

III. - FISIOGRAFIA

Climatología.- Los tres factores principales en el modelado de la Geomorfología de una región son: el clima, la naturaleza de las rocas que forman el subsuelo y su tectónica. Como el clima es un factor importante en la geomorfología se dan algunos datos generales sobre el mismo en la zona que se estudia.,

Entre los elementos que forman el clima y que están íntimamente relacionados entre sí, el más importante en la región que nos ocupa es la cantidad de lluvia y su distribución estacional. No deja de ser ventajoso que el estudio principal se reduzca a los datos de precipitación pluvial, pues de otro modo aún se trate de un estudio somero del clima de la región, sería empresa muy difícil por la escasez de observaciones y dudas sobre la exactitud de las existentes, si exceptuamos las efectuadas en la ciudad de Medellín. Sin embargo los datos de lluvias disponibles nos permitirán hacer un cuadro aceptable de las mismas.

La base o fondo de la climatología del centro de Antioquia (Kendrew, 1937) (Koeppen, 1.948) (Trojer, 1.954) (Riehl, 1.954) es la emigración anual de la zona intertropical, de bajas presiones, que cruza el Ecuador en ambos sentidos, dando como resultado dos estaciones lluviosas y dos estaciones secas, causadas, las últimas por las zonas de altas presiones (anticiclónicas) que siguen a las de bajas presiones (ciclónicas).

Sobre este fondo general, actúan los efectos locales de muy importante influencia en las regiones montañosas. Estos efectos locales, vientos, presiones, altimetría, etc. complican considerablemente el conjunto; caso clásico es el efecto de sombra de las cordilleras que produce variaciones casi repentinas de precipitación pluvial; ejemplo claro de esto son las zonas de Dabeiba y ciudad de Antioquia donde las variaciones de clima se suceden en unos pocos kilómetros.

Altimetría y precipitación.- Probablemente el contraste más interesante en esta región es la variación de la precipitación pluvial entre los valles de los ríos, especialmente el Porce y la alta meseta, aumentando generalmente la precipitación como puede verse en el cuadro No. 2.

Cuadro No. 2

Localidad.	Altura M.S.N.M.	Registro No. años	Lluvia mm. anuales.
Medellín.			
Fac. de Agronomía.	1.475	10	1.327 (2)
Fac. de Minas.	1.570	20	1.481 (1)
Planta de Filtros.	1.720	10	1.581 (2)
Caldas	1.770	10	2.381 (3)
Rionegro	2.120	10	1.977 (3)
El Retiro	2.200	10	2.126 (3)
Mazo	2.450	10	1.713 (3)
San Pedro	2.500	9	1.709 (3)

A pesar de la mayor altura de San Pedro y Mazo su menor precipitación, se debe, posiblemente, a su situación más abierta en la meseta, en tanto que Rionegro y El Retiro en sus valles, son favorecidos por la condensación de las montañas vecinas. Caldas y en menor escala El Retiro, se benefician por la migración de nubes procedentes del valle del Río Cauca que se condensan en las cercanías de estas poblaciones.

Aun cuando los datos son incompletos, el registro de la precipitación pluvial parece mostrar un aumento al seguir el curso de los valles hacia el río Magdalena y parte baja del Porce como puede verse en los datos del Ferrocarril de Antioquia para los años 1.916-22. Ver cuadro No. 3 (4).

(1) Restrepo Uribe, 1.938

(2) Anuario Meteorológico - Ministerio de Agricultura, 1.937-54

(3) Datos de las Empresas Públicas de Medellín - Revista de Ingeniería Colombiana No. 14/15 pp. 68/69, 1.959.

(4) Datos, cortesía del Profesor Gabriel Trujillo.

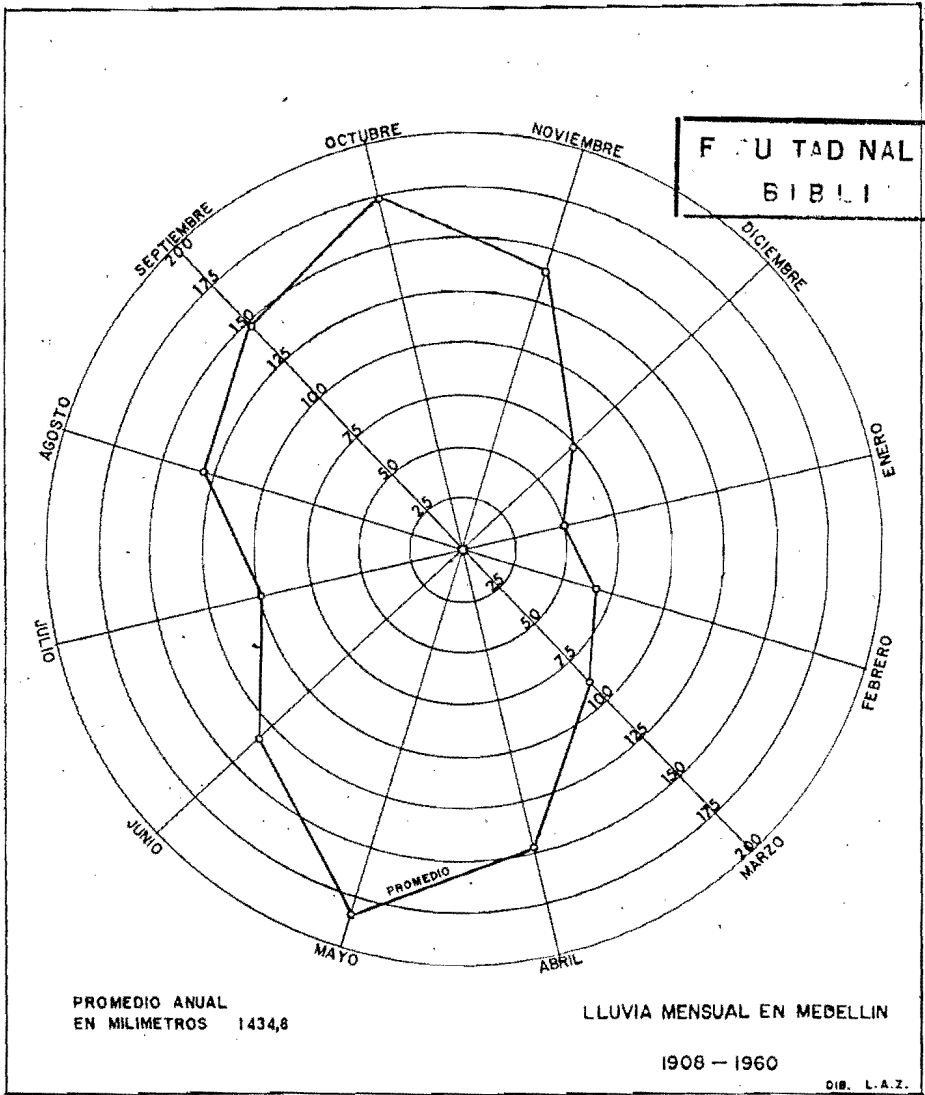


Fig. No. 2

La figura 2 (1) muestra la curva anual de lluvia en Medellín, ciudad que tiene los datos más antiguos de la región central de Antioquia. Pueden apreciarse las dos estaciones lluviosas, marzo-mayo y septiembre-noviembre y las dos secas, la más acentuada y regular de Diciembre a Marzo y una menos notoria de Junio a Agosto.

(1) Estos datos son cortesía del Ingeniero Josué Gutiérrez V.

Más al norte el carácter nortropical presenta anualmente una estación de lluvia y otra seca; al sur la cercanía del Ecuador climático hace variar considerablemente las estaciones lluviosas y secas (Schmidt, 1.952).

Cuadro No. 3

Localidad	Lluvia mm. anuales	Altura M.S.N.M.
Girardota	2.380	1.468
Estación Bótero	2.766	1.071
Cisneros	3.223	1.080
Pto. Berrío	2.924	123

En Medellín, donde los datos son un poco más completos pueden añadirse los siguientes como un promedio de los años 1.926-37: Humedad media 71.9%; presión media 637.4; promedio de los días de lluvia por año 190 (Restrepo Uribe, 1.938).

Altimetría y temperatura.- La influencia de la altimetría en la temperatura es conocida desde hace años y la división zonal de climas que desde tiempos de Humboldt (1.817), y Caldas (1.809) pasando por Hettner (1.896), Sapper (1.935) y otros autores más recientes, se ha hecho en los trópicos, es la siguiente:

	Sapper	Otros autores
Tierras cálidas	0 - 600 mts.	0 - 1.000 mts.
Tierras templadas	600 - 1.850 "	1.000 - 2.000 "
Tierras frías	1.850 - 3.100 "	2.000 - 3.000 "
Páramos	3.100 - 4.450 "	3.000 - 4.000 "
Nieves	+ 4.450 "	+ 4.800 "

La topografía influye considerablemente en esa clasificación. La región que estudiamos se encuentra comprendida en las zonas templada y fría. Como datos de dos estaciones de zona templada y fría, podemos dar a Medellín y Rionegro. La temperatura media en Medellín es de 21.4°, mínima 10° y máxima 32.5°. Rionegro, en

la zona fría tiene una media de 18.4°, mínima de 7° y máxima de 28° (1).

Zonas vegetativas. La vegetación de la región se extiende has sus partes más elevadas y favorece la formación de regolitos profundos, donde la topografía se presta a ello, que es en casi toda la extensión, pues la roca desnuda sólo se presenta en las pendientes extremas, prácticamente verticales (ver fig. 3). Muy pocos lugares del área estudiada conservan su vegetación original y correspondieron con su altura entre 1.500 y 3.000 mts. a las divisiones de bosque subandino y andino (Cuatrecasas, 1.934)

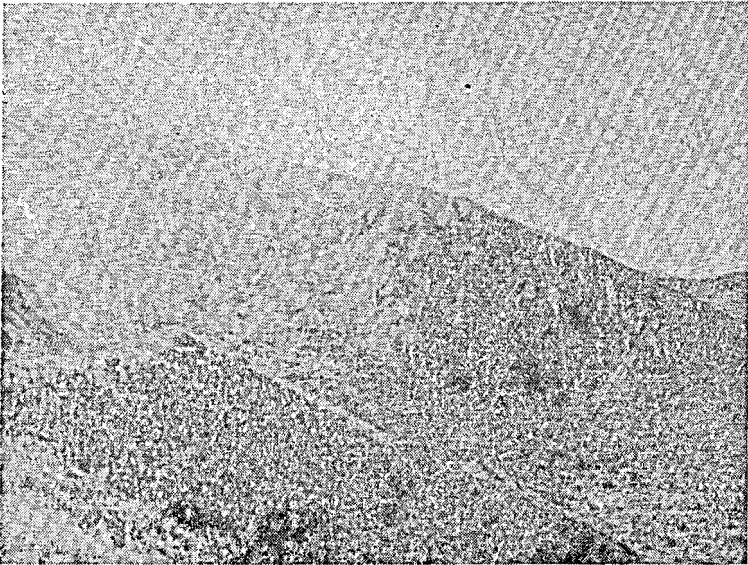


Fig. 3. Rocas desnudas en las pendientes de Matasano.
Carretera Medellín-Yarumal

Clasificación climática. La inclusión de estas regiones en el popular sistema climático de Koeppen ya ha sido hecha por su autor (Koeppen, 1.923-1.948) como Cfi., donde C corresponde a una temperatura del mes más frío, entre 18° y menos 3°C., lo que no se cumple en la inmensa mayoría del área considerada. Es preferible llevar estos climas, donde la topografía montañosa tiene gran influencia, a una sección de climas especiales de montaña (H.) como

(1) Datos tomados del Anuario Meteorológico, Ministerio de Agricultura 1.937-54.

lo hace Trewartha (1.943) en su estudio sobre Clasificación de climas.

Para el fin que nos ocupa, puede concluirse que el proceso exógeno dominante en estos climas, es la meteorización química producida por las soluciones alimentadas por lluvias suficientemente abundantes y modificadas por la vegetación que cubre la región; desde el punto de vista erosivo, los ríos, la pendiente y la precipitación pluvial favorecen los movimientos generales (masivos) o locales, derrumbes y otros fenómenos que van modelando el paisaje.

Geomorfología. Saliendo un poco del área que nos ocupa para ampliar la perspectiva, el tema de las divisiones geomorfológicas colombianas ha sido discutido desde años atrás (Comisión Corográfica, Vergara y Velasco, 1.901) hasta épocas más recientes (Lleras Codazzi 1.926, Denis 1.927, Vila 1.944) pero es evidente que su definición final debe aguardar un conocimiento cartográfico y geológico más completo del país.

Los elementos fisiográficos de primer orden, dividen a Colombia en dos grandes regiones, la oriental en su mayoría de bajo relieve y la occidental predominantemente montañosa. Las unidades de segundo orden en que puede subdividirse la zona occidental, traen consigo la indeterminación de la continuidad que la mayoría de ellas tienen con las regiones vecinas. En el caso de la división que directamente nos ocupa, el macizo antioqueño, podría definirse como un bloque cordillerano formado en su mayoría por rocas plutónicas y metasedimentarias en proceso activo de erosión.

Los linderos pueden, naturalmente, variarse según el interés predominante del autor: físico, geológico, climático, humano, etc. Modificando un poco los límites propuestos por Vila (1.934) podrían quedar definidos así: partiendo de la desembocadura del río Arma en el río Cauca, se sigue el valle de ese río hacia el este y pasando la cordillera se continúa en el valle del Magdalena a lo largo del río Samaná Sur hasta encontrar las tierras planas del Valle del Magdalena y siguiendo aproximadamente la cota de 500 mts. hacia el norte hasta encontrar el valle del río Tamar, el cual se abandona antes de llegar al alto del mismo nombre, (alto que puede tomarse como el origen de la serranía de San Lucas) y que gira al oeste cortando las digitaciones en que termina la Cordillera Central y que dan origen a las diversas serranías de San Jerónimo, Abibe, etc; a la altura del río Sucio se gira hacia el sur en los lindes de las

tierras bajas del río Atrato y de la Cordillera Occidental hasta encontrar las cabeceras del mismo río, donde se enrumba al este por el valle de este río hasta encontrar las cabeceras del río Bolívar y por él y el río San Juan, hasta el Cauca y luego al sureste por el curso del mismo hasta la boca del Arma (ver plancha No. 1).

En una región tan extensa y variada como esta, se hace necesario la formación de subdivisiones de tercer orden que de acuerdo con Vergara y Velasco (1.904) deberían ser: el Cañón del Cauca, los valles del Nechi y las mesetas del Nare. Una agrupación que parece más conveniente sería la siguiente: el Macizo Occidental, a veces llamado "Mesa del Chocó" (Vergara y Velasco, 1.904), el valle o cañón del río Cauca y el Macizo Oriental entre éste y los rellenos sedimentarios del Valle del Magdalena.

En el sur de Antioquia, Caldas y norte del Valle del Cauca, el cañón del río Cauca presenta una serie de aspectos peculiares, producidos por la erosión de las zonas volcánicas y sedimentarias del Cenozoico, que probablemente justificaría la creación de un elemento independiente, la provincia volcano-sedimentaria, también de tercer orden y separada de las anteriores (Parsons, 1.949).

Macizo Oriental.- En este elemento de tercer orden, se encuentra la región en estudio y es interesante discutirlo más a espacio. Como todo el Macizo Antioqueño, el fondo tectónico es el levantamiento de tierras por la orogenia andina en sus distintas fases a partir del Cretáceo hasta hoy. A medida que estos levantamientos se efectuaron, en los intervalos de actividad tectónica, las tierras fueron reducidas a una topografía más o menos plana o penillanuras, en parte por erosión y en parte por relleno. El aspecto lineal de las crestas actuales, producto del levantamiento más reciente de esos antiguos niveles (fig. No. 4) fué ya interpretado por Scheibe (1.919) como remanente de una antigua penillanura. Debe notarse que el valle del Cauca entre los Macizos Oriental y Occidental es una especie de fosa tectónica producida por fenómenos tafrogénicos en las fases intermedias de la orogenia andina.

Durante la época de estabilidad relativa que precedió al paroxismo andino Plio-pleistoceno, la erosión de esas tierras esbozó una serie de valles producidos por la diferencia de resistencia a la meteorización entre las rocas plutónicas y las metamórficas. Los valles de Santa Rosa, Yarumal (fig. No. 5), la Ceja, Rionegro, Ovejas, Retiro, etc. fueron iniciados en esta época y acentuados posterior-

mente al aumentar, por el levantamiento tectónico, la pendiente de los ríos que los drenan y que al final los harán desaparecer al excavar valles o cañones más jóvenes.

La presencia de bauxita en los llanos de Cuiba indica una época de estabilidad relativamente larga y un clima más cálido que el que hoy existe en esa región; es probablemente un pequeño remanente de la penillanura pre-pliocena de que antes se habló.

Con los movimientos andinos del plio-pleistoceno y una precipitación pluvial quizá mayor durante las épocas glaciales de este último período, la actividad erosiva de los ríos alcanzó proporciones notables hasta el punto de que los afluentes secundarios se rezagaron en su erosión con respecto a los principales y sus valles quedaron colgantes sobre los de éstos, fenómeno común en terrenos que han tenido glaciaciones de tipo alpino; lo es menos en la erosión fluvial, testigo de este proceso es el valle de Ovejas (fig. No. 4).

Producto de esa actividad erosiva y su reciente continuidad, es el frente de erosión formado por los ríos que fluyen al Cauca y al Magdalena, siendo especialmente notable el del último (plancha No. 1) que en su parte oriental ha dejado atrás un terreno ondulado regado por los ríos Nus, Nare, Samaná, Volcán, Otú, etc., cuya altimetría oscila entre los 500 y 1.200 mts. Hacia el oeste la altimetría se levanta bruscamente entre los 2.000 y 2.500 mts. y algunos de sus puntos a más de 3.000 mts. en un frente continuo de norte a sur, prolongándose en esta forma hasta terminar la unidad fisiográfica en las vertientes del río Cauca. Las únicas tierras bajas de este bloque están formadas por los valles de los ríos que como el Porce y el Náchí son antecedentes al levantamiento de la Cordillera; debe notarse que el valle del Porce reduce esta zona alta a una estrecha faja de la quiebra del Nus hacia el norte, trayecto donde corre paralelo al frente de erosión del Magdalena.

El valle del río Cauca es de formación muy reciente, probablemente plio-pleistoceno y principalmente tectónico, acompañado de una gran actividad erosiva; forman así sus afluentes menos caudalosos que los del Magdalena, una serie de valles jóvenes y muy profundos que tratan de acomodarse a la velocidad de erosión del río principal que ha excavado un profundo cañón, estrecho en la parte de rocas cristalinas y volcánicas y más amplio en las rocas sedimentarias y piroclásticas.

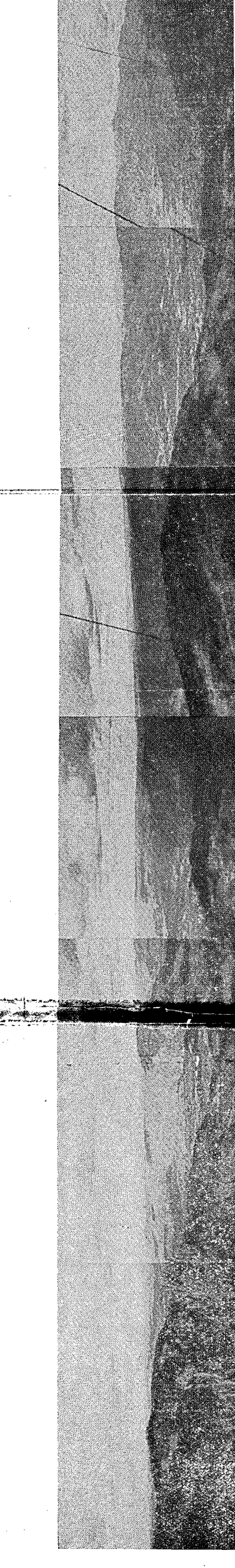


Fig. No. 4 - Cráter de Medellín hacia el este, vista de la torre de Televisión, a la izquierda el valle Ovejas.

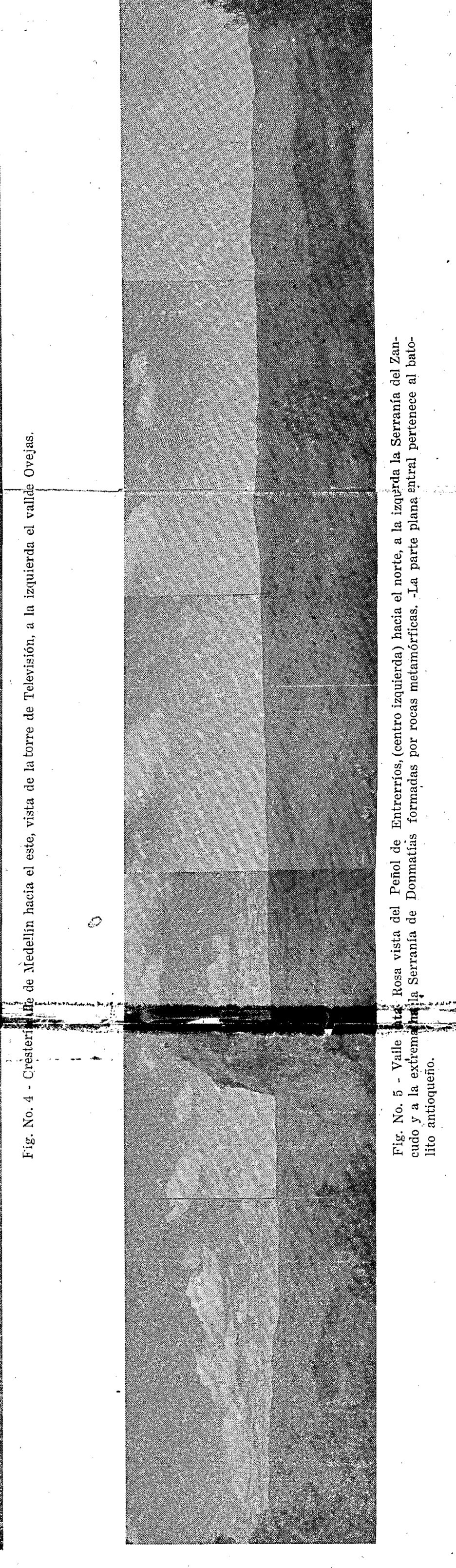


Fig. No. 5 - Valle de la Rosa vista del Peñol de Entreríos, (centro izquierda) hacia el norte, a la izquierda la Serranía del Zancudo y a la extrema derecha la Serranía de Donmatías formadas por rocas metamórficas. -La parte plana entral pertenece al batolito antioqueño.

Red fluvial.- Los ríos Magdalena y Cauca son los destinos finales del sistema de desagüe del Macizo Oriental. El Magdalena recoge las aguas de los ríos Samaná Norte y Sur, Nare, Nus, San Bartolomé, etc. que llevan a cabo una activa erosión sobre la vertiente oriental de la Cordillera Central, dando por resultados el accidente topográfico que anteriormente se llamó frente de erosión del Magdalena. La mayoría de estos ríos tienen un curso relativamente directo desde el Macizo hasta el Magdalena con una notoria quiebra vertical donde cortan el frente erosivo.

De esta quiebra hacia el este los terrenos presentan una pendiente relativamente uniforme, lo que ha dado pie a algunos autores (Butler, 1.942) para suponer que la base geológica de este Macizo es un bloque inclinado al este; muy probablemente no se trata de un efecto tectónico de volteo sino de un bloque levantado isostáticamente y posteriormente modelado por la erosión y deposición fluvial.

Los afluentes directos del Cauca, ríos Arma, Buey, Amagá, Aurrá, San Andrés, etc. son menos caudalosos que los del Magdalena, tienen valles profundos y estrechos debidos a su acomodo a la rápida erosión del río Cauca y algunos presentan saltos (por ejemplo, río Buey) indicativos de su etapa juvenil y la imposibilidad de gradar su cauce normalmente con el río principal.

El Force es un río antecedente al levantamiento final del Macizo, constituye con su confluente el Nechí, el principal aporte indirecto del Macizo al río Cauca. Presenta en su parte baja un valle en V de rápida formación que aguas arriba se ensancha, no habiendo tenido tiempo la erosión de alcanzar esta parte y estando además demorada por la presencia de algunas llaves de rocas más duras como los Ancones de Copacabana y La Estrella. A pesar de lo anterior, la velocidad de erosión del alto Force es notable y ha dejado los valles de sus afluentes a sus antiguos niveles o sea a varios centenares de metros sobre su cauce actual, de modo que muchos de ellos forman saltos o pendientes precipitadas como los ríos Guadalupe, Grande y las quebradas de Ovejas, La García, etc. En parte estos saltos están favorecidos por la presencia de rocas más duras en la parte más alta de algunos de ellos, como los de los ríos San Andrés y Guadalupe.

El Nechí, antes de recibir al Force en Dos Bocas, desagüa parte del norte del Macizo, pero su aporte principal lo recibe del mismo

Porce, formando un río de caudal suficientemente grande para ser navegable al entrar en las partes bajas del norte de Antioquia.

Formas geomorfológicas especiales. - Los peñoles.- De los afloramientos de rocas plutónicas (Wilhelmy, 1.958), graníticas, gneísicas, etc., de características sensiblemente isotrópicas, se han descrito desde hace muchos años salientes de roca relativamente fresca, generalmente monolíticas, con los nombres de Domos de Exfoliación, Monolitos, Panes de Azúcar, "Inselberges", etc., (Cotton, 1948 Penck, 1.953); como estos nombres suponen un atributo de la roca que no siempre aparece, el autor propone, para uso castellano, la palabra *Peñol* en uso desde hace muchos años en el oriente de Antioquia para esta clase de accidente geomorfológicos; esta palabra, tan castiza como Peñón, es probablemente una forma antigua de la misma.

Los peñoles del área que nos ocupa, no tienen las dimensiones de algunos descritos de otros países como el Brasil (Friese, 1.933 - 1.938), Guayana Francesa (De la Rue, 1.953), etc., pero tienen una gran notoriedad en el paisaje por la posición topográfica saliente que ocupan sobre el nivel medio de los restos de la penillanura antioqueña. Los peñoles de mayor tamaño como Guatapé (figs. 6-7, plancha II), Entrerríos (fig. 5, plancha II), Peñolcito, El Marial, El Colmillo, etc están acompañados por numerosísimos de menor tamaño.

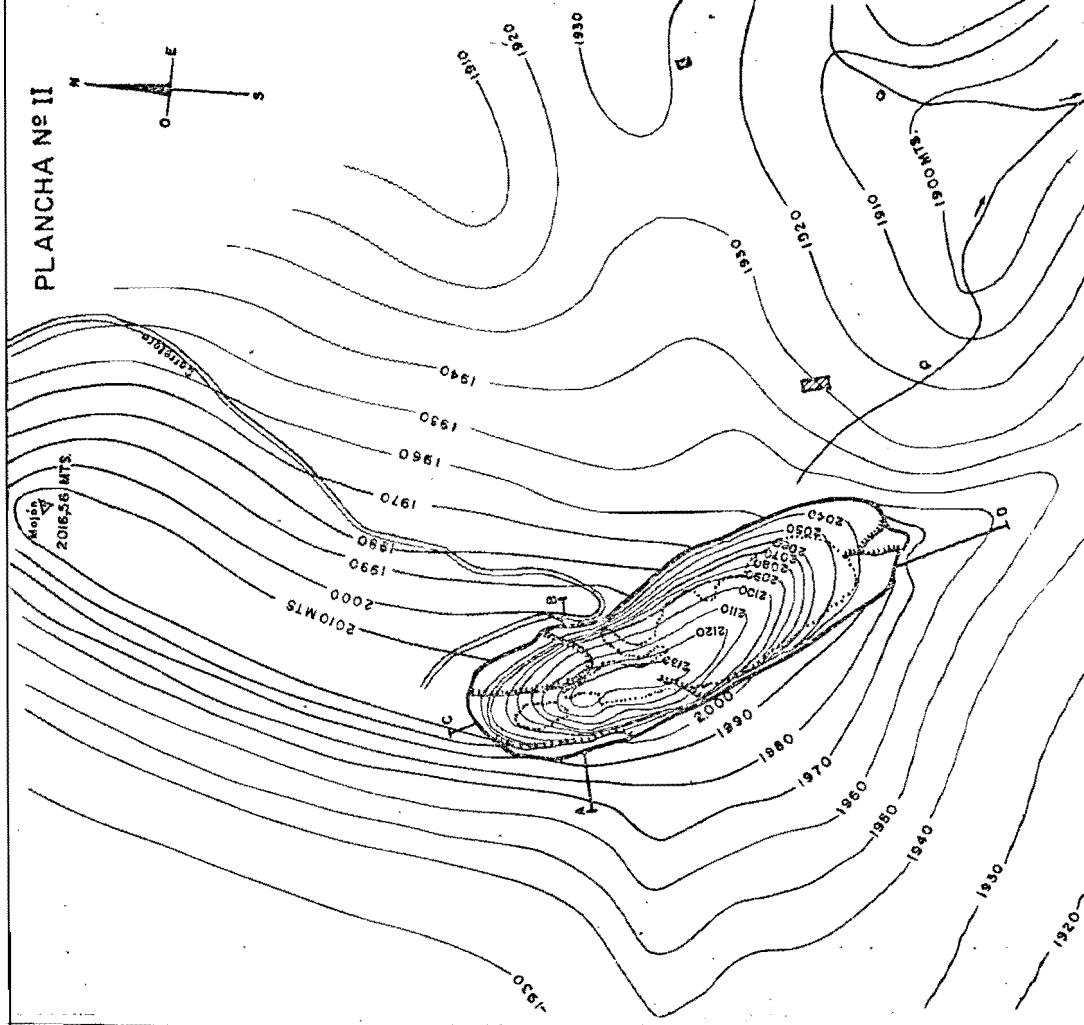
La roca del Batolito antioqueño que forma estos peñoles, es de un tipo normal como puede verse en los análisis de las muestras Nos. 2-A y 784-A (Cuadro No. 10) tomadas en los peñoles de Guatapé y Entrerríos. No es por tanto su mayor resistencia a la meteorización, debida, a variaciones de composición mineralógica. Es muy posible que todos ellos hayan sido originalmente núcleos de exfoliación, notablemente exentos de grietas o uniones y rápidamente expuestos a la intemperie por erosión.

De observaciones hechas en los peñoles y sus cercanías, puede deducirse lo siguiente:

a) La roca originaria es una roca plutónica, de características generalmente isotrópicas, pero a veces nesoide.

b) La meteorización se efectúa por medio de aguas lluvias que se filtran y descomponen la roca en varias etapas (Wilhelmy, 1.958) hasta concluir en arcillas lateríticas. Los núcleos con pocas

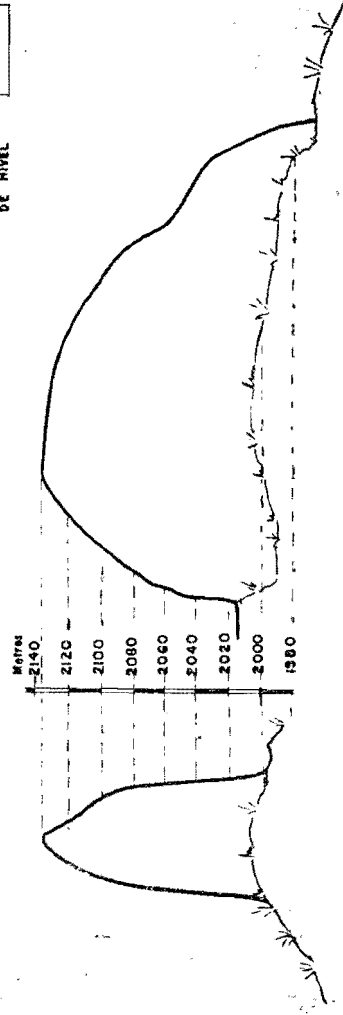
PLANCHA Nº II



- CONVENCIONES
- CONTORNOS DE VEGETACION
 - GRIETAS
 - CONTORNOS DEL PEÑOL
 - CURVAS DE NIVEL

0 20 40 60 80 100 MTS.
ESCALA EN METROS

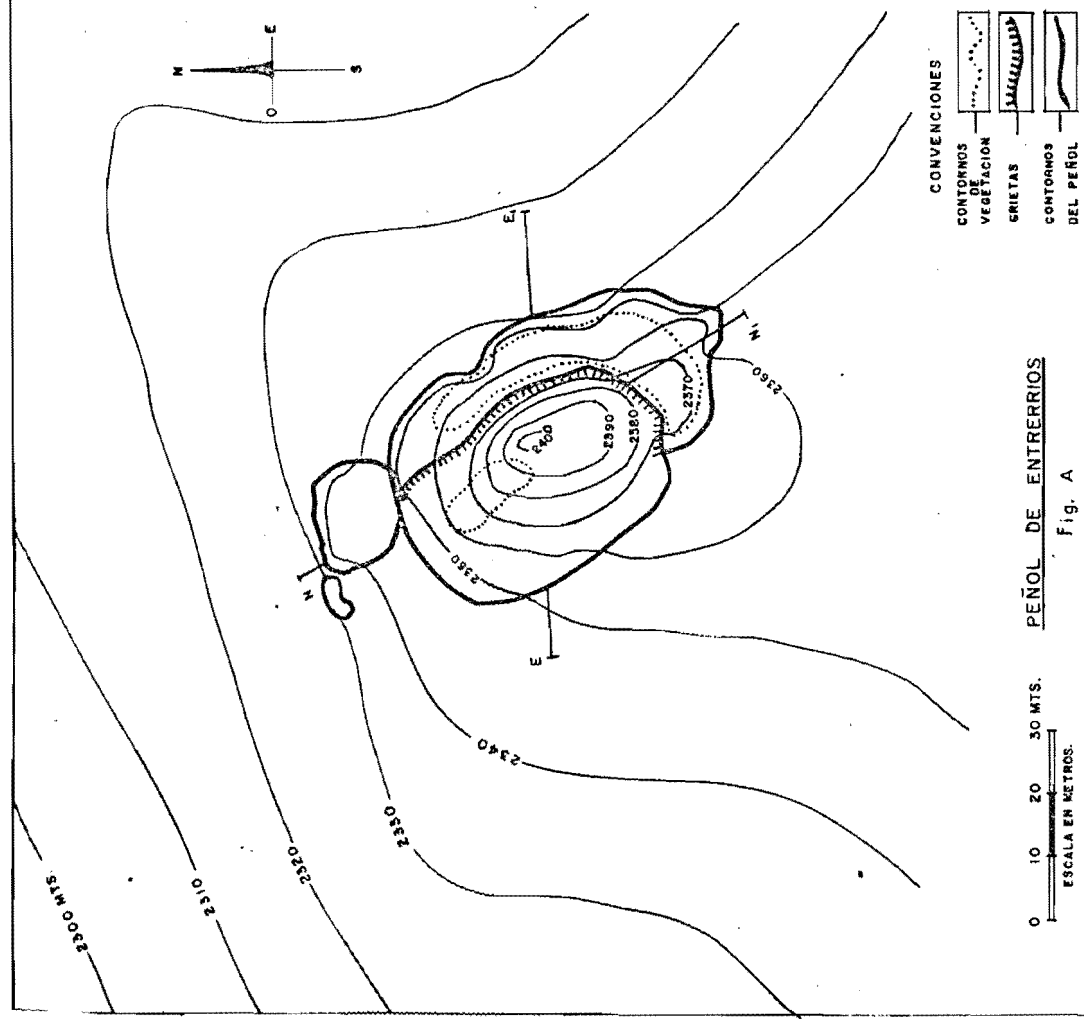
PEÑOL DE GUATAPE
Fig B



SECCION TRANSVERSAL A B

SECCION LONGITUDINAL C D

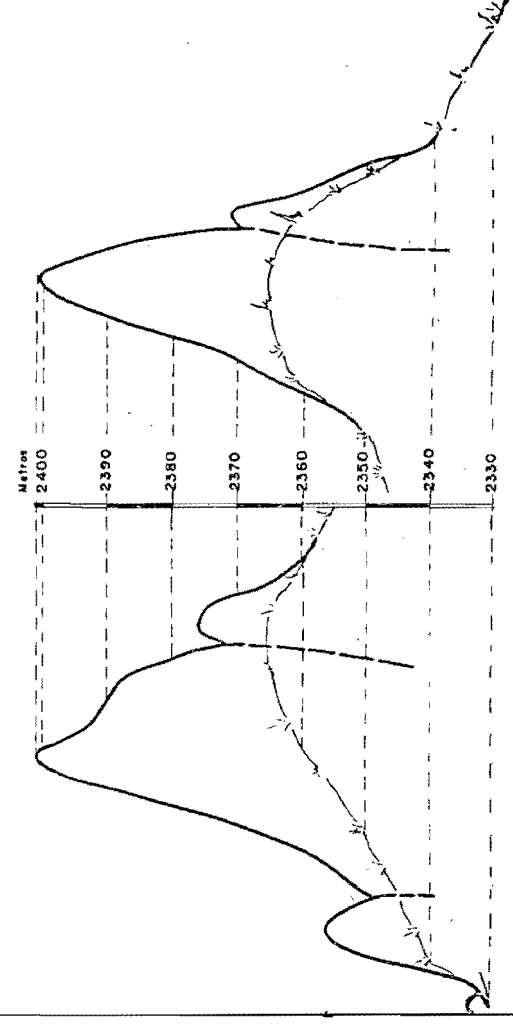
SECCION LONGITUDINAL N N1



- CONVENCIONES
- CONTORNOS DE VEGETACION
 - GRIETAS
 - CONTORNOS DEL PEÑOL
 - CURVAS DE NIVEL

0 10 20 30 MTS.
ESCALA EN METROS

PEÑOL DE ENTRERRIOS
Fig. A



SECCION TRANSVERSAL E E1

SECCION LONGITUDINAL C D

SECCION LONGITUDINAL N N1

SECCION LONGITUDINAL C D

DIB. LAZ

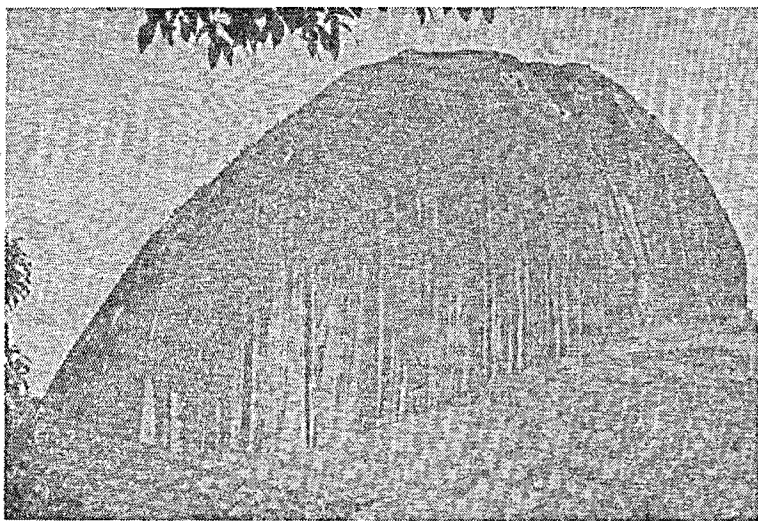


Fig. 6 - Peñol de Guatapé visto del Noroeste

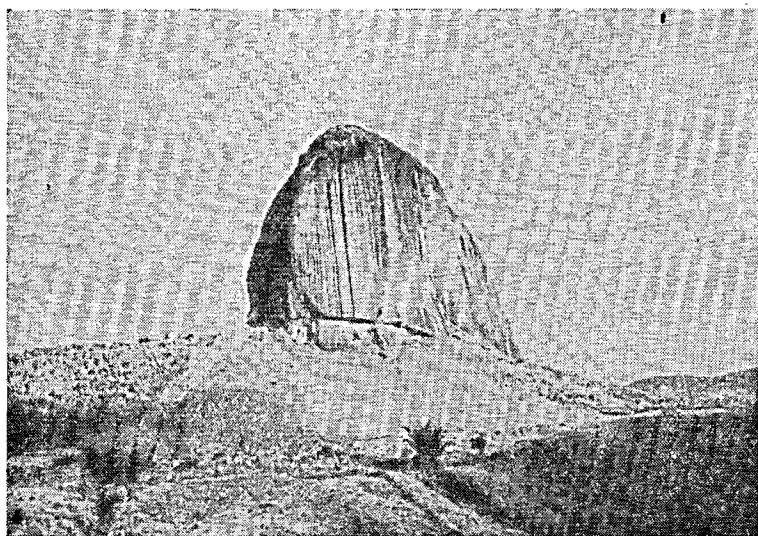


Fig. 7 - Peñol de Guatapé visto del Oeste

grietas se conservan relativamente frescos encerrados por capas concéntricas de exfoliación, producida bien sea por hidratación (Branner, 1.896) o por remanentes de esfuerzos mecánicos (Blackwelder, 1.925). La teoría de la formación de bloques exfoliados por cambios de temperatura (Gilbert, 1.904) puede ser operante en climas extremos, pero no en esta región donde hay bloques exfoliados a profundidades a las cuales los cambios de temperatura son mínimos.

c) Los bloques, rodeados de materias descompuestas, arenas, arcillas, etc., son atacados por una erosión activa, en el caso que nos ocupa; flúvio-pluvial, que mueve las materias livianas y descubre los núcleos de roca fresca que van quedando como notorias salientes del paisaje, y se van individualizando a medida que los agentes transportadores excavan sus alrededores; su forma general depende en gran parte de la original del bloque. Otros peñoles medianos y pequeños son llevados por los movimientos en masa del terreno, siguiendo la pendiente hacia hondonadas donde se acumulan formando los llamados *organales* que serán considerados más tarde.

d) Una vez el peñol expuesto a las lluvias cargadas en su curso a lo largo de la roca por los ácidos orgánicos; producto de la descomposición de las plantas que crecen en la misma, atacan el peñol modelando canales que le dan un aspecto peculiar. Estos canales son más profundos en las salientes del peñol y se van ampliando hacia la base, al llegar a la cual se suavizan hasta desaparecer casi por completo (fig. 8).

Los cambios de temperatura que desprenden cáscaras delgadas, sumados al trabajo de las lluvias, ya mencionado, tienden a darle al peñol una forma aguda hacia arriba, pero conservando siempre los lineamientos generales del mismo.

e) Las formas y dimensiones de los peñoles como conclusión de lo anterior, son muy variables, pero están siempre determinadas por las grietas preexistentes en la roca y que guiaron las soluciones meteorizantes.

f) Algunos factores como vientos, radiación solar, etc., no tienen importancia en esta región pero pueden tenerla bajo otros climas (Friese, 1.933-1.938).

g) Los peñoles son elementos típicos de los afloramientos del batolito antioqueño, especialmente en zonas de topografía relativamente suave.

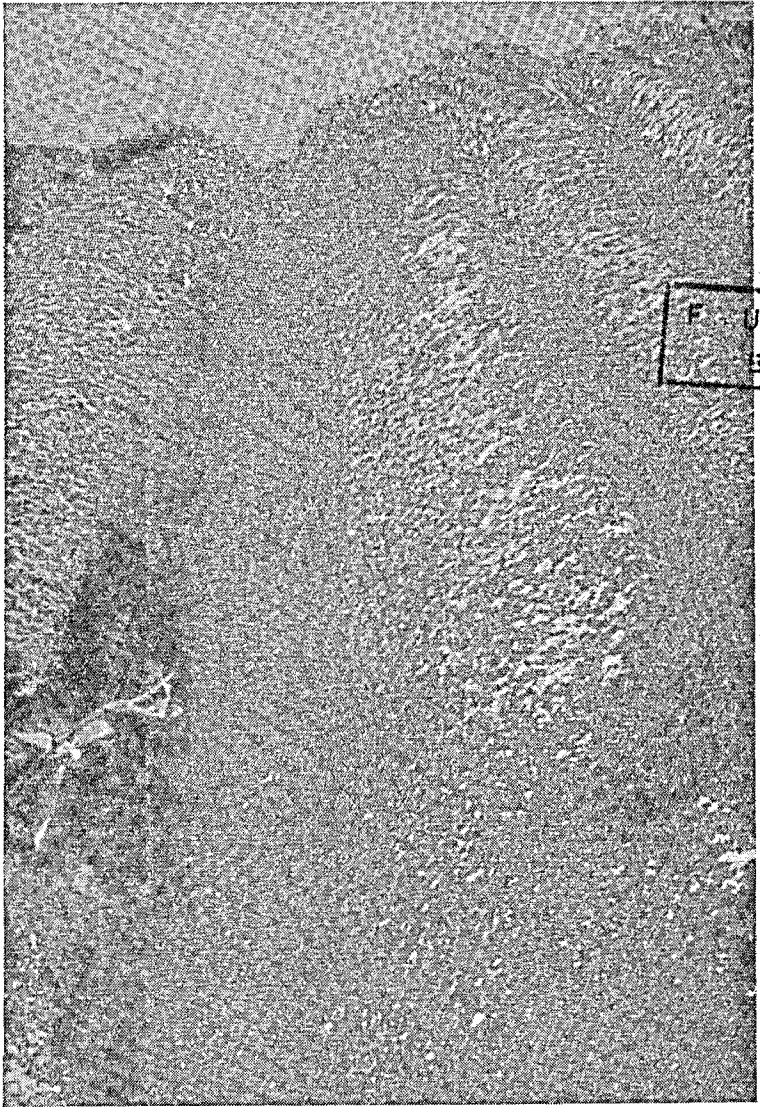


Fig. 8. — Acanaladuras en el peñol de Guatapé. (1)

Organales.— Esta palabra designa en Antioquia acumulaciones de rocas, generalmente en cañadas u hondonadas del terreno dándoles una topografía muy abrupta.

(1) ancho de la canal central, en su parte más baja: 1.20 mts.

La mayor parte de dichas acumulaciones se presentan en afloramiento de rocas plutónicas y están formadas por bloques residuales de exfoliación que bien sea por erosión de los cursos de agua que mueven materiales a lo largo de las grietas en donde la descomposición es mayor, por movimientos del manto hacia las partes más bajas de la topografía, llevando consigo los bloques residuales o por una combinación de los dos procesos, los concentra usualmente en cañales por las cuales corren aguas permanentes u ocasionales. En este proceso de concentración, los bloques actúan como obstáculos naturales que favorecen la sedimentación de minerales pesados y no pocos de los organales han sido explotados como pacimientos auríferos (ver contracarátula).

Además de las rocas plutónicas también se presentan organales en otros tipos de rocas y son especialmente notorios en los calcáreos cuya topografía producida por fenómenos de solución, (Karrren) es particularmente áspera. En este caso el mecanismo de formación es muy diferente del descrito para las rocas plutónicas. Las acumulaciones de peñascos en organales pueden llegar a ser suficientemente grandes para que ríos de buena aguada como el Por-

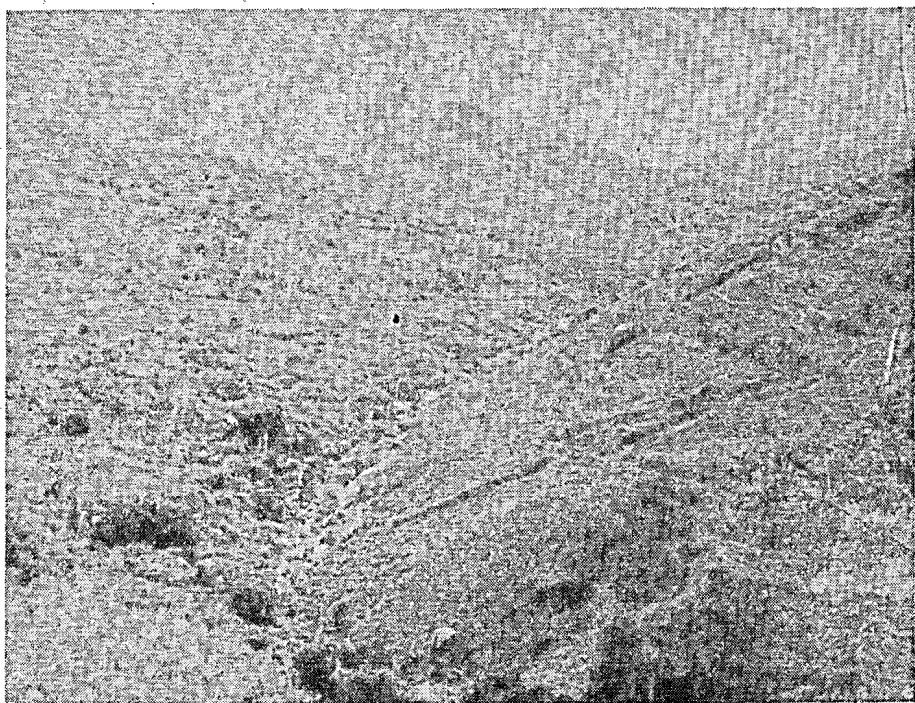


Fig. 9. — Organal del río Nechí cerca a Angostura

ce en "Puente de Tierra" y el Nechí cerca de Angostura (figs. 9 y 10) corran enteramente bajo ellos en longitudes considerables. El mismo fenómeno se presenta en pequeñas quebradas que desaparecen ocasionalmente bajo organales para reaparecer a su terminación.

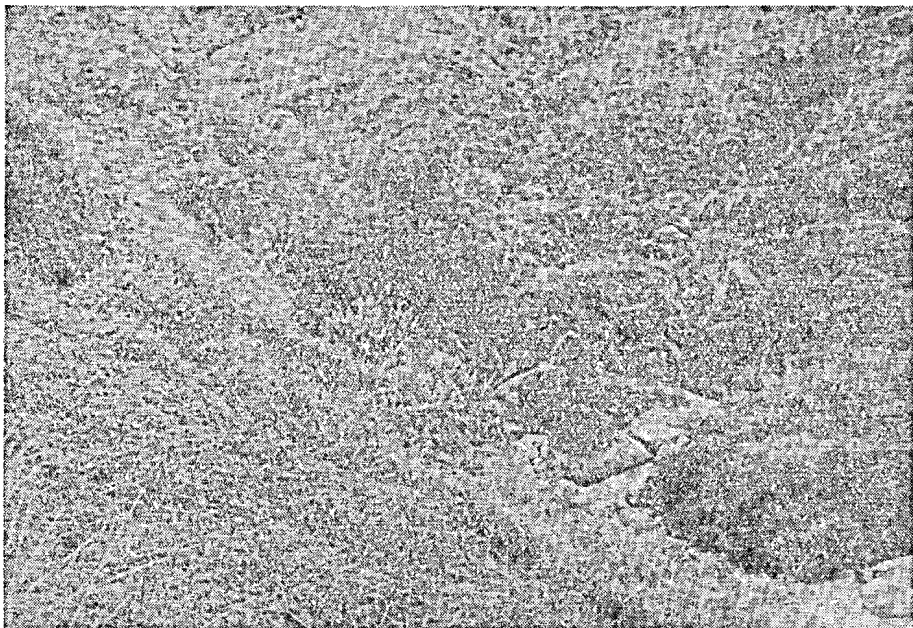


Fig. 10. — Salida del río Nechí del organal de la fig. 9