

ANNALES
DE LA
Escuela Nacional de Minas

MEDELLIN, OCTUBRE DE 1936 — NUMERO 38

CONTENIDO:

Bosquejo Geológico
de
Antioquia

POR EL DR.
JUAN DE LA C. POSADA

TIP. COMERCIAL — MEDELLIN

CIENTÍFICOS DE ANTIOQUIA

BOSQUEJO GEOLOGICO

DE

ANTIOQUIA

POR

JUAN DE LA C. POSADA

CIENTÍFICOS DE ANTIOQUIA

INTRODUCCION

El estudio geológico de Colombia está en sus principios. Desde los tiempos de Humboldt, Bonpland y Bous-singault, eminentes naturalistas que visitaron el país hace más de un siglo, e hicieron las primeras observaciones valiosas sobre la evolución geológica en nuestro territorio, muchos otros sabios lo han recorrido parcialmente, dejando estudios interesantes, pero fragmentarios, inconexos. En los últimos veinte o treinta años, estas investigaciones se han multiplicado más todavía, aunque en forma siempre desordenada, sin abarcar el conjunto sistemática y detalladamente.

Solamente H. Karsten y T. Ospina han publicado *Reseñas Generales* sobre la Geología del país, pero como era de esperarse, la profundidad y extensión de estos trabajos, por otra parte muy meritorios, son bien reducidas.

Entre tanto la situación del problema seguirá, quién sabe hasta cuándo, por el mismo camino. Formar la carta geológica de un país y publicar la monografía correspondiente, es tarea larga, ardua y costosa, que requiere el levantamiento previo del mapa geodésico, a curvas de nivel, y esta obra aún no se ha emprendido en forma.

Por otra parte, las formaciones pre-cenozoicas colombianas presentan dificultades especiales para ser interpretadas, y hacen vacilar y diferir en sus apreciaciones a mentalidades tan competentes como R. A. Sheibe, O. Stutzer y E. Grosse.

En consecuencia, este *Bosquejo Geológico de Antioquia*, aparte de estar escrito por quien no es geólogo sino

un simple aficionado a esos estudios, lleva consigo el sello de la vaguedad e imprecisión que corresponde a un campo de investigación que se puede decir está prácticamente virgen.

II

CARACTERES GEOLOGICOS GENERALES

El croquis geológico que acompaña este estudio, muestra claramente los siguientes rasgos fisiográficos de los Andes antioqueños. Al oriente, la vertiente al río Magdalena de la Cordillera Central; al centro oriental, la hoya del río Porce, totalmente dentro de la cordillera central; al centro occidental, parte de la hoya del río Cauca, entre las Cordilleras central y occidental; al oeste, parte de la vertiente al río Atrato de la Cordillera Occidental, y al noroeste, con desagüe al Golfo de Urabá, la hoya del río León, y también las de los ríos Mulatos y San Juan, en las estribaciones occidentales de la Serranía de Abibe, que tributan sus aguas al mar Caribe.

Los ejes de las Cordilleras, al igual que los lechos de los ríos mencionados, van aproximadamente paralelos, en dirección general de sur a norte.

Desde su entrada por el sur, a más de 4000 m. de altitud y en una sola y estrecha masa imponente, va descendiendo la Cordillera Central en altura hacia el norte, desplegándose a la vez en una ancha red de ramales y contrafuertes, que constituyen el núcleo mayor de las "montañas antioqueñas". La Cordillera Occidental, también de considerable altura, conserva en forma ondulada del perfil por su eje mayor, altitudes que rebasan los 3500 m., hasta los nacimientos de los ríos Sinú y San Jorge. Desde su entrada por el sur, esta Cordillera se ramifica en el segundo laberinto de las "montañas antioqueñas". La Serranía de Abibe, desprendida de la Cordillera Occidental

cerca a Tres Morros y con cumbres hasta de 2000 m. sobre el mar, se trifurca y se enmaraña para llegar a besar las aguas del Caribe.

La considerable altitud y la orientación paralela de las Cordilleras principales y la arrugada topografía que las caracteriza, en flancos precipitados, bañados por numerosas y rápidas corrientes de agua que se incorporan a los grandes ríos que corren mansamente a sus pies por llanuras bajas, dan al paisaje de conjunto el aspecto de un territorio joven, que apenas comienza a erodarse, a peniplanarse.

Un corte o perfil esquemático, de este a oeste, mostraría tres crestas de apariencia geoanticlinal entre lo ríos Magdalena y Porce, entre el Porce y el Cauca, y entre este último y el Atrato.

Una estructura continental de esta clase sugiere, desde luego, fenómenos de diastrofismo y de tectonia recientes, con esfuerzos orogénicos potentísimos y opuestos, apuntalados al este y al oeste, probablemente en el macizo de Guayana y en tierras desaparecidas en el Pacífico, respectivamente.

Las depresiones del Magdalena, del Porce, del Cauca y del Atrato representan fosas de hundimientos más o menos acentuados, con desgarramientos o rupturas en grande escala, en los flancos de las cordilleras, en sentido de norte a sur, lo que permitió el embalsamiento de sus grandes masas sobre magmas ascendentes, que las han llevado a la altura actual, sin que se pueda decir, a ciencia cierta, que está ya terminado el ascenso. Los frecuentes e intensos movimientos sísmicos de los Andes, en general, indican un estado de equilibrio inestable todavía.

Como consecuencia de lo expuesto, las formaciones estratigráficas, tanto antiguas como modernas, enfilan sus capas más o menos plegadas, más o menos falladas, con rumbo general de sur a norte y buzamientos fuertes, ya hacia el este, ya hacia el oeste.

No pocos de los investigadores de la geología colombiana proponen, para analizarla, dos grandes divisiones históricas que comprenden, en primer término, todas las formaciones anteriores al cenozoico, que se denomina por su vaguedad e indefinición, el *Complejo pre-eocénico*, y en segundo lugar, las formaciones *post-cretáceas*, hasta la era reciente. Algunos señalan la línea de división en el principio del cretáceo, pero esto parece menos conforme con la realidad, si se tiene en cuenta la oscuridad de los horizontes cretáceos, especialmente en el occidente colombiano, si es que allí existen, sin lugar a duda.

Ahora bien, debajo del cenozoico quedan las tres grandes eras del Criptozoico, del Paleozoico y del Mesozoico que comprenden, en conjunto, el 96% de la cronología geológica, esto es, queda apenas para las formaciones que en Colombia se han estudiado con relativa facilidad, el 4% del total.

La antigüedad de los estratos del complejo pre-eocénico; el intenso metamorfismo que muy comúnmente ha alterado profundamente la estructura íntima de esos sedimentos; las frecuentes intrusiones de masas ígneas; los fuertes plegamientos y las fallas y fracturas que muestran por doquiera, todo ello como resultado de grandiosos esfuerzos orogénicos, han contribuido, más o menos, a borrar los registros históricos grabados delicadamente por medio de fósiles y de rasgos fisonómicos, al tiempo remoto de su formación.

No sucede lo mismo con las capas post-cretáceas, de reciente data, menos atormentadas y alteradas que las anteriores. En aquéllas se encuentran fósiles abundantes y bien conservados; los estratos están, por lo común, frescos, y las dislocaciones han afectado poco su estructura.

De lo expuesto se deduce claramente por qué es tan vaga y tan difícil de interpretar, la geología colombiana del complejo pre-eocénico, y por consiguiente, no es e

extrañar que se emitan, a veces, conceptos completamente contradictorios, como se verá más adelante.

III

ERA CRIPTOZOICA

Aflora en Antioquia una faja discontinua, de dos a tres kilómetros de anchura, desde el cerro de Capiro en Sonsón, hasta las vecindades de San Pedro, esto es, en una extensión aproximada de 100 kilómetros, compuesta de una roca profundamente metamorfoseada, pero de carácter evidentemente sedimentario. Se le ve en Sonsón, al norte de la Cebra y del Retiro, al sur y al norte de Guarne, en el Ancón (río Medellín) y en Guasimal. La estratificación es, por lo común, muy fina; buza en ángulos muy fuertes, al este y al oeste, llegando a veces a la vertical, y el rumbo general se aproxima a N. 10 W. Esta formación, aparentemente la más antigua en el departamento, está compuesta por un esquisto amfibólico verdoso ligeramente, que tiene los caracteres de una verdadera amfibolita, con hornblenda, algo de feldespato y a veces cuarzo. En ocasiones alternan capas de cuarcitas, esquistos filíticos o micáceos y zonas néisicas. Las intrusiones, evidentemente posteriores a su formación, compuestas de granitos, primero, y luego de dioritas y otras rocas, explican su grado de metamorfismo. No se han encontrado fósiles en ella y probablemente no se encontrarán. Se puede presumir que estos estratos fueron depositados en los mares criptozóicos con productos de erosión del basamento primitivo continental sur-americano, perfilado desde entonces, en forma nuclear, desde el Brasil y las Guayanas, hasta el noroeste colombiano. A cuál de los horizontes del Criptozóico corresponde es más difícil todavía conjeturar, con algún fundamento. Para Grosse y T. Ospina, pertenece, sin lugar a duda, al pre-cambriano, pero sin determinar el piso. R. A. Sheibe tiene sus dudas a este respecto y admite la posi-

bilidad de que sea paleozóico (cambriano?). Se sabe que ocupa en Colombia, en islotes aislados, una grande extensión. Se le ve en Caldas (Marmato), en Nariño, (oeste de Pasto, sobre la cordillera) etc. Queda, pues, planteada así la primera incógnita del complejo pre-eocénico.

IV

ERAS PALEOZOICA Y MESOZOICA

Intruidas o levantadas por gran variedad de rocas ígneas, existen especialmente en los flancos, y en parte, sobre los lomos o cordones de las tres cordilleras principales antioqueñas, potentísimas capas de estratos antiguos, como parte de las rocas de fundamento del Cenozóico, en grupos confusos de esquistos variados, filitas, cuarcitas, pizarras, arcillas compactas (*shales*), calcáreos cristalinos, etc., todos los cuales se presentan plegados, inclinados, fallados y metamorfoseados de muy diversa manera.

En casi toda la intrincada red de montañas del departamento, hasta niveles bastante bajos, los conjuntos ígneos y esquistosos afloran frescos a veces, pero más comúnmente en diversas formas de alteración y descomposición, hasta constituir los suelos agrícolas, que están cubiertos pobremente, en lo general, por delgadas capas de humus o tierra vegetal.

Casi la totalidad de los filones de oro, plata y metales bajos, que constituyen la extensa zona metalífera antioqueña, afloran encajados en este complejo, comúnmente en los contactos o en la vecindad de las modernas intrusiones cenozóicas o dentro de éstas. Desde luego, en una topografía característicamente accidentada, la concentración de los metales nobles desprendidos de los filones por las fuerzas de la erosión, se ha verificado en las cañadas, cañones y vegas de las corrientes de agua, formando los ri-

cos y extensos placeres de oro, y en parte de platino, que han dado y seguirán dando cuantiosos valores.

De igual manera, la intensa erosión de esta clase de montañas, sujetas, por lo demás, a lluvias frecuentes y torrenciales, va dejando las laderas convertidas en barrancos y peñascales casi desnudos y pobres para la vegetación, a medida que se derriba la selva, acumulando a la vez, cascajos, arenas y lodos a lo largo de las quebradas y de los ríos hasta el mar. Si no se protegen los bosques de laderas inclinadas fuertemente, de talas innecesarias, fomentando, en cambio, el cultivo intensivo en tierras más planas, el aspecto geológico y agrícola de comarcas tan quebradas y accidentadas, será muy distinto, en no lejano día, con perjuicio inmenso para la riqueza pública.

Reina completa anarquía, entre los geólogos que han observado estas formaciones, en cuanto a su edad y orden de sucesión. Para algunos (Grosse) gran parte del conjunto es precambriano; para otros (Sheibe, Stutzer, Ospina) se trata en su gran mayoría, de estratos paleozóicos y mesozóicos.

La escasez de fósiles dificulta la solución del problema, ya que por los solos caracteres estructurales y estratigráficos, no es siempre posible dar conceptos definitivos, categóricos. No pasa lo mismo con respecto a la Cordillera Oriental colombiana, en donde se ha podido estudiar y conocer detalladamente la geología, desde el cretáceo en adelante, por medio de restos orgánicos bien conservados y abundantes.

Como datos paleontológicos fidedignos, para clasificar la serie estratigráfica en referencia, no se tiene sino lo siguiente:

(a) *Período ordoviciano* (?). En la vecindad de la estación Cristalina del F. C. de Antioquia, a unos 15 kilómetros del río Magdalena y a cerca de 200 metros sobre el nivel del mar, se descubrió hace pocos años un banco

fosilífero de pizarras arcillosas, de fina laminación, que se dejan rayar fácilmente con la uña, abundantísimo en impresiones claras y casi perfectas de *graptolitas*, género de los celentéreos, orden de los hidróideos. Las impresiones más comunes pueden ser el *clonograptus flexilis*, el *tetragraptus serra* y el *phylograptus typus*. Todos ellos se destacan bellamente en color de ocre rojizo, sobre el fondo azul grisoso de la pizarra. Según esto, se podría pensar con buen fundamento, que se trata de sedimentos del Siluriano inferior, o más probablemente, del ordoviciano. Llama, sí, la atención, la frescura y débil metamorfismo de los estratos y su presentación en la base aplanada y lejana del cordón Cordillerano intrusivo, y en la proximidad de otros esquistos profundamente metamorfoseados, hasta convertirse en cristalinos.

(b) *Período Jurásico* (?). Recientemente se descubrió, a pocos kilómetros al noroeste de Anorí, un banco interesante, con apariencia de fosilífero, desde los 1000 m. hasta los 1600 m. de altitud, compuesto de un esquisto de color plomizo oscuro, bastante duro y tenaz y de carácter quizás sericítico-micáceo. Las formas, al parecer fósiles, son abundantísimas y se asemejan a las *belemnites*, de la extinguida familia de los belemnítidos, perteneciente a la clase de los moluscos cefalópodos, petrificadas en un mineral no determinado aún. Falta un estudio, hecho por especialistas, de este material, material que bien puede resultar no ser fosilífero, sino un banco de minerales de origen metamórfico.

Ahora bien, los belemnítidos aparecieron en el Triásico, culminaron en el Jurásico y se extinguieron en el Cretáceo. Queda así la posibilidad de definir paleontológicamente, la existencia del Mesozóico en Antioquia, muy probablemente en su período Jurásico.

(c) *Período Cretáceo* (?). Casi en una misma localidad, en *La Loma Hermosa*, y a corta distancia del camino que conduce de San Jerónimo a Ebéjico, encontraron los geólogos R. Sheibe y E. Grosse, algunos fósiles frag-

mentarios o mal conservados, que fueron enviados a Alemania para su clasificación. Los fósiles de Sheibe, encontrados primero, se presentan en bancos delgados de arcillas pizarrosas, negras y betuminosas, bastante densas y tenaces, intruídas por diabasas. Los restos consisten en bivalvos y fragmentos de amonitas. Los fósiles de Grosse, en formación semejante, son iguales a los anteriores; pero a corta distancia, en una arenisca ferruginosa, obtuvo él restos mal conservados de lamelibranchios y gasterópodos. El paleontólogo Steinmann clasificó los primeros como pertenecientes al piso barremiano y los últimos al piso aptiano, ambos del Cretáceo inferior.

Si se tiene en cuenta la observación hecha en S. América y otras partes, de que las intrusiones ígneas del Triásico superior son generalmente de carácter ácido y las del Jura-Cretáceo, de carácter básico como lo son las de *Loma Hermosa*, puede pensarse provisionalmente que en Antioquia no se ha encontrado todavía el Triásico y que la existencia del Cretáceo es bastante dudosa, como parece pensarlo H. Hubach, con respecto a estratos que observó en Urabá, en la vertiente oriental de la Serranía de Abibe. Al menos, si hubo mar Cretáceo en las Cordilleras Central y Occidental, fue de poca extensión y en engolfamientos aislados de aguas epicontinentales. No fué así en la Cordillera Oriental, que estuvo cubierta por un océano extenso, asiento de poderosas capas que cubren hoy sus cimas, y sub-yacentes en la fosa del Magdalena, a considerable profundidad.

En cuanto a fósiles vegetales, nada importante se ha descubierto en Antioquia, correspondiente al complejo precámbrico. La paleobotánica apenas principia a conocerse en estratos del cenozoico, en Colombia.

De lo expuesto se puede concluir que en el departamento se encuentran extensas estratificaciones paleozoicas del período *ordoviciano* o del *siluriano inferior*. Más probablemente, del primero. Además, posibles, poderosas for-

maciones mesozóicas del *jurásico*, y quizás débiles manifestaciones del *cretáceo*. En cambio, en el oriente colombiano existen potentes capas del *cretáceo* y quizás del carbonífero paleozóico. Queda así un gran campo abierto para el estudio, que puede dar sorpresas interesantísimas.

Analizados los pocos registros paleontológicos conocidos de la cubierta sedimentaria paleozóico-mesozóica del fundamento ígneo, plutónico, que la soporta, queda por determinar los caracteres litológicos de los diversos horizontes y la extensión que ocupan en el departamento.

En cuanto a lo primero, Sheibe los separa en dos grupos:

(a) *Grupo paleozóico*. Constituyen este grupo, esquistos micáceos producidos por el metamorfismo de las pizarras arcillosas, a veces tan intensos, que pasan al estado cristalino; neis micáceo, producto del metamorfismo extremo del esquisto por causa de intrusiones graníticas; filitas, con fina foliación y ricas en cuarzo; cuarcitas, que a veces son extremos metamórficos de las filitas, y contienen a menudo hornblendas y granates; calizas, más o menos puras y en parte marmorizadas, y por último, esquistos arcillosos, pizarrosos por lo común, poco alterados. Los estratos marmóreos son muy extensos, desde el río La Miel hasta salir del departamento, por el norte, en zona paralela al Magdalena, a distancia no mucho mayor de 20 o 30 kilómetros. Hay porciones de mármoles bellísimos y casi puros, (99.23 % CaCO_3) propios para su explotación económica.

(b) *Grupo mesozóico*. Lo constituyen, en su estado inalterado, arcillas pizarrosas y areniscas que pasan por metamorfismos a esquistos micáceos, cloríticos, grafiticos y cuarcíticos. A veces se ven calizas, y como particularidad, ocurren en todos esos estratos, capas de rocas efusivas, básicas.

Por su parte, Grosse, al estudiar los sedimentos anti-

guos en la vertiente al río Cauca, al occidente de Medellín, del ramal de la Cordillera Central que separa las hoya de aquel río y del Porce, los clasifica así:

Primer grupo. Arcáico, compuesto de amfibolitas granudas, esquistosas y densas, y de cuarcitas néisicas, con hornblenda.

Segundo grupo. Precambriano inferior. Lo constituyen filitas y esquistos verdes, con interposiciones de esquistos cuarcíticos sericíticos, filitas calcáreas, filitas grafitóides, néises albíticos epidóticos, esquistos actinolíticos y filitas micáceas.

Tercer grupo. Precambriano medio. Lo forman pizarras arcillosas con interposiciones de cuarcitas y areniscas cuarcíticas.

Cuarto grupo. Precambriano superior. Está constituido por pizarras arcillosas grises, con interposiciones subordinadas de cuarcitas.

Quinto grupo. Mesozóico. Se distinguen dos horizontes: el más antiguo lo forman pizarras arcillosas, sericitas y esquistos silíceos, y el más joven, está constituido por pizarras margosas, betuminosas; calizas betuminosas y areniscas dolomíticas. A esta última subdivisión atribuye Grosse los fósiles de la Loma Hermosa, que él admite como cretáceos.

A su turno, Stutzer parece estar más de acuerdo con las ideas de Sheibe.

En vista de opiniones tan encontradas, no queda más recurso que hacer nuevas investigaciones, observando, sobre todo, los contactos de las diversas capas hasta lograr establecer sus relaciones estratigráficas en cuanto a conformidad e inconvención, y buscar fósiles que han de decir la última palabra en tan oscuro problema. Los hallazgos de Cristalina y quizás los de Anorí, fuera de lo encontrado antes en la Loma Hermosa, principian a dar luz a este respecto.

En efecto, los graptolites de Cristalina determinan la existencia del paleozóico, probablemente en su período ordoviciano, y los posibles belemnites de Anorí, el mesozóico, en su piso jurásico. Además, puede que los restos confusos de la Loma Hermosa correspondan al cretáceo, aunque también cabrían dentro del jurásico.

Además, parece que por lo menos una gran mayoría de la numerosa variedad de estratos que flanquean la Cordillera central al oriente del río Porce, y quizás la parte sur, a partir de la altiplanicie de Santa Rosa, del ramal de dicha cordillera que se interpone entre el Cauca y el Porce, son paleozóicos antiguos, presilurianos, y que desde entonces ese macizo montañoso no ha vuelto a estar considerablemente sumergido. En cambio, la parte norte, más deprimida, del ramal del Porce ya citado y la Cordillera Occidental, pueden ser principalmente mesozóicas, lo que implicaría un extenso mar, quizás jurásico y tal vez otros menores, cretáceos.

Exceptuando la pequeña zona que determinó Grosse en las laderas del Cauca, al occidente de Medellín, por medio de un estudio detallado del terreno, que dibujó en mapas acotados, de alguna precisión, nada más se ha hecho para determinar las áreas que el paleo-mesozóico cubre en el departamento.

En tesis general se puede decir que los estratos pre-mesozóicos, junto con su séquito de rocas ígneas ácidas, dominan en gran parte de la Cordillera Central principal y en parte de su ramal del Porce, y los sedimentos mesozóicos, acompañados de rocas ígneas básicas, son característicos de la Cordillera Occidental. La separación detallada de estas áreas entre sí y de las de los horizontes postcretáceos, tanto sedimentarios como ígneos, es tarea casi total, que está reservada para los futuros geólogos que estudien el suelo colombiano.

V

ROCAS IGNEAS PRE-CENOZOICAS. TECTONIA

Si reina confusión, por falta de datos, en cuanto a la geología del complejo pre-eocénico de origen sedimentario, no es menor la falta de precisión y de acuerdo con respecto al complejo ígneo que lo acompaña.

Este conjunto está constituido por rocas abisales, intrusivas y efusivas.

Está fuera de duda que todas estas masas ígneas son posteriores, con cierto orden de sucesión, a las sedimentarias, y que corresponden a diversas etapas del movimiento orogénico andina, iniciado posiblemente desde la época criptozóica con un primer embalse de los estratos que hoy se encuentran convertidos en amfibolitas. Sería ácido o básico el magma que pudo haber plegado estos estratos para colocarlos en ángulos de inconformidad con los paleozóicos? Queda por resolver este interrogante. Probablemente fué ácido.

En cuanto a los sedimentos paleozóicos, es evidente que fueron levantados, intruidos y alterados por un poderoso magma batolítico o como quieren algunos, lacolítico, de carácter general granito-sienítico—con preponderancia de esta última facies—expuesto principalmente en la Cordillera Central en grandes extensiones que se presentan aplanadas generalmente, por causa de intensa y prolongada erosión y en estado de profunda descomposición. El empuje de este magma vino probablemente del oeste, si se considera que los flancos de dicha cordillera hacia el Magdalena son mucho más suaves y extendidos que los que miran al Porce y al Cauca.

En la vecindad misma de Medellín y en otros muchos lugares se observan casos típicos de lentes de esquistos antiguos, muy seguramente de la serie paleozóica, incluidos

totalmente en los copos o apófisis de la masa granito-sienítica, lo que no deja duda de la anterioridad de los esquistos.

Además, se observan también casos clásicos de rocas básicas, como gabros, diabasas, peridotitas más o menos serpentinizadas, etc., intruidas por entre el granito, hasta dejar englobadas dentro del magma básico, porciones de la roca ácida, lo que demuestra mayor antigüedad de ésta sobre aquéllas. Estas intrusiones básicas se incrustan más comúnmente dentro de la serie estratigráfica, en forma de diques, silos, etc.

Las masas de peridotitas, más o menos serpentinizadas, tienen cierto valor económico, por el mineral de hierro de carácter hematítico y limonítico, que se ha formado en sus afloramientos, especialmente como productos de la descomposición de la olivina y como segregaciones. Formaciones considerables de esta clase se ven en los alrededores de Medellín, Angelópolis y Santa Bárbara. Los de Angelópolis proporcionaron durante muchos años el denominado *mineral rico*, que se beneficiaba en la Ferrería de Amagá para la obtención de *hierro blanco cromado*, que se utilizaba para la fabricación de magníficos piones para minas. Un análisis de mineral promediado, de esta clase, hecho en Londres, dió el siguiente resultado, que considero de interés:

Peróxido de hierro.....	51.71
Protóxido de hierro.....	0.94
Oxido de cromo.....	3.11
Sílice	11.60
Alúmina	12.19
Oxido de manganeso	0.20
Magnesia	1.01
Acido fosfórico	0.07
Azufre.....	0.105
Agua de combinación	14.64
Humedad	4.31
Total	<u>99.885</u>

Porcentaje de hierro metálico	36.96
Porcentaje de cromo metálico	2.13

Además, se ven importantes segregaciones de cromita, al pie del Morro de las Cruces, cerca a Medellín, dentro de la masa peridotítica.

Por lo que respecta al carácter litológico de la masa plutónica ácida, se puede decir que es muy variado, lo que indica grandes diferenciaciones y segregaciones al tiempo de la solidificación. En tesis general, es de naturaleza hornbléndica, con más o menos ortoclasa, plagioclasa, cuarzo y mica. El grano pasa de grueso a medio y hasta fino. Hay zonas de aspecto monzonítico, y en ocasiones hasta diorítico, sin faltar segregaciones ricas en hornblenda y biotita. Por lo demás, su presentación topográfica, en una especie de extensa meseta, está caracterizada por formas arredondeadas, cupulares, de prolongada y profunda erosión. En suma, el aspecto de la roca es de muy antigua, con efectos manifiestos de alteración profunda, y señales evidentes de haber sufrido intenso metamorfismo, como lo prueban las frecuentes zonas néisicas que se observan.

Aparte de esta serie, parece que hubo en el complejo paleozóico-mesozóico una segunda generación de rocas ácidas, que dominan en la Cordillera Occidental y en parte de la Central, especialmente en el ramal del Porce, seguida igualmente de intrusiones básicas, en forma de diques y silos de carácter melafírico, basáltico y diabásico. Las rocas ácidas son quizás del tipo conocido con el nombre de *granitos andinos*, en gran variedad de diferenciaciones al compactarse, que representan dioritas, dacitas, monzonitas, etc. En los farallones de Citará rompe la masa de grano-diorita los estratos mesozóicos o los dobla sobre sus cúpulas, y las rocas básicas se acomodan, por lo general, intercaladas, más o menos paralelamente, entre dichos estratos.

Si estas apreciaciones de carácter general representan

los hechos ocurridos en el pasado, no obstante opiniones muy diversas y encontradas, a este respecto, de los geólogos nombrados atrás, la tectonia y orogénesis del paleozóico y mesozóico antioqueños se puede historiar así:

Primero. Un fundamento basal, correspondiente a la primera era geológica o sea a la criptozóica, compuesto de estratos depositados en un geosinclinal oceánico, que bien pudiera denominarse el *gran geosinclinal andino*. Estos estratos fueron levantados durante la revolución que finalizó el período proterozóico, por magmas de naturaleza desconocida, y han sufrido desde entonces, metamorfismos de todo orden, hasta encontrarse actualmente en zonas pequeñas y aisladas, convertidos en *anfíbolitas*. Posiblemente, la parte principal de esta formación no ha vuelto a ser cubierta por el mar, quedando, por consiguiente ya emergido el primer esqueleto de los Andes, en el cordón Cordillerano de la Central antioqueña.

Segundo. Terminado el ascenso continental aludido, hasta adquirir considerable altura, o lo que es lo mismo, consumada la regresión de los mares vecinos criptozóicos, principió un período de quietud, seguido luégo por una lenta transgresión marina, cuyas aguas recibían los despojos del desgaste, por erosión, del núcleo continental que se iba peniplanando. Los estratos así formados, están hoy representados, al menos, por el ordoviciano en la Cordillera Central y hasta por el carbonífero en la Oriental. Durante el tiempo de esta sedimentación y especialmente al terminarse, por efecto de la revolución que separó el paleozóico del mesozóico, vino el segundo poderoso esfuerzo orogénico andino, al ser invadidos y levantados los estratos nuevos, junto con los restos de la cordillera inicial que soportaba, en parte, dichos estratos, provocado por el ascenso del gran magma granito-sienítico y su séquito de intrusiones y derrames, cumpliéndose así la segunda grande etapa de la formación de los Andes. Este levantamiento, que corresponde a la regresión de los

mares paleozóicos fue indudablemente de gran magnitud y redujo el geosinclinal andino a proporciones muy inferiores a las que tenía anteriormente. Dicho geosinclinal quedó formalmente partido en dos porciones: una entre la Cordillera Central y una tierra ignota, hundida hoy en el Pacífico, y otra entre la Cordillera Oriental y el macizo de Guayana, con posibles ramificaciones de menor cuantía. Es muy probable que la transgresión y regresión generales del paleozóico, se haya efectuado por etapas alternativas u oscilatorias que marquen diversos períodos de esa era.

Tercero. Consumado esto, las fuerzas de la erosión, de acción perenne, activaron el desgaste de este núcleo andino, ya de mayor extensión, y al mismo tiempo sobreviene un *nuevo diluvio* sobre la tierra firme, que se iba hundiendo lentamente con descansos oscilatorios, al finalizar los períodos triásicos (si lo hubo) y jurásico, para culminar en la mayor inundación registrada en la corteza terrestre, en el período cretáceo. En Antioquia, la Cordillera Central quedó, durante este último período, en forma de un gran islote, rodeado por mares que cubrían casi la totalidad de la Cordillera Oriental, lo que es hoy el valle del Magdalena y quizás porciones del ramal del Porce, de la Cordillera Occidental y de la de Baudó. Estos tres pliegues del gran geoanticlinal andino, estuvieron prácticamente en tierra firme desde el final del jurásico.

Al terminar este grandioso descenso andino, se inició la tercera gran revolución terrestre, que marca el paso del mesozóico al cenozóico, provocada por la segunda generación del magma granito-sienítico, que empujó y en parte rompió las viejas facies de esa masa ígnea, para generar la serie de las rocas granito-dioríticas, que surgieron especialmente por entre ella y por entre los estratos del mesozóico de dichas cordilleras, levantando todo el conjunto a alturas considerables. Queda así definida la tercera etapa de la formación de los Andes en Antioquia.

En tesis general, es de presumir que los mares paleozóicos y mesozóicos, en el territorio antioqueño, fueron bastante profundos y las masas continentales que daban los sedimentos, tenían planicies extensas al pie de las montañas, a juzgar por el carácter de los estratos que se ven hoy.

VI

ERA CENOZOICA - (a) EL PALEO - CENOZOICO

Si se admite, como más probable, que la falta de las formaciones cretáceas en Antioquia se debe a que casi toda la intrincada red de montañas del departamento - que en su conjunto forman una especie de meseta alta, surcada por cañones profundos de erosión - quedó libre de la transgresión del mar cretáceo, o como lo quieren algunos, que el cretáceo fué erodado hasta sus horizontes inferiores, dejando sólo restos pequeños, es lo cierto que la era cenozoica se inició en este territorio con una serie estratigráfica muy interesante por su contenido en hulla comercial, que se desarrolló considerablemente en extensión y en espesor, y de la cual solamente quedan porciones en la cuenca del Cauca.

Hasta las investigaciones de Sheibe y de Grosse, la generalidad de los geólogos sostuvo que esta formación carbonífera correspondía al cretáceo superior y aun llegaron a considerarla como de transición, con el nombre de creta-terciaria. Ya hoy, sin embargo, parece que no queda duda de que debe ser eocénica, aunque los fósiles son escasos y mal conservados, para sacar de ellos conclusiones definitivas. De los materiales que envió Grosse a Alemania, deduce el profesor Steinmann que los caracoles del *Plan de Fredonia* son *Melánidas*, del género *Hemisinus*, y los de *Amagá*, *Ampullarias*, representantes todos de la fauna cenozoica de agua dulce. En cuanto a las hojas y tro-

zos de madera petrificados que se encuentran relacionados con las vetas de carbón, el Dr. Krausel deduce que son cenozoicas, probablemente eocénicas. En las *solapas* y estratos vecinos a las vetas de carbón de Titiribí, Amagá, Fredonia y otros lugares, se encuentran, con frecuencia, impresiones de hojas bastante claras y trozos de madera petrificados, generalmente en forma opalina o calcedónica. Para el H. Daniel, que las ha estudiado, las petrificaciones han avanzado hasta oscurecer la estructura vascular, dificultándose así su identificación. Sin embargo, en una muestra de Amagá pudo él observar algo parecido a la especie *Guillielma speciosa*, monocotiledónea que viene desde el cretáceo hasta nuestros días. En cuanto a las impresiones de hojas, considera el mismo botánico que la generalidad representan plantas dicotiledóneas, y entre ellas, tipos de melastomáceas. Otros fósiles mal conservados, encontrados en el *Plan de Fredonia*, de grandes valvas de conchas—posiblemente *ostreas*—y dientes y fragmentos de huesos de un cocodrilo, no son determinables, por el estado en que se encuentran.

En todo caso, si la cuestión paleontológica es un tanto oscura, la estratigrafía se presenta con bastante claridad.

Sobre el plano de abrasión del fundamento complejo de rocas sedimentarias antiguas, en su mayoría profundamente metamorfoseadas, dislocadas, erguidas y perturbadas de muy diversas maneras por masas plutónicas y paleovolcánicas, compuesto que muestra extensa y prolongada erosión, yace, en completa y destacada inconformidad, una serie de estratos tiernos, de apariencia fresca, con leves y ocasionales señales de metamorfismo y relativamente poco trastornados. El horizonte en que se inicia la serie es, en muchos puntos, un conglomerado grosero, finamente cementado con pasta silícea, por lo común. Siguen luego, aunque no en forma continua, areniscas de grano medio a fino; conglomerados lenticulares, ocasionalmente; arcillas compactas (shales) a veces margosas, ferruginosas, carbo-

nosas etc., y en el centro de la serie, capas de hulla del tipo que Campbell denomina *liñita negra* o *hulla sub-betuminosa*.

El área que originalmente ocupó esta interesante formación, fué mucho mayor que la que tiene actualmente. Cubría la parte vecina al lecho del río Cauca, en una zona prácticamente continua desde el límite meridional del departamento (y seguía al sur por Caldas, Valle, etc.) hasta salir, también, de Antioquia, por el norte. En amplitud, se extendía y se extiende lo que queda, mucho más hacia el oriente que al occidente del río, llegando a tener, en este sentido, veinte y más kilómetros. Actualmente queda poco en la banda occidental del Cauca, y lo que existe al oriente, entre el Arma y Sopetrán, está partido en dos fajas, más o menos paralelas, con algunas ramificaciones o porciones aisladas. Estas fajas están formadas por series de artesas, onduladas de sur a norte, con crestas anticlinales, parcial o totalmente erodadas. Así, en la faja oriental se distinguen las artesas de Poblano, Sinifaná, Amagá, Guaca, Ebéjico, Sopetrán, etc. Las crestas anticlinales suben a 2.000 y más metros, lo que indica la magnitud de los levantamientos de la Cordillera en el Cenozóico. El rumbo general de los estratos es de sur a norte, con ligeras desviaciones, más comúnmente hacia el oriente, y la inclinación es muy variable, según las perturbaciones que sufrieron durante su formación y posteriormente.

Divide Grosse el eoceno carbonífero antioqueño en tres pisos: El *Inferior* está compuesto de conglomerados gruesos hasta finos, de color claro; areniscas de grano medio, también de color claro, y arcillas pizarrosas, grises y azulosas, de variada constitución, que ocupan aproximadamente la mitad del espesor total del piso. Los bancos de hulla, situados en la parte superior, son escasos y rara vez explotables. Su espesor varía de 10 a 60 cm. y carecen, por lo común, de solapas. En las arcillas no abunda el tipo betuminoso ni se ven, frecuentemente, nódulos de siderita. El espesor máximo alcanza a unos 200 m.

El piso *Medio* no tiene conglomerados; las areniscas son semejantes a las del inferior, aunque abundan un poco más las de grano fino y su color es gris a gris claro, y las arcillas pizarrosas que forman la masa principal del piso, son de color gris a gris verdoso, con abundancia de sideritas. Las capas de arcillas betuminosas, margosas y ferruginosas son frecuentes. Caracteriza este piso la frecuencia de 10 capas, por lo menos, de hulla autóctona explotable y de otras varias no aprovechables por su poco espesor. No en todas partes se presenta el conjunto completo, pues la erosión ha hecho desaparecer extensas zonas, parcial o totalmente. El grueso de las vetas varía de 60 cm. a 5 m., y en total, se puede promediar lo explotable en 10 m., sin escasear las regiones en que pasa de 20 m., cuando la serie se ha preservado relativamente intacta. El espesor total del piso es de 200 a 250 m., esto es, casi igual al del Inferior.

En cuanto a los caracteres de la hulla normal, ya se dijo que se aproximan a los que tienen las del tipo *sub-betuminoso*, esto es, va pasando, por metamorfismo, a grados que se acercan a la hulla grasa. Más adelante se verá cuáles han sido las causas del metamorfismo que ha dado origen, localmente, a vetas de verdadera hulla grasa que da cok metalúrgico, sin faltar capas de carácter antracítico, y hasta de cok natural, en pequeñas extensiones.

Según Grosse se tienen los siguientes datos técnicos de la hulla normal:

Peso específico, 1.33; densidad, 2.5; valores límites y promedios de los análisis de 20 muestras tomadas en diversas localidades:

Carbón fijo	%	41.92	59.20	49.75
Materia volátil		29.70	47.94	41.05
Humedad		3.65	11.37	8.14
Cenizas		1.20	6.20	2.96
Azufre		0.40	1.20	0.58
Poder calorífico		5071	6271	5793

Valores límites y promedios de 8 muestras de hulla grasa, que da cok, tomadas en diversas localidades:

Carbón fijo	%	89.10	53.05	70.27
Materia volátil		44.82	9.00	27.71
Humedad		2.13	0.85	1.50
Cenizas		8.20	2.30	4.05
Azufre		1.20	0.80	1.00
Poder calorífico		8100	6053	7350
				Calorías.

El cok que se produce (aproximadamente, el 50 % del peso de la hulla), es de buena calidad, pero se obtiene por los sistemas rudimentarios de *pirúes*, o montones cónicos, al aire libre. Según análisis personales en la Fundición de Sitioviejo, obtuve los siguientes datos:

Porcentaje de cenizas, 10.82. Analizadas estas cenizas, dan:

Insoluble	41.20	%
Fe ₂ O ₃	34.20	"
Al ₂ O ₃	2.60	"
CaO	12.65	"
MgO	7.21	"
Indeterminado.....	2.14	"
Total	100.00	"

Por lo que respecta a la cantidad de hulla que se tiene en reserva, desde Arma hasta Sopetrán, la estima Grosse, en la zona que estudió, que es la principal, en 1.975 millones de toneladas, en niveles superiores a 1.000 m., y en 1.945 millones, en niveles inferiores a esta cifra. Total, 3.920 millones de toneladas métricas. El resto de la formación carbonífera, al sur de Arma y al norte de Sopetrán no se ha estudiado, pero la reserva que allí hay, no parece que sea de mucha significación.

El piso *Superior*, el más potente de los tres, pues su espesor alcanza, por lo menos a 1000 m., con lo cual se completan cerca de 1.600 m., para todo el eoceno carbonífero antioqueño, se distingue de los dos inferiores, en que

no tiene hulla y en la monotonía de sus estratos. Carece, por completo, de conglomerados, y las areniscas son preponderantes. Cuando frescas, estas areniscas son de color gris azulado a verdoso, y al descomponerse, pasan a amarillo pálido y a rojo intenso, según el grado de alteración. El grano pasa de mediano a fino y la pasta que las cementa es débil, de carácter generalmente arcilloso. Fuera de las areniscas, existen gruesas capas de arcillas pizarrosas, por lo común muy tiernas, y de color que varía de gris verdoso a violado. Las concreciones de siderita arcillosa son, también, comunes en este piso, y en contadas localidades se presenta el yeso cristalizado.

Los nódulos sideríticos que ocurren en todas estas estratificaciones, denominados *mineral de huevo* en la región de Amagá, fueron objeto de beneficio, para la extracción de hierro gris, de muy buena calidad por cierto, en el Alto Horno que existió en la *Ferrería* de este último nombre. En el pequeño horno que tuvo esta empresa, de una capacidad inferior un poco a una tonelada de hierro por día, se usaba el carbón de leña, como combustible. La empresa de la *Ferrería* hace tiempos está suspendida, pero considero de interés dar el análisis de ese material, hecho en Londres. Se distinguen dos clases de mineral de huevo: el amarillo y el negro. Este último es comúnmente rico en fósiles vegetales, y menos homogéneo en su composición que el amarillo.

	<i>Mineral de huevo amarillo.</i>	<i>Mineral de huevo negro.</i>
Peróxido de hierro	39.07	2.74
Protóxido de hierro	3.00	30.57
Sílice.....	28.85	18.27
Alúmina	12.03	10.31
Oxido de manganeso.....	0.65	0.22
Cal	0.21	1.44
Magnesia	1.23	4.97
Acido fosfórico	0.43	0.53

Azufre	0.05	0.076
Acido carbónico	Trazas.....	27.89
Agua de combinación	12.12	2.35
Humedad	1.98	0.65
Totales.....	99.62	100.016
Sin trazas de cromo, ácido arsénico y óxido de cobre.		
Porcentaje de hierro metálico	29.68	25.70

Fuera de la hulla y de este mineral de hierro, se utilizan también, de los estratos del eoceno, las areniscas para material refractario en hornos; para mollejones; para construcciones (muy poco) etc. Además, las margas de este período juegan papel importante en la economía agrícola, como se verá adelante.

En cuanto a la segunda época paleo-cenozoica, o sea el oligoceno, no se tiene noticia de que exista en Antioquia, aunque en el sur de la fosa Cauca-Patía, en Yumbo, parece que está representada por una formación calcárea, con fósiles característicos.

VII

ERA CENOZOICA - (b) - EL NEO-CENOZOICO

Para evitar mala inteligencia o confusión, en el neocenozoico se comprende el Mioceno, el Plioceno y el Pleistoceno, iniciándose la era Psicozóica con lo que se denomina comúnmente *formaciones recientes*.

En la cuenca del Cauca, desde el Arma hasta Liborina y aún más abajo, se encuentran porciones discontinuas de dos series estratigráficas más, correspondientes al cenozoico y evidentemente posteriores al paleo-cenozoico. Siguen en el terreno, muy de cerca, las áreas cubiertas por el carbonífero.

La primera de estas dos series, bautizada por Grosse

con el nombre de *estratos de Combia*, es de carácter eminentemente volcánico-sedimentario; la segunda es esencialmente sedimentaria. Ocupa la primera la porción meridional de la zona expresada, hasta las vecindades de Ebéjico; la segunda sigue de allí al norte, de modo que prácticamente no están superpuestas, antes bien, se les considera, más o menos, coetáneas, aunque de origen diferente.

No hay datos para determinar su edad exacta, fuera del hecho de que reposan sobre el eoceno carbonífero, lo que implica necesariamente—ya que no existe el oligoceno—su formación desde el mioceno hasta el pleistoceno, como en efecto parece que sucedió, según se verá adelante.

Los *estratos de Combia*, o sea el neo-cenozoico volcánico, es una formación muy interesante y característica, que reposa, en leve discordancia, sobre los horizontes altos del piso superior del carbonífero.

La base de la serie está constituida por conglomerados característicos, de cantos gruesos generalmente, seguidos en orden riguroso, por estratos de areniscas, arcillas pizarrosas, conglomerados y areniscas tufáceas, tufas, cenizas, tobas variadas y derrames de lavas, ya superficiales, ya intercalados por entre los estratos o a través de ellos, como silos o diques, respectivamente. Los derrames de lava son generalmente de carácter basáltico, rara vez andesítico. Las tobas aglomeráticas indican la coexistencia de varios y grandes centros volcánicos, del tipo explosivo y la ocurrencia de derrames silenciosos y copiosos de lavas que al salir por grietas, corrieron por la superficie.

Esta curiosa formación alcanza un espesor de cerca de 1000 m., en conjunto, y se presenta en parches aislados, desde el río Arma, en las cuencas del Poblano y de las quebradas Combia, Sinifaná, Amagá y Guaca, hasta Ebéjico, esto es, en tierras de los distritos de Santa Bárbara, Fredonia, Venecia, Titiribí, Amagá, Armenia, Heliconia, etc. Al lado occidental del Cauca también se presenta en porciones de las hoyas del San Juan y de las quebradas Ma-

gallo, Comiá etc., correspondientes a los distritos de Valparaíso, Támesis, Andes, Caramanta, Jericó, Pueblorrico, Salgar, Concordia, etc.

La segunda serie neo-cenozóico carece, por completo, de estratos volcánicos, y está constituida por conglomerados, areniscas y arcillas poco firmes, que yacen, a veces, sobre el piso Inferior y en ocasiones sobre el Superior de la formación carbonífera, lo que indica una fuerte discordancia de erosión. El espesor no pasa de unos pocos cientos de metros, y se extiende la formación, siguiendo muy de cerca el río Cauca, en los distritos de Ebéjico, Sopetrán, San Jerónimo, Sacaoyal, etc., hasta el bajo Cauca. Parece coetánea con la base o piso Inferior de la formación volcánica.

Las dos series de estratos neo-cenozóicos, se presentan fuertemente plegados, en sinclinos y anticlinos, de una manera semejante a como aparecen los estratos del eoceno, y los sobre-escurrimientos, tan comunes en las formaciones antioqueñas del pasado, son frecuentes, también, en estos estratos.

Aparte de las formaciones cenozóicas del interior del departamento, situadas en la hoya inmediata del río Cauca, se deben considerar, también, las que existen al pié de la Cordillera Central, en una faja angosta, más o menos paralela al río Magdalena; las que se encuentran al pié de la Cordillera Occidental, en el plano del Chocó, hasta el río Atrato; las de la zona del río León y de la Serranía de Abibe, y por último, las del bajo Cauca y Nechí.

Los estratos cenozóicos, y posiblemente hasta los cretáceos, que están hundidos tres o cuatro mil metros en la fosa del Magdalena, vienen a despuntar contra los fundamentos antiguos de la Cordillera Central, a distancias que no exceden, por lo común, de unos diez a veinte kilómetros al oeste del gran río y a alturas no mayores de unos 200

m. sobre el plano de dicho río. En las orillas mismas del Magdalena, en las de sus afluentes y en otros lugares, se observan desde la cubierta diluvio-aluvial hasta horizontes neo y medio cenozoicos. Las asfalteras del río La Miel, el Nare, Cristalina, etc., no son sino los *residuos* con que han quedado *sellados* los estratos petrolíferos del Oligoceno y Mioceno (piso de *Chuspas*, de origen semi-salobre) al apoyarse en contacto con el fundamento antiguo que se yergue en los flancos de la Cordillera Central. Según esto, no están excluidas las posibilidades de petróleo en esta parte de Antioquia, especialmente hacia la región del río Ité, en donde el cenozoico ocupa una área mayor, al oeste del Magdalena, con estructuras aparentes para la acumulación de aceite.

La zona antioqueña contra el Atrato, al pie de la Cordillera Occidental, y las llanuras del río León, están cubiertas, hasta considerable profundidad debajo del plano del Chocó, por formaciones cenozoicas, desde el eoceno hasta el pleistoceno, más o menos inconformables entre sí, las cuales se levantan plegadas fuertemente sobre los flancos de la Cordillera Occidental y de la Serranía de Abibe, llegando muchas de ellas hasta la cima de ésta, en varias partes. El conjunto así formado, en que predominan las arcillas compactas y las areniscas, sin faltar también los conglomerados, yace inconformablemente sobre el mesozoico, tal vez directamente sobre los horizontes del cretáceo, pero más probablemente apoyados en el jurásico. El piso del eoceno está bien desarrollado, y en general es de origen más acentuadamente marino que el carbonífero del interior del departamento, y así se explica su pobreza en carbón explotable económicamente. El mioceno, el plioceno y el pleistoceno abundan, también, en varias zonas de esta región, lo mismo que en la casi totalidad de las cuencas de los ríos Mulatos y San Juan, y más allá en grandes extensiones del departamento de Bolívar. En partes del Murri, del Riosucio, etc., se ven conglomerados conchíferos, con liditas, generalmente calcáreas, de color oscuro, con

pecten, ostreas, solem, etc., lo que indica edad posiblemente pliocénica o pleistocénica. Los estratos mesozóicos de la Cordillera Occidental se prolongan en la Serranía de Abibe, como parte integrante de dicha cordillera. En cuanto a posibilidades petrolíferas, H. Hubach prácticamente las descarta, en toda esta zona, debido a los fuertes plegamientos y trastornos de los estratos y al carácter arcilloso de las areniscas.

En el bajo Cauca y la parte inferior del Nechí, el cenozoico está bien representado, con la particularidad de que el eoceno carbonífero del interior del departamento se encuentra, aunque no en formación continua, desde más al sur de Valdivia, por las hoyas de los ríos Ituango, Tarazá y Man, hasta pasar a la rica región hullera del río San Jorge, en el departamento de Bolívar.

VIII

ROCAS IGNEAS POST-CRETACEAS. TECTONIA

Al tiempo de la sedimentación de los estratos ecénicos, pero principalmente durante todo el período neo-cenozoico, hubo en Antioquia gran actividad ígnea que dió por resultado variadísimas formas de rocas intrusivas, y sobre todo, de las del tipo efusivo, conocidas con el nombre de *neo-volcánicas*, en contraposición a las similares anteriores al cenozoico, llamadas *paleo-volcánicas*.

En general, pueden clasificarse estas rocas, en cuanto a su naturaleza, en los dos tipos clásicos de ácidas y básicas, junto con numerosas facies intermediarias, y por lo que respecta a su presentación, pueden agruparse en intrusivas, efusivas y piroclásticas.

Por el suroeste del departamento, entre Caramanta y Támesis, y las vecindades del Cauca en La Pintada, aflora una poderosa masa de pórfiro cuarzoso, o liparita litoidal

de Sheibe, o pórfiro diorítico de Stutzer, compuesto principalmente de cuarzo, feldespato y biotita, que representa aparentemente un gran bese intrusivo que atravesó y envolvió el eoceno carbonífero, al iniciarse el neo-cenozoico. Esta masa bosiforme que se extiende por Marmato y otras regiones de Caldas, tiene una gran significación metalogénica para toda esta región.

• Al oriente del Cauca, especialmente en los distritos de Fredonia, Venecia, Titiribí y Amagá, afloran varios macizos bosiformes, de considerable extensión y altura y de imponente apariencia cónica, considerados por algunos como provenientes del mismo magma del anterior, en facies diferentes, pero coetáneos. Estos levantamientos en lomos, con prominencias cónicas que sobresalen, se conocen con los nombres de Cerro Bravo, Cerro Tusa, El Sillón, Corcobado, Las Vetas, La Candela etc. Según Grosse estas tres últimas masas son de carácter lacolítico, y todas ellas de naturaleza andesítica, sin faltar algunas, como las de Cerro Bravo, El Sillón y Cerro Tusa que representan *cuellos* (necks) de volcanes extinguidos.

De los dos tipos de rocas expresados, los pórfiros cuarzosos y las andesitas, existen muchos otros núcleos, aunque menos potentes, en diversas partes del departamento, especialmente en forma de diques, los cuales atraviesan de muy diversa manera las formaciones sedimentarias pre-cenozoicas y las mismas rocas plutónicas antiguas. Es interesante hacer constar que la mayor parte de los millares de filones auro-argentíferos que existen en Antioquia, tienen íntima relación visible u oculta con estas intrusiones o rocas de filón, como las llaman algunos. Según Stutzer la intrusión de los pórfiros y de las andesitas fué, más o menos, simultánea; pero más probablemente ocurrió en orden sucesivo.

En la zona del suroeste, a que se viene haciendo referencia, son muy comunes los silos o capas inyectadas que penetran por entre los estratos del eoceno, afectándo-

los, en una u otra forma, prueba evidente de que son posteriores a la formación carbonífera. Sin embargo, Sheibe cita el caso de algunas capas de andesita y también de basalto, intercaladas conformablemente con estratos del eoceno, sin que hayan provocado alteración alguna a los sedimentos, cerca a Venecia. En tal caso, la actividad neovolcánica principió desde el paleo-cenozoico.

En cuanto al carácter petrográfico de las andesitas, es muy variable, aunque sí parece que predominan las hornbléndicas y las biotíticas, sin faltar las augíticas, todas ellas con las plagioclasas características de este tipo de rocas. Las facies de diferenciación y segregación, al compactarse estos magmas, son, como ya se dijo, numerosas, pasando insensiblemente desde tipos cuarzosos - dacitas - hasta los más básicos que se aproximan a los basaltos. Las traquitas son raras, si es que existen en su forma clásica.

Debe anotarse, por último, que las andesitas no solamente se presentan en masas bosiformes, lacolíticas y en diques, sino en verdaderos derrames (lava flows) surgidos silenciosamente de grietas o por reboso en los cráteres. Además, la mayoría de los materiales piroclásticos de que se tratará adelante, son de esta clase.

En cuanto a las rocas neo-volcánicas de carácter esencialmente básico, el territorio de suroeste está lleno de materiales basálticos, ya en intrusiones, ya en grandes derrames superficiales, macizos o fragmentarios. En otras partes del departamento también se encuentran estas rocas, especialmente en la Cordillera Occidental hacia el norte y aún en la Serranía de Abibe, pero siempre en pequeñas zonas aisladas. Al oriente de Bolombolo, y muy cerca al lecho del Cauca, se les ven, en extensiones de kilómetros, en forma de fajas negras u oscuras, en lomos alargados y salientes, que cortan el eoceno, afectándolo considerablemente. Al lado occidental del Cauca, también se les encuentra, frente a frente con las del oriental.

Según se anotó atrás, desde el piso inferior del eoceno se observan capas conformables con los estratos de esa formación; pero la grande actividad vino posteriormente, afectando intensamente el piso medio del carbonífero y luego continuó hasta muy avanzado el neo-cenozoico, pues los horizontes de Combia también fueron alcanzados por estas lavas.

Al igual que las andesitas, los basaltos se presentan en masas bosiformes, en silos, en diques y sobre todo, en derrames superficiales.

Petrográficamente, estos basaltos son principalmente feldespáticos, sin faltar los augíticos y a veces los hipersénicos, pobres todos en olivina.

Aparte de estas lavas consolidadas, existen en la misma región caucana del suroeste, como ya se anotó al describir los estratos neo-cenozoicos de Combia, abundancia de tobas en forma de aglomerados volcánicos (tobas aglomeráticas), tufas y cenizas compactas (tobas de cenizas). Estos materiales se presentan, a veces, más o menos groseramente sedimentados y con ligeras señales de pulimento, al rodar en aguas corrientes. Los cantos de los aglomerados y los fragmentos de las cenizas son de carácter andesítico, y a veces basáltico. Se encuentran, también, capas de cenizas volcánicas, con cruda sedimentación aérea, en varias partes del departamento, especialmente en Sonsón, Abejorral, Rionegro, Arma, Caramanta, Jardín, Támesis, Jericó, etc. Alcanzan espesores hasta de 4 metros y están compuestas de piedra pómez, hornblenda, cuarzo, feldespato, titanita, etc. Sobre la meseta de Santa Elena, entre Medellín y Rionegro, la llamada *tierra caballuna*, muy estéril por cierto, es material de esta clase.

Descritas, a grandes rasgos, las formaciones sedimentarias e ígneas del cenozoico, resta dar una noción evolutiva o de sucesión de los acontecimientos geológicos que dieron, prácticamente, la fisonomía actual del departamento.

Se vió atrás que al finalizar el mesozóico se acentuó el levantamiento de las cordilleras antioqueñas, hasta adquirir considerable altitud, plegándose los estratos pre-cenozóicos en los flancos y en parte por sobre las cimas de los cordones plutónicos cordilleranos que los levantaban, a la vez que los mares se retiraban. Vino, en seguida, una pausa o descanso del esfuerzo orogénico, durante el cual se fueron rebanando las montañas, por efecto de la erosión, hasta desaparecer, en grandes extensiones la cubierta sedimentaria, especialmente en la Cordillera Central y en el ramal del Porce, quedando más y más en descubierto, las rocas plutónicas, las cuales sufrieron, a su turno, también un desgaste considerable, que dió por resultado la meseta granito-sienítica de Antioquia, surcada de cañones de erosión.

El clima frío y seco de entonces se fue tibiando, a medida que la altitud era menor, y los mares vecinos principiaron a invadir el territorio por las fosas, ya nacientes, del Magdalena, del Cauca y del Atrato, hasta adquirir las condiciones propicias para la formación del carbón, en aguas semidulces, de escasa profundidad y de fondo oscilatorio, durante el eoceno de la hoya del Cauca. La retirada del mar epicontinental eocénico, sobrevino bien pronto, elevándose, a la vez, los estratos carboníferos, con toda la masa de las cordilleras, para no volver a quedar bajo las aguas marinas, desde entonces. Solamente, en los bordes oriental, occidental y norte del departamento, como se vió atrás, existen estratos marinos neo-cenozóicos, en su mayor parte hundidos en las fosas del Magdalena y del Atrato. La actividad ígnea parece que fué escasa durante aquel período, registrándose solamente delgadas capas de basalto interestratificadas con las del carbonífero.

Desde la iniciación de este nuevo ascenso andino de las montañas antioqueñas, ascenso que parece haber culminado en el pleistoceno—si es que ya terminó—grandes acontecimientos tectónicos y formidables manifestaciones

igneas se han sucedido, a la vez que se erodaban las capas eocénicas del Cauca y se formaban las neo-cenozoicas de Combia, de carácter completamente continental.

No hay datos fidedignos que puedan indicar con precisión, cuándo fueron ocurriendo estos acontecimientos. Se presume con buenas probabilidades, basadas en la estratigrafía, que la primera invasión magmática que rompió el complejo pre-cenozoico y empujó dislocándolas, las capas del eoceno, culminó al finalizar el tiempo oligocénico o durante el mioceno. Ese magma, resto del antiguo, subyacente en el geosinclinal andino, que dió las rocas básicas del pre-cenozoico, era todavía un tanto ácido, y generó los pórfiros cuarzosos del macizo de Caramanta, macizo o contrafuerte que arranca del *Paramillo* y va a terminar en las márgenes del río Cauca, pasándose, a veces, al otro lado del río. Desde entonces se inició la formación neo-cenozoica sedimentaria y de Combia.

Al finalizar el tiempo mioceno o principiar el del plioceno, viene la segunda etapa orogénica, con los grandes derrames, intrusiones, intercalaciones y diques de basalto, que en parte afectaron los estratos de Combia ya formados y contribuyeron a la constitución de gran porción de los que faltaban de este piso.

Por último, durante el tiempo del plioceno y quizás en parte del pleistoceno, se inició el tercer esfuerzo orogénico cenozoico, de gran potencia, que llevó las montañas antioqueñas, prácticamente a su nivel actual, afectando todas las formaciones anteriores, inclusive las neo-cenozoicas. El magma en que se embalsó la corteza sólida subyacente, era del carácter típico andesítico, y fué tal su empuje ascensional, que no solamente produjo masas bosiformes, silos, diques, etc., sino verdaderos cráteres volcánicos, de carácter explosivo violento, hasta llevar cenizas a largas distancias, durante las erupciones. Se vió atrás en qué localidades se encuentran los basaltos y las andesitas, muchas de éstas representadas en *cuellos* solidificados de volcanes

extinguidos. Desde Cerro Amarillo, en La Pintada, hasta cerca a las bocas de la Amagá, en el Cauca, y a lado y lado del río, existió una media docena de volcanes terribles que contribuyeron con sus lavas y despojos piroclásticos, a formar la mayor parte de los estratos de Combia, estratos que se encuentran enormemente desgastados hoy, por la erosión de materiales poco consolidados.

La actividad de este centro volcánico antioqueño—el único en el departamento—probablemente se extinguió desde el pleistoceno, esto es, antes de iniciarse el grandioso volcanismo de la Cordillera Central, desde el Ruiz hasta el sur de la república, y más lejos aún, hasta la Patagonia, volcanismo que está casi apagado en Colombia, pero todavía activo hacia el sur.

Las intrusiones ígneas y los movimientos orogénicos del neo-cenozoico, a que se ha venido haciendo referencia, dan cuenta del metamorfismo avanzado de algunas zonas carboníferas, como en la de Sitioviejo, en Titiribí, de que se trató atrás.

IX

ERA PSICOZOICA

Sabido es que el pleistoceno culminó con una enorme formación de hielo, que cubrió gran parte del hemisferio norte de la tierra. El frío intenso de ese período, hizo bajar, a la vez, el nivel de las nieves perpetuas en la zona ecuatorial, hasta cerca de 2.500 m. de altitud. La glaciación tuvo sus intermitencias, y se considera que la última retirada del hielo, aún no terminada en regiones como Groenlandia, viene verificándose desde hace unos 50.000 años. El tiempo corrido desde entonces, es el principio de la era psicozoica.

En Antioquia se tienen evidencias claras de glaciacio-

nes clásicas, en los altos cerros, como en el del páramo del Frontino, cerca a Urrao, y por todas partes, en los declives de las montañas elevadas, los despojos y escombros de los torrentes fluvio-glaciales, acumularon grandes capas, a veces groseramente sedimentadas, de *brequias de talud* y otros materiales diluviales, algunos de ellos mezclados con cenizas de los volcanes recientes de la Cordillera Central, situados inmediatamente al sur del departamento. Esos materiales fluvio-glaciales y de derrumbamientos o deslizamientos de porciones montañosas, se acomodaron en los descansos de los taludes y en las cañadas o depresiones del terreno. Todavía hoy hay detritus de esta naturaleza, en considerables masas, en muchas localidades, con espesores de hasta veinte y más metros; pero la mayor parte ha sido arrastrada por las corrientes de agua, ya con una clasificación y sedimentación más perfecta, a lo largo de riachuelos y ríos hasta el mar, formando los valiosos depósitos aluviales, ya ricos en metales preciosos, ya interesantes bajo el punto de vista agrícola. El arrastre de tales depósitos, en topografía inclinada, de montaña, naturalmente ha dado nacimiento a series de terrazas, que se van quedando más y más altas, a medida que los cursos de agua se profundizan, buscando lechos de equilibrio o de gradiente hidráulica uniforme.

Por lo demás, la obra destructiva y constructiva de los agentes atmosféricos, se lleva a cabo, a la vista de los hombres, ya en derrubios, ya por el hombre mismo, al mover la tierra para fines diversos, modificando de esta manera el relieve del suelo del departamento y la constitución misma de este suelo.

Porciones, relativamente pequeñas, de las partes altas de los ríos Medellín, Río Grande, Rionegro, Penderisco, etc., fueron, en tiempos pasados, lagunas o pantanos, cuyas cuencas han sido rellenadas hasta cierta altura, para quedar en seco, casi totalmente. Solamente en la vecindad de los ríos grandes, como el Magdalena, el Atrato, etc., se ven lagunas vivas perennemente, que tengan alguna significación.

En varias localidades, como Betulia, San Mateo, valle de Medellín, se han encontrado restos, más o menos bien conservados, de *Mastodontes*, de especies no bien determinadas por especialistas. El de Medellín, por sus molares, no parece que pertenezca al «americanus».

El valle de Medellín, con una área no menor de 60 kilómetros cuadrados, fué, indudablemente, un lago que se desaguó por la estrechura del *Manicomio*, probablemente al final del pleistoceno o poco después. Desde entonces el río viene formando capas aluviales, que en partes tienen varios metros de espesor, sin que falten las terrazas, cavadas, más que todo, por los afluentes que recibe.

Los restos del mastodonte, mencionado atrás, se encontraron recientemente en el borde occidental del valle, cerca al caserío de Belén, a poco más de un metro de profundidad, en una capa de arcilla plástica, de color grisoso.

En una perforación que se adelanta para buscar agua subterránea, cerca a la ciudad de Medellín, se han observado las siguientes capas, según datos del Dr. Julián Cock:

Arcilla plástica	1.00 metros
Cascajo y arena	4.50 “
Conglomerado flojo.....	2.00 “
Arcilla plástica	2.00 “
Lodo y fragmentos arredondados de esquistos cloriticos.....	1.00 “
Cascajo fino, arena y arcilla plás tica, guijarros de serpentina	4.00 “
Arenas y cenizas volcánicas endu recidas.....	7.00 “
Conglomerado duro de guijarros arredondados de liditas, cuarzo, diabasas y lavas volcánicas, ce mentado todo por una pasta de cenizas volcánicas.....	16.00 metros y más, pues aún no se ha acabado de cortar.

En esta perforación se ha profundizado ya, por consiguiente, hasta 37 metros sin encontrar el fondo de los sedimentos lacustres. El agua que se ha hallado es salobre, con una concentración hasta de uno y medio grados. Los materiales clasificados como volcánicos, tienen todas las apariencias de serlo, examinados al microscopio, y deben provenir de los volcanes antioqueños de la zona Pintada-Bolombolo, y ser coetáneos de las cenizas superficiales, mencionadas atrás. Según esto, el lago principió desde antes del pleistoceno o al iniciarse este período.

X

ASPECTO GEOLOGICO-AGRICOLA DEL
DEPARTAMENTO

Terminado el estudio sintético de la Geología de Antioquia, en las anteriores páginas, es interesante tratar, aunque sea brevemente, de los *suelos* que sirven de soporte y de sustento a la flora natural y artificial que vive en ellos.

Los suelos son despojos complejos de las rocas de la superficie, las cuales se desintegran y descomponen en forma de detritus, de naturaleza física y química muy variada. A veces permanecen en los mismos sitios en que se forman, pero más comúnmente se presentan transportados a distancias que varían de unos pocos centímetros hasta millares de kilómetros. Entre los agentes transportadores pueden citarse las aguas corrientes, la acción directa de la gravedad en las pendientes, los ventisqueros, los vientos y el hombre cuando ejecuta excavaciones. El agua corriente, sobre todo, desempeña un gran papel, al clasificar en estratos, por tamaños y densidades, los materiales que arrastran. De esta manera se ha formado la gran mayoría de las rocas sedimentarias, desde el principio de los tiempos geológicos. Cuando esos

sedimentos son modernos, aluviales, las plantas los utilizan inmediatamente; cuando son antiguos, endurecidos o metamorfoseados, deben ser previamente desintegrados por la naturaleza para volver a convertirse en suelos.

Además de los caracteres físicos de los suelos, que son función, en gran parte, de los factores que acaban de enumerarse, hay otro aspecto que los caracteriza, más importante, si se quiere, y es su composición química.

Las rocas son de naturaleza mineralógica y química muy variada, desplegándose toda una escala, entre extremos ácidos y básicos, según que predominen, más o menos, la sílice o los minerales ferromagnesianos. Y como los suelos son *hijos directos* de las rocas, es claro que según sea la naturaleza de éstas, será la del suelo.

Por lo tanto, se comprende la importancia grandísima que tiene, para la vida económica de una comarca, el estudio de los suelos agrícolas, que constituyen la formación geológica que más utiliza el hombre para su bienestar.

Mucho se ha dicho y escrito sobre el valor de los suelos de Antioquia para la agricultura, y de todos esos conceptos y comentarios queda flotando la idea de que en general, son pobres, estériles e ingratos.

Hay tres factores fundamentales que se deben tener en cuenta para analizar este problema, a saber: el relieve del terreno, la zona terrestre a que pertenece el territorio y la naturaleza geológica del suelo.

La experiencia demuestra que las regiones agrícolas más valiosas, están situadas en las zonas templadas y corresponden a terrenos planos, propios para la aplicación eficiente de las maquinarias agrícolas que la tecnología va dando a la humanidad. Las grandes civilizaciones que registra la historia, se han desarrollado a lo largo de extensos valles, surcados por ríos caudalosos, que llevan sus aguas al mar, centro del comercio universal.

En las zonas templadas, la benignidad del clima, en sucesión de estaciones vivificantes, permite la sustitución económica de las selvas de las llanuras, por los cultivos intensivos y científicos, dejando las laderas de los montes vestidas de bosques, cuidadosamente atendidos para la industria maderera. La densidad de población y su desarrollo corporal e intelectual, llegan al grado máximo, en estas condiciones.

En cambio, en la zona tórrida sucede todo lo contrario. Allí, en terrenos poco levantados sobre el nivel de los océanos, la especie humana no prospera natural y espontáneamente, y el instinto de conservación le muestra los caminos de la montaña, las alturas de los climas sanos, templados y fríos, y allí se instala, para establecer sus cultivos en laderas más o menos escarpadas que despuebla de sus bosques de maderas duras y valiosas, muchas veces sin gran provecho. Las tierras bajas quedan desiertas, con sus selvas en que predominan las maderas blandas, de escaso valor.

Esta inversión en la localización de los centros poblados, determina, en mucha parte, el carácter y modo de ser del montañero tropical y define prácticamente, el grado de desarrollo que pueda alcanzar.

En Antioquia, aparte del origen del elemento europeo que vino a fundirse con otras razas para formar su población, la naturaleza del suelo y el relieve del territorio, a partir de 1.000 m. de altitud—límite inferior de la parte densamente poblada—han forjado la llamada *raza antioqueña*.

La *meseta antioqueña* queda encerrada entre el Magdalena y el Atrato; está surcada, de sur a norte, por los dos cañones profundos del Cauca y del Porce; limitada al suroeste por la honda desgarradura del río Arma; al suroeste, por el macizo de Caramanta, y al norte y noroeste se deprime hasta las tierras bajas de Bolívar y el mar Caribe. Resulta así una masa de población de un millón

de habitantes, encerrados, encastillados y aislados, viviendo su propia suerte, lejos del contacto con otros pueblos, excepto en dirección al sur, morada de los caldenses, hijos de la misma cepa.

En ese laberinto de montes altos, hasta los 3,000 metros, vive el pueblo de Antioquia, creciendo y desarrollándose por fuerza vegetativa propia, cultivando tierras grandemente accidentadas, con escasas y pequeñas porciones de suelo arable. Los bosques han ido desapareciendo a golpes del hacha y del calabozo, para ser pasto de las llamas, que limpian un suelo pedregoso o arcilloso de detritos de ladera, escasamente apropiado siquiera para la azada, aunque pueda tener características de feracidad, por virtud de su naturaleza química.

Se comprende, desde luego, que el agricultor no puede obtener, en condiciones tan desfavorables, productos abundantes y baratos. Puede la tierra, en sí, ser *grata*, pero el resultado del esfuerzo del montañero, es *ingrato*. Le cuestan caro el maíz, la papa, la panela, el frijol, el arroz, los plátanos, las yucas, y más que todo, la carne, que son la base de su frugal alimentación. Es verdad que aprovecha las vegas de algunos ríos y los cañoncitos de las quebradas, tratando, a veces, de utilizar arados primitivos y unos cuantos tractores, pero nunca con los resultados que se pueden obtener en la altiplanicie de la Cordillera Oriental o en el valle del Cauca.

El uso constante del fuego, que esteriliza la tierra, convirtiendo los abonos orgánicos en sales inorgánicas, a la vez que destruye valiosas colonias de bacterias nitrificadoras, agregado a la remoción, con la azada, de terrenos sueltos sujetos a lluvias torrenciales, acaban en poco tiempo con la fertilidad—que no es poca, en muchas zonas—de los suelos situados en las faldas de la red de colinas y cuchillas que forman el conjunto de la meseta del departamento. Ya hay extensiones considerables, antes fértiles y productivas, que han sido abandonadas, por su es-

terilidad, convirtiéndose en *rastrojeras* de helechos y otras plantas inútiles. Queda, así, manifiesto el error fundamental, pero desgraciadamente de forzosa aceptación, de tener que cultivar la montaña en vez de la llanura. Igualmente queda explicado el por qué cuestan tan caros los productos de la agricultura, sin poder remediar el mal, apreciablemente, y todo ello, como consecuencia de estar el departamento situado en la zona tórrida y del relieve inmensamente accidentado de la parte habitable, sin graves inconvenientes, para la prosperidad de la raza.

En cuanto al punto más importante de este tema, la calidad de los suelos de Antioquia, es de lamentar que no se tenga todavía un estudio serio, sistemático y detallado, hecho en la Escuela de Agricultura, por ejemplo, que pudiera servir de orientación a los agricultores para sus iniciativas. Un mapa del departamento en que se determinen las diversas zonas, consideradas altimétrica, pluviométrica, física y químicamente, es base esencial para obtener del suelo el máximo de rendimiento y para evitar, a la vez, inversiones impropias, perjudiciales para la riqueza pública.

Los conceptos que se expresan en seguida, a este respecto, no son, por consiguiente, sino de carácter general, basados más en la inducción que en la experimentación y análisis científico.

Se vió ya que los suelos son hijos de las rocas, lo que quiere decir que participan de las características que las distinguen.

A grandes rasgos, hay en Antioquia rocas ígneas, sedimentarias, metamórficas y piroclásticas.

Entre las ígneas que ocupan áreas de importancia, se tienen los granitos, las sienitas, las dioritas, los pórfiros cuarzosos, las andesitas, los gabros, las diabasas, las melafiras, las peridotitas y los basaltos.

Los suelos derivados de la descomposición de los granitos tienden a ser porosos, por la abundancia de cuar-

zo, mineral que se desintegra, pero no se descompone. Son medianamente aluminosos, poco ferruginosos, pobres en cal y magnesia y de buena riqueza en álcalis. Las lluvias penetran fácilmente en su masa y van disolviendo y llevándose la parte más valiosa de su contenido, dejando un residuo arenoso, pobre para las plantas. Solamente en las cañadas y vegas en que se acumulan los materiales que ruedan y se empapan en las soluciones que bajan de las partes altas, tienen valor, especialmente para la caña, el plátano, los pastos, etc. Las facies sieníticas de estas rocas plutónicas, dan suelos menos cuarzosos, más calisos, más alcalinos, más arcillosos, a veces ricos en caolín y bastante impermeables. El cultivo del café en estos suelos ha sido prácticamente un fracaso total en el departamento, con pérdidas cuantiosas para varios empresarios inexpertos. Desgraciadamente, hay enormes extensiones de esta clase en el oriente de Antioquia, especialmente, y aún en parte del centro y norte, en la Cordillera del Porce. Las poblaciones que se fundaron en tierras de esta formación, han decaído, por lo general, y sus habitantes han emigrado a otras tierras. Es la parte más estéril del departamento.

La gran familia de las dioritas, da suelos muy superiores a los anteriores. El cuarzo es escaso, la alúmina y la magnesia no son excesivas, las sales de hierro y de cal son dos o tres veces más abundantes que en los suelos de los granitos, aunque sí son más pobres en álcalis. Como estas rocas al solidificarse se segregan en masas distintas en composición, los suelos que resultan son muy variados. Si la erosión no es fuerte, como consecuencia de una topografía aplanada y los detritos se acumulan en capas de buen espesor, se les puede sembrar casi de todo, con provecho, aunque para el café no son muy recomendables. En cambio, la caña, el maíz, etc., prosperan muy bien. Sucede, sin embargo, que por razones de topografía muy pendiente, la capa de suelo es delgada y movediza, y en tal caso las raíces de las plantas llegan a la roca dura, compacta, que no les da el alimento que nece-

sitan. En el departamento no son extensos los centros dioríticos, pero los hay por todas las cordilleras.

Los pórfiros cuarzosos de la región de Caramanta a La Pintada, que es donde más abundan, son rocas que dan buenos suelos porosos, sin grandes excesos de cuarzo. La relativa abundancia en ellas de minerales ferromagnesianos, proporcionan compuestos de hierro, de cal y de las álcalis, en proporciones adecuadas para un buen suelo.

En cuanto a la importantísima familia de las andesitas, representadas especialmente en la región de suroeste, a lado y lado del Cauca, se puede decir que proporcionan parte considerable de los ricos suelos que el antioqueño cultiva para todos los usos de su economía agrícola, especialmente el café. Son rocas que tienen suficiente sílice para que el suelo no sea demasiado arcilloso o compacto; el hierro no es excesivo; la cal en buena proporción; la magnesia escasa; los álcalis abundantes y el ácido fosfórico no falta ordinariamente, como producto de la apatita, mineral que la roca suele contener. Cuando los detritos de estas rocas, en terrenos no muy pendientes, se mezclan con los de ciertos estratos, tanto antiguos como modernos, y mejor aún, con los del piso de Combia, la feracidad del suelo no deja qué desear. La gran mayoría de los cafetales del sur, del suroeste, del oeste y del noroeste del departamento, deben a las andesitas mucha parte de sus características, en cuanto a duración, producción y calidad del grano.

Los gabros—que son escasos en el departamento—y las diabasas, que son las *pedras verdes* de los campesinos, abundan más, aunque siempre en zonas pequeñas, dan suelos arcillosos relativamente impermeables. Los gabros tienen un exceso de magnesia, que es perjudicial para las plantas, pero en las diabasas esta base está en buena proporción, y los álcalis, el hierro y la cal son abundantes, todo lo cual contribuye a que el suelo que producen sea bueno, en general, especialmente para las gramas.

Las melafiras y basaltos, que a veces se confunden, dan suelos ricos en hierro y cal, con suficiente proporción de álcalis, y aunque tienden a ser perjudicialmente arcillosos, los detritos son casi siempre una mezcla de fragmentos de la roca, que es muy quebradiza en lascas, con la arcilla aluminosa. Abundan a lado y lado del Cauca, en suroeste, hasta avanzar bastante al norte, y se les utiliza bien con toda clase de cultivos, como maíz, frijol, pastos, café, etc.

Las peridotitas, muy pobres en sílice, en álcalis y hasta en alúmina, contienen una gran cantidad de magnesia, bastante hierro y a veces cromo, y los suelos que dan son paupérrimos. En las zonas serpentinizadas se puede decir que no se forman suelos.

Las rocas sedimentarias del pre-cenozoico, descritas atrás, dan suelos muy variados, según su composición mineralógica. Las filitas, cuarcitas y demás estratos silíceos, generan suelos generalmente pobres y escasos; las pizarras y arcillas compactas los dan gredosos, pero a menudo de buena calidad; los esquistos micáceos se descomponen, por lo común, en tierras pobres o de poca duración, y lo mismo ocurre con los carbonosos o betuminosos. Cuando abunda el hierro y hay cal en moderadas cantidades, los suelos no son malos.

Ocurre con las extensas zonas esquistosas y pizarrosas del departamento, que muy generalmente los estratos están intruídos por diques, silos, boses, etc., de gran variedad de rocas ígneas, y al descomponerse el conjunto, resultan suelos mezclados, excepcionalmente ricos. Así se explica, muchas veces, la anomalía de encontrarse en una misma plantación, zonas contiguas de suelos buenos y malos. Sobre la Cordillera Central y su ramal del Porce, esto es, al oriente y norte del departamento, los esquistos más antiguos están en contacto con los granitos y sienitas y escasean las rocas neo-volcánicas. En tales condiciones, los suelos son característicamente estériles. En cambio, sobre

la Cordillera Occidental y en las zonas norte y sur próximas al Cauca, los esquistos son menos cuarzosos, más arcillosos y las intrusiones consisten en rocas modernas de muy buena clase. Por eso en la primera zona prácticamente no hay café, excepto en Sonsón y Abejorral, que tienen suelos mezclados en las vertientes del río Arma, y en cambio, la zona cafetera está situada en Antioquia en la segunda región nombrada, la cual tiene, además, otras características de que se tratará adelante.

Además, es digno de notarse que las formas de erosión de las formaciones esquistas, debido principalmente a la inclinación y plegamiento de las capas, y también a la alternabilidad en su composición, son *cuchillas* y *filos* que determinan cañadas profundas, de taludes muy fuertes, que se unen en el fondo casi en una arista, por donde corren precipitadamente quebradas y riachuelos. En tales condiciones, los suelos se van resbalando, a medida que se forman, dejando la roca desnuda o cubierta por escasa capa vegetal.

En cuanto a las formaciones sedimentarias del cenozoico, se pueden dividir en dos clases, para los efectos de los suelos que de ellas se derivan.

En primer lugar, las capas eocénicas de las riberas del Cauca, en sus horizontes de conglomerados y areniscas, dan suelos cuarzosos, porosos y pobres, en general. Los menos malos provienen de areniscas de grano fino, con pasta arcillosa o semiferruginosa. No sirven para café. En cambio, de las arcillas pizarrosas y de los shales se derivan suelos bastante buenos, especialmente cuando no predomina demasiado la alúmina. Algunas de estas capas, de carácter margoso, ferruginoso o carbonoso, son excelentes, y generalmente se adaptan bien, cuando la sílice no escasea, a los cultivos de todo género, según la altitud. Hay margas ricas en cal, que suelen ser muy feraces, especialmente si la magnesia no abunda. De la región de Sabaletas, en Titiribí, hice algunos análisis en el Laboratorio de

Sitioviejo, de muestras que representan poderosas capas margosas, con el siguiente resultado:

No.	Insoluble	Fe ₂ O ₃	CaCO ₃	Total
1	48.90	15.43	34.41	98.74
2	82.20	9.15	4.55	95.90
3	56.50	15.40	20.70	92.60
4	72.70	14.65	4.77	92.12
5	55.60	18.30	21.86	95.76

Suelos de los pisos margosos del Líbano, en la misma región, más o menos mezclados con detritos de las andesitas de Corcovado, dieron el siguiente resultado:

<i>Suelo</i>	{	CaO 2.05 %	{	CaO 2.16 %
		P ₂ O ₅ 0.36 "		P ₂ O ₅ 0.21 "

En el Líbano y vecindades se cultiva caña y café, desde hace decenas de años, con excelente resultado.

Conviene tener presente la grande erosión que ha sufrido el eoceno y como los estratos están plegados caprichosamente, afloran en una área pequeña de terreno, muchas veces, diferentes clases de pisos, lo que explica la falta de homogenidad en la calidad de las tierras, en tales casos.

Los suelos de la formación neo-cenozóica de Combia, son excelentes, en su gran mayoría, debido especialmente a los elementos volcánicos que entran en su constitución. Y como sucede que en la región que ocupan, están, también, las capas eocénicas, los diques, los silos y los derrames de rocas andesíticas y basálticas, con frecuencia los detritos de todos estos materiales se mezclan y forman capas potentes de suelos sueltos y pedregosos, riquísimos para toda clase de cultivos. Los distritos de Valparaiso, Támesis, Jardín, Andes, Jericó, Pueblorrico, Fredonia, Venecia, Titiribí y en general todos los de suroeste, tienen

grandes áreas, relativamente onduladas, cubiertas de cafeales, caña de azúcar, etc. La zona ganadera, de La Pintada a las bocas de la quebrada de Amagá en el Cauca, es inmejorable y prácticamente inagotable, por lo plana y el espesor de los suelos. Si Antioquia no tuviera esos tres o cuatrocientos kilómetros cuadrados sembrados de pastos artificiales, la carne sería verdaderamente un artículo de lujo para sus habitantes.

Las formaciones sedimentarias neo-cenozoicas que bordean el departamento por el oriente, norte y occidente, son bastante arcillosas, impermeables y compactas, y no dan, por lo general, suelos de calidad superior. Además, están situadas en territorios insalubres, ardientes, de mucha lluvia, especialmente frente al Atrato y en la hoya del León.

Por último, las formaciones recientes, con sus brechas de talud, sus acumulaciones fluvio-glaciales y sus materiales aluviales y lacustres, constituyen el suelo más codiciado y aprovechado por el agricultor antioqueño. Desafortunadamente, fuera de la zona ganadera de La Pintada, ya citada, las áreas de esta clase de terrenos, son escasas, aisladas y pequeñas. En los valles de Medellín, desde Caldas hasta Barbosa; de Rionegro a La Ceja; del Aura, en San Jerónimo y Sopetrán, y del Penderisco y Chaquenodá, hay poco más de mil doscientos kilómetros cuadrados, de terrenos de primera calidad, en clima sano. Las demás, en la montaña, son zonas estrechas y pequeñas, como las del San Juan, el Barroso, el Arma, el Buey, el Porce abajo, el Samaná, el Nare, el San Bartolomé, el Nechí, el San Andrés, el Ituango, etc., muchas de las cuales tienen porciones muy malsanas.

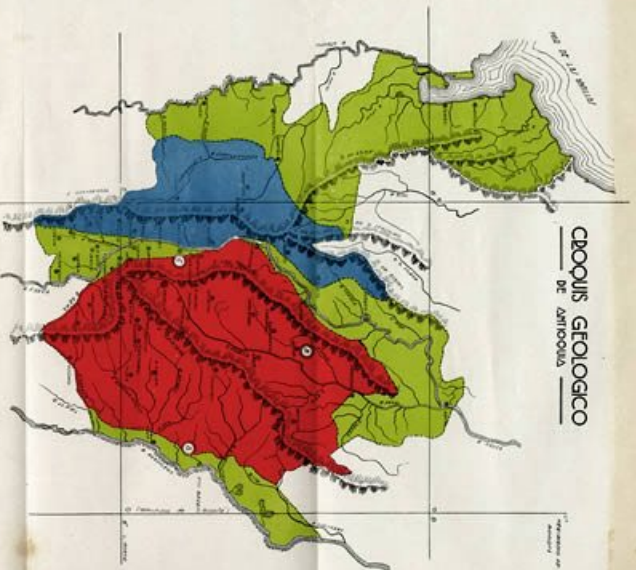
Las vegas aluviales del Magdalena, y de sus afluentes en la parte baja, son bastante buenas para pastos y otros cultivos, como lo muestran ya las haciendas que se han montado en el Distrito de Puerto Berrío. Las tierras bajas, no aluviales, de esa misma región, son generalmen-

te de mala calidad. El bajo Cauca, por el Tarazá, el Man, etc., tiene terrenos aluviales excelentes, y lo mismo podría decirse del bajo Riosucio y demás ríos afluentes del Atrato y del León, si no fueran anegadizos, lluviosos y malsanos. En la Serranía de Abibe y sus declives hay tierras buenas y malas. Allí se observan suelos del complejo pre-eocénico, ya comentados, y también de las estratificaciones del cenozoico, carentes de detritus volcánicos.

En resumen, las principales tierras de cultivo en el departamento, están en las hoyas de los ríos Cauca y Porce, y sobre la Cordillera Occidental. Aunque no hay datos que sirvan de base para calcular, siquiera aproximadamente, la extensión de las tierras buenas, regulares y malas, se puede aventurar la idea de que de los 66.000 kilómetros cuadrados que tiene el área del departamento, no hay 10.000, que pudieran considerarse como de primera calidad. Tierras regulares hay bastantes, pero de ellas nunca podrá el agricultor derivar frutos baratos y abundantes para sostener una población vegetativamente muy vigorosa, que desea mejor vivir, más alto standard de vida, y por eso emigra.



GEOLÓGICO DE ANTIOQUIA



CONVENCIONES

ZONAS DEPENDIENTES DE LA DISTRIBUCIÓN
 DEPENDIENTES DE LA DISTRIBUCIÓN
 ZONAS DE LAS MONTAÑAS DE LA CORDILLERA
 DEPENDIENTES DE LA DISTRIBUCIÓN
 DEPENDIENTES DE LA DISTRIBUCIÓN
 DEPENDIENTES DE LA DISTRIBUCIÓN

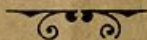


NOTAS

- ① zona de las montañas de la cordillera
 - ② zona de las montañas de la cordillera
 - ③ zona de las montañas de la cordillera
 - ④ zona de las montañas de la cordillera
- En la zona de las montañas de la cordillera
 de las montañas de la cordillera
 de las montañas de la cordillera
 de las montañas de la cordillera

INDICE

	<i>Página</i>
I Introducción	3
II Caracteres geológicos generales	4
III Era Criptozóica.....	7
IV Eras Paleozóica y Mesozóica.....	8
V Rocas ígneas pre-cenozoicas. Tectonia.....	15
VI Era Cenozoica. (a) El paleo-cenozoico	20
VII Era Cenozoica. (b) El neo-cenozoico.....	26
VIII Rocas ígneas post-cretáceas. Tectonia.....	30
IX Era Psicozoica	36
X Aspecto geológico-agrícola del departamento.....	39





CIENTIFICOS DE ANTIOQUIA