de la sierra que termina entre El Valle y Payandé. En las llanuras próximas a Campoalegre se encuentran numerosos riegos de una xiloidita procedente, a juzgar por los caracteres, del tejido de plantas monocotiledóneas, y que sin duda provienen de las capas del terreno que venimos estudiando, que afloran en las faldas de la serranía. La salina de Coello está localizada en las pizarras negras, lo mismo que las de Cundinamarca y Boyacá, y otras fuentes saladas del sur del Departamento presentan idénticos caracteres.

TERRENO CRETATERCIARIO—Los representantes de este terreno en el Departamento son las rocas del piso denominado de *Gualánday* por la Comisión Geológica; acaso existan también pequeñas porciones del piso de *Guaduas*, principalmente en las regiones de Natagaima y Prado, y eso explique la presencia del carbón en esas localidades. El piso de Honda, de Hettner, es ya francamente terciario.

El piso de Gualanday, compuesto de conglomerados y areniscas margosas alternadas, en la parte superior, y areniscas tiernas y arcillas violáceas en la interior, se extiende en una zona paralela al piso de Guadalupe, desde las inmediaciones de Ortega, hasta la hoya del río Coello, y de ahí hasta el NE., hasta las márgenes del Magdalena, al norte de la

boca del Coello. En la parte meridional, sus estratos están muy inclinados, y a veces no afloran sino las capas de conglomerado; entre el cerro del Mohán y San Luis, esta formación se denuncia únicamente por barrancos aislados que surgen de la llanura a manera de islotes; en San Luis y Chicoral adquiere gran desarrollo; se ve toda la sucesión de los estratos que forman una serie de valles sucesivamente anticlinales y sinclinales; y de ahí para el NE. la zona es sumamente ancha y continúa plegada. El piso de Honda está principalmente formado de conglomerados de diversa composición, y se desarrolla principalmente al norte del Departamento.

En algunos sitios de la hoya del Prado y en la cuenca de la quebrada del Tigre, en Natagaima, se han encontrado algunas capas de arenisca del piso de Guaduas, con algunas vetas de carbón que están actualmente en estudio.

TERRENO CUATERNARIO—Está constituido por los tufs y arenas volcánicas de los llanos centrales. Entre las capas horizontales de tufs se vuelven a encontrar conglomerados de elementos volcánicos (principalmente de andesita, dacita y liparita), todos en fragmentos redondeados por el acarreo.

En los llanos altos de Ibagué se ve la formación túfica interrumpida por masas rocallosas, como hacinamientos de piedras, muy desgastadas por los agentes atmosféricos; estos como islotes de rocas se disponen en el llano en series lineales, y están constituidos por grandes bloques de andesita. Por su constitución y su forma de yacimiento puede conjeturarse que son las cimas de grandes diques eruptivos, cuyas bases han quedado cubiertas por el tuf.

El tuf en cuestión presenta diversos aspectos tanto en los llanos altos como en los bajos: unas veces es muy compacto, otras veces es deleznable y con gruesos cantos rodados principalmente de rocas eruptivas. En uno y en otro caso van cubiertos de una arena volcánica suelta que constituye la tierra de labor en toda la extensión de esas pampas. Desde el punto de vista agrícola, la composición de esta tierra y sus condiciones físicas tienen grande interés, por lo cual nos permitimos copiar aquí el resultado de nuestras observaciones a este respecto hechas en la Escuela de Agronomía.

MUESTRA DE LA TIERRA PROCEDENTE DEL CHICORAL EN LOS LLANOS BAJOS

Examen mineralógico de la parte mineral.

Feldespato.....	52 %
Hornblenda.....	20 %
Minerales de hierro.....	28 %



La olleta o cráter del Ruiz.

Sala de Patrimonio Documental

Condiciones físicas.

Densidad aparente.....	1.445
Arena gruesa.....	74.52 % en peso.
Arena fina.....	25.43 %
Espacios intersticiales.....	34.4 % en volumen.

Un metro cúbico de esta tierra absorbe normalmente 344 litros de agua.

El examen químico acusa una pequeña cantidad de fosfatos.

Formaciones eruptivas—Las rocas eruptivas, de grande importancia en el Tolima, pues a ellas se debe la formación de los filones metalíferos, pueden clasificarse en dos grupos en atención a sus caracteres petrográficos y a sus relaciones geológicas; estos dos grupos son las rocas plutónicas, que comprenden las abisales, y las rocas volcánicas, bien sean ácidas, neutras o básicas.

Las rocas plutónicas se presentan por lo general en grandes masas y también en diques, filones o hilos delgados que en algunos casos pueden ser apófisis de masas profundas de mayor magnitud. Forman una zona casi continua que se extiende de N. a S., en el Departamento, por las faldas y macizos secundarios de la Cordillera Central, y por los picos más elevados de la Cordillera Oriental. Sus manifestaciones más importantes son las siguientes: el granito de Guayabal, las porfiritas del Libano, la sienita y la monzonita de Ibagué, las monzonitas de Ataco y Coyaima, la porfirita diabásica de Natagaima, el granito andino de los estribos del Huila, las pegmatitas y aplitas de la parte alta de la hoya del Suaza y las anfibolitas de Paramillo.

Las rocas volcánicas propiamente tales ocupan el eje principal de la Cordillera Central y están representadas por la dacita de la Mesa de Herveo, las andesitas de las cabeceras de Gualí, de la Mesa de Herveo y del nevado del Tolima y las escorias del cerro de La Fragua.

La riqueza mineral del Departamento es sumamente variada, y en ciertos aspectos comparable a la de Antioquia. La naturaleza de los minerales y el carácter de los yacimientos contrastan sobremanera con lo que puede verse en Cundinamarca, y en general, con lo que es frecuente en las regiones de la Cordillera Oriental.

Los minerales útiles en esta sección del país pueden clasificarse en grupos de la manera siguiente:

Minerales auroargentíferos—Estos se desarrollan principalmente en las faldas orientales de la Cordillera Central, en los terrenos metamórficos o en los que atraviesan las formaciones precretáceas y aun en las

rocas eruptivas mismas. A este respecto el Departamento puede dividirse en tres zonas: la del Norte, la del Centro y la del Sur.

La zona del Norte comprende las regiones de Mariquita, Ibagué y Anaimé, caracterizadas por la naturaleza de los minerales y por su riqueza, ya en plata, ya en oro. La región de Mariquita comprende minerales más ricos en plata que en oro y en los que predominan la galena, la pirita y la blenda. Las principales minas de esta región son las siguientes:

Bocaneme—Esta mina consiste en una veta muy bien constituida, que se dirige de Oriente a Occidente; sus minerales son piritosos-galeníferos con cantidades variables de plata negra y roja.

Plata vieja—Cerca de Bocaneme y con la veta en la misma dirección y casi vertical. El mineral es un cuarzo con pirita, galena, plata roja, plata negra y plata nativa.

Santa Ana—Esta mina, conocida desde los tiempos de la Colonia, está constituida por una veta muy bien conformada con galena argentífera, plata negra, plata roja y a veces plata nativa. Desde 1874 está abandonada esta mina.

Santa Bárbara—Mina trabajada por los españoles en la época de la Colonia, hoy abandonada. La veta produce plata y también un poco de oro.

La Manta—También trabajada en otros tiempos, hoy abandonada; principalmente de plata.

El Cristo—Esta mina pertenece a una compañía norteamericana. Sus minerales son muy parecidos a los de Santa Ana.

Cristales—Esta mina está muy próxima a la del Cristo, y su veta le es paralela; sus minerales son también del tipo de los de Santa Ana.

Calamonte—En esta mina la veta corta la quebrada de Santa Ana, y de un lado se denomina La Esperanza, y del otro, La Fortuna. Los minerales son del tipo de los de Frias (galena, blenda, pirita, argentita, plata roja, plata nativa), y contienen además una pequeña cantidad de oro. En las inmediaciones de Calamante hay un gran número de vetas, poco estudiadas, pero cuyos minerales presentan muy buen aspecto; las principales son: Mata Redonda, Santo Tomás, Obdulia, Pontezuela, Paraíso y La Díaz.

Frias—De todas las empresas del Tolima, ésta es la de más importancia, tanto por la riqueza de los minerales como por la perfección y magnitud de su montaje. La mina comprende dos filones casi verticales: Frias y Weldon. Los minerales consisten en galena argentífera, blenda, plata negra, plata roja, plata nativa y plata vítrea; no contienen oro en absoluto.

La Plata del Libano—Esta mina estuvo abandonada por largo tiempo, pero se nos informa que en la actualidad se han reanudado los trabajos. Está compuesta de tres filones bien constituidos, próximamente paralelos y casi verticales, cuya potencia varía, y que se denominan:

La Plata, Pachito y Ricardo—En el de La Plata predomina la galena argentífera, y en los otros dos el cuarzo aurífero. Las especies minerales más frecuentes son: la galena, la blenda, la pirita y la piromorfita (esta última probablemente de segunda formación).

Venadillo—En el Distrito de este nombre se han encontrado algunas vetas explotables: unas, como las de la *Palomilla*, son argentíferas, a veces con plata nativa; otras son unas venitas muy angostas, de algunos centímetros de espesor, son granos de oro en un cuarzo sano.

La China—La región del río de La China comprende varias vetas paralelas, ricas en oro y plata y con minerales muy variados (galena, blenda, piritas y minerales arsenicales).

La región de Ibagué, caracterizada por la naturaleza de los minerales (presencia de los cobres grises), comprende varias minas, casi todas hoy abandonadas. Los cobres grises de esta región tienen una composición muy variada, y por tanto deben corresponder a especies minerales diferentes. En algunas localidades se presentan con bastante arsénico, y pueden considerarse como tennantitas; en otras, como en la mina de El Gallo, desaparece el arsénico y podrían considerarse como panabasitas; en otras, en fin, como en El Recreo, el antimonio predomina.

El señor Fortunato Pereira practicó varios análisis del cobre gris de la mina César, y obtuvo el siguiente resultado:

Densidad.....	4.50
Composición:	
Azufre.....	18.57
Antimonio.....	31.22
Plomo.....	7.88
Plata	8.42
Cobre.....	23.04
Hierro.....	6.34

Las principales minas de la región de Ibagué son:

San Sebastián—Esta mina está constituida por una veta de un metro de espesor; sus minerales son: pirita, galena y piromorfita.

Boyacá—Filón paralelo al de San Sebastián y de una composición semejante.

San Isidro—Que puede considerarse como una continuación de San Sebastián.

Vetas de Combeima y Cay—Son muy numerosas y están todas caracterizadas por una ganga cuarzosa, a veces con menudos cristales, y un mineral compuesto de pirita, calcopirita y algunas variedades de cobre gris; casi todas estas vetas son ricas en oro. Las principales son: *El Gallo, El Pollo, Europa, La Merced, Pilcomayo, Montoya, Pañuelo, Palmilla y Resinosa*.

La región de Anaimé comprende algunas minas de importancia; todas contienen oro libre, y en algunas se presentan también los cobres grises. Las principales minas de esta región son las de *Bermellón y Anaimé*.

El Recreo—Esta última es la única que actualmente está en explotación; el filón está relacionado con ciertas intrusiones básicas de la roca encajante, y contiene, en una ganga cuarzosa, masas de tetraedrita aurífera y oro libre.

La zona minera del centro del Departamento comprende las minas de *Organos*, cuyos minerales son muy parecidos a los de *Frias*, algunas vetas angostas de cuarzo aurífero, próximas a *Organos*, y las minas de cobre aurífero de *Natagaima y Ataco*.

La zona del Sur comprende algunas vetas de cuarzo aurífero recientemente descubiertas no muy lejos de *Neiva*, y las minas de *La Argentina*, en la región del ángulo de las dos cordilleras, cuyos minerales son principalmente pirita, blenda y galena auroargentífera.

Aluviones auríferos—La parte baja del Departamento es rica en depósitos aluviales con oro rodado; de estos aluviones, unos son antiguos, tal vez contemporáneos con la formación del piso de *Honda*; otros son modernos y se deben al arrastre de los ríos. Entre los primeros se distinguen los de *Malpaso, Oritá y Cajóngora*, en la región de *Mariquita*, y los de *Papagalá y Coyaima* en el centro del Departamento; entre los aluviones fluviales modernos son de notarse los del río de *La Miel*, el río de *La Yuca*, el *Saldaña*, el *Cocuana*, etc.

Minerales de mercurio—Estos minerales aparecen en la hoya del río *Bermellón*; la roca dominante es la de los esquistos cloríticos verdes precretáceos, rotos por algunas masas porfíricas. Los esquistos están ondulados y suelen formar masas lenticulares; entre las láminas del esquisto se desarrollan plaquitas o delgadas lentejas de calcita con cinabrio, de tal suerte que es preciso banquear la zona esquistosa para obtener el mineral explotable. Los minerales que acompañan al cinabrio son la calcita, la dolomita, la pirita, el cuarzo y muy rara vez los cobres grises. En los barros y gredas procedentes de la disgregación de estos esquistos cinabríferos se encuentran el cinabrio en forma de partículas y a veces el mercurio en menudas gotas. El análisis de una de esas vetas, hecho por el doctor *Pereira Gamba* dio:

UNIVERSIDAD

LA ALFONSO

Sala de Patrimonio Documental

Vacimiento lenticular de ... en Natig...

157



Silice.....	120
Calcáreo y óxido de hierro.....	67
Mercurio.....	698
Azufre.....	114
Pérdida.....	1
	1,000

Los análisis hechos, no sobre el escaso mineral de las veticas, sino sobre un promedio de toda la zona impregnada, da una riqueza muy inferior a la apuntada.

Es muy común la creencia de que en esta localidad el cinabrio se ha depositado por sublimación; a nuestro juicio esta aserción carece de fundamento, pues las veticas mencionadas son francamente de origen hidrotermal.

Minerales de manganeso—En la región de Ortega, hacia el centro del Departamento, se presentan los minerales de manganeso en grandes masas; la pirolusita no se encuentra allí sino de un modo accidental; las especies comunes son la hausmanita, la braunita, la manganita y los minerales complejos denominados wad.

En las localidades próximas se encuentran en abundancia los minerales de hierro, principalmente la magnetita y la limonita.

Minerales de cobre—Las regiones cupríferas del Tolima son Natagaima, Dolores, Libano e Ibagué.

En Natagaima el cobre se presenta en forma de sulfuros (calcosina, calcopirita, bornita) que se transforman en óxidos y carbonatos en el afloramiento de las vetas.

Los yacimientos están íntimamente relacionados con las rocas eruptivas básicas, sobre todo la diabasa y las porfiritas; unas son masas lenticulares caldeadas al respaldo, y otros, verdaderos filones.

En Dolores el cobre, en forma de calcopirita, se encuentra asociado a la blenda y a veces a la galena.

En el Libano se han encontrado algunos filones de calcopirita.

En Ibagué se encuentran los cobres grises de que ya hemos hablado, y que se explotan únicamente por su riqueza en oro.

Salinas—La única de importancia en el Departamento es la de Coello, que consiste en una fuente salada que brota de las pizarras negras del piso de Villeta que hay en la localidad.

Marmol—En las cercanías de Payandé, entre el Coello y el Luisa, aflora una masa eruptiva de pórfido sienítico, que atraviesa los pisos de la formación cretácea. En la zona de contacto, que es muy ancha, se

encuentran las calcáreas de esta formación transformadas en mármol de grano muy fino y textura sacaroides; hay grandes bancos de mármol gris y de mármol negro, y en las cercanías de la mina de El Sapo hay un mármol blanco magnífico; en los contactos suelen encontrarse cristales de epidoto, granate verde y otras especies originadas por la acción metamórfica.

Carbón—Los pisos de Gualanday y de Guaduas se encuentran en Natagaima rotos y dislocados por las erupciones porfiríticas y diabásicas, que tanto han trastornado esa región. En algunas localidades circunscritas, principalmente en la hoya de la quebrada de El Tigre, se encuentra el piso de Guaduas bastante sano y en él algunas vetas de carbón; el combustible que estas vetas producen es muy semejante al de las vetas de Tocaima y La Virginia. En el piso de Gualanday, principalmente en la serranía que se extiende entre Chicoral y San Luis, se han encontrado algunas vetas, muy angostas, de un carbón especial: da muchas cenizas de color de ladrillo; a la destilación da productos ácidos, y su poder calorífico equivale a una tercera parte del que corresponde al carbón de Tocaima. A nuestro juicio, este mineral sería un término medio entre el liñito y el carbón normal, algo así como el Braunkohle de los alemanes. En el ferrocarril del Tolima se ensayó este carbón con muy malos resultados, y además las vetas que se han descubierto son sumamente pobres.

Betún—En la región de Saldaña y aun en el centro de los llanos se han encontrado yacimientos considerables de betún de muy variados aspectos. Los betunes de Chaparral van acompañados, en algunos sitios, de especies minerales raras, como ozokerita, elaterita, resina fósil, etc. La existencia de esos betunes ha hecho suponer, y no sin fundamento, que en las capas subyacentes se encuentren fuentes de hidrocarburos líquidos, máxime cuando el petróleo natural se ha encontrado en algunos sitios de los llanos centrales, principalmente en la localidad llamada Chiriló, cerca de Purificación, en la banda derecha del río Magdalena.

ENTRE EL COELLO Y EL LUISA

Una de las regiones más interesantes del país es, sin duda alguna, la extensa sabana que se desarrolla entre las dos cordilleras, Central y Oriental, y que está atravesada por el río Magdalena. La parte meridional corresponde al Departamento del Huila, la septentrional al del Tolima, y están separadas por las estribaciones de las dos cordilleras que casi se tocan al sur de Natagaima.

Las llanuras del Tolima, a su vez, presentan dos aspectos muy diferentes: los *llanos altos* o llanos de Ibagué, y los *llanos bajos* o llanos del

Espinal; el escalón que los separa está muy bien determinado al norte y al sur de Gualanday, y llega a tener una altura superior a ochenta metros.

Entre el Coello y el Luisa los llanos altos presentan irregularidades debidas a su carácter geológico, pero al norte del Coello la llanura es uniforme, y sólo presenta algunas pequeñas protuberancias dispersas en aquellas estepas y constituidas por bloques aislados de rocas eruptivas; los llanos bajos, mucho más extensos que los otros, son sensiblemente horizontales, pero como el terreno está formado de arenas volcánicas sueltas y deleznales, el trabajo de las aguas superficiales ha cavado profundos zanjanes en muchas localidades, de los cuales el más importante es el cañón del Coello, de aspecto grandioso.

Hacia el Occidente el terreno sube bruscamente, como por escalones, hasta la región de San Miguel, caracterizada por las profundas cañadas de los diversos ríos que caen al Combeima, y más allá sigue la región de los páramos del Quindío; hacia el Norte de esta arrugada comarca se levanta aislado el nevado del Tolima, que una acentuada depresión separa del eje de la cordillera.

Los ríos Toche, Bermellón y Anaime, que descienden de las serranías comprendidas entre el nevado de Santa Isabel y el páramo de los Gómez, se unen para formar el Coello, cerca de San Miguel, en una región escarpada y abrupta; un poco más al oriente recibe el Cocora por la banda derecha, y más abajo, por la banda izquierda, el Combeima, que nace en las faldas meridionales del nevado del Tolima. Su dirección, en general, es de Occidente a Oriente; en Chicoral atraviesa la serranía que va de San Luis a Doima, y cae al Magdalena cerca de la población de Coello, bastante abajo de Girardot. En la parte alta de su curso, este río presenta dos puentes naturales en sitios donde las aguas corren a gran profundidad.

El Luisa nace al oriente del páramo de Los Gómez, pasa por cerca de Miraflores y de San Luis y desemboca en el Magdalena un poco abajo de la boca del Saldaña.

Como se ve por lo expuesto anteriormente, la región comprendida entre los ríos mencionados es irregular y escarpada al Occidente y completamente llana hacia el Oriente; las únicas corrientes de agua, en la parte llana, de alguna significación, son: la quebrada del Cobre en los llanos altos, las de Serrezuela y Guaduas, que van al Luisa en los llanos bajos, y la quebrada del Eneal, que va directamente al Magdalena.



El aspecto geológico de la región en estudio es casi tan variado como su aspecto topográfico y acaso de mayor interés. De Occidente a Oriente se presentan las siguientes formaciones:

- 1.ª Rocas volcánicas, principalmente andesitas y dacitas.
- 2.ª Esquistos cristalinos y filades, en los cuales predomina el esquistos clorítico verde.
- 3.ª Rocas plutónicas, tales como sienita, monzonita y diversas porfiritas.
- 4.ª Mármol y otras rocas calcáreas, del cretáceo superior (piso de Guadalupe).
- 5.ª Conglomerado cuarzoso, areniscas, arcillas y otras rocas del cretaterciario. (Piso de Gualanday).
- 6.ª Tufs volcánicos y arenas de carácter volcánico.

La región de las rocas volcánicas comprende los extensos páramos de la cordillera y el núcleo de los estribos y contrafuertes. La andesita, que es la roca característica, es de diversas clases:

Andesita de la parte alta de la hoya del Coello—La hay de dos aspectos diferentes: una gris, de color uniforme y de fenocristales muy pequeños, y otra rosada o de color de ladrillo, con fenocristales blancos muy desarrollados; ambas tienen unos mismos elementos constitutivos. La masa fundamental es hialopilitica con numerosos microlitos; los fenocristales grandes son de plagioclasa, los pequeños de augita y biotita con inclusiones de apatita, y hay además granos dispersos de magnetita, que al alterarse dan a la roca el color rojizo típico.

Andesita próxima al nevado del Tolima—Esta piedra es de color gris claro. Masa fundamental hialopilitica, fenocristales de plagioclasa y augita.

Andesita de los contrafuertes centrales—Esta roca es de un color blanco muy limpio con manchas negras brillantes. La masa fundamental está compuesta de microlitos de plagioclasa; los fenocristales son de plagioclasa y de biotita, con inclusiones de apatita.

La dacita se presenta en algunas localidades circunscritas del nevado del Tolima; sus caracteres son: masa fundamental hialopilitica, bastante vítrea; fenocristales de cuarzo, plagioclasa, hornblenda y augita.

Todas estas andesitas y dacitas se encuentran atravesadas por porfiritas holocristalinas, muy básicas y con los mismos elementos de las andesitas. En algunas pocas localidades se encuentra una liparita de masa criptocristalina y fenocristales de cuarzo, hornblenda y magnetita.

La formación de los esquistos cristalinos comprende en algunas partes los filades, los esquistos talcosos y el negro-negro, pero en mayor abundancia el esquistos clorítico verde que en Bermellón comprende venas delgadas de calcita y dolomita con cinabrio, pirita, panabasita, bornita y otros minerales de cobre, y en El Recreo y otras localidades, se presenta con filones de cobre gris aurífero.

La roca plutónica dominante es la sienita, que en algunos sitios pasa a la monzonita; a la sienita están subordinadas otras formaciones de menor importancia de pegmatita, liparita y diversas porfiritas.

La formación sienítica, que disloca los terrenos estratificados inmediatos, se desarrolla frente a Payandé y se extiende hasta la hoya del Combeima. En la región de La Mesa de los Hernández adquiere un carácter porfídico muy marcado; en las cercanías del cerro del Cobre es de grano uniforme más o menos fino, y en la cuenca de la quebrada de Las Lajitas pierde gran parte de su feldespato y se hace melanócrata hasta el punto de constituir una roca completamente distinta; por otra parte, se encuentran bloques de sienita típica de color rosado claro con pintas verdes, que incluyen fragmentos de la roca negra, lo cual prueba que ésta surgió en una erupción anterior; otra de las inclusiones frecuentes en la sienita es la de nidos o venas de una roca verde serpentinoso, procedente, con toda probabilidad, de los elementos magnesianos de las rocas eruptivas.

En algunas localidades, principalmente al occidente de la formación, puede verse la sienita leucócrata atravesada por venas, de espesor variable, de pegmatita, aplita o simplemente del feldespato denominado pegmatina.

En el contacto de la roca eruptiva con la estratificada, que es una calcárea compacta transformada en mármol, se han originado, por el metamorfismo, algunos minerales interesantes, como el epidoto y diversas variedades de granate; también suelen presentarse algunos minerales metálicos, como la calcopirita de la loma del Cobre, pero en tan escasa proporción, que no se prestan a explotación alguna.

La roca más común, que es la que forma la parte central del macizo, presenta los siguientes caracteres microscópicos: estructura hipidiomórfica; la roca está compuesta de pequeños cristales de ortoclasa, plagioclasa y hornblenda y granos de magnetita; en algunas partes se destacan cristales más grandes de ortoclasa y plagioclasa, a veces interpenetrados, y pequeños granos de cuarzo. Como elementos accidentales sólo son de notarse la titanita, unos pequeños granos de cuarzo y muy pocos cristales de apatita. Según este examen, la roca puede clasificarse como una sienita monzonítica.

El terreno cretáceo superior, representado por las calcáreas del piso de Guadalupe, con fósiles característicos, tales como amonitos, ostreas y exogiras, reposa sobre las calcáreas y pizarras negras, probablemente del piso de Guadalupe, como puede verse en la parte profunda del cañón del Coello. Estas calcáreas, sobre todo en la inmediación de la sienita, está transformada en mármol de textura sacaroide fina y de los más bellos colores; son de notarse el mármol blanco, el mismo con vetas de siderita,

el mármol gris de matices más o menos oscuros, el mármol negro uniforme, el negro con vetas blancas y la brecha de mármol negro y blanco, parecida al cipolino de los italianos.

Sobre esta formación calcárea se ven diseminados algunos peñascos aislados (Schollen), compuestos de grava de grandes elementos en la parte superior, y en la inferior de arcillas con guijarros y lechos angostos de arenisca tierna.

Al oriente de esta formación viene el Piso de Gualanday, cretaterciario, que, como se sabe, está compuesto de varias capas alternadas de conglomerados y areniscas.

Al norte del Coello el piso está plegado y forma una serie de valles anticlinales y sinclinales; entre el Coello y el Luisa continúan los bordes montañosos de los valles.

El doctor Scheibe se expresa en los siguientes términos a propósito de este piso:

«Las capas descritas de la montaña del Gualanday se unen en un piso geológico, la edad del cual todavía no se pudo determinar con seguridad suficiente. Rodea y cubre este piso a las capas cretáceas, y está cubierto por la formación túfica, que se estima de edad diluviana. Es muy probable por eso que el piso de Gualanday sea terciario. El geólogo Stille toma esta formación por la continuación de las capas, principalmente compuestas de material volcánico, que constituyen la región de Honda, llamado en su totalidad piso de Honda, por Hettner. No parece suficientemente probada la opinión de Stille, y por eso mantenemos por ahora de separado las formaciones geológicas de la montaña del Gualanday con la denominación piso de Gualanday. Tampoco hay conformidad de este piso con el piso de Guaduas de la formación cretáceoterciaria, que es el que contiene los yacimientos de carbón de la Cordillera Oriental.»

La formación túfica cubre tanto los llanos altos como los bajos, y se ha estimado por todos los geólogos como de formación diluvial. Estos tufs, en los llanos altos se apoyan en una gruesa capa de grava, y en los llanos bajos son tan gruesos, que no se han podido observar sino en las cercanías de Girardot, donde se apoyan en una arenisca tierna muy semejante a la de la loma del Sapo de la formación de Gualanday.

RESEÑA GEOLOGICA

DE LOS DEPARTAMENTOS DE CUNDINAMARCA Y BOYACÁ

Introducción.

Al Segundo Congreso Científico Panamericano tuve el honor de presentar un trabajo sobre la geología del Departamento de Cundinamarca, estudio que comprendía únicamente esa pequeña parte de la Cordillera



El nevado de Cuta desde Susacón

Sala de Patrimonio Documental

Oriental, que presenta cierto interés desde el punto de vista de la minería, pues sus yacimientos minerales son de un carácter enteramente distinto de los de las otras cordilleras y aun a las demás porciones de esta misma. En la Cordillera Central adquieren gran desarrollo las formaciones metalíferas, en tanto que en la Oriental se encuentran las minas más importantes de sal gema, carbón fósil y piedras preciosas que el país posee.

Con posterioridad a la reunión del Segundo Congreso Científico tuve ocasión de visitar el territorio del Departamento de Boyacá y de estudiar mejor el mismo Departamento de Cundinamarca, como miembro de la Comisión Geológica Nacional, y en consecuencia puede agregar algunas observaciones a mi anterior estudio. Ese trabajo, así corregido, es el que tengo el honor de presentar hoy al público.

Orografía.

El nevado de Sumapaz y la Sierra Nevada de Chita, son los picos salientes de la Cordillera Oriental, en la porción de ella que consideramos en este estudio. Hacia el sur de Sumapaz se extiende una inmensa serranía que tuerce un poco hacia el SW., y que hacia las cabeceras del río Cabrera suelta un ramal que se dirige de SE. a NW., y va a morir en la margen izquierda del río Fusagasugá, no muy lejos de su entrada al Magdalena; este ramal divide las aguas que van al Fusagasugá de las que van directamente al Magdalena, por los afluentes del Prado y del Cabrera; tanto la vertiente oriental como la occidental de este ramal son abruptas, de suerte que el Fusagasugá corre profundamente encajonado entre rocas casi verticales, y los afluentes del Prado (Cunday, Cuinde, Vichia, río Negro) son notables por sus rápidos y cataratas que dan al paisaje un aspecto agreste.

Hacia el norte del nevado se extiende una región de páramos, que separa las aguas que van al Fusagasugá de las que van a las llanuras orientales por los ríos Ariari, Humadea, Guamal y Blanco; la vertiente oriental es muy irregular, porque del eje principal se desprenden numerosos estribos y contrafuertes de bastante elevación: la vertiente occidental lo es menos y el terreno desciende gradualmente hacia la hoya del Fusagasugá.

En realidad, desde más al sur de las cabeceras del río Tunjuelo vienen divorciadas las dos serranías que van a constituir los bordes de la Sabana, pero están tan próximas una de otra, que pueden considerarse como una sola elevación. En el sitio de Laguna Verde las dos serranías forman los bordes de una artesa geológica; de ahí para el Norte el borde oriental se va acentuando, y los estratos, que son de arenisca compacta, se van enderezando gradualmente hasta ser casi verticales; el paisaje es

imponente por lo elevado de la serranía, lo enhiesto de los picachos y las formas caprichosas de las crestas que parecen las ruinas de un castillo almenado; el borde occidental, que corresponde a la hacienda de El Hato, es de formas más amplias y de líneas más suaves; en el sentido N. S., los estratos se presentan ligeramente plegados.

En la mencionada región del Sur la Cordillera se abre en dos ramales, que son los bordes montañosos de la altiplanicie de Bogotá; el de la izquierda suelta a su vez un ramal, la serranía de Subia, que separa las hoyas de los ríos Fusagasugá y Bogotá.

El borde occidental de la altiplanicie, cortado por la escotadura por donde el río Bogotá se lanza al Salto de Tequendama, se dirige al NW., hasta Facatativá, en donde suelta un ramal que separa las hoyas del río Negro y del río Seco; luégo tuerce hacia el NE., y en el alto de Cháquira suelta un ramal que separa las hoyas del río Negro y del Minero. Paralelamente al Magdalena corre una serranía de poca elevación desde el río Seco hasta la boca del río Negro.

Los dos bordes montañosos de la Sabana de Bogotá se van aproximando hacia el Norte hasta confundirse en el boquerón de Tausa; de ahí para adelante el paisaje cambia de aspecto: el borde oriental subsiste, y hacia el Occidente se diseñan dos elevaciones, la una que separa las aguas del Suárez de la Mesa Central, y que constituye verdaderamente la continuación del borde occidental, y la otra que va paralela al curso del Suárez, y que separa las aguas que van a este río de las que tributan al Minero. Entre este último río y el Magdalena va de Sur a Norte otra serranía que termina en las llanuras del Carare.

Esta configuración orográfica depende de la dirección de los pliegues de las rocas que forman la base de la cordillera. Hacia el Norte el páramo de Guantiva establece un lazo de unión entre las dos elevaciones marginales.

El borde oriental de la altiplanicie es el más elevado, el más extenso y el que presenta mayor número de irregularidades orográficas; el eje principal se dirige de SW. a NE., pero va dando origen a estribaciones de longitud considerable que van de S. a N., y de las cuales son las principales las que separan las hoyas de La Calera, Guatavita y Sisga. La vertiente oriental es muy arrugada y abrupta; aparte de las distintas estribaciones, normales al eje de la Cordillera y que separan los diferentes ríos que van a los llanos, hay eminencias de considerable altura, como el cerro de Federmann en la región de Ariari, el páramo de Chingaza al Norte del río Negro y los farallones de Medina.

De la región de Suesca para el Norte se acentúa la facción oriental, el terreno se hace más abrupto hasta que la cordillera culmina en el Nevado de Chita y tuerce luégo hacia el Occidente, ya en Santander, por los páramos del Almorzadero y Chitagá.

La altiplanicie o Sabana de Bogotá es una extensa llanura de 2,600 metros sobre el nivel del mar, interrumpida a trechos por colinas de corta elevación y que se continúa al Norte por la altiplanicie de Ubaté. Esta última altiplanicie está separada de la mesa central de Boyacá por una serranía no muy alta y la mesa de Boyacá, termina al norte de la región de Sube, donde el río Chicamocha, que llevaba un curso de Sur a Norte, tuerce hacia el Occidente para unirse al Suárez y constituir el Sogamoso.

Geología.

De acuerdo con la nomenclatura que se ha adoptado generalmente al tratar de las regiones de Colombia, podemos dividir el territorio de Cundinamarca y Boyacá de la siguiente manera:

- 1.º Rocas eruptivas relativamente modernas.
- 2.º Terreno fundamental precretáceo.
- 3.º Terreno cretáceo.
- 4.º Terreno cretaterciario.
- 5.º Terreno cuaternario.

Rocas eruptivas—Las localidades en donde aparecen las rocas eruptivas, en esta porción de la cordillera, son muy pocas y ocupan áreas relativamente pequeñas. Estas localidades son: la Sierra Nevada de Chita, el cerro de Tibe, la región meridional de la Mina de Muzo, los farallones de Medina, en las cabeceras de los ríos Humea y Guacavía, y la hoya del Alto Ariari y sus afluentes.

Estas rocas son por lo general plutónicas y hacen intrusión en las rocas sedimentarias cretáceas; por su estructura, su edad geológica y sus relaciones con las rocas adyacentes, podrían incluirse, muchas de ellas, en el grupo de las erupciones pos-cretáceas al mismo título que el granito undino (Andengranite) de la Cordillera Central, las monzonitas de Coyaima y Ataco y las aplitas de Coyaima y Zaragoza.

La roca del Nevado de Chita es una porfirita en la cual la masa fundamental es microcristalina, y se compone de plagioclasa y elementos ferromagnesianos; los fenocristales son principalmente de plagioclasa.

Esta roca ha dislocado las capas del cretáceo en una área inmensa, y ha producido una zona de metamorfismo muy notable, sobre todo al Sur en los páramos de Suescún, donde las calcáreas del cretáceo han sido transformadas en mármol versicolor.

En el cerro de Tibe, al norte de Santa Rosa, la roca es un granito típico con láminas de muscovita.

En la región de Muzo se presenta, en áreas muy circunscritas, una diorita de grano medio, de estructura hipidromórfica, compuesta principalmente de plagioclasa y hornblenda con un pequeño residuo intersticial

clorítico; esta roca, a juicio del Profesor doctor Scheibe, que fue quien la descubrió, es anterior a las formaciones cretáceas inmediatas. En la misma región se presentan también intrusiones de pegmatita y aplita, y sobre todo se nota una intensa albitización en las venas cuarzosas o nó que atraviesan las pizarras. Estas intrusiones son sin duda las generadoras de las minas de esmeraldas, pues de otro modo no se explica la existencia de los minerales pneumatolíticos (fluorina, apatita, berilo, minerales de cerio) en venas formadas en las rocas sedimentarias relativamente modernas. Al oriente de Boyacá, en las regiones de Chivor y Somondoco, también se han encontrado estos minerales pneumatolíticos, e igualmente se ha observado la albitización de las venas de cuarzo y de calcita, fenómenos que muy probablemente están en relación con la presencia de rocas hipabisales.

La roca de los farallones de Medina es del tipo del granito andino, de grano grueso, estructura hipidiomórfica y compuesta de ortoclasa, plagioclasa, cuarzo y biotita (como elemento accidental figura la hornblenda en pequeños cristales). Hacia el oriente del macizo va desapareciendo la mica y predomina la hornblenda; por otra parte, la ortoclasa va desapareciendo gradualmente, hasta que en los cabeceras del río Guacavía la roca está compuesta únicamente de plagioclasa y hornblenda, es decir, ha tomado el carácter de una diorita. Esta roca, sin duda alguna, está en relación con las intrusiones que determinaron la formación de la mina de Chivor.

La roca de Ariari difiere bastante del tipo de las anteriores; es una propilita, cuya masa fundamental está compuesta de pequeños cristales de actinota, que se orientan en forma de coronas o se entrecruzan formando una especie de fieltro; fenocristales de plagioclasa y grandes granos de cuarzo; como elemento accesorio el granate rojo en cristales dispersos. Esta roca debió estar sometida a presiones enormes, y puede considerarse como el resultado de acciones del metamorfismo a profundidad; su presencia entre los esquistos del terreno precretáceo determinó probablemente la formación de las minas de oro de esa región.

Terreno precretáceo—Este terreno se extiende únicamente al oriente del eje principal de la cordillera, desde la hoya del Güejar hasta los estribos de la serranía de Chita y Güicán. Forma una ancha zona limitada al Occidente por el terreno cretáceo e interrumpida al Sur por las rocas de Ariari, y hacia la parte central por las erupciones próximas a los farallones de Medina. Sus rocas profundamente alteradas por el metamorfismo termal y dinámico, son: esquistos cericíticos, esquistos cloríticos, filades rojos y negros y cuarcitas.

Las fallas no son muy frecuentes en estos esquistos, pero sí lo son los pliegues y dobladuras; a veces la roca presenta numerosos y estre-



Sala de Patrimonio Documental

Plegue de las areniscas en el río Huerta

chos pliegues, como sucede en la región del Güejar; en otras localidades, como en Quetame, los estratos están casi verticales, y finalmente, hacia el Norte se pueden advertir arcos cóncavos y convexos.

La totalidad de los ríos que corren por la vertiente oriental y van a constituir el Arauca, el Meta y el Guaviare, ocupan valles de fractura, bien que el trabajo de erosión sea bastante visible en algunos sitios; sus márgenes son abruptas, de paredes casi verticales, y su curso torrentoso y con pocas curvas.

En algunos puntos aislados, como en las cabeceras del río Blanco, afluente del río Negro, y en el páramo de Chingaza, hay intrusiones de pegmatita y otras rocas feldespáticas y aun de feldespato puro, o pegmatina, en los esquistos. Las venas cuarzosas no son muy frecuentes; las hay en la región de Ariari, asociadas a ciertas rocas epidóticas, pero no cruzan los esquistos ni se ramifican, sino que siguen todas las inflexiones de la roca; también existen en la hoya de la quebrada Blanca, con los mismos elementos verdes, cerca del sitio llamado Chirajara, entre Quetame y Villavicencio.

Terreno cretáceo—Podemos especificar este terreno de la manera siguiente de arriba a abajo:

Piso de Guadalupe.

Areniscas varias.

Arenisca cúbica y esquistos silíceos.

Arcillas grises.

● Calcáreas de conchas.

Piso de Villeta.

Pizarras grises.

Pizarras negras bituminosas.

Calcárea negra.

Piso de Girón.

Conglomerados cuarzosos.

Este terreno es de un grande espesor y ocupa una área inmensa en esta sección de la cordillera. Los lechos de sus diferentes pisos se superponen en estratificación concordante; cuando se nota alguna discordancia en ellos, como ocurre en la hoya del río Minero, se advierte desde luego que es debida a movimientos de la roca posteriores a su formación. Está muy dislocada y presenta numerosas fallas y quebraduras, y con alguna frecuencia se ven en él pliegues o estratificaciones onduladas. En muchas partes, como en La Mesa, Zipacón, Tequendama y algunas partes de la hoya del Suárez, la posición de los estratos es casi horizontal, de suerte que el terreno subyacente sólo se manifiesta por las erosiones;

pero por regla general, en ambas vertientes las capas van muy inclinadas en uno u otro sentido.

No todos los pisos tienen igual importancia: el de Girón no se ve sino en muy pocas localidades; los de Villeta y Guadalupe son los más extensos y de mayor espesor.

En la región de los páramos y aun en algunas partes relativamente bajas, es muy visible la acción de las neveras de la época glacial; en las hoyas de muchos ríos de la vertiente oriental, pero principalmente en el Alto Ariari, existen inmensos canchales de grandes piedras angulosas, y en toda la región de Guatavita se encuentran bloques erráticos, rocas pulidas, piedras aborregadas y peñascos ruñiformes.

La parte alta del eje principal es muy irregular y pintoresca a causa de las acciones mencionadas, del trabajo de erosión y de las quebraduras de los estratos; en algunos de estos valles elevados, principalmente en los que se extienden del oriente de Bogotá hasta La Calera y Guasca, en dondequiera que la acción de las aguas ha sido muy profunda e intensa, se encuentran bancos de caolín, que se explotan para la fabricación de loza; en algunos de estos bancos suelen encontrarse fragmentos de feldespato aun no descompuesto totalmente; a nuestro modo de ver, éstos son apófisis de lacolitos de rocas feldespáticas que se han puesto de manifiesto por las erosiones.

En la región de Boyacá, el piso de Villeta aparece hacia el occidente en la zona de La Paz, Vélez y Bolívar, y en él predominan las pizarras negras; se encuentran también en la región de las salinas, Chita, Muneque, Gámeza, Recetor y Pajarito.

El piso de Guadalupe constituye el núcleo de las serranías marginales; las capas de arenisca y esquistos silíceos adquieren un espesor mucho mayor que en Cundinamarca, y las calcáreas intercaladas entre los lechos de pizarras de foraminíferos no son de textura cristalina ni contienen exogiras, sino que son grises, compactas, con algunos fósiles (probablemente crióseras), y a veces con geodas de cuarzo que denuncian un proceso de silicatización muy avanzado.

En algunas localidades, como al NW. de Boyacá, el piso de Guadalupe está muy plegado y a veces dislocado y roto. Los ejes de los pliegues siguen generalmente la dirección NS., de suerte que las capas se inclinan hacia el Oriente o hacia el Occidente. En las arrugas formadas por estos pliegues se encuentran a veces porciones del piso superior de Guadalupe, que reposan directamente sobre las areniscas o los esquistos silíceos y casi siempre en discordancia. Estas porciones o peñascos aislados son exóticos en la localidad, como puede verse en Arcabuco, en Gámbita y en El Palmar; otras veces ocupan áreas extensas, como en el valle del río Porqueras, pero en todo caso son transgresivas y pueden



Parque de las areniscas en Ubaté

considerarse como las formaciones que los alemanes designan con el nombre de Scholle.

Terreno cretaterciario—Este terreno, que pudiera llamarse *pos-cretáceo*, si no fuera porque probablemente comprende los últimos pisos del cretáceo, puede especificarse de arriba a abajo en la forma siguiente:

Piso de Gualanday.

Arcilla gris y arenisca tierna.

Capas alternadas de conglomerados y arenisca tierna con cemento de marga.

Arenisca roja y arcilla violácea.

Piso de Barzalosa.

Areniscas rojas y grises.

Arcillas violadas.

Litomargas amarillas.

Esquisto papiráceo.

Septáreas calcáreas.

Arcilla azulosa con yeso.

Conglomerados y areniscas.

Piso de Guaduas.

Areniscas varias.

Arcillas grises con capas de carbón.

Areniscas con incrustaciones de limonita, que alternan con arcillas abigarradas.

El piso de Gualanday sólo se presenta en algunos sitios en la margen derecha del Magdalena, como continuación de las serranías de esa formación que vienen del Tolima; es posible que los conglomerados que afloran en las primeras colinas, al descender a los llanos orientales, sean los correspondientes a este piso.

El piso de Barzalosa se desarrolla principalmente entre Tocaima y Girardot, y probablemente también en la margen izquierda del río Bogotá.

El piso de Guaduas, que es el más importante, como que contiene las minas de carbón, ocupa en Cundinamarca las partes altas de los bordes montañosos de la altiplanicie, pero también se presenta en localidades relativamente bajas, como Tocaima, Quipile, Guaduas, etc.

Al norte de Cundinamarca, desde el Puente del Común hasta Villa Pinzón, pasando por Tocancipá, Gachancipá, Sesquilé y Chocontá, puede verse la formación carbonífera comprendida entre las rocas escarpadas del piso de Guadalupe; en Albarracín, La Cascada y el Puente de Boyacá se unen las dos formaciones de areniscas, y vuelven a separarse

en Runta para unirse nuevamente en la línea que va por Oiba, Enciso, Santa Rosa, Belén y Sátiva.

El piso de Guaduas aflora en las vertientes que se inclinan hacia la mesa central. Predominan en este piso las areniscas de grano más o menos grueso con fracturas perpendiculares a los lechos de estratificación, las arcillas versicolores, las arenas rojas y las arcillas esquistasas grises con capas de carbón. Estas capas son muy continuas y llevan numerosos pliegues, los cuales pueden estudiarse en la región de Sote, donde forman figuras caprichosas interrumpidas por fallas de poca importancia. El carbón se explota en el Puente del Común, Guatavita, Nemocón, Suesca, Sesquilé, Chocontá, Villa Pinzón, Tunja, Sote, Paipa, etc.

En la mesa central de Boyacá se puede distinguir un piso que podría llamarse Guaduas Superior, que cubre la parte central y forma los Schoellen de que ya hemos hablado. Está en estratificación concordante con el piso carbonífero, y se compone de arcillas, areniscas y pizarras tiernas, que le dan una cierta semejanza al piso de Barzalosa. Aunque poco trastornado, presenta, sin embargo, algunas líneas de fractura: la primera, Tasco, Sogamoso, Pesca, y la segunda, Paipa, Suta; en ellas aparecen depósitos de betún, a veces bastante fluido, y las fuentes termales de Paipa, cargadas de sulfato de sodio.

Terreno cuaternario—En la altiplanicie de Bogotá y en la de Ubaté este terreno está formado por capas horizontales de arena y arcilla; las arcillas de la parte superior están impregnadas de vivianita terrosa y materias vegetales en descomposición.

En la mesa de Boyacá las formaciones cuaternarias son muy semejantes, y como en Cundinamarca, suelen contener, en algunos sitios, osamentas fósiles de mamíferos.

En los llanos orientales sólo se encuentran grava, cantos rodados y arena silicea fina; la arcilla es bastante escasa en esos parajes.

Riqueza mineral.

Los minerales explotables de los Departamentos situados en la banda oriental del río Magdalena son de un carácter enteramente distinto de los del Tolima y Antioquia, debido al predominio de las rocas eruptivas en la Cordillera Central y de los terrenos estratificados en la Oriental. Aun cuando las regiones de Cundinamarca y Boyacá son esencialmente agrícolas, su riqueza mineral es sin embargo de bastante consideración: trataremos de hacer una enumeración de sus minas principales.

Carboneras—Dondequiera que afloran los estratos del piso de Guaduas se han encontrado minas de carbón, pero las que se han explotado activamente y se han explorado lo bastante para juzgar de su riqueza son las que están situadas en los dos bordes de la altiplanicie, por estar más



Sala de Patrimonio Documental

Efectos de la erosión en las arenas de Tanguel.

próximas a los centros de consumo. Enumeradas de Sur a Norte, en el borde occidental son: Cincha, Tequendama, Canoas, Zipacón, Bermeo, Subachoque, La Pradera, Zipaquirá, Tibitó, Rodamontal, Pacho, Nemocón, Tausa, Cucunubá y algunas poco explotadas al occidente de Boyacá, como las de Sote y Gámbita. En el borde oriental, también de Sur a Norte, quedan: Chipaque, Usme, Sibaté, Bogotá, La Calera, Guatavita, Sesquilé, Chocontá y las de la región oriental de Boyacá. También hay capas de carbón, aunque menos extensas, cerca de Tocaima (El Salitre, Quebradaseca, Alsacia, que son una sola veta); entre la estación de La Virginia, ferrocarril de Girardot, y el caserío de Barzalosa (Pubenza, Bremen, Presidente, Piamonte, que también son una sola veta); al SW. de Quipile, y un poco abajo de Honda en la orilla derecha del Magdalena. En los estribos de la Cordillera Oriental, al descender a los llanos del Meta, entre Villavicencio y Upin, en la hacienda de *La Vanguardia*, hay igualmente capas de carbón y de betún. Como todas, estas capas de carbón llevan la dirección de los estratos, de suerte que son horizontales en Tequendama y Zipacón y muy inclinadas en las inmediaciones de Bogotá; muy frecuentemente forman artesas geológicas (sinclinales), como en San Jorge y Llano de las Animas, cerca de Zipaquirá, o bien sillas (anticlinales), como entre Pubenza y La Virginia. Su espesor es variable pero puede contarse con un promedio de un metro; rara vez presentan pliegues estrechos, pero si son frecuentes las fallas y dislocaciones.

La capa está generalmente comprendida entre dos respaldos de una arcilla gris, hojosa y muy plástica, y éstos a su vez van comprendidos entre los lechos de areniscas propias del terreno. En el cretáceo propiamente dicho no se ha encontrado carbón sino únicamente algunos delgados lechos de antracita de mala calidad en las pizarras del piso de Villeta. También en Muzo y otras regiones análogas se han encontrado brechas de fragmentos de antracita aglutinados por calcita diáfana o ligeramente teñida de verde.

De la calidad de estos carbones puede juzgarse por los análisis de algunas muestras típicas (hechos por el procedimiento de Berthier).

Carbón de Tequendama.

Carbón fijo.....	70	
Cenizas.....	09	
Coke.....	79	79
Elementos volátiles.....		20
Humedad.....		1
		<hr/> 100

Poder calorífico, 5950 calorías.

Carbón de Bogotá.

Carbón fijo.....	57	
Cenizas.....	6	

Coke.....	63	63

Elementos volátiles.....		36
Humedad.....		1

		100

Poder calorífico, 5470 calorías.

Carbón de Zipaquirá.

Carbón fijo.....	55	
Cenizas.....	5	

Coke.....	60	60

Elementos volátiles.....		38.5
Humedad.....		1.5

		100.0

Betunes y petróleos—Como hemos dicho, en la mesa central de Boyacá hay dos líneas de fractura que han dado origen a depósitos de betún, que hoy se explotan con gran provecho; estas líneas son Tasco-Sogamoso-Pesca y Paipa-Suta. Al occidente de Cundinamarca hay también algunos depósitos, pero muy restringidos. En la vertiente oriental, al descender a los llanos, hay también algunos yacimientos de importancia.

Las vegas del Magdalena, en la banda oriental, son muy estrechas en Cundinamarca, pero en Boyacá adquieren una anchura considerable, formando el Territorio Vásquez; estas vegas, de la boca del río Negro para el Norte, están formadas por depósitos terciarios compuestos de arenas, unas con algunos elementos volcánicos, otras únicamente cuarzosas. En la parte inferior de estas arenas aparecen unos estratos de arcilla gris, que comprenden un lecho de arena cuarzosa empapada de petróleo; este lecho está ondulado, y en las anticlinales suele aflorar, formando pozos de betún bastante flúido (*pitch-lakes*). Aún no se han hecho trabajos serios para averiguar la riqueza de esta formación petrolífera.

Salinas—Las minas de sal gema que abastecen al consumo de la parte más poblada del país están localizadas en Cundinamarca, y de ellas

la más rica es la de Zipaquirá: esta es una masa de sal gema de un volumen tal que se necesitan siglos de una explotación activa para agotarla completamente. Su aspecto es el de una colina que surge de entre las rocas estratificadas que la rodean en semicírculo. Estas rocas (areniscas, calcárea de conchas) pertenecen al piso de Guadalupe, adquieren gran desarrollo al occidente de la salina y van inclinadas de E. a W. Sobre ellas, hacia el Occidente, se apoya la artesa geológica del piso de Guaduas en las haciendas de *San Jorge y Las Animas*. Hacia el oriente del banco de sal se extienden los lechos horizontales de arcilla y arena de la Sabana, y más lejos, en Tibitó, vuelven a aparecer, con una inclinación de W. a E., las capas del cretáceo superior.

El banco de sal está cubierto de una capa de barro negro, llamado rute por los mineros, el cual no es otra cosa sino las pizarras del piso inferior, profundamente alteradas por los agentes atmosféricos. En este rute se encuentran bellísimos cristales de pirita, yeso, azufre, dolomita y calcita fibrosa.

La masa de sal no es uniforme en toda su extensión: se compone de gruesos bloques cristalinos en algunas partes y en otras de menudos cristales; está teñida por óxidos metálicos y atravesada por delgados lechos de pizarra pulverulenta que denuncian una cierta estratificación, la cual no es regular ni lleva una dirección determinada, sino que forma pliegues de curvas muy pronunciadas.

A corta distancia hacia el norte de la salina de Zipaquirá se encuentra la salina de Nemocón; esta es otro banco de sal que guarda con las rocas de la localidad la misma relación que el de Zipaquirá. Es de notarse que en las calcáreas superiores se han encontrado venas de calcita con numerosos cristales de berilo de color pálido o limpios o ligeramente grises.

A las dos mencionadas les sigue en importancia la salina de Sesquilé; el banco de sal se encuentra en esta localidad como encajado en las rocas estratificadas que lo separan del valle de Boitá; estas rocas son también areniscas y calcáreas, y ocupan con respecto a la sal una posición análoga a las de Zipaquirá y Nemocón.

La salina de Upín está situada en los últimos contrafuertes orientales de la cordillera, en las inmediaciones del llano; tiene con las anteriores mucha semejanza; el banco de sal está asociado a las mismas rocas; el rute es de la misma naturaleza, y las capas estratificadas se inclinan 45° , y llevan una dirección general SW. NE. Se nos informa que en el Valle de Tensa se ha descubierto últimamente un banco de sal semejante a los enumerados.

Las otras Salinas de Cundinamarca: Camancha, Gachetá, Tausa, Cumaral, etc., son fuentes saladas que brotan del rute o de rocas análogas.

La fuente de Pinsaima y otras del occidente del Departamento, contienen proporciones notables de sulfato de sodio y otras impurezas.

En Boyacá son comunes también las fuentes de agua salada, algunas de ellas con una riqueza muy apreciable; las principales son Chita, Muñeque, Chámeza, Recetor y Pajarito.

La sal gema que se obtiene en las salinas mencionadas puede considerarse como absolutamente pura; las materias extrañas (sulfato de sodio, tierras insolubles, etc.), apenas alcanzan al 1 por 100; el agua de interposición puede llegar al 10 por 100.

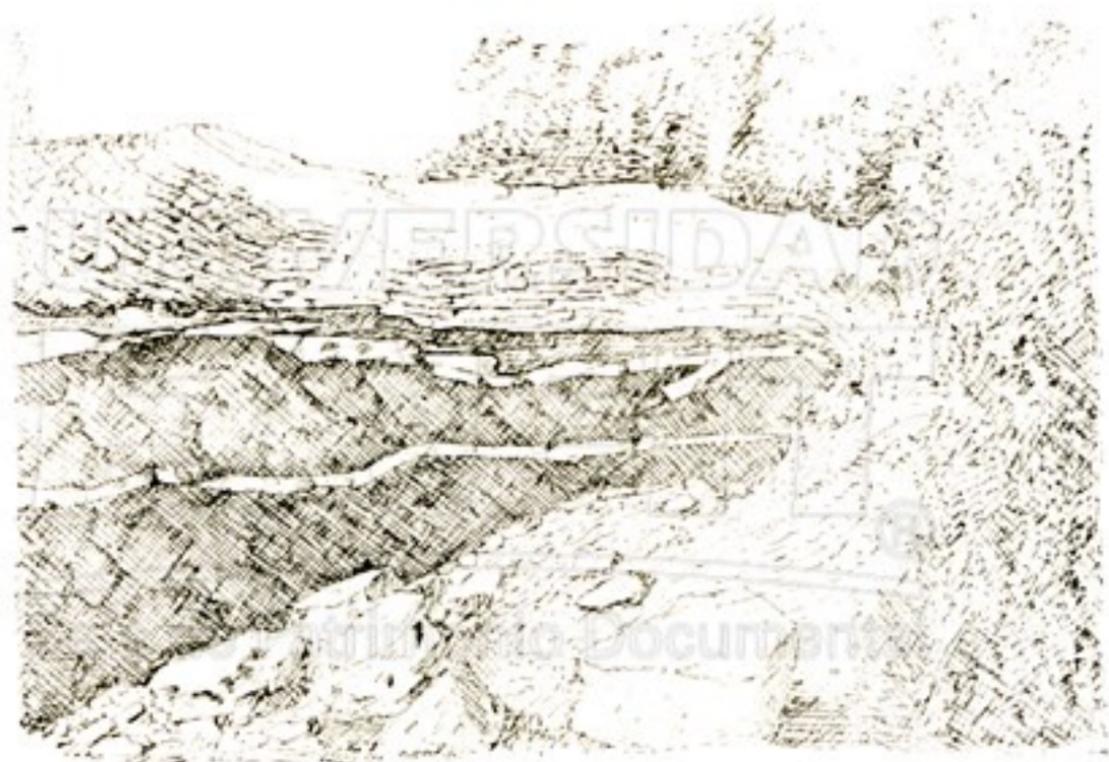
Comercialmente la sal blanca, cristalizada, llamada *paloma* por los mineros, puede conceptuarse como pura; la que en la salina se expende como de primera clase rinde hasta el 90 por 100, la de segunda clase rinde hasta el 75 por 100, y la de tercera clase, menos del 60 por 100.

Todas las salinas del país son de propiedad nacional, y su administración está sujeta a una legislación especial.

Minas de esmeraldas—Las zonas esmeraldíferas ocupan una posición simétrica con respecto a la altiplanicie central, y llegan a su completo desarrollo en las localidades de Muzo y Somondoco. La región de Muzo comprende varias minas en la banda izquierda del río Minero, de las cuales son las más importantes la Mina Real de Muzo y la de Coscuez, de propiedad de la Nación; en los terrenos de la banda derecha del río hay algunos yacimientos de menor importancia, de los cuales el mejor constituido es el de Camancha, cerca de Coper.

Del borde occidental de la altiplanicie de Ubaté, hacia el Occidente, el terreno descende con gran rapidez, formando las lomas de Cantino. Toda esta falda, lo mismo que la parte alta, pertenece al piso de Guadalupe, y sus estratos de arenisca calcárea y esquistos silíceos se inclinan de W. a E.; en las inmediaciones de Coper empieza a mostrarse el piso de Villeta, con sus pizarras negras bituminosas; en la propia localidad de las minas, las pizarras negras se extienden, en estratificación discordante, sobre las calcáreas negras, cuya inclinación es de NE. a SW. Las pizarras negras son las capas esmeraldíferas, las calcáreas inferiores reciben de los mineros el nombre de *cambiado*, y en ellas nunca hay esmeraldas.

En la banda izquierda del Minero, esto es, en la Mina Real, las pizarras esmeraldíferas van también sobre el cambiado, y presentan numerosos dobleces que en algunas partes tienen el aspecto de las curvas más caprichosas; presentan también quebraduras y cambios bruscos de dirección y a veces soluciones de continuidad o grandes grietas llenas de fragmentos de roca y de guijarros sueltos. En estas pizarras están las vetas, que las atraviesan verticalmente, se ramifican y a veces se desalojan en



Minas de Muzo—Banco Amarillo.

el sentido lateral. Todo parece revelar la acción, en los tiempos geológicos, de un corrimiento lateral de una formación sobre la otra (*Ueberschiebung*).

Las vetas están compuestas principalmente de calcita, dolomita, pirita y cuarzo: las esmeraldas están enclavadas entre los cristales de cuarzo y calcita, o bien sueltas entre las oquedades llamadas *guarruceros*, que son cavidades llenas de minerales varios en estado pulverulento; accidentalmente se presentan en las venas cristales perfectos de parisita, fluorina, albita y apatita.

Entre las capas esmeraldíferas y el cambiado existen dos formaciones curiosas: la *cama*, que es una aglomeración de grandes cristales de calcita romboédrica con algunos cristales de cuarzo hialino, y el *cenicero*, que es un conjunto de menudos cristales de calcita, dolomita, pirita y cuarzo, y un material pulverulento de fragmentos de pizarra sumamente finos. Casi siempre existen ambas formaciones, y el cenicero hace intrusión entre las capas esmeraldíferas, en tanto que la cama penetra en el cambiado; cuando falta una de las dos formaciones, es la cama la que falta y queda únicamente el cenicero.

El cambiado está compuesto de grandes bancos de calcárea negra con fósiles y con nódulos de pirita, que los mineros llaman *mollejas*. En la proximidad de la cama y del cenicero, y aun en el cenicero mismo se encuentran masas laminares de talco y de pirofilita de color verde (*verdacho*, de los mineros), y en algunas partes de la pizarra se encuentran cristales de yeso y masas de allophana, de color azul-magnífico.

En sitios próximos a la mina se encuentran minerales de cobre (calcopirita, malaquita, azurita, etc.), de hierro (limonita, siderita), calcita fibrosa, arborescencias de aragonita (*flos ferri*), anquerita y baritina.

Las esmeraldas se clasifican comercialmente en seis categorías, que dependen del brillo, el color y la pureza de los cristales; las de más valor son las llamadas por los mineros *gotas de aceite*, y que reúnen todas tres condiciones en sumo grado; los cristales, relativamente gruesos, están, por lo general, modificados en una extremidad, y por la otra adheridos a la ganga; hay también cristales largos llamados *canutillos*, que frecuentemente presentan diversos tintes en el sentido de su longitud. Ultimamente se han presentado algunas asociaciones cristalinas de bastante interés: consisten en un cristal de apariencia hexagonal, con las caras del prisma ligeramente cóncavas y con estrías paralelas a las aristas de la base; el núcleo es un cristal hexagonal, de berilo negro o de una materia carbonácea, y alrededor de este núcleo se agrupan individuos rómbicos, en número de tres; la apariencia del conjunto es la de una macla de aragonita.

Las otras minas que hemos mencionado en esta región tienen una estructura semejante a la Mina Real de Muzo, y llevan las mismas especies minerales.

Las minas de Chivor y otras menos importantes en la región de Somondoco, también están formadas en el cretáceo inferior. Las vetas de esmeraldas están incluidas en esquistos semejantes a los de Muzo. La ganga en estas minas no es la calcita ni la dolomita, como en Muzo, sino una aglomeración de cristales perfectos de albita; son también frecuentes la fluorina, la baritina, la apatita y el cuarzo, pero no se han encontrado cristales de parisita. Las esmeraldas de estas minas son un poco más pálidas que las de Muzo, pero las formas cristalinas son perfectas.

Como se ve, predominan en estas localidades los minerales de origen profundo, lo que autoriza a creer que la formación de las vetas se debe a las acciones de la roca eruptiva más próxima, que es la que formó los farallones de Medina al dislocarse y trastornar las capas sedimentarias.

En otras regiones de la Cordillera Oriental se han encontrado esmeraldas rodadas, procedentes, sin duda, de pequeñas vetas sin importancia, pero siempre en las pizarras del piso de Villeta.

Minas de oro —En las inmediaciones del nevado de Sumapaz el terreno está surcado por profundas grietas y depresiones de paredes abruptas; en esas depresiones, de forma más o menos circular, nacen las diferentes corrientes de agua, que vienen a constituir el río Ariari, que entra al Llano oriental no lejos de San Martín, y que va a engrosar el caudal del Guaviare, siendo navegable en la parte baja de su curso.

De estas depresiones hay dos muy importantes: la que da origen al Ariari, y que está ocupada por cuatro lagunas, y la que da origen al Ariarito, cuyo fondo está ocupado por tres lagunas, La Guitarra, El Medio y El Sorbedero.

En la primera parte de su curso, el Ariari corre de NW. a SE., y recibe numerosas corrientes por una y otra banda.

Como ocho leguas abajo de su nacimiento recibe por la banda derecha el río Piedras Coloradas, y media legua más abajo, y por su banda izquierda, le cae el Ariarito. De ahí para adelante el río lleva una dirección general WE., hasta recibir las aguas del río Grande, cuyo caudal es igual al del río principal, por la banda izquierda. Abajo de la boca del río Grande le entra, por la banda derecha, el Humea, y un poco más abajo, ya en la llanura, el Guape.

Desde el punto de vista de la topografía, puede dividirse el curso del río en dos porciones: el Alto Ariari, desde su nacimiento hasta la boca del Guape, y el Bajo Ariari, desde este punto hasta la confluencia con el Guaviare. Nos ocuparemos exclusivamente del Alto Ariari: en la parte

MINA DE MUZO

1891

Vet. ramificada.



baja el río arrastra sus aguas por la llanura oriental, de origen sedimentario, y el oro, en partículas diminutas, está diseminado en una enorme cantidad de arena, y por tanto no llama la atención del minero.

Las lagunas que dan origen al Ariari ocupan el fondo de un valle de fractura, de forma casi circular, en cuyos bordes se ven, en estratificación horizontal, los bancos de sílex cóneo y las areniscas del cretáceo superior; en otros valles próximos se presentan sobre los esquistos silíceos, grandes lechos de calcárea gris, compacta, con geodas de cuarzo.

Al descender hacia el Oriente, se empieza a notar que el terreno está sumamente dislocado: inmensos bloques se hallan esparcidos en las cañadas; grandes derrumbes compuestos de piedras angulosas ocupan diversas gargantas de la cordillera, e imprimen al paisaje el aspecto de las morenas formadas por la acción de las neveras. Estos despojos se reúnen en la cuenca del río, y el curso de éste desaparece en partes, bajo este hacinamiento de piedras, para brotar más adelante, en donde el cañón está tallado en la roca.

A medida que se descende se va notando el predominio de las piedras verdes: estas piedras, que son la propilita cuarzosa de origen metamórfico, constituyen la roca principal de la localidad, que forma el núcleo de la serranía meridional del Ariari y la septentrional del río Grande.

Arriba de la boca del río Piedras Coloradas principia el predominio de los filades satinados y esquistos cericíticos, que ocupan un área considerable, comprendida entre el Ariari y el río Grande. En la confluencia del Ariari con el río Grande, los bordes de la propilita, en gruesas lajas, casi se juntan, de modo que la zona de los esquistos es sumamente estrecha. Arriba de la boca del Humea la formación esquistosa adquiere una cierta regularidad: se compone de lechos alternados de cuarcita y esquistos cloríticos y talcosos.

Más adelante, en la hoya del riachuelo de Las Flautas, aparece el terreno cretáceo superior, compuesto en su parte inferior de pizarras grises, y en su parte superior de gruesas capas de areniscas de labor. Todas las capas de este terreno van inclinadas 45° de W. a E.

Bruscamente termina la serranía en el sitio denominado *El Boquerón*, y de ahí para abajo el terreno está compuesto de gravas y arenas depositadas por las aguas.

Los aluviones auríferos están situados a un lado y otro del río Ariari y de su afluente principal, el río Grande. Todos son mesetas más o menos amplias, compuestas de grava con grandes piedras rodadas y una arena fina, en la cual está diseminado el oro, que se presenta, en su mayor parte, en granos gruesos; esta capa de acarreo, que en algunos sitios tiene un espesor de veinte metros, reposa sobre los esquistos que forman

el lecho del río; éste, por lo general, no deja playas, y se ha labrado el cauce en la roca dura, trabajo de erosión que hoy continúa.

Con toda probabilidad el curso del río estaba obstruido por diques de rocas esquistosas o de la propilita misma, lo cual impedía la libre circulación de las aguas, formándose por esta razón una serie de lagos escalonados, que poco a poco se fueron colmando por los despojos del acarreo. Lleno un lago de éstos, las aguas se abrían paso por encima del dique, y gradualmente iban labrando en él su cauce, que en estos sitios es cortado a pico; junto con este trabajo de desgaste, el río iba arrasando parte del aluvión formado anteriormente, hasta alcanzar el lecho del lago primitivo por donde hoy corre. De entonces a hoy no se forman ya más aluviones en este sitio. Hoy pues el río no deposita más arenas auríferas en la parte alta de su hoya, sino, todo lo contrario, arrastra hacia el llano todos los detritos que los derrumbes y la circulación de las aguas llevan a su cauce.

Hasta hoy no se han explorado las vertientes de las serranías que limitan esta región, en busca de filones auríferos; está pues por estudiarse este punto, que esperamos tenga una solución favorable para la minería.

Minas de hierro—Los minerales de hierro de Cundinamarca y Boyacá, que son de la clase denominada por los mineros *minerales en roca*, están localizados en la parte septentrional de la altiplanicie y de la meridional de la mesa central, y pertenecen al cretáceo superior. Este terreno, roto por diversos valles de fractura y de erosión, está casi intacto en La Pradera, La Calera, La Caldera, Pacho y Samacá, sitios en los cuales se ha depositado en grandes bancos el mineral de hierro.

Las minas de hierro de La Calera están situadas en la antigua hacienda *Santa Elena*, a muy corta distancia de la población de La Calera, la cual está unida a la capital por una carretera inconclusa.

Al oriente del río Teusacá prodomina el cretáceo superior (piso de Guadalupe), que en virtud de un acentuado pliegue presenta desde las capas de arenisca de labor hasta las de calcárea compacta, que adquieren allí gran desarrollo.

En las inmediaciones de la casa de la hacienda, la formación de mineral de hierro es sumamente gruesa y bien configurada: la colina principal, toda ella de mineral de hierro, tiene un volumen de 480,000 metros cúbicos. Hacia el Oriente continúa por trechos la capa de mineral, con un espesor variable, hasta la hoya del río Blanco, es decir, en una enorme extensión superficial. En los pequeños valles de los páramos, la capa de limonita está cubierta por minerales de aluvión, tales como ocre amarillos y rojos, productos de la disgregación del mineral en roca.



Riego de piedras angulosas—Alto Ariati.

El mineral en cuestión es una limonita compacta, que rinde por término medio el 50 por 100 de hierro, casi sin ganga, sin minerales nocivos a la metalurgia, y sólo con un 15 por 100 de materias extrañas, en las cuales predomina la sílice.

Las capas de carbón afloran a corta distancia de las minas de hierro, principalmente en la banda occidental del río, en donde adquiere un gran desarrollo el piso de Guaduas. Estas carboneras tal vez no sean muy extensas, pero se tiene noticia de que un poco más al Sur hay otras minas que podrían explotarse con provecho, en caso de que se estableciera la metalurgia de una manera seria.

La piedra de cal que se explota en la actualidad proviene de una hacienda contigua a la de *Santa Elena*, y la hay en tal abundancia, que pueden considerarse esas canteras como prácticamente inagotables.

En las cercanías de la población y en los páramos vecinos hay minas de barro refractario de superior calidad y de una extensión considerable. Este barro es de dos clases: uno proviene de la disgregación de las pizarras, es de color gris, muy dulce y rico en sílice, se usa con frecuencia para la fabricación de material refractario; el otro proviene de la caolinización del feldespato; es blanco, no tiene rastros de óxido de hierro, y lleva una pequeña cantidad de arena silícea sumamente fina; se aplica en Bogotá en la fabricación de la loza.

Como se ve, la Naturaleza ha sido pródiga en La Calera, en lo referente a los elementos que pueden dar vida a una ferrería; si ésta no se ha establecido, es porque hasta hoy las vías de comunicación han sido tan defectuosas, que ningún capitalista se ha atrevido a invertir su dinero en una empresa en la cual tiene que principiar por abrir caminos transitables.

Los ricos yacimientos de La Pradera dieron origen a una de las empresas industriales de mayor importancia para el interior del país. La ferrería, de la cual apenas quedan las señales, estaba situada a unos diez kilómetros al norte de la población de Subachoque, en un pintoresco valle que da nacimiento al río que en la sabana de Bogotá lleva el nombre de Serrezuela.

Estas minas están también localizadas en el cretáceo superior. Los afloramientos de las capas de carbón y los bancos de piedra de cal están a una distancia considerable de los sitios en donde el mineral de hierro se explota a tajo abierto.

El mineral es una limonita terrosa en unas partes y compacta en otras; sobre la capa de limonita suele encontrarse otra de ocre amarillo, que se empleaba como fundente. Los análisis practicados sobre varias muestras de este mineral dan una riqueza media de 48 por 100; los minerales extraños son pocos y de fácil eliminación (sílice, 16 por 100; ácido fosfórico, 0,5 por 100; cal, 0,15 por 100, y alúmina, 0,13 por 100).

El carbón, la cal, las arcillas refractarias, la piedra de labor, en suma, los elementos que se requieren en la industria, no son escasos en las inmediaciones.

Desgraciadamente la empresa no tuvo buen éxito por razón de graves errores cometidos en la administración.

En Pacho se desarrolló también en otros tiempos una empresa de importancia, que aún se recuerda por la inmejorable calidad del hierro dulce que producía. La formación geológica presenta los rasgos comunes a las otras ya mencionadas; el terreno es un poco más quebrado, de suerte que en algunas partes se alcanzan a descubrir las pizarras negras de Villeta; es de notarse la abundancia de las piedras de águila que caracterizan estos terrenos, desde Pacho hasta Supatá. El mineral es de excelente calidad, y en las gangas se encuentra frecuentemente la calcita, lo cual es ventajoso para la reducción.

Hoy ya no existen vestigios de los talleres: los propietarios destinaron los terrenos a cultivos diversos, y nadie ha vuelto a intentar el beneficio del mineral de hierro.

Los páramos de La Caldera están situados al occidente del borde rocalloso de la Sabana, es decir, en la zona que se extiende hasta La Pradera. En el referido borde hay dos boquerones: Furatena y Rodamontal, que comunican los valles altos con la Sabana. De Zipaquirá a Rodamontal hay un buen camino carretero, y de esta localidad a La Caldera hay un camino de herradura. La línea del ferrocarril del Norte pasa a corta distancia de Rodamontal.

En las regiones altas del páramo se desarrolla el piso de Guadalupe con sus rocas características (areniscas, pizarras grises y calcáreas); en las partes elevadas se extienden las capas de limonita, que alcanzan a veces un espesor hasta de 15 metros.

En el flanco oriental, cerca de Rodamontal, se extiende el piso de Guaduas, con una estratificación encorvada, con la convexidad vuelta hacia el Occidente, de manera que parece como si sus estratos estuvieran debajo del piso de las areniscas del boquerón. En este piso hay vetas de carbón que se prolongan, por un lado hasta Furatena y por el otro hasta los cerros de Tausa. El mineral es muy parecido al de La Pradera, aunque con una proporción un poco mayor de ácido fosfórico.

Como se ve por la enumeración anterior, existen dentro de un radio relativamente corto, todos los elementos minerales que se requieren en la metalurgia del hierro. Hay además agua en cantidad suficiente, y con buena caída para ser utilizada como motor, y extensos bosques en las inmediaciones, con maderas de aserrío.

En los páramos de La Ovejera y en otros varios de la cordillera existen capas más o menos gruesas, pero siempre bastante extensas, de limo-

nita terrosa, que guardan con las capas subyacentes las mismas relaciones ya dichas; hay también minas de carbón y de piedra de cal, pero estas regiones tan apartadas de los centros poblados y tan poco accesibles por la falta absoluta de caminos, apenas merecen que se las cite a título de información.

Más al norte, en Samacá, aparece también la formación de limonita, pero en condiciones menos favorables que las enumeradas.

En algunas regiones del piso de Villeta, en la vertiente occidental de la cordillera, principalmente en Nocaima y Vergara, se encuentran las pizarras cruzadas por vetas de siderita, en las cuales el mineral se halla adherido al respaldo, y contiene accidentalmente nódulos de calcopirita. Por sustitución isimórfica, este mineral pasa a la anquerita, a la dolomita y finalmente a la calcita. En algunas vetas desaparece el mineral de hierro, y queda íntegramente reemplazado por la calcopirita. De esta clase de yacimientos hay también en la vertiente de la cordillera, entre Cáqueza y Quetame.

Desgraciadamente, en los terrenos en donde estas minas están localizadas, es absoluta la carencia de carbón, pues es bien sabido que este combustible desaparece en los pisos inferiores al cretáceo.

Minas de cobre—En las pizarras y calcáreas negras de Nocaima y Paima se suelen encontrar algunos filones de calcopirita que va asociada a la siderita, la anquerita y la calcita. Estos filones han sido poco estudiados, pero se sabe que en ellos no está regularmente distribuido el mineral de cobre, de tal manera que en algunas partes son muy ricos, en tanto que en otras sólo existen los carbonatos de hierro y calcio. Al oriente de la cordillera, principalmente en las regiones de Gachalá y Medina, se presentan filones de esta misma clase, mejor mineralizados con respecto al cobre.

En Monquirá las areniscas están atravesadas por un filón de calcopirita con piritita y de ganga cuarzosa. Esta mina dio origen en otro tiempo al establecimiento de la metalurgia; hoy no existen ya los talleres, y la mina está abandonada. Más al norte, hacia el oriente de Puente Nacional, existen otras minas del mismo tipo de la de Monquirá.

Minas de plomo—Las minas de plomo no son escasas en las regiones montañosas de Cundinamarca y Boyacá; las más ricas son las de Carmen de Carupa, en donde la galena se encuentra en bancos compactos, a veces con nódulos de calcopirita; en Gachalá se han encontrado también ricos yacimientos de plomo, con una proporción apreciable de plata.

Minas de cinc - Las más importantes minas de cinc son los yacimientos que quedan al occidente de Ubaté; estos yacimientos son filones-

capas, comprendidos entre las lajas de arenisca en la localidad, que allí están plegadas; lo más frecuente es encontrar la blenda con nidos de galena; en la región de Gachalá se han encontrado también minas de este metal.

Minerales varios—La piritita es un mineral muy común, principalmente en las salinas y en las minas de esmeraldas; fuera de esos yacimientos hay algunos bancos de importancia en las pizarras negras de algunas localidades. El azufre nativo se encuentra en cantidades explotables en las calcáreas de Gachalá y en algunos ceniceros de las minas de esmeraldas.

A más de las fuentes saladas, existen en Paipa (Boyacá) unas fuentes que contienen una cantidad considerable de sulfato de sodio (mirabilita); también se encuentran en este Departamento y en Cundinamarca fuentes cargadas de sulfato de magnesio (epsomita) y bellas cristalizaciones de alunógeno. Son también muy comunes otros minerales de poco valor y de interés puramente local, como calcáreas, yeso, caolín, arallas, piedras de labor, etc.

LAS HOYAS HIDROGRAFICAS AL ORIENTE DE BOGOTA

OROGRAFÍA

El borde oriental de la Sabana de Bogotá, montañoso y escarpado, experimenta, frente a la ciudad, ciertas expansiones que determinan la formación de hoyas bien definidas, las cuales han sido destinadas por el Municipio para la conservación de las aguas de que se abastece la capital. Estas hoyas son, de Sur a Norte, las siguientes:

1.ª La de San Cristóbal, llamada también Upatá y El Delirio. Esta hoya queda comprendida entre las serranías de Zuque y La Teta, al Occidente, y Los Tunjos, Plazuelas, El Buitre y Cruzverde al Oriente. Estas dos serranías concurren hacia el Sur en el Alto de la Mirla, y hacia el Norte están relacionadas por las estribaciones que van del Alto de Diego Largo al de La Viga. Hacia el Oriente se extiende la hoya de Barrogrande, y hacia el Occidente la cuenca del río San Cristóbal, que va a terminar en la Sabana.

2.ª La hoya del río San Francisco, que se extiende al norte de la anterior. Está limitada al Occidente por los cerros de Monserrate y Guadalupe; al Oriente, por la serranía, detrás de la cual se extiende la llanura de El Verjón, y hacia el Nordeste, por la hoya de Barroblanco.

3.ª La hoya de Las Delicias y La Siberia, al norte de la anterior; es una hoya alargada que va de Sur a Norte, y está comprendida entre dos serranías: la que se desprende del cerro de Monserrate y la que se inicia desde el Alto de la Viga.

Las elevaciones lineales que determinan las hoyas, tienen algunos puntos culminantes, cuyas alturas sobre el nivel del mar son las siguientes:

	Metros.		Metros.
La Teta.....	3,600	La Mirla.....	3,500
Zuque.....	3,470	Cruzverde.....	3,600
Diego Largo.....	3,540	Plazuelas..	3,500
Guadalupe.....	3,300	Los Tunjos.....	3,600
Montserrat.....	3,100	La Viga	3,700

El borde occidental de estas hoyas tiene varias escotaduras, de las cuales las más importantes son: el Boquerón de Chingaza, a 3,320 metros; el de La Colorada, a 2,320 metros; el de San Cristóbal, a 2,900 metros; el de San Francisco, a 2,900 metros; el del río del Arzobispo, a 3,100 metros; el de la quebrada de La Vieja, a 2,800 metros. En el borde oriental hay también algunos boquerones de importancia, entre los cuales son de notarse los que están a un lado y otro del Alto de La Viga, a una altura de 3,500 metros sobre el nivel del mar.

La línea divisoria de las aguas es la serranía que separa las hoyas de San Cristóbal, San Francisco, La Siberia, Las Delicias y Rosales, de las de Barrogrande, El Verjón, Barroblanco y el nacimiento del río Teusacá.

La vertiente occidental de esta elevación es escarpada, como lo es también la vertiente occidental de la serranía de La Teta-Zuque-Diego Largo-Guadalupe-Monserrate, en tanto que la vertiente oriental que va a la altiplanicie de El Verjón y hoyas adyacentes, es suave y desciende gradualmente, a veces a profundidades considerables, como en la región de Laguna Negra.

HIDROGRAFÍA

La hoya de El Delirio y Upatá es muy extensa y está expuesta a los vientos de Oriente, que vienen cargados de vapor de agua que se condensa en las faldas de los cerros y determina la humedad de la región; el desagüe se verifica por el río San Cristóbal, que recibe más de doce arroyos por la banda derecha y ocho por la izquierda; como la banda derecha es más amplia que la otra, y además menos inclinada, y recibe normalmente la acción del viento húmedo, las aguas que recoge se reúnen en afluentes de mayor importancia. El río pasa a la vertiente occidental por un boquerón profundo, y de ahí para adelante corre por un valle estrecho hasta llegar a la Sabana.

La hoya de San Francisco se desagua por el río del mismo nombre, que tiene cuatro afluentes por la banda oriental y cinco por la occidental. Pasa a la región de la ciudad por el boquerón comprendido entre los cerros de Monserrate y Guadalupe.

La hoya de La Siberia y Las Delicias es un valle longitudinal, comprendido entre dos elevaciones lineales; se desagua por medio de las corrientes de agua de El Arzobispo, Las Delicias y La Vieja.

En la vertiente occidental hay tres corrientes de agua de menor importancia e independientes de las que acabamos de mencionar; algunas de ellas, como las más próximas a Chapinero y las que van a constituir el río San Agustín, se deben a la condensación del vapor de agua en las hondonadas de los cerros; otras, como la fuente de Padilla, surgen de entre las rocas por las junturas de los estratos, y prueban la existencia de fuentes subterráneas. La cantidad de agua que pasa por los boquerones, según aforos cuidadosos en diferentes épocas del año, es de 165 litros por segundo para San Francisco, y 253 litros por segundo para San Cristóbal. Pero no puede contarse en la ciudad con toda esa agua, porque es apreciable la cantidad que se pierde en el paso de los boquerones. En efecto, en esos sitios las capas del terreno, que allí son de arenisca, están en una posición casi vertical, y se dirigen sensiblemente de Sur a Norte, de suerte que las corrientes de agua las cortan normalmente; ahora bien, como entre laja y laja de las areniscas queda un espacio casi vacío, pues apenas tiene una pequeña cantidad de guijarros finos, el agua penetra con facilidad por esas grietas y va hasta una gran profundidad, produciendo enormes pérdidas. Podría remediarse este daño construyendo un cauce artificial en el paso de los boquerones, o revistiendo el lecho con cemento, al menos en los sitios donde las grietas están muy pronunciadas.

Veamos ahora lo concerniente a las aguas subterráneas. Estas pueden ser de tres clases, según su origen y la manera de presentarse en el terreno: freáticas, subálveas y artesianas.

El agua que circula por la superficie del terreno y que, en último análisis, proviene de la lluvia, penetra en la tierra de diversas maneras, según el estado físico de las rocas que constituyen el suelo. En las arenas deleznable, en los guijarros y otras rocas fragmentarias, el agua viene a llenar los intersticios, hasta que llega a formar una verdadera corriente, por lo general bastante lenta; en las rocas que tienen grietas más o menos acentuadas (diaclasas), el agua circula por ellas, a veces con una velocidad comparable a la de las corrientes externas; en algunas rocas impermeables, como en las arcillas, el agua penetra y no atraviesa la roca sino que es retenida y almacenada por largo tiempo. Al atravesar el agua las diferentes capas de un terreno, puede ocurrir que tropiece con una capa impermeable o de una permeabilidad menor que la de las capas superiores; entonces la velocidad del descenso disminuye, y en el contacto con la capa impermeable se obtendrá una capa de impregnación máxima, cuyo límite superior no será nunca la superficie del terreno, por ser allí muy intensa la evaporación. La zona húmeda, obtenida como se acaba

de decir, recibe el nombre de capa freática, y puede llegar a tener un espesor considerable.

En los valles de forma angular, y que están hasta cierta altura rellenos de materiales de acarreo, llevados allí por la corriente que ocupa el *thalweg*, o acumulados por los derrumbes, más o menos intensos de las faldas, se forma una capa húmeda en el fondo del valle, en la zona de contacto del material detrítico con la roca sana de la base. El agua que allí se acumula recibe el nombre de subálvea.

Cuando el agua circula por una capa permeable, comprendida entre otras dos impermeables y sensiblemente inclinada, se dice que es artesiana. En las hoyas hidrográficas de Bogotá hay aguas freáticas en casi toda su extensión, no sólo en las partes bajas, sino en algunas faldas poco tendidas, como en La Siberia y en las planicies altas de subsuelo arcilloso, como en la de la laguna de Los Patos; las aguas subálveas son muy comunes en el fondo de los valles, principalmente en las hoyas de San Francisco y San Cristóbal, y las aguas artesianas sólo son apreciables en la parte de la Sabana contigua a las estribaciones de los cerros, a causa del sentido en que va la inclinación de las capas. A veces las lajas de las areniscas que constituyen el núcleo de los cerros están muy separadas, y los intersticios están llenos de pequeños guijarros; por el afloramiento de esos intersticios penetra entonces el agua, dando origen a fuentes comparables a las artesianas, como la de Padilla y otras en la hoya de San Francisco. Para aprovechar estas aguas subterráneas es preciso estudiar primero el sentido de la estratificación, la naturaleza de las capas, el orden de superposición y los caracteres del material de transporte que ha venido a formar los aluviones; con esos datos consignados en un buen plano estratigráfico, se consigue fácilmente fijar los sitios en donde se pueden hacer los drenes o los pozos con probabilidades de buen éxito.

ESTRATIGRAFÍA

Las formaciones geológicas que se desarrollan en la zona montañosa al oriente de la Sabana, desde el páramo de Frutica, en las cabeceras del río Tunjuelo, hasta las de Tausa, Ovejeras y Suesca, al norte de la altiplanicie, hacen parte del sistema cretáceo superior, y tal vez comprenden algunas capas del terciario inferior. Estas formaciones son dos muy bien caracterizadas que los geólogos alemanes que han visitado el país (Hettner, Sievers, Regel, Stille, Scheibe, etc.) han designado con los nombres de piso de Guaduas y piso de Guadalupe, porque en las localidades de Cundinamarca llamadas de ese modo, presentan completas las series de capas que las constituyen y con sus caracteres petrográficos típicos.

El piso de Guaduas, que es el superior, se apoya sobre el de Guadalupe, en estratificación concordante, y se compone, de arriba a bajo, de las siguientes capas:

- 1.^a Arenisca tierna de grano fino con laminitas de mica.
- 2.^a Arcillas rojas o amarillas.
- 3.^a Arenisca silícea de grano fino, deleznable y de color amarillo o rojo encendido (a veces arena suelta).
- 4.^a Arcilla amarilla o gris.
- 5.^a Arenisca de grano medio con incrustaciones de limonita.
- 6.^a Arcillas amarillas o grises.
- 7.^a Areniscas silíceas de grano grueso.

En las capas inferiores suele haber lechos de carbón comprendidos entre arcillas grises algo esquistasas. Puede decirse que todo el piso carece de fósiles; únicamente en las arcillas grises próximas al carbón en algunas localidades, se encuentran impresiones de plantas dicotiledóneas.

El piso de Guadalupe es más variado en su constitución y de un espesor mucho mayor; se compone de arriba a abajo de las siguientes capas:

- 1.^a Arenisca tierna con pectens.
- 2.^a Arenisca de labor con algunos fósiles característicos, como *inoceramus*, *micraster*, etc. En algunos sitios tiene manchas amarillas de óxido de hierro (*Tigersandstein* de los alemanes).

3.^a Arenisca de cemento de silíceo, que se divide en angostas lajas compactas (*Plaenersandstein* de los alemanes, o en fragmentos cúbicos (*Quadersandstein*). A veces entre estas lajas se encuentran intercaladas otras de arenisca de labor o de arenisca silícea muy compacta.

4.^a Esquistos arcillosos tiernos (*Letten*) con foraminíferos y que en la parte inferior contienen unos lechos de calcárea de exogiras y otros de arenisca de cemento silíceo.

Este piso no contiene carbón, sino una antracita en delgadas capas; el único mineral útil que en él se encuentra es la piedra de cal.

El piso de Guaduas forma una zona ancha entre los cerros y la Sabana, que se inicia al sur de la ciudad en el paso de San Cristóbal y Los Laches, y sigue por el pie de Diego Largo, La Peña, Guadalupe, Monserrate y Las Delicias, y luego, adelante de Rosales, tuerce hacia el Occidente y va a perderse en la llanura. Sus capas, desde San Cristóbal hasta el boquerón de San Francisco, van inclinadas de Oriente a Occidente, pero de Monserrate para el Norte dibujan una curva con la convexidad vuelta hacia el Oriente, de suerte que parece que estuvieran situadas debajo de las areniscas de labor.

El piso de Guadalupe se desarrolla de la zona anterior para el Oriente, hasta el descenso que conduce a Choachí y Ubaque, y su estratificación cambia mucho de una hoya a otra.

La hoya de El Delirio y Upatá es bastante regular y se dirige de Sur a Norte. Las capas de arenisca y esquistos silíceos, que son las que predominan, van inclinadas de Oriente a Occidente en la falda oriental, y de

Occidente a Oriente en la occidental; en las inmediaciones del boquerón son casi verticales, y cerca del *thalweg* de la hoya están un tanto dislocadas, de suerte que en algunas partes asoman en la superficie las arcillas esquistasas, las capas silíceas y la calcárea de exogiras. Hacia el Norte hay una eminencia transversal que separa esta hoya de las de San Francisco, y en la cual las capas van inclinadas de Norte a Sur, de suerte que la hoya en su conjunto forma un valle sinclinal o artesa.

La hoya de San Francisco es de un carácter estratigráfico enteramente distinto. Las capas del cerro de Guadalupe van inclinadas de Oriente a Occidente, siendo hacia el Sur casi verticales; en el cerro de Monserrate, en la parte superior, van de Occidente a Oriente; en la parte media, sensiblemente verticales, y en la parte inferior de Oriente a Occidente, formando un arco con la convexidad vuelta hacia el Oriente, como puede verse en la falda escarpada que da directamente al boquerón. Esta curvatura de las capas no termina en la base de Monserrate, de suerte que el río no es el lindero estratigráfico de los dos cerros, pues las primeras estratificaciones septentrionales de Guadalupe siguen la estratificación curva peculiar de Monserrate. En el borde oriental de la hoya, desde La Viga hasta los Balcanes, las capas van inclinadas de Oriente a Occidente; en la parte superior y en la inferior forman un arco con la convexidad vuelta hacia el Occidente, es decir, en sentido inverso del arco de Monserrate. En el centro de la hoya aparecen las capas de esquisto arcilloso tierno, arenisca silícea y calcárea de conchas, sensiblemente horizontales en casi toda la hoya, pero inclinadas hacia Oriente en el borde oriental, y hacia el Occidente en el occidental; de manera que el conjunto determina un valle anticlinal o silla.

El valle de La Siberia, Las Delicias, La Vieja, etc., sigue la misma ley estratigráfica de la hoya de San Francisco, pero los dos bordes van aproximándose hacia el Norte hasta juntarse al frente de El Chicó, determinando allí una estratificación divergente en forma de abanico. El valle transversal de Rosales tiene sus dos vertientes en estratificación concordante, y el fondo está ocupado por el cono de deyección de un antiguo torrente.

Las rocas de esta formación presentan en algunos sitios ciertas curiosidades particulares petrográficas y mineralógicas. En el sitio denominado La Escuela, al nordeste de la hoya de San Francisco y en algunos sitios de la región de El Verjón se presentan, entre las areniscas, varias intrusiones de pegmatita, totalmente caolinizadas en la parte superficial; esta pegmatita, que está casi exclusivamente formada de feldespatos, en La Escuela suele tener laminillas de mica blanca y delgadas venas de cuarzo en la región de El Verjón. Semejantes intrusiones en el piso de Guadalupe fueron observadas ya por Stille en otras regiones de la Cor-

dillera Oriental, y bien pueden ser apófisis de grandes lacolitos que ocupan un nivel inferior. En las areniscas y en los esquistos silíceos de las inmediaciones de la pegmatita intrusiva suelen encontrarse incrustaciones de wavellita en pequeñas masas esféricas radiadas; tales incrustaciones son muy probablemente de origen pneumatolítico.

FAUNA Y FLORA

Estando las hoyas hidrográficas a una considerable altura sobre el nivel del mar, y, aún más, parte de ellas en la región de los páramos, es natural que sea allí muy riguroso el clima y muy precarias las condiciones de vida; como es de esperarse, por estas circunstancias la fauna y la flora son muy pobres y están constituidas sólo por las pocas especies que pueden sufrir la inclemencia del medio. La fauna, sobre todo, es muy escasa en especies; citaremos solamente aquellas que son típicas en esas despobladas comarcas.

Entre los mamíferos sólo son de notarse algunas especies de los géneros mus, lepus, mustela y vulpes, y un quiróptero del género glosophaga de la familia de los phylostomideos.

Las aves son un poco más abundantes, sobre todo las migratorias, que concurren en ciertas épocas del año. En efecto, los viajes a lejanas tierras son un carácter típico en algunas familias de estos animales; a ese respecto el Profesor Claus se expresa en los siguientes términos:

«Entre los factores que favorecen la pérdida de calor y los que lo producen o conservan, existe siempre una complicada relación de reciprocidad que establece el equilibrio entre el calor perdido y el producido, siempre que surgen oscilaciones en uno u otro sentido. Algunos mamíferos no pueden conservar su calor propio cuando las oscilaciones de la temperatura exterior pasan de ciertos límites. Son en cierto modo incompletamente homeotermos, y si el enfriamiento es excesivo, cae su organismo en una especie de inmovilidad y depresión de todas las energías funcionales del organismo, es decir, en lo que se conoce con el nombre de sueño invernal. Entre las aves, en que la elevación de la temperatura propia no permite que se interrumpan ni entropézcan las funciones vitales, no se encuentra ejemplo alguno de sueño invernal, pero en cambio disponen de muchos recursos para procurar su adaptación térmica. La rapidez del vuelo les permite abandonar su residencia al principio del invierno y trasladarse a regiones calientes en busca de la alimentación que necesitan. Las emigraciones colectivas a lejanos países de las aves de paso, representan en cierto modo el sueño invernal. En los mamíferos cuya organización se presta al sueño invernal, son excesivamente raras las emigraciones análogas a las de las aves de paso.»

En el mes de diciembre, por Nochebuena, principia a advertirse la inmigración de las aves de los páramos y en la Sabana, pero casi puede decirse que se reduce a la llegada de las palmípedas y las zancudas, algunas de las cuales concurren a los pantanos de las hoyas, principalmente a la laguna de Los Patos. Entre las especies que se han observado, son de notarse las de los géneros totanus, ardea, anser, anas y phalacrocorax; de esta última el phalbilophus o pato-cuervo ha sido observado en muchas otras lagunas de los páramos, principalmente en las de Sumapaz. Entre las aves de rapiña, algunas visitan estas regiones y aun hacen sus nidos entre las cuevas de las altas peñas, como los falcos, scops, strix, etc.; de las trepadoras se ven algunas veces las del género geopico; entre los pájaros, la tomineja blanca (bourcieria), las chisgas (sylvicola), las mirias (mimus), los amarillos (tanagra) y los clarineros (tanagra).

Entre los reptiles sólo son de mencionarse el género ecleopus y el rabdosoma, de los cuales se encuentran algunos ejemplares. De los articulados, solamente son de notarse algunos arácnidos e insectos de poca significación.

La vegetación en la región montañosa al oriente de Bogotá no es indudablemente la que existía al principio, pues las talas, las quemas y los cultivos han debido introducir profundas modificaciones. En otros tiempos había en las cañadas numerosos árboles de los géneros Weinmannia, drymis, myrica y berberis, de los cuales hoy día apenas existe uno que otro ejemplar; en cambio se han desarrollado inmensamente los arbustos y la vegetación de matorral, pues predominan las chusqueas, el hipericum, la bejaria, las thubandias, el árnica, la digital y el trifolium; en las lomas altas la vegetación es ya muy raquífica; predominan las ezepeletias y unos cuantos líquenes, musgos y otras plantas criptógamas.

La vegetación exótica consiste únicamente en algunas coníferas y unas cuantas variedades de eucaliptos. Estos últimos árboles se sembraron con profusión en todas las hoyas para reemplazar a la vegetación arborescente indígena que existía antes y que había sido destruída por los diferentes propietarios de esos campos. A nuestro juicio se procedió con alguna ligereza, pues se partió de los supuestos errados de que la única causa de la disminución de las aguas y del régimen irregular de las corrientes es la tala de los árboles, y de que lo importante es sembrar nuevos árboles, no importa de qué especie. Se perdió de vista el hecho importantísimo de la acción de los arbustos y de la vegetación herbácea como reguladores de las corrientes superficiales, y, finalmente, se escogió el árbol menos apropiado para restablecer los primitivos bosques, pues el eucaliptos es un árbol de desarrollo rápido, que consume inmensas cantidades de agua y que no tolera la vegetación herbácea bajo su som-

bra. El agrónomo R. de Noter, en su libro sobre el eucalipto, se expresa en los siguientes términos :

«La causa principal de la asombrosa rapidez de propagación de *E. globulus* fue su propiedad (hoy día perfectamente demostrada) de sanear los países devastados por la malaria. Ya hemos hablado de esto, pero podemos agregar que este árbol, cultivado en el clima que le conviene y en los sitios pantanosos, constituye el mejor de los drenajes, pues las raíces de esta especie aspiran, como una bomba, toda la humedad de las inmediaciones. Hemos sido testigos de un fenómeno singular: un eucalipto *globulus* plantado a más de 50 metros de un pozo de 35 metros de profundidad, no encontrando humedad en los prados vecinos, encontró manera de dirigir sus raíces hacia esta fuente de agua. Naturalmente se notó bien pronto que el líquido del pozo disminuía, y después de un cuidadoso examen, habiendo descubierto el autor el daño, se le despojó de sus raíces.... La fuerza de absorción es tal en este árbol, que, salvo sus congéneres, nada puede prosperar en su vecindad.»

Tanto el autor citado, como otros varios, ingleses, españoles, franceses y americanos, están de acuerdo con este concepto; estiman al eucalipto como un verdadero aparato de succión, y aconsejan que se cultive en los terrenos pantanosos, con el fin de desecarlos. Entre nosotros, los que han observado cuidadosamente los eucaliptos plantados en la Sabana y en las lomas inmediatas, como los señores Claes, Arnould, Deneumostier, etc., son de la misma opinión.

En las hoyas hidrográficas hemos observado que debajo de los eucaliptos no se desarrolla vegetación alguna, y después de cuidadosos experimentos, hemos venido a deducir que las raíces de estos árboles absorben del terreno una cantidad de agua en la mitad del tiempo que las de cualquiera arbusto o árbol de otra especie. Además, salta a la vista que muchos de estos árboles están agotando las fuentes subálveas y causando por lo tanto un daño irreparable; convendría, a nuestro juicio, reemplazarlos por otros menos exigentes, o dejar crecer la maleza y los arbustos que nacen allí espontáneamente.

EL CURSO DEL RIO NEGRO

AFLUENTE DEL META

Entre las incorrecciones del mapa general de Colombia, dibujado en la Oficina de Longitudes para uso de las escuelas, hay algunas, anotadas ya por la prensa periódica, que tienen un valor especial por no referirse a poblaciones, caminos u otras obras humanas, susceptibles de cambiar en cualquier tiempo, sino a los detalles topográficos, como el curso de los ríos, la configuración de las montañas y otras obras de la Naturaleza.

Entre éstas nos ha llamado siempre la atención una particularidad que ha impresionado también a quienes han residido en los llanos orientales y que están más o menos familiarizados con los parajes de esas regiones y con el caprichoso desarrollo de esa naturaleza excepcional: se trata del curso del río Negro, desde el pie de la serranía, al sur de Villavicencio, hasta su desembocadura en el Meta.

En el mapa general, una sola línea, que corresponde al Guayuriba, representa al río, desde su entrada a la Sabana hasta su unión con el Meta, y aparecen como tres ríos diferentes, el río Negro, el Guayuriba y el Chichimene. En el mapa de Cundinamarca, de la misma Oficina de Longitudes, que está dibujado en mayor escala y con numerosos detalles, el río Negro, al entrar al llano, se divide en tres corrientes, que al principio están comunicadas una con otra, formando una red de caños, y luego se caracterizan y toman tres direcciones distintas. En cuanto al curso de estas corrientes y sus desembocaduras en un río de mayor caudal, nada dice este mapa, porque allí termina el dibujo, pero basta con lo dicho para poner de manifiesto la incongruencia entre el mapa general, hecho a grandes rasgos, y el mapa seccional, en el cual aparece este detalle, *tal como figura en el mapa de Codazzi.*

La circunstancia de estar el dibujo en el mapa de Cundinamarca de acuerdo con lo que en realidad existe en el terreno es lo que nos ha hecho calificar el trazado que aparece en el mapa general, de incorrección o inadvertencia y no de error. Se ve que a este asunto, como a algunos otros de que el público ha tomado nota, no se le dio la debida importancia por los autores del mapa de Colombia.

El hecho de conocer el río Negro desde su nacimiento hasta sus bocas, por haber ejecutado trabajos topográficos en varias porciones de su curso, entre otros en su divorcio al entrar al llano, y el de estar en posesión de los planos topográficos de Apiay, Cumaral, Yacuana y Pajure, levantados por el doctor Sergio Convers, nos mueve a escribir estas líneas para dar a conocer una de las hoyas más interesantes, por diversos aspectos, del Departamento de Cundinamarca, tan rico en paisajes grandiosos y en formaciones geológicas de carácter especial.



Poco más o menos a tres leguas al norte de Choachí se levantan los altos de Fausto y Siecha a 3,500 metros sobre el nivel del mar, que determinan la formación de ciertas hoyas de suma importancia topográfica. En este sitio y justamente al sur de La Calera, tuerce hacia el Oriente la serranía que constituye el borde oriental de los páramos que se extienden al norte de El Verjón y que forman la continuación de Cruzverde. Una legua al oriente del ángulo que allí se diseña, se desprende hacia el

Norte la serranía que separa los valles de La Calera y Chipatá, y dos leguas al oriente de este punto hace una inflexión y se dirige al Nordeste para constituir los páramos de La Carbonera.

Este complicado relieve del terreno determina la formación de ciertas hoyas y localiza un centro hidrográfico de no escasa importancia: hacia el Occidente se inicia la hoya de El Verjón La Calera, por donde corre el río Teusacá, que es más adelante el Sopó; al Noroeste se extiende el valle de La Calera-Sopó, por donde corre el río Sopó; hacia el Norte se abre el valle de Guasca-Guatavita, por donde corre el Siecha, y hacia el Sur se dueña la región paramosa y arrugada de Suaque, que da origen al río Blanco, que más al Sur toma el nombre de río Negro. Esta región de Suaque tiene una inclinación general de Norte a Sur, pero numerosas estribaciones de la serranía principal determinan cañadas y hoyas secundarias por donde corren los diferentes ríos y arroyos que vienen a constituir el río Blanco, el cual queda definitivamente formado al norte de Choachí. Como estas hoyas están expuestas a los vientos alisios, que vienen cargados de humedad y que tropiezan con el eje de la cordillera principal, el ambiente es allí muy húmedo y frecuentes las lluvias torrenciales; esta es la razón por qué el río Blanco tiene un considerable caudal de aguas desde la parte alta de su curso.

De Choachí a Cáqueza corre el río de Norte a Sur por una extensa hoya limitada al Occidente por los páramos de El Verjón, Cruzverde, Chipaque, La Frutica y La Mesa, y al Oriente por el páramo de Chingaza y sus dependencias; recibe numerosos afluentes por ambas bandas, de los cuales son los principales el Ubaque, el Cáqueza, el Sáname, el Torzón, el Negro y el Contador; un poco al sur de la población de Cáqueza y ya con el nombre de río Negro, tuerce hacia el Sudeste, rompe los estribos de los cerros de Chingaza y corre por un cañón angosto y de paredes casi verticales.

Una serranía que se desprende del Nevado de Sumapaz, con dirección al Nordeste, suelta algunos estribos que obligan al río a desviar su curso hacia el Oriente, formando una amplia curva en la región de Servitá; esta serranía, que culmina en el cerro del Cobre, divide las aguas que van al Guamal y al Humadea de las que van al río Blanco, afluente del río Negro. El río Blanco nace en la región de Corrales y Nazareth y lleva una dirección general de Occidente a Oriente, con un desnivel enorme, por lo cual su curso es impetuoso y con numerosos saltos y raudales, hasta caer al río Negro, arriba de Servitá.

De Quetame a Servitá el río va encajonado entre peñascos enhiestos, su curso es turbulento y no forma playas; en la curva de que hemos hablado ya las eminencias son de menor elevación y de líneas más suaves, se presentan algunas mesas cerca del cauce, y al Occidente, hacia las ca-

beceras del río Blanco, se ven algunas lomas cónicas de importante significación geológica.

Al sur de Buenavista el río se abre paso por entre una sucesión de lomas y cuchillas que forman el límite occidental del llano entre San Martín y Villavieencio.

Ya en la sabana el río se divorcia en tres corrientes que al principio están comunicadas por numerosos caños y pantanos; estas corrientes, el río Negro, el Guayuriba y el Chichimene, toman distintas direcciones.

La corriente que conserva el nombre de río Negro se dirige al Nordeste, recibe el caño Pachaquiario y va a unirse al Guatiquía, que ya ha enriquecido su caudal con la contribución del Humea, el Guacavia, el Caney y el Upin, ríos todos que provienen de la región montañosa comprendida entre el páramo de Chingaza y los farallones de Medina. El río Negro lleva poca agua y sirve de límite meridional a las extensas y ricas sabanas de Apiay.

El Guayuriba, que es el que aporta mayor cantidad de agua, lleva una dirección general de Occidente a Oriente, y desemboca en el Meta; la sabana de Yacuana queda comprendida entre el río Negro, el Guatiquía, el Meta y el Guayuriba.

El Chichimene se dirige al Sudeste, y va a caer al Meta, delimitando las sabanas de Pajure; el río Pajure atraviesa estas sabanas y no es afluente del Chichimene, como figura en los antiguos mapas, sino del Guayuriba.

El Meta, que en definitiva viene a recibir el agua de todos estos ríos, está formado por el Guamal y el Humadea, que nacen en las hoyas determinadas por los estribos orientales del Nevado.

La sabana de Bogotá se inicia al Sur en las fuentes del río Tunjuelo, o sea en los ángulos formados por los páramos de Pasquilla, al Occidente, y de La Frutica y Chipaque, al Oriente. Este borde oriental, que se extiende con varias inflexiones hasta el páramo de Gachaneta, en los confines con Boyacá, está formado por las diversas capas del piso de Guadalupe visiblemente plegadas, de tal suerte que determinan hacia el Norte los valles de Sisga, Guatavita y La Calera, en tanto que hacia el Sur, en virtud de una fractura, se levantan las capas hasta quedar casi verticales o se producen inmensas faldas, que dan origen a hondos precipicios, como ocurre entre el boquerón de Chipaque y los cerros de Lagunaverde.

Estas capas del piso de Guadalupe (areniscas de labor, Plaener, pizarras tiernas con focaminíferos y calcárea de exogiras) están cubiertas en algunas localidades restringidas, como en Guatavita, La Calera y Casa

de Lata, de pequeñas porciones del piso de Guaduas con sus arenas rojizas, sus areniscas tiernas y sus capas de carbón características.

En el filo oriental de la serranía la estratificación se inclina de Oriente a Occidente, de modo que en la parte inferior de los barrancos y en las faldas que descienden hacia el río pueden verse las capas del piso de Villeta, principalmente las pizarras negras, muy bien desarrolladas. En el sentido Norte-Sur tienen también estas capas algunas ondulaciones, como puede verse en la falda, casi vertical, que desciende hacia Chipaque y Une; entre estas dos últimas poblaciones, y en la parte baja del terreno, se notan los grandes arcos formados por los pliegues de las capas en el sentido Oriente Occidente.

En la hoya de Suaque las capas de arenisca, que son las que predominan, están sumamente trastornadas, y en algunas partes, rotas y dislocadas; más abajo las faldas son más suaves, y de Ubaque a Cáqueza predominan las pizarras tiernas, pero también suelen presentarse las pizarras negras de amonitos. En la otra banda del río, es decir, en los estribos y contrafuertes del macizo de Chingaza, se ven las mismas formaciones de Guadalupe y Villeta, que se apoyan, en notoria discordancia, sobre los esquistos, casi verticales, del piso de Quetame.

En las serranías secundarias de Suaque en Guasca, en La Calera, en El Verjón y en la hoya del río San Francisco, al oriente de Bogotá, pueden verse algunas intrusiones de pegmatita en forma de estrechos diques. En Suaque, la roca se presenta relativamente sana con elementos mineralógicos tales que pudiera creerse que se trataba de un granito moderno de grandes elementos; pero hacia el Sur, sobre todo al oriente de Bogotá, la roca está sumamente alterada y descompuesta hasta una gran profundidad, lo cual revela no solamente el trabajo de los agentes atmosféricos, sino también la acción termomineral de las aguas subterráneas; en muchas partes sólo se ve un banco de caolín con algunos fragmentos de feldespatos aún no descompuestos, y en las juntas de la roca, sobre todo entre las lajas del Plaener, pueden verse curiosas cristalizaciones de wavelita que atestiguan la acción pneumatolítica. En los riegos del río Blanco, que cae al río Negro arriba de Servitá, se encuentran grandes fragmentos del feldespatos llamado *pegmatina*, lo cual prueba que los mencionados fenómenos se verificaron también al sur del páramo de La Mesa.

De Quetame hacia el Oriente se define un terreno compuesto de angostas capas casi verticales de esquistos talcosos y cloríticos, filades de diversas clases y cuarcitas, todo atravesado por numerosas venas de cuarzo blanco, que hacia el origen de la quebrada Blanca contiene masas considerables de clorita. En la quebrada de *Barandillas*, cerca de Servitá,



Los faralones de Medinã.

aparece la zona de propilitización que se extiende hacia el Sur hasta los estribos del Nevado de Sumapaz.

Ya al descender a las llanuras orientales se encuentra una pequeña elevación lineal, que comprende el alto de Buenavista, cuyas capas de arenisca calcáreas y pizarras, del piso de Guadalupe, van inclinadas de Occidente a Oriente. El horizonte de las pizarras negras aflora en unas pocas localidades de escasa extensión; solamente en Upín tiene un desarrollo considerable y comprende la masa de sal gema, con los mismos caracteres del *rute* de Zipaquirá, Nemocón, Sesquilé, Tausa, etc. En la falda oriental de los cerros se encuentra una pudinga cuarzosa, que probablemente hace parte de la formación cretaterciaria.

Al norte de Villavicencio, en la hacienda de La Vanguardia, afloran las capas de carbón del piso de Guaduas y en un horizonte superior, algunas capas de betún que denuncian la existencia del terciario petrolífero; en la hacienda de *El Buque*, al sur de Villavicencio, las areniscas están impregnadas de betún.

Hacia el Oriente se extienden sin interrupción las llanuras cuaternarias, compuestas primero de una grava de grandes cantos rodados, luego de arena cada vez más fina, y por último de limo impalpable.

Los ríos Humea y Guacavía arrastran entre sus riegos, además de los fragmentos de esquistos cristalinos y filades nudosos, característicos del precretáceo, gran número de bloques de rocas plutónicas, principalmente de granito en el Humea y de diorita en el Guacavía. Esto se explica porque tales ríos tienen su origen en los farallones de Medina, que están compuestos de rocas cristalinas. Propiamente los farallones son unos cerros de aspecto fantástico, que semejan castillos arruinados, fortalezas y torreones, figuras todas formadas por las tajadas de rocas sedimentarias, rotas y trastornadas por las erupciones; la roca eruptiva se caracteriza, y toma cuerpo un poco al oriente de los farallones, en donde forma unas eminencias denominadas las Torres de Medina.



La vegetación en la hoya del río Negro, varía con una rapidez extraordinaria, debido, en primer lugar, a los cambios de nivel, que son muy bruscos, y en segundo lugar a las condiciones locales que modifican de una manera sensible la temperatura, el grado de humedad del aire y otras circunstancias que constituyen el clima.

En la región más alta de los páramos sólo se ven diseminadas algunas ezpeletias, ericáceas y sinanterias en medio de los pajonales compuestos de gramineas diversas, principalmente de los géneros *panicum*, *dactiles* y *avena*. Mas abajo, en la hoya de Suaque, principian a aparecer otras especies de tierra fría que no figuran en el páramo, tales como las de los géneros *weimannia* (encenillos) *drymis* (canelos), *myrica* (laure-

les), *thybaudias*, uvas y algunas melastómaceas, como las *micomias* (esmeraldas).

En las partes pantanosas y anegadizas se desarrollan los *juncus* (juncos), el *juno-estorae* (esparto), las *marsilias* y otras plantas semejantes. En la parte inferior de la mencionada hoya se encuentran en abundancia los *hipericum* (chite, lunaria), etc., la *bocania* (trompeto), la *datura* (borrachero), las *mutisias* (clavellinas) y las *chusqueas* (chusques).

A medida que se descende por Choachí, Ubaque, Fómeque y Cáqueza, la flora va siendo más variada y exuberante, pero como esta región está muy abierta y cultivada, es difícil encontrar en ella muchas de las especies indígenas; sin embargo se ven con frecuencia *passifloras* (granadillas), *cecropias* (guarumos), *ricinos* (higuerillas), *clusia* (incienso), *schinus* (pimiento), *citharexilium* (agracejo), *alnus* (alisos), *lupinus* (chicho), y numerosas cariofleas, solanáceas, bromeliáceas, etc.

De Cáqueza a Villavicencio cambia, como hemos dicho, la naturaleza del terreno, y aun cuando el clima es un tanto favorable, es tal la influencia de la topografía, que la vegetación se resiente de un modo notable. A ese respecto el doctor Carlos Cuervo Márquez se expresa en los términos siguientes:

«Toda esta zona es agreste y salvaje e imposible de cultivar, y en ella siempre habrá solución de continuidad para la colonización; rocas casi desnudas, en las cuales la vida vegetal sólo está representada por escasas gramíneas y uno que otro gaque (*clusia alba*) de retorcido y negro tronco; no hay ni un ave ni un insecto, y todo parece cubierto por el manto de la muerte. El viajero se cree transportado a las altas cimas de nuestras cordilleras; pero dados los 1,500 metros sobre el nivel del mar y los 20° o 21° de temperatura, no se puede menos de calificar esta región como verdadero *páramo de tierra caliente*.»

Del sitio denominado Monte Redondo, para adelante, cambia algún tanto el aspecto de la vegetación, porque el relieve del terreno es de formas mucho más suaves y además los vientos húmedos, que han recorrido la llanura oriental, penetran fácilmente a estos valles por el cañón del río Negro.

En Villavicencio principia la tierra baja, que se extiende hasta las márgenes del Orinoco. En lo que se refiere a la vegetación, puede clasificarse este terreno en dos zonas: la de los bosques, que se extienden paralelamente a los ríos, y la del llano propiamente tal, seco, sin vegetación arborescente, monótono y de un aspecto desolador, zona que está comprendida entre las porciones de la anterior que le sirven de marco.

En la región de los bosques viven numerosas plantas de las que son propias de estos climas; no es posible siquiera enumerar las familias principales, por lo cual nos limitaremos únicamente a mencionar algunas espe-

cies de las que dan al paisaje una fisonomía propia y que en cierto modo caracterizan esta región: la guadua (*bambusa guadua*), gramínea arborescente que presta inmensos servicios a los habitantes de aquellas comarcas; las ceibas (*bombax*), el guásimo (*guazuma tomentosa*), el árbol de leche (*galactodendron utile*), el manzanillo (*hipromane mancinella*), el palo santo (*zigophillun arboreum*), la sarrapia (*dipterix odorata*), el botuto (*bombax orinocensis*), el carruto, el gualanday, los helechos arborescentes y otra multitud de árboles y arbustos de porte majestuoso y abundante follaje.

La sabana está cubierta de gramíneas de diferentes especies, y de trecho en trecho se ven aislados o en pequeños grupos algunos chaparrros (*curatellas* y *byrsonimas*) y una gran variedad de palmeras (*coriphás*, *deckerias*, *jessemas mauritias*, etc).

La fauna está de acuerdo con la flora en toda la extensión de la hoya de este río. Como desde los páramos de Suaque hasta Cáqueza y Quetame, la hoya está íntegramente cultivada y alimenta una densa población, las especies indígenas han ido desapareciendo poco a poco, y sólo de vez en cuando se encuentran algunos roedores, cuyo exterminio es difícil por su gran fecundidad, los marsupiales nocturnos, unos pocos, carniceiros, las aves de paso y entre los reptiles, la víbora de Cáqueza, tan temible por la actividad de su veneno.

En el llano la fauna es de una riqueza extraordinaria y de una gran variedad; sería salinos del cuadro de esta descripción el proponernos enumerar siquiera las principales especies de animales que pueblan estas sabanas; hay, sin embargo, algunos que son típicos de estas regiones, como el jaguar, la puma, los venados, el hormiguero, el chigüire, la danta, etc; entre las aves un gran número de especies y variedades de patos y garrizas, y entre los reptiles el Caimán, que es el mismo del Orinoco y el Amazonas, y gran número de serpientes, algunas muy peligrosas, como la cascabel, la macaurela, etc.

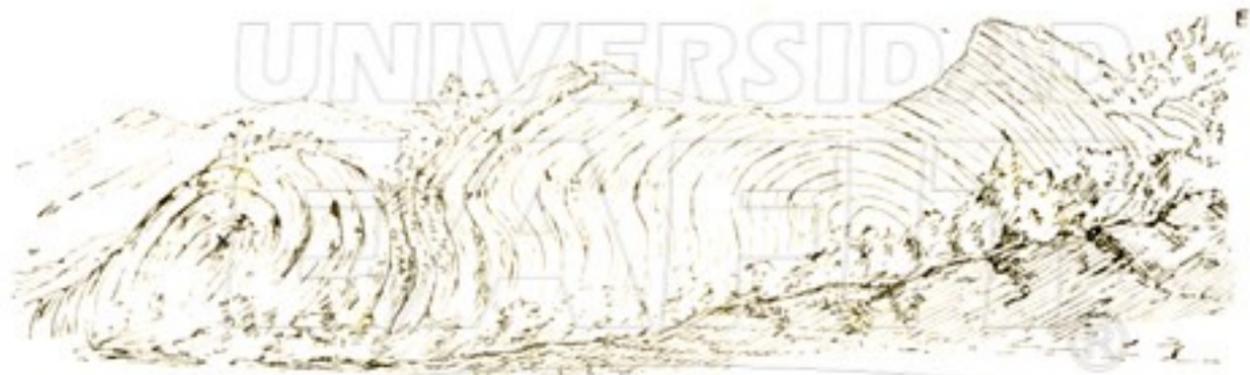
EL TERRENO CRISTALINO DE SANTANDER

El eje principal de la Cordillera Oriental tiene su punto de mayor elevación en el Nevado de Chita, que se levanta a una altura de más de 5,000 metros sobre el nivel del mar. De ahí para el Norte sigue una serie de páramos que limita por el Occidente la extensa hoya del Sarare. Esta grande elevación lineal, cuyas partes más altas son el Páramo de Carcasí, el Alto de la Cruz, el Páramo del Almorzadero, el de Chitagá y el de Tierranegra, frente a Pamplona se divorcia en dos cordilleras: la oriental, que va a la vecina República de Venezuela, limita al Norte la hoya del Sarare, culmina en el Alto de las Ventanas y el Páramo de Tamá y

suelta un ramal que se dirige hacia el Norte por el Alto del Fraile y el Cerro de Tasajeras, separando las hoyas del Táchira y el Pamplonita; y la occidental, que va por los Páramos de Zumbador, Santurbán y Rico a descender hacia la hoya del Lebrija, en la región de Vetas, Matanzas y río Negro. Hacia el Sur se desprenden varias serranías, de las cuales son las principales las siguientes: las que separa las hoyas de los ríos Servitá y Guaca, cuyas principales alturas son la Mesa de los Colorados, el Páramo de Servitá, el Alto del Duende y el Alto de Pangote; la que se desprende del Páramo Chico y con un curso muy irregular, va formando los Páramos de Tonra, Frío, Las Hoyas, El Santuario y Guaca, y por último, la que separa las hoyas del Suratá y el río Negro. Hacia el Norte se desprenden también varias serranías, que son: las que separan las hoyas del Pamplonita y el Zulia, y pasando por los Altos de Cucutilla, La Montaña y Vueltas del Infierno va a terminar entre Limoncito y la Sabana de los Padres; la otra, que es la más importante, como que es el eje principal de la Cordillera que se inicia frente a Pamplona, va por el Páramo de las Puentes, el Páramo y el Picacho de Angostura, el Alto de la Laguna, el Páramo de Cachirí, el Alto de la Cruz del Fraile, el Páramo de Guerrero, el Cerro de Bucarasica, el Cerro Negro, el Cerro de las Lagunas y el Cerro de la Horqueta, separando las aguas del Sardinita y el Tarra; una pequeña eminencia que va por el Alto de Las Cruces y el Cerro de La Canal a terminar en el Cerro de González, separa las aguas del Sardinita y el Zulia; del Cerro de Bucarasica parte una serranía que va por el alto de San Francisco, Paramillo y Cerro de la Mina, a terminar en el Cerro de Saiza, frente a la Sierra de los Arrepentidos, dejando a un lado la Mesa Rica; por último, del Páramo de Guerrero se desprende una elevación lineal que va por el Cerro de la Jurisdicción, el Cerro Negro y el Cerro de Bobali a constituir la Sierra de Motilones y Perija, que termina al sur de La Goajira.

Como se ve, esta complicación de páramos, sierras y picos elevados, determina una orografía sumamente irregular, lo que da a los paisajes santandereanos un aspecto grandioso y extraño, que influye en el desarrollo de la vida orgánica y hasta en el carácter de los habitantes.

Desde el punto de vista geológico hay alguna uniformidad en las formaciones. El eje principal de la gran cordillera y de los estribos y contrafuertes de mayor importancia, está constituido por rocas plutónicas de diverso carácter, cubiertas hacia las faldas por el gneiss y los esquistos cristalinos. De las rocas plutónicas, la que predomina es el granito, que se inicia en los estribos meridionales de la cordillera principal, entre Mogotes y Onzaga, y sigue hacia el Norte por Quebradas y Piedecuesta; constituye también la mayor parte de la cordillera principal, desde Labateca hasta Ocaña, y los estribos que de ella se desprenden hacia el Nor-



Pueques del Paner en la quebrada de Los Arcos, Santander.

Sala de Patrimonio Documental

deste; el granito se halla reemplazado por otras rocas plutónicas en algunas localidades, como en Chitagá por la diorita, en Santurbán por la sienita y el granito anfibólico, en Cucutilla por el pórfido granítico, en San Joaquín por el pórfido cuarcífero, y entre Mutiscua y Pamplona, en localidades restringidas, por la diabasa.

En algunos sitios, como en la parte alta de la hoya del Catatumbo, en el Alto de La Cruz, en la región de Paramillo, en las cercanías de Pamplona, en los cerros entre Cucutilla y Bochalema, al sur del Páramo de Tamá, en Labateca y en la hoya del río Talco, los esquistos cristalinos y el gneiss se encuentran atravesados por inmensos diques de pegmatita de grandes elementos o por intrusiones de greisen y otras rocas cuarzosas. Estas pegmatitas han dado origen al desarrollo de grandes láminas de mica muscovita (Ocaña, Pamplona, Bochalema, río Talco) y a un gran número de minerales propios de esas formaciones, como son los granates, las turmalinas y los minerales de uranio; en el greisen del alto Catatumbo se presentan los minerales de estaño y de titano acompañados de bellísimos ejemplares de turmalina, magnetita, siderocromo y otros minerales semejantes.

Sobre la formación granítica se desarrolla la de los esquistos cristalinos (principalmente el micaesquisto), los filades y el gneiss, que a veces ocupa áreas muy extensas, como entre Ocaña y Salazar, en la región de Mutiscua y al sur de Pamplona. El micaesquisto suele contener granates en gran número, como en el páramo de Zumbador y en la hoya de Cucutilla, y el gneiss, que es de mica negra, suele contener turmalina negra en asociaciones radiadas, como ocurre en las regiones de Arboledas y Cucutilla.

La formación cretácea aparece en las vertientes de la cordillera, rota y dislocada por las intrusiones graníticas; comprende todos los pisos anotados por Hettner: Girón, Villeta, Guadalupe y Guaduas. En los Páramos del Almorzadero, Chitagá, Santurbán y Tona, pueden verse las capas cretáceas, principalmente las areniscas, formando grandes desfiladeros de paredes verticales; a veces sobre las masas graníticas o sobre los esquistos cristalinos se ven porciones del cretáceo a manera de peñascos aislados (schollen), como en Molino, Bucaracica, Matanza, La Tronadora y Mutiscua; en algunas localidades al pie de las altas sierras, como en la quebrada de Los Arcos, las capas del cretáceo están formando pliegues de curvas muy regulares, en otras partes están rotas y forman valles anticlinales o sinclinales, como en la región de San Gil, y en otras están horizontales, como en la Mesa de los Santos.

Es curioso que en un territorio tan trastornado como ha sido el de Santander, no haya sino muy pocas regiones mineras; las únicas dignas de mención son las de Alta, Baja y Vetas, de minerales auroargentíferos;

la de Girón, que contiene minas de oro y cobre, y las cabeceras del Catatumbo, en donde se han encontrado minas de estaño.

LA HOYA DEL CESAR Y EL RANCHERIA EN SU ASPECTO GEOLOGICO

Al nordeste del territorio colombiano y bañada por las aguas del mar Caribe se extiende una pintoresca comarca que ha llamado siempre la atención de los geógrafos y otros hombres de ciencia por la variedad de sus paisajes y por presentar problemas de sumo interés que se plantean con relación a su orografía y a su geognosia. Parte de esta región ha sido escogida últimamente por el Gobierno Nacional para ofrecerla a los inmigrantes que han de venir a ejercitar sus energías en las labores agrícolas, que emprenderán para servir de base a su fortuna y bienestar y al propio tiempo para acrecentar la riqueza pública y contribuir al progreso del país que les abre sus puertas.

Dada esta circunstancia, creemos oportuno hacer públicas estas líneas, entresacadas de nuestros apuntes de viaje, para dar a conocer esta porción de nuestro territorio, tan interesante desde diversos puntos de vista.

La región en estudio está limitada: al Norte, por el mar de las Antillas; al Sur, por la región montañosa de Santander; al Occidente, por el curso del río Magdalena, y al Oriente, por el Estado de Zulia de la vecina República de Venezuela. Comprende tres zonas bien caracterizadas, no sólo por su orografía, sino también por la naturaleza de sus rocas y las condiciones de su suelo desde el punto de vista agrícola; estas tres regiones son: la Sierra Nevada de Santa Marta, la hoya del César y el Ranchería y la Sierra de Motilones y Perijá. La primera de estas zonas sólo está poblada en las inmediaciones del litoral y en la vertiente que desciende al Magdalena; la tercera sirve de albergue a los indios motilones y otras tribus salvajes, y en la segunda se ha desarrollado una población relativamente densa por razón de la fertilidad de su suelo y la abundancia de aguas.

La Sierra Nevada de Santa Marta es un macizo gigantesco que se levanta aislado sobre la costa del mar Caribe, a más de 5,000 metros sobre el nivel de sus aguas. Sobre su significación orográfica y tectónica son muy explícitos los más célebres viajeros que han tenido ocasión de visitarla; en efecto, Reclus, en su Geografía, dice, al tratar de este grupo de montañas:

«Levántase completamente aislado en la ribera del Atlántico, a modo de pirámide triangular cuya cara más perfecta da frente al mar,

mientras la segunda mira al Occidente, hacia el Magdalena, y la otra hacia el César y el Ranchería. Esta eminencia, que cubre un área de 16,400 kilómetros cuadrados, surge como una isla de entre los pantanos y las tierras bajas.»

W. Bergt, en su admirable estudio sobre la Sierra Nevada de Santa Marta y la Sierra de Perijá, dice:

«La Sierra Nevada de Santa Marta es un conjunto de montañas que se levanta a una altura de más de 5,000 metros, es decir, más del límite de las nieves perpetuas; está situada en la costa septentrional de la República de Colombia y cubre una extensión de 180 kilómetros en el sentido Norte Sur, por 200 en el sentido Oriente Occidente»; y más adelante, al tratar de la tectonía del inmenso macizo agrega:

«De todo esto se colige que la Sierra Nevada de Santa Marta representa un resto muy antiguo de la primera corteza de consolidación terrestre, que ya llevaba un período muy largo de existencia continental cuando empezó la invasión de sus bordes por el mar cretáceo.»

A. Hettner, en su estudio de los Andes colombianos, califica a este macizo de «elevación aislada» que no depende de las cordilleras, y Simons dice a este respecto:

«La Sierra Nevada no solamente está completamente aislada de los Andes y separada de ellos por dos anchos y profundos ríos, sino que su formación geológica es distinta.»

En todo caso, esta grandiosa elevación en masa está rodeada de hondas depresiones hacia las cuales desciende en pendientes abruptas por el Norte y el Occidente, y como por escalones de pendientes algo más suaves por el Oriente y el Sur.

La vertiente septentrional en el espacio comprendido entre Santa Marta y Palomino es muy inclinada hacia el mar, y está surcada por cañones profundos perpendiculares a la dirección de la costa, que es acantilada en todo ese trayecto; más hacia el Oriente, en la región de Dibulla, el terreno es menos irregular y principia a acentuarse una zona de llanuras y colinas que alcanza su mayor anchura entre Camarones y Río-hacha. Los estribos de la Sierra principal sueltan unos contrafuertes muy acentuados, que vienen a constituir unas cadenas paralelas que van de Occidente a Oriente y terminan bruscamente a corta distancia del mar, entre Santa Marta y La Ciénaga. Hacia el Oriente esas cadenas tuercen hacia el SE. y al propio tiempo se separan unas de otras y divergen dejando en medio profundos valles, dominados por picachos de siluetas fantásticas.

Del cerro más elevado hacia el Oriente se acentúa una alta cadena que en el páramo de Mamarongo se divide en dos ramales, de los cuales

el del Norte disminuye rápidamente de altura hasta terminar un poco al oriente de las fuentes del Enea, constituyendo el borde septentrional del Alto Ranchería, y el del Sur, que es la serranía principal, divide las aguas que van al Ranchería de las que van al César y sus últimos bastiones orientales, de los cuales los más importantes son el cerro de los Altos y las peñas de San Luis, van a terminar tocándose con las dependencias de la Sierra de Perijá, que en esta región recibe el nombre de Los Andes.

La región meridional de la Sierra comprende dos vertientes: una que se inclina al SE., cuyas aguas van al río César, y otra que se inclina al SW., cuyas aguas van al río Ariguani o directamente al Magdalena. Estas vertientes no son tan abruptas como las del Norte y el Nordeste y presentan en su parte central valles y mesetas de 1,000 a 2,000 metros sobre el nivel del mar. Hacia el Noroeste una corta vertiente envía sus aguas directamente a la Ciénaga de Santa Marta.

El límite oriental de la región es la serranía que va desde el norte de Santander hasta las llanuras de La Goajira, con los nombres de Sierra de Motilones, Perijá y Montes de Oca. Frente al divorcio de las aguas del Ranchería y del César, dominado por el cerro de Soldado, la serranía toma el nombre de Los Andes, y más al Norte se levanta un tanto aislado hacia el occidente del eje de la serranía el picacho de Serrajón.

En los Montes de Oca termina la Sierra principal y principia La Goajira propiamente dicha. Hacia el sur de esa región se extiende una llanura ligeramente ondulada, cuyos montículos, que apenas se notan por su escasa elevación, tienen forma de casquete esférico; hacia el centro de la península la llanura es muy pareja y se distingue de la anterior, no sólo por la naturaleza de sus arenas, sino por su fauna y su flora. Aislado en esa llanura se levanta el cerro de *La Teta*, cuyo pico principal, *Epits*, domina sensiblemente a las otras eminencias próximas, unas que forman como escalones en la falda de Epits y otras que parecen diseminadas en la llanura.

Separadamente hacia el norte de La Teta se desarrollan los sistemas de Cojoro y Macuira, que determinan la orografía de la península.

Entre las últimas estribaciones orientales y meridionales de la Sierra Nevada de Santa Marta y las occidentales de la Sierra de Motilones y Perijá, se extiende un hermoso valle, orientado de SW. a NE., y dividido en dos porciones por las colinas dependientes del cerro de Los Altos, por una parte, y de Los Andes por la otra. La región de NE., que es la más corta y también la más angosta, es el valle de Ranchería, que en su parte septentrional se confunde con las estepas de La Goajira; la región del SW. es mucho más amplia y extensa, corre por ella el César, que va a unirse al Magdalena en las inmediaciones de El Banco.

Expuesto como está el macizo principal a los vientos alisios del Nordeste, que habiendo recorrido el mar de las Antillas, vienen cargados de humedad, es natural que los valles determinados por los estribos y contrafuertes, sean ricos en agua y estén cubiertos por una vegetación exuberante. Sin embargo, la vertiente septentrional, como es muy corta y rocallosa, no da origen a ríos de importancia; las corrientes de agua de alguna significación enumeradas de Oriente a Occidente, son: el Camarones, el Enea, el Dibulla, el Palomino, el Don Juan, Las Peñas y Manzanares. Los ríos que van a la Ciénaga y al Magdalena, que descienden por la vertiente del SW. y riegan las llanuras pantanosas próximas al río, son ya de un curso más largo; enumeradas de Norte a sur son las principales: el río Frío, el Sevilla, el Aracataca, el Fundación, el Caraballo y los afluentes del Ariguaní. La vertiente SE. da origen a los dos ríos más importantes de la región: el Ranchería y el César. Estos nacen en sitios próximos uno de otro, dependientes de la serranía de Los Altos, y corren en opuestas direcciones, el Ranchería en busca del mar Caribe y el César a desembocar en el Magdalena; ambos describen una inmensa curva, la del Ranchería con la convexidad vuelta hacia el Oriente, y la del César, con la convexidad vuelta hacia el Sudeste; la mayor parte del caudal de estos ríos viene de los arroyos que nacen en la Sierra Nevada, pues la Sierra de Motilones y Perijá contribuye con muy pocos afluentes y de escasa significación.



El núcleo de la Sierra Nevada de Santa Marta es de formación granítica, en parte por lo menos, de la época arcaica; a través de esta masa se han abierto paso diversas rocas plutónicas, tales como la diorita, la diabasa y los pórfidos, algunas de las cuales, como las liparitas y los melafiros son de carácter francamente efusivo. Muchas de estas rocas eruptivas, como la sienita de la vertiente oriental y el melafiro del Sureste se encuentran en contacto con rocas estratificadas de la formación cretácea, del piso denominado de Guadalupe, tales como areniscas de labor y calcáreas con fósiles o bien de otros pisos superiores, como la arenisca roja. En las partes bajas pueden verse grandes extensiones cubiertas por los tufs y las brechas de las rocas efusivas.

Los esquistos cristalinos, entre los cuales predominan el gneiss y los filades de diversas clases, cubren las faldas de algunos estribos, principalmente en la vertiente septentrional, y a veces se presentan dislocados y rotos.

En los sitios donde los estribos de la Sierra descienden a los valles próximos, aparecen las rocas sedimentarias, de las cuales son las más importantes la arenisca roja y una arenisca gris, tierna, con guijarros ne-

gros de piedra lidiana, semejante a la de Girardot, que puede verse en las colinas occidentales de la Sierra; también abunda la calcárea de conchas, la calcárea gris y la arenisca de labor en los contrafuertes de la falda oriental y la calcárea de conchas, de una formación más reciente, en el Valle de Upar.

La formación dominante en la Sierra de Motilones y Perijá es la cretácea, principalmente el piso denominado por Hettner, de Guapalupe, compuesto de calcáreas y pizarras negras. Las capas en esta serranía están estrechamente plegadas en el sentido SW. a NE, y en algunos sitios con grandes dislocaciones. Algunas rocas efusivas, como el melafiro, la porfirita diabásica de olivina y el pórfido cuarcífero, han hecho erupción a través de estas capas, originando un acentuado metamorfismo.

En dondequiera que las rocas básicas, como el melafiro y la diabasa, han hecho intrusión en las sedimentarias, se ha dado margen a la formación de minas de cobre, caracterizadas por minerales de contacto, como ocurre en la Sierra de Perijá, frente a Serrajón y en el Alto de las Minas al norte de Camperucho; en la banda derecha del César.

El valle central presenta distintas formaciones que le dan un variado aspecto geológico. Hacia la parte media los estribos de la Sierra Nevada, constituidos por sienitas y monzonitas, sublevan las capas de cretáceo superior formando numerosos valles de fractura, por uno de los cuales corre el Ranchería.

El paisaje es en extremo pintoresco: en el sitio de San Luis, al norte de Fonseca, el río pasa por una garganta estrecha, de paredes cortadas a pico; en la banda occidental las peñas se elevan verticalmente y forman un muro de roca, muy semejante al de las rocas de Suesca, en el cual pueden verse las capas casi horizontales de la formación, en el orden normal, es decir, arenisca de pectens, arenisca de labor, Plaener y calcáreas; un poco más al Norte, en Los Altos, las capas de arenisca están más dislocadas, y entre una eminencia y otra se advierten regueros de piedras redondeadas por el acarreo, y conos de deyección de antiguos torrentes que circularon por sitios donde hoy no hay una gota de agua. Hacia el Norte los estribos de la Sierra terminan en contrafuertes, medio ocultos por las arenas del llano, en donde las sienitas están profundamente alteradas por un avanzado proceso de caolinización.

En la parte oriental del gran valle, la Sierra de Perijá y Motilones se compone, como ya se ha dicho, de areniscas y calcáreas con las formas tectónicas ya mencionadas. Un poco al Occidente y dejando campo a un estrecho valle, surge el cerro de Serrajón, compuesto de arenisca de grano grueso, arenisca tierna y arcillas grises con capas de carbón del piso denominado de Guaduas por Hettner. La vertiente occidental del Serrajón es el ala de una enorme sinclinal o artesa cuyo borde occidental está



CIRCO DE JUYACHI



Rocas de Luis.

Corte del Serrajón.

constituído por pequeñas lomas dependientes de la serranía de Soldado.

Esta serranía de Soldado ocupa el centro del valle y se desarrolla paralelamente a la Sierra de Perijá. En la vertiente occidental pueden verse las areniscas y el Plaener del piso de Guadalupe, con amplios pliegues y pequeñas fallas, y en la vertiente oriental, del sitio de Pañales para el Sur, el piso carbonífero de Guaduas, cubierto en parte, cerca de la loma de La Palmita, por el piso de Barzalosa, que allí muestra la capa de arcilla azulosa con capitas y minúsculas venas de yeso especular; tanto en ese piso como en la parte superior del de Guaduas se presentan algunas capas de mineral de hierro metasomático.

El resto de la Provincia de Padilla, es decir, las llanuras y los valles interpuestos entre las serranías, está cubierto con grandes depósitos de arena, que en la parte sur están cementados por las margas del piso de Guadalupe.

De Codazzi y San Juan de César hacia el Sudoeste, el valle es un poco monótono en sus formaciones: predomina la formación denominada del *Carrare*, que es en la que se encuentran los más ricos depósitos de petróleo. Esta formación está compuesta, en su parte superior, de unas arenas cuarzosas con granos de piedra lidiana y partículas de minerales volcánicos y una arena de elementos únicamente cuarzosos; en su parte media de arcillas amarillas, rojas o grises, algunas de las cuales comprenden lechos de arena suelta impregnada de petróleo, y en la parte inferior, areniscas tiernas y calcáreas con conchas y caracoles, muy probablemente de la formación terciaria, pues en estas capas se han encontrado turritelas y otros fósiles característicos del terciario. En la parte baja de la hoya del César hay grandes bancos de una grava con gruesos elementos rodados de rocas cristalinas; la población del Banco está sobre esa grava, en la cual pueden verse grandes cantos de granito, pórfido, sienita y otras rocas semejantes.

W. Bergt, en su *Contribución a la Petrografía de la Sierra Nevada de Santa Marta y de la Sierra de Perijá en la República de Colombia, S. A.*, enumera las diversas rocas de estas regiones de la siguiente manera:

Sierra Nevada de Santa Marta.

- I. *Rocas eruptivas*: granito, pórfido cuarcífero, sienita, pórfido sienítico, diorita, porfirita diorítica; diabasa, porfirita diabásica, melafiro, tufs y brechas pirógenas, uralitita.
- II. *Esquistos cristalinos*: gneiss, filades, cuarcita, anfibolita y esquistos verdes, halleflinta, esquistos de contacto.
- III. *Rocas sedimentarias*: areniscas, calcáreas.

Sierra de Perijá.

1. *Rocas eruptivas:* melafiro y porfirita diabásica de olivina; pórfidos cuarcíferos y sus tufs.

II. *Rocas sedimentarias:* areniscas, calcáreas.

Establecido lo anterior, es natural que surja esta pregunta: antes de definirse el relieve actual de las hoyas que circundan la Sierra Nevada de Santa Marta ¿corría el río Magdalena por donde mismo corre hoy día?

Hay hechos que comprueban que no carece de fundamento la opinión que con frecuencia se ha formulado, de que en los tiempos geológicos el Magdalena corrió por lo que hoy es el valle del César y del Ranchería. Estos hechos son los siguientes:

1.º Todos los valles dependientes de la hoya del Ranchería, aun en la parte alta de su curso, están cubiertos por una capa de arena suelta, de granos finos, limpios y redondeados por el acarreo, muy probablemente de origen fluvial.

2.º Las colinas y pequeñas eminencias de esos valles están constituidas por gravas de piedras redondeadas por el acarreo.

3.º Las eminencias que separan las hoyas del Ranchería y el César, al descender de la sierra, están formadas por aglomeraciones de cantos rodados, a veces de gran tamaño, que denuncian el lecho de un antiguo río en sitios en donde hoy no hay una gota de agua.

4.º Las llanuras próximas a Riohacha y el sur de La Goajira hasta Carazúa, tienen todo el aspecto de los deltas de los grandes ríos.

5.º Entre los riegos que se han encontrado en la llanura de Riohacha, a la orilla del mar, figuran fragmentos de una porfirita andesítica, roca típica de los Andes Centrales.

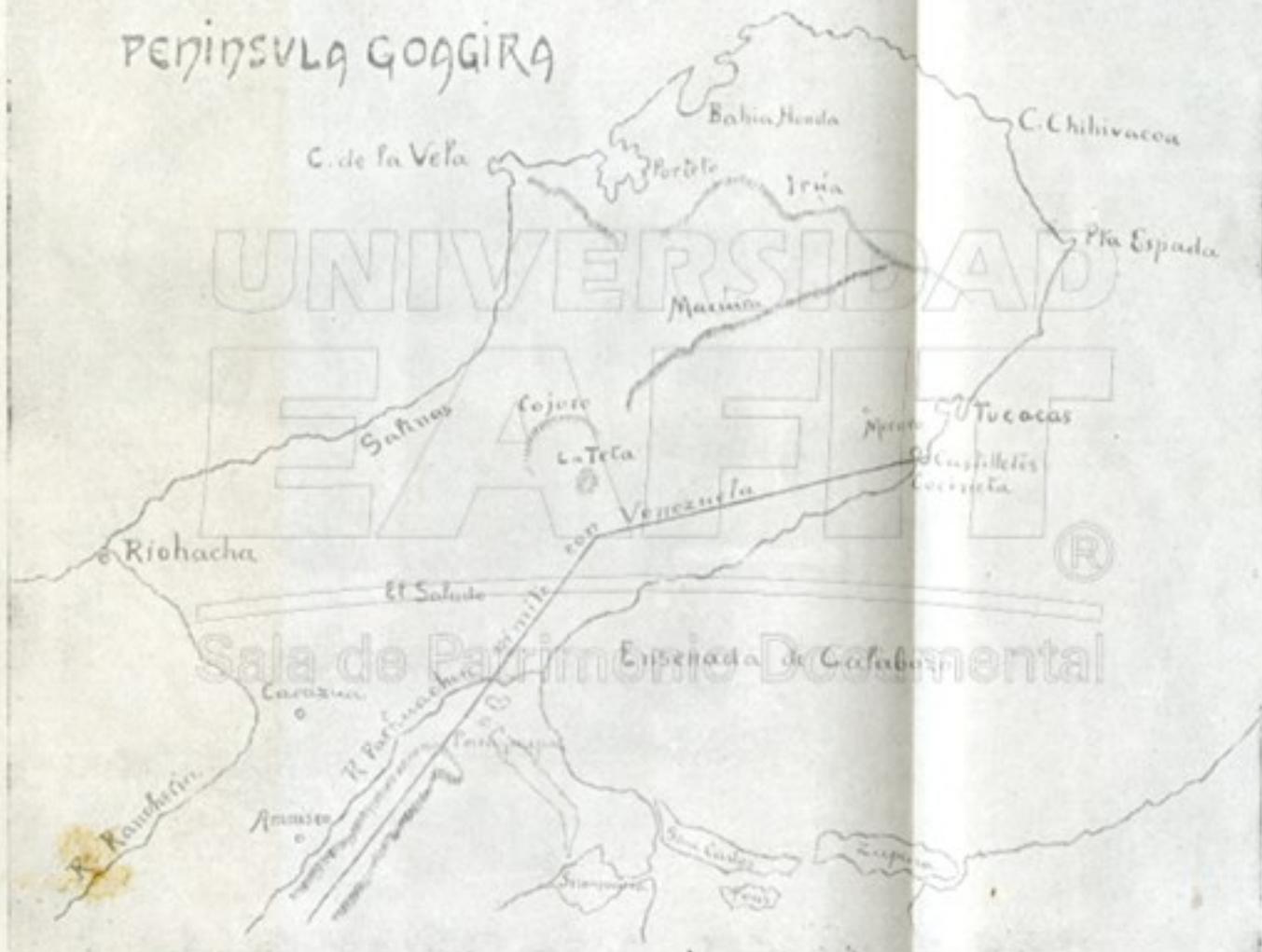
No es la primera vez que se emite el concepto de que en otros tiempos el Magdalena corrió por el valle de César y el Ranchería: Simons y Reclus, apoyados en consideraciones distintas de las expuestas, avanzan esta opinión en las obras citadas.

Es lo más verosímil, sin embargo, que no todas las aguas del río Magdalena buscaran paso hacia el mar por este valle, sino que el gran río se dividiera, en El Banco, en dos brazos, en virtud de la estrechez del cauce en ese sitio y de encontrar terrenos entonces muy bajos, en la banda oriental.

LA PENINSULA GOAJIRA

La circunstancia de haberse encontrado cerca de la costa comprendida entre Riohacha y Bahía Honda grandes bancos constituidos por aglomeraciones de conchas productoras de perlas, ha hecho que la atención pública se fije en esta parte de nuestro litoral y en las probables riquezas

PENINSULA GOGGIRA



naturales que puede ofrecernos esa porción de nuestro territorio. Además, algunas personas altruistas se han preocupado seriamente de la suerte que corren los indígenas que pueblan esas estepas, y aun ha habido quien denuncie costumbres verdaderamente delictuosas. En todo caso, por este u otro motivo, han vuelto a planterse los eternos problemas que esperan solución desde los tiempos del feroz Alfinger: ¿existen en La Goajira capas de fosfatos naturales semejantes a los de Curazao? ¿Existen yacimientos de combustibles minerales que resistan una explotación activa y estén próximos a la costa? ¿Qué condiciones agrícolas presenta ese territorio? ¿Qué providencias deben tomarse para que las tribus indígenas pasen de la vida nómada a la vida sedentaria?

Para responder a estas preguntas y otras muchas que no puede menos de hacerse quien visite estas apartados parajes, es preciso, ante todo, hacer un estudio, lo más detallado que sea posible, de la geografía, la geología, la fauna, la flora, las condiciones climatéricas, etc., de tan interesante región, pues solamente fundándose en observaciones hechas con esmero, en verdades científicas comprobadas, pueden avanzarse conceptos de alguna importancia e intentarse reformas benéficas para el país.

Nuestra intención no es escribir un tratado sobre la Península Goajira, que para tanto no alcanzarían nuestras fuerzas, sino hacer públicas algunas observaciones que tuvimos ocasión de hacer en dos viajes que hemos realizado a esta parte de la costa colombiana; aunque algún tanto deshilvanadas estas líneas, bien pueden servir de base a estudios más completos y, sobre todo, bien pueden contribuir a llamar la atención del Gobierno a esta parte de nuestro territorio tan interesante y tan digna de un brillante porvenir.

EL LITORAL

A partir de Ríoacha, la costa de Colombia en el mar de las Antillas toma una dirección SW. NE.; por el espacio de muchas leguas es casi recta y forma un ángulo de 30° próximamente con la dirección de los paralelos. Al principio baja y cubierta de dunas, va levantándose gradualmente hacia el Norte hasta que, a la altura del Cabo de la Vela, se ven aparecer los últimos contrafuertes de las serranías de la península. De ahí para delante empieza la costa a torcer hacia el Este y a hacerse cada vez más irregular; se abren primero las dos ensenadas de Portete y Bahiahonda, que admiten embarcaciones de alto bordo, siendo la de Portete muy abrigada y sus aguas muy tranquilas; avanzan en seguida los cabos de Chichivacoa y Punta Espada, éste, el punto más oriental de la Península. Tuerce en seguida el litoral hacia el SW.; y después de algunas puntas de alguna importancia, se presentan las ensenadas de Tucacas y Cocineta. Da entrada a esta última ensenada un caño angosto y

de poco fondo, limitado al Norte por una lengua de tierra llamada Punta de los Castilletes, porque hacia su base se encuentran dos eminencias cuyas cimas son planas y semejan las terrazas de un par de castillos o fortalezas; de esta punta parte la línea fronteriza que separa a Colombia de Venezuela. A poca distancia de la boca del caño surgen de entre el mar tres islotes o arrecifes, contra los cuales se estrellan las olas haciendo sumamente peligrosa la navegación y muy difícil la entrada al caño. Cuando sube la marea y el caño da fondo a las goletas y embarcaciones menores, la resaca cubre parte de la Punta de los Castilletes, los islotes casi desaparecen bajo el agua, y se necesita gran conocimiento de aquellos parajes para evitar las rompientes al conducir un barco a la ensenada. El interior de ésta es bastante profunda, y sus orillas permiten el arribo de las embarcaciones en dos o tres puntos. De todos los puertos de la península quizás es éste el más abrigado, porque rodea a la ensenada una serie de eminencias en anfiteatro, que la protegen contra los huracanes tan temibles y por desgracia tan frecuentes en aquellas comarcas.

Hacia el sur de la boca del caño se encuentra la Punta de Perret, baja y cubierta de dunas; de ahí para delante la costa sigue sensiblemente recta con una dirección NE. SW., casi paralela a la costa occidental de la península.

De la Punta de Perret al vértice del ángulo que hace el golfo de Calabozo, el litoral no presenta más irregularidades que la rada de Secheps, abierta y poco profunda. Paralelamente a la costa, que es casi en su totalidad baja, se ven multitud de arrecifes más o menos cubiertos por las aguas, probablemente restos de la punta de La Teta y de Los Médanos, que han sido separadas de la tierra firme por la violencia de la corriente equinoccial, tan fuerte en las costas venezolanas. Estos arrecifes son numerosos y muy visibles en la parte más occidental de la ensenada de Calabozo y muy probablemente constituyen los mogotes de Los Frailes.

Tuerce en seguida la costa y lleva una dirección casi perpendicular a la anterior hasta la boca del caño Paijana; de ahí, hasta la punta del Castillo de San Carlos, sigue sensiblemente en la dirección de los paralelos.

La isla de Zapatoca está separada del Castillo por un canal estrecho, y de las costas de Coro hacia su extremidad oriental, por otro aún más estrecho, por un verdadero caño.

Hacia el sur de la isla de Zapara y de la punta del Castillo de San Carlos se hallan las islas de Toas y Pescadores, que tienen alguna importancia geológica.

Los estrechos mencionados dan entrada al lago de Maracaibo, verdadero mar interior del Estado del Zulia, cuyas aguas son salobres en la parte norte y dulces hacia el Sur.



La Teta Goajira.



Sala de Patrimonio Documental

La costa de Coro va gradualmente inclinándose hacia el NE. A la altura de la Punta de Perret se encuentra la península de Paraguaná, unida al continente por un istmo largo y estrecho que, sin duda, será roto no muy tarde por las corrientes marinas; esta península termina al Norte en el cabo San Román.

Una serie de islas: Los Monjes, Oruba, Curazao y Buenaire forman los puntos culminantes de una cadena submarina paralela a las costas de Venezuela.

RELIEVE

La geografía de la Península Goajira es bastante sencilla: al norte de los Montes de Oca y por espacio de muchas leguas, se extiende una gran sabana, cuya inclinación general es de W. a E., como lo denuncian el cauce del Majayure, el del Parhuachón y el curso de las aguas en la estación lluviosa; sin embargo, en la región de Carazúa hay una eminencia apenas perceptible que determina una inclinación de NE. SW., hacia el cauce del Ranchería.

Frente a la ensenada del Calabozo, y a corta distancia de la costa, se eleva aislado el cerro de La Teta, eminencia cónica de 400 metros de altura sobre el nivel del mar; aislados también y alrededor de La Teta se elevan otros montículos de la misma forma, que le dan al paisaje un aspecto extraño, como si diseñaran sobre la llanura los bordes de un inmenso cráter.

Al NE. de La Teta se halla la serranía de Cojoro, elevación lineal de 500 metros de altura, que se dirige hacia el NE., y en su parte meridional forma un pequeño semicírculo con la concavidad vuelta hacia el Sur, y cuyos últimos estribos de extremidad oriental llegan casi a la orilla del mar; la pendiente septentrional de esta serranía es suave y larga hasta perderse gradualmente en la llanura occidental de la península; la pendiente meridional es corta y abrupta. Separada de la anterior por una garganta cuyo piso está al nivel de las llanuras adyacentes se encuentra la sierra Macuira, que se dirige sin interrupción hacia el NE., y cuyas dependencias van a terminar en la Punta Espada. Hacia el NW. de la península está la sierra de Irúa, uno de cuyos estribos forma el Cabo de la Vela.

LAS AGUAS

Por la poca elevación de sus eminencias y su orientación con respecto a los vientos, la península, en lo general, es muy pobre en aguas. Dos ríos de escasa importancia nacen al pie y al sur de los Montes de Oca: el Parhuachón y el Majayure; corren de SW. a NE., y se consumen en la arena a poco de salir al llano; tan pronto como dejan su lecho de piedras calcáreas y grava arcillosa compacta para correr sobre un cauce

de arena, desaparecen casi por completo, hasta el punto de que en la estación seca se necesita ser muy conocedor de las localidades para saber qué curso llevan las aguas de estos ríos. Los nombres de *Laguna del Pájaro*, *Lagunetas de Güincúa*, etc., se refieren a pantanos de agua infecta, que se secan completamente en ciertas épocas del año.

En la serranía de Cojoro nace el caño de Neima, que desemboca en la ensenada y que tampoco lleva agua en la época de los grandes calores. En la Sierra Macuira nacen algunos arroyos que corren suerte igual al Majayure y al Parhuachón.

Las aguas superficiales, son pues, sumamente escasas, sobre todo en las llanuras centrales, por lo cual son éstas un verdadero desierto. La falta de agua, la aridez del suelo y otras circunstancias análogas determinan la vida nómada de las tribus indígenas del norte de la península y aun originan verdaderas guerras, entre ellas, por la posesión de los pastos y de los contados abrevaderos que forman los oasis de esto que pudiéramos llamar la *Goajira Pétreo*.

Para modificar un poco estas condiciones locales es preciso pensar en el abastecimiento de agua, principalmente en las grandes llanuras próximas a la costa occidental. Como hubiera agua en algunos sitios de esas vastas regiones, pronto se harían sedentarias muchas de las tribus que hoy llevan una vida nómada, y se facilitaría inmensamente el trabajo de la reducción de los indígenas.

Las llanuras comprendidas entre Amaiseo y El Salado podrían regarse desviando el cauce del río Parhuachón hacia el NW., y revistiendo en algunos sitios su cauce para evitar las pérdidas por infiltración; a las llanuras próximas a Carazúa se les podría suministrar agua del Ranchería.

Para la parte septentrional de la península habría que pensar en las aguas subterráneas, que pueden ser de dos clases: freáticas y artesianas. Las primeras provienen del agua infiltrada que tropieza con una capa impermeable; de ese carácter son los pozos que hay en las inmediaciones de Guarero y al SE. de La Teta, de los cuales muy pocos conservan el agua en el tiempo seco. Las segundas son las que circulan por entre una capa permeable comprendida entre dos impermeables; la única localidad donde hay probabilidades de encontrar fuentes de ese carácter es en la zona comprendida entre la costa occidental y las serranías centrales, por presentarse allí la estratificación de las capas en condiciones favorables. En varias ocasiones los legisladores han votado partidas de consideración para abrir pozos artesianos en la península; digna de elogio es esa providencia, pero es preciso tener en cuenta, antes de llevarla a la práctica, que es necesario en primer término realizar serios estudios geológicos de la región para no exponerse a sufrir amargas decepciones.



FÓSILES DE LA CALCAREA

UNIVERSIDAD
EAFIT[®]

Sala de Patrimonio Documental



FÓSILES DE LA CALCAREA

EL TERRENO

La Península Goajira es la frontera occidental del golfo de Venezuela. Semejante a la de Paraguaná por su formación geológica, lo es también por la aridez de su suelo, su fauna y su flora. En ella el terreno varía de naturaleza con más rapidez que en los llanos del Zulia. Las diversas zonas geológicas tienen allí su fisonomía tan nítidamente marcada, que puede fijarse el paso de una región a otra por el simple aspecto del paisaje.

Puede dividirse en las siguientes zonas:

- 1.ª Llanuras del Norte y circo de Juyachi.
- 2.ª Serranías del Macuira e Irua.
- 3.ª Serranía de Cojoro.
- 4.ª La Teta y los montículos adyacentes.
- 5.ª Sabanas del Sur.
- 6.ª Montes de Oca.

1.ª Las llanuras del Norte pueden dividirse a su vez en tres zonas: la primera es de formación actual, ocupa toda la costa oriental y está formada por enormes bancos de arena que cambian de forma y dimensiones a causa del transporte de las partículas sueltas por los violentos y constantes huracanes. La segunda es paralela a la anterior y avanza hacia el interior de la península; está formada por rocas cuaternarias semejantes a las del Zulia, dominando la arenisca micácea, sin fósiles; esta delgada costra está a veces rota por grietas profundas que señalan el terreno terciario subyacente; en algunos sitios de la costa (de 2 a 6 metros sobre el nivel del mar) pueden verse colonias de concha actuales muy bien conservadas, y en otros (al norte de Mécoro), depósitos considerables de sal en menudos cristales. La tercera paralela a la anterior y más hacia el centro de la península, deja ver el terreno terciario característico.

En donde pueden estudiarse todas estas rocas con suma facilidad es en Juyachi, por haber ocurrido allí dislocaciones tales, que permiten abarcar de una sola mirada los diferentes terrenos que hemos mencionado. El propio sitio de Juyachi (la palabra *jugachi* en lengua goajira significa pozo) está muy cerca de la costa meridional de la ensenada de Cocineta, en una llanura baja, rodeada de mesetas en anfiteatro que semejan un circo. La roca sobre la cual reposan las mesetas es una calcárea de conchas con partículas de fosfato de cal: sobre ésta, en estratificación concordante, vienen las siguientes capas: arenisca tierna o bien arenisca suelta o grava, arcilla hojosa gris con láminas de yeso, calcárea de conchas. De Juyachi a Mécore se ven levantarse sobre el plano de la llanura varias mesas pequeñas, todas ellas compuestas de una costra de arenisca tierna, que reposa sobre las capas alternadas y horizontales de pizarra tierna y

yeso especular; la población queda sobre una eminencia igual. De ahí a los Castilletes no se nota más variación que la ausencia de las láminas de yeso. En los propios Castilletes, la explanada superior es un banco de calcárea de conchas de más de un metro de espesor, con gran número y variedad de fósiles; descansa sobre un conglomerado de guijarros cuarzosos, el cual a su vez se apoya en la calcárea inferior que ya hemos mencionado. Las láminas de yeso de Mécoro han dado origen a frecuentes errores; algunos exploradores las han tomado por láminas de mica y aún han aconsejado su explotación.

La parte superior de la meseta que rodea el circo de Juyachi, está cubierta de una ligera costra cuaternaria parecida a la que caracteriza las inmediaciones de Maracaibo; en otras mesetas hay montículos de grava, y en otras, en fin, bancos de ostras de la fauna cuaternaria. Los riegos que cubren la llanura son fragmentos de cuarzo, ágata, jaspe y sílice xiloide. La ensenada de Tucacas está formada en el centro de un círculo análogo al de Cocineta, con el mismo paisaje y la misma sucesión de rocas.

De Juyachi a Güincúa, siguiendo un itinerario paralelo a la costa, no se encuentra más que la gran llanura cuaternaria, rota a intervalos por hendiduras por entre las cuales pueden verse las rocas terciarias subyacentes o interrumpidas por eminencias de poca elevación. Este monótono paisaje se prolonga al sur hasta la serranía de Cojoro, en donde cambia la naturaleza del terreno.

2.º Las serranías de Macuira e Irúa están formadas por capas del cretáceo superior (piso de Guadalupe de los geólogos alemanes) inclinadas de E. a W. y en discordancia con el terreno terciario. En la región septentrional puede verse que estas capas se apoyan sobre una formación de gneiss, esquistos cristalinos y filades, que han sido trastornados por intrusiones de granito y aplita. El Plaener está reemplazado por unos esquistos silíceos negros (piedra lidiana) o bandeados de negro y blanco y la arenisca de labor por una arenisca muy compacta de cemento silíceo. Las dos serranías son independientes desde el punto de vista orográfico: los estribos de la Irúa que se prolongan hasta el Cabo de la Vela, dan a costa occidental un aspecto agreste.

Al occidente de la serranía se ven las capas de arenisca y de esquistos silíceos inclinados de E. a W., y sobre ellas en una ancha zona paralela al eje de la elevación, se desarrolla al terreno cretaterciario (piso de Guaduas de los geólogos alemanes) que va en estratificación concordante con el anterior y contiene capas de carbón.

3.º La serranía de Cojoro, cuyo pico más elevado es el Pororop, forma hacia el Sur un pequeño arco de círculo hacia el noroeste del territorio ocupado por La Teta y las eminencias adyacentes, volteando hacia

ellas su parte cóncava. Es de poca elevación (500 a 600 metros sobre el nivel del mar), y su cresta está cortada por numerosas escotaduras que apenas alcanzan a la mitad de la pendiente. Sus rocas principales son areniscas con inclinación de S. a N., de manera que la vertiente que mira hacia La Teta es rápida y escarpada, en tanto que la del lado opuesto es muy suave. Esta serranía está separada de la de Macuira por un ancho espacio horizontal.

4.º La Teta y las elevaciones inmediatas ocupan el área comprendida entre el arco de círculo descrito y la orilla del mar.

El cerro en cuestión, llamado Epitse por los naturales, es una eminencia cónica, de 400 metros de altura, que surge aislado y sin conexión aparente, ni con la serranía de Cojoro ni con las otras elevaciones. Los otros cerros se destacan aislados y son de forma cónica como La Teta, pero mucho más pequeños. La roca del cerro principal es de carácter volcánico, de textura traquítica con numerosos granos de cuarzo enclavados en la pasta (probablemente un pórfido cuarcífero).

5.º Hacia el Sur volvemos a encontrar la sabana cuaternaria que se extiende sin interrupción hasta Montes de Oca. Las capas del cuaternario, al principio delgadas, van engrosando más y más, hasta que en las serranías de los Montes de Oca adquieren, sobre todo las de grava, un enorme espesor. Los riegos no son ya de jaspes y cuarcitas, sino fragmentos de rocas plutónicas, esquistos cristalinos y filades metamórficos, al Sur, y minerales de hierro pisolítico, al Norte. Hacia el Centro, en el sitio denominado *El Salado*, se encuentran, a poca profundidad, algunas capas muy delgadas de sal cristalizada.

6.º Las sabanas están limitadas al Sur por los montes de Oca, que son el término de la cordillera de Motilones y Perijá, y cuyas rocas son las areniscas y calcáreas del cretáceo superior.

FLORA Y FAUNA

El carácter de la vegetación en La Goajira está determinado por tres factores: la humedad, la temperatura y la naturaleza del suelo; por tanto, desde este punto de vista, el terreno se divide en zonas bien caracterizadas que a su vez influyen en el desarrollo de la vida animal y en el género de vida de los habitantes.

Estas zonas son las siguientes:

Zona de los bosques—Esta zona comprende la falda de los Montes de Oca y las llanuras inmediatas hasta donde se siente la influencia de algunas corrientes de agua que vienen de la región meridional; también en la serranía de Cojoro y en la Macuira hay algunas pequeñas porciones de ese carácter.

Predomina en esta zona la vegetación arborescente, que en algunos sitios adquiere una exuberancia excepcional: abundan los cedros, las ceibas, los diomates y muchas plantas de las familias de las leguminosas, menispermas y euforbiáceas; en las partes bajas y húmedas se desarrollan verdaderos bosques de bambúes y otras plantas semejantes, en tanto que en los sitios un poco más secos se desarrollan otras gramíneas. Las criptógamas están representadas por algunos hongos, líquenes, musgos y helechos, pero, en general, la vegetación rastrera es de poca importancia.

«En las riberas de Majayure, dice Cortés, hay abundantes caracolies, guáimaros, cedros, guarumos blancos, varasanta, cacaíto, cauchos, guásimos, achiote cimarrón, carutos y palmeritas de albarico, chontas y matabitas, una laurácea y una ceibita de tronco recto y cubierto de gruesos agujijones.»

Zona de los pastos—Esta zona ocupa la parte central de la península y se extiende desde el pie de los Montes de Oca hasta las faldas de la serranía de Cojoro y aun más al Norte, a un lado y otro de la sierra Macuira; su importancia es grande porque en ella se levantan los ganados que constituyen la principal riqueza de La Goajira.

La vegetación herbácea, compuesta en su mayor parte de gramíneas y malváceas, predomina en casi toda la extensión de estas llanuras, pero se encuentran también diseminados en estas estepas algunos árboles, principalmente mimosas, caparidáceas y eritrinas; en la región central, al rededor de La Teta, se encuentran algunas euforbias, malpigáceas, solanáceas, pasifloras y aristoloquias, y los indígenas de la localidad cultivan algunas variedades de citrullas, cuyos frutos alcanzan un volumen enorme; más hacia el Norte, en las partes más secas, aparecen las mimosas y las cácteas, principalmente de los géneros mamilaria, cereno y opuntia.

Zona desierta—Esta zona, que ocupa grandes extensiones de la península en la parte septentrional, es sumamente seca, y sólo presenta cácteas, mimosas y algunas amarantáceas. Al tratar de la vegetación de esta estéril comarca dice Cortés:

«Encuétrase uno que otro caricari y unas tres leguminosas arborescentes en pocos parajes. La vegetación herbácea no es común, y en muchos lugares el suelo arenoso y seco está completamente descubierto. Amparadas por algún cardo vegetal tal cual mata de algodón, una que otra de malva, dos erisíneas y pocas gramíneas, casi siempre secas y marchitas. La única planta que resueltamente lucha con ventaja es una especie de tribulo de las cigofiláceas, pequeña yerba postrada, siempre verde, de hermosas flores amarillas y fruto espinoso, que se extiende en todas di-

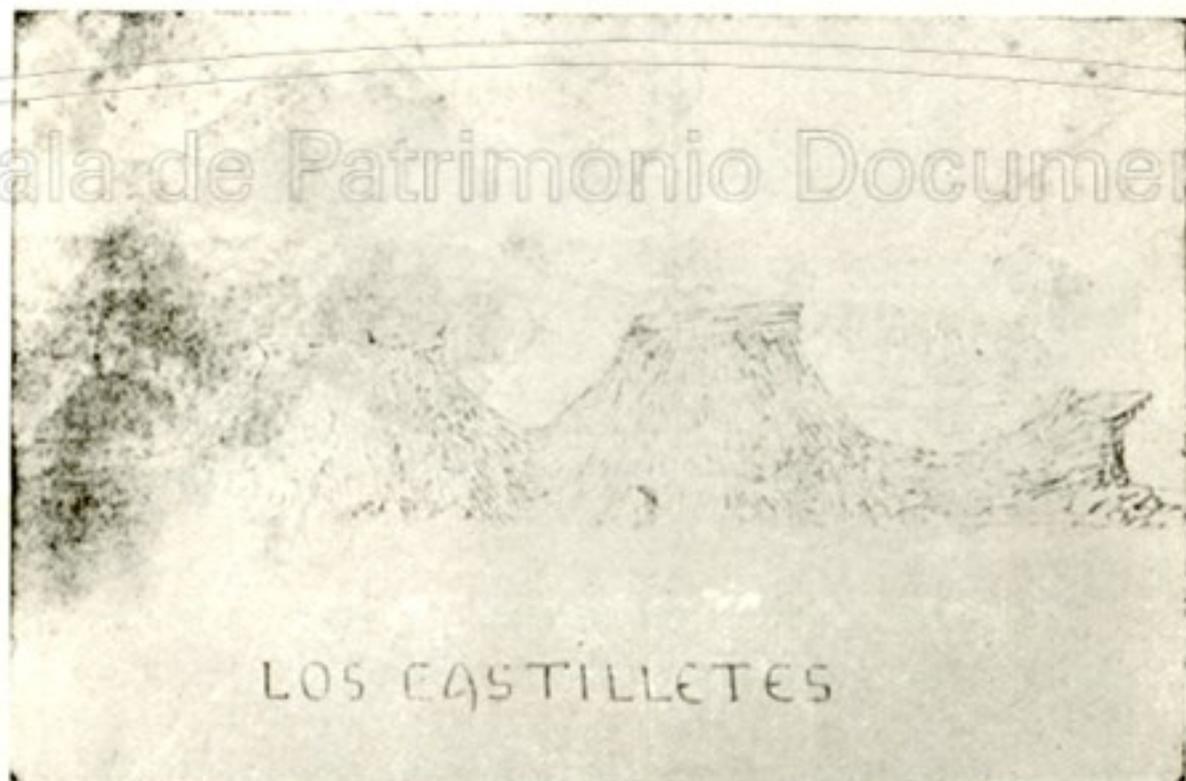


CACTVS EN EL DESIERTO

EAFIT



Sala de Patrimonio Documental



LOS CASTILLETES

recciones tratando de fijar la arena a despecho de la sequedad y del huracán.»

La fauna está de acuerdo con la flora en todos estos parajes y está determinada también por las condiciones locales. Solamente hacia el Sur se encuentran en número apreciable los mamíferos y las aves, éstas en su mayor parte de las especies migratorias, que sólo frecuentan estos sitios en algunas épocas del año; los batráceos están escasamente representados, y de los reptiles sólo se muestran con frecuencia las iguanas, las agamas, algunos lacértidos y unas dos a tres especies de ofidios venenosos. Hacia el Centro y hacia el Norte se extiende el dominio de los articulados: los arácnidos y los mariápodos son innumerables, sobre todo estos últimos, de los cuales existen multitud de especies de muy variadas formas y de todos tamaños; principalmente las escolopendras pululan en los sitios secos, y entre ellas llama la atención por lo agresiva la escolopendra gigante; los iulos sólo se presentan en la región meridional en donde lo permite una vegetación más fresca y la humedad del terreno.

Los insectos no son muy abundantes, y felizmente el orden de los dípteros apenas cuenta unas pocas especies; no hay anfóelos, ni estegomias, ni típulas, probablemente porque las larvas de estos insectos son acuáticas, y por consiguiente no pueden prosperar en estas regiones tan secas, y acaso también porque los ahuyenta el continuo huracán. Con todo, en la región próxima a La Teta existe una mosca que los naturales llaman aristin, cuya picadura es mortal para las bestias.

PRODUCTOS NATURALES

A pesar de la esterilidad del terreno, del rigor del clima, de la falta de agua y de otras circunstancias adversas, puede suministrar la península algunos productos naturales de indiscutible valor; enumeraremos los más importantes.

Perlas—Paralelamente a la costa occidental de la península y en parajes donde el mar no es muy profundo, se extiende una zona compuesta de bancos de conchas, entre las cuales predominan las de los géneros avícula y pentadina, que producen no solamente perlas sino también el nácar de calidad superior. A juzgar por los informes de los buzos venezolanos, estos bancos son más ricos y más extensos de los que existen en las inmediaciones de la isla de Margarita.

Como se sabe, el valor de las perlas depende del tamaño, de la forma y del oriente o brillo peculiar. Las más estimadas son las de color blanco opalino y de intenso brillo, aunque a veces presenten reflejos azules; las de un brillo débil y reflejos amarillos se consideran de segunda clase. En cuanto a la forma, son más valiosas las perfectamente esféricas; vienen en segundo lugar las ovaladas, y por último las que semejan una pera.

De todas clases se han encontrado en nuestras costas, pero predominan las de primera clase, y aun se han recogido ejemplares de gran tamaño y de un brillo magnífico.

Salinas—En la porción de la costa comprendida entre Riohacha y Bahía Honda hay varias regiones bajas que se inundan en tiempo de la pleamar, en donde se han establecido con suma facilidad varias salinas marítimas de riqueza excepcional.

Entre Mécoro y los Castilletes, y entre este último lugar y la ensenada de Tucacas, se extienden inmensas sabanas cubiertas de una costra de sal cristalizada, que sin duda ha sido formada en épocas remotas por la evaporación de las aguas del mar. Esta sal se explota en la actualidad y se vende en Maracaibo y en la Vela del Coro.

Carboneras—En unas colinas que forman los estribos occidentales de las serranías de Cojoro y Macuira, próximamente a la latitud de Bahía Honda, aflora la formación cretaterciaria (piso de Guaduas de los geólogos alemanes), con sus vetas de carbón características, que en esta región adquieren un desarrollo considerable. Y no sería difícil la explotación de estas vetas, y sería poco costoso el acarreo del carbón a Bahía Honda, donde encontraría un mercado favorable. Esta región carbonífera fue descubierta y descrita por el señor Jorge Isaacs.

En las cercanías de Mécora, a corta distancia de Juyachi, hay yacimientos de liñito, a poca profundidad y de un espesor que permite la explotación. Aunque esta clase de carbón no es la más ventajosa para la industria, por su escaso poder calorífico, si podrían explotarse estos yacimientos para satisfacer las necesidades locales.

Fosfatos—Todas las rocas calcáreas que forman los picos terciarios en Tucacas, los Castilletes, Mécoro, Secheps, etc., contienen fosfato de cal. Estos inmensos bancos ocupan una extensión de muchas leguas cuadradas, y su espesor es considerable; desgraciadamente la proporción de fosfato de cal que estas piedras contienen no permiten su aplicación en la agricultura,

Los análisis practicados en ejemplares de las distintas localidades, dieron los resultados siguientes:

Calcárea amarilla, cavernosa, con fósiles, de Güincúa.

Carbonato de cal.....	520
Carbonato de magnesia.....	110
Alúmina y hierro.....	5
Fosfato de cal.....	35
Arena silícea.....	325
Agua y pérdida.....	5
	<hr/>
	1,000

Calcárea rosada de Juyachi.

Carbonato de cal.....	480
Carbonato de magnesia.....	140
Alúmina y hierro.....	2
Fosfato de cal.....	58
Arena silícea.....	320
	<hr/>
	1,000
	<hr/>

Calcárea rosada de Mécoro.

Carbonato de cal.....	505
Carbonato de magnesia.....	115
Alúmina y hierro.....	5
Fosfato de cal.....	50
Arena silícea.....	320
Agua y pérdida.....	5
	<hr/>
	1,000
	<hr/>

Como se ve, a pesar de la esterilidad de su suelo, por la sequedad extrema, tiene la península elementos de vida no despreciables, y contribuye más que otras muchas regiones de la costa al incremento de la riqueza pública. Lo grave en esas estepas es la falta de agua, que obliga a los naturales a llevar una vida nómada e impide el desarrollo de la agricultura. Hoy, cuando la Nación deriva una renta de consideración de la explotación de las perlas, sería justo atender al suministro de agua para esas llanuras, bien fuera desviando el curso del Parhuachón y del Maja-yure o buscando fuentes subterráneas en las llanuras occidentales de las serranías de Cojoro y Macuira.

EL GRANITO ERUPTIVO EN LOS ANDES COLOMBIANOS

Un distinguido minero colombiano escribía a mediados de 1914, en una revista científica y profesional, lo siguiente:

«Estos granitos (los que afloran en los páramos al oriente de Bogotá), como la mayor parte de las rocas eugraníticas de los Andes colombianos, son cretáceos y postcretáceos idénticos a los análogos de otras localidades de América.

«La creencia de que todo granito, y mejor, que todas las rocas graníticas eran *necesariamente* precámbricas, indujo a error, hasta hace poco tiempo, a geólogos eminentísimos. La discusión de esta materia, granitos modernos, terminó no há mucho con los trabajos de los geólogos (petrógrafos) americanos que pusieron en la más absoluta evidencia que

fuera de los granitos precámbricos los hay pertenecientes a otras épocas geológicas y años muy recientes.

«Estos granitos modernos se diferencian de los otros, principalmente por contener plagioclasas. Para evitar confusiones y palabras inútiles, yo empleo los términos de: alaskita y monzonita para los tipos modernos de eugranitos correspondientes al granito y sienita precámbricas, respectivamente.

«En 1892 me di cuenta de que la sienita de la Cordillera Central de Colombia en algunas localidades—era precretácea—escribí sobre esto, y fui criticado en publicación importantísima en Estados Unidos.»

Numerosas observaciones que hemos tenido ocasión de hacer en los terrenos cristalinos de la Cordillera Central, de la Oriental y de la Sierra Nevada de Santa Marta, confirman la opinión del autor de las líneas transcritas acerca de la edad geológica de las rocas de textura granítica, tales como el granito, la sienita, la diorita, etc.

En efecto: en la región de Payandé y más al Sur, en la mina del Sapo, puede verse la sienita típica que atraviesa las capas de calcárea con fósiles del terreno cretáceo, dando origen a una extensa zona de metamorfismo donde abunda el mármol de los más variados colores, que suele contener, en las inmediaciones del contacto, granates, epidoto y otros minerales característicos que demuestran la acción metamórfica.

La sienita de los estribos orientales de la Sierra Nevada de Santa Marta, cerca de Treinta, que es muy semejante a la de Ibagué en lo relativo a su composición mineralógica, también trastorna las capas cretáceas que allí son principalmente areniscas y calcáreas.

En el páramo de Chitagá, las enormes masas de diorita han dislocado e invertido, a causa de la erupción, las capas de arenisca de labor propias de la formación cretácea, hasta el punto de que en El Almorzadero y en la vertiente meridional que desciende al Cerrito, pueden verse sensiblemente verticales.

La diorita de La Quebra, en Antioquia, es notoriamente postcretácea, lo mismo que la del páramo de Frontino, tan rica en plagioclasas.

El granito de la parte alta de la hoya del río Humea, en la región de Medina, rompió las capas sedimentarias, y su acción dinámica sobre ellas fue de tal suerte intensa que éstas quedaron formando los farallones, conjunto fantástico de contornos caprichosos.

El granito que aflora en los páramos al oriente de Bogotá, que en realidad, no es un granito sino una pegmatita de grandes elementos, que atraviesa en forma de diques las areniscas de varias localidades, desde el páramo de Dolores hasta los de Guasca y Carboneras, es también de una edad geológica muy reciente.

Casi todos los viajeros científicos que han recorrido el país han advertido estas particularidades: Stille califica de intrusivo el granito de la región de Ocaña, lo mismo que las monzonitas cuarzosas del Cerro de San Pedro, y la aplita monzonítica de Zaragoza en el Tolima; Scheibe encontró postcretáceas un gran número de rocas graníticas de Antioquia, y últimamente Stutzer observó las dislocaciones producidas en la formación terciaria del norte de La Goajira por las intrusiones de rocas aplíticas y graníticas.

Con anterioridad a 1892, muchos geólogos se habían dado ya cuenta del papel que estas rocas desempeñan, principalmente de la que Stelzner designó con el nombre de *andengranite*, en virtud de sus estudios en la República Argentina y en la Cordillera de Chile, en 1885; W. Bergt, encontró en la Sierra Nevada de Santa Marta dos clases de granito, uno probablemente precámbrico y el otro seguramente postcretáceo, a juzgar por su influencia sobre las rocas sedimentarias, y Hettner en su *Contribución a la Geología y Petrografía de los Andes Colombianos*, trae perfiles geológicos, de los cerros de Aguabonita, en la Cordillera Central, y de los páramos de Santurbán y Frío en Santander, en los cuales se ve claramente que el granito ha hecho intrusión por entre las rocas sedimentarias del cretáceo, y es por tanto posterior a ellas.

En Europa, la historia geológica del granito ha sido establecida desde remotos tiempos, muy anteriores a los estudios de los geólogos (petrógrafos) americanos. A ese respecto M. H. Coquand, en su *Traité des Roches*, editado en 1857, dice lo siguiente:

En los primeros tiempos de la geología se consideraba a todos los granitos sin excepeión, como la roca fundamental sobre la cual estaban colocadas todas las demás; pero más tarde la observación vino a probar que esta opinión, tomada en un sentido absoluto, era errónea, porque hay ejemplos que demuestran que el granito puede reposar sobre rocas fosilíferas, cuya edad no es muy antigua. De ahí que se haya hecho grupo aparte de lo que se ha llamado *terreno primitivo*; y como las investigaciones de los geólogos tienden continuamente a distraer algunos yacimientos de ese terreno, probablemente acabará por reducirse de un modo considerable.

Sin embargo, como esas excepciones, aunque muy numerosas, no pueden anular los hechos generales, y puesto que los terrenos han llevado una cierta sucesión, la serie debe haber tenido necesariamente un primer término; además, como en la suposición de la incandescencia primitiva del globo, las materias que debían componer los granitos, han debido consolidarse en la superficie, aunque la parte inferior aún permaneciera en fusión, se concibe fácilmente que la primera costra fuera granítica y que la materia incandescente que se encontraba inmediatamente debajo

pudiera originar erupciones graníticas posteriores a la primera corteza; lo mismo que a los terrenos sedimentarios, debe reconocerse que existen los granitos primitivos, considerando como tales aquellos que, en virtud de los hechos positivos, no puedan considerarse como posteriores a los primeros terrenos estratificados. Indicaremos en seguida los granitos cuya posterioridad está bien demostrada.

• Los granitos constituyen comarcas de una extensión considerable en ambos hemisferios. Forman en general el eje mineralógico de las grandes montañas (Alpes occidentales, Sajonia, Pirineos, Andes, Noruega, Suecia, etc). Pero las cadenas de montañas no son los únicos sitios en donde se presenta el terreno granítico. Constituye algunas regiones arrugadas, con protuberancias centrales que surgen, a manera de islas, por entre los terrenos que forman la base (Francia central, Córcega, isla de Elba).

• En la cadena de los Vosgos, el granito de grano fino está atravesado por filones de otro granito porfiroide de grandes elementos y que, por consiguiente, es de una época posterior; otro tanto ocurre en las inmediaciones de Freyberg, en Sajonia y en otra multitud de partes. Así, las intercalaciones de esta roca plutónica en medio de los esquistos cristalinos se verifica en casi todas las regiones donde aparecen los terrenos graníticos.

• M. Lyell cita un ejemplo bien notable de filones ramificados de granito que atraviesan el esquisto arcilloso de la montaña de La Table en el cabo de Buena Esperanza, y otro ejemplo, no menos curioso, de la penetración de esta misma roca en las calcáreas y los esquistos de Glen-Tilt en Escocia. Algunas porciones de la calcárea han sido arrancadas de su yacimiento primitivo y se encuentran envueltas por el granito.

• Otra intercalación de esta clase es la observada por M. de Buch en la montaña de Paradies-Bachen, cerca de Cristianía. El piso de esta montaña está constituido por un terreno de transición fosilífero, compuesto de pequeñas capas de esquisto cuarzoso, arenisca y calcárea; una masa de granito anfibólico está intercalada en medio de las capas del terreno, y otra igual cubre la cima de los estribos, de suerte que por mucho tiempo se pensó que las masas graníticas y las capas fosilíferas iban alternadas. Las observaciones recientes han demostrado que entre las masas intercaladas las había en forma de filones, de suerte que no puede dudarse de la posterioridad de la roca granítica.

• En 1832 M. de Humboldt anunció el descubrimiento hecho por M. Seckendorf, en las montañas de Hartz, de varios fragmentos de grauwacka con petrificaciones, incluidos en el granito.

• M. E. de Beaumont observó que el granito, al sudoeste de Villard d'Arenes, cubría las capas del terreno jurásico. La superficie de contacto pudo verificarse en una gran longitud, porque el granito reposa oblicua-

mente sobre la calcárea cuyas capas buzan bajo la superficie escarpada de la roca. La superficie de contacto no es plana; las dos rocas encajan una en otra, de suerte que se pueden obtener ejemplares, por mitad de calcárea y de granito. En las capas calcáreas, hasta las inmediaciones del granito, pueden observarse belemnitos y amonitos, evidentemente jurásicos, que prueban que tales capas hacen parte del gran sistema jurásico de los Alpes.

«El granito de Aurignac, entre Foix y Tarascón (Pirineos), ha penetrado en forma de filones por entre las capas del terreno cretáceo, con las cuales alterna en varios puntos. Siguiendo con atención estos filones, en el sentido de su dirección, no es difícil advertir las relaciones que existen entre el terreno cretáceo y el granito. Puede verse que este último ha sido inyectado lateralmente y que pertenece a una masa principal independiente, la cual ha venido a establecerse en la superficie, ha cortado las capas secundarias y ha lanzado, en medio de ellas, numerosas ramificaciones.

«En la isla de Elba se reconocen rocas graníticas mucho más modernas. Esta isla es, sin contradicción, el país más notable del mundo entero, donde la poca edad del granito está escrita, por decirlo así, en cada fragmento de la roca feldespática que herimos con el pie, porque avanza sobre el terreno terciario numulítico. La isla tiene en su parte occidental un enorme macizo granítico, del cual el monte Capanna es el punto culminante. La variedad más importante de las rocas en esta célebre localidad es el granito de dos feldespatos diferentes, de los cuales el uno, uniformemente repartido en la masa, pertenece a la ortosa, y el otro, mucho más abundante y en pequeños granos laminares, de un blanco puro y de apariencia mate, ha sido reconocido por M. Damour, quien lo refiere a la oligoclasa.»

Lo expuesto basta para dejar establecido lo referente a la edad geológica del granito eruptivo. Para mayor ilustración de este asunto, considerado desde otros puntos de vista, nos permitimos hacer algunas consideraciones, de carácter general, sobre las rocas graníticas.

Las rocas graníticas o plutónicas se caracterizan principalmente por su estructura, que, por regla general, es de tal suerte, que los elementos mineralógicos componentes, todos de naturaleza cristalina, están en granos de variadas dimensiones, casi siempre reconocibles a simple vista o en cristales definidos que le dan una apariencia porfídica. De estas rocas las principales son el granito, la sienita, la diorita y algunas otras de composición un poco más básica.

El granito está formado principalmente por granos cristalinos de cuarzo, feldespato y mica, como elementos esenciales y pequeños cristales de apatita, circón, titanita, etc., como elementos accesorios; todos estos

elementos han seguido un orden de consolidación definido, que principia por los minerales como la titanita, el circón y la apatita, incluidos siempre en otros cristales, y termina con el cuarzo y la microclina. Las inclusiones más frecuentes en el cuarzo son líquidas, y en los feldespatos son los elementos de primera consolidación; por último, casi todos los granitos presentan ambos feldespatos (ortoclasa y plagioclasa), cualquiera que sea su origen, de modo que la presencia de las plagioclasas no puede constituir un carácter distintivo.

Hay muchas variedades de granito que se distinguen, bien por particularidades de la estructura, o por la presencia o el predominio de algún mineral, o por sus condiciones de yacimiento; algunas de estas variedades llevan los nombres de las localidades en donde se encuentran, como rapakiwi, luxulianita, durbachita, etc. De estas últimas variedades es la alaskita, que escasamente puede merecer el nombre de granito por su extraña composición química, pues, en efecto, contiene 0,10 de Ba O, 0,11 de agua higroscópica, señales de Sr O y de LiO O, carece de elementos coloreados, y sobre todo lleva muy poca mica. El andengranite de Stelzner o granito andino, que en el valle de El Juncal, vertiente occidental de los Andes chilenos, atraviesa los tufs traquíticos, tiene incluidas en el feldespato algunas partículas vítreas, y por ser muy común en los Andes meridionales podría dar su nombre a nuestros granitos modernos con más propiedad que la alaskita, de la cual no tenemos un solo ejemplar en el país.

Una de las rocas plutónicas de mayor importancia entre nosotros es la sienita, compuesta esencialmente de ortoclasa, plagioclasa y hornblenda, con biotita, circón, apatita, titanita, magnetita, ilmenita y a veces cuarzo, como elementos accidentales; de esta roca hay también numerosas variedades, cuyos nombres se derivan de las localidades donde predominan, como monzonita, nordmarkita, pulaskita, etc.; la monzonita, roca de Monzoni, en el Tirol meridional, es sin duda la más importante de todas; es de textura granular, contiene ambos feldespatos, sus plagioclasas son del tipo de la andesina o del labrador, y sus elementos ferromagnesianos son la hornblenda, la augita y la biotita; tanto la monzonita como la sienita se presentan en Colombia, y principalmente en el Tolima, con un carácter intrusivo muy marcado y de edad geológica reciente; la presencia de las plagioclasas y la edad de las erupciones no son caracteres que puedan servir en la distinción de estas dos rocas, porque son comunes a ambos tipos.

En resumen: para diferenciar el granito fundamental del intrusivo, así como para averiguar la edad geológica de las rocas plutónicas, no basta la determinación de sus elementos mineralógicos, y son pocas las luces que pueden arrojar los detalles estructurales; el único medio seguro para

llegar al conocimiento exacto de estas rocas y de los fenómenos que concurren a su formación, estriba en el estudio de sus relaciones con otras rocas, principalmente de las estratificadas y en la verificación de los fenómenos de contacto.

LOS DISTRITOS PETROGRAFICOS Y SU IMPORTANCIA EN COLOMBIA

En un país como el nuestro, donde la industria fabril está apenas en sus albores, y el comercio tropieza con la falta de vías de comunicación, bien puede decirse que toda la riqueza proviene del suelo, como toda la energía proviene del sol.

En dos formas contribuye el suelo al desarrollo de la riqueza: en primer lugar, por la producción agrícola, base del sustento del hombre, y en segundo lugar, por la producción minera, base fundamental de toda industria; de ahí que en todo país que principia su evolución sean la agricultura y la minería las dos primeras manifestaciones de la actividad humana.

Ahora bien, la producción agrícola depende en gran parte de la naturaleza del suelo aluvial, compuesto de materiales orgánicos, últimos residuos de los seres vivos, y detritos de las rocas preexistentes acarreados por las aguas; por otra parte, los dos factores de mayor importancia en lo que se refiere a la industria minera son, sin duda alguna, los combustibles, principalmente el carbón y el petróleo y los metales, sobre todo el hierro; ambas fuentes de riqueza se relacionan, pues, con el carácter de las rocas, que constituyen la corteza terrestre, y estas rocas que determinan la localización y la naturaleza de los yacimientos minerales, están distribuidas sobre la superficie del globo en ciertas porciones que se denominan distritos petrográficos.

Según la hipótesis de Suess y otros geólogos eminentes, el núcleo central de la tierra está constituido por una masa metálica, en la cual predomina el hierro, que está cubierta por una escoria de densidad muy pequeña. En esta escoria pueden considerarse dos capas: una profunda, compuesta en su mayor parte de sílice, magnesia y hierro, que ha recibido el nombre de *sima*, y otra superficial, en donde predominan la sílice, la alúmina y los álcalis, que se denomina *sial*. A la primera pertenecen los minerales ricos en magnesia y hierro, de colores oscuros, principalmente los matices intensos del verde (*melanócratos*), y de una densidad un tanto elevada, es decir, los minerales básicos como los anfíboles, los piróxenos y los peridotos; a la segunda pertenecen los minerales ricos en sílice y alúmina, de colores claros (*leucócratos*), y de una densidad muy baja, es decir, los minerales ácidos como el cuarzo y los feldespatos. Como es natural, existen muchas rocas de composición intermedia entre

las ácidas y las básicas, y éstas últimas pasan por grados insensibles a la composición de la masa metálica interna.

Las arrugas de la corteza terrestre que han determinado la formación de las grandes cadenas de montañas, por las causas mismas a que deben su existencia, dieron origen a fracturas y grietas enormes que vinieron a establecer una comunicación entre la superficie y la masa interior del globo; por estas dislocaciones surgieron las rocas eruptivas, al principio francamente ácidas, como las pegmatitas y los pórfidos cuarcíferos, luego neutras, como las sienitas y andesitas, y por último, básicas, como los basaltos. En suma, el magna interno, que está a una elevadísima temperatura, arroja a la superficie en primer lugar las rocas ácidas, que son las más livianas y que constituyen el *sial*, y por último, las rocas básicas, más pesadas, que constituyen el *sima*, y que señalan el aspecto final del proceso eruptivo; sin embargo, en las grandes cordilleras suele haber una repetición de estos fenómenos, a la cual se ha dado el nombre de *recurrencia*, y que no es rara en nuestro país, porque, por ejemplo, las dacitas del Nevado del Tolima son posteriores a los basaltos de Antioquia.

Las investigaciones de Iddings, Pirsson, Broegger, Levy, etc., han venido a arrojar nueva luz a este asunto. De los numerosos análisis químicos hechos sobre rocas procedentes de distintas localidades, han venido a concluir que las rocas eruptivas, cualquiera que sea su estructura y su edad geológica, pueden clasificarse en grupos de acidez decreciente, de *sial* al *sima*. Estos grupos corresponden a magmas de distinta profundidad y quizás a centros eruptivos diferentes. En efecto, se ha podido demostrar que la proporción entre las cantidades de álcalis y elementos ferromagnesianos es constante para cada centro eruptivo, y que esas circunstancias varían de un centro eruptivo a otro, aun cuando estén muy próximos, como lo aprueba la enorme diferencia que existe entre las lavas del Vesubio y las de Etna.

Una localidad en la cual las rocas eruptivas estén ligadas por su composición química, por su origen y por su historia geológica, es lo que se ha designado con el nombre de distrito petrográfico. Dos distritos petrográficos pueden ser de un carácter geológico enteramente distinto, aun cuando estén muy próximos; en ese caso su riqueza mineral será de distinto tipo, porque las especies minerales que constituyen sus rocas serán diferentes, y además la tierra de labor a que da origen la disgregación del terreno será también diferente, y por tanto habrá cambios muy notables en la producción agrícola.

Los distritos petrográficos están caracterizados por la naturaleza de sus rocas eruptivas; ahora bien, estas rocas son las que nos suministran una gran parte de los materiales de construcción y las que dan origen a los elementos minerales útiles del terreno arable; además los yacimien-

tos de minerales metálicos están en íntima relación con estas rocas; en consecuencia, no se puede poner en duda la importancia de los distritos petrográficos.

Los filones metalíferos deben su origen a la influencia de una roca eruptiva, que por esa razón se ha denominado *roca generadora*; los yacimientos de estaño, de uranio y de otros metales semejantes están relacionados con las rocas eruptivas más ácidas; los yacimientos de cobre dependen de las porfiritas; los yacimientos de níquel, cobalto y cromo, de las rocas básicas, y los de platino de las rocas ultrabásicas. En Colombia se han venido advirtiendo, de tiempo atrás, los nexos que existen entre las rocas eruptivas y los yacimientos de minerales metálicos; es bien sabido que los traquitos, las andesitas y las decitas han dado origen a las minas de oro y plata, como puede observarse en Antioquia y en el norte del Tolima; las porfiritas y las diabasas han determinado las minas de cobre, como puede verse en Natagaima y en la Sierra de Motilones; los minerales de estaño se encuentran en la Provincia de Ocaña, asociados a la pegmatita y al greisen, y por último, las minas de cinabrio del Quindío están enclavadas en un esquisto clorítico que ha sido sublevado por la acción de las porfiritas.

Por lo expuesto puede juzgarse qué tan importante es el estudio de los distritos petrográficos, sobre todo en un país como el nuestro, que deriva gran parte de su riqueza pública de los filones metalíferos. Una de las últimas disposiciones del Gobierno, referente al desarrollo de la industria minera, es el restablecimiento de la Comisión Geológica, que con tanto acierto dirigió el irreemplazable doctor Roberto Scheibe; es posible que la nueva Comisión se ocupe en la determinación y delimitación de los distritos petrográficos, con lo cual prestará un importante servicio a la industria nacional.

INDICE

	Págs.
Prefacio	3
Regiones geográficas de Colombia	5
Regiones geológicas de Colombia	10
Regiones mineras de Colombia.....	30
Reseña geológica de los Departamentos de Tolima y Huila.....	47
Entre el Coello y el Luisa	58
Reseña geológica de Cundinamarca y Boyacá.....	62
Las hoyas hidrográficas al oriente de Bogotá.....	82
El curso del río Negro, afluente del Meta.....	90
El terreno cristalino de Santander.....	97
La hoya del César y el Ranchería en su aspecto geológico.....	100
La Península Goajira.....	106
El granito eruptivo en los Andes colombianos	117
Los distritos petrográficos y su importancia en Colombia.....	123

Sala de Patrimonio Documental

UNIVERSIDAD
EAFIT®

Sala de Patrimonio Documental

**Biblioteca
Universidad Eafit**



6 2000 00117983 5

EL
TALLER
Los Cuernos
29/09/12

THE HISTORY OF

THE UNITED STATES OF AMERICA
FROM 1763 TO 1876

BY JOHN P. FOSTER