

## Puntos de vista para la apreciacion.

La geología del Valle y del Cauca es bien singular: a rasgos generales y todavía en los medianos <sup>apenas de los contornos que solo ofrecen</sup> es sencilla, mas de lo que se supone, pero a medida que se avanza a los pormenores, <sup>por motivo de las plegas sobre estratos, o de las y mas o menos escamas (schists)</sup> ella se complica <sup>de una manera</sup> y en la misma proporcion se complica la apreciación de los valores económicos, como en el presente caso la del carbon, objeto principal de este presente estudio. Debido a que los pormenores de la geología se hallan deficientemente expuestos y a que la morfología <sup>a esta escala, en este ambiente geológico</sup> no revela correspondencia con la tectónica, ni tampoco habia bases geográficas adecuadas, hubo necesidad de intensificar los levantamientos geográfico-geológicos hasta donde lo permitian las circunstancias del personal y del tiempo, para de esta manera poder allanar las dificultades de interpretación que se presentaban durante el estudio del terreno. Sin embargo, la finalidad no se logró obtener <sup>con</sup> en la amplitud necesaria y por este motivo nos hemos visto obligados a abrir otro camino de la <sup>solucion</sup> comprensión de los problemas, consistente en averiguar lo mas <sup>de</sup> fondo posible las causas que, ~~han motivado y desarrollado este ambiente~~ en relacion con la evolucion geológica del pais han motivado y desarrollado este ambiente y las que le han imprimido <sup>las particularidades que tiene</sup> ~~las particularidades que tiene~~. En geología, la averiguación de las causas generalmente se omite o no se profundiza porque se tropieza con muchos inconvenientes y por lo tanto no se le emplea como base de apreciación, sobre todo económica, a pesar de que se sabe que todo proceso de investigación, para poder llegar en el menor tiempo a un criterio ajustado, necesita fundarse en las causas. En el caso de la geología de Colombia, pais que está efectuando la mutación de su vida extensiva a la intensiva y que por lo mismo necesita conocer sus recursos pronto y a ciencias lo mas ciertas posibles, la averiguación de las causas es <sup>obligatoria para</sup> ~~obligatoria para~~ satisfacer las exigencias que impone el desarrollo <sup>del pais porque</sup> y coincidencialmente <sup>la su</sup> naturaleza del pais <sup>facilita este trabajo</sup>. Se entiende que no hemos logrado <sup>realizar este estudio</sup> ~~abarcarlo~~ a fondo, pero lo que se ha podido decifrar ya concede una vista satisfactoria sobre la evolucion geológica del pais y sobre la relacion que con sus particularidades tienen los yacimientos de minerales. <sup>de los yacimientos minerales.</sup>



cialmente la naturaleza colombiana favorece este empeño. Se entiende que no lo hemos podido llevar todavía al fin que es de desear, pero lo que se ha podido decifrar ya da un criterio bastante satisfactorio y los nexos genéticos de los aspectos sobre el desarrollo ~~natural~~ de la naturaleza, en especial de las rocas y de sus yacimientos y sobre sus características.

En efecto, el estudio geológico del país demuestra que la causa primordial y principal que motiva la formación y la transformación de las rocas y de sus yacimientos y que les imprime sus características, reside en los movimientos tectónicos y en el grado de intensidad regional y temporal con que ellos se manifiestan. <sup>con el efecto de la rigidez del medio sobre el cual se manifiestan en fracturas</sup> Con ellos actúan simultáneamente los movimientos meteorológicos y los de la hidrosfera, pero estos ~~aparecen~~ no influyen tanto sobre la formación sino más bien sobre la transformación de los aspectos naturales. <sup>En cuanto a la fase genética</sup> En cuanto a la fase genética de las rocas y de los yacimientos, <sup>los</sup> movimientos tectónicos provocan la formación, determinan la extensión y en general la calidad, influyen de manera decisiva sobre la cantidad y sucesión e inician de manera importante su construcción y transformación. En la fase postgenética, los mismos movimientos prosiguen la construcción y la transformación dinámica y térmica y determinan las condiciones de descomposición y destrucción con que actúan los agentes meteorológicos y los de la hidrosfera.

La importancia que tienen los movimientos tectónicos como causa principal de la evolución geológica, en especial como determinantes de las condiciones que muestran los yacimientos, se destaca por ejemplo <sup>se explicará en el curso de este trabajo y se destaca en esta parte para la influencia</sup> al ~~comparar~~ <sup>mediante la comparación de</sup> las particularidades que tienen los campos carboníferos, formados los unos en terrenos de evolución tectónica tranquila y los otros



*El estudio geológico de Colombia*  
 Los estudios realizados en el país y sobre todo el presente, primordial y principal demuestran que la causa/que motiva la formación de las rocas y de sus yacimientos y que les imprime las características que tienen y que luego determina sus condiciones postgenéticas reside en los movimientos tectónicos. <sup>simultáneamente</sup> Con ~~ellos~~ <sup>los</sup> ~~cuales~~ <sup>actúan</sup> los movimientos meteorológicos y los de la hidrosfera <sup>pero no influyen tanto sobre la formación sino sobre</sup> mas bien ~~de~~ la transformación de los aspectos de la naturaleza. En cuanto a la fase genética de las rocas y de sus yacimientos, los movimientos tectónicos provocan la formación, determinan la extensión y la calidad, influyen de manera decisiva sobre la cantidad y sucesión e inician de manera importante su construcción y transformación. En la fase post-genética, dichos movimientos prosiguen la construcción y la transformación dinámica <sup>tónica</sup> y determinan las condiciones de descomposición y destrucción bajo las cuales pueden actuar los factores meteorológicos y los movimientos de la hidrosfera.

La importancia decisiva que tienen los movimientos tectónicos como causa de la ~~con respecto a la creación~~ <sup>evolución</sup> de los yacimientos, se destaca <sup>geológica, como de otros ramos de las ciencias que muestran que los yacimientos</sup> por ejemplo <sup>de las particularidades</sup> que tienen los yacimientos de carbon, <sup>campos carboníferos</sup> formados unos en terrenos de evolución tectónica mas o menos tranquila y otros en terrenos de evolución tectónica mas o menos agitada. ~~Los~~ Aprovechamos para la demostración ~~de~~ los yacimientos de carbon porque vienen al caso y nos permiten caracterizar y clasificar convenientemente los yacimientos del Valle y del Cauca. La comparación se hará fraccionadamente de mayor a menor escala, de manera que primero se expondrán las diferencias que existen entre los yacimientos de los Mesoides y los del campo continental cratógeno de la tierra. Luego se tomarán los ejemplos de la ~~terrenos tectónicos andinos~~ <sup>división andina de Colombia</sup>, comparando <sup>mas intensa</sup> <sup>menor intensidad</sup> ~~terrenos de evolución tectónica~~ <sup>con</sup> ~~terrenos de tectónica~~ <sup>menos</sup> ~~intensa~~.

A grandes rasgos los Mesoides, ~~o sea la faja~~ <sup>o sea la faja</sup> orogénica que comprende la montaña circunpaciífica y su desarrollo por el Himalaya hacia los Alpes y el Atlas, <sup>como para generalizar la idea de un movimiento marino</sup> son el típico representante de la evolución tectónica agitada e intranquila, mientras las grandes planadas y lomajes del campo cratógeno <sup>de la tierra</sup> revelan una evolución tranquila, apenas movida en <sup>apenas movida en</sup> pesadas ondulaciones. <sup>(apartado de las fajas)</sup> Conforme a la intranquilidad <sup>de la fase que tiene</sup> del gran orogéneo, los yacimientos <sup>campos carboníferos</sup> de carbon ahí son escasos, de relativamente poca extensión y se hallan mas o menos parcelados.



## Puntos de vista para la apreciación.

Debido a que en los pormenores la geología del Valle y del Cauca es complicada, <sup>en algunas a que otros</sup> se halla <sup>mucho deficientemente</sup> relativamente mal expuesta y/no muestran <sup>por lo general</sup> correspondencia entre los rasgos morfológicos y los tectónicos, hubo necesidad geográfico- de intensificar los levantamientos/geológicos del terreno hasta donde lo permitían las circunstancias/para de esta manera conseguir recursos que permitieran apreciar mas concretamente los yacim. decarb., obj. pr. est. de apreciación mas concretas. Si bien de esta manera se allanaron así muchas de las dificultades, según lo demostró el desarrollo de los planos y de los perfiles, <sup>la vía</sup> las bases ~~todavía~~ resultaron insuficientes el resultado <sup>práctico</sup> aun era deficiente. En estas condiciones no sobró otro camino <sup>En estas condiciones los hechos se ven obligados a abrir otro camino de la comprensión de los problemas</sup> ~~averiguar lo mas fondo posible~~ <sup>que busque en la geología una solución práctica</sup> recurso que ~~tratar de averiguar~~ las causas que han dado origen, desarrollo y <sup>de la</sup> ~~caracter~~ al ambiente geológico del ~~carboní~~ <sup>den indiv.</sup> que le conoce. En geología, la averiguación de las causas generalmente se omite porque tropieza con muchas dificultades y por lo tanto no se <sup>se</sup> emplea como base para la apreciación económica, a pesar de que todo proceso de investigación <sup>para obtener en el menor tiempo un criterio natural de las consecuencias,</sup> debe fundarse o pretender de fundarse en las causas ~~para obtener~~ un criterio natural y ajustado en el menor tiempo. En el caso de los estudios geológicos de Colombia, la naturaleza facilita la determinación definitivamente de las causas y aun cuando no ~~hax~~ hemos podido ahondar/este estudio ~~en la forma~~ los rudimentos que hemos podido decifrar son una guía útil para la apreciación <sup>en principio y en la práctica</sup> natural de los valores económicos. <sup>esto lo muestra</sup> ~~En la práctica la determinación de la causa de la participación de las causas~~

<sup>todavía</sup> La geología del Valle y del Cauca es bien rica en datos: a pesar de que la medicina social es <sup>mucho mejor de la que se impone por la comprensión</sup> ~~superficialmente sencilla~~ <sup>se completa sobremanera</sup> la ~~medicina social~~ <sup>que se va a la práctica</sup> ~~que se va a la práctica~~ <sup>decisivos para la apreciación de los</sup> ~~valores económicos~~. Debido a que los detalles se hallan <sup>mucho deficientemente</sup> ~~expuestos~~ y a que la morfología <sup>realiza</sup> ~~no muestra~~ su correspondencia con la tectónica, ni tampoco existían bases geográficas <sup>mucho deficientemente</sup> ~~detalladas~~ para el <sup>algunos</sup> ~~caso~~, hubo necesidad

En estas condiciones, <sup>en la práctica</sup> ~~agradar~~ las posibilidades de la geología <sup>subordinada a la medicina social</sup> ~~en un estudio rápido del cual se pudiese rememorar~~ <sup>detallados</sup> ~~no sobra sino el camino de la apreciación de las causas~~ <sup>En estas condiciones, con la ayuda de la geología subterránea</sup> ~~de la geología~~



por el cual los efectos se manifiestan con intensidad mas variada que los efectos en los demas medios.-Como las causas y en principio/de dichos movimientos son los mismos, es de suponer que el conocimiento en una de las materias *(p.e. de las fuerzas que se producen p.e. en la corteza terrestre a medida que aumenta la intensidad de las fuerzas)* sirva para facilitar la averiguacion de ~~las causas~~ los fenómenos en ~~otras~~ la otra (analogia por ejemplo entre los movimientos de oleaje y de marea de la hidrosfera y los movimientos orogénicos y epirogénicos de la litosfera). <sup>los movimientos primordiales</sup> demas como ~~el resultado~~ de la naturaleza ~~atraves de los~~ ~~tiempos~~ <sup>según</sup> ~~muestra~~ se verifica en un ritmo de ciclos generales y estos ciclos deben ser la expresion de ciclos <sup>(ciclos en las constelaciones)</sup> de las fuerzas generadoras/cosmicas como hemos dicho, ~~los astrónomos~~ la astronomia quizá pueda proporcionar los medios para precisar los tiempos geológicos.

<sup>y con respecto a los fines de este trabajo</sup>  
En relacion con los movimientos tectónicos <sup>la naturaleza de Colombia</sup> demuestra <sup>en primer lugar</sup> que de dichos movimientos y de su <sup>intensidad</sup> fuerza regional y temporal depende /el caracter de las rocas y de sus yacimientos desde su origen hasta la actualidad. (véase <sup>esquema</sup> ~~cuadro~~ esquemático de relaciones tectónicas). En cuanto al punto de vista genético, ~~ellos~~ y conforme a la intensidad de los movimientos, ellos <sup>motivan</sup> ~~la formacion~~ <sup>determinan</sup> ~~la~~ <sup>la extension</sup> la calidad, cantidad y sucesion y la construccion y transformacion iniciales de las rocas y de sus yacimientos, mientras que los movimientos postgenéticos ~~deciden~~ prosiguen la construccion y la transformacion y deciden la conservacion. En esta forma, la evolucion tectónica viene a ser la base de la apreciacion geológica.

La importancia que tiene esta manera de apreciar los valores se destaca al comparar ~~por~~ en bien de la orientacion sobre ~~las~~ la clase de los yacimientos del Valle y del Cauca, los yacimientos carboníferos formados unos en terrenos de evolucion tectónica mas o menos tranquilo y otros en terrenos formados a raiz de su actuacion mas o menos agitada. Para este fin se hará la comparacion fraccionada ~~de mayor~~ ~~entre~~ mediante ejemplos de mayor a menor escala. Primero se compararan yacimientos de la faja orogénica mesoidea de la tierra con los de los campos cratógenos, luego dentro de la seccion andina de la faja orogénica ~~se comparan~~ los del Oriente cordillerano de Colombia con los de la Cordillera Occidental y de la hoya andina del Cauca y con los del Perú, en seguida los del campo de la hoya del Cauca entre sí.



## Puntos de vista para la apreciación

### geológica y económica.

*se exploran los departamentos del Valle y del Cauca hemos encontrado una serie de problemas que no han podido resolverse todavía en la distancia que requiere la apreciación económica a fin de entrar en una obligación a expresar en esta parte los puntos de vista científicos he aquí el problema de apreciación en un concepto natural.*

En un país como Colombia que está verificando la mutación de

su vida económica extensiva a la intensiva, donde por lo tanto hay la

necesidad de conocer <sup>aprovechar</sup> los recursos <sup>concreto</sup> existentes dentro de un espacio de

*Por lo tanto el estudio con métodos que en otras partes se aplican solo en la superficie. Para hacer frente a esta exigencia es preciso seleccionar y desarrollar los medios que sean eficaces no solo para el estudio rutinario de la idiosincrasia del ambiente, sino también y sobre todo aquellos que conducen al reconocimiento de las causas creadoras de los valores y que permiten hacer la apreciación por la vía de su desarrollo natural porque estos son principalmente los que facilitan y afirman los conceptos, sean estos científicos o prácticos.*

tiempo reducido y a ciencias lo mas ciertas posibles, es preciso seleccionar y desarrollar los medios que sean eficaces ~~no solo~~ para el estudio

rutinario ~~de la idiosincrasia del ambiente~~, sino también y sobre todo

aquellos que conducen al <sup>a comprender</sup> reconocimiento de las causas <sup>de su formación</sup> creadoras de los

valores y que permiten hacer la apreciación ~~por la vía de su desarrollo~~

natural ~~porque estos son principalmente los que facilitan y afirman~~

los conceptos, ~~sean estos científicos o prácticos.~~

El estudio geológico de Colombia enseña que la causa primordial

que ha <sup>producido</sup> originado el rodaje de la naturaleza en todos sus aspectos, es

decir la causa a la cual se dejan referir las demás causas que han con-

tribuido a la formación y transformación de <sup>los efectos de</sup> la naturaleza inanimada

y animada, reside en los movimientos de la litosfera (tectónica), de la

hidrosfera (<sup>hidrología</sup> "hidrología") y de la atmósfera, <sup>(atmósfera)</sup> provocados por fuerzas cósmicas <sup>esencialmente</sup> o exógenas, <sup>que son</sup> independiente o combinadamente,

comunes porque los principios <sup>se expresan</sup> son los cuales actúan, son los mismos (on-

das); ellos solo se diferencian por el grado de fuerza y tiempo que

<sup>físicamente</sup> necesitan para mover aquellos medios de diferente plasticidad. Los movimientos de la <sup>corteza</sup> ~~terrestre~~ (litosfera) <sup>relativos a un medio de mínima plasticidad</sup> son tan lentos que apenas

levemente ~~se pueden perseguir~~ dentro de una generación (desnivelamientos en forma de un amplio sinclinal <sup>en un momento</sup>

entre Francia e Inglaterra) o ocasionalmente cuando la rigidez no <sup>y cuando esta se acumula y produce fracturas</sup>

permite la traducción de la fuerza en ondas, ~~en un momento~~ (movimientos <sup>y de la costra</sup>

sísmicos en la <sup>máxima</sup> falla de California y en las del Japon). En cambio a

traves de los tiempos geológicos se contempla la <sup>potencia</sup> que alcanzan.

(p.e. transformación de los geosinclinales en geoanticlinales). Los movi-

mientos de la hidrosfera y de la atmósfera actúan en medios líquido y

gaseoso, de máxima plasticidad y se pueden considerar como la tectónica <sup>hacer a plasticidad</sup>

del momento, aun cuando debe advertirse que ~~hay~~ movimientos <sup>son</sup> ~~val~~ <sup>son</sup> ~~al~~ <sup>son</sup> ~~menos~~ <sup>son</sup>

meteorológicos que ~~se extienden sobre~~ períodos geológicos (glaciación

en el cuaternario, aridez del triásico y permiano). Debido a que son

altamente plásticos, es de suponer que la fuerza solo se traduzca en

ondas y no lleguen a confeccionarse rupturas, como las que se presentan en la corteza terrestre que además no es uniformemente plástica, motivo



## Puntos de vista para la apreciación tectónica

*Desde la perspectiva de la geología del Valle y del Cauca, que no permiten tener una buena noción de apreciación geológica en la zona del Cauca.*  
~~El objeto principal del estudio geológico de los departamentos~~  
~~del Valle y del Cauca, territorio de geología compleja en los pormenores,~~  
~~ha sido la determinación del valor económico que tienen sus yacimientos~~  
~~de carbon. Para conseguir dicho objeto en forma aproximada dentro del~~  
~~tiempo y con el personal disponibles, hubo necesidad de intensificar~~  
~~el levantamiento del terreno hasta donde lo permitían las circunstan-~~  
~~cias, y proceder luego a averiguar las causas que han dado origen, desar-~~  
~~rollo e individualidad al objeto de estudio, teniendo presente que~~  
~~todo proceso de investigación debe partir o pretender de partir de~~  
~~las causas a fin de obtener un criterio natural en el menor tiempo. En~~  
~~geología, la averiguación de las causas tropieza con dificultades y~~  
~~de esto adolecen la ciencia y las deducciones económicas que de ella~~  
~~se hacen. Nuestro empeño ha sido vencer dichas dificultades en bien del~~  
~~criterio natural. La finalidad no la hemos logrado sino en parte, pero~~  
~~aun así presta utilidad y por este motivo exponemos los rudimentos.~~  
*Según el principal propósito de la investigación geológica en que está siendo entendido que mediante la determinación de las causas que han dado origen, desarrollo e individualidad al objeto de estudio, se puede obtener un criterio natural en el menor tiempo.*

El estudio geológico de Colombia enseña que la causa primordial *principal* que produce el rodaje de la naturaleza en todos sus aspectos, es decir la causa a la cual se dejan referir las demás causas que han contribuido a la formación y transformación de la naturaleza inanimada y animada reside en el desequilibrio constante *del ambiente* que producen los movimientos de la litosfera (tectonismo común, el de la corteza terrestre), de la hidrosfera ("hidrotectonismo") y de la atmósfera ("atmotectonismo"), movimientos que *se manifiestan* actúan independiente o ~~combinadamente~~ sobre el ambiente y sus miembros. *sin excluirlos, al menos muy considerablemente*  
~~En principio, ellos son provocados por fuerzas exógenas (cósmicas) comunes~~  
~~que actúan según el principio de ondas y que, en sus efectos solo se~~  
~~diferencian por el medio de distinta plasticidad (plasticidad y elasticidad)~~  
~~sobre el cual cada uno actúa y por la diferencia de intensidad y de~~  
~~tiempo que necesitan para moverlos. Los movimientos de la corteza~~  
~~terrestre que en este informe conoceremos más detenidamente, se refieren~~  
~~a un medio de mínima plasticidad, variable dentro de este mínimo y muchas~~  
~~veces tan rígido que el movimiento en vez de traducirse en ondas, producen~~  
~~fracturas. Ellos son tan lentos que apenas levemente se pueden perseguir~~  
~~dentro de una o más generaciones humanas, como por ejemplo el desnivela-~~  
~~miento en forma de sinclinal amplio que se realiza entre Francia e Ingla-~~  
*en que cada uno de ellos influye decisivamente sobre la naturaleza que producen o sea la plasticidad y el grado de rigidez de la corteza terrestre.*



## Puntos de vista para la apreciación.

El objeto principal del estudio geológico de los departamentos del Valle y del Cauca, territorio de geología compleja ~~sobre todo~~ en los pormenores, ha sido la determinación del valor económico que tienen sus yacimientos de carbón. Para conseguir dicho objeto en forma aproximada dentro del tiempo y con el personal disponibles, hubo necesidad de intensificar el levantamiento del terreno hasta donde lo permitían las circunstancias, y ~~proceder~~ luego a averiguar las causas ~~y sus consecuencias~~ ~~que~~ han dado origen, desarrollo e individualidad ~~al~~ <sup>de la</sup> ~~ambiente,~~ <sup>del estudio</sup> ~~porque~~ <sup>todo</sup> siendo entendido que ~~el~~ proceso de investigación debe partir o pretender de partir de las causas a fin de obtener un criterio natural en el menor tiempo posible. En geología, la averiguación de las causas tropieza con dificultades y de esto adolece la ciencia y las deducciones económicas que de ella se hacen. Nuestro empeño ha sido vencer dichas dificultades en bien del criterio natural. La finalidad ~~sin embargo~~ no la hemos logrado sino en parte, ~~y aun así~~ <sup>por</sup> ~~en un grado que~~ presta utilidad, y por este motivo ~~la~~ exponemos <sup>sus fundamentos</sup>.

El estudio geológico de Colombia enseña que la causa primordial que produce el rodaje de la naturaleza en todos sus aspectos, es decir la causa a la cual se dejan referir las demás causas que han contribuido a la formación y transformación de la naturaleza inanimada y <sup>de desequilibrio que producen</sup> ~~animada~~, reside en los movimientos de la litosfera (tectonismo común), de la hidrosfera ("hidrotectonismo") y de la atmósfera ("atmotectonismo"). los cuales actúan independiente o combinadamente sobre el ambiente. Estos ~~en principio~~ <sup>en principio</sup> son provocados ~~si no~~ <sup>si no</sup> exclusivamente al menos muy esencialmente por fuerzas exógenas (cósmicas) comunes que actúan según el principio de ondas y que se diferencian en sus efectos entre sí tan solo por ~~el~~ grado de intensidad y de tiempo que necesitan para mover aquellos medios de distinta plasticidad (plastoelasticidad.....). Los movimientos de la costra terrestre que luego conoceremos mas detenidamente en cuanto a sus efectos sobre la naturaleza, relativos a un medio y dentro de este mínimo de plasticidad variada de mínima plasticidad, ~~muchas veces~~ <sup>por consiguiente</sup> insuficiente para dar margen a ondas, en que las fuerzas ~~se~~ traducen en fracturas, son tan lentos que apenas levemente se pueden perseguir dentro de una o mas generaciones (p.e. desnivelamiento en forma de un amplio sinclinal entre Francia e Ingla-



terra, aunque también los hay <sup>de fuerza acumulada,</sup> a lo largo de fracturas que se <sup>desatan</sup> producen  
 en un momento (terremotos de California y del Japon). En cambio a través  
 de los tiempos geológicos se manifiesta su máxima potencia, como por  
 ejemplo en el ciclo de los geosinclinales a los geanticlinales. Lentos  
 y poderosos, ellos <sup>sin embargo no parecen variar en mayor escala</sup> varían mucho más fuertemente <sup>que</sup> los efectos <sup>que</sup> sobre  
 la naturaleza / producen los movimientos de la hidrosfera y de la atmósfera  
 de lo que estos modifican los productos del propio tectonismo. Esto se  
 desprende por ejemplo del hecho de que <sup>la morfología terrestre producto primordial del tectonismo es de la</sup> las lluvias y los vientos, como <sup>de la</sup>  
 el clima, en general <sup>los</sup> fenómenos meteorológicos <sup>y funciones</sup> (del tectonismo) <sup>de los</sup> venían <sup>por</sup>  
 considerablemente a causa de la morfología terrestre que es producto  
 primordial del tectonismo y que <sup>los</sup> movimientos atmosféricos y hidros-  
 féricos solo modifican <sup>los</sup> en los pormenores. <sup>los grandes montes</sup>  
<sup>dentro del tiempo geológico, fomentando así el desarrollo de la corteza. Sin embargo,</sup>  
<sup>en cambio a efectos, de acuerdo con</sup>



## Puntos de vista para la apreciación.

El objeto principal del estudio geológico del Valle y del Cauca ha sido la determinación del valor económico que tienen los yacimientos difíciles de apreciar porque su geología es complicada. de carbon. Para conseguir este objeto en forma aproximada dentro del tiempo disponible y con el personal que suscribe, se ha procedido a hacer el levantamiento del terreno en la forma mas detenida posible y sobre esta base ~~se han~~ <sup>se han</sup> ~~averiguado~~ <sup>averiguado</sup> las causas ~~de los caracteres~~ que le dan individualidad en medio del ambiente geológico general del país.

El objeto principal del estudio geológico del Valle y del Cauca, territorio de geología complicada, ha sido la determinación del valor económico que tienen ahí los yacimientos de carbon. Para conseguir dicho objeto en forma aproximada dentro del tiempo y con el personal disponible, hubo necesidad de hacer el levantamiento del terreno en la forma mas detallada posible, procediendo luego a averiguar las causas <sup>de su origen e individualidad</sup> ~~de aquellos terrenos~~ y a sus yacimientos, siendo entendido que toda investigación debe <sup>proporcionar</sup> ~~investigación~~ <sup>de las causas, para que obtenga</sup> ~~resultados concretos~~ <sup>los resultados</sup> ~~factores~~. En geología, la averiguación de las causas, tropieza con dificultades. Sin embargo la naturaleza de Carbon <sup>ha permitido</sup> ~~ha permitido~~ <sup>de margen suficiente para poder</sup> ~~un informe sobre esta base.~~



## Puntos de vista para la apreciacion.

que se manifiesta en  
cada la complicacion de los pasgos menores de la geologia del  
en vista de la exposicion <sup>completa</sup> deficiente de las rocas  
Valle y del Cauca y <sup>y de que se muestra</sup> que no permite formar un concepto claro sobre el  
terreno, para conseguir el objeto económico principal- la determinacion  
de los yacimientos de carbon- dentro del tiempo y con el personal dis-  
ponibles, hubo necesidad de intensificar el levantamiento del terreno  
hasta donde lo permitian las circunstancias. Como tampoco el desarrollo  
de los planos y perfiles correspondientes dió lugar a ello, nos hemos  
visto precisado ir mas a fondo y averiguar las causas que han dado  
origen, desarrollo y caracter al objeto de estudio y al ambiente geológico  
en que se halla

[illegible]



## Puntos de vista para la apreciacion económica.

El estudio de la geología de Colombia demuestra que la causa primordial<sup>(1)</sup> que determina el caracter de las rocas y de sus yacimientos desde su origen hasta la actualidad consiste en los movimientos tectónicos, prácticamente continuos a traves de los tiempos, pero de intensidad regional y temporalmente variable. En cuanto al origen de las rocas/ellos, conformados con y al grado de intensidad con que actúan, ~~ellos~~ motivan la produccion, determinan la calidad, cantidad y sucesion

*Al explorar la geología de los depósitos del Valle y del Cauca, hemos encontrado y comparado sus características con las de los depósitos del Oriente del país, pero los efectos son totalmente distintos. Al averiguar las causas nos hemos dado cuenta de que no hemos podido dar cuenta a fondo de la diferencia de aspectos que se observan en la intensidad regional de actividad de los depósitos, pero de distinta intensidad distinta que operan al Oriente y al Occ. del país.*

*Al expl. de la geol. de los depósitos del Valle y del Cauca y compararla con la geología de la zona del Magdalena y de la Cord. Oriental nos hemos dado cuenta de la diferencia regional que ofrecen los aspectos que pertenecen a un mismo ciclo de evolución y a ~~los~~ en fases. Al averiguar las causas nos hemos visto que ellos emanan de la diferencia de intensidad de los movimientos que los han originado.*

*Al expl. la geol. del V. y del C. nos hemos dado cuenta de que ella ofrece una gran variedad de complicaciones y de aspectos ~~de~~ que no representa en el Oriente la diferencia del país.*

1) La causa primordial que ha originado los aspectos de la naturaleza y su rodaje a traves de los tiempos consiste en los movimientos, o sea no solo de la litosfera (tectónica) sino tambien en los de la atmosfera y de la hidrosfera (meteorología), es decir en movimientos provocados por fuerzas cósmicas que se diferencian tan solo por el grado de plastoelasticidad del medio sobre el cual actúan y por la diferencia de intensidad. Las fuerzas que actúan sobre la litosfera es decir sobre un medio que es ~~limitado~~ plastoelástico tan solo logran moverlo en largos espacios de tiempo. Los movimientos que provocan los fenómenos cambios meteorológicos actúan







Puntos de vista para la apreciación.

*(También se debe apreciar la tectónica de plegamiento en la zona del Valle y del Cauca)*

~~La geología en~~ la zona del Valle y del <sup>región de occid. Colomb.</sup> Cauca que se halla entre las Cordilleras Central y Occidental, <sup>geología</sup> ofrece esta singularidad: es sencilla a rasgos mayores y aun en los medianos, ~~hasta donde se deja decifrar satisfactoriamente y aprovechar para los fines económicos. Pero a medida que se avanza a los pormenores se presentan dos factores, y que sobre el terreno mismo saltan a la vista, que son decisivos para la apreciación geológica y económica y que es imposible controlar y representar mediante un estudio rápido como el que hemos realizado. Uno de estos factores~~ consiste en la intensa ondulación <sup>de esta zona</sup> que afecta los plegamientos y <sup>menor, o sea en forma de</sup> son los terrenos que se hallan todavía en el grado de las ondulaciones tectónicas. <sup>(de ondulaciones)</sup> El tipo de ~~deformación de~~ <sup>(1) que subsiste en los plegamientos</sup> ~~los~~ <sup>el</sup> lomaje por ~~la faja~~ neoterciaria del borde de la Cordillera Central que se extiende al Oriente de la línea Río Sonso-<sup>correcta</sup>uga-Cartago, representado en los levantamientos de Cartago, Zarzal, <sup>relativo al terciario infer. y medio</sup> Sevilla-Bugalagrande, Buga y Presidente-San Pedro. Un grado mas avanzado de intensidad tectónica <sup>alcanza a manifestarse</sup> ofrece la región de Quilichao-La Chapa y la faja que ~~se desarrolla~~ al <sup>del</sup> ~~pie de la faja carbonífera~~ <sup>del</sup> ~~del~~ borde caucano de la Cordillera Occidental, de Yumbo-Cali al Sur. Se trata ahí de plegamientos de mediana hasta suave intensidad, variados a cortos trayectos por ondulaciones menores de la misma índole que se manifiestan especialmente bien en el plano de Quilichao-La Chapa. El grado de mayor intensidad tectónica se presenta en la faja del Semiplano del Carbon donde ha sido reconocido desde <sup>(Vijes-)</sup> Yumbo-Cali hasta Tambo. Se trata ahí de plegamientos estrechos, casi todos <sup>verticales e</sup> invertidos que se desarrollan con gran regularidad lineal <sup>a veces de</sup> sobre grandes distancias, <sup>pero</sup> en que las ondulaciones <sup>que los afectan en gran número y que la forma mas variada</sup> generalmente estan tan comprimidas que en la <sup>gran</sup> mayoría de los casos no se dejan determinar sino mediante levantamientos muy detallados, <sup>parece</sup> máxime que ~~es~~ seguro que en muchos casos la intensidad tectónica los ha imbricado. Solo en algunos casos, cuando la intensidad local de la tectónica decae, ellos se manifiestan <sup>a la vista</sup> con todos sus embrollos (véase p. e. zona del cerro Tres Cruces en el croquis de la región de Cali).











porque es natural que todo proceso de investigacion, <sup>sus</sup> para que conclusiones sean aceptables, debe recurrir o tratar de recurrir a las causas como la ~~eficacia directa~~ y ~~de~~ obtener conclusiones aceptables en el momento base para reconstruir de los hechos. En geología, la averiguación de las causas se omite o no se profundiza porque se presentan demasiadas y por lo mismo no se les emplea como base de apreciación, sobre todo aun cuando debe advertirse que todo el empeño de esta ciencia económica. En el caso de la geología de Colombia, país que está efectuando la mutación de su vida económica extensiva a la intensiva y que por lo mismo necesita conocer sus recursos pronto y a ciencias lo mas ciertas posibles, <sup>de racionalización</sup> las exigencias obligan a apelar a este ~~auxilio~~ <sup>auxilio</sup> y coincidentalmente la naturaleza del país favorece este empeño. Si bien no lo hemos podido llevar todavía al fin que es de desear, lo obtenido hasta ahora ~~conduce~~ <sup>asimismo que de las conexiones</sup> da lugar a identificar las causas que conducen a un criterio ~~de conjunto~~ <sup>uniforme sobre el desarrollo de las conexiones</sup> sobre la evolución geológica y que explican las particularidades que la caracterizan regionalmente. El campo de <sup>se consolida</sup> vista de esta manera se amplia considerablemente y se comienzan a llegar a conclusiones naturales, menos susceptibles de interpretación individual que las del estudio común.

Restringiendo nuestras observaciones a lo que se necesita para el presente estudio (1), la naturaleza de Colombia enseña que la causa primordial y principal que motiva la formación y transformación de las rocas y de sus yacimientos y que les imprime sus características, consiste en los movimientos tectónicos y en el grado de intensidad regional y temporal que ellos tienen. Sus efectos inmediatos se manifiestan en la costra terrestre en forma de ondulaciones y plegamientos (principio físico de las ondas) <sup>de la zona de la deformación</sup> cuando la roca ofrece la plasticidad requerida o se traducen en fracturas cuando dicho medio es rígido o se ha vuelto así. Con esos movimientos actúan simultánea y combinadamente los "movimientos" meteorológicos y los de la hidrosfera, <sup>con la influencia directa</sup> pero estos no influyen tanto sobre la formación <sup>(primordial)</sup> (génesis) como sobre la transformación de los aspectos

1) Los movimientos tectónicos y su intensidad, junto con los movimientos meteorológicos y de la hidrosfera, <sup>significan</sup> pueden considerarse, en nuestro concepto como causa <sup>primordial</sup> de la formación y transformación de la naturaleza inanimada y animada. Ellas por su parte están motivadas, si no exclusivamente al menos muy esencialmente, por fuerzas exógenas (cósmicas) comunes ~~exógenas~~ que en principio actúan según el principio físico de ondas y que en sus efectos solo se diferencian por la diferente plasticidad <sup>de los medios</sup> del medio sobre el cual actúan (litosfera, hidrosfera, atmósfera) <sup>que actúan</sup> la <sup>consecuente</sup> fuerza distinta que necesitan para moverlos. <sup>La fuerza</sup> es tanto que no requieren ondas sino <sup>reacciones</sup> reacciones.







COPY 1



Geología Valle y Cauce  
Fragmentos del Informe

Geología del Valle y Cauce  
Ejemplares incompletos



regularmente expuesto debajo del piso de Cinta de Piedra y sigue en esta forma hacia La Ferreira. En Altamira, hacienda situada en lo alto de un cerro que se levanta al SW de Timba, el horizonte de Santa Bárbara parece equivaler a los cascajos que forman el sinclinal en que se halla la casa de la hacienda y el mismo caracter cascajoso se nota en la region de Suarez, sobre todo en la quebrada Cabuyal, donde la relacion con el horizonte de Mangó es bien clara. En la region del Playon, el nivel ya parece estar al contacto con el piso de Cinta de Piedra y se presenta en esta forma hacia la region de Tambo (Cauca). En el lado occidental del rio Sucio de Tambo, es decir algo mas al Este de la faja de Playon-Tambo, el nivel está evidentemente al contacto normal con el horizonte del Coke y lo propio puede suceder en la region de Mangó donde no pudimos determinar el piso del Cauca sino hasta el horizonte de Santa Bárbara. - Hacia el lado de la Cordillera Central y hacia Vijes no fué posible identificar el citado horizonte.

El horizonte del Coke que tiene de 50 hasta 100 m de grueso está caracterizado por el contacto con el piso de Cinta de Piedra y por los mantos de carbon liviano, cokerizable que contiene. El nivel se compone de arcillas rojas (descomposicion) y gris oscuras hasta carbonáceas, ademas de areniscas y de mantos de carbon que se sostienen sobre gran distancia pero que varian por la intercalacion irregular de cintas de carbon arcilloso (urgue). La mejor exposicion del horizonte y de los mantos se halla en la region de Guachinte, donde los mantos han sido trabajados en Mina Vieja y a continuacion Norte. En la region de Cali, salvo quizá en la salida del rio Lile al plano del Valle, el horizonte del Coke no asoma, pero debe estar expuesto en el socavon N° 12 de Los Chorros, derrumbado hoy dia. Del Playon al Sur, donde el horizonte parece estar suprimido por transgresion discordante del piso de Cinta de Piedra sobre el del Cauca, el horizonte se halla conservado en Pascalo (lado W del curso bajo del rio Sucio)



La subdivisión del piso de Cinta de Piedra sin embargo puede conceptuarse en la siguiente forma:

- c) Conjunto superior, conglomeráceo.
- b) Conjunto Medio, arcilloso (con ripios y areniscas), yesífera o carbonácea.
- a) Conjunto inferior, conglomeráceo, en veces secundariamente carbonácea.

Esta subdivisión es la que se encuentra sobre ambos lados de la Cordillera Central, tanto en la hoyandina del Cauca como en la hoyandina del Magdalena, teniendo en cuenta que el piso de Cinta de Piedra representa el terciario medio, al cual equivale en la sección antioqueña de la hoyandina del Cauca el piso de Antioquia (Formación Carbonífera de Antioquia, o Terciario Carbonífero de Antioquia) y en la sección huastense-tolimense cundinamarquesa de la hoyandina del Magdalena el piso de Gualanday (véase cuadro estratigráfico general). Además se observa la misma subdivisión en la parte cundinamarquesa y boyacense de la Cordillera Oriental, donde los conjuntos inferior y superior son generalmente areniscosos y, hacia las masas terrestres del terciario medio, ripiosas.

En el Valle y en el Cauca, el conjunto inferior que sobra del piso de Cinta de Piedra en el borde de la Cordillera Occidental refleja palpablemente el conjunto inferior del piso de Gualanday con el cual también tiene afinidad <sup>por concepto</sup> de calidad de los cascajos y de mantos irregulares de carbon. Además se relaciona probablemente con el conjunto inferior del piso de Antioquia que contiene conglomerados de proveniencia mas variada porque se halla en una zona de erosión durante el terciario inferior que muestra en descubierto formaciones de edad variada y de calidad variada.



## ROCAS INTRUSIVAS.

Ensayo de agrupar las principales rocas intrusivas  
del Occidente y Oriente Andinos de Colombia.

|                      | OCCIDENTE ANDINO DE COLOMBIA<br>(eutectónico)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | ORIENTE ANDINO DE COLOMBIA<br>(hemitectónico)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|----------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| NEO-<br>TERCIARIO    | 4) <u>Grupo andesítico, secundariamente basáltico y dacítico.</u> Actúa con gran intensidad. La actividad comienza alrededor del mioceno medio, culmina alrededor del plioceno y se apaga hacia la actualidad. Es el magnetismo intermediario de la fase geosinclinal.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 4) <u>Grupo andesítico.</u> Actúa con poca intensidad en la sección tolimense-huilaense de la Cordillera Central y de la hoyandina del Magdalena. Muy ocasional en la Cordillera Oriental (Tunja-Sogamoso).                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| "MESO-<br>TERCIARIO" | 3) <u>Grupo en general tonalítico, representado por las "porfiritas dioríticas" (dacitas y andesitas) de Bergt y relacionado con dioritas cuarzosas y dioritas.</u> Actividad intensa en el Occidente Andino de Colombia, sobre todo hacia los departamentos del Cauca y del Valle. Se manifiesta en la <u>transición del terciario inferior al terciario medio, pero puede comenzar hacia el final del cretáceo.</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 3) <u>El grupo tonalítico no parece tener equivalentes en el Oriente Andino de Colombia, excepto hacia el borde Norte del mudo Ecuatoriano (Huila).</u>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| CRE-<br>TACEO        | 2) <u>Grupo de intrusivas mas o menos básicas y de intrusivas ultrabásicas (dioritas oscuras en parte, gabros, peridotitas, frecuentemente metamórficas hasta muy metamórficas).</u> Relacionado con el volcanismo básico y ultrabásico que se vuelve intermediario hasta ácido hacia la cumbre de la Cord. Central. Actividad intrusiva no muy intensa, pero volcánica muy intensa. El grupo se considera cretáceo. - Se agregó provisionalmente el granito tipo Amagá que puede corresponder a la transición del cretáceo al terciario. - Se trata del magnetismo en general ofítico de la última etapa de la fase geosinclinal.<br>En la Cordillera de la Costa, este grupo debe estar representado por gabros (Gorgona, Capica). | 2) <u>Grupo de granodioritas, consideradas como cretáceas.</u> Intensa actividad intrusiva en el lado de la Cordillera Central y en la hoyandina del Magdalena. ? Apomagnetismo en la Cordillera Oriental; según mineralización en esta. Se juzga que el volcanismo cretáceo del Oriente Andino de Colombia, intermitente y poco extendido, se relacione con este grupo, primeramente porque las granodioritas no atraviesan el terciario que reposa en concordancia con el senoniano, y en segundo lugar porque las áreas volcánicas y granodioríticas del cretáceo se corresponden muy bien. |
|                      | 1) <u>Grupo granítico del mudo Antioqueño. ? Neógeno en región Puracé.</u> Considerado neopaleozoico hasta eoceno.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   | 1) <u>Grupo granítico del mudo Santandereano.</u> Se juzga equivalente del grupo granítico del mudo Antioqueño.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |



La determinación de las rocas intrusivas, agrupadas en el esquema que precede, se dificulta debido a que la actividad de un grupo se extiende generalmente sobre un tiempo largo y pocas veces se deja delimitar satisfactoriamente hacia arriba y hacia abajo. Además hay grupos, como el tonalítico y el andesítico que tienen <sup>en parte</sup> rocas muy semejantes, las cuales no se dejan agrupar siempre con precisión. También la variabilidad cualitativa de ciertos grupos, como el tonalítico y el de intrusivas básicas hasta ultrabásicas, dificulta la identificación porque llega a ser grande en las partes alejadas de los centros eruptivos. Así parece haber gran abundancia de dioritas oscuras filonianas en el cretáceo volcánico de las cuales no se sabe si en parte corresponden al grupo tonalítico o si son intrusivas cretáceas.

La mayor dificultad en la determinación de las rocas intrusivas sin embargo consiste en que las mesozóicas hasta neopaleozóicas se presentan con mucha frecuencia muy metamorfoseadas. Ellas por este motivo han sido consideradas por Ospina, Scheibe y Grosse como arcaicas (región al Norte de Popetran), pero en nuestro concepto, fundado en las consideraciones sobre el mesozóico metamórfico y sobre el desarrollo linear, o intermitentemente linear que muestran las rocas intrusivas, se trata de rocas mesozóicas.

Como guía para la apreciación de las rocas intrusivas también se pueden tener los paroxismos, pero se entiende que estos no se presentan en un área vastamente sedimentaria con la claridad necesaria y muchas veces se hallan ocultos, como en la formación volcánica de la serie de "aldeguera", o como en la transición del terciario inferior al terciario medio cuando reina concordancia aproximada de sedimentos en el área caucana de los departamentos del Valle y del Cauca, pero cuando los movimientos orogénicos se manifiestan por los cascajos de la parte baja del terciario medio. — Además puede ser valiosa la relación que debe existir entre el ascenso de rocas intrusivas y el volcanismo subsiguiente. Así juzgamos factible que la actividad intrusiva del cretáceo precede directamente los períodos volcánicos, entre los cuales los principales son el del hauteriviano-barremiano, el



del albiense-cenomaniano y el del senoniano. Las condiciones de <sup>la</sup> masa granodiorítica en el río Paez, compuesta de tipos de granito y de diorita, y también la presencia de dos niveles volcánicos en esta parte, indican que los centros magnéticos suelen permanecer los mismos en dos períodos eruptivos distintos. También parece que el volcanismo del terciario medio pueda preceder la actividad intrusiva de las tonalitas que tuvo lugar en la transición del terciario inferior al terciario medio. La intrusión del grupo andesítico que hoy día no se reconoce todavía bien porque la erosión no ha llegado a descubrir las rocas plutónicas del grupo, precede evidentemente el volcanismo intenso del tiempo de Popayan.

En relación con la intensidad del magmatismo como función de la intensidad tectónica, se observa de manera general que durante el cretáceo, el magmatismo, a juzgar por el volcanismo, ha sido mucho más intenso en el terreno eutectónico del lado Oeste de la Cordillera Central que en el terreno hemitectónico del lado oriental de la misma cordillera. Pero la mayor cantidad de rocas intrusivas se presenta en este tiempo sobre el lado oriental de la Cordillera Central, donde abundan las granodioritas, mientras en el lado occidental las intrusivas del cretáceo son relativamente escasas y no forman núcleos tan grandes, salvo el caso de que los centros tonalíticos fueren neocretáceos. Llamamos la atención hacia esta discrepancia porque puede ser de importancia para futuros estudios.

En lo demás conviene llamar la atención hacia el hecho de que las rocas intrusivas cretáceas son en término medio mucho más básicas en todo el Occidente de Colombia que las del Oriente Andino del país. Las rocas intrusivas cretáceas del Occidente parecen ser esencialmente dioritas oscuras, peridotitas y gabros, al lado de las cuales las granodioritas parecen ser escasas. En el lado oriental de la Cordillera Central se trata esencialmente del grupo de granodioritas (magma en término medio intermediario).



curso alto del río Mazamorrás, la relación de los neises con el mesozoico metamórfico no se deja establecer, pero se advierte que dentro de los neises sedimentarios, atravesados por los neises graníticos del tipo Pitayó, se hallan manchas de filitas grafiticas y comunes que indican que también en esta zona pueda tratarse de intrusivas cretáceas.

Lo dicho evidencia que los neises <sup>graníticos</sup> que se presentan entre el Nevado del Huila y la región del volcán de Puracé pueden considerarse más bien como granodioritas metamórficas y que no asoma en esta zona de la Cordillera Central el granito del tipo de los ruidos Santandereano y Antioqueño.

En las demás partes de la zona estudiada en el Valle y en el Cauca no hemos encontrado rocas intrusivas que pudieran considerarse precretáceas.

2) Grupo de intrusivas más o menos básicas hasta ultrabásicas, atribuido al cretáceo.

Bajo este grupo se han reunido las rocas intrusivas cuyos prototipos en nuestro concepto son decididamente cretáceos y un subgrupo que puede pertenecer a la transición del cretáceo al terciario o, coincidir eventualmente con la edad del grupo tonalítico.

Las rocas que consideremos decididamente cretáceas son principalmente las granodioritas que abundan en el flanco oriental de la Cordillera Central y en ciertas partes de la hoyandina del Magdalena, pero son escasas en el Occidente Andino, donde en cambio son más o menos frecuentes las intrusivas más o menos básicas hasta ultrabásicas.

La única parte donde creemos haber podido reconocer la granodiorita en el territorio que comprenden los departamentos del Valle y del Cauca es la zona situada al Este de Miranda-Corinto. Esta zona no se ha podido recorrer, pero los rodados que llevan los ríos Desbaratado y Güengüé acusan la presencia de tipos granodioríticos en el curso alto de estos ríos. Los rodados demuestran que la roca ha sido transformada en gran parte en neis o ha sido esquistoceada. Este metamorfismo que afectaría las granodioritas cretáceas no es



a las granodioritas repetimos que ella se conceptúa así porque no hay rocas de esta índole que lleguen a atravesar en el Oriente Andino de Colombia el terciario inferior, ni tampoco las hemos observado como intrusiones en el senoniano. La actividad magnética en la transición del hauteriviano al barremiano, en la transición del albiano al cenomaniano y en el senoniano indican que las intrusiones principales de las granodioritas pueden haber precedido directamente las fases volcánicas del cretáceo.-

La correspondencia aproximada de edad que se observa entre las granodioritas y el grupo mas o menos básico hasta ultrabásico, demuestra una diferenciación magnética entre el terreno que queda al Este de la Cordillera Central y el terreno que queda al Oeste de las rocas básicas hasta ultrabásicas que queda al Oeste de la misma cordillera y que se extiende hasta la Cordillera de la Costa donde las intrusivas cretáceas evidentemente están representadas por gabros, pero en

partes quizá también por peridotitas (según derrame picrítico en el lado W de la isla Gorgona). Esta diferenciación debe obedecer a los mismos motivos que producen el volcanismo porfirítico (tipo andesítico) de la Cordillera Central al Este y el volcanismo básico hasta ultrabásico de la Cordillera Central al Oeste. Ella correspondería por lo tanto a la diferencia de profundidad geológica que existe entre el subgeosinclinal oriental (mas bajo) y el subgeosinclinal occidental (mas profundo), y obedece también a la preformación de la Cordillera Central en calidad del subgeoanticlinal central (véase perfiles evolutivos del cuadro estratigráfico general).

Según se ha dicho al principio de este párrafo, se ha separado del grupo decididamente cretáceo, un subgrupo que puede corresponder a la transición del cretáceo al terciario y relacionarse con el paroxismo correspondiente. Como tipo de este subgrupo consideramos el granito tipo Amagá (Grosse) al cual probablemente corresponde en el departamento del Valle el granito de la faja de San Pedro. Estos granitos, como los que R. Scheibe describe del borde de la Cordillera Occidental al SW de Andes, pueden ser una diferenciación de las



tonalitas (Bergt), según pudiera colegirse de la relación que tiene el granito de Amagá con dioritas tonalíticas de Antioquia, pero el hecho de que los filones tonalíticos atraviesen el terciario inferior, mientras el granito del tipo Amagá no muestra zonas donde se pudiera determinar esta intrusión, nos induce por ahora a separar el grupo granítico de Amagá y colocarlo en la transición del cretáceo al terciario. La edad más reciente que tiene el granito tipo Amagá con respecto a las picritas se deduce de su presentación inalterada y del aspecto joven que muestra en Antioquia, lo cual contrasta con la transformación que han sufrido ahí las peridotitas. Iguales particularidades físicas ofrece el granito de la faja de San Pedro, el cual sobresale un nivel arcilloso con yeso que se halla debajo del conjunto inferior conglomerado del piso de Cumbia y que juzgamos que pertenezca todavía al terciario medio. El granito no afecta este conjunto. La extensión en que se presenta el granito de la faja de San Pedro es considerable y se ha determinado entre la quebrada del Ahoracado, al SE de Tulúa y la región de San Isidro al Este de Buga, siendo probable que continúe todavía de San Isidro al Sur hasta donde se une la faja del piso de Cumbia hacia el río Sonso. Al Este, el granito se halla al contacto con dioritas oscuras que pueden ser más antiguas, poniendo de presente que la relación entre ambos no se ha podido establecer todavía. En esta relación se mencionan también algunas intrusiones, al parecer poco extensas que constan de dioritas oscuras y que tienen aspecto fresco e inalterado. Ellas se hallan expuestas en el cerro de La Peña del lomo de La Tetilla, asoman entre el pleistoceno al avanzar del boquerón de Amaine hacia Potrerillos (región al Este de Palmira) y además se determinan en un afloramiento pequeño en el semiplano de La Iberia, al avanzar del caserio de La Iberia hacia Andalucía. Estas dioritas con carácter porfírico y notablemente granulosas (hornblendas, feldespatos vídriosos) seguramente son más recientes que las dioritas oscuras que siguen al Este de la faja granítica de San Pedro. Con ellas quizá se relacionen los filones de diorita y porfirita oscuras que se ven en la serie de "aldeguera" al avanzar de Yumbo hacia la región de Media Canca (al W de Buga).



3) Grupo Tonalítico, con actividad principal en la transición del terciario inferior al terciario medio.

El concepto del grupo tonalítico se funda en las determinaciones acerca de las tonalitas, típicas para el Occidente Andino de Colombia, que ha hecho Bergt. Este autor dedica un estudio especial a las "porfiritas dioríticas del tipo tonalítico" (Bergt. pg. 157 -168) y diferencia entre 1) porfiritas dioríticas de porfirismo grande, 2) porfiritas de agujas, 3) porfiritas dioríticas de porfirismo pequeño, 4) Porfiritas claras con biotita secundaria, de aspecto de pórfiros, 5) Porfiritas dioríticas cuarzosas, de aspecto de pórfiros graníticos. Estas rocas se describen de lugares que se extienden por la hoyandina del Cauca y por el flanco Oeste de la Cordillera Central desde el departamento de Caldas hasta el de Ariño.

Como las porfiritas que describe Bergt son rocas que atraviesan y acostumbra cornubianizar con bastante intensidad el terciario inferior, ellas equivalen en parte a dacitas y en parte a andesitas. Además, como en las exploraciones que hicieron Reiss y Stuebel no se tocaron lugares donde se presenta la roca holocristalina las determinaciones de Bergt que se fundan en las colecciones de Reiss y Stuebel no se refieren a las dioritas y dioritas cuarzosas de carácter tonalítico. A estas se refiere Stutzer al describir la roca de La Teta que en gran parte presenta carácter mas bien diorítico cuarzoso que dacítico. En Antioquia pueden corresponderle las diversas "dioritas eoterciarias" que describe Grosse.

Los centros principales de ascenso de las rocas tonalíticas que hemos observado en los departamentos del Valle y del Cauca y que al mismo tiempo ofrecen carácter de diorita y diorita cuarzosa, son el cerro de La Teta, situado al SSE de Buenos Aires, el cerro de Baravelí y su prolongación hacia Paso Bobo al Sur de Suarez y probablemente el presunto nudo de los Farallones de Cali (determinación según redados, que hay en el río Pance). Además es posible que existan centros de esta índole en el cerro de La Chapa (sobre todo en el cerro del Garrapatero) y en la región del Munchique de Tambo (6).



Con los citados centros de diorita cuarzosa de La Teta, Maravelí y los Farallones de Cali se relaciona un gran número de filones y de silos de dacita y de andesita que atraviesan el piso del Cauca y también la serie de Saldequera. En La Teta se presentan sobre todo silos y filones que penetran al piso del Cauca y que se perciben hasta mas al Norte del cruce del camino Buenos Aires-Quilichao por el rio Teta. Ellos han silificado las arcillas y han endurecido las areniscas en un grado menor de lo que sucede en el borde del propio centro de La Teta. Parece que a medida que se aleja del centro de La Teta el material tonalítico va volviéndose de diorítico cuarzoso y de dacítico a andesítico. Esta particularidad parece resaltar aun mejor en los Farallones de Cali cuyos filones de la region de Saldequera, Guabito y Chipayá no contienen cuarzo y son ricos en hornblendas (aguas). También en la region de Suarez, los filones (y silos) tonalíticos carecen de cuarzo o son pobres en cuarzo, aunque es de advertir que entre Suarez y San Francisco vuelven a presentarse dacitas. Al Sur de Suarez solo hemos observado la diorita cuarzosa que se halla descubierta en la explotacion de aluviones de oro de Paso Bobo. Ella ha silificado en muy vasta extension y muy intensamente las diabasas y los conglomerados de la serie de Saldequera y su influencia cornubianizadora se hace sentir hasta el terciario inferior, sobre todo en lo que respecta al horizonte de La Salvajina que por este motivo presenta aspecto de roca antigua. Este efecto de contacto tambien es típico para la tonalita y las dioritas del Poleal, Quiñones y Boqueron que Grosse describe de Antioquia.

En las demas partes solo hemos reconocido filones y silos que se presentan comunmente como dacitas o andesitas. Solo <sup>es diorítica</sup> la gran faja tonalítica que se desarrolla con rumbo NE y ligeramente diagonal a la serrania oriental de la Cordillera Occidental desde la region de La Cumbre (al NE de Cali)-Bitaco-La Centella hacia el alto al Oeste de Media Canoa y de ahí hacia el borde Este de la serrania oriental. En la seccion de Bitaco-La Centella se tratada una diorita gris verdosa clara, afectada por fallas longitudinales fuertes en que



la roca presenta caracteres néisicos(ex-cantera de La Gentella).Al Oeste de Yotoco y de Media Canoa donde las tonalitas se anuncian desde lejos por sus colores rojo-claros de descomposicion,el caracter en parte es dacítico y ademas se observan en la faja dioritas oscuras que en parte son curzosas.Nosotros no hemos tenido ocasion de determinar si estas últimas dioritas son distintas de las propias tonalitas, y por este motivo solo provisionalmente las colocamos al grupo tonalítico.En nuestro concepto,esta faja que parece ser un ancho filon que parte de los Parallones de Cali y que puede tener sus intermitencias,se presta sobre todo para definir el problema de la relacion que tienen las dioritas oscuras con las tonalitas.

Los afloramientos de dacita y de andesita del grupo tonalítico que hemos observado en las demas partes estudiadas se refieren a los siguientes puntos.Una intrusion de dacita cuarzosa del tipo que llamaremos de La Tetilla(porfiritas de aspecto porfírico) de Bergt) se halla en el curso alto de la quebrada Tibí,y se manifiesta en el cerro de Los Mellizos(páramo de Barragan),donde cruza por sedimentos del grupo de Barragan.Con bastante frecuencia se encuentran rodados de la misma especie en los alrededores de la poblacion de Ceilan, al Sur de Sevilla,pero en la salina que se halla mas al Norte y en una parte geológicamente mas baja de la hoya de Ceilan(sedimentos del piso de Cauca),el caracter de los filones es andesítico.Bergt refiere el tipo de dacitas del boqueron de Amaine.En la region del Munchique de Quilichao,la dacitas y sus vetas son muy abundantes y atraviesan la serie de aldeguera y en parte tambien el terciario inferior.Una vasta zona de dacitas y andesitas tonalíticas es la del cerro y cordon de La Chapa,en el cual se determina como centro eruptivo el cerro Garrapatero que se halla a continuacion Norte de La Chapa.



En el altiplano de Popayán, la dacita se manifiesta frecuentemente en el lomo de La Tetilla, donde el tipo de dacita de La Tetilla se presenta en los alrededores del cono de La Tetilla. Hacia la travesía del camino La Tetilla-Rosario se observan filones de andesitas de agujas. En el lado Sur del lomo de La Tetilla se presentan muchas intrusiones andesíticas que están mas o menos descompuestas y que parecen corresponder mas bien a las andesitas del grupo neoterciario. Mas al Sur, se presentan dacitas en el lado Norte del puente del camino de herradura sobre el río Quilcasé y al Sur de Dolores, lugar este donde penetran al piso del Cauca. En el lado oriental de la cuenca del Patia (Grosse), las dacitas se presentan en numerosos lugares y forman centros importantes. Grosse separa estas dacitas que considera neoterciarias de las dioritas de carácter tonalítico que en su concepto son preterciarias. Inembargo por la relación entre dacitas y dioritas tonalíticas que se observa en los centros de los departamentos del Valle, esta separación quizá no se pueda sostener.

Sobre el borde de la Cordillera Occidental y en el lado Oeste de la hoyandina del Cauca, las dacitas forman filones importantes en la región del Munchique de Tambo (Cauca) y también en el borde occidental del altiplano de Popayán (Mojibío, al Sur de Rosario) donde se trata principalmente de andesitas de agujas, de color claro. Con respecto a la región de Piedras que se halla en un bajo geológico llama la atención la presencia de aflores de andesita oscura en la parte baja del piso del Cauca, pero mas al Norte, en el curso medio-bajo de la quebrada Hatillo también se hallan dacitas. Entre Suarez y San Francisco se presentan andesitas y dacitas en gran abundancia, tanto sobre el lado Oeste como sobre el lado oriental del río Cauca. En esta zona llama la atención la presencia de una cuarcita muy potente que se manifiesta en el camino de San Francisco a Buenos Aires. Por ahora no sabemos si se trata de una cuarcita relacionada con las rocas tonalíticas. En la región al NW de Timba se presentan las andesitas de agujas ricas en hornblenda que se relacionan con el centro de Los Farallones y que siguen hasta la región de Caubito, al Oeste de Jamundí. La última manifestación de esta índole se observa



en el río Pance, al Oeste de los afloramientos de carbón del lado Norte del río. La roca intrusiva no asoma en esta parte, pero se manifiesta por la cormubianización de los sedimentos. Stutzer refiere dacitas de la región de Vijes. Al Norte de este lugar, la identificación se hace todavía difícil porque se relacionan con rocas diferenciadas que representan la prolongación NE, deshilachada de la faja que va de la región de Bitaco hacia el alto de Media Venca.

Con respecto a la edad de las rocas tonalíticas se deduce primeramente que ellas deben corresponder al traspaso del terciario inferior al terciario medio porque ellas ascienden hasta el terciario inferior, pero no se ha observado un caso en que afectaran el terciario medio (piso de Cinta de Piedra). Como las dacitas y las andesitas tonalíticas son filones de dioritas y dioritas cuarzosas, según se deduce con toda claridad de las condiciones que existen en La Teta, al Sur de Suarez y seguramente en los Parallones de Cali, se puede suponer desde luego que también las dioritas y dioritas cuarzosas tengan la misma edad. Si bien en La Teta, esta relación está clara, merece tenerse en cuenta que el ascenso del magma tonalítico puede haber comenzado ya antes, posiblemente desde la transición del cretáceo al terciario. Un lugar bueno para definir esta cuestión se halla en Paso Bobo, al Sur de Suarez, sobre el lado derecho del río Cauca, donde el piso del Cauca al parecer se coloca directamente sobre las dioritas cuarzosas. Consideramos necesario hacer este estudio porque el metamorfismo que ofrecen las dioritas tonalíticas en la canchales de la Centella (al Oeste de Bitaco) y que se relaciona con una falla, así lo exige. Desde luego, la edad que tienen las rocas tonalíticas en el Valle y en el Cauca también puede referirse a las tonalitas y dioritas eoterciarias que Grosse describe de Antioquia, donde no es tan fácil establecer las relaciones de edad.

En relación con la posición tectónica que ocupan las rocas tonalíticas se observa que ellas se agrupan hacia la transición de la hoyandina del Cauca a las Cordilleras Occidental y Central y que son sobre todo características para los bordes y los promontorios, donde se presentan en anticlinales (La Chapa, Buenos Aires).



En cuanto a la extension que ocupan las rocas tonalíticas en Colombia, es muy significativo que ellas solo se manifiestan en el Occidente Andino de Colombia, en especial desde la latitud del nudo de Frontino hacia al menos la del nudo Ecuatoriano, direccion en la cual se presentan en término medio con mayor frecuencia. Es posible que existan algunos representantes en la parte alta del flanco oriental de la Cordillera Central (sección huilense), pero en lo demás no parecen manifestarse en todo el Oriente de Colombia, como tampoco en el Vorland Occidental.

La presentacion de las rocas tonalíticas en el Occidente Andino es además interesante porque ascienden en un tiempo de avanzada preformacion de esta zona del país cuando en el Oriente Andino la preformacion de la actual configuracion aun era rudimentaria, y no se manifiesta ahí actividad magnética. En esta relacion llama la atencion el hecho de que mientras el magnetismo del Occidente Andino y del Vorland Occidental ha sido básico hasta ultrabásico durante el cretáceo, o sea hacia el final de la fase geosinclinal cuando los signos de preformacion de la configuracion actual son aun leves, este se vuelve intermediario hasta semiácido cuando se acentúa dicha preformacion. El magnetismo <sup>mas o menos</sup> ácido del Occidente Andino de Colombia cuyo magma es en principio granodiorítico, se presenta mas tarde en el área del subgeosinclinal occidental que en el área del subgeosinclinal oriental donde actúa durante el cretáceo (granodioritas). Esto concuerda con la mayor profundidad del subgeosinclinal occidental en el cual tan solo aparecen magmas tonalíticos (granodioríticos) cuando su transformacion ha avanzado bastante. Las relaciones que así muestra el magnetismo con las particularidades generales de la evolucion tectónicas son de importancia práctica porque explican la diferencia que existe entre las provincias mineras del Occidente Andino y del Oriente Andino de Colombia. Así se relaciona con los magmas ultrabásicos del cretáceo del Occidente la provincia de platino, niquel, asbesto y otros minerales, mientras en el Oriente Andino se



- muestran los plegamientos (subdivisión del geoanticlinal andino en anticlinales y sinclinales de escala sucesivamente mas pequeña).
- 3) La intensidad del tectonismo es decisiva para las formas normales que se presentan. El tectonismo inicial produce formas tabulares, el tectonismo suave ondulaciones, y el tectonismo mediano plegamientos ondulados y el tectonismo alto plegamientos (estrechos y axialmente sostenidos).
  - 4) La intensidad del tectonismo es variable dentro del tiempo y del espacio, en mayor y menor escala de la superficie, pero el tectonismo sostiene determinado grado de intensidad relativa y por largos espacios de tiempo en las regiones y localidades sobre las cuales actúa (p.e. actividad intensa en los orógenos y tenue en los orotógenos). A través de los ciclos evolutivos aumenta desde la fase geosinclinal hacia la fase geoanticlinal. De acuerdo con estas particularidades de la intensidad tectónica varía la expresión del tectonismo normal en los relieves terrestres.
  - 5) La repartición de la intensidad tectónica puede resumirse de manera general en la siguiente fórmula: La menor intensidad tectónica se halla hacia los ejes de los plegamientos y en los fondos y cimas de las ondulaciones, mientras la mayor intensidad se presenta en los flancos de las estructuras referidas. Esto vale para las formas tectónicas normales de todo tamaño terrestre. Además hay que advertir que, en comparación con los anticlinales y las cúpulas, los sinclinales y las artesas, cualquier que sea su tamaño, ofrecen menor intensidad tectónica.
  - 6) Los plegamientos ondulados y de seguro también las ondulaciones se forman a base de los movimientos axiales de los miembros de un sistema de (5) plegamientos, según un principio de combinación que se ha llamado principio de construcción orgánica. La forma regular de este principio es múltiplemente variable según el grado de intensidad tectónica. También este principio se deja perseguir de mayor a menor escala.
  - 7) A base del principio de la construcción orgánica y teniendo en cuenta las modificaciones por influencia del grado de intensidad general y especial, se reconoce el orden geométrico, expresado por la simetría y la semejanza tectónicas. Este orden también vale con respecto a los sistemas de plegamientos.
  - 8) La evolución sistemática de las formas se reconoce a base de la ubicación de las masas terrestres en relación con las áreas sedimentarias y de la acentuación (sumación) en parte de la intensidad del tectonismo a través de un ciclo.
  - 9) La repartición cuantitativa y cualitativa de los sedimentos, de las rocas eruptivas y de los yacimientos relacionados con sedimentos y rocas eruptivas depende del grado de intensidad tectónica y de las formas generales y especiales que produce. La determinación de dicha repartición se facilita por el concepto del orden tectónico y de su evolución. Esta es la finalidad práctica (económica) que se deriva de la tectónica sistemática.



Para no esterbar el texto, los puntos de vista sobre el tectonismo se han excluido del texto y se han reunido en un Anexo a este informe donde van representados por gráficos que pueden llevar a la mente la comprensión inmediata. El lector se servirá tomar nota de estos puntos de vista porque ellos sirven de base a este informe en el cual se emplea la nomenclatura correspondiente.

-----

Durante la exploración hemos recibido la ayuda eficaz de las entidades oficiales, de los propietarios y administradores de las minas de carbón y de muchos particulares de los Departamentos del Valle y del Cauca y tratamos de corresponderles con el presente trabajo. Al expresar nuestro agradecimiento en general, lo hacemos de manera especial para con Don Guillermo Valencia, el señor doctor Francisco José Chaux y el ingeniero, señor Enrique Uribe White.

El suscrito geólogo deja constancia de que lo hecho se basa en la labor infatigable e inteligente que ha realizado su compañero, el ingeniero señor Benjamín Alvarado B. Aun enfermo de cuidado, este distinguido profesional se empeñó en cumplir el programa de trabajos. Mas de las tres cuartas partes de los levantamientos geográficos y geológicos y el desarrollo íntegro de los gráficos del Texto son la labor independiente e exclusiva suya, como también lo son muchas de las observaciones sobre la geología y sobre la geología económica que hay en el texto. Los gráficos del Anexo lo ha desarrollado el ingeniero señor Rafael Zamora a quien agradecemos su colaboración desinteresada y comprensiva.

Bogotá,

Geólogo

Ingeniero, topógrafo



tónicos notables y al mismo tiempo comienza a retroceder el área sedimentaria desde la actual zona andina del Perú hacia el Pacífico y hacia Colombia y el Caribe, consecuencia de lo cual es el rechazo de la facies carbonífera <sup>desde el Perú (cretáceo)</sup> hacia el interior de Colombia (terciario inferior) y hacia la parte central septentrional del país (terciario medio).<sup>4</sup> Es paréntesis que se presentan desde el cretáceo en el subgeosinclinal occidental proinsular hacia el final del cretáceo la preformación de la Cordillera Occidental y por lo mismo el fraccionamiento del área sedimentaria. En la parte comprendida entre la cumbre de la Cordillera Central y el pie W de la Cordillera Occidental.<sup>5</sup> La sedimentación del terciario inferior, en este recinto, se concentra hacia la cuenca que hemos llamado de "ñol-Cartago" la cual sigue preformándose mientras dura la sedimentación. En el terciario medio, el área se extiende y el centro de sedimentación se desplaza hacia la sección antioqueña de la hoya del Cauca, junto con la facies carbonífera que en el terciario inferior caracteriza la cuenca de "ñol-Cartago". La preformación de la actual configuración geológica y tectónica prosigue en el terciario superior cuando se intensifican extraordinariamente los movimientos orogénicos y terminan por crear el aspecto que contemplamos hoy día. Las áreas sedimentarias del interior del país se reducen en todas las partes y se restringen principalmente a las actuales hoyas del Magdalena y del Cauca y a la Cordillera central (volcanismo). La facies lánica del interior que predomina en el terciario inferior y medio se vuelve mas o menos terrestre, mientras que la facies marina se presenta hacia las costas actuales.

A raíz de los movimientos orogénicos del terciario se presenta un nuevo ciclo magnético en el Occidente Andino de Colombia. Este se inicia en la transición del cretáceo al terciario con un plutonismo ácido (granítico), al cual sigue luego un plutonismo e hipobasaltismo (filones de rocas eruptivas) que se reconoce hasta el traspase del terciario inferior al terciario medio y que se puede caracterizar de tonalítico. En el terciario superior, la fase del ciclo se presenta intermedia (andesítica), con caracteres sobresalientes de volcanismo y ademas de hipobasaltismo. La provincia tonalítica reconocida en el Valle y en el Cauca se caracteriza por piritas auríferas, mientras que la provincia andesítica ofrece minerales



sulfurosos varios. En especial se nota que la mineralización se percibe sobre todo en los filones tonalíticos y andesíticos, mientras no se destaca palpablemente en las rocas plutónicas del inicio del ciclo magmático. Con respecto a la diferenciación gravitativa es de suponer que ella sea mucho más especializada que en el cretáceo cuando se cuenta con grandes estructuras sencillas. Sin embargo la influencia general también se nota en relación con el ciclo magmático del terciario, al observar que conforme al declive geológico general que existe desde Bolivia hacia el Caribe, el volcanismo del terciario superior se presenta más o menos ácido en el Perú, intermedio en Colombia y básico en Panamá y en el Pacífico (Galápagos). En lo demás interesa la extinción del magmatismo hacia la actualidad, relacionada con la rigidización de los Andes y el decaimiento de la intensidad tectónica desde el terciario superior hacia la actualidad. Dicha extinción va acompañada de una restricción típica que se manifiesta por el volcanismo actual. En la sección colombiana de los Andes este se reduce en la cumbre de la Cordillera Central, en especial hacia la parte activa de la cumbre situada entre los nudos Antioqueño y Ecuatoriano (zonas tranquilas del ciclo andino en lo que respecta a las partes altas). En el Ecuador el volcanismo todavía es muy intenso y se presenta en la parte occidental del nudo Ecuatoriano cuya actividad geológica destacada se distingue desde el cretáceo. De ahí al Sur se traslada a ciertas secciones de la Cordillera Occidental ya que ahí ella es la faja de mayor actividad evolutiva, mientras la Cordillera Central en la misma extensión va siendo siempre más inactiva a la medida que se avanza hacia la Argentina. Véase cuadro 1 del Anexo).

-----

Al presentar el informe a la consideración del lector, es necesario advertir que la solución y la conexión de los problemas hubo que resolverlos en un espacio de tiempo relativamente corto y que por lo mismo no se han podido obviar defectos, como la explicación demasiado amplia de la parte tectónica y también de la parte orográfica.

Bogotá, Junio de 1934

Geólogo

Ingeniero Topógrafo



## LITERATURA.

(Las obras subrayadas se han tenido en cuenta de manera especial).

- 1) Anderson, J. M. - Original Source of Oil in Colombia. - Bull. American Assoc. of Petrol. Geologists. No 4 1926
- 2) v. Baner, P. P. - NW Amazonien. - Brunn, 1919
- 3) Beck, Alfred. - Geology and Oil Resources of Colombia. The Coastal Plain. - Economic Geology. 1921. 16.
- 4) Bergt, W. Beitrage zur Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta u. der Sierra de Perijá. - Wien 1888.
- 5) Bergt, W. - Die Kleeen Massengesteine, kristallinen Schiefer u. Sedimente. - Tomo II de Reiss u. Stuebel: Geologische Studien in der Republik Colombia. Berlin 1899.
- 6) Boussingault, J. B. - Mémoires sur les salines jodifères des Andes. Ann. de Chimie et Physique. T. 54. 1833.
- 7) Boussingault, J. B. - Considérations sur les eaux thermales des Cordillères. T. 32. 1833. Ann. de Chim. et Phys.
- 8) Boussingault, J. B. - Sur l'existence de l'iode dans l'eau d'une saline de la province d'Antioquia. Ann. id. T. 30. 1825
- 9) Buerg, G. - Die Golderzlagerstaetten und die Zukunft des Golderzbaus des Siebenbuergischen Erzgebirges. Resúmen en: XIV. Bericht d. Freiburger Geol. Ges.
- 10) Collet, L. - Sur quelques ammonites du Barrémien de Colombie. - Eclogae Helvetiae. Vol. XXX XVIII. No 4. 1925
- 11) Gerth, E. - Contribucion a la Estratigrafia y Paleontologia de los Andes Argentinos. Academia Nacional de Ciencias. Buenos Aires. 1931. 1825
- 12) Gregory, E. - The structure of Asia. London 1932
- 13) Grosse, E. - El Terciario Carbonífero de Antioquia. - Berlin 1926.
- 14) Grosse, E. - Acerca de la geologia del Sur de Colombia. Viaje Huila-Caqueta. Bol. de Minas y Petróleo. Bogotá. T. IV. No 23 a 24.
- 15) Grosse, E. - Croquis geológico de la cuenca del Patia, adjunto al estudio geológico del Patia-Mariño (por publicar)
- 16) Hettner, A. - Die Kordillere von Bogotá. Gotha 1892. Traducido al castellano por J. Bonilla Plata (por publicar).
- 17) Hettner, A. y Linck, G. - Beitrage z. Geologie u. Petrographie der columbianischen Anden. Zeitschr. d. deutschen Geol. Ges. - Bd. XL. Heft 2. Berlin 1888.
- 18) Hubach, E. - Informe geológico de Urabá. - Bol. de Minas y Petróleo. Bogotá. - T. IV. No 25 a 27.
- 19) Hubach, E. Alvarado, B. Cuervo, G. Posada, A. Zorrilla J. L. - Geologia Petroliífera del Norte de Santander. Archivo del Depto. de Minas y Petróleos. Ministerio de Industrias. Bogotá. 1930 y 1931.
- 20) Hubach, E. - Alvarado, B. - Estudios geológicos en la ruta Popayan-Bogotá. 1932. - Archivo id.
- 21) Hubach, E. - Calaguala y Paletará. - 1932. Archivo id.
- 22) Hubach, E. - Chiligle. 1932. Archivo id.
- 23) Karsten, H. - Géologie de l'ancienne Colombie Bolivarienne. - Berlin 1886
- 24) Katzer, Fr. - Grundsuege der Geologie des unteren Amazonasgebietes. Leipzig 1903.
- 25) Kehrer, G. - El Carboniano del borde Llanero de la Cordillera Oriental. Publicaciones del Colegio Aleman de Bogotá. 1933.
- 26) Kellner, G. J. - Die Platinlagerstaetten der Republik Kolumbien. Ztschr. fuer prakt. Geologie. Heft 1. 1928
- 27) Kiech, R. - Die vulkanischen Gesteine. - Tomo I de Reiss y Stuebel: Geol. Studien in der Republik Colombia. Berlin 1899
- 28) Kober, L. - Der Bau der Erde. - Berlin 1921.
- 29) Kober, L. - Lehrbuch der Geologie. - Wien 1923
- 30) Lehmann, E. - Beitrage zur Petrographie des Gebietes am oberen Magdalena. Tschermak's mineralog. u. petrogr. Mitt. Bd. XXX, 1911.



- 31) Lleras Codazzi, A. - Notas mineralógicas y petrográficas. Bogotá. Publicaciones del Museo Nacional. 1925.
- 32) Liddle, R. A. - Geology of Venezuela. - Fort Worth, Texas. 1927.
- 33) Niggli, R. - Versuch einer natürlichen Klassifikation der im weiteren Sinne magmatischen ~~magmatischen~~ Erzlagerstätten. Abh. z. prakt. Geologie u. Bergw. - G. Berg. Halle. - Bd. 1. 1925.
- 34) Ospina, T. - Resña sobre la geología de Colombia y especialmente del antiguo departamento de Antioquia. Medellín 1911.
- 35) Pereira Gamba, F. - Riqueza mineral de la república de Colombia. - Bogotá 1901.
- 36) Beitrag zur Kenntnis der Kohlen der kolumbianischen Ostkordillere. Mitt. der Geol. Landesanstalt. Preussen. Heft 6, Berlin 1928. - Traducido al castellano por E. Hubach en: Compilación de los estudios geológicos oficiales en Colombia. 1919-1933. Bogotá 1934, Tomo II, por publicar. - Dirigido por J. Perry.
- 37) Rintisch, W. -
- 37) Beitrage zur Kenntnis der Golderzlagerstätten Kolumbiens. Die Goldergänge von Recreo. - Abhandlungen zur prakt. Geologie. Bd. 16. 1928. W. Knapp. Halle. - Traducido al castellano por E. Hubach en: Compilación, etc. (véase Nº 36). Tomo I. 1934 (publicado)
- 38) Scheibe R. - Documentos de la Comisión Científica Nacional. Nº 1, 2 y 3, reunidos en Compilación... (véase Nº 37). Los documentos Nº 3 se refieren a Antioquia.
- 39) Schreiter, R. - Ueber erz- u. gesteinsmikroskopische Untersuchungen an kupferhaltigen, serpentinierten Pyroxenit von Votica bei Santander (Cauca-Tal) in Kolumbien. - Bajo el título general: Stutzer, O. - Beitrage zur Geologie u. Mineralogie von Kolumbien. - Neues Jahrbuch fuer Mineralogie, etc. BB LVIII. 1928. Abt. A. Traducido al castellano por E. Hubach en Compilación... etc 1934. Tomo XX/II, por publicar.
- 40) Sievers, W. - Die Sierra Nevada de Santa Marta u. die Sierra de Perijá. - Ztschr. der Ges. fuer Erdkunde. Berlin 1888.
- 41) Stappenbeck, R. - Geologie des Chicamats in Nordperú u. seine Anthrazitlagerstätten.
- 42) Stappenbeck, R. - Ueber Transgressionen u. Regressionen des Meeres u. Gebirgsbildung in Sudamerika. - Neues Jahrbuch fuer Mineralogie, etc. BB. 58. 1927.
- 43) Stappenbeck, R. - Geologie u. Grundwasserkunde der Pampa.
- 44) Steinmann, G. - Geologie von Perú. - Heidelberg 1929.
- 45) Stille, H. - Geologische Studien im Gebiete des rio Magdalena. - v. Koenen Festschrift. Stuttgart 1929. - Traducido al castellano por J. Bonilla Plata: Estudios geológicos en la region del rio Magdalena. Bogotá 1928.
- 46) Stutzer, O. - Beitrage zur Geologie u. Mineralogie von Kolumbien.
  - 1) Ueber Spuren einer diluvialen Vereisung im Gebirge bei Bogotá. Neues Jahrbuch, etc. BB IV. Abt. B 1926, pgs. 518....
  - 2) Geologische Beobachtungen u. Gedanken bei einer zweimaligen Durchquerung der kolumbianischen Mittelkordillere. - N. Jahrb. etc. BB LVI. Abt. B. 1926 pgs. 135....
  - 3) Zur Geologie der Westkordillere zwischen Cali u. Buenaventura. N. Jahrb., etc. BB. LVI. Abt. B. 1926, pgs. 152....
  - 4) Beitrage zur Geologie des Cauca-Patiagrabens. N. Jahrb., etc. BB. LVII. Abt. B. 1927. pgs 114....
  - 5) Beitrage zur Geologie der Kolumbianischen Ostkordillere. N. Jahrb. etc. BB. LVII. Abt. B. 1927, pgs 305....
  - 6) Zur Geologie des nittleren Magdalenentals. - N. Jahrb BB. LVII. Abt. B. 1927, pgs 342....



(Stutzer, O)

7) Kolumbianische Glas-Meteorite (Tektite).--  
Centralblatt f. Mineralogie. Jahrg. 1926  
Abt. A, No 5.

Los estudios 1-7 traducidos al castellano por E.  
Hubach y reunidos en Compilacion, etc. Tome II, por  
publicar.

46) Weiske, O.--Informe Geológico de la Memoria de los Estudios del rio  
Magdalena, por Julius Berger A.G. Ministerio de Obras  
Públicas, Bogotá. 1926.

47) White Uribe, E.--Apuntamientos sobre la Intendencia Nacional del  
Chocó y sobre el municipio de Urrao, Antioquia.--Boletín de  
Minas y Petróleo. Bogotá. T. IV, No 21 a 22.

48) Willis, B.--Index to the Straigraphy of North America. Washington  
1912.

49) Wolf, Th.--Ecuador.--Leipzig 1892.

=====



# TABLA DE MATERIAS.

|                   |       |
|-------------------|-------|
| INTRODUCCION..... | pg. 1 |
|-------------------|-------|

## PRIMERA PARTE.

|                                                             |    |
|-------------------------------------------------------------|----|
| Rasgos de la orografia.....                                 | 8  |
| Caracteres hidrográfico-orográficos.....                    | 43 |
| Repartición de humedad y sequia a base de la orografia..... | 44 |

## SEGUNDA PARTE

### Rasgos de la estratigrafia

|                                     |     |
|-------------------------------------|-----|
| Puntos de vista.....                | 48  |
| ? Arcáico y ?Precámbrico.....       | 54  |
| Posible Paleozóico.....             | 57  |
| I.-Mesozóico.....                   | 63  |
| A. Serie del Dagua.....             | 68  |
| B. Piso del Espinal.....            | 83  |
| C. Grupo de Barragan.....           | 93  |
| D. Serie de Valdequera.....         | 99  |
| II.-Terciario Inferior y Medio..... | 118 |
| A. Piso del Cauca, carbonífero..... | 120 |
| B. Piso de Cinta de Piedra.....     | 151 |
| III.-Terciario Superior.....        | 164 |
| A. Piso de Combia.....              | 165 |
| B. Piso de Popayan.....             | 174 |
| IV.-Pleistoceno.                    |     |
| Pisos de Iberia y del Valle.....    | 190 |



Geología de los Departamentos del Valle  
y del Cauca,  
en especial del carbon.

|                                                                                                                                       |        |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Introducción.....                                                                                                                     | pág. 1 |
| <b>Primera Parte</b>                                                                                                                  |        |
| Rasgos de la orografía. Nociones orográficas-<br>tectónicas.....                                                                      | 8      |
| Subdivisión orográfica<br>general y nomenclatura.                                                                                     | 10     |
| Caracteres orográficos de los Deptos. del<br>Valle y del Cauca                                                                        | 19     |
| Relación general.....                                                                                                                 | 19     |
| Descripción especial...                                                                                                               |        |
| a) Cumbre y flanco W de<br>la Cord. Central....                                                                                       | 23     |
| b) Hoyandina del Cauca.                                                                                                               | 29     |
| c) Cordillera Occidental                                                                                                              | 37     |
| d) Hoyandina del Pacífico                                                                                                             | 41     |
| e) Cordillera de la Costa                                                                                                             | 42     |
| Caracteres hidrográfico-orográficos.....                                                                                              | 43     |
| Repartición de la humedad y de la sequía en los<br>Deptos del Valle y del Cauca, a base de la orografía                               | 44     |
| <b>Segunda Parte</b>                                                                                                                  |        |
| Rasgos de la Estratigrafía                                                                                                            |        |
| Puntos de vista estrati-<br>gráficos..                                                                                                | 48     |
| ?Arcáico y ?Precámbrico                                                                                                               | 54     |
| Posible Paleozoico.....                                                                                                               | 57     |
| I. Mesozoico.....                                                                                                                     | 63     |
| A. Serie del Dagua.....                                                                                                               | 68     |
| B. Piso del Espinal.....                                                                                                              | 83     |
| C. Grupo de Barragan.....                                                                                                             | 93     |
| D. Serie de Faldequera.....                                                                                                           | 99     |
| II. Terciario Inferior y Medio                                                                                                        | 118    |
| A. Piso del Cauca.....                                                                                                                | 120    |
| B. Piso de Cinta de Piedra.                                                                                                           | 151    |
| III. Terciario Superior                                                                                                               | 164    |
| A. Piso de Combia.....                                                                                                                | 165    |
| B. Piso de Popayan.....                                                                                                               | 174    |
| IV. Pleistoceno.....                                                                                                                  | 190    |
| Pisos de Iberia y del Valle                                                                                                           | 190    |
| Rocas intrusivas                                                                                                                      |        |
| Ensayo de agrupar y de relacionar los proto-<br>tipos de las rocas intrusivas del Oriente<br>y del Occidente Andinos de Colombia..... | 193    |
| I. Grupo granítico neopaleozoico hasta<br>eomesozoico.....                                                                            | 196    |
| II. Grupo de intrusivas cretáceas,<br>sobre todo las mas o menos<br>básicas y las ultrabásicas..                                      | 198    |
| III. Grupo tonalítico, eoterciario                                                                                                    | 207    |
| IV. Grupo andesítico, neoterciario                                                                                                    | 215    |
| <b>Tercera Parte</b>                                                                                                                  |        |
| Rasgos de la tectónica.                                                                                                               | 220    |
| A) Elementos lineares.....                                                                                                            | 222    |
| 1) Cordillera de la Costa.....                                                                                                        | 223    |
| 2) Hoyandina del Pacífico.....                                                                                                        | 226    |
| 3) Cordillera Occidental.....                                                                                                         | 229    |
| 4) Hoyandina del Cauca.....                                                                                                           | 234    |
| 5) Cordillera Central.....                                                                                                            | 239    |
| 6) Hoyandina del Magdalena.....                                                                                                       | 242    |
| 7) Cordillera Oriental.....                                                                                                           | 245    |



|                                                                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 8) Vorland Oriental.....                                                                                                                     | 248 |
| 9) El geoanticlinal Andino...                                                                                                                | 249 |
| 10) Evolucion de los elementos<br>lineares principales.....                                                                                  | 253 |
| B) Elementos lineares medianos.....                                                                                                          | 255 |
| (en el Occidente de Colombia)                                                                                                                |     |
| c) Elementos lineares menores en<br>los departamentos del Valle y<br>del Cauca.....                                                          | 262 |
| B. Elementos circulares                                                                                                                      |     |
| a) Elementos circulares principales<br>y medianos.....                                                                                       | 269 |
| b) Elementos circulares menores en<br>los departamentos del Valle y<br>del Cauca.....                                                        | 278 |
| C. c) Evolucion de los elementos circu-<br>lares principales.....                                                                            | 282 |
| C. Elementos circulares-lineares.....                                                                                                        | 283 |
| D. La relacion entre las formas tectónicas<br>y el grado de la intensidad tectó-<br>nica, en los departamentos del Valle<br>y del Cauca..... | 289 |
| E. Particularidades tectónicas e isostá-<br>ticas en la hoyandina del Cauca y en<br>los terrenos adyacentes.....                             | 294 |
| F. Sobresecurrimientos.....                                                                                                                  | 297 |

## Cuarta Parte

## Geología Económica

|                                                                                                               |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Indicacion sobre la reparticion siste-<br>mática de los minerales.....                                        | 301 |
| A. Minerales sedimentarios del Valle<br>y del Cauca.....                                                      | 306 |
| 1) Carbones                                                                                                   |     |
| a) Turba.....                                                                                                 | 306 |
| b) Lignita.....                                                                                               | 307 |
| c) Carbon.....                                                                                                | 310 |
| Condiciones de<br>estudio.....                                                                                | 311 |
| Áreas que ocupa el<br>carbon.....                                                                             | 313 |
| Desarrollo regio-<br>nal y local (facies)<br>del carbon.....                                                  | 315 |
| El desarrollo antra-<br>cítico del carbon.....                                                                | 326 |
| Rasgos tectónicos<br>del piso del Cauca<br>y del carbon.....                                                  | 329 |
| Algunas particula-<br>ridades de la tec-<br>tónica especial en<br>el Semiplano del<br>Carbon.....             | 331 |
| Cálculos sobre existencias de<br>carbon en el Semiplano del Carbon.....                                       | 337 |
| 1) Region de Vijes.....                                                                                       | 339 |
| 2) Region de Yumbo-Pto. Isaacs..                                                                              | 339 |
| 3) Region de Cali.....                                                                                        | 342 |
| a) cerro de Golondrinas....                                                                                   | 342 |
| b) cerro La Laguna.....                                                                                       | 356 |
| c) continuacion de la zona<br>de Golondrinas desde El<br>Pedregal hacia el lado N<br>del río Arroyohondo..... | 357 |
| d) cerro Tres Cruces, hasta<br>mina de Chipichape.....                                                        | 358 |



|                                                                                                                     |     |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| e) Los Cherrores-Cañaverale-<br>jo-Siloé.....                                                                       | 366 |
| f) zona carbonífera al Sur<br>de Los Cherrores hasta la<br>ribera Norte del río<br>Lile.....                        | 375 |
| g) Planta Melendez.....                                                                                             | 377 |
| Cómputo de existencias en la<br>region de Cali.....                                                                 | 378 |
| Cálculo de existencias en la zona del<br>Semiplano de Carbon entre el río Lile<br>y El Playon.....                  | 379 |
| a) Trayecto Lile-Pance.....                                                                                         | 380 |
| b) Trayecto río Pance-<br>río Claro.....                                                                            | 384 |
| c) Trayecto río Claro-río<br>Guachinte.....                                                                         | 388 |
| d) Trayecto río Guachinte-<br>río Timba.....                                                                        | 388 |
| e) Trayecto río Timba-río<br>Catote.....                                                                            | 389 |
| f) Trayecto Suarez-río Ingui-<br>tó.....                                                                            | 391 |
| g) Trayecto río Inguító-<br>río Binde(Playon-Mangó)..                                                               | 392 |
| h) Trayecto río Binde-<br>Tambo(Cauca).....                                                                         | 395 |
| Cantidades y particularidades del car-<br>bon en el Semiplano del Carbon y en la<br>faja oriental adjunta.....      | 397 |
| Anotaciones sobre carbon explotable<br>entre Quilichao y Caloto.....                                                | 399 |
| La calidad del carbon del Semiplano del<br>Carbon.....                                                              | 400 |
| Importancia especial que tiene la region<br>carbonífera de Cali.....                                                | 402 |
| Medidas para el fomento de la minería<br>del carbon.....                                                            | 406 |
| La competencia eventual entre el petróleo<br>de los Deptos. del Valle y del Cauca y el<br>carbon de los mismos..... | 411 |
| 2) Petróleo.....                                                                                                    | 412 |
| 3) Yacimientos de cal.....                                                                                          | 418 |
| 4) Yeso.....                                                                                                        | 421 |
| B. Minerales de origen eruptivo.....                                                                                | 421 |
| Cuadro de relacion entre las rocas eruptivas del<br>ciclo andino y sus minerales.....                               | 423 |
| 1) Minerales de pirita aurífera del grupo tonalítico...                                                             | 427 |
| 2) El platino y otros minerales de las rocas ultra-<br>básicas.....                                                 | 437 |
| C. Minerales de hierro y de manganeso.....                                                                          | 457 |
| D. Fuentes salinas y fuentes termales.....                                                                          | 459 |
| E. Aguas potables y de regadío.....                                                                                 | 461 |
| F. Tierras agrícolas.....                                                                                           | 467 |



Relacion de los planos y perfiles que acompañan  
el informe geológico de los Deptos del Valle y del Cauca.

A. Planos geológicos regionales y perfiles correspondientes:

- 1) Croquis geológico de la region de Vijes. Escala 1:10 000 y reduccion para el informe a escala 1:50 000
  - 1) Perfil A-B-C-1 (La Hucia-San Marcos). 1:10 000.
  - 2) Perfil en el sobrecorrimiento transversal al Sur de Vijes (1:1000)
  - 3) Perfil en el afloramiento de cal en Mulaló (1:5000)
- 2) Croquis geológico de la region carbonífera de Cali. Escala 1:10 000 y reduccion para el informe a esc. 1:50 000.
  - 1) Por el rio Lile y sus bordes. Esc. 1:10 000.
  - 2) Por la mina de Los Cherrores. Esc. id.
  - 2a) Por la probable cúpula de Los Cristales. Esc. id.
  - 3) Por la artesa del Buen Vivir. Esc. id.
  - 3a) Por la pendiente Norte del cerro Tres Cruces. Esc. id.
  - 3b) A la latitud de la mina de Sta. Mónica. Esc. id.
  - 4) A la latitud de la mina de Chipichape. Esc. id.
  - 5) A la latitud de la parte Sur del cerro de Golondrinas. Esc. id.
  - 5a) Por la parte central del cerro de Golondrinas. Esc. id.
  - 5b) Por la parte septentrional del cerro de Golondrinas. Esc. id.
  - 6) Perfil a 1 km al Sur de la saliente de Pto. Isaacs. Esc. id.
  - 7) Perfil por la saliente de Pto. Isaacs. Esc. id.
  - 8) Cuadro complementario a los perfiles de la region de Cali.
- 3) Croquis geológico de la region de Timba Jamundí. Escala 1:10 000 y reduccion para el informe a esc. 1:50 000
  - 1) Perfil La Liberia-Santa Bárbara-La Ferreira-Timba. Esc. 1:10 000
  - 2) Perfil por el lado Sur del cerro Confites-Mina La Fragua de Guachinte-La Pesebrera. Esc. id.
  - 3) Por el rio Claro. Esc. id.
  - 4) Perfil rio Jordan-Chipayá. Esc. id.
- 4) Croquis geológico de la region de Suarez. Escala 1:10 000 y reduccion para el informe a escala 1:50 000
  - 1) Perfil A/A'-B/B' (Maravali-Suarez-rio Ovejas). Esc. 1:10 000
  - 2) Perfil de los pormenores del horizonte de Mangó, con carbon entrecitificado. -Q. Cabuyal, al Sur de la casa de la hacienda Juan Blanco.
  - 3) Perfil por el horizonte de Mangó, con entrecita, en la Zanjita, al N de la casa de la hacienda Juan Blanco.
  - 4) Perfil por el probable conjunto inferior del piso de Cinta de Piedra, a poca distancia al W del puente de Suarez.
  - 5) Perfil por la caliza del horizonte Mangó, en la quebrada Leña, al Norte de la estacion de Suarez



- 5) Croquis geológico de la región de Morales-Pan de Azúcar.-Esc. 1:10 000. Reunido con el croquis N° 6 en un plano a esc. 1:50 000.
- 6) Croquis geológico de la región Rosario-Dinde-Playon. Esc. 1:10 000.  
Perfiles geol. de los croquis N° 5 y 6:
  - 1) El Recuerdo-Rosario. Esc. 1:10 000
  - 2) Dinde-El Carmelo. Esc. id.
  - 3) Por la parte Sur de la Angostura del Playon. Esc. id.
  - 4) El Mecon-El Playon-Pan de Azúcar-Mangó. Esc. id.
- 7) Croquis geológico de la región de Popayan-La Tetilla-Rosario Carmelo. Escala 1:10 000. El croquis 7 reunido con los croquis N° 8 y 9 en un plano a escala 1:50 000, llamado Croquis de la región al Oeste de Popayan.
- 8) Croquis geológico de la región de Popayan-La Yunga-La Chapa-Tambo. Esc. 1:10 000.
- 9) Croquis de la región La Chapa-Cabeceras del Micoy. Esc. 1:10 000, con un perfil a la misma escala.  
Perfiles de los planos 7, 8 y 9, a esc. 1:50 000.
  - 1) Perfil A-B, a la latitud de Popayan
  - 2) Perfil C-D, a la latitud de La Tetilla, complementado con perfiles del detalle.
- 10) Croquis de la región de Dolores (S). Escala 1:10 000 y reducido a escala 1:50 000 para los efectos del informe.
  - 1) Perfil tomado del lado Norte del río Quilcasé, al NE de Dolores. Esc. 1:10 000
  - 2) Perfil A-B-C, a la latitud de Dolores y del cerro del Broncaseo. Esc. id.
  - 3) Perfil D-E, a la latitud de la mina de cal La Ramita. Esc. id.
- 11) Croquis geológico de la región de ~~xxxxxx~~ Popayan al Volcan de Puracé. Escala 1:10 000, reunido con el croquis 12 en el: Croquis de la región al SE de Popayan, a escala 1:50 000
- 12) Croquis geológico de la región de Calaguala-Paletará-La Ceja. Esc. 1:10 000  
Perfiles a escala 1:50 000, de los planos 11 y 12:
  - 1) Perfil por el planalto de Paletará.
  - 2) Perfil de Popayan al Volcan de Puracé.
- 13) Croquis de la región de Santander de Quilichao. Escala 1:10 000 (falta la reducción a escala 1:50 000)
  - 1) Perfil A-B. Munchique de Quilichao-La Vetica-Cordon de La Chapa. 1:10 000
- 14) Croquis geológico de la ruta Buga-San Isidro. Escala 1:10 000 y reducción para el informe a escala 1:50 000.
  - 1) Perfil Buga-San Isidro, por el río Buga. Esc. 1:10 000
  - 2) Perfil croquizado, al NE de Buga. Esc. id.
- 15) Croquis geológico de la quebrada Chambimbal. Escala 1:10 000 y reducción para el informe a escala 1:50 000.
  - 1) Perfil de la quebrada Chambimbal. 1:10 000
- 16) Croquis geológico de la quebrada San Pedro. Escala 1:10 000 y reducción para el informe a escala 1:50 000
  - 1) Perfil San Pedro-Los Aguacates. 1:10 000
- 17) Croquis geológico de la carretera Bugalagrande-Sevilla Escala 1:10 000 y reducción para el informe a escala 1:50 000.
  - 1) Perfil A-B (Plano del Valle-río Paila) Esc. 1:10 000
  - 2) Perfil general desde el plano del Valle en la región al N de Bugalagrande por el Semiplano de La Iberia y la hoya de Cielan hacia la Cord. Central. 1:75 000, aprox.



- 18) Croquis geológico de la línea férrea Zarzal-Armenia, entre el km 317 y la estación de Caicedonia. Escala 1:10 000 y reducción para el informe a escala 1:50 000
  - 1) Perfil por la línea férrea Zarzal-Armenia, entre el km 317 y la estación de Caicedonia.
- 19) Croquis geológico de la ruta Cartago-río de La Vieja. Escala 1:10 000 y reducción para el informe a esc. 1:50 000
  - 1) Perfil Cartago-río La Vieja (interpretación preliminar).

**B.- Levantamientos de las minas de carbon. Planos a escala 1:200, para mostrar el desarrollo de los mantos de carbon.**

**Region de Golondrinas:**

- 1) Mina de Don Francisco Sanchez.
- 2) Socavon Esnedita (Sres. Barberena).
- 3) Socavon Elisondo (Sres. Barberena).
- 4) Socavon Encarnacion ( " " ).
- 5) Socavones del lado Sur del cerro de Golondrinas. (Familia Barberena)

**Region del cerro Tres Cruces:**

- 6) Socavon Sta. Mónica (Sociedad de Sta. Mónica)
- 7) Socavon Cruz (Sr. Pablo Lopez)
- 8) Socavon Amaya ( " " )
- 9) Socavones del Calor y Anaya 1 (Sr. P. Lopez)
- 10) Socavon Cascarillo (Sr. P. Lopez)
- 11) Socavones Montenegro-Guzman y Mora (Sr. P. Lopez)
- 12) Socavon Buenos Aires (Sr. Pablo Lopez)
- 13) Socavon Aguacatal ( " " )

**Region Siloé**

- 14) Mina Siloé (Sr. Luis Chedé)

**Region Cañaveralejo**

- 15) Mina Cañaveralejo (Sr. Ernesto de Lima)

**Region Los Chorros (F. C. del Pacífico)**

- 16) Cruzada 4 de Los Chorros
- 17) Cruzada 5 de los Chorros
- 18) Cruzada 11 de Los Chorros
- 19) Cruzadas 8 y 9 de Los Chorros.

**Region de Guachinte.**

- 20) Mina La Fragua de Guachinte (Las Cañas). Sr. Enrique Bizot.

Estos planos se habían reducido para el informe a escala 1:10 000, pero en ellos se pierden los rasgos importantes y por lo tanto hay que reducirlos nuevamente a escala 1:1 000. Ellos se agregarán a la parte económica del informe, en los apartes correspondientes de la descripción de las minas.

**C.- Planos y perfiles repartidos en el informe.**

- 1) Ensayo de representar las unidades evolutivas generales y especiales del ciclo Andino (mesozoico hasta la actualidad) en Suramérica y en el Pacífico meridional. (Informe pg. 7a)
- 2) Croquis de los elementos orográfico-tectónicos de los Deptos. del Valle y del Cauca, vistos dentro de la transición Colombiana y representados en forma esquemática.
  - 1) Perfil explicativo de los elementos lineares del croquis.
  - 2) Explicación de la subdivisión circular-lineal.
  - 3) Perfiles longitudinales por el Valle y el Cauca.
    - a) Los elementos tabulares principales y sus niveles. Esc. 1:1 500 000, aprox.
    - b) Perfil de los nudos y de las depresiones de la serranía oriental de la Cordillera Occidental.
  - 4) Perfiles transversales por la sección de la hoyandina del Cauca que corresponde a los departamentos del Valle y del Cauca. Escala 1:500 000.

ala la latitud de Cartago.



- b) Alrededor de la latitud de Buga-Tuluá.
- c) Alrededor de la latitud de los Farallones de Cali.
- d) Alrededor de la latitud de Popayan.

(Informe, pág. 8)

- 3) Perfil orográfico-pluviográfico del Occidente de Colombia, trazado a la latitud de Buenaventura-Cali y complementado en el Oriente de Colombia con un trayecto a la latitud de Chaparral (Informe, pág. 45)
- 4) Columnas estratigráficas comparativas, Zona del Valle y del Cauca. (Informe pág. 48)
- 5) Columnas estratigráficas del piso del Cauca en los Deptos. del Valle y del Cauca. Elaboradas según horizontes típicos y comparadas con otras formaciones terciarias de Colombia y Venezuela. (Informe, pág. 120)
- 6) Columnas estratigráficas del horizonte Los Chorros y de los horizontes anexos, derivadas de las minas de carbón de la región de Cali y destinadas para mostrar la inestabilidad de los mantos de carbón (página 342 del Informe).
- 7) Indicaciones para correlacionar la estratigrafía del Mesozoico y del Paleozoico de California (E.U.) con la del Occidente Andino de Colombia y del Perú. (Informe pág. 90)
- 8) Complemento a 7): Ensayo de representar diagramáticamente las zonas terrestres y las áreas sedimentarias que resaltan durante el Mesozoico en Norte y Suramérica, haciendo referencia especial al cretáceo (pág. 90)
- 9) Perfil y columna estratigráfica por una zona carbonífera terciaria, relativamente complicada, de la Cordillera Oriental, denominada mina del Ruhr, situada al Norte de la Laguna de Fuesca. Esc. 1:10 000. Sirve para la comparación de las condiciones geológicas relativamente regulares del Oriente de Colombia con las complicadas del Occidente de Colombia. (Informe, pág. 332)
- 10) Perfil geológico Málaga-Buenaventura-Cali-Palmira. Esc. 1:500 000 (Informe, pág. 75)
- 11) Perfil geológico, más o menos esquematizado, desde la hoyandina del Cauca por la Cordillera Central hacia la hoyandina del Magdalena, trazado alrededor de la latitud Morales-Pitayó-Carnicerías. Escala 1:250 000 (Informe, pág. 110)
- 12) Perfil informativo de la cuchilla de Santa Bárbara a la latitud de Obando-La Victoria. Viaje Obando-balseo de Montenegro sobre el río de La Vieja-El Crucero-La Victoria. Escala 1:50 000. (Informe pág. 155)
- 13) Perfil desde el lado Norte de la confluencia de los ríos Timbío y Quilcasé hacia la región de Pálores, observado desde el canto Sur del Altiplano de Popayan en Tambo (C) y complementado según los levantamientos en la región de Pálores (C). Escala 1:150 000, aprox. (Informe pág. 292)
- 14) Perfil del afloramiento de carbón en la ribera izquierda del río Pance, al Norte de la casa de la hacienda La Vega. Escala indicada en los trayectos (Informe, pág. 321)
- 15) Perfil del afloramiento del horizonte Los Chorros en la quebrada Quebrazanco, a unos 700 m arriba del cruce del camino Suarez-San Francisco por la quebrada Quebrazanco, y a unos 20 m al Sur de una explotación abandonada. Depto. del Cauca. (Informe p. 323)
- 16) Perfil del afloramiento de carbón de la angostura del Sastre en la quebrada del Checho. Piso del Cauca, parte inferior. (Informe, pg. 348)
- 17) Perfil por la mina Los Chorros. Escala 1: 2500 (Informe pg. 367)
- 18) Perfil río Marilope-Altamira-San Francisco. Depto. del Cauca. (Informe, pág. 390)
- 19) Perfil del afloramiento de carbón del horizonte Los Chorros en el lado W del río Suciodel Tambo, a poca distancia al NW del puente Anayas-Las Casitas sobre el río Suciodel Tambo (Depto del Cauca). (Informe, pág. 396).
- 20) Perfil del afloramiento de carbón del horizonte del Coke en



- 21) Croquis geológico de la region de Buenos Aires-La Teta-El Ensolvado (C). Informe pág. 431)
  - 1) Perfil A-B (Buenos Aires-Camino de Quilichao-vado por el rio La Teta (inf. p. 431)
  - 2) Perfil C-D (Cerro La Teta-El Ensolvado) (p. 431)
- 22) Perfil por la copa (cogollo) de la veta de La Tebaida, en el lado Norte del Munchique de Quilichao. (Informe, pág. 434)
- 23) Perfiles especial y general por la mina de aluvion de Paso Bobo, al Sur de Suarez (C).
- \*CUADROS PALEOGEOGRÁFICOS.
- 23) Ensayo paleogeográfico No. I.- Colombia en el tiempo de la deposicion de la parte media-alta de la serie del Buga, considerado cojurásico hasta mesojurásico. (Informe, pág. 81)
- 24) Ensayo paleogeográfico No. II.- Colombia alrededor del hauteriviano (Informe, pág. 91)
- 25) Ensayo paleogeográfico No. III.- Colombia durante el barremano y el traspaso al aptiano (Informe, p. 99)
- 26) Ensayo paleogeográfico No. IV.- Colombia alrededor del traspaso del albiano al cenomaniano (inf. pág. 115)
- 27) Ensayo paleogeográfico No. V.- Colombia durante el cenoniano. (Informe, pág. 116).
- 28) Ensayo paleogeográfico No. VI.- Colombia durante el terciario inferior. Eoceno y oligoceno. (Inf. pág. 148)
- 29) Ensayo paleogeográfico No. VII.- Colombia durante el terciario medio. Mioceno Inferior y Medio. (Inf. p. 162)
- 30) Ensayo paleogeográfico No. VIII.- Colombia alrededor del mioceno superior. Principio de la fase geoclietinal (Informe pág. 173).
- 31) Cuadro del platino. (Informe, pág. 438)

D. Planos y otros gráficos al final del texto del informe.

- 1) Plano geológico de los Deptos. del Valle y del Cauca. Escala 1:500 000.-Falta por hacer.
- 2) Cuadro Estratigráfico general de Colombia. Hecho en 9 Columnas típicas, trazadas de W a E a la latitud de Popayan-Bogotá.
- 3) Perfiles de ensayo para mostrar la evolucion del ciclo andino en Colombia desde el Mesozoico hasta el fin del plioceno. Relative a la latitud Popayan-Bogotá.
- 4) Correlacion de la nomenclatura y de la subdivision estratigráfica de Colombia (desde Karsten hasta la actualidad).
- 5) Al final del texto se agregaran ademas los planos regionales con los perfiles correspondientes, enumerados bajo A.

E. Anexo al Informe.

- 1) Cuadro de Introduccion.- Principio de la construccion organica.
- 2) La presentacion del principio organico en Colombia y en el NW de Suramerica.
- 3) La simetria tectónica de los Andes en America.
- 4) La simetria tectónica en la Cordillera Oriental.
- 5) La semejanza tectónica entre la seccion suramericana de los Andes y la Cordillera Oriental.
- 6) Perfil esquemático por los Andes de Colombia para mostrar las funciones magmática, sedimentaria y metamórfica del tectonismo.
- 7) Perfiles paleogeográficos de la Cordillera Oriental, para mostrar la simultaneidad del tectonismo y de la sedimentacion.
- 8) Cuadro de la reparticion comun de la intensidad tectónica en los plegamientos y en las ondulaciones, de mayor a menor escala, y en los sistemas de plegamientos.

Bogotá, 31 de Octubre de 1934

*E. Hucce*

Geólogo del Depto. de Minas y P.



## INTRODUCCIÓN.

El estudio que sigue está destinado a dar a conocer la geología de los departamentos del Valle y del Cauca, sobre todo en la zona de la hoya del río Cauca comprendida entre las Cordilleras Central y Occidental y entre Cartago y el altiplano de Popayan, y los nexos que ella tiene con la geología de otras regiones de Colombia y de los países vecinos. Estas determinaciones se hicieron con el fin principal de poder apreciar el valor económico que tienen los yacimientos de carbon en la zona de estudios especiales. El informe también se refiere, de manera mas general, a otros recursos del subsuelo y del suelo de los citados departamentos.

Los departamentos del Valle y del Cauca ofrecen una tectónica que en término medio es de muy alta intensidad en que se refleja una evolución geológica activa, típica para el Occidente de Colombia y para el lado occidental de los Andes, y distinta de la del Oriente del país y del lado oriental de los Andes que es mas o menos pausada hasta tenue. Ello implica que la geología del Occidente de Colombia que ofrece una tectónica <sup>volcánica</sup> mas acentuada que el resto del lado occidental de los Andes, sea compleja, llena de problemas intrincados que dan amplio margen a la interpretación individual. La solución de estos problemas requiere experimentación especial sobre la base de estudios muy detenidos y continuos cuyos resultados deben elaborarse en la region misma para poder revisar los puntos que ofrecen dudas. La conclusión a que hemos llegado nosotros es que en el fondo la geología del Occidente es sencilla y sistemática, pero que estos rasgos se ocultan bajo el metamorfismo de una gran parte de las formaciones, entre el magmatismo intenso y en la tectónica compleja y muchas veces difícil de decifrar por la condición volcánica y metamórfica de las formaciones.

Para resolver el estudio geológico de los departamentos del Valle y del Cauca se ha llevado a cabo primeramente un extenso reconocimiento del terreno que se ha extendido desde el 19 de Noviembre de 1931 hasta el 17 de Junio de 1932, fechas de partida de Bogotá y de regreso a la capital. En este espacio de tiempo, de siete meses, los trabajos se hicieron sobre las siguientes rutas y en las siguientes regiones:



1) Travesía de ida por la Cordillera Central, sobre la ruta:

Chicoral-Gualanday-Rovira (ex-Miraflores)-Corazon-rio Cucuena-Roncesvalles-páramo de Barragan-rio Tibí-caserío de Barragan-Sevilla.

2) Exploración en el borde de la Cordillera Central con la hoya del Cauca:

Sevilla-Bugalagrande-semiplano de Iberia-Tuluá-San Pedro-Buga-San Isidro-Palmira-bequeron del Amalme-Pradera-Corinto-Tacueyó-Glaeto-Quilichao-Manchique de Quilichao-La Petica-La Chapa-Vejas-Caldono.

3) Exploración en el borde de la hoya del Cauca con la Cordillera Occidental:

Travesía de Caldono a Morales.-Morales-El Playon-Suarez-Buenos Aires-La Teta-Catote-Altamira-Timba-Guachinte-Jamundí, Chipayá, Guabito-rio Pance-región de Cali (3 semanas)-Vijes-Yotoco-Bolívar (Valle)-Anserma Nuevo.-Desde Cali se hicieron exploraciones por la carretera y por el ferrocarril hacia la angostura del Agua; desde Bolívar se estudió la región de La Llanada.

El estudio del borde de la Cordillera Central se complemento luego mediante la exploración (Anserma Nuevo)-Cartago-cuchilla de Santa Bárbara-Zarzal-La Tebaida-Sevilla.

4) Exploración del altiplano de Popayan y de la región al Este:

Popayan-Timbio-Pelores. Popayan-población de Puracé-páramo de San Francisco-volcan de Puracé-Coconuco-Paletará-cabeceras del rio Mazamorra de San Agustín. Popayan-La Yunga-Tambo-rio San Juan (cabecera del Micay)-Las Casitas-Seguengue-Los Anayes. Popayan-La Tetilla-Rosario-puente del Mercadito-Linde-Playon-Mangó-Carmelo.

5) Travesía de regreso de la Cordillera Central y viaje por la hoya del Magdalena:

Popayan-Silvia-Fitayó-páramo de Moras-Mosoco-rio Paez abajo hasta Coetando-Potserillos-Mátaga-Varnicerías-Puente del Colegio-Neiva-Baraya-Pelores (Tolima)-Prado-Santa Rosa-Melgar.

Toda la índole geológica del terreno, la finalidad económica del trabajo y la falta de bases geográficas aprovechables, de mediana y menor escala, fué necesario hacer las investigaciones en la forma mas intensiva posible. Se entiende que dentro del tiempo disponible y sobre la zona que debían abarcar los suscritos, geólogo y topógrafo, no cabe la aplicación de levantamientos con métodos exactos, ni es posible extender una triangulación general, sino que hay que proceder con métodos que al tiempo den una aproximación favorable y garanticen una ejecución rápida de los trabajos. El método indicado al respecto es el de levantamientos de ruta, a pié, usando brújula geológica y haciendo la medición de distancias según pasos dobles. Este método permite recoger todos los datos geológicos del detalle, sobre todo los estrati-



gráficos que son indispensables en los terrenos de facies carbonífera muy variable, y así se puede controlar en cuanto a las mediciones geográficas mediante visuales hacia puntos destacados del terreno, además mediante cierre de polígonos y con las coordenadas de la Oficina de Longitudes. Según se presenten las condiciones geológicas, el método permite levantar de 5 a 20 kms por día. La experiencia demuestra que estos levantamientos, por efecto de compensación de los errores de rumbo y de los de distancia, van siendo tanto más aproximados a la realidad cuanto más largos son. El error de distancia viene a reducirse a menos de un 5%, mientras el error de rumbo resulta insignificante. En esta forma se ha extendido una red de levantamientos geográficos y geológicos sobre la faja carbonífera que se extiende entre Cali y Tambo, sobre la zona del altiplano de Popayan y sobre la que sigue de esta ciudad hacia el volcán de Puracé y la cumbre de la Cordillera Central. Además se han aplicado dichos levantamientos a la región de Quilichao (Santander, Cauca) - Munchique de Quilichao - La Vetica - La Chapa - Caloto, a la región de San Pedro (Valle), de Bugalagrande - Sevilla, de Zarzal a la estación de Calcedonia, de Cartago al río de La Vieja y a la región de Vijes. Estos trabajos se han orientado principalmente según la repartición de las formaciones carboníferas del terciario y se han complementado con el levantamiento de las cruces, guías y galerías de las minas de carbón que hay en la región de Cali.

Estos levantamientos se complementaron con observaciones geológicas generales y especiales, independientes de levantamientos.

De regreso en Bogotá, los trabajos de oficina no se pudieron iniciar por motivo de otros trabajos oficiales de que fueron encargado los suscritos. El ingeniero topógrafo pudo comenzar los trabajos de planos en junio de 1933 y el geólogo los trabajos de apreciación en Julio del mismo año. A principios del presente año, los trabajos de dibujo volvieron a suspenderse hasta la presente fecha. El desarrollo de los planos se hizo dispendioso en tiempo porque había que introducir un sinnúmero de datos geológicos, especialmente estratigráficos y porque la red de levantamientos es densa. Los planos originales se dibujaron a escala de 1 : 10 000, escala que todavía es demasiado pequeña para obtener el provecho debido de



la informacion geológica. Los planos de las minas que dan una vista sobre las particularidades de sucesion y de desarrollo longitudinal de los mantos de carbon se han dibujado a escala de 1 : 200. Para la presentacion en el informe que sigue, los planos regionales se han reducido a escala de 1:50 000 y los de las minas a escala de 1 : 1000. Para suplir en parte la supresion de los datos del detalle, los perfiles geológicos de los planos se han conservado a escala de 1 : 10 000.

La elaboracion del informe a base de los resultados obtenidos en el terreno, lo facilita la existencia de grandes unidades estratigráficas que presentan caracteres sostenidos, guardan relacion con los rasgos tectónicos generales y se extienden a las regiones al Norte y Sur de los departamentos del Valle y del Cauca, investigadas geológicamente por T. Ospina, R. Scheibe, G. Stutzer y especialmente por E. Grosse. Los problemas principales que se ofrecen consisten en el metamorfismo variable de parte del mesozóico y de las formaciones premesozóicas, en la variabilidad de la facies del terciario que aumenta hacia el terciario superior y que se hace sentir sobre todo en cuanto a los mantos de carbon del terciario inferior. En analogia, los rasgos generales de las rocas eruptivas parecen ser sencillos mientras los rasgos menores ofrecen numerosas complicaciones. La determinacion se facilita evidentemente mediante el reconocimiento de los ciclos magnéticos a que estan sujetas y teniendo en cuenta su diferencia-cion gravitativa. Tambien la tectónica es sencilla y muy buena guia geológica en las estructuras mayores y en las medianas. En menor escala, debido a la gran intensidad tectónica que reina en los departamentos del Valle y del Cauca, la identificacion se hace muy difícil.

Para resolver estos problemas en forma provechosa para los fines prácticos del informe, se ha averiguado la evolucion geológica de la zona del Valle y del Cauca y ademas se ha tratado de poner de relieve los rasgos sistemáticos que ofrece la geologia de dicha zona y la relacion que tiene esta sistemática con la evolucion geológica. Los resultados de este trabajo se han anudado en lo posible a la evolucion y a los caracteres sistemáticos que ofrecen las demas zonas y provincias que componen la unidad bolivariana de los Andes, extendida entre Bolivia y el Caribe. De esta manera se comprende la zona del Valle y del Cauca dentro de su



conjunto evolutivo y se comprenden las causas que provocan los caracteres generales de la unidad y las que motivan los caracteres individuales de las provincias y de las zonas geológicas. Sin embargo estas causas son varias y actúan conjuntamente con intensidad variable a través del tiempo y del espacio, razón por la cual sus efectos son complejos. Por este motivo y para simplificar la comprensión, se ha tratado de decifrar la causa primordial decisiva a que se dejan referir las demás causas. Las investigaciones hechas al respecto demuestran que dicha causa primordial consiste en la evolución tectónica y en su actuación sistemática, y de manera especial en el grado de intensidad del tectonismo. A ella se dejan referir las formas tectónicas, las clases de formas tectónicas, el orden que llevan, la evolución general y especial de los sedimentos y de las rocas eruptivas y la de los yacimientos de origen sedimentario y eruptivo.

Los puntos de vista sobre el tectonismo y del orden tectónico se han reunido en un trabajo especial que se ha agregado en forma de anexo al presente informe y que es necesario consultar para conocer las bases en que se funda el texto. Dicho anexo se funda principalmente en las observaciones geológicas hechas en Colombia, país muy propicio para los fines indicados, y se ha ligado con las orientaciones geotectónicas modernas.

El interés que tiene esta manera natural de determinar los objetos geológicos, en especial los de valor económico, se desprende de los siguientes resultados generales extraídos del texto.

Durante la fase geosinclinal que inicia el ciclo andino, el área sedimentaria se divide en el subgeosinclinal occidental, en el subgeosinclinal central y en el subgeosinclinal oriental. La evolución evidentemente se inicia más temprano en el subgeosinclinal occidental, el cual con respecto a la sección colombiana se halla distanciado de las masas terrestres permanentes del ciclo andino y que son el núcleo Suramericano (Brasil-Guayana) y la masa interandina Suramericana, extendida de manera general desde el altiplano de Bolivia hasta la Patagonia. Ambas masas ofrecen carácter cratogénico y hacia ellas avanza la transgresión mesozoica. Esta situación distanciada implica que los sedimentos mesozoicos de la sección colombiana del subgeosinclinal occidental sean esencialmente arcillosos o lútidicos. Probablemente a raíz de la transgresión portlandiana comienza a formarse



conjunto evolutivo y se comprenden las causas que provocan los caracteres generales de la unidad y las que motivan los caracteres individuales de las provincias y de las zonas geológicas. Sin embargo estas causas son varias y actúan conjuntamente con intensidad variable a través del tiempo y del espacio, razón por la cual sus efectos son complejos. Por este motivo y para simplificar la comprensión, se ha tratado de decifrar la causa primordial decisiva a que se dejan referir las demás causas. Las investigaciones hechas al respecto demuestran que dicha causa primordial consiste en la evolución tectónica y en su actuación sistemática, y de manera especial en el grado de intensidad del tectonismo. A ella se dejan referir las formas tectónicas, las clases de formas tectónicas, el orden que llevan, la evolución general y especial de los sedimentos y de las rocas eruptivas y la de los yacimientos de origen sedimentario y eruptivo.

Los puntos de vista sobre el tectonismo y del orden tectónico se han reunido en un trabajo especial que se ha agregado en forma de anexo al presente informe y que es necesario consultar para conocer las bases en que se funda el texto. Dicho anexo se funda principalmente en las observaciones geológicas hechas en Colombia, país muy propicio para los fines indicados, y se ha ligado con las orientaciones geotectónicas modernas.

El interés que tiene esta manera natural de determinar los objetos geológicos, en especial los de valor económico, se desprende de los siguientes resultados generales extraídos del texto.

Durante la fase geosinclinal que inicia el ciclo andino, el área sedimentaria se divide en el subgeosinclinal occidental, en el subgeoanticlinal central y en el subgeosinclinal oriental. La evolución evidentemente se inicia más temprano en el subgeosinclinal occidental, el cual con respecto a la sección colombiana se halla distanciado de las masas terrestres permanentes del ciclo andino y que son el núcleo Suramericano (Brasil-Guayana) y la masa interandina suramericana, extendida de manera general desde el altiplano de Bolivia hasta la Patagonia. Ambas masas ofrecen carácter cratogénico y hacia ellas avanza la transgresión mesozoica. Esta situación distanciada implica que los sedimentos mesozoicos de la sección colombiana del subgeosinclinal occidental sean esencialmente arcillosos o lidíticos. Probablemente a raíz de la transgresión portlandiana comienza a formarse



en Colombia el subgeosinclinal oriental que se acentúa hacia el cretáceo inferior y avanza sus costas hacia el Oriente del Perú y sobre todo hacia el núcleo Suramericano. Al mismo tiempo se extiende el área sedimentaria colombiana del subgeosinclinal occidental/hacia el Perú y avanza hacia la masa interandina Suramericana. En estas nuevas áreas de sedimentación se presenta la facies del Wealden que no es expresamente carbonífera en la parte colombiana del subgeosinclinal oriental, pero sí en la parte peruana del subgeosinclinal occidental. En la sección colombiana del subgeosinclinal occidental, distanciada tanto del núcleo Suramericano como de la masa interandina Suramericana, solo hay síntomas de la facies del Wealden, pero no parece haber carbón. Las liditas que se presentan ahí en el tiempo correspondiente (piso del "spinal") indican más bien prevalencia de la facies marina. Al acentuarse el hundimiento del subgeosinclinal oriental y proseguir el hundimiento del subgeosinclinal occidental, adquiere relieve tectónico el subgeoanticlinal central, es decir la actual Cordillera Central, según se puede ver en los perfiles evolutivos que acompañan el cuadro estratigráfico general. Hacia el Barremiano y el Aptiano la transgresión del área sedimentaria se generaliza, de manera que se puede decir que todo el espacio bolivariano, desde el borde septentrional del altiplano de Bolivia hasta el Caribe y desde el actual Vorland Oriental hasta el Pacífico se vuelve una zona uniforme, cubierta por el mar. Este aspecto puede proseguir hacia el Albiano, y el Cenomaniano y el Turoniano, pero es de advertir que alrededor de este tiempo ya se hacen sentir los paroxismos en el lado occidental de la Cordillera Central. La facies de los sedimentos situados ~~maxim~~ en la parte colombiana del subgeosinclinal oriental y en la parte peruana del subgeosinclinal <sup>occidental</sup> se caracteriza por calizas, además por areniscas y sedimentos arcillosos. En la sección colombiana del subgeosinclinal los sedimentos casi desaparecen ante la actividad volcánica, pero se distingue que la facies caliza solo se presenta hacia los bordes del subgeosinclinal y que los sedimentos <sup>comunes</sup> constan sobre todo de liditas y a veces de arcillas y conglomerados volcánicos.

Con motivo de la preformación del subgeoanticlinal central que se destaca desde el Jurásico superior, se presenta en los flancos y a veces en la cumbre de este un volcanismo que es sobre todo intenso en la mitad orien-



presentan en el mismo tiempo y en relacion con las granodioritas piritas auríferas(al parecer tambien molibdenita como mineral característico).Las piritas auríferas no se presentan en Colombia sino en relacion con el magnetismo tonalítico de la transicion del terciario inferior al terciario medio.

Finalmente queremos hacer una mención sobre relacion que se presenta entre el volcanismo y el plutonismo tanto del cretáceo como del terciario inferior-medio. Segun se explicó, el volcanismo del Occidente Andino ha sido muy intenso durante el cretáceo, mientras el plutonismo no se manifiesta con igual fuerza. Lo contrario sucede durante el mismo tiempo en el Oriente Andino, sobre todo entre la cumbre de la Cordillera Central y la hoyandina del Magdalena. Ahí, el volcanismo es poco intenso, mientras el plutonismo (granodioritas) es muy intenso. -El volcanismo que se presenta en el Occidente Andino relacionado con el plutonismo intenso de las tonalitas, no ofrece un volcanismo de especial intensidad, si tenemos en cuenta que el área de tobas volcánicas manifiestas del terciario medio no se extiende notablemente del departamento de Mariño hacia el Norte. En el Oriente Andino, el plutonismo tonalítico parece ser nulo (a la vista) o al menos débil, mientras el volcanismo del terciario medio - que se puede considerar relacionado con dicho plutonismo - parece ser mas extenso porque se deja perseguir por la facies tobácea desde el departamento del Huila hasta la region de Honda-Guaduas. -A este respecto tambien es interesante el apomagnetismo cretáceo y seguramente tambien terciario de la Cordillera Central, el cual refleja un plutonismo que se puede considerar intenso por la abundancia de vetas mineralizadas que hay en Cundinamarca y Boyacá. Este plutonismo no va acompañado propiamente de volcanismo, y es sin duda mas intenso que el volcanismo.



Una particularidad importante del magnetismo tonalítico cuya actividad se restringe en forma característica a la zona activa del Occidente Andino, consiste en que no va acompañado de un volcanismo expresivo, el cual en cambio es típico para el magnetismo ofítico. Como el volcanismo del grupo granodiorítico también es secundario, <sup>en Colombia</sup> se puede considerar que su manifestación disminuye a la medida que disminuye la basicidad del magma. Se puede decir <sup>que</sup> el magnetismo básico <sup>muy líquido,</sup> se derrama sobre todo hacia la superficie, mientras el magma ácido que es viscoso queda esencialmente en la profundidad. Además es característico para el magnetismo tonalítico el hecho de que se restrinja a las cordilleras y a los promonterios y no ocurra ya hacia el interior de las cuencas. Esta repartición está conforme con la preformación de los ramales andinos del Occidente Andino en el tiempo correspondiente.

El grupo tonalítico del Occidente Andino de Colombia se ha separado del grupo granodiorítico del Oriente Andino del mismo país porque se trata claramente de intrusivas que en general pueden considerarse co-terciarias, es decir más recientes que las granodioritas cretáceas. Esto se desprende primeramente de que las rocas del grupo tonalítico presentan un aspecto fresco y llegan a cruzar y a cornubianizar el terciario inferior. En segundo lugar se desprende del estudio de Grosse en Antioquia que las rocas plutónicas llamadas co-terciarias que son parte integrante de nuestro grupo tonalítico, son más recientes que las rocas ultrabásicas y básicas del mismo terreno, las cuales se reconocen en el Valle y en el Cauca como cretáceas y como facies ofítica del magnetismo granodiorítico cretáceo, y que se presentan más o menos metamórficas.

El nombre genérico "tonalítico" que se ha dado al grupo, proviene de que tanto entre las plutónicas como entre las hipobásicas se encuentran tipos de tonalita. En efecto el grupo plutónico que hacemos coincidir con las plutónicas co-terciarias de Grosse (Antioquia), abarca tonalitas, además el tipo de granito de Amagá, los tipos de diorita Heliconia, Polcal y Boqueron y en un caso el tipo de gabro del Alto Leoncito. El grupo hipobásico tonalítico ha sido determinado por Bergt, en especial con respecto a los departamentos del Valle, del Cauca y de Ariño. Este autor



muy secundarios en relacion con los plegamientos y que no son sostenidos. Los estudios realizados en los bordes de hoyandinas con cordilleras demuestran que lo que predomina ahí son los plegamientos y no los sobresescurrimiento, de manera que seria errado juzgar las cordilleras como horstes y las hoyandinas como fosos. En el transcurso de este informe tendremos ocasion de referirnos a dichos límites y agregamos desde luego que los sobresescurrimientos parecen presentarse de preferencia en donde los contrastes de niveles geológicos (estratigráficos) entre una hoyandina y una cordillera son muy fuertes, como entre el nudo Antioqueño y la seccion correspondiente de la hoyandina del Cauca.

El contacto geológico entre la Cordillera Occidental y la hoyandina del Cauca se ha estudiado entre Anserma Nuevo y Tambo (Cauca) y desde Tambo se ha podido abarcar la seccion septentrional del contacto de la cuneca del Patia (hoyandina del Cauca) con la Cordillera Occidental. Los estudios realizados entre Vijes, lugar mas septentrional de afloramiento del piso del Cauca y la region del Playon indican claramente que el piso del Cauca se coloca siempre regularmente sobre el cretáceo, excepto en el paso del rio Jordan hacia Faldequera y en el vector del piso del Cauca que avanza desde el cerro Tres Cruces hacia las minas de Chipichape, donde hay que contar con sobresescurrimientos. Estos sobresescurrimientos que pueden ser mas numerosos de lo que por ahora se deduce, sin embargo no son fuertes y su número desaparece ante los plegamientos y ondulaciones del terreno. De gran importancia es que en los fuertes escalones de ascenso geológico que se observan entre el plano del valle y el borde de la Cordillera Occidental no se manifiesten irregularidades tectónicas, sino un ascenso por plegamientos, segun se desprende de la colocacion regular del piso del Cauca sobre la serie de Faldequera (Mina Los Chorros, la W de Las Cruces, region de La Fragua de Guahinte y de Pisapasito (La Terreira-Timba) y region al sur de Suarez). Una



relacion estratigráfica y tectónica igualmente regular se observa entre el Playon y Pan de Azúcar y se puede suponer también para el contacto del terciario inferior con el cretáceo en el lado occidental del Mesos, donde el cretáceo se levanta bruscamente a la Cordillera Occidental. Tampoco hay motivo para suponer sobrescurrimientos fuertes en la region de Las Vacitas (al NW de Tambo; Cauca) y el perfil que se diseña bien al Sur de Tambo, en la parte Norte de la cuenca del Patia demuestra un ascenso por plegamientos escalonados desde la cuenca hacia la Cordillera Occidental. De esta manera se puede decir que, prescindiendo de sobrescurrimientos secundarios y de los de menor cuantia/<sup>como los</sup> que se hallan en la saliente de Puerto Isaacs y al Sur de Vijes, el traspaso de la Cordillera Occidental a la hoyandina del Cauca se verifica en el trayecto Vijes-parte septentrional de la cuenca del Patia por plegamientos, sobre todo por plegamientos estrechos y escalonados. Ello demuestra que la Cordillera Occidental es mas estrechamiento un anticlinal complejo de lo que se podría suponer en vista de la tectónica intensa que la afecta. Al Norte de Vijes, el hecho de que la serrania oriental de la Cordillera Occidental se levanta hacia Anserma Nuevo implica que no se conserve el terciario inferior, sino que se halle al contacto directo el mesozóico con el pleistoceno del plano del Valle. Este contacto acostumbra interpretarse como efectuado a lo largo de sobrescurrimientos grandes y hay que admitir la posibilidad en este trayecto porque evidentemente es muy considerable la diferencia de altura que tienen ahí los niveles mesozóicos de la serrania oriental y los del fondo de la hoyandina del Cauca; ellos son mucho mas fuertes que por ejemplo en la region de Cali. Sin embargo no hay seguridad al respecto y la sucesion regular de W a E que se observa al Sur de Anserma Nuevo (serie del Pagua, piso del Espinal y serie de Valdequera) hace suponer que no medie sobrescurrimiento.

En comparacion con la Cordillera de la Costa, la Cordillera Occidental es mucho menos ondulosa. En ella no se presentan ondulaciones fuertes en que se conserva el terciario ampliamente y a niveles



bajos, salvo naturalmente la virgación de Urabá-Bolívar. Ella es, desde el nudo de Frontino hasta el <sup>4</sup>erá una cordillera esencialmente cretácea con niveles geológicos excepcionalmente parejos. Esto demuestra que a grandes rasgos la Cordillera Occidental es un elemento destacadamente lineal, condición que vale también para la sección argentino-chilena de la misma cordillera, sección que está constituida en gran parte de sedimentos jurásicos.

#### Hoyandina del Cauca.

Según se ha dicho en la parte orográfica y en la parte estratigráfica, el ancho de la hoyandina del Cauca se ha reducido por conveniencia a la parte en que se conserva el terciario <sup>y medio</sup> inferior. De esta manera han quedado excluido los promontorios que se hallan principalmente hacia el lado de la Cordillera Central y que están formados ahí por sedimentos y derrames del cretáceo sobre todo. Estos promontorios en realidad son nudos (cúpulas complejas) de la propia hoyandina del Cauca que, por sus niveles altos presentan rocas características de las cordilleras adyacentes y están ligados a estas.

De las determinaciones estratigráficas se desprende que el terciario inferior que yace en discordancia con la serie de "aldequera se desarrolla a lo largo de una antigua cuenca sedimentaria (del terciario inferior) que se reconoce desde la parte Sur de la cuenca actual del <sup>4</sup>atia hasta la región de Vijes y que de ahí puede seguir hasta el departamento del Cauca. Durante el terciario medio (piso de Antioquia; piso de Cinta de Piedra) esta cuenca se amplía hacia la sección antioqueña de la hoyandina del Cauca y se une posiblemente al área sedimentaria de Bolívar que corresponde a la parte meridional de la cuenca general del Caribe. Dados los niveles más profundos que llega a ocupar el terciario medio de la sección antioqueña en comparación con el terciario inferior de las secciones del Valle y del Cauca, se reconoce hoy día un descenso geológico general de la hoyandina desde la región del Cauca hacia el



Caribe (véase también observaciones de Anderson y Weiske sobre la zona del bajo Magdalena). Desde la cuenca del Patia hacia el Ecuador, no se puede controlar el desarrollo del terciario inferior y medio en la hoyandina del Cauca porque hay encubrimiento denso de formaciones equivalentes sobre todo al piso de Popayan. Sin embargo en el Sur del Ecuador y sobre la faja de la citada hoyandina se presenta una zona descubierta que es la de Cuenca, donde asoma el cretáceo inferior y se conservan además sedimentos que pueden equivaler al terciario medio. El nivel alto a que se hallan estas formaciones indican un ascenso general desde la sección colombiana de la hoyandina del Cauca hacia la sección ecuatoriana. Esto es notable porque hemos visto que en la misma dirección descienden geológicamente las Cordilleras Occidental y de la Costa. Ello está conforme con la formación del nudo Ecuatoriano, según puntos de vista de la construcción orgánica.

La forma sinclinal que en general corresponde a la hoyandina del Cauca se desprende primeramente de que se trata de una zona de niveles relativamente bajos, constituida por sedimentos del terciario inferior como depósitos característicos que yacen sobre el cretáceo, y sumida entre las cordilleras Occidental y Central formadas de sedimentos mesozóicos, a los cuales se agregan en la Cordillera Central formaciones paleozóicas, especialmente en el nudo de Antioquia. Además las observaciones hechas en relación con el borde oriental de la Cordillera Occidental demuestran que hay un descenso transversal de plegamientos hacia la hoyandina del Cauca, lo cual testimonia el traspaso tectónico en principio regular del anticlinal general de la Cordillera Occidental hacia el sinclinal general de la hoyandina del Cauca. Pero también hacia la Cordillera Central el traspaso puede considerarse realizado por plegamientos, si bien está a la vista que en los promontorios, principalmente, median sobrescurrimientos que a veces parecen ser numerosos (véase Grosse, Antioquia). Estos sobrescurrimientos, según se dijo, no son sino la expresión de plegamientos sometidos a una presión excesiva. Al



lado de los sobrescurrimientos que Grosse ha determinado en Antioquia, sobre todo en el promontorio de Titirbí y hacia el promontorio que se levanta al Norte de la cuenca de Sopetran, existen en nuestra zona de estudios posiblemente otros. Sin embargo hemos de advertir que el único probable que hemos encontrado es el del sobrescurrimiento de la faja granítica de San Pedro sobre sedimentos arcillosos con yeso que pueden corresponder al terciario medio. Lo probable del sobrescurrimiento se pone de presente porque en la base de los sedimentos no se observa material granítico como componente y signo de transgresión. De otro modo se puede conceptuar que se trate de un plegamiento invertido hacia el Oeste. Los sobrescurrimientos que supone Grosse en la región de Colores evidentemente no existen. Primeramente se trata de una sucesión regular de los sedimentos metamórficos del grupo de Barragan (precámbrico de Grosse) hacia los depósitos de la serie de "aldequera que también contienen sedimentos filíticos. En segundo lugar, la serie de "aldequera va superpuesta por el terciario inferior en una forma enteramente regular que excluye en nuestro concepto la existencia de un sobrescurrimiento; se trata evidentemente del flanco occidental de un anticlinal erecto hasta invertido al Oeste. La escasa magnitud del piso de "aldequera no se puede interpretar en este caso como base para un sobrescurrimiento; ella es en realidad testimonio de los paroxismos intercratóceos. Una faja que podría dar lugar a considerar que estuviere sobrescurrida es la hoya terciaria de Ceilan que se halla al Sur de Sevilla. Ella se halla colocada regularmente entre el cretáceo y asciende hacia el Sur, motivo por el cual el terciario (inferior) se extingue desde la región del Salado hacia la población de Ceilan, o sea en dirección al ascenso geológico del promontorio de Buga del cual es parte esta hoya sinclinal. La posibilidad de sobrescurrimientos no se excluye ahí del todo, pero no sería sino secundaria en comparación con el plegamiento fundamental que tiene la hoya. Como sobrescurrimiento también se podría interpretar el límite del



cretáceo con el terciario entre Caloto y La Vetica. Pero la sucesion regular de E a W, demostrada por el grupo de Barragan, luego la serie de "aldequera con piroxenitas en la parte alta y finalmente el terciario inferior hace dudar mucho de que el terreno se caracterice por sobrescurrimientos. Solo al sur de La Vetica, donde es difícil orientarse geológicamente pueden ocurrir fallas, pero estas serian secundarias porque se observan solo la parte baja del piso del Cauca y la parte alta (piroxenítica) de la serie de Aldequera, ademas de intrusiones dacíticas y filones de cuarzo de estas. - El levantamiento detenido hecho en La Chapa que corresponde a una de las estribaciones septentrionales del promontorio de Popayan demuestra que en parte los plegamientos ondulados son muy comprimidos y varian continuamente de orientacion, pero no se ha encontrado signo alguno que dé lugar a suponer sobrescurrimientos ni dislocaciones de otro orden. - Tambien en el lado occidental del promontorio de Popayan, segun se desprende del levantamiento de la region de Mangó no hay motivo para suponer dislocaciones. En la region de Mojibío y La Yunga (al W de Popayan) los levantamientos no son suficientes para decir que no hay partes sobrescurridas, pero los resultados obtenidos indican claramente que no existen (levantamientos Vinde-Carmelo, region Rosario y region La Yunga) en las partes reconocidas. En cambio es probable que en la calera de Los Terrillos (rio Palacé) hay dislocaciones cuya intensidad es difícil de apreciar.

Segun se desprende de la descripcion orográfica, la hoyandina del Cauca se halla subdividida en cuencas, comunicadas entre sí por estrechos terciarios (Buga-Cartago, Morales) y separadas por los promontorios. A estas cuencas y a los promontorios se hará referencia con motivo de la descripcion de los elementos circulares. La presencia y la sucesion alternativa de estos elementos demuestra que la hoyandina del Cauca es un sinclinal fuertemente ondulado, mas de lo que es la hoyandina del Magdalena y de lo que probablemente es la hoyandina del Pacífico. Desde luego, ella tambien es mas ondulosa que las cordilleras Occidental y Central, pero su caracter ondulado general se asemeja



al que revela la Cordillera Oriental y la Cordillera de la Costa. En lo demás, el hecho de que la hoyandina del Cauca, como las demás hoyandinas (y valandinos) representen ramales de tectonismo suave en comparación con las cordilleras (y serranías adyacentes) que se distinguen por un tectonismo relativamente muy intenso, se ciñe a la regla general de que los sinclinales ofrecen en término medio un tectonismo mas suave que los anticlinales, siendo de advertir en esta relación porque viene al caso que los flancos entre los sinclinales y los anticlinales ofrecen el tectonismo mas intenso (véase esquema). Claro está que hay excepciones de esta regla, pero parecen ser escasas (p.e. sinclinales estrechos en el lado Este del anticlinal de la Chapa, el cual es suave en su parte alta).

En resumen, la hoyandina del Cauca es un elemento linear-circular, es decir un sinclinal ondulado que se levanta en término medio desde el curso bajo del Magdalena (donde pasa la hoyandina del Cauca) hacia el Ecuador. La especialidad de este sinclinal general consiste en que es fuertemente ondulado, mas de lo que son las otras hoyandinas en Colombia. Ello se manifiesta por el hecho de que se divide en cuencas y promontorios (nudos o cúpulas mayores y complejas ligadas) que demuestran además que la hoyandina del Cauca ofrece un tectonismo mas intenso que la hoyandina del Magdalena y sobre todo que la hoyandina del Pacífico. Esta diferencia es importante desde luego que la Cordillera Central es el divorcio de intensidades tectónicas, desde cuyo eje disminuye rápidamente la intensidad tectónica hacia el Oriente y lentamente hacia el Occidente. Como la disminución de la intensidad hay que medirla entre los sinclinales por una parte y entre los anticlinales por otra (los anticlinales son tectónicamente mas intensos que los sinclinales), se comprende que las particularidades sobre intensidad tectónica se comprueban con la mayor intensidad tectónica que tiene la hoyandina del Cauca en comparación con la hoyandina del Magdalena (simétricamente situada en el lado oriental de la Cordillera Central) y con la hoyandina del Pacífico, mas alejada de la Cordillera Central. Estos son rasgos sistemáticos sencillos cuya importancia no es necesario poner.



Cordillera Central.

La constitucion geológica de la Cordillera Central aun no se pueda apreciar con la seguridad requerida porque no se ha podido resolver en definitiva el problema de la separacion entre el mesozoico y el paleozoico que ambos son metamórficos. El mesozoico metamórfico corresponde sobre todo al grupo de Barragan y ademas a las rocas de la serie de Faldequera, ambas formaciones que son esencialmente cretáceas, muestran un metamorfismo conforme y muestran la misma relacion de rocas en los conjuntos de contacto desde la region de Barragan en el Norte hasta la de Belores (Cauca) en el Sur. A estas rocas que se extienden al menos en parte hasta la cumbre de la Cordillera Central (Yitayó-páramo de Moras) y que de ahí descienden al Magdalena, le corresponde muy probablemente en la seccion antioqueña del flanco occidental de la Cordillera Central el juratriásico de T. Ospina y R. Scheibe, considerado por Grosse como precámbrico. Las rocas paleozoicas ocurren de seguro en el flanco oriental del nudo Antioqueño, al Oeste de Puerto Berrio, donde de Boeckh encontró graptolitos silurianos. Ademas es muy probable que el paleozoico tambien abarque la gran mayor parte de los sedimentos que se hallan en el flanco oriental y en la culminacion de dicho nudo, concepto que se respalda por los granitos neopaleozoicos hasta comesoicos que los atraviesan en masa y por la correspondencia geológica del nudo Antioqueño con el nudo Santandereano de la Cordillera Central (ambos situados sobre la misma latitud y compuestos en mayor parte por sedimentos probablemente paleozoicos, en todo caso precretáceos, que van atravesados y metamorfoseados por potentes masas de granito neopaleozoico hasta comesoico). Del nudo Antioqueño hacia el Sur es difícil reconocer el paleozoico en vista del metamorfismo que se extiende al mesozoico y porque no se ha podido establecer separacion entre el grupo de Barragan y lo que podria ser paleozoico. La única faja en que se reconoce claramente el paleozoico es la del pie oriental de la Cordillera Central, donde el cretáceo no



se halla metamorfoseado, pero sí el paleozóico (Departamentos Tolima y Huila). La gran extensión que tiene el grupo de Barragan en todo el flanco occidental de la Cordillera Central y en el trayecto meridional colombiano de la cumbre evidencia que el cretáceo inferior y posiblemente alguna parte del jurásico son las formaciones más importantes de la Cordillera Central, desde el borde Sur del nudo Antioqueño hasta el borde del nudo Ecuatoriano. En este último nudo, el afloramiento vasto de rocas paleozóicas queda demostrado por el hecho de que, según referencia de Th. Wolf, Reiss y Stuebel encontraron residuos cretáceos en la parte alta del trayecto ecuatoriano de la Cordillera Central, llamada ahí Cordillera Real y también Oriental.

Teniendo en cuenta que ambos nudos se hallan colocados en la cumbre de la Cordillera Central, que descienden geológicamente hacia el Este y el Oeste, pero también hacia el Norte y hacia el Sur (1), y que están formados por rocas paleozóicas o al menos precretáceas rodeadas por formaciones cretáceas y terciarias hacia las partes bajas de los nudos, los nudos corresponden tectónicamente a cúpulas complejas de gran tamaño, para las cuales se ha conservado la expresión orográfica de nudo. Desde luego el trayecto que media entre los nudos Antioqueño y Ecuatoriano corresponde a una depresión geológica en que predomina el cretáceo y que es más angosta que los trayectos de los nudos. A juzgar por las alturas geográficas, el nudo Ecuatoriano es más alto que el nudo Antioqueño, circunstancia que indica un descenso geológico del anticlinal general que representa la Cordillera Central, desde el Ecuador hacia Antioquia, o sea un ascenso en dirección opuesta (hacia el Ecuador). Este ascenso se manifiesta también en la hoyandina del Cauca, pero las Cordilleras Occidental y de la Costa descienden en esa dirección.

La forma anticlinal de la Cordillera Central se desprende de los niveles altos de 3000 metros y más que ocupan en ella las formaciones paleozóicas y del cretáceo inferior. Además se ha visto que la Cordillera Central no puede considerarse propiamente como un horst, sino que representa más bien un anticlinal relativamente regular que en gran



parte traspasa regularmente hacia la hoyandina del Cauca y en parte traspasa a ella por sobrescurrimientos. El traspaso hacia la hoyandina del Magdalena en parte puede estar realizado por sobrescurrimientos fuertes, como sucede al Norte de la ensenada terciaria de Chaparral. Un sobrescurrimiento de regulares proporciones se observa tambien en el lado oriental de la masa granodiorítica del rio Paez, antes de bajar desde Potrerillos hacia el rio Narvaez (camino de Nátaga) y hacia el contacto de la granodiorita con el cretáceo. Este mismo sobrescurrimiento lo encontró Grosse en la region de La Plata, pero en relacion con los demas sobrescurrimientos que este investigador cree haber encontrado en la seccion huilense del Magdalena hay que advertir que la mayoria de ellos probablemente no existe, teniendo en cuenta que al Oeste de Nátaga hasta el rio Magdalena donde atravesamos se trata de una zona de plegamientos y que una superposicion anormal del cretáceo sobre formaciones antiguas en esta clase de terrenos del alto Magdalena no es demostracion de sobrescurrimiento. El engranaje por plegamientos que existe en algunos trayectos ~~maxima~~ del límite de la Cordillera Central con la hoyandina del Magdalena, se puede ver por ejemplo en la region del rio Baldaña y tambien en la region de Revira (Tolima), donde por cierto hay sobrescurrimientos, pero muy secundarios. En la zona de Ibagué-Honda donde el contacto del piso de Honda de Hettner con formaciones en parte nélsicas de la Cordillera Central podria dar lugar a suponer un sobrescurrimiento importante, el citado piso de Honda asciende con toda regularidad hacia la Cordillera Central (al Oeste de San Lorenzo). Si hubiere dislocacion en esta parte, ella podria presentarse entre formaciones terciarias y cretáceas anteriores y las rocas metamórficas de la Cordillera Central. La determinacion sin embargo es difícil porque el afloramiento del cretáceo es deficiente, porque este puede estar en parte metamorfoscado y en vista de las discordancias que muestran ahí las formaciones terciarias, sobre todo la del terciario medio.



Como anticlinal, la Cordillera Central es mas alta que las Cordilleras Occidental y de la Costa, vistas tambien como anticlinales. Esto se deduce de que a la latitud de Antioquia el nudo Antioqueño de la Cordillera Central está formado de rocas paleozóicas, las cuales quedan a un nivel mas profundo en el nudo de Frontino (probablemente no asoman ahí). Al Sur de dichos nudos, la Cordillera Central va formada en la cumbre (3600-4000 m) por el cretáceo inferior y posiblemente por rocas paleozóicas. En el trayecto correspondiente la Cordillera Occidental está formada esencialmente de la serie del Dagua y ademas por el piso del Espinal y la serie del Dagua, es decir exclusivamente por formaciones meosóicas que quizá secundariamente pueden abarcar sedimentos carbonianos. El nivel mas bajo que tiene la Cordillera Occidental en comparacion con la Central demuestra que tambien en este trayecto ella es mas baja que la Central. Mucho mas baja es ella en el trayecto ecuatoriano, donde está formada de la serie de Paldequera (sin tener en cuenta las formaciones volcánicas modernas que no influyen en los niveles geológicos principales), mientras la Cordillera Central consta ahí de formaciones paleozóicas. - El hecho de que la Cordillera de la Costa es geológicamente mas baja que la Cordillera Occidental desde luego implica que ella sea geológicamente mucho mas baja que la Cordillera Central.

#### Hoyandina del Magdalena.

Para llegar a conceptuar sobre el geoanticlinal andino y la influencia que esta geoestructura tiene sobre las rocas y los yacimientos, es necesario aludir tambien el Oriente Andino de Colombia y al Vorland Oriental.

La hoyandina del Magdalena consta principalmente de formaciones terciarias, repartidas al parecer en forma semejante a lo que sucede en la hoyandina del Cauca, es decir que el terciario inferior se presenta en la parte meridional (de la region de La Dorada al Sur), mientras el terciario medio se extiende sobre esta parte y la parte media de la hoyandina del Magdalena, enlazándose



sin duda con el terciario medio del bajo Magdalena (a través de la depresión del Banco que se presenta en la Cordillera Central entre los nudos Antioqueño y de Santa Marta). En contraposición a lo que sucede en la hoyandina del Cauca, en la del Magdalena llega a asomar el cretáceo, en especial de la región de Honda al Sur. Estos afloramientos se relacionan con especies de promontorios rudimentarios que avanzan desde las Cordilleras Central y Oriental hacia la hoyandina. Estos promontorios se observan por ejemplo en el Saldaña y en la región de Alupjarra (Tolima), y en la región de Gualanday-Guataquí con conexión hacia la faja de Girardot-Guataquí que asciende hacia el NE a empatar con la Cordillera Oriental. En estas partes las salientes o promontorios rudimentarios parten desde las Cordilleras Central y Oriental hacia el río Magdalena donde vienen a encontrarse y forman un puente geológico sobre la hoyandina. Forma más aproximada al tipo de promontorios que describimos del borde occidental de la Cordillera Central parece ser el promontorio del divorcio Magdalena-Caquetá, al Sur de las vertientes meridionales del Magdalena. Este promontorio ha sido estudiado por Grosse y se puede conceptuar sobre la base de este levantamiento que se trata de un promontorio ligado a la Cordillera Central y separado de la Cordillera Oriental por la faja terciaria que tiende a desarrollarse desde el Suaza hacia la región al Este de Yunguillo (Caquetá). Otro promontorio de la Cordillera Central probablemente se halla entre Puerto Berrio y Simití donde está anunciado por el avance del paleozóico de la Cordillera Central y por el afloramiento del cretáceo hasta Simití (Weiske). Al Este de este afloramiento se extiende una angostura de sedimentos terciarios que comunica las cuencas terciarias del Carare y del Cesar. El probable promontorio de Puerto Berrio-Simití por lo visto se asemeja a los promontorios del lado caucano de la Cordillera Central, pero es mucho menos acentuado.

El sinclinal general que presenta la hoyandina del Magdalena está caracterizado como ondulado por los citados promontorios o



salientes y ademas por las cuencas terciarias que ofrece (cuena del Cesar, cuena del Carare, cuena de Guamo-Natagaima, cuena al Sur de Neiva). Este sinclinal se ha considerado muy fracturado por Stille (Honda hasta Dolores; Tolima) y por Grosse (Huila). La revision de la tectónica en la region estudiada por Stille demuestra que, a excepcion de la que bordea la parte septentrional de la ensenada terciaria de Chaparral (o Coyaima de Stille) y de la que pasa en el lado oriental del Magdalena, mas cerca al rio de lo que dibuja Stille, no se presentan dislocaciones sino que el cuadro tectónico típico es el de plegamientos ondulosos. Los estudios hechos en la travesia de Popayan por Pitayó hacia Neiva, nos ha demostrado que tampoco en el departamento del Huila el terreno geológico de la hoyandina se halle fracturado de manera especial. Es posible que un sobrescurrimiento fuerte se presente entre la Cordillera Oriental y la hoyandina del Magdalena desde la region de Hobo (Sur de Neiva) hacia Marzon, a juzgar por el contacto brusco de granodioritas, cretáceo ígneometamórfico y rocas mas antiguas con el piso de Honda de Mettner. Sin embargo en vista de la transgresion fuertemente discordante que muestra el piso de Honda hacia las Cordilleras, la presencia del sobrescurrimiento en el trayecto apreciado por nosotros (al Este de Puente del Colegio-Hobo) es muy insegura.

De Neiva hasta la region de Utica el traspaso estudiado de la hoyandina del Magdalena hacia la Cordillera Central se realiza por plegamientos que ascienden rápidamente en sentido transversal. Las fallas que supone ahí Stille (Guaduas al Sur, en el anticlinal entre Girardot-Guataquí y Tocaima-Jerusalén y entre Tocaima y Ricaurte) no existen; se trata de plegamientos con descenso vertical hasta algo invertido de los flancos y de una sucesion estratigráfica regular desde el cretáceo superior al terciario inferior y medio. En otras



secciones, como en la sección de la serranía de Ucaña donde los contrastes entre los niveles paleozóicos de la serranía y el terciario de la hoyandina del Magdalena son muy fuertes, pueden presentarse sobresalientes currimientos muy fuertes, pero ellos no serían decisivos para considerar que la hoyandina del Magdalena fuere un foso. Ella es un sinclinal general y complejo, secundariamente afectado por fallas que no le restan el carácter de plegamiento y colocado entre los anticlinales generales y complejos de las Cordilleras Central y Oriental. Se entiende que estos sinclinales y anticlinales generales que actúan con respecto al principio de la construcción orgánica en la misma forma como los plegamientos de tamaño común, tienen que ser complejos, es decir constituidos por plegamientos y ondulaciones menores, los niveles geológicos de los cuales dan la medida para determinar los anticlinales generales y los sinclinales generales. Se agrega que la tectónica de Colombia está constituida esencialmente de plegamientos ondulados y de ondulaciones que no están fracturados y que al lado de ellos las fallas longitudinales y diagonales son secundarias. Esto vale con respecto a las formaciones del ciclo andino; el conocimiento de la tectónica de las formaciones anteriores es todavía demasiado deficiente para poder opinar al respecto.

#### Cordillera Oriental.

La Cordillera Oriental está compuesta sobre todo de sedimentos cretáceos que se extienden hacia el lado oriental de la cordillera hasta probablemente el jurásico superior. En distinción a las Cordilleras Central y Occidental, ella contiene zonas vastas del terciario medio y superior y en distinción a la Cordillera Occidental hay zonas considerables donde afloran rocas premesozoicas (pre-jurásicas quizá) que consideramos en general como paleozóico (piso de Boágua que representa el permiano o el permo-triásico, piso de Gachalá que equivale al carboniano, formaciones devonianas y silurianas que se infieren de su presencia en la parte venezolana de la Cordillera Oriental y piso de Quetame que juzgamos pueda representar el cambriano). El área paleozóica de la sección colombiana de



la Cordillera Oriental que ocupa el área mas extensa es la del nudo Santandereano y de sus vectores hacia Ocaña y hacia el páramo de Quantiva. Estas rocas, atravesadas por la masa de granitos neopaleozoicos hasta comozoicos, ocupan niveles hasta mas de 3000 m y demuestran así que el nudo Santandereano es el elemento culminante de la seccion colombiana de la Cordillera Oriental. Otra zona importante de afloramiento de las rocas antiguas se presenta en el lado oriental del nudo de Sumapaz, el cual se extiende hacia el Norte hasta mas o menos el lado Nororiental del Valle de Tenza y que probablemente sigue al Sur hasta el lado oriental del nudo secundario de Meiva. De Meiva al Sur, las rocas antiguas tienden a traspasar al flanco occidental de la seccion angosta huilense de la Cordillera Central (region al E y al Sur de Garzon). -- En Venezuela, las grandes extensiones de rocas antiguas se hallan sobre todo en la serrania oriental de la Cordillera Oriental y se presentan en los nudos de Mérida, Caracas y Paria (lado N). -- Desde el nudo Santandereano, el paleozoico se hunde fuertemente hacia las cuencas de Bogotá y de Maracaibo que son ambas cuencas interiores de la Cordillera Oriental. En la cuenca (Sabana) de Bogotá, el paleozoico debe estar a mas de 5000 metros debajo de nivel del mar, o sea a mas de 8000 m bajo el nivel culminante del nudo Santandereano. Desde luego advertimos que esta diferencia de niveles geológicos no es tanto efecto de la ereccion de la Cordillera Oriental en el terciario superior sino viene preformándose desde el jurásico superior (véase esquema paleogeográfico correspondiente). Esto se explica del hecho de que la zona del nudo Santandereano se hundia lentamente en el cretáceo mientras la zona de la cuenca de Bogotá se hundia rápidamente, lo mismo que la de la cuenca de Maracaibo. Ello demuestra que el nudo (cúpula mayor y compleja) Santanderano es un elemento muy antiguo de los Andes, lo mismo que el nudo Antioqueño.



Seguendo el interior de la Cordillera Oriental, ella se presenta como anticlinal muy ondulado que asciende desde la cuenca de Maracaibo hacia el nudo Santandereano, desciende luego a la cuenca de Bogotá, asciende otra vez hacia el nudo de Sumapaz y desciende luego en termino medio y con poca fuerza hacia las vertientes orientales del Guaza, río allende el cual la Cordillera Oriental se convierte definitivamente en flanco del nudo Ecuatoriano. En general se puede decir que hay un descenso axial del anticlinal de la Cordillera Oriental desde el nudo Santandereano hacia el lado oriental del nudo Ecuatoriano en donde culmina la Cordillera Central en relacion con los demas ramales andinos. Se comprende que por razones isostáticas, la formacion de cuencas y de nudos sobre el interior de la Cordillera Oriental implique respectivamente el ascenso y descenso correspondiente de los flancos y por lo tanto variaciones notables de niveles geológicos en estas partes, pero que no influyen de manera importante en los niveles principales. Segun estos puntos de vista los niveles geológicos de la Cordillera Oriental y de la Central se equiparan aproximadamente en la seccion del los nudos Santandereano y Antioqueño, pero son probablemente bastante mas altos que el nudo de Frontino, el cual en las partes reconocidas está formado de sedimentos mesozóicos gruesos. Entre el nudo Santandereano y el río Guaza, la Cordillera Oriental ofrece en término medio un descenso, el cual coincide a grandes rasgos con el descenso geológico de las Cordilleras Central y Occidental desde los respectivos nudos Antioqueño y de Frontino hacia la latitud del departamento del Cauca. Mientras que de ahí en adelante la Cordillera Central asciende orográfica y geológicamente, las Cordilleras Oriental y Occidental descienden en la misma direccion, o sea hacia los flancos del nudo Ecuatoriano. La Cordillera Oriental en especial se convierte en ~~flanco~~ parte del flanco oriental de dicho nudo, flanco que, a juzgar por las informaciones preliminares de Wolff está formado en gran parte por rocas antiguas.



En relacion con el descenso que ofrecen las tres cordilleras, como tambien la Cordillera de la Costa, desde la latitud de los nudos de Frontino, Antioqueño y Santandereano hacia la latitud del departamento del Cauca, merece ponerse de presente que este hundimiento que afecta especialmente el orogeno andino se compensa con la formacion de mesas (zonas sollevantadas) en los Vorlands. En el Vorland Oriental se forma la mesa general del Cauquetá (véase v. Bauer) y en el Pacífico una mesa submarina que se extiende de la Gorgona al Occidente y que es simétrica a la del Cauquetá. Segun las investigaciones de v. Bauer, la mesa del Cauquetá está formada de areniscas (parte alta) y areniscas cuarcíticas (parte baja) que reposan sobre los neises prepaleozóicos de un punta del núcleo brasilero-guayanense. Esto da lugar a suponer que tambien la mesa submarina al W de la Gorgona sea de una constitucion semejante. Agregamos a este respecto que las areniscas en que se encontraron Mosasaurus pertenecen al senoniano superior y reflejan las areniscas tiernas del piso de Guadalupe. Las areniscas cuarcíticas posiblemente correspondan al cretáceo medio o inferior. - La compensacion isostática descrita se respalda ademas con la observacion de que frente a la faja que forman los nudos Santandereano, Antioqueño y de Frontino se forman cuencas en los Vorlands. En el Vorland Occidental se trata de una cuenca submarina que es hasta mas de 1000 m mas baja (hasta 3665 m de profundidad) que la mesa submarina que tiene alrededor de 2000 m de profundidad. En el Vorland Oriental se trata de una zona baja que se desarrolla alrededor del ~~X/X~~ Meta-Arauca y que debe representar una cuenca cretáceo-terciaria a juzgar por la gran extension oriental que tienen ahí las manifestaciones petrolíferas las cuales se relacionan probablemente con el cretáceo. Ella no ha sido explorada, pero por deducccion se comprueba su existencia y se infiere que debe tratarse de la zona petrolífera mas importante del Vorland Oriental.

Vorland Oriental.

El Vorland Oriental puede concebirse como una faja de rasgos lineares generales porque se extiende a lo largo del pié



oriental de los Andes tanto en Norteamérica como en Suramérica. Esta faja evidentemente es/ ampliamente ondulosa y ofrece cuencas separadas por dinteles, siendo las cuencas las zonas de mayor sedimentación durante el ciclo andino, mientras los dinteles (mesa del Caquetá, dintel en el lado oriental de la Argentina) ofrecen escasa o en parte quizá ninguna sedimentación en este tiempo. En general el Vorland Oriental debe considerarse como la faja costanera del subgeosinclinal oriental hacia el cratogeno Suramericano que posteriormente ha sido muy poco contraída y por lo mismo no ofrece subdivisión lineal como hasta cierto punto lo ofrece el Vorland Occidental en la hoyandina del Pacífico y en la Cordillera de la Costa, circunstancia esta que es importante para conceptuar sobre el carácter eutectónico del lado occidental y el carácter hemitectónico del lado oriental de los Andes. Las investigaciones de v. Bauer en la Amazonia Colombiana demuestran que el Vorland Oriental ofrece una tectónica muy suave la cual es/ característica también para las secciones estadounidense y canadiense del mismo Vorland. Ello se relaciona probablemente con la rigidez de las rocas néisicas y graníticas del fundamento brasilero-guyanense y del fundamento del núcleo Norteamericano. Esta rigidez puede implicar para la parte colombiana del Vorland Oriental la presencia de fallas radiales, semejantes a las que afectan el permotriásico del Oriente de la Argentina y del Paraguay que se hallan como dintel en el Vorland Oriental de Suramérica.

#### El geoanticlinal Andino.

Si los niveles que hemos determinado con respecto a los ramales andinos se colocan en un perfil esquemático que reduzca a anticlinales y sinclinales sencillos las cordilleras y las hoyandinas, respectivamente, y si se traza la línea general de niveles, se obtiene la forma geoanticlinal que corresponde a los

L



Andes en Colombia y que se ha representado en el perfil del cuadro 4 del Anexo. Se vé que la Cordillera Central forma el eje de este geoanticlinal y que el flanco occidental tiene inclinacion mas fuerte que el oriental, de acuerdo con la mayor contraccion que ha sufrido aquel. Los Vorlands Oriental y Occidental en esta relacion se pueden conceptuar como sinclinales poco o relativamente poco contraidos que son residuos de los subgeosinclinales occidental y oriental del mesozóico.

Al observar en esta relacion la reparticion de las rocas y de los yacimientos, se nota una diferencia muy notable entre las que constituyen el terreno del flanco occidental y las que forman el terreno del flanco oriental del geoanticlinal andino. En el terreno del flanco occidental la sedimentacion del mesozóico muy probablemente se inicia mas temprano, quizá alrededor del triásico; los sedimentos de la serie del Dagua y del piso del "spinal" muestran un desarrollo notablemente uniforme y se componen esencialmente de materia arcillosa y (piso del Espinal) lítica. Las calizas y las areniscas son escasas, lo mismo que los conglomerados. En el tiempo de Faldequera y en parte tambien ya en el tiempo del "spinal" se presenta un volcanismo que es evidentemente de larga duracion y que se extiende desde la region occidental de Antioquia hasta el Occidente Andino del Perú. La calidad de este volcanismo es básico hasta ultrabásico, caracter que revelan tambien las rocas intrusivas de este tiempo. Ademas se reconoce en general una particularidad especial consistente en que durante el cretáceo se presentan discordancias hacia el lado de la Cordillera Central. En el lado oriental del geoanticlinal, estas discordancias no ocurren en el cretáceo y se vé que la sedimentacion no se inicia sino alrededor del jurásico superior. Este inicio se observa en el lado oriental de la Cordillera Oriental (Que-tame-Valle de Tenza, y en Venezuela probablemente la region de Barquisimeto). Desde estas zonas, la sedimentacion avanza hacia los bordes de la Cordillera Central y de los nudos de la parte septentrional de la Cordillera Oriental y llega ahí alrededor del barremiano-



hauteriviano, generalizándose luego el área sedimentaria del subgeosinclinal oriental, con la circunstancia de que la facies sigue notablemente variable. Los sedimentos del cretáceo de la zona oriental son típicamente arenosos y calcosos aunque la participación de arcilla, es alta y suele predominar regionalmente. También son frecuentes los conglomerados del barremiano y quizá hasta del Hauteriviano hacia los bordes de las antiguas masas terrestres. El volcanismo del cretáceo que es tan intenso en el Occidente, se restringe en el Oriente a la zona marginal de la Cordillera central y abarca a veces hasta el pie occidental de la Cordillera central. Ahí se vé que el volcanismo es intermitente y que su peculiaridad consiste en ser porfirítico, o sea intermediario.

De acuerdo con estas particularidades de las rocas de la fase geosinclinal, los terrenos de expectativas petrolíferas y carboníferas del Oriente de Colombia son mas vastos y mas atrayentes que los del Occidente. En el Occidente en cambio se presenta en relacion con las rocas básicas y ultrabásicas una mineralización abundante y especial (platino, níquel, cromo, asbesto, etc), la cual hasta cierto punto se puede caracterizar de volcánica (Niggli). En el Oriente se presentan en relacion con las intrusiones granodioríticas sobre todo sulfuros auríferos y argentíferos y en las zonas pneumatolíticas hasta pegmatíticas los sulfuros de molibdeno (Saldaña, Florencia) y posiblemente minerales de estaño (region de Ocaña).

Al comparar la tectónica de ramales ~~simétricos~~ del flanco oriental del geosinclinal con la de ramales simétricos del lado oriental, se vé que la de estos siempre es mas intensa que la de aquellos. En efecto, la hoyandina del Magdalena ofrece plegamientos y ondulaciones mas amplias que la hoyandina del Cauca, en la cual se destaca bien el contraste entre cuencas y promontorios. En correspondencia, la hoyandina del Magdalena es mas ancha que la del Cauca. La Cordillera Occidental se caracteriza por plegamientos estrechos (de corta amplitud y muy comprimidos; p.e. zona de la angostura delagua y zona de Calitambo) que en veces son muy sostenidos. Las ondulaciones no son



especialmente fuertes y el nivel geológico de la Cordillera se sostiene relativamente parejo desde la region de Frontino hasta el Ecuador. La Cordillera Oriental en cambio ofrece plegamientos amplios y casi siempre típicamente ondulosos y a grande escala estas ondulaciones producen diferencias de altura con respecto a la superficie preandina que llegan a ser hasta mas de 8000 m, segun se ha visto. Adem mas se reconocen en la Cordillera Oriental fajas longitudinales de tectonismo muy suave como la del valandino occidental y la que se agrega al lado oriental del valandino oriental (véase esquema sobre la reparticion de la intensidad tectónica). Desde luego tambien la Cordillera Oriental es mas ancha que la Occidental por estar menos comprimida. En cuanto al Vorland Oriental se sabe en principio que este muestra el mismo tectonismo suave como el resto del Vorland Oriental americano. El Vorland Occidental en cambio muestra plegamientos generales en calidad del sinclinal de la hoyandina del Pacífico y del anticlinal ondulado de la Cordillera de la Costa. La Cordillera de la Costa en si muestra un tectonismo todavia muy intenso.

El cuadro del geosinclinal ademas permite establecer los rasgos de simetría tectónica que existen sobre la base de la Cordillera Central como eje. Esta simetría se vuelve individual debido a que la intensidad del Oriente de Colombia es menor que la del Occidente. A base de la Cordillera Central son simétricos entre sí la hoyandina del Magdalena y la hoyandina del Cauca, la Cordillera Oriental y la Cordillera Occidental; luego tambien son simétricos entre sí los Vorlands Oriental y Occidental y si bien se pudiera dudar acerca de esta simetría por motivo de los subplegamientos que muestra el Vorland Occidental, la simetría de la mesa del Caquetá con la mesa submarina al Oeste de La Gorgona, como tambien la probable simetría de la cuenca del Meta-Arauca con la cuenca submarina al W de Cupica, demuestra que ella existe en realidad.

El papel que desempeña la Cordillera Central como divorcio de intensidades tectónica, magnética y metamórfica se ha puesto de relieve en el cuadro 4 del Anexo. Los comprobantes se hallan en la presente descripción y en el cuadro estratigráfico general.



Evolucion de los elementos lineares principales.

Para abreviar la descripcion de la evolucion tectónica, se ha confeccionado el cuadro de perfiles evolutivos que va agregado al plano estratigráfico general y que se refiere a la latitud Bogotá-Cali y se extiende en parte hasta la latitud de Popayan. De este cuadro se desprende la evolucion tectónica sencilla que caracteriza el ciclo andino durante la fase geosinclinal. El geosinclinal general se divide en el subgeosinclinal occidental y en el subgeosinclinal oriental, separados por el subgeoanticlinal central el cual corresponde a la actual Cordillera Central. Las investigaciones hechas indican que el subgeosinclinal occidental, situado hacia el lado del continente submarino del Pacífico, se desarrolla antes que el subgeosinclinal oriental que limita con la masa continental de Brasil-Guayana. Hacia el final del cretáceo se presentan paroxismos en el borde oriental del subgeosinclinal occidental y posiblemente también hacia el borde occidental (Parte alta de la Cordillera de la Costa al Norte de Cabo Corrientes). Durante el terciario los subgeosinclinales comienzan a subplegarse en forma de los actuales ramales andinos, pero de tal manera que el suplegamiento del subgeosinclinal occidental marcha adelantado un paso con respecto al del subgeosinclinal oriental. Al final del terciario, con motivo de los paroxismos muy fuertes que se presentan entonces, la seccion colombiana de Los Andes obtiene su forma actual. En relacion con la forma decididamente lineal que tiene hoy día el Occidente de Colombia y sobre todo el Occidente Andino del país, merece destacarse el hecho de que su preformación se destaca desde la fase geosinclinal, tiempo en que la configuracion del subgeosinclinal oriental ya revela caracteres notablemente ondulados (rudo Santandereano y nudos en Venezuela).

Una cuestion que todavia no estamos en condicion de aclarar a satisfaccion en relacion con la evolucion tectónica es la de la costa del subgeosinclinal occidental hacia la Cordillera Central. Los sedimentos del grupo de Barragan son esencialmente arcí-



llosos y solo ocasionalmente (boqueros del río Bugalagrande y algunos puntos de Antioquia que menciona Scheibe) se encuentran conglomerados que indican la cercanía de la costa oriental del subgeosinclinal occidental. En todo caso, esta costa debe haber existido porque ella está caracterizada por la faja terrestre hasta isleña que se reconoce en el pie oriental de la Cordillera Central a base de la transgresión y de los conglomerados hauterivianos-barremianos que se hallan ahí. En vista del carácter arcilloso del grupo Barragan que representa sobre todo el cretáceo inferior del flanco occidental de la Cordillera Central, juzgamos que durante el cretáceo inferior este flanco haya correspondido a un fuerte declive continental que iba rellenándose a medida que se hundía la superficie preandina.

En relación con la intensidad del tectonismo a través del ciclo andino se hace la observación de que ella acrecenta desde la fase geosinclinal hacia la primera parte de la fase geoanticlinal para luego declinar rápidamente hacia la actualidad. Lo que se distingue en la fase geosinclinal es la lenta formación de los dos subgeosinclinales y del subgeoanticlinal central, elementos estos que son de gran amplitud y que alcanzan una profundidad relativamente considerable al final de la fase geosinclinal. Regionalmente, como en la zona del nudo Santandereano (véase perfil paleogeográfico) parece presentarse una mayor actividad tectónica, pero en lo demás se puede decir que la evolución tectónica de la fase geosinclinal ha sido muy tranquila, debido probablemente a que ella se desarrolla sobre un antiguo orógeno senil o en general sobre una masa rígida. A raíz del hundimiento, la plasticidad de la masa debe haber aumentado, dando lugar al desarrollo de los paroxismos que en el Occidente comienzan hacia el final del cretáceo y en el Oriente apenas en el terciario inferior y mas claramente en la transición del terciario medio al



llosos y solo ocasionalmente (boqueros del río Bugalagrande y algunos puntos de Antioquia que menciona Scheibe) se encuentran conglomerados que indican la cercanía de la costa oriental del subgeosinclinal occidental. En todo caso, esta costa debe haber existido porque ella está caracterizada por la faja terrestre hasta isleña que se reconoce en el pie oriental de la Cordillera Central a base de la transgresión y de los conglomerados hauterivianos-barremianos que se hallan ahí. En vista del carácter arcilloso del grupo Barragan que representa sobre todo el cretáceo inferior del flanco occidental de la Cordillera Central, juzgamos que durante el cretáceo inferior este flanco haya correspondido a un fuerte declive continental que iba rellenándose a medida que se hundía la superficie preandina.

En relación con la intensidad del tectonismo a través del ciclo andino se hace la observación de que ella acrecenta desde la fase geosinclinal hacia la primera parte de la fase geoanticlinal para luego declinar rápidamente hacia la actualidad. Lo que se distingue en la fase geosinclinal es la lenta formación de los dos subgeosinclinales y del subgeoanticlinal central, elementos estos que son de gran amplitud y que alcanzan una profundidad relativamente considerable al final de la fase geosinclinal. Regionalmente, como en la zona del nudo Santandereano (véase perfil paleogeográfico) parece presentarse una mayor actividad tectónica, pero en lo demás se puede decir que la evolución tectónica de la fase geosinclinal ha sido muy tranquila, debido probablemente a que ella se desarrolla sobre un antiguo orógeno senil o en general sobre una masa rígida. A raíz del hundimiento, la plasticidad de la masa debe haber aumentado, dando lugar al desarrollo de los peroxismos que en el Occidente comienzan hacia el final del cretáceo y en el Oriente apenas en el terciario inferior y mas claramente en la transición del terciario medio al



terciario superior. La erección de los Andes se realiza en dos paroxismos relativamente cortos, uno de los cuales corresponde mas o menos a la transición del mioceno medio al mioceno superior, y el otro-el mas fuerte de todos-a la parte baja del plioceno. A ellos se debe esencialmente el aspecto tectónico actual que se caracteriza por plegamientos y ondulaciones de la mayor hasta la menor amplitud y de todas las intensidades. En parte este aspecto viene preformándose desde el terciario, pero se restringe entonces a las margenes de los núcleos y subgeoanticlinales. Hasta hoy día se vé que la menor intensidad tectónica se halla hacia el interior de las cuencas y tambien de los sinclinales.

#### Elementos lineares medianos.

En la parte orográfica se puso de presente que los ramales andinos vuelven a subdividirse en elementos análogos que hemos llamado serranias y valandinos y que equivalen respectivamente a anticlinales y sinclinales. Esta subdivision longitudinal se destaca sobre todo en la Cordillera Oriental, en especial sobre la seccion Boyacense y nortesantandereana donde se presentan de W a E: la serrania occidental, el valandino occidental, la serrania central, el valandino oriental y la serrania oriental. El desarrollo geológico de estos elementos se ha descrito en el informe sobre la Geologia Petrolífera del Norte de Santander. Como se trata de plegamientos complejos, es decir subplegados y subondulados, y como ademas las diferencias de niveles geológicos entre los valandinos y las serranias no son tan fuertes como entre las cordilleras y las hoyandinas, es necesario un conocimiento mas detenido de la tectónica y de la estratigrafia para identificarlos. Ademas estos elementos sufren las transformaciones típicas del principio de la construccion orgánica, en los rudos y en las cuencas.



En la Cordillera Occidental, la cual pasa por los departamentos del Valle y del Cauca, la subdivision lineal segun serranias y valandinos solo se destaca en la transicion o virgacion de Urabá-Bolivar, pero es de advertir que sufre modificaciones notables por motivo de influencias isostáticas. Al Sur de esta virgacion, hasta el Ecuador, las serranias y los valandinos se confunden a causa de la fuerte contraccion lineal que ha sufrido la Cordillera Occidental y hay que recurrir a las condiciones de Urabá-Bolivar para reconocer dichos elementos, los cuales en lo demas corresponden en número y formas a los subramales de la Cordillera Oriental y tambien a los ramales de los Andes. En la transicion de Urabá-Bolivar se reconocen los siguientes subramales de la Cordillera Occidental:

- 1) la serrania oriental, o de Sincelejo que va de San Andres hacia El Carmen y el depto. del Atlántico.
- 2) el valandino oriental, o del Simí que se extiende sobre todo por los planos del rio Simí.
- 3) la serrania central, o de Abibe que se halla bien definida y que se ensancha y desciende al Norte.
- 4) el valandino occidental, o del Leon que es estrecho y bajo y que se desarrolla desde la region del Chaquenedá hacia el rio Leon y el golfo de Urabá.
- 5) la serrania occidental que en el primer trayecto de virgacion, comprendido entre el curso bajo del rio Lucio de Pabeiba y Sautatá sufre una fuerte depresion, y que luego continúa en el lado caribe de Panamá hacia Costarica.

El terreno que ocupa la serrania oriental en la zona de virgacion ha sido estudiado por M. Beck y, en el departamento del Atlántico, por C. Stutzer. De los perfiles de Beck se desprende primeramente que el eje geológico de la serrania se halla mas al occidente del eje geográfico porque los plegamientos del lado occidental son mas altos (eocenos). Con ello tambien concuerda la observacion que hemos hecho en relacion con el estudio de Urabá, segun la cual



el lado occidental de lo que se puede considerar la serranía oriental en la región de Tucurá se halla caracterizado por el asomo de sedimentos del tipo de los del piso del "spinal, los cuales parecen hundirse mas al Este bajo gruesos sedimentos del terciario. En segundo lugar se desprende de los estudios de Weck y de Stutzer que la serranía en su calidad de anticlinal complejo se hunde desde la región de San Andres-Cármen hacia el departamento del Atlántico, siendo entendido que en la primera región llegan a asomar los sedimentos del terciario inferior, mientras en el departamento del Atlántico se presentan sedimentos del terciario superior y probablemente del terciario medio. - El nivel geológico bajo que ocupa la serranía oriental en la región de la virgación de Urabá-Bolívar se debe evidentemente a que queda afectada por la gran depresión del Banco de la Cordillera central, la cual separa los nudos Antioqueño y de Santa Marta. - Debido probablemente a la influencia de la depresión del Banco, el valandino oriental en la virgación de Urabá-Bolívar aparece geológicamente alto y está compuesto en la región de Tucurá por sedimentos del terciario inferior. Sin embargo los niveles geológicos son mas bajos que los de la serranía de Abibe que, a igual de la serranía oriental, desciende desde la región de Jabeiba (mesozoico) hacia la costa septentrional de Urabá (terciario inferior hasta superior). Este descenso es notable porque al Norte del Alto Carepa, la serranía central (Abibe) sufre una virgación especial segun la cual la parte interior de la serranía está compuesta de sedimentos del terciario superior y medio y los flancos por el terciario inferior (véase informe de Urabá en que los valandinos se han significado con el nombre de depresiones y las serranías con el de cordones). - El valandino del Leon consta al Sur de Avarandocito de sedimentos terciarios conservados en cuencas separadas por fajas mesozoicas. Al Norte de la citada población, el valandino está cubierto por acarreo pero el descenso transversal del piso del Cuchillo (piso de Combis) indica desde el flanco occidental de la serranía de Abibe hacia el valandino occidental o del Leon indica que este valandino debe



tener niveles geológicos bajos, los cuales seguramente siguen bajos hacia y en el golfo de Urabá. La serranía occidental se halla deprimida en el paso por el bajo río Cúcio y de ahí hasta Santatá, lugar situado en el bajo Atrato donde vuelve a asomar el mesozóico (probable piso del Espinal). La única elevación que se observa en la depresión es la Loma del Cuchillo la cual va formada de dioritas oscuras que pueden corresponder al cretáceo. Esta depresión se compensa esencialmente con el levantamiento transversal de la hoyandina del Pacífico en el divorcio Atrato-Tuyra ("serranía" del "arica") que consta según Wyse de rocas trapeanas (?cretáceas).

Al perseguir los citados elementos lineares de la Cordillera Occidental en dirección a los departamentos del Valle y del Cauca, la presencia de residuos de sedimentos que probablemente corresponden al terciario inferior (en la región de Cañas Gordas, según muestras recogidas por Behr Heyder, y en la región de "Armen del Atrato, según muestras recogidas por A. White Uribe) y que se alinean sobre la faja tectónica del valandino oriental indican la continuación meridional de este valandino y además la de las serranías oriental y central. La serranía oriental, según se desprende de la descripción estratigráfica, está compuesta esencialmente de sedimentos de la serie del Pagua y del piso del Espinal y en lo demás forma la parte alta de la Cordillera Occidental. En estas condiciones se puede considerar definida en relación con el valandino oriental. Estas condiciones se perciben desde la región de Cañas Gordas-población de Antioquia hasta la región del nudo del Río Frio. Desde este nudo hacia el Sur, hasta el borde septentrional del valle del Patia, la serranía oriental ofrece niveles en término medio bajos, caracterizados por las rocas de la serie de Faldeguera que alcanzan ahí niveles medios de 2000 hasta 2500 m. Este nivel relativamente bajo de la serranía oriental se debe evidentemente a que la serranía del Pagua que forma el borde occidental de la Cordillera Occidental en esta sección ofrece

afirmaciones



un nivel geológicamente alto, caracterizado esencialmente por la serie del Pagua que llega ahí hasta niveles de unos 2000 metros. A esta elevación corresponde en la sección correspondiente de la Cordillera de la Costa una depresión submarina. Debido a que la serranía oriental se halla compuesta en la sección referida por rocas de la serie de Saldequera, las cuales también caracterizan el terreno que sigue hacia el Oeste hasta el pie oriental de la serranía del Pagua y que probablemente refleja el valandino oriental, la determinación de diferencias de niveles entre la serranía y el valandino todavía no se puede hacer a satisfacción, tanto más cuanto se trata de un terreno geológicamente complicado (véase perfil Buenaventura-Pagua-Cali). En cuanto a la serranía del Pagua ya hemos expuesto nuestra opinión acerca de que se trata de un trayecto de la serranía central de la Cordillera Occidental. Esta determinación se basa en la observación de que tanto la Cordillera Occidental como la Oriental se estrechan desde Colombia hacia el Ecuador y de que este estrechamiento se debe esencialmente al descenso de las serranías y valandinos exteriores de dichas cordilleras en la misma dirección. Este descenso que se refleja a grandes rasgos en los ramales andinos desde Bolivia hacia la Argentina (véase cuadro 3 del Anexo) implica la incorporación de los elementos lineares a los Vorlande respectivos. De acuerdo con esta observación consideramos que tanto la serranía occidental como también el valandino occidental de la Cordillera Occidental quedan incluidos en la hoyandina del Pacífico (faja del Vorland Occidental), a partir de Quibdó hacia el Sur. Esta deducción se respalda con la repartición del platino en esa sección de la Cordillera Occidental, la cual se desarrolla sobre la faja exterior, o sea en general sobre la serranía del Pagua (parte occidental de la serranía del Pagua, según Stutzer, y región del río Jolies o Jolí, según J. M. Ayerbe). Siguiendo al Norte de Quibdó, el platino se reparte típicamente sobre la serranía central de la Cordillera Occidental y es sin duda un indicador sensible para reconocer el desarrollo de la serranía central al Sur de Quibdó.



Dadas estas condiciones, lo mas probable es que la Cordillera Occidental se reduzca, en el trayecto correspondiente a los departamentos del Valle y del Cauca, a la serrania oriental, al valandino oriental y a la serrania central, representada en esta parte por la serrania del Tagua. El valandino occidental y el cordón occidental deben hallarse incorporados en esta parte a la hoyandina del Pacífico. El hecho de que el valandino oriental no se destaque en la sección de los departamentos mencionados con respecto a la serrania oriental, no implica su no existencia en vista de que los elementos lineares varían de nivel de acuerdo con los puntos de vista del principio de la construcción orgánica.

En la Cordillera de la Costa, la determinación de los elementos lineares medianos no se ha podido realizar, pero se ve al Norte de Cabo Corrientes que la subdivisión longitudinal de esta cordillera sigue hasta escala menor. Así la faja terciaria de la parte interior de Cabo Corrientes, colocada entre depósitos mesozóicos indica un valandino menor que se extiende hacia el Norte. Paralelo a él va el valandino menor del río Audó que asciende hacia el Norte.

En la Cordillera Central que es el ramal mas antiguo de los Andes, la subdivisión según serranías y valandinos no se reconoce, pero juzgamos que se pueda determinar en principio sobre el descenso del nudo Antioqueño hacia la depresión del Manco, según la observación de que hacia las depresiones fuertes, o sea en principio en las transiciones o virgaciones la construcción lineal se halla mejor expuesta. A favor de esta posibilidad habla el curso de los ríos en dicho descenso.

En las hoyandinas, donde el tectonismo es menos intenso que en las cordilleras y donde se presenta sobre todo plegamientos ondulosos, la determinación de los valandinos y de las serranías se dificulta por ahora, pero es probable que en la hoyandina del Cauca que es la mas fuertemente contraída, la determinación sea factible. Teniendo en cuenta que los promontorios que hemos incluido a la Cordillera



Central son parte de la hoyandina del Cauca, se vé que esta hoyandina ofrece primeramente en la parte occidental, contigua a la Cordillera Occidental un valandino estrecho, compuesto sobre todo por el piso del Cauca, el cual se destaca sobre todo en las angosturas que median entre los promontorios ligados a la Cordillera Central y la Cordillera Occidental (angostura de Morales, de Buga-Cartago, de Anzá). Este valandino se transforma al paso por las cuencas del Patia, de Cali, de Fredonia-Supia y de Popetran en flanco de las cuencas, de acuerdo con el principio de la construcción orgánica. En el promontorio de Misaralda, el valandino asciende y se desvanece hacia la parte alta de dicho promontorio que se liga a la Cordillera Occidental. Esto demuestra que en las zonas onduladas los elementos lineares sufren muchas modificaciones que dificultan su identificación. Mas fuerte es esta influencia al estudiar los subramales de la hoyandina del Cauca que siguen al este del valandino descrito. Los promontorios indican que en principio debe desarrollarse una serranía en la parte interior de los promontorios que desciende fuertemente hacia las cuencas intermedias y puede formar el fondo de ellas, conforme al principio de la construcción orgánica. Esta serranía probablemente va desligada por un valandino de la Cordillera Central. Dicho valandino se reconoce en el promontorio de Titiribí sobre la faja Fredonia-Heliconia- San Jerónimo, además en el promontorio de Popayan sobre la faja que va de Quilichao hacia la población de Ovejas. Un estudio mas detenido en este sentido y sobre las indicaciones hechas debe mostrar si la subdivisión también se percibe en el promontorio de Buga donde el valandino del lado oriental parece estar formado de las rocas de la serie de Faldequera.

En las demás hoyandinas y en general en los Vorlands, la intensidad tectónica parece ser demasiado débil, de manera que prevalecen las ondulaciones. Consideramos que rudimentariamente, la subdivisión longitudinal o lineal se pueda reconocer en la hoyandina del Magdalena.



Elementos lineares menores en los departamentos del Valle y del Cauca.

Los elementos lineares de menor tamaño resaltan sobre todo en las formaciones sedimentarias de la serie del Lagua y del piso del Cauca. Con respecto al piso del "spinal no hemos encontrado sitios en que hubiere una exposicion tectónica de mayor extension. La serie de Faldequera está generalmente cubierta de una capa espesa de descomposi/cion y su caracter volcánico impide perseguir la estructura tectónica. El piso de Cinta de Piedra se conserva en poca extension y se asemeja en su tectónica a la del piso del Cauca, en donde se conserva mas ampliamente como en el cordon de Santa Bárbara, el alineamiento longitudinal se reconoce en los rasgos grandes pero se oculta en los menores debido a las ondulaciones que intervienen. El piso de Combia está caracterizado sobre todo por ondulaciones, pero en medio de ellas se manifiesta el desarrollo linear, como por ejemplo en el semiplano de La Iberia y en el borde de este.

Un lugar aparente para reconocer los elementos lineares menores de la serie del Lagua se halla en la angostura del rio Lagua donde los esquistos y las pizarras lustrosos forman muy probablemente sinclinales y anticlinales estrechos que rumbean

Norte-sur y que se presentan mas o menos verticales. Es típico para estos plegamientos que su amplitud sea corta, de igual modo como la de los plegamientos del piso del Cauca en el semiplano del Carbon. Esta amplitud corta y la estrechez de los plegamientos constituye una diferencia muy palpable con los plegamientos del Oriente Andino de Colombia que son de amplitud notablemente mayor y se hallan solo medianamente contraídos, excepto en zonas especiales que no influyen decisivamente en el aspecto tectónico general (p.e. zona de Quetame hasta la parte oriental del Valle de Tenza).

Los plegamientos sostenidos que caracterizan la construccion linear de menor escala, se presentan con respecto al piso del Cauca en la faja del semiplano del Carbon desde la region



de Lile al Sur de Cali hasta la region de Yumbo. Exceptuando las entrantes del semiplano del Carbon hacia la Cordillera Occidental que se hallan una en la zona de La Liberia y la otra entre el cirso alto de Binde y Las Casitas, el resto del semiplano está formado típicamente por anticlinales y sinclinales muy sostenidos y estrechos que aun se manifiestan en la region de Suarez donde se distingue la curvatura del sinclinal general de Suarez alrededor de la saliente cretácea del mismo nombre. Especialmente bien expuesta se halla la construccion lineal en la region de Guachinte hasta el rio Claro y aun hasta Chipaya, y en el trayecto que abarca desde el rio Binde al Sur al menos hasta el rio Segungue. El reconocimiento del caracter lineal se facilita en estas zonas por la constancia de niveles geológicos de guia, como del de los cascajos del piso de Cinta de Piedra. En cambio lo estrecho de los plegamientos y la insuficiencia de los afloramientos impiden reconocer hasta qué grado pueden influir los sobrescurrimientos en los plegamientos. Los sobrescurrimientos desde luego tambien son manifestaciones de la construccion lineal ya que se desarrollan longitudinalmente a los plegamientos. Es notable que aun en trayectos ondulados del semiplano del Carbon, como en el que asciende geológicamente desde el rio Lile hacia la region al Oeste de Yumbo, la estructura lineal sea notablemente persistente, segun se desprende de los perfiles geológicos de la region de Cali. Entre Yumbo y Vijes los dos sinclinales que corresponden a la facies calosa del piso del Cauca revelan la prosecucion de la construccion lineal en esta seccion y ella ademas va testimoniada por la faja de dioritas tonalíticas que se desarrolla desde La Cumbre-Bitaco-La centella hacia el alto al Oeste de Media Manoa (frente a Buga). Este tipo lineal del borde oriental de la Cordillera Occidental sigue seguramente hacia el Norte, pero no hemos tenido oportunidad de identificarlo hasta Anserma Nuevo porque el estudio se hizo de paso.



En el lado oriental de la hoyandina del Cauca, es decir hacia el borde de la Cordillera Gentral, los elementos lineares menores solo se destacan en cortos trayectos debido al caracter ondulado prevalente que tiene la tectónica. Los cordones de Buenos Aires y de 4a Chapa que ascienden desde la cuenca de Gali hacia el promontorio de Popayan representan trayectos de anticlinales complejos, entre los cuales el de Buenos Aires es estrecho y probablemente se halla sobrecorrido mientras el de La Chapa se distingue por una zona axial amplia y ondulosa y por flancos erguidos. El sinclinal complejo que separa ambos anticlinales tiende a ser relativamente suave hacia el interior, mientras el sinclinal complejo que sigue entre 4a Chapa y La Vetica es notablemente contraído y al mismo tiempo muy ondulado. El desarrollo de estos plegamientos en el altiplano de Popayan no se puede reconocer porque el piso de Popayan cubre íntegramente el piso del Cauca que compone dichos plegamientos. Sin embargo por la analogía tectónica que muestra el promontorio de Popayan con el de Titiribí, estudiado por Grosse, se puede suponer que ellos asciendan geológicamente, de tal manera que en los anticlinales comience a aasomar el mesozóico mientras en los sinclinales, sobre todo en el mas oriental se conserva el terciario inferior hasta la region culminante del promontorio. -- En el promontorio de Buga los descensos hacia la cuenca del Quindio y hacia la de Cali estan formados del piso de Saldeguera, razon por la cual es difícil identificar la tectónica del detalle, pero en principio los elementos lineares deben mostrar un desarrollo análogo como en los promontorios de Popayan y de Titiribí. A favor de esta suposición habla el hecho de que el cordon de Santa Bárbara (al E de Zarzal-Cartago) que avanza del promontorio de Buga hacia el Norte y flanquea la cuenca del Quindio es una estructura linear compleja que en los pormenores se presenta ciertamente muy ondulosa pero es probable que estas ondulaciones se realicen sobre plegamientos lineares. Además es sig-



nificativa la presencia de trayectos lineares en el flanco noroccidental del promontorio de Buga. Uno de ellos es el sinclinal de Ceilan que asciende geológicamente de Norte a Sur, de tal manera que el piso del Cauca desaparece a favor de los depósitos cretáceos metamórficos. Este sinclinal que puede estar sobrescurrido en parte, limita hacia el Occidente con el anticlinal cretáceo del Almendronal que también asciende hacia el Sur y se confunde en el borde occidental del promontorio del Buga. Mas al Oeste se manifiesta levemente un anticlinal que corresponde al cerro Gordo constituido de cretáceo y que muy probablemente representa una cúpula. Luego se reconoce la construcción linear en la tectónica del piso de Combia que forma el subsuelo y en parte la superficie del semiplano de Iberia. A través de las múltiples ondulaciones cortas y amplias del piso se reconoce como estructura linear el borde del semiplano que equivale entre Bugalagrande y Buga a un anticlinal cuyo flanco occidental desciende fuertemente mientras el oriental es suave.

En cuanto a la Cordillera Central, el metamorfismo de las rocas y el rizamiento tectónico intenso que les es particular dificulta desde luego la determinación de las estructuras lineares. Sin embargo los contrastes litológicos que existen entre la serie de Faldequera (rocas volcánicas) y el grupo de Barragan (sedimentos) y además entre la parte alta del grupo de Barragan (areniscas, calizas y esquistos) y la parte baja del mismo (esquistos) conceden a veces orientaciones tectónicas generales bastante satisfactorias. Así, la faja de la serie de Faldequera que se desarrolla al Oeste del volcán de Puracé en la faja coconuceña del río Cauca se halla hundida entre los sedimentos del grupo de Barragan que se extiende al Oeste y los neises que se extienden del Mazamorras al Norte, quedando cubierta por cierto la faja al Suroeste y Nordeste del Puracé por los depósitos del piso de Popayan. El trituramiento que se manifiesta en la serie de Faldequera cerca del puente Uribe Uribe sobre el río Cauca indica que el "sinclinal" de Coconuco se halla fracturado. Esta misma



estructura, caracterizada como faja de la serie de Faldequera sumida en este trayecto entre el grupo de Barragan, se percibe hacia la region de Paniquitá y hacia la de Silvia, donde queda al Oeste de la ciudad. El rumbo general NNE que lleva la faja indica que ella se dirige hacia el terreno que queda entre el cerro de La Solapa y el rio Jambaló (Palo). La travesia de Tacueyó hacia Caloto demuestra que a esta latitud ya no se distinguen las rocas de la serie de Faldequera de la faja que viene de Cocomuco. Esto indica que el sinclinal de Cocomuco se levanta hacia la region de Tacueyó. - La faja del grupo de Barragan que sigue al Oeste de dicho sinclinal parece constituir un anticlinal probablemente muy subplegado y ademas ondulado. El caracter anticlinal se define hasta cierto punto en la region del cerro de Solapa que está compuesto en la parte interior por el grupo de Barragan, mientras el flanco occidental va formado por el conjunto diabásico y luego por las rocas ultrabásicas de la serie y del tiempo de Faldequera. El flanco oriental, al menos hacia el Sureste (region al Oeste de Silvia) tambien va formado por la serie de Faldequera. Desde el cerro de La Solapa hacia Ovejas la faja axial del anticlinal que llamaremos de La Solapa se encubre ampliamente con el piso de Popayan, pero todavia en el rio Ovejas, el Norte del caserio de Ovejas, asoma el grupo de Barragan. Este vuelve a aflorar ampliamente en la region que queda al Este de Popayan y sigue de ahí hacia la region al Oeste de Timbío y Colores, siendo entendido que su rumbo general NNE-SSW está sometido a curvaturas. - Al Este del sinclinal de Cocomuco se reconoce un anticlinal muy amplio que se manifiesta en la region de Pitayó, sobre todo en la region del cerro de Ulquinto. A grandes rasgos este anticlinal ofrece inclinacion suave, pero en los pormenores parece haber una tectónica muy complicada, segun se desprende del tectonismo en la region de la calera de Pitayó. La forma anticlinal se reconoce por la superposicion del grupo filítico del grupo de Barragan sobre los neises y por el declive que tiene el grupo de Barragan hacia el rio Jambaló.



267

con las estructuras que siguen al este del páramo de Moras, en el flanco oriental de la Cordillera Central, es muy llamativa el anticlinal amplio del río Paz. Al interior de este anticlinal está formado del maciza granodiorítica del Paz, en cuyo lado oriental (al W del puente del Arvaez) pasa una dislocación que probablemente coincide con el sobrecorrimiento que Grosse determina en la misma estructura al este de La Plata. Al Sur de la línea Coetando-Potreri- llos el interior del anticlinal está formado de filitas que considera- mos ahí paleozoicas en vista de que van superpuestas por el cretáceo/ Mazamorra y en el páramo de Moras indican que en los neises no (barremiano bajo o hauseriviano alto), según se desprende del ascenso desde Coetando hacia Potrerillos elinal va superpuesto en el puente del Arvaez (cerca de Nátaga) por sedimentos lidíticos que corresponden a niveles del tureniano y que luego traspasan a los sedimentos sanonianos comunes (conjunto superior del piso de Guadalupe), substituidos hacia Carnicerías por materiales



rio Lile hacia la parte alta del monopromontorio de Cali y también el mejoramiento de la facies carbonífera desde la cuenca de Cali hacia la Cordillera Occidental así lo indican. Desgraciadamente los afloramientos en el promontorio de Popayan y en el borde bajo del promontorio de Buga son demasiado escasos para reconocer el cambio de facies que experimentan los sedimentos desde la parte baja hacia la parte alta de los promontorios. En el promontorio de Titiribí cuya formación carbonífera es del terciario medio probablemente, parece que se puede contar con una facies carbonífera mejor hacia las partes altas que hacia la cuenca de Fredonia-Supia.

C. ELEMENTOS CIRCULARES-LINEARES.  
(Construcción orgánica).

En el cuadro de introducción se ha expuesto el esquema de la construcción orgánica, caracterizada por la sucesión alternativa de cúpulas (o nudos) y artesas (o cuencas) que se forman sobre la base de los movimientos axiales y de la compensación isostática en un sistema de plegamientos y que se conectan entre sí por los terrenos de transición o de virgación.

En el cuadro N° 1 del Anexo se halla expuesto el desarrollo del principio orgánico en el NW de Suramérica y en relación con el orógeno andino, es decir a la mayor escala posible. En la sección del Ecuador hasta el mar Caribe se observa la mayor regularidad en el desarrollo del principio orgánico y este desarrollo está caracterizado por la sucesión: nudo Ecuatoriano, transición o virgación Colombiana y cuenca Caribe. El nudo y la cuenca son los elementos circulares, mientras la transición hace resaltar los elementos lineares en cuyas ondulaciones se funda el principio orgánico. Desde luego este principio sigue determinando en el fondo el desarrollo de los ndes hacia los extremos de América y las variaciones de la expresión regular que sufren ahí se deben a la variabilidad de la intensidad tectónica. Además, el principio se manifiesta, sobre todo en Colombia, desde mayor escala hasta la menor, pero se halla some-



tido tambien a la variabilidad regional y local de la intensidad tectónica,razon por la cual su expresion difiere del esquema.

Refiriéndonos primero a la sucesion orgánica que se presenta en la seccion andina comprendida entre el Ecuador y el Caribe,la forma de cúpula compleja que corresponde al nudo Ecuatoriano y la de artesa compleja que tiene la cuenca Caribe ya se han descrito. Tambien se ha hecho referencia al desarrollo de los ramales andinos,es decir a los elementos lineares mayores que resaltan en la transicion Colombiana.Con respecto a los niveles geológicos que tienen los ramales en la transicion Colombiana se agrega lo siguiente.

Desde el nudo Ecuatoriano hacia la seccion del Valle y del Cauca,la Cordillera Central desciende geológicamente segun consta de la superposicion de formaciones mesozóicas metamórficas sobre las formaciones premesozóicas que dominan en la seccion ecuatoriana de la Cordillera Central.A pesar de este descenso,la Cordillera Oriental todavia sigue siendo mas alta que las Cordilleras Occidental y Oriental,aunque menos en el Ecuador.La altura geológica mayor de la Cordillera Central se deduce del hecho de que ahí las formaciones mesozóicas y eventualmente las formaciones paleozóicas(neises) alcanzan alturas de 3600 m y mas,siendo evidente que el mesozóico está representado principalmente por el cretáceo inferior.En la Cordillera Occidental,la formacion predominante en la seccion aludida es la serie de Valdequera y solo secundariamente vienen presentándose sedimentos del cretáceo inferior y del resto del mesozóico que sigue bajo el cretáceo inferior.El paleozóico debe quedar en esta seccion a un nivel muy profundo mientras en la seccion correspondiente de la Cordillera Central seguramente llega a niveles de considerable altura sobre el nivel del mar.La Cordillera Oriental está formada hasta el borde meridional del nudo Santandereano por sedimentos cretáceos y del terciario inferior y medio quedando el paleozóico generalmente a gran profundidad.Tan solo hacia el borde oriental(Quetame-lado oriental del Sumapaz)asoman rocas premeso-



zóicas, pero estas influyen poco sobre el nivel general bajo que tiene geológicamente la Cordillera Oriental entre la cabecera del Suaza y el nudo Santandereano, de manera que la Cordillera Oriental viene a ser término medio mucho mas baja que la Cordillera Central. -- Hacia el nudo Antioqueño, el afloramiento de rocas paleozóicas en vasta extension demuestra que la Cordillera Central vuelve a levantarse, condicion que tambien vale en relacion con la misma latitud para la Cordillera Oriental, en la cual se forma el nudo Santandereano cuyos niveles paleozóicos hasta llegan ser algo mas altos que los del nudo Santandereano. Finalmente tambien la Cordillera Occidental se levanta hacia la latitud de los nudos Antioqueño y Santandereano y forma el nudo de Frontino. Este elemento es la zona culminante de la seccion ecuatoriano-colombiana de la Cordillera Occidental y consta sobre todo de sedimentos del piso del Espinal y de la serie del agua. La altura geológica que alcanza no es igual a la de los nudos Antioqueño y Santandereano, pero la tendencia de igualacion de niveles geológicos que se nota en las tres cordilleras a la latitud de los nudos en cuestion, tambien se pone de manifiesto en la Cordillera Occidental. Al Norte del nudo Antioqueño, la Cordillera Central sufre la depresion fuerte de El Banco y vuelve a ascender en el nudo de Santa Marta para luego descender al Caribe. Este descenso fuertemente onduloso es típico para el traspaso de plegamientos hacia las cuencas, observacion que se puede hacer bien en los anticlinales de la Sabana de Bogotá y del Norte de Santander, es decir en el traspaso a cuencas andinas (de Bogotá y de Maracaibo). El desarrollo de la Cordillera Central en su descenso hacia el Caribe por cierto no se puede controlar, pero es evidente y ademas se deduce por analogia del descenso de las serranias centrales de las Cordilleras Oriental y Occidental hacia las respectivas cuencas de Bogotá y Maracaibo y del Tarien. En todos estos casos, la serrania central se divide en dos anticlinales laterales y un sinclinal interior, elementos estos que se desvanecen hacia el fondo



de las cuencas correspondientes. En estas condiciones es de suponer que lo propio suceda con la Cordillera Central allende el nudo de Santa Marta y juzgamos que uno de los anticlinales laterales vaya hacia la parte septentrional de La Goajira y el otro al Norte en direccion al cayo Tribune (al Norte de Santa Marta). Al hundirse la Cordillera Central a formar el fondo de la cuenca Caribe, las Cordilleras Oriental y Occidental, si bien descienden con respecto al nivel del mar y sus partes interiores contribuyen a formar el borde de la cuenca Caribe, salvan muy altas en comparacion con la Cordillera Central. La Cordillera Oriental que constituye el arco isleño de las Antillas y se dirige a Yucatan mantiene un nivel medio de unos 4000 m sobre la depresion máxima de la Cordillera Central en el fondo del Caribe, mientras la Cordillera Occidental, en especial su flanco occidental, se eleva a alturas aun mayores sobre la Cordillera Central.

En resumen se vé que en el nudo Acuatoriano, la Cordillera Central alcanza la altura máxima sobre las Cordilleras Oriental y Occidental las cuales junto con las hoyandinas del Magdalena y del Cauca se confunden en los flancos de la Cordillera Central. Hacia Colombia la Cordillera Central desciende hasta que sus niveles geológicos se igualan aproximadamente a los de las Cordilleras Oriental y Occidental a la altitud del nudo Antioqueño. Y así al Norte, la Cordillera Central se hunde hacia el interior de la cuenca Caribe hasta 4000 y 5000 m de profundidad, mientras las Cordilleras Oriental y Occidental se hallan a mas de 4000 m encima de su nivel. Se cumple, pues, el punto de vista de la construccion orgánica.

Igualmente bien expuesto y bien desarrollado se halla el principio orgánico en la Cordillera Oriental. De Sur a Norte se observa la siguiente sucesion: nudo de Sumapaz (cargado hacia el Oriente) - virgacion de este hacia la cuenca de Bogotá - cuenca de Bogotá, transicion ~~Bo~~ o virgacion Boyacense, nudo Santandereano - transicion o virgacion Nortasantandereana - cuenca de Maracaibo. Estos elementos tambien se fundan en los movimientos axiales del anticlinal central



El contraste entre la riqueza petrolífera del lado oriental de los Andes y la relativa escasez de yacimientos de esta índole en el lado oriental es aun mas fuerte. La faja petrolífera principal de Norteamérica es la del Vorland Oriental que se extiende desde el borde occidental y septentrional del Golfo de México hasta el Canada. En correspondencia la faja petrolífera principal de Suramérica es la que se desarrolla desde los Llanos de Venezuela y Colombia hacia el Oriente del Ecuador y del Perú y que termina en el Chaco quedando entendido que las fajas no son petrolíferas de continuo ni con igual ancho, ni tampoco es una misma formacion la que produce petróleo (proviene de formaciones carbonianas hasta terciarias). En el NW de Suramérica hay ademas yacimientos petrolíferos de gran importancia dentro del Oriente Andino, entre los cuales se destacan los de la cuenca de Maracaibo (Cordillera Oriental) y los de la cuenca del Carare. En el Oriente Andino tambien se halla el yacimiento petrolífero de Comodoro Rivadavia (Argentina), el cual parece corresponder al borde de la cuenca submarina de la Argentina con la masa interandina de Suramérica. Un yacimiento de poca importancia comercial, pero notable por hallarse en una cuenca alta es el del lago de Titicaca que tambien se halla en el Oriente Andino. - En el lado occidental de los Andes, los yacimientos petrolíferos son contados. Como campos probados se encuentra los de la costa de Taita-Talara, de la costa del Ecuador y los de California. Los del Occidente de Colombia como tambien los de Alaska y Magallanes aun no han sido investigados prácticamente.

De acuerdo con esta reparticion del petróleo y del carbon en la seccion andina de los mesocidos, tambien en la seccion eurasiática y carbonífera de los mesocidos la mayor riqueza petrolífera se halla hacia el lado de las masas continentales de Asia, mientras el lado que mira hacia el Pacífico, el Indico y el Mediterráneo es relativamente pobre en yacimientos de la índole citada.



ramente los mantos de carbon clavan fuertemente hacia la profundidad en la seccion que se halla debajo de las galerias que explotan los mantos Ocho y Siete(cálculos segun cuelga) y luego se desarrollan al Este en plegamientos ondulados suaves que obligan a hacer los cálculos segun la superficie plana correspondiente, aumentada con el porcentaje que corresponde a la superficie plego-ondulada de los mantos de carbon. La presencia de plegamientos ondulados suaves en la parte oriental del subsuelo del campo Los Chorros se deduce del hecho de que ellos afloran a continuacion sur en la parte oriental carbonífera del rio Lile que desciende hacia el plano del Valle, como tambien se presentan entre Timba y Jelima(al Este de Suarez) y en la saliente de Puerto Isaacs, es decir siempre al contacto del plano del Valle con el semiplano del Carbon. En vista del desmejoramiento de la facies del carbon hacia el interior de la cuenca de Cali que se manifiesta especialmente bien desde Timba Suarez hacia el Oriente y que tambien se observa en el <sup>mano</sup>promontorio de Cali (comparacion entre el campo de Golondrinas y el campo Los Chorros), el ancho de la faja de plegamientos ondulados que tiene mantos explotables de carbon se reduce a 2 kms. - La longitud del campo se conserva en 1600 m.

Considerando que la parte erguida que sigue debajo de las explotaciones actuales tenga tan solo una cuelga de 100 m, se calcula para ella sobre las bases adoptadas la cantidad de

350 000 t.

En la parte formada de plegamientos ondulados, aumentando la superficie de carbon en un 50 % con respecto a la superficie plana, se calcula la cantidad de

10 368 000 t (1,8 m de carbon de los mantos Ocho y Siete; 1600 m de longitud del campo, 2000 m de ancho del mismo y 50% aumento de la superficie carbonífera; densidad de 1,2).



CANTIDADES DE CARBON, CALCULADAS PARA EL  
SEMIPLANO DEL CARBON, Y SU BORDE ORIENTAL.

(números redondos)

|                                                |               |
|------------------------------------------------|---------------|
| Region de Cali.....                            | 106 000 000 t |
| Trayecto rio Lile-rio Pance.....               | 84 000 000 t  |
| Trayecto rio Pance-rio Claro.....              | 56 000 000 t  |
| Trayecto rio Claro-rio Guachinte(Guachinte)... | 45 000 000 t  |
| Trayecto rio Guachinte-rio Timba(La Ferreira). | 40 000 000 t  |
| Trayecto rio Timba-rio Catoto.....             | 43 000 000 t  |
| Trayecto rio Inguító-rio Dinde(Playon-Mangó).. | 32 500 000 t  |
| <hr/>                                          |               |
| TOTAL.....                                     | 406 500 000 t |

Las existencias calculadas para la region de Cali pueden considerarse probables en vista de <sup>que</sup> el desarrollo del carbon se puede controlar mediante los trabajos mineros. Las existencias que se han determinado entre el rio Lile y el rio Dinde deben considerarse como existencias posibles.

Hasta donde lo permite la variacion de la facies, los cálculos se han hecho sobre la base de medidas mínimas. Los futuros estudios probablemente demostraran una existencia mayor, sobre todo si se obtienen datos concretos acerca de la extension oriental que tienen los mantos explotables de carbon que se presentan en el borde este del semiplano del Carbon. Nosotros hemos restringido el ancho a 2 kms y solo hemos calculado algunas de estas áreas. Un aumento considerable puede sufrir la cifra de 400 millones de toneladas de carbon tan pronto se conozca el desarrollo del carbon del horizonte Los Chorros en la banda oriental del Cauca, entre la region de Mangó y el curso bajo del rio La Pedregosa.

La gran mayor parte del carbon disponible se halla bajo los niveles del plano del valle y de los rios profundamente erodados que cruzan el semiplano del Carbon. Apenas un 10 % de la existencia total puede hallarse sobre dichos niveles, es decir puede ser fácilmente explotable con socavones de dia.



#### 4) Yeso.

El yeso es uno de los minerales muy escasos en el Oriente y al parecer tambien en el Occidente de Colombia. Hasta ahora no se conocen sino hojas de yeso que van intercaladas en los sedimentos, sobre todo en el terciario medio del Magdalena (Girardot-Neiva).

En el Occidente de Colombia solo hemos encontrado hojas delgadas de yeso en la region al E de San Pedro, dentro de arcillas abigarradas que estan ubicadas debajo de los conglomerados del piso de Combia. En ellas es difícil recoleccionar una tonelada del mineral.

La suma escasez de yeso en Colombia, demuestra la importancia que tiene este mineral y la atencion que hay que prestar a la determinacion de yacimientos explotables.

#### B.-Minerales de origen eruptivo de los Departamentos del Valle y del Cauca.

Las determinaciones sobre minerales de origen eruptivo se refieren sobre todo a la relacion que tienen con las distintas clases de rocas eruptivas, para así facilitar el estudio de los distintos yacimientos. Para este fin se prestan sobre todo los minerales de oro que van ligados a las rocas tonalíticas y el platino que se relaciona con las rocas ultrabásicas del cretáceo.

Debido a la necesidad de atender los estudios económicos del carbon, no hubo posibilidad de reconocer detenidamente los yacimientos de minerales metálicos cuya apreciacion ademas requiere mayor tiempo, sobre todo si se tiene en cuenta que no hemos tenido ocasion de estudiar yacimientos en explotacion que tengan alguna importancia. A este respecto se puede decir que la mineria de minerales eruptivos de los departamentos del Valle y del Cauca no pasa de trabajos en pequeña escala y de ensayos. Sin embargo es de suponer que la explotacion de filones de piritas auríferas y la de los yacimientos



investigaciones similares hechas por Allan M. Bateman y por L. de Launay. Bateman concreta el problema en la frase: Why ore is where it is, es decir hace hincapié en que los minerales no son accidentes casuales de la naturaleza que se encuentran incidentalmente, sino que tienen su razón de ser en el sitio donde están. En nuestro concepto la sistemática de los minerales (eruptivos y sedimentarios) es una función estrecha de la ~~antítesis~~ sistemática de la tectónica y de la evolución de esta sistemática. ~~tectónica~~.

En las apreciaciones que siguen tratamos de demostrar que también en Colombia se reconoce la repartición sistemática de los minerales eruptivos y que esto es especialmente factible en Colombia porque ahí se reconoce en condiciones relativamente sencillas la sistemática de la tectónica y la de su evolución. Para la demostración se presta sobre todo a la repartición del platino, metal que es característico para las rocas ultrabásicas. Las rocas ultrabásicas por su parte tienen una vasta extensión en el Occidente de Colombia y su ascenso se deja motivar por el desarrollo de la fase geosinclinal en esa parte del país. Este desarrollo explica al mismo tiempo por qué las rocas ultrabásicas no son platiníferas en toda la extensión del terreno en que aparecen y es de suponer que en la faja <sup>especial</sup> de la Cordillera Occidental donde se presenta el platino de preferencia se puedan identificar las razones tectónicas por las cuales en un trayecto el mineral es más abundante que en otro. En nuestro concepto es difícil que vuelva a presentarse un ejemplo tan convincente en cuanto a la sistemática de los yacimientos como el que da el platino del Occidente de Colombia. El valor práctico de la repartición sistemática del platino consiste en que se determina de una vez la faja de interés ~~comercial~~ *donde* se desarrolla la roca madre del platino, y en que se pueden aplicar los estudios del terreno a las zonas de mayor expectativas.

Como base para la apreciación sistemática de los minerales eruptivos se ha confeccionado el siguiente cuadro general que se refiere a los grupos eruptivos y a sus minerales en el Occidente y en el Oriente del país, siendo entendido que el cuadro es incompleto.



*RUDIMENTARIO*  
CUADRO DE RELACION ENTRE ROCAS ERUPTIVAS Y MINERALES

ERUPTIVOS, arreglado segun la evolucion del ciclo andino.

| Fases de la Evolucion                                         | Edad                                                               | Occidente Andino                                                           |                                                                                | Oriente Andino                                |                         |
|---------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|-------------------------|
|                                                               |                                                                    | Rocas extrusivas                                                           | Rocas intrusivas                                                               | Rocas intrusivas                              | Rocas extrusivas        |
| FASE GEOANTICLINAL; periodo activo.                           | Terciario Sup.<br><i>GRAN PAROIS. M. ANDINOS GENERALES FUERTES</i> | Andesitas (y basaltos)                                                     | Andesitas intrusivas (y dioritas, encubiertas) (Minerales sulfúricos, varios.) | Relativa quietud                              |                         |
| FASE DEL TRASPASO EMERSIVO, del geosinclinal al geoanticlinal | Terciario Medio (Tm)                                               |                                                                            |                                                                                | magnética (?apomagnatismo)                    |                         |
|                                                               | Traspaso Ti a Tm                                                   | No se conocen                                                              | Tonalitas (magma granodiorit.) (Pirita aurífera)                               |                                               |                         |
|                                                               | Terciario Inf. (Ti)                                                | "                                                                          | "                                                                              |                                               |                         |
|                                                               | Traspaso Cs a Ti                                                   | "                                                                          | Granito tipo Amagá.                                                            |                                               |                         |
|                                                               | Panoxismo fuerte en Occid.                                         |                                                                            | Minerales no determinados.                                                     |                                               |                         |
| FASE GEOSINCLINAL, en el cretáceo                             | Cretáceo Sup. (Cs) y Medio (Parox. intercretáceos W)               | Pieritas (Platino, Cobre nativo, cromita, mineral de níquel, asbesto, etc) | Peridotitas Piroxenitas                                                        | Grano-dioritas (Minerales sulfúricos, varios) | Porfiritas (y diabasas) |
|                                                               | Cretáceo Inferior (Parox. intercretáceos W)                        | Diabasas <i>Diabasas</i>                                                   | Diabasas intrusivas y gabros (Minerales sulfúricos, no determinados.)          |                                               |                         |

Antes del cretáceo no parece haber actividad magmática con respecto a la fase geosinclinal.

*El cuadro expresa principalmente que*  
Los rasgos sistemáticos que expresa el cuadro se refieren primeramente a que la actividad magmática del Oriente ha sido menos intensa y variada que la del Occidente, lo cual está de acuerdo con la menor intensidad de la evolucion tectónica del Oriente. La diferencia entre la evolucion del subgeosinclinal occidental y la



puesta de hidróxido de hierro, llamada ertstein. El ertstein ocurre en la cercanía de rocas ferruginosas, como las diabasas y se ha observado por en la salidad del río Amaine de la Cordillera Central, pero también se presenta en la región nélsica del loma de La Ceja, al sur del volcán de Paracé. Esta capa impermeable y dura es un impedimento para el crecimiento de las plantas que no pueden atravesarla. Se halla generalmente a más de 12 de profundidad y por este motivo resulta difícil removerla.

Una descripción más detallada de los suelos agrícolas, en especial de los del piso de Popayan se halla en el informe sobre Calaguala y Paletará.

---

Bogotá, 11 de Mayo de 1934