Geología del Valle y Cauca

Unico ejemplar completo, en que

Faltan: pgs 28, 401

~~193~~

~~199~~

Minas y P.

2a.Geól.
10 B.

31 Octubre 4

Señor

Jefe de la Seccion Técnica del Depto. de Minas y P.

E. S. D.

Adjunto a la presente me permito acompañar una relacion de los gráficos que acompañan el informe sobre los departamentos del Valle y del Cauca. Los gráficos estan terminados, excepto el plano geológico general del Valle y del Cauca que no se ha podido hacer porque el señor doctor Alvarado ha estado ocupado en otros trabajos oficiales y no ha podido hacer las reducciones de los planos regionales.

De Ud. atento servidor

Geólogo del Depto.

Relación de gráficos que acompañan el informe sobre la Geología de los Deptos. del Valle y del Cauca.

Introducción

Plan de los situación de los deptos del Valle y del Cauca con respecto. Plan de las divisiones evolutivas del cielo andino en Suramérica, y del papel que desempeñan.

Gráficos de la parte orográfica.

2) Plano de orientación sobre la subdivisión y sobre la nomenclatura de los Andes, explicada en el pliego informe.

Terminado — borrador. 3) Plano orográfico tectónico del Valle y del Cauca. con los perfiles correspondientes.

4) Perfil de Buenaventura a Cali y la Cordillera Central, para mostrar la influencia de la orografía sobre la repartición de la lluvia y humedad.

5) Plano que muestra la repartición de la lluvia y humedad en el Valle y en el Cauca.

Gráficos de la parte estratigráfica.

1) Columna estratigr. especial del piso del Cauca (carbonífero)
2) " " general del Valle y del Cauca
3) Cuadro estratigráfico general de Colombia, borrador
4) Perfiles estratigráficos de los alrededores de Cali y de Buga abé.
5) Cuadro de nomenclatura estratigráfica general
6) Cuadros paleontológicos
   a) Cimiento del Dagua (andesitas)
   b) " del Espinal
   c) " de Valdivia
   d) " del Cauca
   e) " de Buga (terciario medio)
7) Perfil geológico [illegible] indicados en el texto.

Gráficos ilustrativos de la parte tectónica (en el anexo)

Planos y perfiles geológicos.

1) Planos geológicos de las regiones levantadas (1:500 000) con las respectivas perfiles geológicos. Se trabaja de la reducción de los originales a escala 1:100 000.
   a) Región Vija
   b) Región Cali
   c) Región [illegible] de Tuluá
   d) Región de Guacarí
   e) Región de Morales - Piedras - Dagua
   f) Región del altiplano de Popayán
   g) Región de la Cord. Central al E de Popayán (Purace)
   h) Región de Dolores (Cauca)
   i) Región de Quilichao
   k) Región al E de Buga - San Pedro
   l) " entre Bugalagrande y Sevilla
   m) " Zarzal - río La Vieja
   n) " Cartago - río La Vieja
2) Planos de las minas en la región de Cali y de Guachinte.
3) Plano geológico general de los deptos del Valle y del Cauca. 1:500 000.
   Perfiles x a) Altiplano de Popayán
   b) Quilichao - Piendamó - río Palo
   x c) Buenaventura - Cali.

Plano Pleistoceno 4) Plano geológico de la hoya andina del Cauca, entre 1:200 000 Antioquia y Popayán (Perfil Medellín -), con perfiles según R. Scheibe, E. Grosse y los suyos, ordenados según [illegible] de su edad.

Bibliografia.

Anderson

Beck.

Bergt — massengesteine.
Sierra de Santa Marta u. Perijá

Gerth.

Grosse, E. — Andesgrenze
Hamilton Cayuela
[illegible]

Hettner — Kordilleren v. Bogotá

Hubach — [illegible] de Urabá.
Aguilar-Viola:
Geologia Petrolífera del Norte de Santander

Hg Alv. — Estudios Geológicos en la [illegible] Popayan - Bogotá
Oct. 1932. Archivo.

Kersten

Kellner, G. J., Die Platinlagerstätten der Republik Kolumbien.
Z. F. praktische Geologie. 1925. Heft 1. pg 1-7.

Kuech, — Vulk. Geol.
Lehmann
Liddle, R. A.

Niggli, P. Versuch einer natürlichen Klassifikation der im weiteren Sinne magmatischen Erzlagerstätten. - Abhandl. zur prakt. Geologie u. Bergwirtschaftslehre. G. Berg. Bd. 1. - Knapp. Halle 1925.

Ospine T.

Reichenbach
Rintisch.

Scheibe R.
Schreiter
Stephan Lich
Stille E.

Steinmann G.

Stutzer O.
Weiske
White Uribe, E.
Willis B.
Wolf. Sieneda

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

Introduccion.....pág. 1

Primera Parte
Rasgos de la orografia. Nociones orográfico-tectónicas..... 8
Subdivision orográfica general y nomenclatura. 10
Caracteres orográficos de los Deptos. del Valle y del Cauca
Relacion general..... 19
Descripcion especial...
a) Cumbre y flanco W de 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
Reparticion de la humedad y de la sequia en los Deptos delValle y del Cauca, a base de la orografia 44

Segunda Parte
Rasgos de la Estratigrafia
Puntos de vista estratigráficos.. 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 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 prototipos de las rocas intrusivas del Oriente y del Occidente Andinos de Colombia..... 193
I. Grupo granítico neopaleozóico hasta eomesozóico..... 196
II. Grupo de intrusivas cretáceas, sobre todo las mas o menos básicas y las ultrabásicas.. 198
III. Grupo tonalítico, eoterciario 207
IV. Grupo andesítico, neoterciario 215

Tercera Parte
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

página

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

Cuarta Parte
Geologia Económica
Indicacion sobre la reparticion sistemática de los minerales..... 301
A. Minerales sedimentarios del Valle y del Cauca..... 306
1)Carbones
a)Turba..... 306
b)Lignita..... 307
c)Carbon..... 310
Condiciones de estudio..... 311
Áreas que ocupa el carbon..... 313
Desarrollo regional y local(facies) del carbon..... 315
El desarrollo antracítico del carbon. 326
Rasgos tectónicos del piso del Cauca y del carbon..... 329
Algunas particularidades de la tectónica especial en el Semiplano del Carbon..... 331
Cálculos sobre existencias de 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 de Golondrinas desde El Pedregal hacia el lado N del rio Arroyohondo..... 357
d)cerro Tres Cruces,hasta mina de Chipichape..... 358

e)Los Chorros-Cañaverale-jo-Siloé..... 366
f)zona carbonífera al Sur de Los Chorros hasta la ribera Norte del rio Lile..... 375
g)Planta Melendez..... 377
Cómputo de existencias en la region de Cali..... 378
Cálculo de existencias en la zona del Semiplano de Carbon entre el rio Lile y El Playon..... 379
a)Trayecto Lile-Pance..... 380
b)Trayecto rio Pance-rio Claro..... 384
c)Trayecto rio Claro-rio Guachinte..... 386
d)Trayecto rio Guachinte-rio Timba..... 388
e)Trayecto rio Timba-rio Catoto..... 389
f)Trayecto Suarez-rio Inguitó..... 391
g)Trayecto rio Inguitó-rio Dinde(Playon-Mangó). 392
h)Trayecto rio Dinde-Tambo(Cauca)..... 395
Cantidades y particularidades del carbon en el Semiplano del Carbon y en la faja oriental adjunta..... 397
Anotaciones sobre carbon explotable entre Quilichao y Caloto..... 399
La calidad del carbon del Semiplano del Carbon..... 400
Importancia especial que tiene la region carbonífera de Cali.....402
Medidas para el fomento de la mineria del carbon..... 406
La competencia eventual entre el petróleo de los Deptos. del Valle y del Cauca y el carbon de los mismos..... 411

2)Petróleo..... 412
3)Yacimientos de cal..... 418
4)Yeso..... 421

B. Minerales de orígen eruptivo..... 421
Cuadro de relacion entre las rocas eruptivas del 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-básicas..... 437
C. Minerales de hierro y de manganeso..... 457
D.Fuentes salinas y fuentes termales..... 459
E.Aguas potables y de regadio..... 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-D(La Bucia-San Marcos).1:10 000.
2)Perfil en el sobrecurrimiento transversal
al Sur de Vijes (1:1000)
3)Perfil en el afloramiento de cal en Malalé
(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 Chorros.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 Penebrera.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'(Marevelí-Suarez-rio Ovejas).
Esc. 1:10 000
2)Perfil de los pormenores del horizonte de Mangó,con carbon antracitificado.-C. Cabuyal,al Sur de la casa de la hacienda Juan Blanco.
3)Perfil por el horizonte de Mangó,con antracita 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 el W del puente de Suarez.
5)Perfil por ña caliza del horizonte Mangó,en la quebrada Leño,al Norte de la estacion de Suarez

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-D (La Bucia-San Marcos). 1:10 000.
   2) Perfil en el sobrecurrimiento transversal al Sur de Vijes (1:1000)
   3) Perfil en el afloramiento de cal en Malalé (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 Chorros. 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 Penebrera. 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' (Maravelí-Suarez-rio Ovejas). Esc. 1:10 000
   2) Perfil de los pormenores del horizonte de Mangó, con carbon antracitificado.-C. Cabuyal, al Sur de la casa de la hacienda Juan Blanco.
   3) Perfil por el horizonte de Mangó, con antracita 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 el W del puente de Suarez.
   5) Perfil por ña caliza del horizonte Mangó, en la quebrada Leño, al Norte de la estacion de Suarez

5)Croquis geológico de la region de Morales-Pan de Azucar.-Esc. 1:10 000.Reunido con el croquis Nº 6 en un plano a esc. 1:50 000.
6)Croquis geológico de la region Rosario-Dinde-Playon. Esc. 1:10 000.
Perfiles geol. de los croquis Nº 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.E.id.
4)El Meson-El Playon-Pan de Azucar-Mangó.Esc. id.
7)Croquis geológico de la region de Popayan-La Tetilla-Rosario Carmelo.Escala 1:10 000.El croquis 7 reunido con los croquis Nº 8 y 9 en un plano a escala 1:50 000, llamado/Croquis de la region al Oeste de Popayan.
8)Croquis geológico de la region de Popayan-La Yunga-La Chapa-Tambo.Esc. 1:10 000.
9)Croquis de la region La Chapa-Cabeceras del Micay.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 region de Dolores(C)Escala 1:10 000 y reducido a escala 1:50 000 para los efectos del informe.
1)Perfil tomado del lado Norte del rio Quilcasé,al NE de Dolores.Esc. 1:10 000
2)Perfil A-B-C,a la latitud de Dolores y del cerro del Broncaso.-Esc. id.
3)Perfil D-E,a la latitud de la mina de cal La Esmita.Esc. id.
11)Croquis geológico de la region de xxxxxxx Popayan al Volcan de Puracé.Escala 1:10 000,reunido con el croquis 12 en el:Croquis de la region al SE de Popayan, a escala 1:50 000
12)Croquis geológico de la region 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 region de Santander de Quilichao.Escala 1:10 000(falta la reduccion 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 reduccion para el informe a escala 1: 50 000.
1)Perfil Buga-San Isidro,por el rio Buga. Esc. 1:10 000
2)Perfil crequizado,al NE de Buga.Esc. id.
15)Croquis geológico de la quebrada Chambimbal.Escala 1:10 000 y reduccion para el informe a escala 1:50 000.
1)Perfil de la quebrada Chambimbal.1:10000
16)Croquis geológico de la quebrada San Pedro.Escala 1:10 000 y reduccion 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 reduccion para el informe a escala 1:50 000.
1)Perfil A-B(Plano del Valle-rio Paila) Esc. 1:10 000
2)Perfil general desde el plano del Valle en la region al N de Bugalagrande por el Semiplano de La Iberia y la hoya de Ceilan hacia la Cord. Central.1:75 000,aprox

18)Croquis geológico de la línea férrea Zarzal-Armenia, entre el km 317 y la estacion de Calcedonia.Escala 1:10 000 y reduccion para el informe a escala 1:50 000
1)Perfil por la línea férrea Zarzal-Armenia, entre el km 317 y la estacion de Calcedonia.
19)Croquis geológico de la ruta Cartago-rio de La Vieja. Escala 1:10 000 y reduccion para el informe a esc.1:50000
1)Perfil Cartago-rio La Vieja(interpretacion 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 Bendita(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 de Silcé
14)Mina Silcé(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 habian 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 descripcion de las minas.

C.-Planos y perfiles repartidos en el informe.

1)Ensayo de representar las unidades evolutivas generales y especiales del ciclo Andino(mesozóico hasta la actualidad) en Suramérica y en el Pacífico meridional.(Informe pg. 7a)
2)Croquis de los elementos orográfico-tectónicos de los Teptos. del Valle y del Cauca,vistos dentro de la transicion Colombiana y representados en forma esquemática.
1)Perfil explicativo de los elementos lineares del croquis.
2)Explicacion de la subdivision circular-linear.
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 serrania oriental de la Cordillera Occidental.
4)Perfiles transversales por la seccion de la hoyandina del Cauca que corresponde a los departamentos del Valle y del Cauca.Escala 1:500 000.
a)A 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 segun horizontes típicos y comparadas con otras formaciones cetereiarias de Colombia y Venezuela.(Informe,pág.120)
6)Columnas estratigráficas del horizonte Los Chorros y de los horizontes anexos,derivadas de las minas de carbon de la region de Cali y destinadas para mostrar la inestabilidad de los mantos de carbon(página 342 del Informe).
7)Indicaciones para correlacionar la estratigrafia del Mesozóico y del Paleozóico de California(EE.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 Mesozóico en Norte y Suramérica,haciendo referencia especial al cretáceo(pág. 90)
9)Perfil y columna estratigráfica por una zona carbonífera cetercíaria,relativamente complicada,de la Cordillera Oriental,denominada mina del Ruhr,situada al Norte de la Laguna de Fuquene. Esc. 1:10 000.-Sirve para la comparacion 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,mas o menos esquematizado,desde la hoyandina del Cauca por la Cordillera ~~Occidental~~ Central hacia la hoyandina del Magdalena,trazado alrededor de la latitud Morales-Pitayó-Carnicerias.-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 rio 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 rios Timbío y Quilcasé hacia la region de Poleres,observado desde el canto Sur del Altiplano de Popayan en Tambo(C) y complementado segun los levantamientos en la region de Poleres(C).Escala 1:150 000,aprox. (Informe pág.292
14)Perfil del afloramiento de carbon en la ribera izquierda del rio Ranco,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 explotacion abandonada.Depto. del Cauca.(Informe p.323)
16)Perfil del afloramiento de carbon de la angostura del Sastre en la quebrada del Chocho.Piso del Cauca,parte inferior.(Informe, pg. 348)
17)Perfil por la mina Los Chorros.Escala 1: 2500(Informe pg.367)
18)Perfil rio Marilopa-Altamira-San Francisco.Depto. del Cauca. (Informe,pág. 390)
19)Perfil del afloramiento de carbon del horizonte Los Chorros en el lado W del rio Sucio del Tambo,a poca distancia al W del puente Anayes-las Casitas sobre el rio Sucio(Depto del Cauca).-(Informe,pág. 396).
20)Perfil del afloramiento de carbon del horizonte del Cobre en [illegible]

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 Manchique 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 Magua,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 barremiano 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 Senoniano. (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 geosinticlinal(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 Mesozóico hasta el fin del plioceno.Relativo 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 orgánica.
2)La presentacion del principio orgánico en Colombia y en el NW de Suramérica.
3)La simetria tectónica de los Andes en América.
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. Hubach

Geólogo del Depto. de Minas y P.

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.Bauer,P.P.-NW Amazonien.-Brünn,1919

3)Beck,Alfred.-Geology and Oil Resources of Colombia.The Coastal Plain.-Economic Geology.1921.16.

4)Bergt,W.Beitraege zur Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta u. der Sierra de Perijá.-Wien 1888.

5)Bergt,W.-Die älteren 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 termales des Cordilleres.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.~~XIX~~ XVIII.Nº 4,1925

~~11~~)Gerth,H.-Contribucion a la Estratigrafia y Paleontologia de los Andes Argentinos.Academia Nacional de Ciencias. Buenos Aires.~~1931.~~ 1925

12)Gregory, .-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-Caquetá.Bol. de Minas y Petróleo.Bogotá.T.IV.Nº23 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.-Beitraege 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 Petrolífera 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.-Chiligio.1932.Archivo id.

23)Karsten,H.-Géologie de l'ancienne Colombie Bolivarienne.-Berlin 1886

24)Katzer,Fr.-Grundzuege 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)Knech,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.-Beitraege zur Petrographie des Gebietes am oberen Magdalena.Tschermak's mineralog. u.petrogr. Mitt. Bd.XXX,1911.

31)Lleras Codazzi,R.-Notas mineralógicas y petrográficas.Bogota.Publicaciones del Museo Nacional.1925.
32)Liddle,R.A.-Geology of Venezuela.-Fort Worth,Texas.1929.
33)Niggli,P.-Versuch einer natuerlichen Klassifikation der im weiteren Sinne magmatischen ~~Lagerstaetten~~ Erzlagerstaetten. Abh. z. prakt. Geologie u. Bergw.-G. Berg.Halle.-Bd. 1.1925.
34)Ospina,T.-Reseña sobre la geologia de Colombia y especialmente del antiguo departamento de Antioquia.Medellin 1911.
35)Pereira Gamba,F.-Riqueza mineral de la república de Colombia.-Bogota 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:Compilacion de los estudios geológicos oficiales en Colombia.1917-1933.Bogotá 1934,Tomo II,por publicar.-Dirigido por J. Perry.
37) Rintisch,W.- Beitraege zur Kenntnis der Golderzlagerstaetten Kolumbiens.Die Golderzgaenge von Recreo.-Abhandlungen zur prakt. Geologie.Bd. 16.1928.W. Knapp.Halle.-Traducido al castellano por E. Hubach en:Compilacion,etc.(véase Nº 36).Tomo I.1934(publicado)
38)Scheibe R.-Documentos de la Comision Científica Nacional,Nº 1,2 y 3, reunidos en Compilacion...(véase Nº 37).Los documentos Nº 3 se refieren a Antioquia.
39)Schreiter,R.-Ueber erz- u. gesteinsmikroskopische Untersuchungen an kupferhaltigem,serpentinisierten Pyroxenit von Vetica bei Santander(Cauca-Tal)in Kolumbien.-Bajo el título general:Stutzer,O.-Beitraege zur Geologie u. Mineralogie von Kolumbien.-Neues Jahrbuch fuer Mineralogie,etc.BB LVIII.1928.Abt.A. Traducido al castellano por E. Hubach en Compilacion...etc 1934.Tomo 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 Chicamatals in Nordperú u. seine Anthrazitlagerstaetten.
42)Stappenbeck,R.-Ueber Transgressionen u. Rgressionen des Meeres u. Gebirgsbildung in Suedamerika.-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.-Beitraege zur Geologie u. Mineralogie von Kolumbien.
1)Ueber Spuren einer diluvialen Vereisung im Gebirge bei Bogotá.Neues Jahrbuch,etc.BB LV.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)Beitraege zur Geologie des Cauca-Patiagrabens. N. Jahrb.,etc.BB.LVII.Abt.B.1927.pgs 114....
5)Beitraege zur Geologie der Kolumbianischen Ostkordillere.N. Jahrb.etc.BB.LVII.Abt.B.1927,pgs 305....
6)Zur Geologie des mittleren 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 K. Hubach y reunidos en Compilacion,etc.Tomo 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.-Boletin de Minas y Petróleo.Bogotá.T.IV,Nº 21 a 22.

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

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

INTRODUCCION.

El informe que sigue está destinado a dar a conocer la geologia de los departamentos del Valle y del Cauca en la zona de la hoya del Cauca comprendida entre las Cordilleras central y Occidental, y los nexos que ella tiene con la geologia de otras regiones de Colombia y de los paises vecines. Estas determinaciones se hicieron con el fin principal de poder apreciar el valor económico que tienen los yacimientos de carbon en la zona citada. El informe tambien se refiere a otros recursos del subsuelo y del suelo que se pueden apreciar sobre la base de la geologia.

Los departamentos en cuestion ofrecen una tectónica de alta intensidad en que se refleja una evolucion geológica activa, sobre todo del principio del terciario a esta parte, típica para el lado occidental del pais y de los Andes y distinta de la del Oriente del pais y de Los Andes que es pausada hasta ténue. Ello implica que la geologia del Occidente de Colombia-mas que la del resto del lado occidental de los Andes-sea compleja y ofrezca problemas mas intrincados que la del Oriente del pais, dando margen a interpretaciones individuales que a veces son diametralmente opuestas. La solucion de estos problemas requiere experimentacion especial sobre la base de estudios muy detenidos y contínuos que se deben desarrollar en la región misma. Los resultados obtenidos hasta el presente no son sino etapas que necesitan revision en gran parte y una base mas ámplia de apreciacion.

Los problemas que se ofrecen en el Valle y en el Cauca afectan todas las formaciones desde las metamórficas hasta las modernas y se manifiestan sobre todo en los promenores geológicos que son decisivos en relacion con las determinaciones económicas. Ellos

desde luego influyen de manera especial en la apreciacion de las rocas eruptivas que llegan hasta prevalecer.En relacion con las formaciones,las pretercierias que estan situadas entre la cumbre de la Cordillera Central y la Cordillera Occidental,inclusive,se dividen en dos grupos,uno superior que es casi exclusivamente volcánico,y otro inferior que consta de sedimentos mas o menos metamórficos.El grupo inferior es de gran potencia y tiene un desarrollo monótono en la vertical;su facies es sostenida en sentido longitudinal de los Andes y variable en sentido normal a ellos.Teniendo en consideracion que en ellos todavia no se han encontrado fósiles y que el grado del metamorfismo es regional y localmente variable-aumenta a rasgos generales desde Antioquia hacia el departamento del Cauca y de ahi la Cordillera Occidental hacia la parte alta occidental de la Cordillera Central-se comprende que su interpretacion haya sucitado opiniones divergentes.Hettner hace ver que puede tratarse en gran parte de cretáceo metamórfico;Julio Ospina y R. Scheibe juzgan que el grupo es mesozóico en la mayor extension del terreno,y paleozóico hacia la cumbre de la Cordillera Central,separando ademas afloramientos de poca consideracion que consideran eruptivos.Berg y E. Grosse aprecian el grupo como prepaleozóico y nosotros lo estimamos esencialmente mesozóico, admitiendo como probable la participacion de depósitos paleozóicos que son difícil de descifrar bajo las condiciones reinantes del metamorfismo y de la monotonia estratigráfica.-La tectónica de este grupo y del grupo volcánico cuya edad cretácea ha quedado establecidos por las investigaciones de Grosse y que tambien se distingue por una gran magnitud,solo se deja determinar a rasgos generales y en veces medianos,pero no se reconoce en los pormenores tanto por el caracter volcánico del grupo superior como por la tectónica arrevesada,rizada,accidentada y muchas veces desvanecida que presentan los sedimentos metamórficos.-Las forma-

ciones terciarias ofrecen una diferenciacion litológica favorable en la vertical y se dejan subdividir regional y localmente en condiciones favorables. Pero de region en region como desde el departamento del Valle hacia el de Antioquia ya los grupos mayores ofrecen diferencias imprtantes. A rasgos menores, la facies comienza a oscilar de una manera inusitada, a veces sobre pocos cientos y aun decenas de metros, circunstancia esta que se hace sentir desfavorablemente en la avaluacion de los mantos de carbon, distribuidos en el terciario inferior. La tectónica del terciario inferior y medio es en término medio de alta intensidad y se distingue por plegamientos muy comprimidos, verticales hasta invertidos y probablemente mas imbricados de lo que hemos logrado decifrar, y por la deformacion original de la magnitud de los estratos, horizontes y conjuntos. Dentro de la alta intensidad tectónica de estas formaciones, manifiesta en los bordes de las Cordilleras Central y Occidental, se presentan variaciones regionales y locales de intensidad en que suele bajar el tectonismo a un grado muy leve. Ademas es característico para la tectónica del Valle y del Cauca la gran frecuencia de plegamientos y ondulaciones de escasa amplitud (cientos hasta decenas de metros), los cuales se presentan tambien en terrenos de tectonismo tranuilo y que son precursores del rizamiento intenso que distingue las formaciones metamórficas.

Para resolver estos problemas y los relacionados hemos dispuesto de 7 meses (19 de Noviembre de 1931 hasta 17 de Junio de 1932) para el estudio del terreno. En este espacio de tiempo, los trabajos se extendieron sobre las siguientes rutas y regiones:

Travesia de la Cordillera Central desde (Bogotá-) Chicoral-Gualanday-Révira-Cucuana hacia Barragan y Sevilla. Exploracion del lado oriental de la hoya del Cauca desde Sevilla por los bordes de la Cordillera Central hacia Buga-Este de Palmira-Corinto-Nacueyó-Quilichao (-Santander de Quilichao)-Caldono-Ovejas. Travesia por el borde septentrional del altiplano de Popayan hacia Morales y El Playon (al NW de la desembocadura del rio Piendamó al Cauca). Exploracion del borde occidental de la hoya del Cauca desde El Playon hacia Suarez-Buenos Aires-Timba-Cali (24 dias, incluyendo

travesias de la Cordillera Occidental por carretera y ferrocarril)-Yumbo-Vijes-Bolivar-Anserma Nuevo.Travesia del plano del Valle de Anserma Nuevo a Cartago y exploracion de Cartago a Zarzal-Sevilla. Desde Sevilla nos trasladamos a Popayan en ferrocarril y se hicieron las exploraciones a Dolores(6),Tambo-San Juan,La Yunga-Rosario-Dinde-El Playon,Tetilla-La Yunga,al Puracé,páramo de San Francisco y Paletará-Mazamorras de San Agustin.De regreso a Bogotá se empleó la ruta Popayan-Silvia-Pitayó-páramo de Moras-rio Paez-Carniceria-Neiva-Alpujarra-Dolores-Prado-Apicalá-Melgar.Este viaje de regreso se halla descrito en un trabajo especial y contiene un croquis geológico de la parte central-meridional del pais.

Dada la índole geológica del terreno,las exigencias de las determinaciones económicas y la falta de bases geográficas aprovechables de mediana y menor escala,hubo que realizar las investigaciones en la forma mas intensiva posible.Se entiende que dentro del tiempo disponible y sobre la extension abarcada no se podian aplicar métodos geográficos de levantamiento exacto y pormenorizado,adecuado para la inscripcion de los detalles geológicos. El método que hemos empleado y que tenemos experimentado en diez años de estudios,es el del levantamiento de ruta a pié, haciendo mensuras de pasos y determinando los rumbos con brújula geológica.Este método da lugar a la inscripcion de los datos geológicos sobre la sucesion de los estratos y sobre las particularidades tectónicas de acuerdo con los pasos que se van dando,es decir se puede hacer el levantamiento geográfico-geológico detallado que requiere la investigacion en terrenos de geologia compleja.Los métodos extensivos mas extensivos no surten efectos en ellos.-Para el control de estos levantamientos que tienen la particularidad que los errores de rumbo y distancia de los trayectos se compensan de menor a mayor recorrido hasta llegar a ser aproximadamente exactos,hemos dispuesto de las visuales hacia puntos destacados,del cierre de polígonos y en algunos casos de coordenadas de la Oficina de Longitudes y del ingeniero,señor Enrique Uribe White(cumbre del Puracé).La aproximacion geográfica real que hemos obtenido de esta manera es satisfactoria,sobre todo en recorridos largos y habria sido mejor si hubiéramos caido en cuenta de que la medicion de pasos de uno de los miembros del estudio(quien controló los pasos en el kilometraje de los ferrocarriles y carreteras) resultó corta en comparacion con la realidad.Sobre la base de estos levantamientos ha sido posible observar y representar las variaciones que ofrece la estratigrafia y la tectónica.-En vista de que los afloramientos en el terreno son insuficientes para apreciar los pormenores de los mantos de carbon que rara vez afloran con copa fresca,hemos prestado especial atencion al levantamiento de los socavones,guias y galerias de las minas de la region de Cali,Las Cañas y La Ferreira.Estos levantamientos son los que permiten formar un criterio verídico acerca de la variabilidad de los mantos de carbon y acerca de su valor económico.

Estando de regreso en Bogotá,el desarrollo de los levantamientos y de las observaciones generales hechas en el terreno tuvo que aplazarse por motivo de otros trabajos oficiales hasta Enero de 1932 cuando el suscrito ingeniero comenzó con el dibujo de los planos.La interpretacion geológica no se pudo iniciar sino en Julio del mismo año.-El desarrollo de los planos(croquis) se hizo dispendioso en tiempo porque habia que indicar la sucesion estratigráfica pormenorizada y los detalles tectónicos.Los planos originales se dibujaron a escala de 1 : 10 000,escala que todavia es demasiado pequeña para obtener el provecho debido del trabajo de campo,sobre todo en lo que se refiere a la variacion de facies.Los planos de las minas en que van indicadas las particularidades tectónicas y estratigráficas de los mantos de carbon,en veces sobre varios cien-

tos de metros de longitud, se han dibujado a escala de 1 : 200. De los planos regionales y de los de las minas se derivaron los perfiles que se complementaron con las observaciones generales de la superficie. Para compañar estos trabajos al presente informe hubo necesidad de reducirlos a la escala de 1 : 50 000 (planos regionales) y 1 : 1000 (minas). Como los originales son indispensables para la formacion de un criterio independiente de los geólogos interesados en el estudio del Valle y del Cauca y tambien para los propietarios de minas y los administradores, el Ministerio de Industrias los tiene a disposicion en el Departamento de Minas y Petróleo.

La enumeracion de los planos y demas gráficos se halla en el índice correspondiente, al principio de este informe. Advertimos que hemos tratado de ilustrar la descripcion con un número crecido de gráficos para simplificar la descripcion.

Al lado de estos levantamientos, se hicieron observaciones independientes de estudios de ruta. El ensayo de descifrar por este conducto los pormenores geológicos ha demostrado, una vez dibujados los planos y perfiles, que los resultados son muy deficientes. Las determinaciones de mediana y mayor escala desde luego son útiles.

Al elaborar el texto del informe hemos tenido en mira que los problemas que ofrece la geologia y la naturaleza en general son complejos, pero que se dejan referir en último fin a causas sencillas, consistentes en principios físicos elementales. Desde que hay ejemplos en la naturaleza de los cuales se pueden derivar las causas primordiales, y si se observa que la complexidad de los aspectos no es sino producto de la intensidad indefinidamente variable con que los principios físicos actúan sobre la materia dentro del espacio y del tiempo, se comprende la razon de ser de las cosas, el orden vigente y los valores que encierran. Los ejemplos sencillos que orientan al respecto, muy escasos por cierto, se expresan de manera muy favorable en la tectónica de Colombia y coincidencialmente se reconoce en el mismo pais que la geologia y la evolucion geológica se fundan de manera esencial en la evolucion tectónica. Desde luego tambien dependen de la evolucion tectónica los valores económicos, en el presente caso los del suelo y subsuelo del Valle y del Cauca. El estudio de las particularidades del tectonismo por lo tanto tiene una significacion especial. Ellas se pueden resumir como sigue.

La actuacion del tectonismo es contínua a traves del tiempo, es muy variable y es sistemática. Su actuacion sistemática-cuyos efectos son los que simplifican y concretan el estudio geológico-se deduce de las siguientes observaciones: planos, en

1) Las formas del tectonismo normal consisten en plegamientos y en ondulaciones, y en plegamientos ondulados, formas que se presentan en todos los tamaños terrestres y en todos lo grados de intensidad. Ellas reflejan muy de cerca el principio de ondas mecánicas y se refieren a un medio (corteza terrestre) plástico o plasto-elástico a traves del tiempo geológico. Las dislocaciones sin duda son la
2) expresion accidental del tectonismo.
2) Los plegamientos (ondas) son la expresion fundamental del tectonismo, aun cuando no se expresan claramente como tales porque las fuerzas que provocan el tectonismo vienen actuando simultáneamente desde distintas ~~xegias~~ direcciones. Este papel que desempeñan los plegamientos concuerda con el principio de las ondas mecánicas y se revela geológicamente a base de la dependencia que, segun la construccion orgánica, son las ondulaciones y los plegamientos ondulados de los propios plegamientos, y tambien a base de la subdivision en elementos anmalogos que solo

PERTENECE AL DOCUMENTO O A OTRA VERSION DE ESTE?

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. Sinembargo estas causas son varias y actúan conjuntamente con intensidad variable a traves del tiempo y del espacio, razon por la cual sus efectos son complejos. Por este motivo y para simplificar la comprension, se ha tratado de descifrar la causa primordial decisiva a que se dejan referir las demas causas. Las investigaciones hechas al respecto demuestran que dicha causa primordial consiste en la evolucion tectónica y en su actuacion 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 evolucion general y especial de los sedimentos y de las rocas eruptivas y la de los yacimientos de orígen 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, pais 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 extraidos 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 evolucion evidentemente se inicia mas temprano en el subgeosinclinal occidental, el cual-con respecto a la seccion colombiana-se halla distanciado de las masas terrestres permanentes del ciclo andino, 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 caracter cratogénico y hacia ellas avanza la transgresion mesozóica. Esta situacion distanciada implica que los sedimentos mesozóicos de la seccion colombiana del subgeosinclinal occidental sean esencialmente arcillosos o lidíticos. Probablemente a raiz de la transgresion 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 en forma estable hacia el Perú y avanza hacia la masa interandina Suramericana. En estas nuevas áreas de sedimentacion 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 seccion 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 carbon. Las liditas que se presentan ahí en el tiempo correspondiente (piso del Aptiano) indican mas 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, segun se puede ver en los perfiles evolutivos que acompañan el cuadro estratigráfico general.- Hacia el barremiano y el aptiano la transgresion 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 en la parte colombiana del subgeosinclinal oriental y en la parte peruana del subgeosinclinal occidental se caracteriza por calizas, ademas por areniscas y sedimentos arcillosos. En la seccion colombiana del subgeosinclinal los sedimentos casi desaparecen ante la actividad volcánica, pero se distingue que la facies calosa solo se presenta hacia los bordes del subgeosinclinal y que los sedimentos comunes constan sobre todo de liditas y a veces de arcillas y conglomerados volcánicos.

Con motivo de la preformacion 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

tal del subgeosinclinal occidental y que en lo demas tambien parece tener sus centros en la prte occidental del mismo(Cordillera de la Costa).En el lado oriental del subgeoanticlinal central y en el lado occidental del subgeosinclinal oriental,donde la evolucion es mas tranquila,el volcanismo se presenta con intermitencias y mas o menos regional hasta local.Mas al Oriente,hacia los márgenes del núcleo suramericano no se manifiesta el volcanismo y a este respecto es notable que tambien a lo largo del subgeosinclinal occidental,desde Colombia hacia el Sur del Perú y hacia el borde septentrional de la masa interandina suramericana,el volcanismo decae hasta que desaparece(véase Steinmann:Perú).Mas rápido aun es el decaimiento del volcanismo del lado oriental del subgeoanticlinal central que apenas depasa el límite Sur de Colombia.-Al lado de esta reparticion cuantitativa del volcanismo,sujeta sobre todo al grado de la intensidad tectónica,la evolucion tectonica del geosinclinal produce la reparticion cualitativa(gravimétrica),regida por las formas tectónicas.Hacia la parte alta del geoanticlinal central el volcanismo presenta productos típicamente ácidos(poco densos).Estos se vuelven intermedios hacia el subgeosinclinal oriental donde el hundimiento es menos activo que en el subgeosinclinal occidental(véase perfiles evolutivos) y se presentan en el subgeosinclinal occidental primero básicos y luego-cuando dicha estructura adquiere su mayor profundidad-ultrabásicos.-Conforme a la calidad del volcanismo se presentan tambien las rocas intrusivas que son granodioríticas en la cumbre del subgeoanticlinal central y mas al Oriente,mientras en el subgeosinclinal se presentan primero como(dioritas,tipo Piedra Pelena)gabros y luego como peridotitas y ptroxenitas.Ademas llama la atencion que el plutonismo sea especialmente expresivo en la zona granodiorítica donde en cambio el volcanismo es débil.Las provincias magmáticas desde luego determinan las provincias de minerales eruptivos,como la provincia del platino,ligada a la provincia de las rocas ultrabásicas,y la provincia de los minerales sulfurosos de Cu,Zn,Pb,Mo que corresponde a la de las granodioritas.

Mientras en la parte colombiana del subgeosinclinal oriental,la evolucion sigue tranquila y la sedimentacion prosigue por el cretáceo superior en gran extension hasta el terciario medio,en la parte colombiana del subgeosinclinal occidental se manifiestan en el mismo tiempo movimientos tec-

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 (desde el Perú cretáceo) hacia el interior de Colombia (terciario inferior) y hacia la parte central septentrional del país (terciario medio). Los paroxismos que se presentan desde el cretáceo en el subgeosinclinal occidental producen hacia el final del cretáceo la preformación insular 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 pié W de la Cordillera Occidental. La sedimentación del terciario inferior, en este recinto, se concentra hacia la cuenca que hemos llamado de Peñol-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 Peñol-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 límnica 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 raiz de los movimientos orogénicos del terciario se presenta un nuevo ciclo magmático en el Occidente Andino de Colombia. Este se inicia en la transicion del cretáceo al terciario con un plutonismo ácido (granítico), al cual sigue luego un plutonismo e hipoabisalismo (filones de rocas eruptivas) que se reconoce hasta el traspaso del terciario inferior al terciario medio y que se puede caracterizar de tonalítico. En el terciario superior, la fase del ciclo se presenta intermediaria (andesítica), con caracteres sobresalientes de volcanismo y ademas de hipoabisalismo. 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 mineralizacion 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 diferenciacion gravitativa es de suponer que ella sea mucho mas especializada que en el cretáceo cuando se cuenta con grandes estructuras sencillas. Sinembargo la influencia general tambien se nota en relacion 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 mas o menos ácido en el Perú, intermediario en Colombia y básico en Panamá y en el Pacífico (Galápagos).- En lo demas interesa la extincion del magmatismo hacia la actualidad, relacionada con la rigidizacion de los Andes y el decaimiento de la intensidad tectónica desde el terciario superior hacia la actualidad. Dicha extincion va acompañada de una restriccion típica que se manifiesta por el volcanismo actual. En la seccion colombiana de los Andes este se reduce en a 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 todavia 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 extension va siendo siempre mas inactiva a la medida que se avanza hacia la Argentina (véase cuadro 1 del Anexo).

Al presentar el informe a la consideracion del lector, es necesario advertir que la solucion y la conexion de los problemas hubo que resolverlas en un espacio de tiempo relativamente corto y que por lo mismo no se han podido obviar defectos, como la explanacion demasiado ámplia de la parte tectónica y tambien de la parte orográfica.

Bogotá, Junio de 1934

Pedlogo

Ingeniero Topógrafo

Primera Parte.

RASGOS DE LA OROGRAFIA.

Gracias a que los rasgos orográficos mayores, gran parte de los medianos y en ciertos casos los de menor tamaño, reflejan la forma tectónica en condiciones favorables, la determinacion tectónica se puede adelantar sobre la base de la decifracion orográfica. La terminologia de los relieves orográficos se puede aplicar, pues, a los relieves tectónicos, como tambien es factible referir los puntos de vista del tectonismo a la orografia. Se entiende que esto se hace con las precauciones debidas.

La descripcion y la comprension de la orografia y de la tectónica se simplifica teniendo en cuenta que los relieves fundamentales de la corteza terrestre presentan las siguientes formas:

1) Formas tabulares, expresion del tectonismo ténue (paratectonismo); representadas por mesas, planos, altiplanos tanto modernos como antiguos.

2) Formas circulares, expresion del tectonismo suave (epistotectonismo); representadas por ondulaciones cuyas formas regulares son las cúpulas y las artesas. Estas formas convexas y cóncavas se presentan orográficamente en las cuencas de distinto tamaño, no deformadas, en los nudos y en las sierras (tipo: Sierra Nevada de Santa Marta, y sierra, no serrania de Mérida).

3) Formas circulares-lineares o lineares-circulares, expresion del tectonismo de mediana intensidad (hemitectonismo) representadas por plegamientos ondulados, o sea por la combinacion de plegamientos y ondulaciones. Ellas se reflejan orográficamente en la montaña de Los Andes, en la Cordillera Oriental y en la Central, pero tambien a menores rasgos en las serranias y en los cordones ondulosos, asimismo que en valles interandinos de diversa amplitud.

4) Formas lineares; expresion del tectonismo de alta intensidad (eutectonismo); representadas por plegamientos en sentido estricto (anticlinales y sinclinales axialmente sostenidos sobre distancias grandes, estrechos e imbricados). Propiamente no hay expresion pura de las formas lineares ya que en final de cuentas son formas linearmente acentuadas de los elementos circulares-lineares. La estructura tectónica y orográfica que mejor refleja la construccion linear es la Cordi-

llera Occidental. Pero ella se expresa tambien muy frecuentemente en los trayectos correspondientes de los ramales andinos y de sus subramales, asimismo que en la montaña de los Andes.

Estas determinaciones sobre formas tectónicas, como es sabido, se relacionan con los puntos de vista modernos acerca de la tectónica y de la orografia (Kober y otros) y han sido ampliadas sobre la base de los estudios de la naturaleza de Colombia.

La importancia que tiene la determinacion de las formas fundamentales que componen los relieves terrestres, resalta tan pronto se da cuenta de su reparticion sistemática a rasgos mayores y menores. En efecto, el continente Suramericano se divide en la propia masa continental (núcleo continental), ocupada por el Brasil y La Guayana, en el vorland andino que media entre el núcleo continental y la montaña de los Andes, y en la montaña de Los Andes. El núcleo continental y a veces tambien el vorland se caracterizan como cratogeno de un continente y la montaña de Los Andes como orogeno, poniendo de presente que segun puntos de vista de la evolucion geológica el vorland citado es integrante de los Andes, mientras que por el aspecto de los relieves corresponde al cratogeno. Queda entendido que tambien los demas continentes y los continentes submarinos se subdividen en forma análoga y muestran la misma clase de relieves. Los <u>núcleos</u> continentales, caracterizados por una evolucion tranquila post-algonquiana, no muestran sino <u>formas tabulares</u> antiguas y modernas, al lado de <u>formas circulares</u> (ondulaciones) que en lo general tienen <u>amplitud grande</u>. Los <u>vorlands</u> que tienen una evolucion epistotectónica, tienen sobre todo <u>ondulaciones de gran hasta mediana amplitud</u> y ademas formas tabulares extensas hasta regulares que, cuando son modernas, vedan las circulares. En las <u>montañas</u> (mesozóicas y paleozóicas), se presentan como distintivo los elementos <u>lineares</u> de mayor hasta menor amplitud e intensidad; estos se combinan en lo general con elementos circulares a formar elementos circulares-lineares de distintas dimensiones e intensidades. Ademas se presentan regio-

nal y localmente formas circulares y tabulares que acusan zonas y sitios tranquilos enmedio del ~~s~~tectonismo en término medio intenso que caracteriza las montañas u orgenos.

Por lo visto, los orogenos o montañas a los cuales pertenecen los Andes, muestran la mayor variedad de formas fundamentales, producto de la variabilidad de la intensidad del tectonismo a traves del tiempo y del espacio. Ellos por lo tanto son básicos para el estudio de la tectónica sistemática, tanto mas cuanto que ella se halla expresado por los relieves orográficos. Dentro de los orogenos, las zonas que mas variedad de formas ofrecen son las que en general muestran mayor intensidad tectónica, como son la seccion colombiana de los Andes y principalmente el Occidente de Colombia. Dentro de la alta intensidad general, la intensidad tecónica varia regional y localmente desde el grado fuerte hasta el grado mas suave. Esta inusitada variabilidad de la intensidad del tectonismo y de las formas tectónicas es lo característico de los terrenos que hemos explorado en el Valle y en el Cauca, es decir en el Occidente de Colombia. Lo sistemático de esta variablidad, hasta donde se puede abarcar, se pondrá de presente en el transcurso del presente informe.

<u>Subdivision orográfica general y nomenclatura</u>, en los Andes, y en Colombia.

A. Subdivision linear.

El elemento a grandes linear y mayor que se refiere este informe es la <u>montaña de Los Andes</u>, o sea en términos tectónicos el orogeno andino. El ancho del terreno que abarca la montaña y elorogeno de Los Andes queda comprendido entre el pie Este de la Cordillera Oriental y el pié Oeste de la Cordillera Occidental. A base de las explicaciones sobre modificacion de los ramales andinos de acuerdo con el principio de la construccion orgánica, expuestas en el Anexo, dicho ancho vale para la montaña en toda su extension ~~s~~americana y se tiene así precisado el concepto de la montaña

de los Andes.-El eje de la montaña corresponde en general a la cumbre de la Cordillera Central cuyas modificaciones tambien se desprenden del Anexo.Este eje,o marbe es propiamente la division continental(véase perfil en el cuadro del Anexo) y el divórcio de intensidades tectónicas.Ademas es el eje de simetria tectónica de los ramales y subramales andinos.-Con respecto al desarrollo que tienen los Andes a lo largo de América debe tenerse en cuenta que,por influencia de la construccion circular,ofrecen trayectos geoanticlinales(Norte y Suramérica) y trayectos geosinclinales(mar Caribe,cuenca Argentina,etc).

El eje de la montaña,divide Los Andes en una faja oriental que se llamará el Oriente Andino y en otra occidental que se denominará Occidente Andino.El Oriente Andino queda comprendido entre la cumbre de la Cordillera Central y el pié Este de la Cordillera Oriental;el Occidente Andino entre dicha cumbre y el pié Oeste de la Cordillera Occidental.A rasgos generales,el Oriente Andino es hemitectónico,es decir revela sobre todo la construccion linear-circular,mientras el Occidente es eutectónico,es decir expresa especialmente bien la construccion linear(véase en cuadro 2 el desarrollo de los ramales en América).

Entre la montaña de los Andes y el propio cratgeno(núcleo continental) se extiende una faja plana de relieves tabulares y circulares que corresponde al Vorland(orla;L.A. Sarmiento) Oriental ,por concepto de la evolucion andina(en la fase geosinclinal). Conforme a los puntos de vista de simetria de los ramales andinos con respecto a la cumbre de la Cordillera Central y segun lo muestran las investigaciones geológicas,al Vorland Oriental le corresponde en el lado del Pacífico el Vorland Occidental que media entre la montaña de Los Andes y el continente general que se halla sumergido en el Pacífico.El Vorland Occidental que linda con el Occidente An-

dino,eutectónico,muestra subdivision linear,o sea longitudinal y revela así que su evolucion ha sido mas activa que la del Vorland Oriental.En la parte occidental,el Vorland Occidental es marino, en contraposicion al Vorland Oriental que es terrestre.

Para significar en conjunto el Occidente Andino y el Vorland Occidental se usa el término "lado occidental de Los Andes", o con respecto a Colombia el término Occidente de Colombia(en contraposicion a Occidente Andino de Colombia).El Oriente Andino junto con el Vorland Oriental se llamaran "lado oriental de Los Andes", respectivamente Oriente de Colombia.Desde luego,segun se deduce de las nociones anteriores,el lado occidental de Los Andes ofrece una construccion mas decididamente linear(longitudinal) que el lado oriental de Los Andes,particularidades que saltan a la vista al tener presente un mapa físico de Los Andes.

La montaña de Los Andes,o sea el orogeno andino,se subdivide linearmente en ramales y subramales.

Los ramales estan representados por las cordilleras y por las hoyas que separan las cordilleras,o sea por las hoyandinas.Los miembros longitudinales de los ramales,o sea,con respecto a los Andes, los subramales ,se han llamado serranias(no sierras) y valandinos.Las serranias y los valandinos vuelven a dividirse en principio en ramales menores llamados cordones y valles(tectónicos),y aun en estos elementos se distingue que no son unidades elementales sino que se subdividen en elementos lineares de pequeña escala.Véase cuadro 1,2, y 2 a del Anexo.Las cordilleras,las serranias y en determinados casos(interior de las cuencas y otras zonas tectónicas protegidas contra la erosion)los cordones son anticlinales de mayor a menor escala,en todo caso complejos,es decir compuestos por plegamientos menores(y onduloses).Las hoyandinas,los valandinos y los valles tectónicos menores son sinclinales complejos de escala correspondientes.Todos estos elementos longitudinales representan la

subdivisión linear de la montaña de Los Andes, es decir del geoanticlinal andino. La razon porqué ellos no parecen ser contínuos y porqué no resaltan en escala pequeña se desprende del principio de la construccion orgánica y del grado de intensidad con que ha actuado el tectonismo. Se pone de presente que solo los elementos lineares muestran una sudivisión en elementos (lineares) análogos de mayor a menor escala. Las demas formas tectónicas no la muestran y se derivan en el fondo de los elementos lineares, en especial de sus movimientos axiales.

Los ramales que constituyen la montaña de Los Andes son de Oeste a Este: la Cordillera Occidental, la hoyandina del Cauca, la Cordillera Central, la hoyandina del Magdalena y la Cordillera Oriental. Estos ramales solo se hallan bien expuestos en Colombia; en las demas partes andinas o estan deficientemente representados o solo algunos se hallan bien expuestos (véase cuadros del Anexo).- A estos ramales de la montaña u orogeno hay que agregar los que se presentan en el Vorland Occidental en relacion con su actividad tectónica notable; ellos son la hoyandina del Pacífico, colocada entre la Cordillera Occidental y la Cordillera de la Costa, y la Cordillera de la Costa.

Los subramales y su subdivision linear solo se manifiestan bien en las transiciones (virgaciones) de los terrenos típicamente hemitectónicos. En efecto, esta subdivision se vé en la Cordillera Oriental desde la Sabana de Bogotá hasta la region de Maracaibo, sobre todo en las transiciones boyacense y santandereana (véase cuadro 3). Tal como la montaña de los Andes, tambien la Cordillera Oriental se subdivide en tres elementos lineares de caracter anticlinal y dos elementos lineares de caracter sinclinal. Ellos son: la serrania occidental, el valandino occidental (o del Suarez), la serrania central, el valandino oriental (o del Chicamocha) y la serrania oriental.

oriental.El cuadro 2 a) demuestra la subdivision menor que ofrece uno de estos miembros-la serrania central de la Cordillera Oriental- en la transicion hacia las cuencas de Bogotá y de Maracaibo y ademas la subdivision linear de un cordon,o sea de un antielinal comun.-La Cordillera Occidental,debido a su caracter eutectónico y a su formacion superficiaria de rocas volcánicas sobre todo,no muestra en Colombia la subdivision longitudinal.Sinembargo,los ramales que la componen resaltan en la transicion deUrabá-Bolivar que se ha representado en el cuadro del platino.Tambien ella se subdivide en 3 serranias y 2 valandinos a que haremos referencia en el transcurso del informe.Segun los estudios que el suscrito geólogo ha practicado en Urabá,xkxxxxxxx la serrania central de esta cordillera(serrania de Abibe) muestra una subdivision en principio análoga a la de la serrania central de la Cordillera Oriental en los trayectos referidos.Es de advertir tambien que la seccion peruana y norchilena de la Cordillera Occidental que es menos eutectónica que la seccion colombo-ecuatoriana de la misma(nudo de Frontino al Sur),revela la subdivision linear en condiciones bastante favorables(rasgos orográfica,reparticion zonar de las formaciones y rocas eruptivas).-En menor escala,la subdivision linear tambien resalta en la Cordillera de la Costa, pero es difícil de reconocer en las hoyandinas porque estas son mas o menos epistotectónicas,excepto la hoyandina del Cauca que es señaladamente hemitectónica.-Los miembros lineares que se hallan en ella se citan en este informe.

Sabiendo así que la construccion linear se presenta en el fondo regularmente y de mayor a menor escala en la montaña de Los Andes y aun en su Vorland Occidental y que sus variaciones de nivel axial producen las demas formas del tectonismo normal, su determinacion viene a ser la base de la apreciacion geológica; su presentacion de acuerdo con la intensidad tectónica existente al

mismo tiempo con respecto al grado de actividad evolutiva que tienen los terrenos geológicos.

B. Construccion circular.

Los elementos circulares estan representados orográficamente por cerros tectónicos, nudos y sierras (formas convexas, con caracter de cúpulas mayores y menores, complejas) y por artesas (orográfico-tectónicas) y cuencas de diverso tamaño (formas cóncavas, con caracter de artesas-bazzin-de mayor hasta menor tamaño y complejas). En distincion a los elementos lineares, los elementos circulares no se dejan subdividir en elementos análogos de menor tamaño, sino se hallan ordenados sobre los elementos lineares de acuerdo con el ascenso y descenso axial de estos. La manera como ellos se forman de los elementos lineares se ha destacado en el Cuadro de Introduccion del Anexo.

En el NW de Suramérica, los elementos circulares principales de la montaña de Los Andes son el nudo Ecuatoriano y la cuenca del Caribe. Los demas elementos circulares de amplitud andina general se ven en los cuadros del Anexo.

Entre los elementos circulares de mediano tamaño que se destacan sobre el ancho de los ramales andinos, se hallan en la Cordillera Oriental los nudos Santandereano y del Sumapaz (este imperfecto) y las cuencas de Bogotá, correspondiente al altiplano de Bogotá, y de Maracaibo. En la Cordillera Central se distinguen los nudos Antioqueño y el de Santa Marta (Sierra Nevada de Santa Marta) y en la Cordillera Occidental se presenta el nudo de Frontino. En la hoyandina del Cauca se observa la sucesion regular de nudos (promontorios) y cuencas, segun se vé en el presente informe. En la hoyandina del Magdalena que ofrece una evolucion tectónica menos intensa que la hoyandina del Cauca, solo resaltan bien las cuencas de tamaño mediano, entre ellas la del Cesar, la del Carare, la del Guamo y la de Neiva.

En escala mediana,notablemente menor,es decir sobre el ancho de los subramales andinos o de parte de su ancho se destacan los nudos de Mérida,Caracas y Paria(serrania oriental de la Cordillera Oriental en Venezuela),las cuencas de Chiptenejo,Tunja,Samiriquí, Guatavita y Fusagasugá(valandinos de la Cordillera Oriental).En la serrania oriental de la Cordillera Occidental se destacan los nudos de Antioquia Nuevo,Rio Frio y otros.

En menor escala,los nudos y las cuencas(cerros y artesas) se presentan en gran número,principalmente en los bordes de las cuencas. A este respecto debe anotarse que los cerros tectónicos se presentan principalmente en los cordones,mientras las artesas se desarrollan sobre los valles(tectónicos).Como las cúpulas en comparacion con las artesas ofrecen una mayor intensidad tectónica, en situacion prefrente en los cordones y aun en las serranias y cordilleras(anticlinales que ofrecen mayor intensidad tectónica que los sinclinales de tamaño correspondiente)es bien explicable.

C. <u>Construccion circular-linear</u>(construccion orgánica).

Segun se dijo,la construccion circular-linear,correspondiente a los plegamientos onduloeos de diverso tamaño terrestre,es típica para los orogenos(montañas)y por lo mismo merece atencion preferente.Ella implica ademas los rasgos de simetria y semejanza tectónicas que se rigen por el grado de intensidad tectónica. Como se trata de un punto de vista especial de la geologia que solo se reconoce en Colombia,le hemos representado detenidamente en el Anexo,bajo el término de construccion orgánica.Esta construccion resulta,generalmente hablando,del debilitamiento que sufren dentro de un sistema de plegamientos los elementos laterales al ascender y culminar uno de los plegamientos del sistema.En este caso se forma una cúpula.El descenso de uno de los miembros del sistema implica la formacion de una cuenca o artesa.Se comprende que la variabilidad de la intensidad tectónica implica que esta

construccion tenga una expresion infinita de modificaciones,pero todas ellas son sistemáticas.Los rasgos sistemáticos desde luego no se reconocerán sino en los casos cuando el principio constructivo se presenta mas o menos regular,pero estos mismo casos sirven para reconocerlos luego en los casos cuando el principio se halla notablemente modificado en su expresion.Nosotros hemos aprovechado este principio para apreciar regiones desconocidas sin previo estudio de ellas y hemos visto que esta aplicacion se puede hacer satisfactoriamente en otros casos que no parecen abarcables,como con respecto a la Amazonia Colombiana.En los departamentos del Valle y del Cauca, el principio de la construccion orgánica nos ha simplificado de manera importante la interpretacion geológica,advirtiendo que no habíamos caido en cuenta de que pudiere estar tan bien representado en la seccion correspondiente de la hoyandina del Cauca. Nuestra impresion era que la gran intensidad tectónica lo hubiere modificado debilitado mucho a favor de la construccion linear.

En el Anexo se vé con respecto a la montaña de Los Andes que la construccion orgánica incluye la sucesion alternativa de cúpulas o nudos y de artesas o cuencas,elementos circulares que van ligados por los trayectos de transicion o virgacion que muestran la construccion linear.La sucesion se expresa muy bien en el NW de Suramérica donde tenemos de Sur a Norte:la cuenca de Bolivia,la transicion Peruana,el nudo Ecuatoriano,la transicion Colombiana y la cuenca Caribe.Las modificaciones que sufre el desarrollo en el reste de los Andes se desprenden de la observacion orográfica y del grado regional de la intensidad tectónica.-La sucesion que se manifiesta en la seccion de los Andes que está situada en el NW de Suramérica se repite en forma semejante en la seccion de la Cordillera Oriental,comprendida entre Bogotá y Maracaibo.La sucesion esta cuenca de Bogotá,transicion Boyacense,nudo Santandereano, transicion Santandereana y cuenca de Maracaibo(véase cuadro 3).En

el cuadro 2 a) del Anexo se ven ademas los casos en que la expresion relativamente regular de la construccion orgánica se destaca en escala pequeña.

B. Construccion Tabular.

Los elementos tabulares abundan en los Andes, donde forman sobre todo los planos y altiplanos modernos(del plioceno a esta parte),pero tambien algunos antíguos(mesa tectónica de Colorado).En la seccion colombiana solo parece haber elementos tabulares modernos.Ellos se destacan sobre todo en el terreno del Valle y del Cauca que hemos estudiado,donde se hallan los altiplanos de Popayan y del Quindio y el plano del Valle.Dichas mesas cubren formas circulares y lineares que corresponden a formaciones mas antíguas y se extienden sobre todo en las cuencas,pero en veces tambien sobre los promontorios(promontorio de Popayan).

En apariencia,los elemehtos tabulares son planos perfectos,no afectados por el tectonismo.Sinembargo,viéndolos en un conjunto mayor(por ejemplo los planos del piso de Popayan entre las Cordilleras Central y Occidental),se distingue que ellos han sido levemente plegados.Ademas las investigaciones recientes demuestran que los movimientos tectónicos normales(y accidentales)prosiguen en tiempos históricos y por lo mismo este tectonismo lento y de gran amplitud debe haber afectado las formaciones recientes.-Esto vale con mas razon con respecto a las mesas antíguas,como la del Roroima en Venezuela(permiana?),la neogenoniana del Vaupetá,la del Colorado-plateau y las del los planos interiores de Norteamérica.

Caracteres orográficos de los departamentos del Valle y del Cauca.

Relacion orográfica general.

De acuerdo con las nociones que preceden, los departamentos del Valle y del Cauca se hallan situados en el Occidente de Colombia y, mas generalmente, en el lado occidental de Los Andes. Ellos abarcan ahí el Occidente Andino y el Vorland Occidental.

Los ramales de los Andes que pasan por dichos departamentos y que equivalen a los elementos lineares principales, son:

en el Occidente Andino:

1) la Cordillera Central, en especial su flanco occidental. En la zona de Tierradentro, el departamento del Cauca se extiende al flanco oriental de la Cordillera Central, es decir al Oriente Andino.
2) la hoyandina del Cauca.
3) la Cordillera Occidental.

en el Vorland Occidental:

1) la hoyandina del Pacífico en cuanto es terrestre.
2) la Cordillera de la Costa en la isla Gorgona.- Esta cordillera presenta una larga depresion submarina entre Cabo Corrientes y la punta NW del litoral ecuatoriano.

El lado occidental de Los Andes, sobre todo el terreno que se halla entre la Cordillera Occidental y la costa del Pacífico es mas estrecho y mas accidentado que el lado oriental de los Andes y ofrece extensiones continuas menores aptas para el desarrollo de centros cívicos y económicos al tiempo que la intercomunicacion terrestre se dificulta mucho. Ademas se caracteriza por la riqueza en minerales metálicos y por la escasez de minerales sedimentarios (carbon y petróleo). En cambio disfruta de la comunicacion costanera a lo largo del Pacífico que en el lado oriental de Los Andes se halla sustituida en gran parte por las comunicaciones en los rios grandes.

En medio de la morfologia mas o menos accidentada, el

caracter orográfico del lado occidental de Los Andes es notablemente uniforme porque predomina la construccion linear,producto de una evolucion activa.Así la Cordillera Occidental se deja perseguir de contínuo desde Colombia hasta Tierra del Fuego.La hoyandina del Pacífico es perceptible en una extension mayor,es decir desde Panamá hasta Tierra del Fuego,lo mismo que la Cordillera de la Costa cuyo caracter mas sensiblemente linear implica que ofrezca trayectos submarinos.La hoyandina del Cauca se percibe claramente desde el curso bajo del rio Cauca hasta el Sur del Perú(Marañon,Oroya).Mas hacia el Sur,la indiferencia siempre mayor que caracteriza la evolucion de la Cordillera Central(véase cuadro 2 y perfiles del cuadro 1)trae consigo el desvanecimiento orográfico de la hoyandina del Cauca,pero geológicamente se le reconoce muy bien porque tambien ahí es la zona costanera del geosinclinal occidental andino (véase cuadro estratigráfico general y perfiles evolutivos).-La construccion circular influye relativamente poco,segun se deduce del hecho de que los ramales del lado occidental de Los Andes,si bien se debilitan,no se desvanecen al paso por el flanco occidental del nudo Ecuatoriano.Tan solo en Urabá y Bolivar,como probablemente tambien en el otro extremo de Suramérica(Tierra del Fuego) resalta a rasgos mayores la influencia de la construccion circular(transiciones como indicacion de la construccion circular-linear).-En comparacion, el lado oriental de Los Andes se caracteriza por la fuerte influencia(Oriente Andino) y por el predominio(Vorland Oriental) de la construccion linear.A ello se debe la mayor tranquilidad de los aspectos morfológicos y la mayor variedad de aspectos que muestran los ramales andinos(planos por ejemplo en la Argentina,muy altos en Bolivia,etc).

Las condiciones de la intranquilidad del aspecto morfológico explican la razon porqué la evolucion cívica y económica de los paises y zonas del lado occidental de Los Andes ha ido a la zaga

del desarrollo de los paises situados en el xxxxxx lado oriental de Los Andes,o cuyas capitales se hallan ahí,y porqué el desarrollo de aquellos ha estado sometido a oscilaciones fuertes.

Estos puntos de vista generales tambien valen para el Occidente de Colombia como parte del lado occidental de Los Andes.Pero como zona del lado occidental de Los Andes, el Occidente de Colombia ofrece particularidades importantes.Primeramente la Cordillera Occidental no es la valla formidable como desde el Perú al Sur hasta el centro de Chile,sino es relativamente baja y permite la comunicacion de la hoyandina del Cauca con el Pacífico.De esta manera,los planos de la hoyandina del Cauca que ofrecen una altura considerable sobre el nivel del mar y un clima seco,han podido convertirse en el centro principal de la evolucion del Occidente de Colombia,en vez de la hoyandina del Pacífico que disfruta de un clima caliente y húmedo,inadecuado para el desenvolvimiento de centros económicos.Ademas esta seccion del lado occidental de Los Andes que tiene raagos importantes de simetria con Magallanes,disfruta de buenos puertos, los que no se presentan de Guayaquil al Sur,hasta Chile austral,como tambien ofrece una mineralizacion distinta a la citada seccion(por ejemplo platino).

Mas marcadas aun son las diferencias que existen entre el Occidente de Colombia y el Oriente de este pais,sobre todo si se comparan los elementos que son simétricos entre sí sobre la base del eje de simetria longitudinal que es la cumbre de la Cordillera Central.En efecto,el flanco occidental de la Cordillera Central es menos ancho y mas abru to en término medio que el flanco oriental donde van formándose importantes centros de poblacion.La hoyandina del Magdalena es mas alta que la hoyandina del Cauca y tambien mas quebrada,si se prescinde la seccion deplanos que se halla en los departamentos del Valle y del Cauca.La presencia de estos planos ha motivado enmedio del paisaje accidentado del Occidente xxxxxxxx hoyandina que ellos se convirtieran en los centros de evolucion.La Cor-

dillera Occidental es estrecha y muy accidentada en comparacion con la Cordillera Oriental donde se hallan los centros de evolucion del Oriente de Colombia. El Vorland Occidental se conserva terrestre tan solo en una faja angosta y tiene el inconveniente del clima caliente húmedo, es decir malsano, pero ofrece ensenadas angostas (cauces profundizados de rios) y bahias para el comercio marítimo. El Vorland Oriental se conserva en toda su amplitud y no muestra subdivision linear, motivo por el cual representa una unidad económica grande, comparable con la de la Pampa Argentina. En cambio no dispone de costa marina, pero si de una red fluvial valiosa que sirve para la comunicacion por agua.

En cuanto a la posicion que ocupan los departamentos del Valle y del Cauca con respecto a los elementos principales de la construccion orgánica, ellos se hallan en la parte alta de la transicion Colombiana que media entre la cuenca Caribe y el nudo Ecuatoriano. Por esta razon los terrenos del Valle y del Cauca que corresponden al Occidente Andino se hallan en una posicion alta sobre el nivel del mar y son relativamente angostos, es decir de unos 140 kms a la latitud de Cartago y de unos 120 kms a la latitud de Popayan. El estrechmiento hacia el nudo Ecuatoriano por lo visto no es muy notable, en contraposicion a la seccion del Oriente Andino que queda a la misma latitud y que se reduce de 200 kms (latitud del Sumapaz) a unos 80 kms (latitud de Garzon). Esto se debe a que el Occidente andino es cutectónico y no se desvanece tan perfectamente hacia el nudo Ecuatoriano como el Oriente Andino (véase desvanecimiento en el cuadro 3 del Anexo).- La situacion en la parte alta de la transicion Colombiana implica en el fondo tambien la conservacion de los planos de la hoyandina del Cauca en los departamentos del Valle y del Cauca, en especial porque ahí está la division de aguas entre el drenaje longitudinal hacia el Caribe (provocado por la construccion linear de la transicion Colombiana)

y el drenaje radial que verfica el nudo Ecuatoriano.En esta forma y de acuerdo con la mayor altura y los obstáculos que ofrece la hoyandina del Cauca,el rio Cauca que nace en la estribacion Norte del nudo Ecuatoriano no ha podido ejercer una erosion profunda,en contraposicion al rio Patia y los rios ecuatorianos que tienen pendiente fuerte hacia el Pacífico y hacia el Amazonas,y que pueden bajar directamente hacia los bajos del occidente y del Oriente porque las Cordilleras Occidental y Oriental se hallan debilitadas y desvanecida,respectivamente.Mas al Norte,donde dichas cordilleras cobran altura en comparacion con la Cordillera Central,ya representan vallas que no puede romper la erosion.

Descripcion especial de la orografia de los departamentos del Valle y del Cauca.

A.Cumbre y flanco occidental de la Cordillera Central.

Siendo elemento linear a rasgos generales,la Cordillera Central no muestra subdivision linear palpable debido a que consta de rocas antíguas o a que las formaciones mesozóicas han sido tan transformadas que no reflejan relieves característicos.

La cumbre de la Cordillera Central,al paso por los departamentos del Valle y del Cauca,está caracterizada por una faja paramuna,ondulada hasta plana,cubierta de pastos y a veces de matorrales,que tiene comunmente entre 3600 hasta 3800 m de altura y un ancho de unos 10 a 15 kms.Vista desde las salientes occidentales de la Cordillera Oriental,ella parece de nivel muy parejos en la extension comprendida entre el Nevado del Huila y la region del Quindio.Este nivel parejo que se mantiene entre 3600 hasta 3800 m sigue hasta el lado Norte del Puracé donde el páramo de San Francisco ofrece una altura de 3400 m.Al Sur del Puracé,la faja de la cumbre es plana hasta aterrazada a grandes rasgos y la altura oscila entre 3000 y 3100 m.Desde esta parte

hacia la vertiente del rio Cauca en el páramo de La Papas,el nivel vuelve a ascender a 3600 m y mas y la superficie se vuelve mas aterrazada y ondulada.

La zona mas interesante y valiosa que tiene la faja de la cumbre de la Cordillera Central es la que está situada al Sur y Suroeste del volcan de Puracé. Se trata ahí de una zona plana extensa cuya superficie es superior a 20 000 has. La zona plana está dividida en dos niveles,uno de los cuales tiene alrededor de 3100 m y comprende las planadas alomadas de Calaguala y de La Ceja,esta última situada en el divorcio del rio Cauca con el rio Mazamorras de San Agustin. El otro nivel tiene 3000 m y corresponde al que ocupa la Sabana de Paletará. Hacia el Oriente,la zona plana sigue hacia el lado Norte del rio Mazamorras desde donde cae en terrazas muy notables hacia la region de San Agustin(curso alto del rio Magdalena). Hacia el Occidente,allende el cajon del trayecto comunceño del rio Cauca y del cordon del Pegar,la zona desciende ondulosamente hacia el altiplano de Popayan. Hacia el NE y N,la zona plana sube al volcan de Puracé y al páramo de San Francisco el cual se halla a 3400 m de altura. Hacia el Sur se ven los aterrazamientos a lo largo del curso del Cauca y el cordon de Peña Blanca que separa la zona del Puracé de la del volcan extinguido de Sotará.-Como particularidad de esta zona hay que mencionar la laguna del Buey que está situado enmedio de la selva en el lado Sur del volcan de Puracé y en el desarrollo Norte de la planada de La Ceja. Esta laguna se consideraba vertiente del Cauca y del Magdalena,pero los estudios de Grosse en el páramo de Las Papas(Grosse:Huila-Caquetá) demuestran que no se halla ahí. Esta laguna que no hemos podido visitar de cerca,forma parte de la hoya hidrográfica del rio Mazamorras de San Agustin,segun observaciones convincentes desde el cordon del Buey(camino de Isnos). Su altura oscila alrededor de 3000 m.-Desde el páramo de San Francisco,la faja de la cumbre

sigue evidentemente en forma contínua hacia el paramo de Guanacas y Las Felicias donde cruza el camino Silvia-La Plata y luego hacia los páramos de Moras y Santo Domingo.La travesia por el páramo de Moras a 3600 hasta 3800 m muestra el cuadro característico de los terrenos paramunos ondulados cubiertos de pasto y en gran parte pantanosos.El camino a Tierradentro(rio Paez) va por una cuchilla transversal de roca y debe considerarse bueno.De ahí al Norte hasta el páramo de Barragan,situado en el divorcio del rio Magalagrande (Cauca) con el Cucuana(Magdalena) no hemos tenido ocasion de conocer la faja paramuna la cual atraviesan los caminos de Pacuyé-rio Paez y el de Palmira-Amaime-Caldaña(muy deficiente).En el páramo de Barragan la configuracion es notablemente ondulada y se levanta a 3600(paso del camino de La Yerba Buena) hasta 3800 m.En el Quindio, la erosion del rio Coello(Cermeillon) ha destruido la faja,pero esta sigue conservándose hacia el Nevado del Ruiz y mas al Norte.

Una faja paramuna semejante a esta tambien se presenta en las partes altas de la Cordillera Oriental,sobre todo en el divorcio del rio Magdalena con el Orinoco y es reducida en la cumbre de la Cordillera Occidental.Esta clase de terrenos tramilos,característicos para los grandes divorcios de agua se hallan vastamente en los Andes del Perú,donde constituyen segun Steinmann el plano troncal de la Puna.

El flanco occidental de la Cordillera Central que se extiende entre la faja de la cumbre y el borde de los altiplanos de Popayan y del Quindio y del plano del Valle,ofrece en lo general una constitucion muy accidentada,excepto en la zona del curso alto del rio Cauca y de los afluentes que recibe el Cauca en estos trayectos.Esta zona se compone de lomajes,cordones y planadas aterrazadas con intercalacion de hoyas fluviales estrechas hasta encajonadas que ascienden desde el altiplano de Popayan hacia la cumbre de la Cordillera Central.Mas brusco se vuelve el paisaje hacia el curso alto

del rio Palo que tiene caida fuerte hacia el plano del Valle. Sin-
embargo tambien ahí los terrenos se prestan para la agricultura y la
ganaderia, asimismo que para núcleos de poblacion. Al lado de la sec-
cion mariñense y antioqueña del flanco poniente de la Cordillera Central, se trata
de la zona mejor poblada de dicho flanco. Sobre todo son buenos los
terrenos que se hallan mas cerca a la cumbre; los que se hallan hacia
el altiplano y que ofrecen una superficie mas tranquila presentan
un clima seco. El centro mas importante de la citada zona es la po-
blacion de Silvia (2540 m, segun Reiss y Stuebel). - Mientras en la
region de Tacueyó la configuracion del flanco occidental ya es
muy abrupta, ella se vuelve en sumo grado brusca al Este de Corinto-
Miranda, donde parece difícil encontrar extensiones cultivables de
tierra. Los paredones se levantan bruscamente desde el plano del
Valle y se ven relucir hasta muy arriba de la cordillera. Mas al Norte
hasta la region de Barragan, caserio situado en el curso alto del
rio Bugalagrande, el flanco sigue accidentado y en gran parte inu-
provechable, pero se intercalan zonas importantes que estan pobla'n-
dose con colonos, como la que se halla al Oeste de Barragan, al Este
de Tuluá-Buga y al Este de Palmira.

En cuanto a la delimitacion del flanco occidental con la
hoyandina del Cauca se observa como particularidad que tan pronto
avanza el flanco hacia la hoyandina como retrocede a favor de la
ampliacion de la hoyandina. El sector mas estrecho que tiene el flanco
occidental se halla al Este de la línea Corinto-Palmira. Al Norte
de Palmira, el flanco se amplia considerablemente, de manera que en
Buga el ancho de la hoyandina viene a reducirse de unos 35 kms que
tiene entre Corinto y Palmira, a unos 10 kms. Este estrechamiento
de la hoyandina va cediendo muy lentamente hacia Bugalagrande y
rápidamente en el altiplano del Quindio, teniendo en cuenta que este
altiplano forma realmente parte de la hoyandina del Cauca. En dicho
altiplano, el flanco vuelve a estrecharse tan notablemente como en
Corinto-Palmira, pero se amplia considerablemente en el borde septen-

trional del mismo altiplano.Esta ampliacion se reduce otra vez en la region del rio Arma,vuelve á presentarse en la region de Titiribí-Heliconia,cede en la region de Sopetran y aparece otra vez al Norte de Sopetran.Esto demuestra que alternativamente el flanco occidental de la Cordillera Central va ampliando y reduciéndose con respecto a la hoyandina del Cauca.

Al observar de cerca una de estas ampliaciones,en especial la que se presenta al Este de Buga-Bugalagrande,se distingue que se forma un nudo de grandes proporciones,el cual se halla secundariamente ligado a la Cordillera Central,en igual forma como la ampliacion de Titiribí que ha representado Grosse(Antioquia).En este nudo de Titiribí se presentan las características del principio de la construccion orgánica,es decir la de elementos lineares que se congregan a formar elementos circulares.En efecto se distinguen en general dos cordones y dos valles tectónicos que ascienden desde el curso transversal del Cauca,aguas abajo de la desembocadura del rio Arma,hacia la region de Fredonia y de ahí hacia Titiribí y Heliconia.Allende esta culminacion ellos vuelven a descender hacia Sopetran.De esta manera se forma un nudo que tiene la particularidad de estar ligado mixmudo a la Cordillera Central y que por lo mismo tiene aspecto de promontorio,término que se aplicará a esta clase de nudos ligados. Los mismos elementos lineares como base de determinacion de los promontorios se observan en el descenso de la ampliacion de Buga hacia el altiplano del Quindio.Ahí se observan tres cordones,menores que los del promontorio de Titiribí,los cuales se extienden entre Sevilla y Cáceres y van separados por hoyas.Su particularidad consiste en que el descenso morfológico y probablemente tambien el geologico es largo y lento porque se inicia desde el lado Norte del rio Bugalagrande y se percibe hasta el curso transversal del rio de La Vieja. Hacia el Sur,el descenso de la ampliacion de Buga es relativamente uniforme y no hemos podido observa subdivision en cordones y valles,

pero esto no quiere decir que tambien ahí no se manifieste un descenso conforme al principio de la construccion orgánica, siendo que este descenso las mas de las veces no se presenta diferenciado (lado Sur de la cuenca de Bogotá y lado Este de la cuenca de Maracaibo). Lo decisivo en este caso es que la ampliacion de Buga desciende hacia el Sur a la cuenca de Cali, como hacia el Norte desciende hacia la cuenca del Quindio (ambas cuencas se describiran adelante). En vista de que entre ambas cuencas la ampliacion de Buga muestra una culminacion ámplia, ligada a la Cordillera Central, tambien este elemento es un promontorio del tipo del de Titiribí. Desde luego vemos que tambien el altiplano de Popayan se halla entre dos cuencas (la de Cali y la del Patia) y que en su parte septentrional se presentan elementos lineares en forma de los cordones de La Chapa y de Buenos Aires y de los valles intermedios. Esto demuestra orográficamente que el altiplano de Popayan debe ser un promontorio de la Cordillera Central que ha sido emparejado posteriormente por los sedimentos que constituyen el altiplano. Esta determinacion orográfica luego se comprueba con la determinacion geológica.--Por lo visto, las ampliaciones que muestra el flanco occidental de la Cordillera Central corresponden a promontorios, los cuales en su sucesion de Sur a Norte son:

1) promontorio de Popayan
2) promontorio de Buga
3) promontorio de Manizales, al Norte del altiplano del Quindio
4) promontorio de Titiribí
5) promontorio que se indica al Norte de Sopetran.

Segun se verá adelante, los promontorios en cuestion alternan con cuencas que corresponden a los estrechamientos del flanco occidental de la Cordillera Central, o sea a las ampliaciones de la cuenca de Cali. Esta alternacion de promontorio (nudo) y cuenca demuestran que en dicho flanco el principio de la construccion orgánica

se halla desarrollado de manera muy regular,en contraposicion al flanco oriental de la Cordillera Occidental donde se halla casi suprimido a favor de la construccion linear.

Con respecto a la línea que separa entre Popayan y Armenia los promontorios y la Cordillera Central,es de advertir que ella tiene el mismo rumbo como el eje de la hoyandina del Cauca en la misma extension.Esto es importante porque los promontorios en el fondo no son partes de la Cordillera Central,sino mudos de la hoyandina del Cauca,que por razones de conveniencia hemos dibujado como partes de la Cordillera Central.

B. Hoyandina del Cauca.

La hoyandina del Cauca,como elemento que se intercala entre las Cordilleras Central y Occidental a lo largo de Los Andes(véase cuadro 2),se amplia y se estrecha de manera muy notable.En la seccion de los departamentos del Valle y del Cauca, la variabilidad de ancho depende esencialmente de la línea curva de contacto con la Cordillera Central.El contacto con la Cordillera Occidental en cambio es de manera prevalente rectilíneo.Ello está de acuerdo con las estructuras circular-lineares que se presentan en el lado de la Cordillera Central y con la construccion linear que ofrece la Cordiliera Occidental.

Al reconocer la ampliacion que ofrece la hoyandina del Cauca en la zona de Cali-Palmira-Corinto-Jamundí,se vé directamente que se trata de una cuenca de superficie emparejada. Ella va bordeada al Norte por el promontorio de Cuga,al Este por la Cordillera Central,al Sur por el promontorio de Popayan y al W por la Cordillera Occidental,es decir se halla rodeada por elementos altos en forma análoga como las cuencas de Bogotá y de Maracaibo.Pero la cuenca en cuestion que llamaremos cuenca de Cali tiene una particularidad,consistente en que se prolonga en el borde de la Cordillera Occidental hacia el Sur y hacia el Norte.

La prolongacion Norte está representada por la angostura del plano del Valle que va de Buga hacia Cartago y que se produce por la ampliacion del flanco occidental de la Cordillera Central en el promontorio de Buga.Esta prolongacion se llamará angostura de Buga-Cartago.La prolongacion Sur equivale a la angostura del rio Cauca que se desarrolla desde la region de Timba Suarez hacia la desembocadura del rio Seguengue(no Seglengüe) y hacia el rio Lucio que viene de la region de Tambo(Cauca).Esta angostura que se llama de manera general angostura de Morales sigue geológicamente a la cuenca del Patia,es decir comunica dos cuencas de la hoyandina del Cauca.La cuenca del Patia ha sido estudiada por Grosse en toda su extension desde el borde Sur del altiplano de Popayan hasta la region de Tambo(Berrío).Su forma orográfica de cuenca se halla a la vista;el emparejamiento que la caracterizaba anteriormente ha sido destruido por la erosion del rio Patia que desciende con declive fuerte hacia el Pacífico.-En cuanto al altiplano del Quindio,la forma de cuenca que le corresponde en contraposicion al altiplano de Popayan que es un promontorio,se desprende primeramente de las particularidades de la transicion del mismo promontorio de Buga hacia ella,ademas por su delimitacion al Oriente por la Cordillera Central, al Norte por el promontorio de Manizales y al Oeste por el cordon (cuchilla) de Santa Bárbara.Este cordon no es notablemente mas alto que la superficie del altiplano del Quindio,pero se destaca como delimitacion de la cuenca del Quindio segun puntos de vista geológicos.Es de advertir que la cuenca del Quindio no ocupa todo el ancho de la hoyandina del Cauca como sucede con respecto a las cuencas de Cali y del Patia,sino que abarca solamente la parte central y oriental,mientras la parte occidental de la hoyandina está ocupada por la angostura de Buga-Cartago.-Allende el promontorio de Manizales se forma otra cuenca que linda al Norte con el promontorio de Titiribí y que llamaremos cuenca de Fredonia-Supia.

La próxima cuenca,tambien orográficamente bien destacada es la pequeña cuenca de Sopetran que se intercala entre el promontorio de Titiriví y el promontorio que se inicia al Norte de la cuenca de Sopetran.En analogia a la angostura de Moralba que comunica las cuencas de Cali y del Patia,la angostura que llamaremos de Anzá comunica las cuencas de Fredonia-Tupia y de Sopetran.

Esta descripcion y la que se refiere al flanco Oeste de la Cordillera Central demuestran la siguiente alternacion de cuencas y promontorios sobre una faja que propiamente es de la hoyandina del Cauca:

1) cuenca del Patia
2) promontorio de Popayan
3) cuenca de Cali
4) promontorio de Buga
5) cuenca del Quindio
6) promontorio de Manizales
7) cuenca de Fredonia-Tupia
8) promontorio de Titiriví
9) cuenca de Sopetran
10) promontorio que se inicia al Norte de Sopetran.

Esta manifestacion tan excepcionalmente contínua del esquema de la construccion orgánica que se realiza sobre el lado de la hoyandina del Cauca que linda con la Cordillera Central,probablemente tambien se presenta en el Ecuador porque desde el tiempo de Humboldt se conoce la subdivision en cuencas de aquella seccion de la hoyandina del Cauca.Pero hay que tener en cuenta que la determinacion tectónica en esta seccion parece ser difícil por el encubrimiento del terreno con formaciones volcánicas modernas.

En cuanto al límite de la hoyandina del Cauca con la Cordillera Occidental,la expresion de la construccion circular-linear es ahí muy deficiente debido al caracter esencialmente linear que caracteriza la Cordillera Occidental.La entrante mas notable que tiene la Cordillera hoyandina del Cauca hacia la Cordillera Occidental es la que se halla al Sur de los Farallones de Cali y al Oeste de la línea Timba-Jamundí.Su terreno se levanta a 300 hasta 400 m sobre el nivel del plano del Valle y está formado de filos y hoyas

longitudinales que afluyen al rio Timba y expresan la construccion lineal y, segun puntos de vista geológicos, la construccion circular-linear, pero en una forma bastante modificada. Esta entrante que se llamará de La Liberia porque en ella se halla el caserio del mismo nombre, naciendo el Oeste a la Cordillera Occidental, al Norte a los Farallones de Cali y al Sur a la saliente de Cuarez que ofrece la Cordillera Occidental entre Cuarez y el rio Murilopito. Otra entrante relativamente considerable se halla al Occidente de Pinde-Ronsario, sobre todo hacia las cabeceras del rio Pinde. Ella es semejante a la entrante de La Liberia y se refleja como esta por su pertenencia original al altiplano de Popayan. Esta entrante que se llamará entrante de Pinde linda hacia el Norte con el cerro Aguila (cabeceras del rio Anguitó) que forma parte de la saliente de Cuarez. -Mejor expresado se halla el principio de la construccion circular-linear en la region de Cali (monopromontorio de Cali), pero ahí solo es determinable sobre la base de los estudios geológicos. Al Norte de Cali, el contacto de la hoyandina del Cauca con la Cordillera Occidental se caracteriza por un engranaje de entrantes y salientes que se pudiera interpretar como manifestacion de la construccion circular-linear, pero que es esencialmente efecto de erosion de los rios que bajan de la Cordillera Occidental. Mas al Norte, en los rios Risaralda y San Juan de Andes parece presentarse el único promontorio notable del lado Oeste de la hoyandina del Cauca. Este promontorio que se denominará provisionalmente promontorio de Risaralda, no se ha podido estudiar de cerca pero se infiere del sistema hidrográfico que determina y de la descripcion que de esta zona nos ha hecho E. White Uribe. Desde este promontorio hasta Antioquia, el límite de la hoyandina del Cauca con la Cordillera Occidental vuelve a ser esencialmente lineal.

En cuanto a las estructuras típicamente lineares que se hallan en el lado occidental de la hoyandina del Cauca se destaca

la estructura que hemos llamado Semiplano del Carbon. A rasgos generales se trata de un residuo del altiplano de Popayan que se desprende de él al Norte de Tumbo(Cauca) y sigue por la falda baja de la Cordillera Occidental hasta la region de Cali y Yumbo. La erosion ha desfigurado considerablemente este semiplano y de esta manera han quedado a la vista los elementos lineares que lo componen. Filos se reflejan orográficamente por los filos notablemente paralelos y los hoyos intermedios que se distinguen sobre todo en el trayecto de El Playon hasta el curso bajo del rio Cauca del Tambo(Cauca) y en el trayecto que se halla al Oeste de Timba-Jamundí. Estos filos se enlazan hacia los divorcios de agua intermedios que se forman en el Semiplano del Carbon y estan cortados por los rios que atraviesan el semiplano, pero su desarrollo lineal siempre es muy palpable y se acentúa mas, desde que se reconocen sus bases geológicas.

Otra estructura que se presenta lineal, pero que se halla sobre el lado de la Cordillera Central es la que coincide con el Semiplano de Iberia, situado al Este de la línea Buga-Bugalagrande. Este semiplano cae bruscamente al plano del Valle y se levanta a unos 150 hasta 200 m sobre el nivel de este. Se sobre todo su canto occidental el que refleja orográfica y geológicamente la construccion lineal. En menor escala, la construccion lineal se manifiesta en la subdivision que muestra la transicion del promontorio de Buga hacia la cuenca del Quindio y por la cuchilla de Santa Bárbara, asimismo que por los cordones de La Chapa y Buenos Aires que corresponden a la transicion del promontorio de Popayan hacia la cuenca de Cali.

Las formas mas destacadas que presenta la hoyandina del Cauca en la seccion de los departamentos del Valle y del Cauca son las tabulares que son continuas y ocultan la mayor parte de las formas lineares y circulares que hay en el sobrante. Las formas tabulares

presentan tres niveles principales.De acuerdo con la nommenclatura que al respecto existe en la region de Peltá(costa del Pacífico),pero en tendencia de generalizacion,estos niveles se calificaran de

1)maxiplano(tipo altiplano de Popayan)
2)mediplano(tipo semiplano de San Iberia)
3)miniplano(tipo plano del Valle).

El maxiplano es el plano original,mientras el mediplano y el miniplano reflejan las etapas principales de la destruccion del plano original.El maxiplano se ha formado en Colombia despues de realizada la eroccion de Los Andes,segun se desprende del hecho de que la superficie en que se colocan los depósitos que forman el maxiplano es análoga a la actual.En nuestro concepto,la formacion del maxiplano se ha formado alrededor del plioceno y la de los demas en el pleistoceno.

El representante típico del maxiplano es el altiplano de Popayan que se conserva en una longitud de 50 kms y en un ancho de 30 hasta 20 kms.La altura en la parte meridional es de 1800 hasta algo mayor, mientras en el Norte es de 1750 hasta 1650 m,circunstancia que indica un leve declivio de Sur a Norte.Mas notable es el declive del altiplano desde el pié de la Cordillera Central hacia la línea Timbo-Piagua,línea desde la cual se distingue otro ascenso hacia la Cordillera Occidental.La parte mejor conservada de la superficie se halla en la parte Sur del altiplano,o sea en el divorcio de aguas del rio Cauca con las del rio Patia.El terreno es ahí ondulado y los rios que afluyen al Cauca todavia no muestran encajonamiento.Hacia el Norte,sobre todo hacia la region de La Yunga-Piagua,la profundizacion del lecho del rio Cauca y la consiguiente del lecho de sus afluentes principales ha provocado la formacion de cañones fluviales profundos que separan zonas planas hasta onduladas del altiplano.La única elevacion notable en el altiplano es el cerro de La Tetilla,situado al WNW de Popayan que culmina en el cono agudo de La Tetilla(1822 m,Reiss y Stuebel).

Otra elevación menor geográficamente apenas perceptible se halla en Timba. En la parte NW del altiplano resalta un cerrito en la region de la estancia de María Auxiliadora del FC. de Popayan a Cali.- En cuanto a la extension original del altiplano de Popayan se vé primeramente que este ascendia en forma continua hacia la cumbre de la Cordillera Central, es decir a alturas de mas de 3000 m. Este ascenso se manifiesta casi de continuo por los planos inclinados y por las terrazas que suben desde Popayan hacia el Cordon del Penar y que luego siguen hacia la base del cono del volcan de Puracé y hacia la faja llana de la cumbre de la Cordillera Central.- La conservacion hacia la cuenca del Patia es muy deficiente debido a la actividad erosiva del rio Patia, pero se manifiesta por la mesa del Bronceado (Dolores) y numerosos otros residuos. En direccion Norte, el desarrollo original del altiplano se percibe hasta la region de Cali por el semiplano del Carbon que es un residuo relativamente desfigurado del altiplano y que refleja sobre todo el caiento de los sedimentos. Aparte de las niveles parejos que se conservan en la parte alta del semiplano, su relacion con el altiplano de Popayan se manifiesta por la conservacion de los mismos sedimentos del altiplano. Estos se presentan sobre todo en la region de Cali (ascenso de la cuesta hacia el mar) donde tambien se distingue en condiciones favorables el ascenso del altiplano hacia la cumbre de la Cordillera Occidental (véase tambien Stutzer). Hacia el lado de la Cordillera Central, donde la erosion es mas fuerte conforme al declive mayor que tienen los rios, el altiplano ha sido destruido hasta la region Cevilla, pero sus niveles se manifiestan por los aterrazamientos altos que se presentan en los boqueranes de los rios al salir estos de la cordillera (p.e. boqueron del rio Bugalagrande). Al Este de Sevilla vuelven a encontrarse residuos de niveles del altiplano de Popayan y este se presenta luego en mayor extension de conservacion sobre el altiplano del Quindio que tambien

ofrece declive desde la Cordillera Central hacia el Oeste(altura en Armenia 1500 y en Alcalá 1300 m,aproximadamente).-De esta extension en que se conservan resíduos del altiplano de Popayan se deduce que el maxiplano se desarrollaba originalmente en forma contínua desde la cuenca del Patia hasta la region de Cartago y desde la hoyandina del Cauca hacia las cumbres de las Cordilleras Central y Occidental.Como sus residuos tambien se determinan en la seccion ecuatoriana de la hoyandina del Cauca y de ahí hasta el altiplano de Bolivia,y como ellos tambien se presentan desde la cumbre de la Cordillera Central hasta los Llanos Orientales, es evidente que debe haberse tratado de un emparejamiento vasto de la zona andina(véase último de los cuadros evolutivos que se acompañan al cuadro estratigráfico general).

El medioplano no tiene mayor extension y solo se distingue bien por el semiplano de La Iberia (1200 m,aproximadamente) que ofrece una conservacion mejor que el semiplano del Carbon.Las zonas planas se conservan satisfactoriamente al W de Bugalagrande-Tuluá,pero los niveles se perciben hasta Buga y en direccion Norte hasta la region de Cartago.

El miniplano tiene una extension longitudinal de 200 kms y un ancho variable de 35 hasta 10 kms en la zona del plano del Valle.La altura media de este plano se puede estimar en 1000 m, pero a lo largo del talvegá del Cauca ella es menor(940 m omenos). El declive hacia el Norte es muy suave,segun se desprende del curso meándrico del rio Cauca y de su descenso leve desde la region de La Bolsa(entre Quilichao y Jamundí) hacia Cartago.La superficie del plano aparece a la vista perfectamente plana y solo se arruga de Obando al Norte donde se interponen colinajes bajos.El área que ocupa es de unos 5000 kilómetros cuadrados,es decir excepcional enmdio dé del paisaje andino,sobre todo del Occidente Andino.

C. Cordillera Occidental.

A pesar de que la Cordillera Occidental es el elemento linera por excelencia de Los Andes, su subdivision en elementos lineares menores no se manifiesta en la seccion del Valle y del Cauca. Sinembargo ella segiramente debe estar presente y ser el rasgo mas característico de la cordillera, pero no llega a ser palpable en primer lugar porque la contraccion fuerte que ha sufrido la cordillera ha desvanecido los contrastes entre las serranias y los valandinos y entre los subelementos de estos. Por esta razon y tambien por la proximidad de la costa(descenso fuerte de los rios), los rios la cortan principalmente en sentido transversal al rumbo, de manera que sus trayectos solo ocasionalmente muestran la construccion linear. Tambien debe haber tenido influencia, la constitucion preferente de estad cordillera por rocas volcánicas(cretáceo).

Para reconocer la subdivision linear de la Cordillera Occidental en la seccion del Valle y del Cauca, es necesario observarla en otras partes donde se presenta claramente, y entre las que e isten, la mejor es la transicion de Urabá-Bolivar que corresponde al traspaso del nudo de Frontino hacia la cuenca del Darien(flanco W desvanecido en la cuenca Caribe). La representacion de esta subdivision se ha hecho en el cuadro del platino. Los miembros lineares, segun se vé, constan de tres serranias y de dos valandinos. La serrania oriental está representada por el lomo bajo de Sincelejo que viene desde las vertientes del San Jorge y Sinú hacia Sincelejo y sigue hacia la region de Cartagena-Barranuilla. El valandino oriental(del Sinú) ocupa las planadas al Oeste de la citada serrania y va recorrido en su lado poniente por el rio Sinú. Hacia el Sur(contraccion de la Cordillera Occidental) el valandino aduiqre caracter accidentado y se estrecha, lo mismo que los demas miembros lineares. La serrania central equivale a la serrania de Abibe, la cual desciende y se amplia hacia el Caribe en igual forma

como sucede con la serrania central de la Cordillera Oriental en su descenso hacia la cuenca de Maracaibo. Hacia el Oeste sigue el valandino occidental (del Leon) que es mas angosto que el valandino oriental. Finalmente se presenta la serrania occidental, desvanecida en parte por la depresion que sufre entre el curso bajo del rio Sucio (de Cabeiba) y Cautatá. Esta depresion no es algo excepcional sino efecto del caracter onduloso que suelen adoptar los ramales y subramales andinos (véase p.e. depresiones de San Cristobal y de Barquisimeto en la serrania oriental de la Cordillera Oriental). Allende la depresion citada que se compensa con el levantamiento de la hoyandina del Pacífico en el divorcio Atrato-Tuyra, la serrania occidental se desarrolla regularmente por Panamá hacia Costarica.

Al perseguir estos elementos de la Cordillera Occidental hacia el Sur, se observa que ellos ascienden, sobre todo la serrania central y el valandino oriental, y forman el nudo de Frontino. A la latitud de este nudo, los valandinos todavia se destacan por trayectos fluviales, pero luego tiende a desvanecerse la subdivision longitudinal, exceptuando la serrania oriental que se destaca como divorcio general o intermedio de aguas hasta el Ecuador. Al Occidente de esta serrania se halla indicado el valandino oriental por algunos trayectos fluviales, pero no se desprende la posicion de la serrania central, salvo en el trayecto de la serrania del Dagua que es la que atraviesa el ferrocarril de Cali a Buenaventura en la angostura del Dagua. Sinembargo como los ramales ascienden y descienden de nivel, no se sabe con seguridad si acaso la serrania del Dagua no es un trayecto de la serrania occidental y si la serrania central no ofrece una depresion en este sector. Para respaldar el concepto de que la serrania del Dagua sí corresponde a la serrania central debe tenerse en cuenta que la Cordillera Oriental, a medida que se acerca al nudo Ecuatoriano, va desvaneciéndose de tal manera que primero desaparece la serrania

Oriental y con ella el valandino occidental,luego la serrania central y el valandino occidental y finalmente la serrania occidental.Los ramales de la Cordillera Oriental se desvanecen pues hacia el nudo Ecuatoriano del lado exterior andino hacia el interior.La Cordillera Oriental es simétrica a la Occidental y por lo tanto se puede esperar que tambien esta se desvanezca hacia el nudo Ecuatoriano en forma semejante a la Cordillera Oriental,es decir del lado exterior hacia el lado interior,pero como ella es eutectónica y por lo tanto no se confunde tan perfectamente con el nudo Ecuatoriano como la Cordillera Oriental que es hemitectónica,tambien el desvanecimiento de sus serranias y valandinos no será tan perfecto.Esto es evidentemente lo que acontece.Las observaciones del nudo de Frontino al Sur indican que hacia Quibdó e Istmina debe desvanecerse la serrania occidental como elemento exterior y mas débil de la Cordillera Occidental y con ello tambien el valandino occidental se confundirá en la hoyandina del Pacífico.Pero los demas elementos lineares de la Cordillera Occidental se sostienen evidentemente de ahí hacia el Sur.Este concepto lo respalda tambien la presencia de aluviones de platino en el lado occidental de la serrania del Dagua(Stutzer;Calí-Buenaventura),siendo entendido que los aluviones platiníferos tienen principalmente sus cabeceras en el lado occidental de la serrania central de la Cordillera Occidental donde por lo tanto tambien debe estar la roca madre del platino.En consecuencia es de suponer que la serrania del Dagua equivalga a la serrania central de la Cordillera Occidental.-El desvanecimiento se ha representado en el cuadro orográfico del Occidente de Colombia y en el cuadro 3 del Anexo se encuentra el desvanecimiento de la Cordillera Oriental(hacia el nudo Ecuatoriano).

Los elementos circulares(combinados con los lineares) parecen ser escasos en la Cordillera Occidental,comparándola con la Cordillera Oriental.El nudo mas importante que se presenta en la seccion

colombiana es el nudo de Frontino que abarca todo el ancho de la Cordillera Occidental y es su culminacion mas importante orográfica y geológica.Al Norte se desarrolla la transicion de Urabá-Bolivar que conduce a la cuenca del Darien,desvanecida en el lado oriental porque se confunde con la cuenca general del Caribe.Hacia el Sur no se manifiesta ya el principio de la construccion orgánica,una vez porque la contraccion de la cordillera es excesiva,otra vez porque el levantamiento del trayecto alto de la Cordillera de la Costa implica el debilitamiento de la serrania occidental al N de los 5° lat. N.(efectos isostáticos).-En lo demas solo hemos podido reconocer algunos nudos a lo largo de la seccion de la serrania oriental que pasa por los departamentos del Valle y del Cauca.El mas importante entre ellos es el nudo de Anserma Nuevo,culminacion prolongada de la serrania oriental que traspasa los 3000 m considerablemente. Este nudo se halla separado del nudo de Rio Frio que sigue al Sur por una depresion larga cuya parte mas baja se halla en La Llanada al Oeste de la poblacion de Bolivar(Valle) y tiene 1600 m de altura(Of. de Longitudes).Al lado de la depresion de La Cumbre,situada al N de Cali,ella da el paso mas favorable desde la hoyandina del Cauca hacia el Pacífico.El nudo de Rio Frio es menos largo que el de Anserma Nuevo,pero llega a alturas semejantes. Su culminacion queda aproximadamente al Este de Tuluá y en ella nace el rio Frio uno de los mas caudalosos o el mas caudaloso que bajan desde la Cordillera Occidental hacia el plano del Valle.Al Sur del nudo del Rio Frio se desarrolla la depresion de La Cumbre cuya altura mínima es de 1600 m y que ofrece los pasos mas traficados desde el plano del Valle hacia el Pacífico,entre ellos el de La Cumbre donde pasa el FC. del Pacífico.El último nudo importante de la serrania oriental es el de Los Farallones de Cali cuya altura puede llegar a 3000 m o quizá traspasarlos.El aspecto orográfico de nudo es bien definido,pero es difícil decir por ahora si tambien

le corresponde la forma tectónica de nudo porque está formado de rocas intrusivas(dioritas tonalíticas).Al Sur de este nudo ya no se destacan elementos culminantes grandes sobre la serrania oriental. A juzgar por la reparticion radial de las aguas puede hallarse uno de relativa importancia en la cabecera del rio Micay;en lo demas solo se destacan cerros menores,como el de Naya,el del Aguila y el del Munchique de Tambo,cuya equivalencia tectónica no se ha podido establecer.

Con respecto al ancho de la Cordillera Occidental conviene mencionar que este es a la latitud de Turbo(transicion de Urabá-Bolivar) de 200 kms,a la latitud del nudo de Frontino de 80 kms y a la latitud del Valle y del Cauca de unos 50 kms.Esta reduccion del ancho es característica para todas las cordilleras del orogeno en direccion al nudo Ecuatoriano.En parte se debe a la mayor contraccion que sufren los ramales en esta direccion,pero en parte,segun se ha explicado,tambien es efecto del desvanecimiento de los elementos exteriores(Cordilleras Oriental y Occidental).En cuanto a la altura media que tiene la Cordillera Occidental,ella se puede estimar en 2500 hasta 3000 m en el nudo de Frontino y en 2000 m y quizá menos en la seccion del Valle y del Cauca.Este descenso hacia el Sur al cual corresponde un descenso semejante de la Cordillera Oriental hacia el nudo Ecuatoriano y un levantamiento relative y efectivo del nivel de la Cordillera Central,refleja orográficamente la manera como se forma el nudo Ecuatoriano(véase perfiles cuadro 1).

D. Hoyandina del Pacífico.

La hoyandina del Pacífico es un bajo litoral cubierto de selva que se distingue por un clima caliente y húmedo.En la seccion que corresponde a los departamentos del Valle y del Cauca se distingue en la costa un lomo de arena y tras este la faja cenagosa de los manglares,atravesada por pequeños canales intercomunicados y ensenadas mas o menos profundas que estan cerradas generalmente por una barra en

el lado marino. Desde los manglares se levanta lentamente la faja de tierra firme que sigue plana hasta aterrazada y ondulada hacia el pié de la Cordillera Occidental. Las grandes diferencias de marea que hay en el Pacífico y que llegan en la costa colombiana a unos 3 m, y la falta de un trayecto de rocas duras en el sector litoral del Valle y del Cauca que defienda los sedimentos blandos de la hoyandina del Pacífico ha conducido a la formacion de ensenadas importantes, entre ellas la de Buenaventura.

Segun se desprende de la representacion en el mapa orográfico del Occidente de Colombia, la parte conservada de la hoyandina del Pacífico en la seccion del Valle y del Cauca corresponde tan solo al lado oriental, mientras el lado occidental se halla debajo del nivel del mar y forma un bajo costanero. La línea de separacion entre ambos lados, el terrestre y el submarino, es paralela a la Cordillera Occidental y revela una particularidad de la construccion linear. La destruccion de la costa parece obedecer a movimientos tectónicos que se expresan por terremotos tectónicos. En efecto durante el terremoto de 1906 se ha hundido una parte importante del litoral enfrente a la isla Gorgona la cual por su parte parece hallarse en estado de hundimiento lento (avance del mar por los planos en la margen de la isla). Para la conexion terrestre entre la isla Gorgona y el litoral es característico que en ella se encuentren mamíferos (entre ellos simios) que no parecen haberse individualizado.

B. La Cordillera de la Costa.

Entre Cabo Corrientes y la punta NW del litoral ecuatoriano, la Cordillera de la Costa ofrece una depresion muy fuerte y se halla hundida, bajo el nivel del mar, a excepcion de la isla Gorgona que pertenece al departamento del Cauca, segun entendemos. Esta isla seguramente es un nudo que se levanta en la depresion, pero a pesar

de su forma circular conserva caracteres de la construccion lineal que se expresan por la subdivision de la isla en la propia Gorgona, formada de gabros, sedimentos mesozóicos cornubianizados y un derrame neocretáceo (lado de La Tasca), en la barra de La Tasca, formada de sedimentos terciarios, y en la isla Gorgonilla que está formada de sedimentos mesozóicos cornubianizados. Esta subdivision lineal tambien es típica para el trayecto solevantado de la Cordillera de la Costa que se extiende de Cabo Corrientes al Norte. En lo demas, el ascenso y descenso de los trayectos de la Cordillera de la Costa demuestran su construccion general por formas circulares-lineares que contrastan con las formas esencialmente lineares de la Cordillera Occidental.

Segun los relieves al Sur de Cabo Corrientes, una seccion estrecha del lado oriental de la Cordillera de la Costa se conserva en la region de la bahia de Málaga y continua al Sur hacia la costa de Tumaco.

Caracteres hidrográfico-orográficos.

Conforme a la construccion decididamente lineal que tiene la transicion Colombiana, el drenaje principal de agua se verifica en ella longitudinalmente (Cauca, Magdalena, Atrato, San Juan). En donde influye la construccion circular y se forman depresiones, los rios aprovechan esta circunstancia para fluir en sentido normal al rumbo de los ramales andinos, como sucede en la seccion de la Cordillera Occidental y de la hoyandina del Pacífico que corresponde a los dppartamentos del Valle y del Cauca, frente a la cual se halla hundida la Cordillera de la Costa. En el curso transversal influye ademas la contraccion excesiva que sufre un cordillera, como la Occidental en la seccion del Valle y del Cauca. Los rudos, como el Ecuatoriano

y el de Frontino,provocan la reparticion radial de las aguas,la cual se destaca tambien en los nudos de menor tamaño,como los de Anserma Nuevo,Rio Frio,Farallones de Cali,etc.Las cuencas en cambio muestran la reunion concéntrica de las aguas,como sucede p.e. en la cuenca de Cali.-De esto se desprende que el desarrollo de los rios y de las quebradas tiene especial importancia para la determinacion de las formas orográficas y tectónicas,lo mismo que la complexidad de los sistemas hidrográficos que revelan la complexidad orográfica y tectónica.Se comprende que no en todos los casos la relacion entre hidrografia y orografia es tan elemental como la hemos descrito y que por lo mismo se necesita de investigaciones especiales para obtener el provecho debido,pero como es evidente que el desarrollo de los sistemas hidrográficos es una funcion de la tectónica,sus particularidades orientan mas a fondo sobre los caracteres de la tectónica y de la orografia de lo que hasta ahora comprendemos.Estas deducciones son de valor para apreciar teóricamente las zonas que no se han explorado y que son difíciles de explorar.Así consideramos que puede existir una cuenca enmedio del terreno accidentado del curso alto del rio Garrapatas y otra en el curso alto del rio San Juan de Micay,cuencas estas que se relacionan con nudos de las cabeceras de los rios mencionados. Aun cuando no se tratara de cuencas,las particularidades hidrográficas acusan unidades tectónicas y geológicas y facilitan la determinacion de ellas.

Reparticion de humedad y sequia en los departamentos del Valle y del Cauca,a base de la orografia.

El grado hasta el cual depende la reparticion de la humedad y de la sequia de los caracteres orográficos se pone de manifiesto

del Valle y del Cauca.La zona principal de evaporacion que produce las lluvias que bañan el Occidente del pais,es la corriente cálida del Centro Pacífico.Esta corriente viene con rumbo Este hacia Panamá-Costarrica y se parte ahí en dos brazos que enseguida se devuelven al Occidente.El brazo meridional que nos interesa sigue primero por la costa occidental de Colombia hasta la altura de Guayaquil donde emprende el regreso,pasando por el lado Norte de las islas Galápagos(Wolf).Llevada por los vientos ascendentes diurnos hacia la montaña de los Andes,la evaporacion de la corriente cálida produce nubes y lluvias al contacto con la selva de la zona litoral, de temperatura relativamente fria.Las nubes siguen luego por la Cordillera Occidental donde se detienen y se levantan secunderiamente por la influencia de los vientos ascendentes de las hoyas y riegan toda la Cordillera Occidental,menos los valles y las hoyas situadas en el lado oriental de las serranias y cordones,es decir a la sombra de las lluvias que traen las nubes en su marcha de Oeste a Este.Conforme a esta influencia orográfica sobre la condensacion de las nubes toda la zona comprendida entre la cumbre de la Cordillera Occidental y la costa del Pacífico es intensamente húmeda, a excepcion de los valles,como el de la poblacion de Dagua.Este se halla tan perfectamente a la sombra de la lluvia que viene a ser un pequeño centro de acentuada sequia(vegetacion xerófila de cactus y espinos)enmedio y a inmediacion de zonas excepcionalmente húmedas,como la que se halla desde la cumbre de la serrania del Dagua al Occidente.Este contraste seguramente es de lo mas singular que ofrece el Occidente de Colombia.-Mas vasta es la zona seca que se forma a raiz de las condiciones orográficas y de la direccion que traen las nubes del Pacífico,al Occidente de la cumbre de la Cordillera Occidental,es decir en la hoyandina del Cauca.En ella se vé que cuanto mayor es la elevacion de la cumbre de la Cordillera Occidental con respecto a la base de la hoyandina del Cauca,tanto

mas acentuada es la sequia. De acuerdo con esto, reina una sequia intensa en la parte baja de la cuenca del Patia; en el altiplano de Popayan el clima es relativamente húmedo; en el plano del Valle es relativamente seco y va siendo mas seco hacia Cartago a medida que se levanta el nivel de la cumbre de la Cordillera Occidental; esta sequia sigue mas o menos en la misma forma hasta mas o menos la poblacion de Antioquia, al N y NE de la cual influye la condensacion de la evaporacion producida en los bajos de Bolivar.- La hoyandina del Cauca al mismo tiempo es una faja de evaporacion de relativa importancia, pero esta no se condensa sino en los bordes altos/porque es ahí donde reina la temperatura lo suficientemente baja (favorecida por la selva) que permite la condensacion.- Despues de atravesar la cumbre de la Cordillera Occidental y la hoyandina del Cauca, las nubes del Pacífico y las que provienen de la evaporacion en las zonas intermedias llegan a la Cordillera Central donde se condensan copiosamente hasta cerca de la cumbre. En la cumbre se encuentran con las nubes que vienen de la zona de evaporacion amazónica y de los terrenos intermedios. Estan van acompañadas de vientos mas fuertes que obligan levantan y hacen retroceder las nubes del Occidente. Con esta particularidad evidentemente se relaciona la humedad relativamente menor que ofrece el flanco occidental de la Cordillera Central en comparacion con el flanco oriental.

Ademas de los elementos lineares, influye en la reparticion de la humedad y de la sequia la reparticion de los elementos circulares, en especial la de los nudos. Estos reunen las nubes en forma de corona y las condensan mas intensamente de lo que sucede en los flancos de los elementos lineares que se hallan frente a la direccion de las nubes. La importancia que esto tiene se desprende de que los rios que bajan de los nudos son muy abundantes en caudal. Para el plano del Valle que es seco, dicha circunstancia tiene mayor valor porque da orígen a rios importantes, como el rio Frio Frio que baja

del nudo del mismo nombre,y el rio Pance que baja del nudo de Los Farallones de Cali.A este respecto no deja de llamar la atencion que el lado septentrional de los nudos siempre o comunmente es mas seco que los demas lados y suponemos que esto pueda relacionarse con la influencia que ejercen los vientos secos que vienen del Caribe.

De esta reparticion de la humedad y de la sequedad que se deja referir tan ámpliamente a la orografia y a la tectónica y que tambien influye en las demas regiones del pais,depende en gran parte la actividad económica y el progreso cívico de las regiones.Para citar un ejemplo nos referimos al plano del Valle. La relativa sequia que reina ahí impide por cierto la intensificacion de la agricultura y de la ganaderia,salvo el caso de que pueda establecerse riego artificial,pero implica que el ambiente cálido templado sea favorable para la formacion de un centro cívico y comercial,teniendo en consideracion que,si el clima del plano del Valle fuere húmedo,reinaria un ambiente muy desfavorable a la salud,no muy distinto al que distingue el litoral del Pacífico que por este motivo y a pesar de las ventajas que en lo demas ofrece,ha impedido la expansion de la humanidad y de sus actividades.

Segunda Parte.

RASGOS DE LA ESTRATIGRAFIA.

Puntos de vista estratigráficos.

Dadas las condiciones especiales bajo las cuales hay que decifrar la estratigrafia del Occidente de Colombia,en especial la de los departamentos del Valle y del Cauca-ausencia de fósiles aprovechables a e cepcion de los terciario inefrior, monotonia y metamorfismo del mesozóico,variabilidad de las formaciones terciarias,tectonismo intenso y muy variable dentro de la alta intensidad-es necesario relacionarla con las particularidades sistemáticas que muestra la evolucion de los Andes en general y en especial.

1) La evolucion de Los Andes es un ciclo cuyas fases y particularidades de fase se expresan con especial regularidad en Colombia,así:

c) Fase Geoanticlinal,correspondiente a la formacion y al estado de montaña de Los Andes. La expresion geoanticlinal es relativa porque en compensacion de las secciones levantadas de los Andes,otras secciones se han hundido(gran parte del Vorland occidental,la cuenca del Caribe,etc).

d) Fase del Traspaso,o de Transicion del geosinclinal al geoanticlinal y por lo tanto fase de traspaso emersivo. El aspecto es el de un área sedimentaria isleño(en Colombia,terrestre p.e. en el Cerdí).

e) Fase Geosinclinal,fase general de hundimiento y sedimentacion. A ellalse incluye provisionalmente la fase del traspaso immersivo,es decir la fase insular con que comienza la formacion del geosinclinal y que puede realizarse en el terreno de un paleogeanticlinal senil.

En Colombia la fase geosinclinal es esencialmente marina, se distingue por una tectonismo suave y ámplio(paratectonismo con respecto al ciclo) y abarca en general el mesozóico,sobre todo el cretáceo. La fase del traspaso(emersivo) es esencialmente límnica,

se distingue por un tectonismo de mediana intensidad(epistotectonismo) y se extiende sobre el terciario inferior y medio. La fase geoanticlinal que corresponde a la ereccion de los Andes se distingue en el terciario superior por un tectonismo muy intenso(eutectonismo) y se extiende del terciario superior a la actualidad.

2) A rasgos generales, el ciclo andino se desarrolla en todo el ancho de la faja que comprende hoy dia la montaña de Los Andes y los Vorlande Occidental y Oriental, es decir entre los núcleos continentales de Suramérica y de Norteamérica por un lado y los núcleos del continente Pacífico por el otro. Dentro de esta zona evolutiva se presentan en el mesozóico como masas terrestres principales lasque hemos llamado en el croquis adjunto "masa interandina suramericana" y "masa interandina norteamericana". Hacia estas masas y hacia los núcleos Sur y Norteamericano se realiza el movimiento general de avance de las áreas sedimentarias de la fase geosinclinal y el retroceso subsiguiente. Estos avances y retrocesos, variados por movimientos epirogénicos y orogénicos especiales, se realizan tambien en menor escala hacia las masas terrestres menores que en Colombia, Venezuela y el Ecuador son: el nudo Ecuatoriano(probablemente), los nudos Antioqueño, y Santandereano y de Santa Marta, los nudos de Mérida, Caracas, Paria y quizá la seccion de la Cordillera Oriental que se desarrolla del nudo de Sumapaz al Sur y la seccion alta de la Cordillera de la Costa al Norte de Cabo Corrientes. Estas masas terrestres deben considerarse latentes porque sufren temporalmente y total o parcialmente la invasion del área sedimentaria(ya sea marina o continental). Desde estas masas terrestres del mesozóico se extiende la formacion del geoanticlinal que culmina en el terciario superior.- Por lo visto, ya dentro de la estructura del geosinclinal que es a grandes rasgos linear, se presentan en el mesozóico varios elementos circulares importantes en forma de masas terrestres(nudos grandes suaves) y de áreas sedimentarias(cuencas pandas). Ademas el cua-

dro de perfiles paleogeográficos del nudo Santandereano(Anexo) muestra la probable influencia de movimientos orogénicos y de la formacion de trayectos de estructuras lineares de la actualidad.

3)Durante la fase geosinclinal,el geosinclinal andino se divide en dos geosinclinales menores,el subgeosinclinal occidental y el subgeosinclinal oriental,separados por el subgeoanticlinal central, cuya evolucion lo muestra el cuadro de perfiles agregado al plano estratigráfico general.Segun parece evidente,la evolucion del subgeosinclinal occidental que se halla del lado del continente submarino del Pacífico que tambien parece haber sido submarino durante el ciclo andino,se inicia en término medio mas temprano,marcha adelantado y se caracteriza por una evolucion mas activa a traves del ciclo andino que el subgeosinclinal oriental,situado en el lado oriental de los núcleos continentales de Sur y Norteamérica. Para la evolucion tipicamente linear del subgeosinclinal occidental es característica en el mesozóico la uniformidad longitudinal de la facies sobre grandes trayectos y la escasez de masas terrestres que parecen estar reducidas principalmente a algunos trayectos de la actual Cordillera de la Costa.-El cuadro estratigráfico general muestra las particularidades estratigráficas y de rocas eruptivas del subgeosinclinal occidental en comparacion con el subgeosinclinal oriental.Estas particularidades se sostienen en general a lo largo del subgeosinclinal occidental,mientras en el subgeosinclinal oriental son mas variadas.Ello da lugar a que,con las precauciones del caso- se puede sacar mayor provecho estratigráfico de la comparacion de las distintas zonas del subgesinclinal occidental entre sí,que de la de las zonas del subgeosinclinal oriental entre sí.-En el orquis adjunto ademas se indica la subdivision por ligamentos(terrestres o de barras marinas) que sufren los subgeosinclinales occidental y oriental hacia la mitad de las masas terrestres interandinas de Sur y Norteamérica,indicándose así la simetria andina desde el mesozóico.

Esta se expresa ademas por la correspondencia de las masas terrestres mayores en Norte y Suramérica y por la correspondencia del subgeosinclinal occidental con el oriental,a base del subgeoanticlinal central(actual Cordillera Central y eje orogénico persistente).Queda entendido que tampoco esta simetria es elemental,sino se halla individualizada por la diferencia de la intensidad con que ha actuado el tectonismo en cada uno de los elementos simétricos.Para obtener provecho estratigráfico de los rasgos de simetria tectónica es necesario apreciar este motivo primordial.

4)La reparticion sistemática de las formaciones y sus particularidades de metamorfismo se reconocen sobre la base de la Cordillera Central cuya evolucion se desprende de los perfiles evolutivos que acompañan el cuadro estraigráfico general.La manera como se verifica dicha reparticion a base del eje orogénico(Cordillera Central) lo ilustra el perfil del cuadro 4 del Anexo,asimismo que los perfiles paleogeográficos del cuadro del platino.-Como complemento de esta reparticion a base del eje orogénico se necesita saber que las intensidades tectónica,magmática y metamórfica disminuyen tambien en término medio desde el borde septentrional del nudo Ecuatoriano hacia el interior de la cuenca Caribe.

5)Uno de los puntos de vista mas importantes para la decifracion de la estratigrafia del Occidente de Colombia,en especial para la decifracion de las formaciones mesozóicas,consiste en nuestro modo de ver en la posicion que ocupa el Occidente de Colombia con respecto a las masas terrestres principales(de la fase geosinclinal).Estas masas son la masa interandina suramericana y el núcleo Suramericano. Teniendo en cuenta la persistencia de los aspectos de los núcleos continentales,se puede suponer que los del continente(submarino) del Pacífico hayan sido en lo general submarinos a traves del ciclo andino,de manera que ellos no se tendran en cuenta.De la posicion del Occidente de Colombia se desprende que esta zona sedimenta-

ria se hallaba distante de la masa interandina Suramericana y del núcleo Suramericano. De acuerdo con esta particularidad los sedimentos del mesozóico deben acusar en ella-como lo acusan-lejania de la costa principal y ademas es de suponer que ahí la sedimentacion haya comenzado antes que en las propias costas que en el mesozóico han sido el Oriente de Colombia y la seccion peruana de los Andes, antepuesta aquella al núcleo Suramericano y esta al borde septentrional de la masa interandina Suramericana(véase croquis adjunto).

6)En relacion con las masas terrestres antíguas del geosinclinal andino debe mencionarse una faja transversal en forma isleña hasta de barra marina que corresponde hoy dia a los nudos Santandereano, Antioqueño y de Frontino(6°-7° lat N). En esta faja han sido islas los nudos Antioqueño y Santandereano, mientras el de Frontino que no se conoce geológicamente tan bien parece haberse vuelto barra en el transcurso del mesozóico. La facies de las formaciones mesozóicas y tambien la de las formaciones terciarias cambia muy notablemente en esta faja, siendo la meridional(altamente volcánica) distinta a la septentrional(poco hasta avolcánica).

7)En cuanto al magmatismo se considera con Steinmann que este es una funcion estrecha del tectonismo. Su reparticion cuantitativa evidentemente aumenta con el aumento de intensidad del tectonismo, mientras la reparticion cualitativa es esencialmente una funcion de la forma tectónica y de su evolucion(sobre todo de la formas mayores) y se presenta en ellas diferenciada segun densidad, de manera análoga como los líquidos de los yacimientos de petróleo en las estructuras correspondientes.-Tambien el metamorfismo de las rocas debe considerarse una funcion estrecha de la intensidad tectónica, segun se desprende de que el metamorfismo en la Cordillera Central que ha evolucionado mas temprano es mas acentuado que en la Cordillera Occidental y en esta que se preforma antes que la Oriental el metamorfismo es mas notorio que en la Oriental.

En lo demas,la determinacion estratigráfica se ha fundado en la diferenciacion litológica vertical de los sedimentos y de las rocas volcánicas.La variacion de facies se ha tratado de controlar sobre la base de la evolucion paleogeográfica y de sus rasgos sistemáticos que se relacionan con los puntos de vista que acabamos de enumerar,asimismo que mediante los resultados de los levantamientos en el terreno y de su relacion con las estructuras medianas y menores.

El resultado de estos estudios contribuye a aclarar los rasgos generales y medianos de la estratigrafia,pero no concede nociones concretas suficientes en relacion con la apreciacion económica;ellas requieren un estudio paciente y metódico al cual se puedan aplicar primordialmente los rasgos sistemáticos de la geologia.

Las formaciones del Valle y del Cauca a que se refiere la descripcion que sigue,se ciñen en la facies,y en la reparticion y conservacion al desarrollo de los ramales andinos y de acuerdo con ello se ha ordenado la descripcion.

Las bases estratigráficas,decifradas con anterioridad a este estudio,son las que estan contenidas en las obras de T. Ospina sobre Antioquia,de R. Scheibe y R. Grosse sobre la misma zona, de O. Stutzer sobre el foso del Cauca-Patia,sobre la Cordillera Central y la Occidental,y de Bergt sobre la petrografia de Colombia.Ademas se ha aprovechado el croquis geológico de la cuenca del Patia,levantado por R. Grosse;el texto del estudio no se ha podido consultar por estar en imprenta.El trabajo de Hettner referente a la Cordillera Central se cita segun una referencia de Bergt.-El índice de esta obras y de otras que se han consultado se halla al final del presente informe.

?ARCAICO y ?PRECAMBRICO.

En nuestro concepto, el afloramiento de rocas arcáicas y precámbricas es en lo general improbable en Colombia porque se trata de una seccion muy activa del orogeno andino, o sea de la montaña de Los Andes. Los orogenos son zonas de evolucion activa en que la sedimentacion postalgonquiana se produce en forma mas potente y completa que en los núcleos continentales que solo rudimentariamente participan en los ciclos orogénicos. Pero dentro de los orogenos hay zonas de inactividad geológica, como la seccion argentina de la Cordillera Central o como los bordes de los Vorlands donde asoman rocas prepaleozóicas. En Colombia no existen masas de esta índole, salvo en los afloramientos del Vorland Oriental que quedan del lado del núcleo Suramericano. En los nudos de la antígua Gran Colombia (Ecuador, Colombia, Venezuela) que han sido masas terrestres en el mesozóico y donde la erosion pudiera haber cundido hasta las rocas prepaleozóicas, no hay indicios ciertos de ellas y mas bien parece que se tratara mas o menos exlusivamente de rocas paleozóicas metamórficas hasta avanzadamente diagénicas. -La suposicion de que enmedio de las zonas activas de los orogenos se presenten rocas arcáicas y precámbricas se funda en la mayoria de los casos en se presentan rocas de un metamorfismo semejante al que ofrecen las rocas realmente prepaleozóicas que se conocen en los núcelos continentales, sin tener en cuenta que la intensa actividad orogénica, tanto mismo que el hundimiento temporal a grandes profundidades, debe haber transformado mas fuertemente las formaciones de los orogenos. Una seccion de especial actividad orogénica en la montaña de Los Andes lo es Colombia y en Colombia el Occidente del pais, sobre todo la faja que corresponde al flanco occidental de la Cordillera Central. En este flanco hay zonas que probablemente ofrecen el maximum

de metamorfismo en todos los Andes(zona altamente filítica del cretáceo inferior en Titayó,al NE de Popayan),mayor que el que afecta el mesozóico de Tierra del Fuego y de las fajas costaneras de Centro y Norteamérica(costa del Pacífico).Tomando como base el grado de metamorfismo que ofrecen los núcleos continentales y las zonas geológicamente quietas o poco activas de los orogenos, habria que considerar todas las rocas del flanco occidental de la Cordillera Central que se hallan metamórficas como prepaleozóicas. Así lo supuso Grosse y tambien Berg,mientras que T. Ospina y R. Scheibe,asimismo que Wettner ya juzgaron que pudiera tratarse en gran parte de rocas mesozóicas.Ospina y Scheibe quienes atribuyen edad mesozóica a una parte de las rocas metamórficas,situadas en la parte alta y en el lado oriental del rudo Antioqueño,solo atribuyen edad arcáica a afloramientos ocasionales,principalmente de anfibolitas(véase croquis geológico de Antioquia,de R. Scheibe).Grosse tiene en lo general la misma opinion sobre la edad y la reparticion de estas rocas que él estudia detenidamente segun puntos de vista mineralógicos(anfibolitas de plagioclasa,granulosas,esquistosas y densas,mesocuarcitas néiscas anfibólicas).En nuestro concepto,estas rocas en parte pueden ser hasta cretáceas y en parte quizá paleozóicas(véase adelante).Grosse además considera precámbricas las formaciones que T. Ospina y R. Scheibe (esto provisionalmente) reunen de modo general bajo el concepto de sistema jura-triásico,exceptuando la parte volcánica que Grosse ha determinado definitivamente como cretácea.

Como las rocas de aspecto arcáico que citan Ospina, Scheibe y Grosse y las precámbricas de Grosse se presentan en la seccion valcaucana del Occidente Andino,hemos de referirnos a ellas y en esta parte a las arcáicas.

Como arcáicas podrian considerarse los neises graníticos,cuarcíticos y sericíticos que se hallan en el curso alto del rio Mazamorras de San Agustin(al Este de Popayan) y en el lado occidental del páramo

de Moras donde ademas ocurren neises verdosos,asimismo que en la region de Tacueyó donde ocurre el neis biotítico descrito por Bergt. Al apreciar geológicamente estos neises,llama la atencion que entre los neises del Mazamorras ocurren manchas de poca extension formadas de filitas comunes y filitas grafíticas,semejantes a las del cretáceo metamórfico de Pitayó y a los esquistos metamórficos que se extienden entre Popayan y el cordon del Pezar(al W de Coconuco). En Pitayó,los neises reposan a poca distancia vertical debajo de lo que se define ahí con bastante seguridad como cretáceo inferior metamórfico,compuesto de cal cristalina,y de filitas calcosas,sericíticas,micacíticas y grafíticas y de cuarcitas que provienen de una arenisca notablemente granulosa.En la region de Tacueyó,los neises biotíticos asoman enmedio de una zona de filitas y esquistos filíticos,sobre todo grafíticos que corresponden probablemente tambien al cretáceo inferior y posiblemente en parte al jurásico.

Segun estas relaciones es difícil de suponer que los neises en cuestion sean arcáicos;ellos mas bien pueden ser paleozóicos y aun esposible que sean mesozóicos.Esta suposicion se respalda hasta cierto punto al ver que en el curso medio del rio Paez,en una zona poco distante de la de Pitayó,el cretáceo no metamórfico se coloca sobre granodioritas en una forma semejante como lo hace el cretáceo metamórfico de Pitayó con respecto a los neises que en gran parte son de procedencia granítica.Ademas ocurren en el curso medio del rio Paez esquistos filíticos probablemente anteriores al cretáceo,pero probablemente no prepaleozóicos que pueden estar representar en Pitayó por los demas neises que pueden ser de orígen sedimentario.

La suposicion de que los neises descritos no son prepaleozóicos se afirma si tenemos en consideracion que el metamorfismo de los sedimentos mesozóicos aumenta desde la Cordillera Occidental hacia la cumbre y la parte alta de La Cordillera Central,observa-

cion que hizo R. Scheibe entre las latitudes de las poblaciones de Antioquia y Andes y que resalta aun mejor en la seccion delosdepartamentos del Valle y del Cauca. A este aumento del metamorfismo se hará referencia especial en la parte correspondiente, pero vale decir en esta parte que, si el mesozóico en la Cordillera Occidental se vuelve filítico hasta altamente filítico desde la Cordillera Occidental hacia la parte alta y la cumbre de la Cordillera Central, el diagénico hasta lustroso paleozóico cuya presencia en esta cordillera se ha podido comprobar(silurismo al W de Puerto Berrio; de Boeckh), debe ofrecer entre el Cazamorras y Pitayó el caracter de neises.

En la Cordillera Occidental no hemos encontrado rocas que pudieran considerarse como neises, salvo en el pié oriental, al atravesar la saliente que media entre Ricaurte y Bolivar(Valle). Se presentan ahí dioritas oscuras néisicas en alternacion con esquistos filíticos, en veces de aspecto néisico que en la punta E donde atraviesa el camino la saliente ceden a esquistos carbonáceos hasta grafíticos. En lo demas se observan liditas que manifiestan el cretáceo hasta jurásico superior(pisos de Valdequera y Espinal). La posicion estratigráfica que guardan estas rocas alteradas indica que se trata aproximadamente del límite entre los pisos de Valdequera y del Espinal y de una manifestacion local de metamorfismo intensol

Por lo visto es improbable que en el Valle y en el Cauca asomen rocas precámbricas y en general prepaleozóicas. Igual cosa vale probablemente para el resto del Occidente Andino.

Posible PALEOZÚICO.

En la Cordillera Occidental parece improbable que afloren formaciones paleozóicas porque las mesozóicas se extienden en ellas con tanta regularidad(aparente o real)y con una facies notablemente sostenida que no parecen dar lugar al asome del paleozóico. Sinembargo

no se puede excluir del todo la posibilidad del afloramiento del carboniano porque este se desarrolla en el NW de Perú hacia el Ecuador, es decir en direccion hacia el Occidente de Colombia, en especial hacia esta seccion de la Cordillera Occidental, llevando una facies de sedimentos de grano muy fino (esquistos, lúditas y cuarcitas finas) que pueden ocultarse en lo que consideramos serie del Cagua.

En cambio consideramos probable que el paleozóico se presente en el flanco de la Cordillera Central, en la forma como lo suponen F. Ospina y R. Scheibe. La comprobacion desde luego no se puede hacer concretamente en vista del alto grado de metamorfismo que reina ahí y de la uniformidad de los sedimentos que consideramos esencialmente mesozóicos y en parte paleozóicos. Con respecto a la seccion antioqueña, la determinacion que R. Scheibe hizo sobre la reparticion del paleozóico en la parte alta y oriental de la Cordillera Central se respalda con el hallazgo mencionado de graptolitos silurianos al Occidente de Puerto Berrio, es decir en la parte baja del flanco oriental de la Cordillera Central. Como la presencia de eopaleozóico no metamórfico pudiera dar lugar a suponer que el metamorfismo no fuere tan alto como lo suponen R. Scheibe y nosotros, agregamos la siguiente explicacion. La seccion antioqueña de la Cordillera Central corresponde en general al nudo Antioqueño, es decir se trata de una zona geológicamente culminante de la Cordillera Central, teniendo en cuenta que su cima se compone esencialmente de rocas anteriores al cretáceo, muy probablemente paleozóicas. En los nudos, la menor intensidad tectónica se halla hacia las cimas, pero tambien se extiende a aquel flanco que es el mas suave. El flanco mas suave en el presente caso es el oriental, el que da hacia el Magdalena, donde se ha encontrado el siluriano fosilífero. El flanco occidental que se conoce por las investigaciones de Grosse muestra un muy alto grado de intensidad tectónica que es típico para todo el flanco occidental de la Cordillera Central, en contraposicion al oriental, el cual (segun los plega-

del cretáceo observados en el rio Paez, en Rovira y en la region de Simití que son relativamente suaves) ofrece un tectonismo en general mas suave, hasta mucho mas suave.

La misma forma de nudo que tiene la seccion antioqueña de la Cordillera Central y el papel análogo que ha desempeñado este nudo en comparacion con el nudo Santandereano de la Cordillera Central durante el mesozóico, hablan en favor de que la determinacion de edad paleozóica que hizo R. Scheibe ahí es en lo general correcta. En efecto este nudo solo parece haber estado cubierto pasajeramente por el área sedimentaria del ~~paleozóic~~ cretáceo, lo cual está evidenciado por las rocas aportadas por el señor Santiago Arévalo (véase piso de Faldequera). Igual cosa vale para el nudo Santandereano que ha sido un isla compleja en el subgeosinclinal oriental, y que está compuesto principalmente de granitos y de sedimentos metamórficos los cuales probablemente son paleozóicos (aparte de sedimentos cretáceos de poca magnitud media), es decir de rocas correspondientes a las del nudo Antioqueño. El nudo Antioqueño es pues una zona de extenso afloramiento de las rocas paleozóicas en la Cordillera Central como tambien deben serlo los nudos de Santa Marta y Ecuatoriano. Para la determinacion delas condiciones estratigraficas en la seccion de la Cordillera Central comprendida entre los nudos Antioqueño y Ecuatoriano es importante desde luego el hecho de que al Sur del nudo Santandereano la Cordillera Oriental está formada de muy gruesos sedimentos cretáceos, excepto en el flanco oriental donde asoman las rocas que consideramos en general paleozóicas. Estas rocas paleozóicas tambien asoman en el lado oriental de la Cordillera Central, donde se reconocen porque son metamórficas y reposan bajo el cretáceo (observaciones en Rovira y Paez) que no está alterado. En cambio tenemos la probabilidad de que sobre la cumbre de la Cordillera Central y sobre su flanco occidental el mesozóico, sobre todo el cretáceo, tienen una extension considerable. El desarrollo

estratigráfico de la Cordillera Central desde el nudo Antioqueño al Sur y el de la Cordillera Oriental desde el nudo Santandereano al Sur revela por lo tanto caracteres importantes de semejanza que hasta cierto punto tambien se reflejan en la Cordillera Occidental desde el nudo de Frontino al Sur,donde las rocas mas antíguas tambien acostumbran aflorar en el flanco oriental,pero todavia son mesozóicas.Estos datos de semejanza estratigráfica,producidos por una evolucion semejante indican que en la seccion del flanco occidental de la Cordillera Central que se desarrolla al Sur del nudo Antioqueño el paleozóico debe ser escaso,en todo caso mas escaso que en la zona alta del nudo Antioqueño(véase esquema).

Como posibles afloramientos del paleozóico de esta seccion consideramos los siguientes.

Sobre el lado Norte del boqueron del rio Bugalagrande,se hallan conglomerados metamórficos(hacienda La Luciana) a los cuales siguen hacia arriba(estratigráficamente)filitas grafíticas y liditas que mas al Norte y al Este se cubren del cretáceo volcánico.Estos sedimentos probablemente son cretáceos inferior,en facies semejante al cretaceo inferior de la region de Novira que tambien es conglomeráceo.Los sedimentos que siguen bajo estos conglomerados podrian ser mesozóicos,pero hay que tener en cuenta que los conglomerados del cretáceo no siempre son la base del cretáceo sino que debajo siguen sedimentos de la misma edad,como sucede por ejemplo entre Apulo(Diamante) y Villeta-„tica.Podria ser por lo tanto que lo que en el boqueron de Bugalagrande parece ser paleozóico,fuere todavia cretáceo.

En el curso alto del rio Bugalagrande,en especial en la bajada del camino por el lado Norte del rio Tibí,afloran en gran extension filitas descompuestas,amarillentas que yacen bajo los esquistos grafíticos y las cuarcitas que se hallan del caserio de Barragan al Oeste y que se cubren del cretáceo volcánico.Estas

filitas pueden ser paleozóicas,pero su relacion con el grupo de Barragan parece ser íntima,tanto segun puntos de vista del metamorfismo que aumenta hacia las filitas como segun puntos de vista de concordancia,indicada por la similitud de sedimentos.-Por tratarse de una region próxima al camino y a la carretera del Quindio que comunican a Ibagué con Armenia,hacemos constar que las condiciones estratigráficas en el curso alto del rio Bugalagrande son mas sencillas que en el camino del Quindio porque conceden una vista general sobre las formaciones desde el cretáceo volcánico que asoma al Oeste del curso S-N del rio Bugalagrande (abajo de Barragan,camino de Sevilla),debajo del cual sigue el grupo grafítico-cuareítico de Barragan y luego las filitas amarillentas que posiblemente son paleozóicas.Por razones que exponemos adelante,el grupo de Barragan debe abarcar el cretáceo inferior, sobre todo el hauteriviano y el valangiano,si acaso no se extiende tambien al jurásico.-Dadas estas condiciones en la region de Barragan, consideramos posible que las filitas,los esquistos cloríticos y demas rocas que componen el subsuelo del camino del Quindio sean cretáceas y no paleozóicas.

Entre Barragan y Tacueyó no hemos tenido ocasion de recorrer la parte alta de la Cordillera Central,donde puede haber afloramientos de rocas posiblemente paleozóicas.La parte media y baja del flanco,a juzgar por rodados de los rios y por incursiones a la parte baja del flanco,no parece ofrecer espectativas de afloramiento del paleozóico.

En la extension de Tacueyó hasta el curso alto del rio Mazamorras de San Agustin,el posible paleozóico está representado por las formaciones néisicas que hemos descrito en la parte que precede.Ahí mismo hemos hecho ver que estos neises eventualmente pueden ser mesozóicos.

A juzgar por rodados de esquistos verdes que se hallan en

el cruce del camino Dolores(Cauca)-La Sierra por el rio Esmita o Sapongo,puede haber rocas paleozóicas hacia el curso alto de este. Sinembargo viendo el metamorfismo avanzado que muestra el grupo de Barragan entre Dolores y el cruce referido del rio Esmita y el que afecta tambien las diabasas intrusivas,se puede juzgar que los esquistos verdes puedan representar diabasas intrusivas del cretáceo que han sido metamorfoseadas.Esto es tanto mas probable cuanto que el metamorfismo aumenta hacia la cumbre de la Cordillera Central y porque la zona de Pacuyó hasta el curso alto del rio Esmita representa un terreno de muy alto metamorfismo en la Cordillera Central,de acuerdo con su posicion en esta el flanco Oeste de dicha cordillera y en el borde septentrional del nudo Ecuatoriano.

Un afloramiento de esquistos verdes tambien se halla en el promontorio de Popayan(incluido a la Cordillera Central).Este está situado en el punto llamado Tres Chorreras del distrito de La Sunga,al Oeste de Popayan.En las inmediaciones afloran los sedimentos metamórficos que evidentemente representan el cretáceo inferior y posiblemente el jurásico y dentro de esta relacion los esquistos verdes no pueden interpretarse sino como diabasas alteradas que intruyen el mesozóico.

Por lo visto,no hay un solo lugar en el flanco occidental de la Cordillera Central y dentro de las zonas que hemos recorrido, en que se pudiera decir con precision que hay paleozóico.Para poner de presente los errores a que puede inducir el metamorfismo,hacemos alusion a que Grosse en su estudio de la cuenca del Patia refiere como precámbrico los esquistos metamórficos que se hallan al E de Dolores y al contacto con el cretáceo volcánico.Estos esquistos son del grupo de Barragan,es decir del cretáceo inferior,segun consta de que el cretáceo volcánico en la region de Dolores contiene tambien sedimentos de mas o menos el mismo grado de metamorfismo y

de que se coloca en plena concordancia,no en sobrecurrimiento sobre el grupo de Barragan.

Se comprende que,si bien los resultados obtenidos improbabilizan la existencia de afloramientos del paleozóico en la seccion del flanco poniente de la Cordillera Occidental que corresponde a los departamentos del Valle y del Cauca,ellos de ningun modo son definitivos porque los problemas que ofrece el metamorfismo no se definen en exploraciones rápidas como las que hicimos en la Cordillera Central.En todo caso consideramos que la íntima relacion que muestra el grupo de Barragan con el cretáceo volcánico y la vasta extension que tiene este grupo en la seccion del Valle y del Cauca de la Cordillera Central demuestran que el mesozóico tiene ahí una extension muy considerable.Lo mismo opinan T. Ospina y R. Scheibe con respecto a la seccion antioqueña del mismo flanco de la Cordillera Central.Scheibe sobre todo con respecto al promontorio de Titiribí.

MESOZÓICO.

En el Occidente de Colombia,el mesozóico tiene un desarrollo potente y seguramente una extension contínua desde la cumbre yla parte alta del flanco occidental de la Cordillera Central hasta el Pacífico.Las formaciones mesozóicas constituyen esencialmente la Cordillera Occidental donde parece que solo localmente van cubiertas de terciario,exceptuando la seccion que se desarolla del nudo de Frontino al Norte la cual corresponde a la virgacion de Urabá-Bolivar que se cubre de un potente manto de sedimentos terciarios. En el flanco W de la Cordillera Central,el mesozóico se desarrolla por el promontorio de Titiribí hacia el Sur y llega a la cumbre de la Cordillera Central y aun se manifiesta en el flanco oriental.

En los trayectos supramarinos de la Cordillera de la Costa,el mesozóico probablemente va representado por rocas volcánicas, sedimentos ígneometamórficos(influencia de gabros) y dinamometamórficos.En la hoyandina del Cauca,de la cual hemos exluido los promonterios,no asoma el mesozóico,pero tanto las condiciones estratigraficas del mesozóico en los promonterios y en los bordes correspondientes de las Cordilleras Central y Occidental demuestran que este forma el subsuelo de la hoyandina.El mesozóico parece que tampoco asoma en la hoyandina del Pacífico que se distingue por una sucesion muy gruesa y bastante regular de sedimentos terciarios, pero es evidente que el mesozóico se hunde hacia la hoyandina desde la Cordillera Occidental y vuelve a asomar en los trayectos solevantados de la Cordillera de la Costa(al Norte de Cabo Corrientes y en la isla Gorgona).

La facies del mesozóico en el Occidente de Colombia se distingue por sedimentos arcillosos,lidíticos y muy pocas areniscas de grano fino,y por la abundancia y prevalencia de rocas volcánicas en la parte alta del mesozóico.Las calizas,los conglomerados y las areniscas de grano grueso no se presentan sino hacia la Cordillera Central y hacia las partes solevantadas de la Cordillera de la Costa.En la Cordillera Occidental solo ocurren conglomerados dentro de la formacion volcánica y ellos son una indicacion del los movimientos orogénicos que se han hecho sentir notablemente en el cretáceo, tiempo en que el Oriente Andino todavia se distingue por una evolucion geosinclinal muy tramuila.Esta facies mesozóica que circunscribe una provincia paleogeográfica bien definida se extiende al Norte hasta el borde septentrional del nudo de Frontino,allende el cual seguramente decae la participacion de rocas volcánicas a favèr de sedimentos de grano fino.Hacia el Sur,es decir en direccion a la masa interandina Suramericana,la facies sigue sostenida hasta el

Occidente del Ecuador,pero desde la parte meridional de este pais , la parte volcánica del mesozóico se debilita y a su vez comie-nzan a predominar los sedimentos y entre ellos abundan en el Occidente del Perú las areniscas y las calizas como síntomas de mar bajo y de proximidad de la tierra firme en calidad de la masa interandina Suramericana.Al mismo tiempo se extinguen los niveles mesozóicos hacia la masa interandina Suramericana,circunstancia que indica que el desarrollo del mesozóico en el Occidente de Colombia,producido en el área distanciada del Núcleo Suramericano y de la masa interandina Suramericana,debe ser mas completo y mas largo que en el Occidente del Perú.La situacion alejada del núcleo suramericano(Guayana,Brasil) tambien se halla bien expresada por el cambio y por la extinción de los niveles estratigráficos desde el Occidente de Colombia hacia la parte oriental de los Llanos Orientales.En el flanco oriental de la Cordillera Central se presentan sedimentos calcosos,areniscas y conglomerados con intercalacion de niveles volcánicos bastante débiles y principalmente porfíriticos(no esencialmente diabásicos y pícríticos como en el Occidente Andino).Estos últimos luego desaparecen en direccion al Oriente, y en el borde del Vorland Oriental ya no se presentan sino sedimentos semicontinentales que se reducen al senoniano(v.Bauer;NW-Amazonien),mientras en el lado oriental de la Cordillera Oriental,la sedimentacion abarca desde el jurásico superior hasta el senoniano. En los perfiles que acompañan el cuadro estratigráfico general hemos tratado de expresar estos puntos de vista,en especial el inicio mas temprano de la sedimentacion en el geosinclinal occidental.En estos perfiles y en el cuadro estratigráfico se vé ademas la reparticion de los sedimentos mesozóicos y la calidad que los distingue en el geosinclinal occidental y en el oriental.En cuanto al geoanticlinal central(actual Cordillera Central) conviene advertir que su eje probablemente pasaba por el lado pié Este de la actual

Cordillera Central, refiriéndonos a la seccion que queda a la latitud de los departamentos del Valle y del Cauca, porque es ahí donde se encuentran los sedimentos costaneros. Esto se vé sobre todo bien en la region del rio Paez, donde los conglomerados y las calizas gruesas se hallan hacia el pié de la Cordillera Central, mientras mas al Occidente, es decir ascendiendo hacia la cumbre de la Cordillera los sedimentos son arcillosos y la caliza se debilita (region Vitoncó y Mosoco). Las masas terrestres mas imporatantes que se hallaban entonces en la Cordillera Central son los actuales nudos Ecuatoriano, Antioqueño y de Santa Marta. Los nudos Antioqueño y ~~xk~~ Ecuatoriano guardan resíduos cretáceos en su cumbre y se significa así que han estado levemente incluidos al área sedimentaria. El terreno intermedio, segun se dijo, ha participado mas activamente en el hundimiento y en la sedimentacion, y las condiciones del rio Paez indican que se trata en el pié oriental de la actual Cordillera Central de una faja isleña que comunica entre los nudos Ecuatoriano y Antioqueño. Al Oeste de esta faja que puede haber tenido semejanza con el arco isleño de Las Antillas, las formaciones mesozóicas parecen engrosar inmediatamente e indican un declive continental (Kontinental-Abfall) que se iba vedando por la sedimentacion.

La subdivision estratigráfica del mesozóico que constituye en parte la superficie del Occidente de Colombia, en parte su subsuelo, se deja realizar satisfactoriamente en la Cordillera Occidental y con ella parece que coincide hasta cierto punto la subdivision en la Cordillera de la Costa, mientras en el flanco Oeste de la Cordillera Central, la facies es bastante distinta. La delineacion exacta de los grupos resultantes entre sí no se deja hacer a satisfaccion porque la facies varia en dichos límites, pero en general la facies es lo bastante sostenida para caracterizar bien cada uno de los grupos en todo el Occidente Andino (de Colombia).

Las divisiones del mesozóico son las siguientes; en la Cordillera Occidental:

3) Serie de Faldequera. (o cretáceo volcánico con restricion). Compuesto esencialmente de diabasas y picritas; abarca del aptiano-barremiano al senoniano aproximadamente. Es equivalente en general de los pisos de Villeta y Guadalupe de la subdivision estratigráfica del Oriente del pais. El caracter volcánico de la serie ha impedido subdividirla conforme a la subdivision oriental.

2) Piso del Espinal. Compuesto principalmente de liditas y esquistos arcillosos carbonáceos y bituminosos; abarca probablemente el cretáceo inferior y el jurásico superior, pero puede extenderse al Norte del nudo de Frontino a una parte mayor del mesozóico. En Antioquia su equivalente, la Formacion Porfirítica Antigua de Grosse, ofrece niveles volcánicos. Este piso parece representar en el Occidente el piso de Giron de la subdivision oriental de Colombia, y el Franciscan de California (EE.U.)

3) Serie del Magua. Compuesta esencialmente de sedimentos arcillosos con escasa participacion de sedimentos arenosos, de grano fino. La edad se estima de manera general jura-triásica y se considera posible que participen sedimentos carbonianos. Esta serie y la de Faldequera ofrecen una magnitud de varios miles de metros, exceptuando ciertos casos cuando la serie de Faldequera se presenta muy débil.- En ninguna parte se ha podido identificar la base de la serie del Magua.

Solo en la serie de Faldequera se han encontrado fósiles. En Antioquia, ellos revelan edad aptiano-barremiana (Grosse-Steinmann) y en los departamentos del Valle y del Cauca edad posiblemente barremiano los unos y albiana los otros (fósiles aplastados). La edad ha tratado de establecerse sobre la base de correlacion litológica, teniendo en cuenta la facies y sobre la base de la evolucion geológica.

En la Cordillera Central, debido a la facies distinta a la de la Cordillera Occidental, el piso del Espinal y la serie del Magua no se han podido separar y por este motivo se han reunido preliminarmente bajo la denominacion de grupo de Barragan. Este grupo encierra gene-

ralmente alguna porcion de la parte baja de la serie de Valdequera, en especial cuando esta es sedimentaria.

La siguiente tabla muestra la relacion que tiene nuestra subdivision con las que han hecho T. Ospina, R. Scheibe y E. Grosse en Antioquia y con la de E. Grosse en el departamento de Mariño (cuenca del Patia):

ANTIOQUIA			MARIÑO	VALLE Y CAUCA
T. Ospina y R. Scheibe (1911) (1919)		E. Grosse (1926)	E. Grosse (1932)	Hubach y Alvarado (1933-34)
J U R A -		Formacion Porfirítica Moderna	Cretácico(?), en la facies porfirítica	3) Serie de Valdequera
		Formacion Porfirítica Antígua	Estratos de Chita y Precámbrico	2) Piso del Espinal
T R I A S I C O		Precámbrico Inferior, Medio y Superior	En parte quizá Conjunto Nº 2 de los Estratos de Chita	1) Serie del Dagua

Con respecto al precámbrico inferior que identifica E. Grosse en Antioquia debe advertirse que este puede corresponder en parte al paleozóico. Los estratos de Chita y el Precámbrico del Mariño (cuenca del Patia) corresponden mejor con el grupo de Barragan que hemos separado con respecto al flanco W de la Cordillera Central en la seccion de los departamentos del Valle y del Cauca.

Serie del Dagua.-Cordillera Occidental.

La serie del Dagua se describe en relacion con la Cordillera Occidental, lo mismo que el piso del Espinal. Los sedimentos correspondientes del flanco Oeste de la Cordillera Central se describiran bajo el título de grupo de Barragan, enseguida de la descripcion del piso del Espinal.

Posicion estratigráfica y nombre.

La serie del Dagua limita y engrana

hacia arriba con el piso del Espinal, bien definido en la seccion de los departamentos del Valle y del Cauca por la abundancia de liditas negras. El nombre de la serie proviene de la angostura del rio Dagua que comienza al W de la estacion del Espinal del Ferro-carril de Buenaventura a Cali. Es ahí donde la serie se ha encontrado expuesta mejor y sobre una considerable extension del terreno.

Zonas de afloramiento.

Los afloramientos estudiados se hallan primeramente en la citada angostura del rio Dagua. Ademas la parte alta de la serie se reconoció en la falla (sobrescurrimiento) de Dagua, a su paso por el rio Dagua arriba del puente de la carretera de Cali al mar y a poca distancia al Sur de la poblacion de Dagua. Un afloramiento extenso se halla en el pié oriental de la Cordillera Occidental, al seguir por el camino de Toro a El Hatillo.

De los rodados que llevan los rios y las quebradas se desprende que la serie del Dagua constituye en gran parte el nudo de Rio Frio y el nudo de Anserma Nuevo y es posible que asome en la depresion de La Llanada, segun rodados que hay en una quebrada que se halla al W de la quebrada Lavapié (cerca del caserio de La Primavera). Tambien la serrania del Dagua está formada vastamente por la serie del Dagua, sobre todo hacia el NE, segun se desprende de rodados encontrados en el rio Calima, aguas arriba de la desembocadura de la quebrada Brea.

De la descripcion litológica que hace R. Scheibe del jura-triásico en la seccion Antioqueña de la Cordillera Occidental se desprende que la serie del Dagua constituye muy vastamente la serrania oriental de la Cordillera Occidental. En las tres partes donde ascendió (Guayabal-Urrao, rio San Juan-Bolivar y Andes-Urbano-Soledad), se presenta la serie del Dagua. De esta manera se puede decir qie la serie del Dagua constituye en gran parte

la serrania oriental en la seccion comprendida entre el nudo de Rio Frio(Sur) y la region de Guayabal-Urrao(Norte).Otra extension importante tiene la serie del Magua en el nudo de Frontino,donde se le reconoce en una largo trayecto de Cabeiba al Oeste.

Segun el croquis de Grosse sobre la cuenca del Patia,la serie del Magua puede formar el conjunto 2º de los Estratos de Chita, conjunto en el cual se halla la poblacion de Chita.En nuestro concepto se trata ahí de un nudo de la serrania oriental de la Cordillera Occidental que rompe el Patia y en cuya cima aflora el conjunto 2º. En todo caso,si el conjunto 2º no correspondiera a la parte alta de la serie del Magua debe hacer parte de la seccion baja del piso del Espinal.

Caracter litológico.

La serie del Magua es muy monótonamente arcillosa hasta pizarrosa y presenta caracter metamórfico leve hasta regular. El color de estos sedimentos es oscura hasta gris lúcido y verdoso, y amarillento(amarillo-olivo) cuando se trata de descomposicion. La intercalacion de cuarcitas en la seccion del Valle y del Cauca es muy escasa.La participacion de menas de cuarzo(Toro),se relaciona con el metamorfismo.-R. Scheibe refiere de la seccion antioqueña de la serrania oriental de la Cordillera Occidental que en los equivalentes se presentan secundariamente areniscas que son hasta de grano grueso.Los colores de descomposicion de la materia arcillosa son ahí claros,entre gris rojo y amarillento.

En cuanto a las diabasas que hay en la serie del Magua,ellas según R. Scheibe,son intrusivas y las observaciones en el grupo de Barragan que hemos hecho concuerdan con esta asercion.El efecto de contacto es leve y se expresa por adolinizacion de la materia arcillosa.-En la angostura del Magua(Stutzer)se observa la intrusion de Gabro-dioritas y al parecer tambien la de diabasas.

Magnitud.

La magnitud de la serie del Dagua no se deja establecer en definitiva porque no se ha podido identificar su base. Segun la exposicion en la angostura del rio Dagua y en la region al Este de Dabeiba hay que juzgarla en varios miles de metros.

Metamorfismo.

En la seccion de la Cordillera Occidental que corresponde a los departamentos del Valle y del Cauca la serie del Dagua presenta caracter lustroso, hasta filítico con intercalacion de menas de cuarzo. El aspecto de esquistos y pizarras lustrosas se halla expuesto en la angostura del Dagua donde solo secundariamente viene a ser algo filítico. En la zona de los nudos de Rio Frio y de Anserma Nuevo, la serie es medianamente filítica, y aun altamente en la seccion del nudo del Rio Frio. Mas al Norte, en la seccion antioqueña de la Cordillera Occidental estudiada por Scheibe, el caracter metamórfico es menos notable y propiamente se trata de sedimentos diagénicos (arcillas y pizarras arcillosas). En la parte Norte del nudo de Frontino se trata principalmente de esquistos arcillosos, en parte lustrosos.

Esta reparticion muestra de modo general que el metamorfismo aumenta a lo largo de la serrania occidental desde el nudo de Frontino hacia el nudo de Rio Frio, o sea hacia el borde del nudo Ecuatoriano. En Nariño, el metamorfismo parece ser mas leve, al parecer en relacion con la inmediacion del nudo Ecuatoriano. En la serrania del Dagua, el metamorfismo es mas leve que en la serrania oriental, circunstancia que está de acuerdo con el aumento del grado del metamorfismo desde la Cordillera Occidental hacia la Cordillera Central. El aumento del metamorfismo en esta direccion parece general, porque H. Scheibe dice con respecto al departamento de Antioquia que "pasando por ejemplo de Bolivar (Antioquia) hacia el Este, se nota como las arcillas y pizarras arcillosas van siendo reemplazadas poco a poco por esquistos

arcillosos,alternando una roca con otra.En la region de Andes y Santa Rita(al Sur de Bolivar),dominan ya los esquistos arcillosos.Las areniscas intercaladas no muestran ningun cambio notable o a lo sumo estan endurecidas.Hacia Aguadas y principalmente hacia Honson(Cordillera Central) quedan subordinados los esquistos arcillosos normales, y aunque no faltan capas arcillosas elásticas,predominan esquistos ya mas o menos micacíticos;unos son de la especie que se llama filita,otros son micacitas normales.A menudo tienen capas ricas en lenetjuelas de cuarzo,tambien cuarcitas,y al fin se ven esquistos grafíticos y cloríticos dentro de los esquistos micáceos.Con este desarrollo sigue el conjunto en la mayor parte de su extension sobre el lado oriental del rio Cauca...".-A la latitud del departamento del Valle,el aumento del metamorfismo hacia la Cordillera Central está indicado por los esquistos lustrosos de la serrania del Dagua (trayecto de la serrania central de la Cordillera Occidental),por los esquistos filíticos y las filitas que se hallan entre los nudos de Ansema Nuevo y Rio Frio y por el caracter en general fuertemente filítico del grupo de Barragan en el promontorio de Buga.-A la latitud del departamento del Cauca,el aumento del metamorfismo se expresa por el caracter filítico del grupo de Barragan en el promontorio de Popayan(Los Serrillos,La Yunga) y por el caracter altamente filítico del mismo grupo en la cumbre de la Cordillera Central,donde en parte puede hasta ser néisico.-En Nariño,el aumento del metamorfismo parece manifestarse en los Estratos de Chita,de la region de Chita que-en nuestro concepto-son menos metamórficos en el lado occidental del aparente nudo-que se forma ahí en la serrania occidental de la Cordillera Occidental-que en el lado oriental del mismo(véase croquis de la cuenca del Patia,de Grosse).Mas altamente metamórficos son los esquistos correspondientes de la Cordillera Central,p.e. en la region al Este de Dolores.-Si a esto se agrega que en el flanco occidental de la Cordillera Central aumenta

el metamorfismo del mesozóico desde Antioquia hacia el departamento del Cauca, tenemos que la variacion de intensidad del metamorfismo no es casual sino sistemática porque aumenta transversalmente desde la Cordillera Occidental hacia la Central (eje de la montaña de los Andes) y longitudinalmente desde la region de Antioquia hacia el Nudo septentrional del nudo Ecuatoriano, o sea hacia las zonas de mayor intensidad tectónica. Desde luego queda entendido que la variacion del metamorfismo tambien se efectúa en menor escala, conforme a los caracteres de la intensidad tectónica y esto explica porqué en los terrenos de alto metamorfismo se encuentran zonas de menor metamorfismo (manchas de esquistos filíticos en los neises del Mazamorras, zonas de metamorfismo variable que describen R. Scheibe de Antioquia y Stutzer del viaje de Popayan a Pasto).-Ademas del dinamometamorfismo a que nos referimos, se observa a veces un metamorfismo de contacto muy intenso y vasto (nudo Santandereano, paleozóico) cuya influencia, exceptuando la cornubianizacion, no parece ser señalada en el Occidente de Colombia.

Nos hemos extendido sobre el metamorfismo del mesozóico occidental porque es de esencial importancia para la comprension de la estratigrafia y porque es típico para vastas zonas del lado occidental de los Andes (mesozóico de Tierra del Fuego, Centro y Norteamerica). Como particularidad queremos mencionar que en el lado occidental de las masas interandinas Suramericana y Norteamericana, el mayor metamorfismo evidentemente se halla en la Cordillera de la Costa, mientras en Colombia se concentra hacia la Cordillera Central, y es en esta seccion donde mayor intensidad adquiere. Teniendo en cuenta que las citadas masas interandinas han sido y son nudos geológicos menores, de gran amplitud, suaves y complejos, se ve que tambien ahí se cumple la ley segun la cual la mayor intensidad tectónica se concentra hacia los flancos de las estructuras.

Facies.

A lo largo de la Cordillera Occidental que en el mesozóico ha sido parte de la faja axial del subgeosinclinal occidental en la seccion colombiana, el desarrollo litológico de la serie del Dagua es notablemente uniforme desde el nudo de Frontino hasta la angostura del Dagua, punto mas meridional donde la hemos reconocido. Apenas parece haber una ligera variacion, indicada por la participacion notable de areniscas en la seccion antioqueña, o sea hacia el nudo Antioqueño que entonces ya debe haber existido, lo mismo que el nudo Santandereano y los nudos venezolanos (pero no el nudo de Frontino). Esta facies no parece variar muy notablemente hacia la Cordillera Central en cuyo flanco occidental puede estar representada la serie del Dagua por las masas esquistosas de la parte baja del grupo de Barragan. Aun en la Cordillera de la Costa (Punta Solano) parece haber esquistos que se dejan referir a la serie del Dagua.

Se indica de esta manera un área de sedimentacion en la seccion colombiana del subgeosinclinal occidental que al tiempo de caracterizarse por depósitos arcillosos es notablemente uniforme. Este ambiente coincide con la situacion distanciada en relacion con el núcleo Suramericano y la masa interandina Suramericana que entonces y durante el mesozóico son las masas terrestres principales. Desgraciadamente no sabemos si la facies de la serie del Dagua es límnica o si es marina, o alternativamente límnica y marina porque no se han encontrado restos orgánicos en ella. De la angostura del Dagua se refiere que, durante la construccion del ferrocarril, se encontró un "arbol" fósil, lo cual nos parece factible porque el piso del Espinal al W de la poblacion de Dagua es notablemente carbonáceo. La búsqueda de restos orgánicos desde luego tiene mejores espectativas en la parte septentrional de la Cordillera Occidental, p.e. al Norte de la poblacion de Antioquia (véase T. Ospina). En todo caso consideramos que tambien ahí los vestigios orgánicos

deben ser escasos porque en los afloramientos entre Cañas Gordas y Dabeiba donde aflora vastamente la serie del Pagua no hemos encontrado rastros de ellos.

Edad.

La edad mesozóica de la serie del Pagua se determina hasta cierto punto en la Cordillera Occidental porque sigue en posicion regular debajo del piso del Espinal, y porque no ofrece sino un grado muy levemente mayor de metamorfismo que este piso. El piso del Espinal que está debajo de la serie de Saldequera (cretáceo volcánico) abarca muy probablemente el cretáceo mas inferior y el jurásico superior. Por lo tanto, la serie del Pagua debe corresponder al resto del jurásico y puede extenderse al triásico, como tambien es posible que abarque sedimentos carbonianos, a juzgar por las condiciones de este en el NW del Perú y por su enlazamiento con el mesozóico en la costa occidental de los Estados Unidos y de Canadá (Bailey Willis).

La relacion íntima que tiene la serie del Pagua con el piso del Espinal se puede observar en la falla de Pagua que pasa con rumbo N hasta NNE por el rio Pagua al Sur de la poblacion de Pagua. Ahí los esquistos filíticos, en parte grafíticos de la serie del Pagua asoman en toda la falla, en especial sobre su lado occidental, mientras en el lado oriental se presenta la serie de Saldequera. Al Oeste de la falla los sedimentos siguen con inclinacion occidental hasta unos 2 kms de distancia y se hallan expuestos en la quebrada Cogollo. Al avanzar en este sentido se vé que el metamorfismo disminuye regularmente y al mismo tiempo se presentan las liditas (blanqueadas por el metamorfismo y semejantes a franjas de cuarzo) como síntoma del piso del Espinal, el cual luego se presenta ámpliamente en la quebrada Cogollo, formado de esquistos arcillosos y silíceos, carbonáceos hasta bituminosos, que alternan con liditas negras. Ninguna indicacion se observa acerca de la existencia de una discordancia y tampoco influyen dislocaciones que pudieran dar lugar a dudas acerca de la sucesion

estratigráfica.-Entre Fagua y la estacion del Espinal y al Oeste de esta estacion no hemos podido formarnos idea clara acerca de la relacion estratigráfica entre ambas formaciones porque el viaje se hizo embarcado y ademas porque se presentan ahí fallas(sobrescurrimientos) secundarias.-En el borde oriental de la serrania oriental, entre Toro y Anserma Nuevo,la relacion que existe entre los sedimentos lidíticos del piso del Espinal y los sedimentos arcillosos de la serie del Fagua es clara.Los sedimentos lidíticos siguen regularmente debajo del cretáceo volcánico y bajo estos se presentan los sedimentos arcillosos del piso del Espinal.-La misma relacion se observa en la region de Fabeiba,donde se reconoce ámpliamente la posicion de la serie del Fagua debajo del piso del Espinal.

A conclusiones análogas se llega a base de la comparacion del grupo de Barragan con el cretáceo inferior y el jurásico superior que se desarrolla al Este del pié oriental de la Cordillera Central. Por esta via que se halla discutida en relacion con la descripcion del grupo de Barragan,se obtiene la impresion de que la serie del Fagua aun podria abarcar sedimentos del cretáceo mas inferior.Pero ello no tiene mayor importancia por ahora porque,como lo hemos dicho,las variaciones de facies en el límite del piso del Espinal con la serie del Fagua implican el engranje del piso con la serie y por lo tanto variaciones regionales de la edad que abarca cada uno.

Habríamos deseado comparar la serie del Fagua con formaciones análogas de la costa occidental de Norteamérica y con las de Tierra del Fuego,pero las investigaciones en Norteamérica se refieren a sedimentos mesozóicos que se hallan a inmediacion de la masa terrestre interandina de Norteamérica,es decir a sedimentos que ofrecen una facies distinta(nerítica hasta costanera) y una sucesion mas incompleta que en el Occidente de Colombia.Acerca de Tierra del Fuego, zona que está mas alejada de la masa interandina Suramericana y que

por lo tanto podria servir mejor para la comparacion estratigráfica con el Occidente de Colombia-en cuanto al mesozóico y hasta cierto punto al terciario-no disponemos de informacion suficiente y solo disponemos del dato de Stappenbeck(Transgressionen u. Regressionen,etc) de que el estudio en esa region se dificulta por el alto metamorfismo que ya muestra el cretáceo inferior.

En respaldo de la edad en general jura-triásica de la serie del Tagua se puede agregar tambien que las formaciones mas o menos costaneras de este tiempo que se presentan en el Perú contienen una fauna que es europea-mediterránea y que solo puede haber llegado ahí por via de Colombia y del Caribe. Steinmann considera que puede haber venido por una área marina situada mas al Occidente de la actual costa colombiana. Sinembargo las particularidades de situacion y de evolucion del subgeosinclinal occidental indican que la via mas occidental es improbable, y que la migracion de la fauna debe haberse verificado por el propio Occidente de Colombia que representa ~~la seccion principal~~ la mayor parte del ancho del subgeosinclinal occidental y evidentemente una seccion en que la sedimentacion ha comenzado temprano en el mesozóico. El subgeosinclinal oriental en este tiempo todavia no evoluciona; su inicio cae alrededor del portlandiano.

Segun T. Ospina y R. Scheibe los equivalentes de la serie del Tagua que encierra el sistema juratriásico, creado por T. Ospina y adoptado con reservas por R. Scheibe, corresponden al mesozóico. En relacion con esta asercion, T. Ospina recurre al metamorfismo que ofrecen los sedimentos mesozóicos en varias partes del lado occidental de Los Andes de América y a las particularidades del volcanismo de este tiempo(considera el cretáceo volcánico como formacion del juratriásico). De este modo, T. Ospina vino a dar una orientacion eficiente con respecto a la determinacion del mesozóico del Occidente de Colombia. R. Scheibe acepta en lo general estos puntos de vista y

destaca luego el aumento del metamorfismo del juratriásico desde la Cordillera Occidental hacia la Cordillera Central, aumento que, segun se explicó, tambien es típico para la seccion del Valle y del Cauca, llegando a ser así una guia estratigráfica importante.

Apoyado en puntos de vista de Steinmann(1926), Grosse estima que los sedimentos que forman la parte baja del juratriásico y que en general corresponden a nuestra serie del Dagua, son de edad precámbrica. Esta apreciacion se funda esencialmente en el grado de metamorfismo que ofrecen esos sedimentos y en la similtud de metamorfismo y de caracteres litológicos que presentan en relacion con otras formaciones definidamente precámbricas o consideradas precámbricas que hay en Sur y Norteamérica(comparacion del precámbrico inferior de Antioquia con el posible precámbrico del Perú y el supuesto precámbrico de la Cordillera de la Costa en Chile, asimismo que con el precámbrico de Lago Superior en EE.U. y con el precámbrico que puede haber en los Andes de Norteamérica, menos en la zonas del Pacífico donde tambien las formaciones postalgonquianas han sido afectadas por el metamorfismo; comparacion del precámbrico superior de Antioquia con el prepaleozóico del Perú). Al hacer esta deduccion no se ha tenido en cuenta que se comparan entre sí zonas que ofrecen una evolucion tectónica de muy distinta intensidad y que por lo mismo deben presentar un grado de metamorfismo muy distinto en relacion con determinados niveles. Así ya hemos visto que en Colombia el lado occidental y la cumbre de la Cordillera Central son una faja de alto tectonismo y metamorfismo en que aun el cretáceo inferior ofrece caracter fuertemente filítico, sobre todo en el departamento del Cauca. Desde ahí el metamorfismo disminuye rápidamente hacia el Oriente Andino del pais(cretáceo no metamórfico) y lentamente hacia el Occidente Andino(esquistos lustrosos de la serie del Dagua en la angostura del Dagua, o sea en el lado W de la Cordillera Occidental). En el Perú, evidentemente ya no es la Cordillera Central la que acusa el mayor metamorfismo, sino este se presenta probablemente en la

Cordillera de la Costa,donde se conoce carboniano metamórfico.Asimismo parece que tambien al Sur del Perú,la línea de mayor metamorfismo siga en un largo trayecto hasta por la Cordillera de la Costa hasta el Sur de Chile.Ademas,el Perú en general se distingue por una evolucion tectónica menos intensa que Colombia,y sobre todo es lenta la evolucion en el Perú desde la Cordillera Central,inclusive, hacia el Oriente.En esta parte oriental,sobre todo en la parte suroriental andina que forma parte de la masa interandina Suramericana,probablemente hay formaciones precámbricas o presilurianas a la vista,pero ya en la seccion peruana de la Cordillera Occidental que ofrece un tectonismo mas intenso,el metamorfismo en término medio debe ser mas intenso y se corre el riesgo de confundir formaciones eopaleozóicas con formaciones prepaleozóicas.Mucho menos factible nos parece la comparacion de las formaciones metamórficas de Antioquia con las precambricas del núcleo Norteamericano(Lago Superior),las cuales se hallan en un terreno mas o menos quieto desde el principio del paleozóico a esta parte.Para la orientacion acerca de la línea de mayor metamorfismo en Suramérica,acompañamos en esta parte el créquis correspondiente.-La apreciacion cronológica que hace Grosse sobre la base principal del metamorfismo de los equivalentes de la serie del Magua y que evidentemente es errada,demuestra que hay que establecer primeramente la relacion estratigráfica de aquellos sedimentos en el área de estudios.A este respecto,Grosse diferencia entre el precámbrico inferior,caracterizado por filitas,filitas calcáreas,cuarcitas,esquistos cuarcíticos claros,pizarras grafitóides de color gris oscuro,pizarras actinolíticas y esquistos verdes,rocas entre las cuales los esquistos verdes dan la nota sobresaliente;entre el precámbrico medio que no tiene esquistos verdes y que se compone de pizarras arcillosas mas o menos filíticas con interposiciones cuarcíticas y areniscosas;y entre el precámbrico superior formado principalmente de monótonas pizarras arcillosas con intercalacion secun-

daria de esquistos arcillosos negros,bituminosos hasta grafitóides, de esquistos arcillosos arenosos y bolas,lentes y bancos de cuarcitas grises.En relacion con esta subdivision,Grosse advierte que los límites entre las secciones del precámbrico y los del precámbrico con el arcáico y con el mesozóico(Formaciones Porfiríticas Antigua y Moderna) no pudieron observarse en ningun punto,habiendo probablemente discordancias.-De la relacion de Grosse se desprende que el precámbrico medio y el superior no se diferencian litológicamente en una forma palpable porque ambas son esencialmente arcillosas y en vista del metamorfismo regional y localmente variable consideramos que bien puede tratarse de una misma formacion.El precámbrico inferior se distingue por la abundancia de esquistos verdes que pueden provenir de intrusiones de diabasas cuya edad puede ser cretácea,segun observaciones en el departamento del Cauca(diabasas esquistosadas y de Dolores;y esquistos verdes en Tres Chorreras,al W de Popayan,colocadas/en estos el grupo de Barragan).Sinembargo como Grosse advierte expresamente que solo en el precámbrico inferior se presentan los esquistos verdes,puede ser que en Antioquia se trate de una formacion premesozóica.-En cuanto a la relacion estratigráfica del precámbrico de Grosse con las Formaciones Porfiríticas Antigua y Moderna que corresponden a nuestras formaciones llamadas piso del Espinal y serie de Faldequera,se vé en la Cordillera Occidental que al menos el precámbrico medio y superior se hallan regularmente debajo del piso del Espinal y este debajo de la serie de Faldequera,siendo típico que el metamorfismo aumenta con toda regularidad desde el piso del Espinal hacia los equivalentes característicos del precámbrico inferior y medio o sea hacia nuestra serie del Bagua.-En lo demas,el error de apreciacion cronológica en que incurre Grosse con respecto a las formaciones metamórficas del lado occiden-tal de la Cordillera Central,se desprende claramente de la existencia de cretáceo inferior metamórfico en Pitayó(al NE de Popayan) y en Polo-

res(al Sur de Popayan).Estas determinaciones ademas dan lugar a considerar que tambien el resto de los terrenos donde se manifiesta el grupo de Barragan sea mesozóico(véase grupo de Barragan).

En resúmen consideramos que la serie del Pagua represente sobre todo el jurásico y que pueda extenderse al triásico,siendo factible que en ella participen tambien sedimentos del carboniano. Ademas consideramos que ella pueda extenderse hacia arriba al cretáceo inferior porque no estamos bien seguros de que el piso del Aspinal llegue a comprender sedimentos del jurásico superior y porque no estamos todavia en condiciones de reconocer claramente las variaciones de facies que se producen en el límite del piso del Aspinal con la serie del Pagua.

Evolucion.

Debido a que no se ha podido reconocer la base de la serie del Pagua,no es posible hacer apreciaciones sobre la fase del traspaso inmersivo que precede la propia fase geosinclinal en la zona del subgeosinclinal occidental y que se halla representada en el subgeosinclinal oriental por las condiciones estratigráficas y de transgresion del piso de Giron(jurásico superior a barremiano medio,aproximadamente).El caracter uniforme sobre muy grande extension que acusa la parte abarcada de la serie del Pagua demuestra que esta parte ya corresponde a la propia fase geosinclinal.La mayor edad que en general parece tener la serie del Pagua en comparacion con el piso de Giron indica que la evolucion del subgeosinclinal occidental comienza antes que la del subgeosinclinal oriental,donde la propia fase geosinclinal se inicia con el piso de Villeta (desarrollo uniforme de las calizas del barremiano superior que tambien es típica para el Perú).Esta apreciacion concuerda con el avance del área sedimentaria mesozóica hacia las masas terrestres del núcleo Suramericano y de la masa interandina Suramericana,siendo entendido que el subgeosinclinal occidental(Occidente de Colombia) se halla distanciado de dichas masas.Esta situacion distanciada

se desprende del caracter uniformemente arcilloso que tiene la serie del Magua,por su sucesion regular que ella presenta y por la falta de areniscas,conglomerados y calizas en la faja de la Cordillera Occidental."sto últimos sedimentos caracterizan el mesozóico del Oriente de Colombia y el del Perú que se hallan próximos hasta inmediatos a las masas terrestres citadas y en que la sucesion es mas incompleta,aparte de iniciarse en término medio mas tarde(desde el jurásico superior sobre todo).

Como faja angosta isleña hay que considerar en el tiempo del Magua el borde oriental de la actual Cordillera Central,advirtiendo que el lado occidental de esta cordillera parece haber sido entonces faja sedimentaria mas o menos regular.El caracter isleño del borde oriental de la Cordillera Central se deduce de que ahí hay sedimentos costaneros típicos que corresponden al hatteriviano y barremiano (Rovira y curso medio del rio Paez),entre ellos calizas potentes y conglomerados.Esta facies costanera se desvirtúa pronto desde el curso medio del rio Paez hacia la cumbre y el lado occidental de la Cordillera Central,donde el grupo de Barragan es arcilloso y secundariamente areniscoso,mientras las calizas y los conglomerados solo se encuentran zonarmente y(los conglomerados) muy raras veces. La relativa abundancia de conglomerados que hay en el borde occidental del nudo Antioqueño-a los cuales se refiere R. Scheibe en relacion con la descripcion del juratriásico-indica que este nudo ya debe haber sido la isla principal en la seccion colombiana del subgeoanticlinal central(Cordillera Central posterior),como tambien lo ha sido en el tiempo de Giron el nudo Santandereano con respecto a la actual faja de la Cordillera Oriental.El nudo de Frontino,situado en la Cordillera Occidental,distinguida por una evolucion mas uniforme y mas activa,todavia no se manifiesta,circunstancia que es notable en relacion con su caracter esencialmente linear y con la uniformidad longitudinal de las formaciones mesozóicas que contrasta con la actual construccion circular-linear de la

Cordillera Oriental y con la variabilidad de facies que se manifiesta ahí con respecto al jurásico superior y el cretáceo.

El caracter uniforme y arcilloso que distingue la serie del Magua sobre gran extension ademas anuncia una evolucion tectónica ámplia y pareja con respecto a este lapso de tiempo. Esta deduccion que refleja la formacion de la seccion colombiana del subgeosinclinal occidental se respalda con la observacion de que no ha habido en ese área un volcanismo manifiesto. Este en cambio es muy activo en el mismo tiempo(jurásico y triásico) sobre el borde occidental de la masa interandina Suramericana, o sea en la seccion chileno-argentina de la Cordillera Occidental y en la faja occidental de la Argentina (correspondiente a la hoyandina del Huca). Ademas el volcanismo se manifiesta alrededor del triásico(Sao Bentos) en el borde suroccidental del núcleo Suramericano(Paraguay y Corrientes). En el NW de Suramérica en cambio, el volcanismo mesozóico no parece intensificarse sino a partir del final del hauteriviano o del principio del barremiano.

Piso del Napinal.-Cordillera Occidental.

Posicion estratigráfica y nombre.

El piso del Napinal comprende la formacion que se intercala entre las series del Magua y de Valdequera y corresponde probablemente de modo general con el piso de Giron del Oriente de Colombia.-El nombre ha sido derivado de la estacion del Napinal que se halla al Norte de la poblacion de Magua en el ferrocarril de Buenaventura a Cali, donde la exposicion es buena sobre un largo trayecto longitudinal. Este piso coincide en general con lo que Grosse llama Formacion Porfirítica Antigua y que estima como posible representante del jurásico. El nombre que creó Grosse no

se ha conservado porque hay demasiadas formaciones porfiríticas en Suramérica y porque ademas el caracter de los derrames, segun puntos de vista de Steinmann(1929), es mas bien diabásico.

Afloramientos.

El afloramiento del piso del Espinal se distingue en un largo trayecto entre las estaciones de Dagua y del Espinal. Ademas lo hemos observado en la depresion de La Llanada al Oeste de la poblacion de Bolivar(Valle) y poco al Sur de Anserma Nuevo. El límite de este piso con la serie de Faldequera se halla aproximadamente expuesto en la saliente que se atraviesa sobre el camino de Micaurte a Bolivar. Ademas hemos de dejar constancia de que, segun indicaciones que dan las ammonitas encontradas ahí, dicho límite posiblemente tambien aflora en Faldequera, al Oeste de Jamundí.

Por los rodados que llevan los rios se determina que el piso del Espinal aflora notablemente en la serrania Oriental de la Cordillera Oriental, desde el nudo de Rio Frio hacia el Norte. R. Scheibe no menciona las liditas típicas de este piso en la seccion a tioqueña de dicha serrania que él ha estudiado, pero es probable que las refiere como cuarcitas de grano fino del juratriásico. La presencia del piso del Espinal en esta seccion se deriva del hecho de que la Formacion Porfirítica Antigua sigue en el lado oriental del rio Cauca(zona de estudios de Grosse) y de que el piso del Espinal aflora en considerable extension sobre el lado Norte del nudo de Frontino, p.e. en la region de Cañas Gordas, en la region de la poblacion de Frontino(coleccion de Behr Heyder) y en la parte Sur de la serrania de Abibe.- Del croquis geológico de la cuenca del Patia(Grosse) creemos deducir que el piso del Espinal se presenta ahí en calidad de los Estratos de Chita.

La repartición en la Cordillera Central se desprende de la descripcion del grupo de Barragan.

Caracter litológico.

El piso del Espinal se presenta en la Cordillera Occidental con caracteres litológicos típicos que lo hacen facilmente identificable. Pero no sucede así en la Cordillera Central, donde su caracter es distinto en lo general y quizá mas variable.

En la Cordillera Occidental la roca principal del piso del Espinal es la lidita que son de un tipo negro, verdoso violáceo y de otros matices y se distinguen por ser muy compactas y estar veneadas generalmente por menas pequeñas de cuarzo. Estas liditas no se confunden con las de la serie de Baldequera porque el color de estas es amarillo, el grano generalmente es perceptible y forman comunmente estratos delgados entre los derrames volcánicos. Con las liditas del piso del Espinal se relacionan esquistos arcillosos, muchas veces silíceos y pizarras que son negras (carbonáceas hasta bituminosas), pero tambien violáceos y grisosos. Las calizas y las areniscas, asimismo que los conglomerados no se presentan sino al Norte del rudo de Frontino, donde se han observado en la region que queda entre Dabeiba y Pavarandocito. La misma facies probablemente se presenta de Pautatá al Norte, es decir sobre la continuacion centroamericana de la serrania occidental de la Cordillera Occidental, porque en Pautatá se observan en una formacion semejante a la del Espinal areniscas y esquistos silíceos al lado de liditas.- La participacion de material volcánico parece estar restringido a ciertas zonas, como lo es la que Grosse estudió en el lado oriental de la seccion antioqueña del rio Cauca (Formacion Porfirítica Antígua), la de Dabeiba y la del Mariño (Estratos de Chita). En Antioquia se hallan derrames de caracter diabásico al lado de aglomerados y tobas, al Norte de Dabeiba verdaderas porfiritas (tipo de andesitas antíguas) y en el Mariño material tobáceo y aglomeráceo. En la zona que estudiamos nosotros, puede haber derrames diabásicos (tipo de basaltos antíguos) entre Cagua y El Espinal, pero de paso no hemos podido establecer con

suficiente seguridad si se trata realmente de derrames. Stutzer considera que ellas son intrusivas. Un punto favorable para resolver la cuestion se halla en el km 67, es decir entre Tagua y El Es-pinal.

Con respecto al desarrollo litológico del piso del Espinal en la seccion de la Cordillera Occidental que corresponde al departamento del Valle necesitamos hacer resaltar que ahí predominan las liditas negras y los esquistos silíceos y arcillosos carbonáceos y bituminosos, al lado de pizarras del mismo género. En ocasiones el metamorfismo ha vuelto claras las liditas y las rocas arcillosas, pero esta transformacion es frecuente, segun se puede ver en la region de Pitayó donde el caracter grafítico de los sedimentos apenas se conserva localmente y á en veces solo en manchas.

El piso del Espinal generalmente ya no presenta caracter metamórfico, segun se observa entre Tagua y El Espinal, al Norte de La Llanada (Potosí) y al Sur de Anerma Nuevo, lugares estos donde la materia arcillosa se presenta en forma de esquistos arcillosos. Entre Tagua y El Espinal solo ocasionalmente se observan esquistos

Con respecto a la zona del nudo de Frontino parece ser característica la calidad margosa del piso del Espinal del cual probablemente se derivan las tobas calosas que abundan en esa region. Al Norte de Yabeiba, donde hay bancos definidos de cal en ese piso, ademas se presenta calcita como relleno de los intersticios que hay entre las franjas de lidita. A pesar de todo, no se ha encontrado todavia fósil alguno dentro del piso del Espinal.

Magnitud.

La magnitud del piso del Espinal no se ha podido reconocer en un perfil contínuo. La sucesion que se observa en la q. Cogollo, al Este de la poblacion de Tagua indica para una parte del piso una magnitud de 700 m hasta mas, de manera que la magnitud total debe ser considerablemente mayor de 1000 metros.

Metamorfismo.

El piso del Espinal generalmente ya no presenta caracter metamórfico, segun se observa entre Tagua y El Espinal, al Norte de La Llanada (Potosí) y al Sur de Anerma Nuevo, lugares estos donde la materia arcillosa se presenta en forma de esquistos arcillosos. Entre Tagua y El Espinal solo ocasionalmente se observan esquistos

lustrosos hasta ligeramente filíticos. En cambio el metamorfismo parece ser mas acentuado en el nudo de Rio Frio, a juzgar por los rodados filíticos y las liditas blanqueadas que bajan de ahí en los rios. Tambien es fuerte el metamorfismo en la punta oriental del camino de Ricaurte a Bolivar (Valle).-Hacia la seccion mariñense de la Cordillera Occidental, el metamorfismo no parece influir sino localmente y de manera débil, salvo en el conjunto 1º de los Estratos de Chita que se presenta mas cerca de la Cordillera Central. En la Cordillera Central, el metamorfismo de los equivalentes del piso del Espinal desde luego es fuerte y se manifiesta en aumento medio desde la seccion del departamento de Antioquia hacia la del departamento del Cauca (facies no metamórfica y metamórfica de la Formacion Porfirítica en Antioquia y contraste de ella con el desarollo filítico del grupo de Barragan del Valle y del Cauca, el cual encierra los equivalentes del piso del Espinal).

Facies.

A rasgos generales, el piso del Espinal tiene una facies sostenida, pero ya en mediana escala se presentan variaciones muy notables a lo largo de la Cordillera Occidental y probablemente mas fuertes desde esta cordillera hacia la Cordillera Central. Esto acusa una diferencia muy notable con respecto al desarrollo de la serie del Magua que es notablemente uniforme.

En la seccion del Valle de la Cordillera Occidental, la facies se puede caracterizar de lidítica y silico arcillosa y se manifiesta tambien por el color negro de sus sedimentos que son carbonáceos hasta bituminosos (observaciones al W de Bagua y en Potosí-La Llanada).-En Mariño (Estratos de Chita), la facies es lidítica, tobácea y arcillosa. En la seccion antioqueña del lado oriental del rio Cauca, estudiada por Grosse ella es volcánica básica sobre todo y ademas lidítica y silico arcillosa. En la region del nudo de Frontino, la facies se puede carac-

terizar de lidítica-caleítica,mientras al Norte de Cabeiba ella se destaca por la participacion de cal en bancos,arenisca,conglomerados(porfiríticos) y de derrames intermediarios,es decir de porfirita.En el curso medio alto del Sinú(region de Tucurá) se destaca una facies especial,caracterizada por pizarras silíceas de colores claros.Hacia la seccion del Valle y del Cauca,la participacion de liditas parece ser escasa en la Cordillera Central y los sedimentos parecen estar sustituidos principalmente por arcillas, siendo probable que hacia la parte alta del piso/tambien participen areniscas.

Con respecto a las estructuras actuales,la facies se reparte de tal manera que el desarrollo volcánico se presenta hacia los bordes de los nudos Antioqueño y Ecuatoriano,mientras en la zona intermedia del flanco occidental de la Cordillera Central parece dominar la facies sedimentaria.La facies volcánica se presenta en esta seccion mas al Oriente,en el pié oriental dela Cordillera Central y en secciones de la hoyandina del Magdalena y de la Cordillera Oriental(Huila).En esta relacion,la facies volcánica que se presenta evidentemente en los bordes de masas terrestres menores (islas),es llamativa en la region al Norte de Cabeiba.Ella podria ser indicio de la preformacion del nudo de Frontino,pero es singular que ella ahí no sea básica sino intermediaria.

Edad.

Nosotros consideramos que el piso del Espinal equivale en general al piso de Giron del Oriente de Colombia,el cual se extiende desde el Portlandiano hasta el barremiano medio,aproximadamente.Esta relacion se deduce primeramente de que el piso del Espinal sigue enn la Cordillera Occidental regularmente debajo de la serie de Caldequera en que se hallan fósiles barremiano-aptianos que ha recogido Grosse en Antioquia y que determinó Steinmann.Estos fósiles probablemente se hallan tambien en la parte baja de la serie de Caldo-

quera porque a poca distancia debajo de esta se hallan en Pitayó las calizas que equivalen claramente al barremiano,probablemente al barremiano superior,y ademas porque los hallazgos de fósiles en la serie de Valdequera de la region de Coconuco indican que en ella participan tambien depósitos del albiano bajo los cuales deben hallarse desde luego los niveles barremiano-aptianos,fosilíferos en Antioquia. De esta suerte el piso del Espinal que sigue debajo de la serie de Valdequera y se relaciona regularmente con ella,debe abarcar sedimentos que en parte todavia corresponden al barremiano y sedimentos anteriores a este tiempo,es decir sedimentos que corresponden con los del piso de Giron.-Esta deduccion se afirma al tener en cuenta que los sedimentos de Giron en el curso medio y alto del rio Paez son notablemente lidíticos,aunque es de advertir que la facies varia rápidamente y traspasa a la facies volcánica y conglomerácea.-Este cambio de facies parece ser natural en vista de que los sedimentos lidíticos son manifestacion indirecta del volcanismo(disolucion de sílice del material volcánico y precipitacion en los terrenos volcánicos y en los terrenos adyacentes;Hoeck).La facies volcánica que se manifiesta en la parte alta del piso de Giron,sobre todo en el borde oriental de la Cordillera Central,tambien se refleja en la facies correspondiente del piso del Espinal,citada en el párrafo anterior.-Finalmente se puede relacionar el piso del Espinal,sobre todo en la facies de Antioquia y del Norte de Tabeiba con el Franciscan,formacion que se halla en California,es decir en el lado occidental de Los Andes de Norteamérica.El Franciscan que por cierto ofrece discordancia con respecto al resto del cretáceo que sigue encima-cosa que se explica porque se trata de una formacion del borde poniente de la masa interandina Norteamericana-, se ha identificado como de edad eocretácea o neojurásica(Bailey Willis).Como ambas formaciones siguen debajo del cretáceo medio a inferior(Shasta en California)-el piso del Espinal regularmente-,

y como ademas la relacion de facies es estrecha y ambas formaciones se hallan en el lado occidental de Los Andes,o sea que se formaron en el subgeosinclinal occidental,no puede haber duda acerca de su coincidencia general.-Tambien es importante para la decifracion de la estratigrafia del Occidente de Colombia la formacion de California (Estados Unidos) que se llama Mariposa slate y que se estima ser jurásico superior-litológicamente semejante a la serie del Dagua-,y otras formaciones jurásicas y triásicas de California y de Oregon que reposan generalmente sobre el carboniano y que tambien acostumbran mostrar metamorfismo(véase T. Ospina).Al aprovecharlas para concretar los conceptos sobre el piso del Espinal y la serie del Dagua,debe tenerse presente que ellas han sido depositadas en la zona costanera de la masa interandina Norteamericana,motivo por el cual abundan en conglomerados y ofrecen discordancias.El ensayo de establecer relaciones especiales entre el"jura-triasico"del Occidente de Colombia y el de California sobre la base del compendio de Bailey Willis,no ha dado los resultados apetecidos porque se necesita disponer de obras de estratigrafia especial de California.-En cuanto a la comparacion del piso del Espinal con sus equivalentes del Occidente del Perú,se pone de presente que ellos se han formado en la zona costanera antepuesta a la masa interandina Suramericana y que por lo tanto y a pesar de ser sedimentos del subgeosinclinal occidental, ofrecen una facies mas semejante a la del Oriente de Colombia que a la del Occidente del pais.En efecto el jurásico superior y el cretáceo inferior del Occidente del Perú estan caracterizados sobre todo por la facies del Wealden(carbon) que se desarrolla en la Cordillera Occidental y que se halla tambien en el Oriente Andino de Colombia,aunque no en forma tan notable.

De las relaciones estratigráficas que ofrece el piso del Espinal se desprende que se trata de una formacion que corresponde principalmente al cretáceo inferior y que bien puede extenderse hasta el

jurásico superior,es decir que a rasgos generales es el equivalente del piso de Giron de la subdivision oriental.Para los fines del presente trabajo consideraremos esquemáticamente que el piso del Espinal abarca el mismo tiempo como el piso de Giron,es decir desde el portlandiano hasta el barremiano medio a inferior,aproximadamente.

Evolucion.

Durante el tiempo del Espinal prosigue en Colombia la profundizacion y el relleno con sedimentos del subgeosinclinal occidental,el cual avanza progresivamente hacia el borde noroccidental de la masa interandina Suramericana(véase el desarrollo y extension del portlandino y del cretáceo inferior en el Occidente del Perú,segun Steinmann).En el mismo tiempo se ha formado en el Oriente de Colombia el subgeosinclinal oriental,el cual comienza regionalmente en la seccion colombo-venezolana de la Cordillera Oriental alrededor del portlandiano y se desarolla en direccion al borde nororiental de la masa interandina Suramericana.La separacion isleña entre estos dos subgeosinclinales lo verifica el subgeoanticlinal central,el cual evidentemente se vuelve una lengua terrestre de la masa interandina Suramericana en direccion hacia el Perú(véase transgresion aptiana en la seccion peruana de la Cordillera Central,segun indicacion encontrada al Este de Corongo,a orillas del Marañon).Teniendo en cuenta la gran magnitud que alcanzan los sedimentos al final del tiempo del Espinal en el subgeosinclinal oriental y sobre todo en el subgeosinclinal occidental y la profundidad a que queda ahí la superficie preandina,se comprende la acentuacion que enmedio del área sedimentaria ha recibido el subgeoanticlinal central,actual Cordillera Central.La seccion isleña que le corresponde en la seccion entre los nudos Antioqueño y Ecuatoriano se destaca en el pié oriental de la Cordillera Central,donde se presentan en transgresion los sedimentos del hauteriviano y barremiano.

La evolucion uniforme que muestra la seccion colombiana del subgeosinclinal occidental durante el tiempo del Nagun y que revela el plegamiento ámplio y sencillo del subgeosinclinal ,comienza a ser variada en el tiempo del Espinal.En la constitucion del piso del Espinal participan rocas de calidad variada cuyo desarrollo regional es notablemente diferente,segun se desprende de las variaciones de facies a que nos hemos referido.Este acusan el desarrollo del nudo Antioqueño,del nudo Ecuatoriano y posiblemente el del del nudo de Frontino,en parte de cuyos bordes se manifiesta el volcanismo como síntoma de notable actividad tectónica.Este volcanismo que es particular a la seccion colombo-ecuatoriana del eje orogénico, tambien se manifiesta en la seccion isleña del subgeoanticlinal central que se halla hoy dia en el pié oriental de la Cordillera Central,entre el nudo Antioqueño y el Ecuatoriano.A este respecto llama la atencion de que en la seccion de la Cordillera Central que corresponde al Valle y al Cauca y que se halla al Oeste de la seccion isleña referida,no se manifieste el volcanismo palpablemente porque debajo de la serie de Baldequera que abarca la parte alta del barremiano(caliza de Pitayó) y que va delineada en lo general por el contacto de los primeros niveles volcánicos de ella con las areniscas del grupo de Barragan(Barragan hasta Dolores), no hemos encontrado manifestaciones volcánicas,las cuales en cambio sí se presentan en el lado Oeste de los nudos Antioqueño y Ecuatoriano.Esta deduccion se respalda con la extincion rápida del volcanismo del hauteriviano superior o del barremiano inferior-que es el primer nivel volcánico típico del cretáceo desde el Marañón Occidente Andino del Perú hasta el Occidente y el Oriente Andino de Colombia-desde el curso medio del rio Paez hacia la cumbre de la Cordillera Occidental y probablemente con una extincion análoga desde Nevira(Tolima)al Oeste,o sea hacia el rio Bugalagrande.

Esta actividad volcánica que es el inicio del intenso período

Volcánico que caracteriza el final de la fase geosinclinal,sobre todo en el Occidente Andino de Colombia,indica una actividad tectónica notable que se refiere en el tiempo del Aspinal a los bordes de los nudos Antioqueño y Ecuatoriano.Ello y el hecho de que estos bordes son costas de islas relativamente grandes del área geosinclinal,da lugar a suponer que ahí puedan ocurrir discordancias que afectan el piso del Aspinal y su límite con la serie de Feldequera,precursoras de los paxismos intercretáceos que seguramente se presentan durante el tiempo de Feldequera en el flanco Oeste de la Cordillera Central y que son manifiestos en la faja del Pacífico de los Estados Unidos y del Canadá.

En cuanto al ambiente de la seccion colombiana del subgeosinclinal occidental,la frecuencia de niveles de esquistos carbonáceos que distingue el piso del Aspinal en el Valle y en el Cauca indica que ellos pueden haberse formado en un área límnica.Las liditas mas bien indican intervalos de ingresion marina,claramente manifiestos por las calizas que se hallan al Norte de Dabeiba.Este ambiente limno-marino en que no se han constatado mantos de carbon se asemeja al ambiente del Wealden que en el mismo tiempo se destaca en la seccion peruana de la Cordillera Occidental y regionalmente en el Oriente Andino de Colombia y que tambien se indica en California.

Grupo de Barragan,representante del piso del Aspinal y de la serie del Magua en la cumbre y el lado occidental de la Cordillera Central,y en la hoyandina del Cauca.

En la seccion de la Cordillera Central que corresponde a los departamentos del Valle y del Cauca,los equivalentes de la serie del Magua y del piso del Aspinal forman,junto con la parte baja

baja sedimentaria de la serie de Faldequera,una unidad de sedimentos que reposa bajo las rocas volcánicas de la serie de Faldequera y que no se ha podido subdividir en la misma forma como en la Cordillera Occidental porque el piso del Aspinal no ofrece el desarrollo característico como ahí.Esta unidad se ha llamado grupo de Barragan, segun el caserio del mismo nombre que existe en el lado Sur del curso alto del rio Bugalagrande,frente a la desembocadura del rio Tibí,y porque consideramos que en la region de Barragan se deja definir el problema de los sedimentos mesozóicos de la banda occidental de la Cordillera Central.Desde luego se advierte que la parte alta del grupo de Barragan,caracterizada por cuarcitas y por calizas corresponde en gran parte a la base de la serie de Faldequera y se discute de manera especial en relacion con la descripcion de esta serie.

La relacion estratigráfica mas o menos regular que ofrece el grupo de Barragan con la parte volcánica de la serie de Faldequera,se desprende de que en los lugares propicios-Barragan,Sur de Corinto, SE y NE de Dolores(Cauca)-sigue debajo de la parte volcánica de la serie de Faldequera un conjunto cuarcítico que suele contener niveles lenticulares de cal(region Dolores),el cual corresponde probablemente al conjunto zazacliz que contiene las calizas de Pitayó y que consideramos barremiano superior. Debajo de este nivel siguen filitas en una magnitud muy considerable y que traspasan en Tacueyó-cabeceras del rio Mazamorras de San Agustin- a una formacion neísica cuya edad posiblemente es paleozóica,pero que tambien puede ser del mesozóico.En estas condiciones no reina seguridad acerca de la base del grupo de Barragan.

Litológicamente,el grupo de Barragan se divide en el conjunto areniscoso-caloso que constituye su parte alta y en una sucesion de filitas que forman la parte baja y que ofrecen una magnitud muy considerable(en término medio mucho mas de 1000 m).El conjunto

se compone sobre todo de bancos gruesos hasta muy gruesos de cuarcita que alternan con filitas venadas de cuarzo y que en gran parte son mas o menos grafíticas. Esta alternacion se observa en gran potencia desde el caserío de Barragan hasta donde comienzan las diabasas esquistoseadas (q. Chorrera al W de Barragan) y tambien en el rio Palo al bajar de Tacueyó hacia el plano del Valle. La magnitud en estos sitios es muy considerable, mientras en la region de Dolores se reduce a pocos cientos de metros. En esta region, ademas de las rocas citadas, participan bancos lenticulares de cal en la constitucion del conjunto en cuestion. Estos se hallan descubiertos en la quebrada Cuevitas, afluente Norte del rio Quilcasé, a poca distancia arriba del cruce del camino Popayan-Dolores. Al NE de Dolores, en el camino Dolores-Paponga(-La Sierra), el conjunto no parece contener cal, la cual en cambio se presenta en la parte baja de los niveles volcánicos de la serie de Paldequera.- A este conjunto corresponde evidentemente el conjunto que contiene las calizas de Pitayó en el lado occidental de la cumbre de la Cordillera Central, al NE de Popayan el cual sigue debajo de la parte volcánica de la serie de Paldequera y se relaciona con las calizas barremianas del rio Paez, situadas sobre el lado oriental de la Cordillera Central. Al mismo conjunto corresponde probablemente la caliza de Los Cerrillos, situada a orillas del rio Palacé al Oeste de La Tetilla.

En los lugares citados sigue debajo del conjunto cuarcítico, una gran sucesion de filitas, en gran parte grafíticas hasta altamente grafíticas que alternan con filitas comunes, muchas veces de aspecto micacítico, y con esquistos cloríticos. Debajo de esta sucesion sigue al Este de Barragan, hasta cerca de la planada de la cumbre de Cordillera Central, una sucesion unifforme de filitas amarillentas que posiblemente son anteriores al mesozóico, pero luego se presentan otra vez en la cumbre de la Cordillera Central las

filitas grafíticas y comunes que se perciben vía de Roncesvalles hasta al menos la confluencia del Cucuana con el Cucuanita, donde deben hallarse debajo de los conglomerados del barremiano que se manifiestan (desde Rovira) hasta esta seccion alta del rio Cucuana, situada al pié oriental de la cumbre de la Cordillera Central. Teniendo en cuenta que en Rovira (antíguo Miraflores; Tolima) el barremiano se coloca sobre rocas notablemente mas antíguas, seguramente paleozóicas, es de suponer que desde el rio Bugalagrande hacia Rovira se extingue la sucesion filítica de la parte baja del grupo de Barragan. Esta suposicion se respalda con observaciones análogas entre Pitayó y el rio Paez, es decir en una seccion de la Cordillera Central que se halla a 150 kms al Sur de Rovira. En Pitayó se vé que bajo el conjunto calizo del barremiano siguen esquistos metamórficos que pueden corresponder a la parte inferior del grupo de Barragan y que mas al Oeste (region al W de Tacueyó y cerro Solapa) tienen una gran magnitud. En el curso medio del rio Paez se vé como, ó disminuye la magnitud del cretáceo inferior desde la region de Mosoco-Málaga hacia Belalcazar, Coetando y Potrerillos, lugar este donde el barremiano conglomerácco se coloca directamente sobre formaciones seguramente premesozóicas. Estas dos observaciones demuestran que la costa del subgeosinclinal occidental, o sea la faja terrestre (isleña) que lo separa del subgeosinclinal oriental se hallaba en esta seccion de la Cordillera Central en el pié oriental de ella. Hacia el Occidente de esta faja comienza luego la sedimentacion arcillosa del subgeosinclinal occidental y hacia el Oriente la arcillosa, archiscosa y calosa del subgeosinclinal oriental. La interpretacion se puede ver en los perfiles evolutivos que se acompañan al cuadro estratigráfico general.

En relacion con los conglomerados del barremiano que sobre el pié oriental de la Cordillera Central pueden presentarse hasta en la parte alta del hauteriviano, merece llamarse la atencion que en

el flanco occidental de la Cordillera Central,el grupo de Barragan suele contener,al parecer por excepcion,conglomerados que pueden corresponder a los del barremiano-hauteriviano.El único lugar donde se encontraron estos conglomerados es el del boqueron del rio Bugalagrande,en la salida del rio hacia el semiplano de La Iberia.En la q. Rafaelita que baja en el lado Norte del boqueron y que hace parte de la finca La Luciana,se hallan dichos conglomerados en estado metamórfico y relacionado con filitas grafíticas y esquistos cloríticos.Encima,a juzgar por el menor metamorfismo,siguen liditas negras y cuarcitas que corresponden probablemente al conjunto alto gras del grupo de Barragan y que se cubren hacia el Norte y probablemente tambien hacia el Oriente con mmti las rocas volcánicas de la serie de Saldequera.-Con respecto al juratriásico de la seccion antioqueña de la Cordillera Central,K. Scheibe menciona conglomerados que se hallan a l legua al Sur de Chagualal y al Este de Santa Bárbara, punto este donde tambien ocurre cal.Dichos conglomerados muy probablemente corresponden a los del boqueron del rio Bugalagrande y en general a los del barremiano-hauteriviano.No se debe considerar desde luego que ellos son la propia base del grupo de Barragan,sino que pueden ser una intercalacion,tal como lo son los conglomerados barremianos en el cretáceo inferior que se extiende entre Apulo (Diamante) y Villeta y Útica.

En lo demas,el grupo de Barragan,en especial la parte inferior se extiende vastamente por la parte alta del promontorio de Buga (rodados),en la seccion comprendida entre Corinto y Popayan y en el promontorio de Popayan.Probablemente se trata de la formacion que mas extensamente aflora en lado Oeste de la Cordillera Central y de sus promontorios.Stutzer menciona su equivalentes del borde occidental de la Cordillera Central entre Popayan,Dolores,La Sierra hasta cerca de Pasto.-Con respecto a los afloramientos al Este de Popayan hay que mencionar la presentacion de liditas que tambien

refiere Stutzer de algunos lugares entre Popayan y Pasto.Al Este de Popayan,las liditas,índice probable de los niveles del piso del Espinal,se hallan blanqueadas por el metamorfismo y aparentan franjas de cuarcita,tal como sucede tambien en la region de Bogua.

El metamorfismo del grupo de Barragan se distingue por las filitas que lo caracterizan en toda la extension estudiada desde Barragan en el Norte hasta el Sur de Dolores.Los estudios hechos en la region de Pitayó demuestran que en esta zona alta de la Cordillera Central,el metamorfismo es considerablemente mas fuerte que en las demas regiones y tambien mas fuerte que en la region de Barragan.Segun H. Scheibe,el caracter predominante que tienen ahí los equivalentes del grupo de Barragan en Antioquia es filítico pero advierte el mismo autor que es variable.Segun Grosse(precámbrico medio y superior)los equivalentes ofrecen caracter filítico hasta de esquisto arcilloso en Antioquia.En término medio,el metamorfismo en la seccion antioqueña del flanco poniente de la Cordillera Central no parece ser tan fuerte como en la seccion correspondiente del departamento del Cauca.-Con respecto al metamorfismo se recuerda que este disminuye desde el flanco W de la Cordillera Central hacia la Cordillera Occidental.

En cuanto a la edad del grupo de Barragan,la determinacion de las calizas de Pitayó que se halla discutida en la parte correspondiente a la edad del piso de Valdequera,demuestra que la parte alta del grupo se extiende al barremiano,el cual,junto quizá con una parte del hauteriviano,caracteriza el conjunto cuarcítico.La parte baja,filítica y en lo general mucho mas potente que el conjunto cuarcítico,debe abarcar el resto del cretáceo inferior y posiblemente niveles jurásicos y ?triásicos.La edad cretácea hasta jurásica del grupo de Barragan tambien se respalda con las observaciones que haremos en relacion con los sedimentos metamórficos de la serie de Valdequera al SE de Dolores y su correspondencia en ese

Acerca de la evolucion del tiempo en que se depositó el grupo de Barragan, las observaciones del caso ya se hicieron en las descripciones del piso del Napinal y de la serie del Magua. En esta parte se agrega que el desarrollo de preferencia arcilloso que muestra el grupo de Barragan como formacion mesozóica/mas antigua del flanco occidental de la Cordillera Central es muy notable y contrasta con los equivalentes en el lado oriental de la misma Cordillera que son conglomeráceos, volcánicos, calosos y areniscosos en especial. El lugar donde mejor hemos podido observar este traspaso se halla en el curso medio del rio Paez, donde los fuxinas sedimentos de facies oriental traspasan muy pronto a la facies occidental (arcillosa y lidítica) al ascender por el rio Paez desde Belalcazar hacia Moseco, o sea en direccion a la cumbre de la Cordillera Central.- En relacion con el desarrollo litológico del grupo de Barragan desde la Cordillera Central hacia la Occidental es importante tener en cuenta que los niveles cuarcíticos y los calizos desaparecen en la seccion del Valle y del Cauca desde la Cordillera Central al Oeste, o sea hacia el interior del subgeosinclinal occidental. En cambio hay que contar con la probabilidad de que hacia la Cordillera de la Costa (seccion alta al Norte de Cabo Corrientes) vuelvan a presentarse las calizas y cuarcitas y evidencien así una barra geológica situada en el flanco occidental del subgeosinclinal occidental.

Serie de Paldequera.- Cordilleras Occidental y Central.

Posicion estratigráfica y nombre.

La serie de Paldequera abarca la formacion volcánica, potente y muy vastamente expuesta, que corresponde a la última etapa evolutiva de la fase geosinclinal. Ella va limitada hacia abajo por el contacto de las rocas volcánicas de este tiempo con

con los sedimentos de Barragan en el flanco occidental de la Cordillera Central y con los del piso del Tapinal en la Cordillera Occidental.Hacia arriba,la serie va limitada normalmente por el piso del Cauca que corresponde al terciario inferior y que se coloca en leve hasta regular discordancia sobre la serie.En esta forma,la serie de Faldequera abarca aproximadamente desde el límite del barremiano con el aptiano hasta probablemente el cretáceo superior y viene a ser así y de manera general el equivalente de los pisos de Villeta y Guadalupe de la subdivision oriental.En relacion con el límite inferior definitivo consideramos que convendrá incluir a la serie de Faldequera el conjunto alto,calceo-cuarcítico del grupo de Barragan porque este se refiere principalmente al barremiano superior el cual hemos incluido al piso de Villeta,en especial a su parte mas baja.Procediendo en esta forma,se conseguirá una paralelizacion mejor entre el cretáceo del Oriente de Colombia y el cretáceo del Occidente del pais.Para conseguir esta paralelizacion probablemente tambien habrá que separar una peccion de la parte alta del piso del Tapinal de la Cordillera Occidental e incluirla a la parte baja de la serie de Faldequera.Sinembargo,como las calizas y las areniscas del conjunto alto del grupo de Barragan se desvirtúan desde la Cordillera Central hacia la Occidental y como ademas no sabemos si ellas van sustituidas ahí por niveles volcánicos, no podemos hacer indicaciones sobre una delimitacion mas precisa entre la serie de Faldequera y el piso del Tapinal.

El nombre de la serie se ha tomado del lugar llamado Faldequera, situado al Oeste de Jamundí(Valle),en el curso alto del riachuelo de Jordan.En ese lugar y al Sur de él(San Antonio-Liberia)hemos observado por excepcion la participacion abundante de sedimentos en la constitucion de la serie de Faldequera.Dichos niveles probablemente corresponden a la parte baja de la serie.

Zonas de afloramiento.

La serie de Baldequera es la formacion mas extensamente expuesta en la Cordillera Occidental,desde el lado Sur del nudo de Frontino hasta el Sur del Ecuador.Ademas se presenta sobre grandes zonas en la Cordillera Central y en sus promontorios.Ella probablemente tambien tiene una extension notable en la seccion de la Cordillera de la Costa que se extiende de Cabo Corrientes al Norte y se presenta tambien en la isla Gorgona.Segun estos afloramientos,la serie de Baldequera constituye una formacion que se extendia regularmente por el Occidente de Colombia y de ahí-sobre la base de sus equivalentes-hacia el Caribe y hacia el Occidente del Perú.Lo mismo vale con respecto a los pisos de Villeta y Guadalupe del Oriente de Colombia que se perciben regularmente hacia Venezuela y siguen hacia el Oriénte del Perú.Con respecto a Colombia se puede decir qué,especialmente alrededor del aptiano, el pais íntegro fué cubierto por el área sedimentaria,excepto algunas zonas del Oriente,lindantes con el núcleo Suramericano.

A raiz de la exploracion hecha,la reparticion de la serie de Baldequera,comprendiéndola en la parte volcánica, se determina en las siguientes partes del flanco occidental de la Cordillera Central.Primeramente,la serie ocupa un terreno muy ancho y muy largo al Sur del altiplano del Quindio que sigue mas al Sur del rio Bugalagrande.El ancho de esta faja se ha determinado en el trayecto comprendido entre el curso S-N del rio Bugalagrande,al NW de Barragan y el borde occidental del Pomaje en que está la poblacion de Tevilla.Al SW de Tevilla aflora la serie en la parte Norte del cordon del Almendronal y en el cerro Gordo.A continuacion del cordon del Almendronal que se liga al promontorio de Buga desaparece la serie del Bagua y aflora el grupo de Barragan.Otra vez asoma la serie en la entrante terciaria que se halla en el curso alto de la quebrada del Ahorcado,mientras que de ahí al Sur no

es posible identificarla sobre el borde del promontorio de Buga porque se interponen los granitos y las dioritas a que nos referiremos adelante. En cambio, la serie parece constituir vastamente el borde meridional del promontorio citado, segun aspecto de los colores de descomposicion y segun los rodados que bajan los rios y quebradas de esa parte. Hemos vuelto a determinarlas en el pié de la Cordillera Central desde el boqueron del rio Amaime hacia el Sur hasta Corinto. Al Sur de Corinto ellos forman una faja sobre el borde de la Cordillera Central que cruza el rio Palo al E del lugar donde sale al plano del Valle y que luego se amplia muy notablemente hacia el cerro de Munchique de Quilichao, incluyendo el lomo de La Vetica. Hacia Ovejas y Caldono, la serie se hunde en direccion SW, de manera que, avanzando hacia dichas poblaciones, se entra al grupo de Barragan. En todo el contacto del altiplano de Popayan con la Cordillera Central no asoma sino el grupo de Barragan, pero la serie de Saldequera asoma mas al Oeste, en el medio faldeo y en el faldeo alto de la Cordillera Central. Estos afloramientos corresponden al cordon del Pesar que se desarrolla al Oeste de Coconuco y que sigue en direccion a Paniquitá. Mas al Norte, la serie del Pagua asoma al Oeste de Silvia, pero tambien hacia el NE, segun se desprende de rodados que hemos encontrado en una quebrada al SE de Pitayó. Al Sur del cordon del Pesar, la formacion continúa hacia el cerro de Peña Blanca y la region del volcan apagado de Sotará (Bergt). En el interior del promontorio de Popayan no la hemos observado, aunque si se presentan ahí las diabasas intrusivas que motivaron los derrames de la serie (Tetilla, Tres Chorreras). En cambio se presenta la serie hacia los bordes del promontorio, así por ejemplo en La Yunga y en el puente del camino real sobre el rio Hondo, como tambien en el puente de San de Azucar sobre el rio Cauca. De los datos de Bergt se desprende que las diabasas de la serie tambien afloran en La Seta y en La Chapa.-Al Sur de Popayan, la serie se ha reconocido en la region de Dolores.

En el lado oriental de la Cordillera Occidental(serrania oriental), la serie se percibe regularmente desde Tambo(Cauca) hasta Yotoco y,en una faja mas estrecha,que se va interrumpiendo hasta el lado Norte de El Matillo(al Sure de Anserma Nuevo).De la travesia de la Cordillera Occidental entre Cali y la angostura del Dagua se desprende que la serie abarca casi íntegramente el terreno desde el borde Este de la Cordillera Occidental,hasta la falla de Dagua. Por excepcion parecen aflorar sedimentos del piso del Espinal alrededor del km 91-95(entre San Joaquin y Palmar).

Caracteres litológicos.

El desarollo litológico que muestra la serie del Espinal en los departamentos del Valle y del Cauca es casi exclusivamente volcánico y se caracteriza esencialmente por derrames. La parte en que mas sedimentos ocurren es la baja que aflora entre Caldequera y La Liberia y probablemente al Oeste de Vijes,hacia la cumbre de la Cordillera Occidental.

Los derrames pertenecen sobre todo al grupo de las diabasas(grupo de basaltos antíguos) que se compone segun las investigaciones petrográficas de Grosse de espilitas(afanitas), porfiritas labradóricas,porfiritas augíticas,melafiros,diabasas, porfiritas diabásicas y hialodiabasas.Estas rocas que Grosse determina en Antioquia se repiten en el Valle y en el Cauca donde han sido investigadas petrográficamente por Bergt.Ellas se presentan tambien hacia el lado de la Cordillera Occidental en el departamento de Mariño(Grosse) y se manifiestan via del Occidente del Ecuador (Wolf) hasta el Occidente del Perú,de donde las describe Steinmann y propone llamarlas diabasas-melafiros.-A estas rocas básicas hay que agregar primeramente las ultrabásicas representadas por picritas, descritas primero por Bergt y que se determinan como derrames en la region de Vijes,advirtiendo que en gran parte los derrames de picrita

van indicadas por intrusivas del mismo tiempo(peridotitas,harzburgitas y piroxenitas) que se conocen sobre todo del borde de la Cordillera Central,desde Sopetran hasta Tambo(Nariño),pero que tambien aparecen en la Cordillera Occidental hasta el Sur de Urabá.-Ademas de las rocas básicas y ultrabásicas se determinan derrames de rocas intermediarias(porfiritas) y ácidas(pórfiros), las cuales parecen ser típicas para algunos sectores de la Cordillera Central,sobre todo el que se desarrolla de Silvia hacia el Sur hasta al menos el departamento del Nariño.Estas rocas han sido descritas petrográficamente por Vergti(distintas clases de pórfiros,felsitas y porfiritas) y no parecen presentarse en la Cordillera Occidental.

Los sedimentos de proveniencia volcánica(tobas,aglomerados)son escasos dentro de la seccion del departamento del Valle y del Cauca donde aflora la serie de Saldequera,excepto en lo que respecta a la facies porfírica-porfirítica de la Cordillera Central.Tampoco son frecuentes conglomerados volcánicos que se hallan sobre todo en la faja porfírico-porfirítica de Silvia-Coconuco-Sotará.Hacia la Cordillera Occidental solo se les determina de vez en cuando por rodados,así por ejemplo al Sur de Suarez donde se hallan silificados por las diritas y en el rio Melendez,al Sur de Cali.Ellos son relativamente frecuentes en la region al W de Vijes,por ejemplo en la quebrada de Vijes,arriba de la desembocadura del zanjon de Las Guacas.

Entre los sedimentos comunes predominan las liditas que son típicas para las áreas sedimentarias con zonas volcánicas.Ellas generalmente son de color amarillento,sensiblemente arenosas y forman gruesos paquetes de estratos en la region de Saldequera hasta La Liberia.En las demas partes solo forman franjas delgadas y bancos débiles entre los derrames,como sucede en la region de Cali(cantera en la confluencia del Aguacatal con el rio Cali;lado W de Golondrinas) y sobre todo en la Cordillera Central,donde solo excepcionalmente se

encuentran estas rocas y hay que poner mayor atencion para identificarlas en el terreno. Esto vale sobre todo con respecto a la zona que se extiende entre el borde Sur del altiplano del Quindio y el rio Bugalagrande y a la que se halla del boqueron del rio Palo al Oriente, zonas estas donde faltan ~~tambien~~ los demas sedimentos comunes.-Los sedimentos arcillosos solo se presentan ocasionalmente en la region de Faldequera al Sur, pero parecen ser relativamente abundantes al Oeste de Vijes, hacia la cima de la cordillera y se manifiestan en bancos lenticulares, junto con conglomerados al SE de Dolores(Cauca). Tanto en Vijes, como en Dolores estas arcillas son carbonáceas, pero mientras en el primero de los lugares ofrecen el caracter de esquistos arcillosos, son filíticos en la region de Dolores.-La caliza solo se ha observado en la parte baja de la serie, al SE de Dolores, donde ella forma bancos lenticulares. En el boqueron del rio Amaime, la cal tambien se presenta en la serie de Faldequera, pero parece que se trate ahí de cal decantada por agua.

Subdivision estratigráfica de la serie de Faldequera.

Las observaciones hechas hasta ahora indican que las piciritas corresponden esencialmente a la parte mas alta de la serie y se hallan puestas al contacto del terciario inferior en los lugares donde se hallan conservadas, así en la region de Vijes, pero tambien en el borde de la Cordillera Central al E y SE de Quilichao, donde en parte seguramente se trata de derrames de picrita en vista de la posicion regular encima de las diabasas y debajo del terciario inferior. Iguales condiciones pueden reinar en la faja de rocas ultrabásicas, cubiertas por el terciario inferior que Grosse ha reconocido en la cuenca del Patia, al Este de Capellanias. Debajo del conjunto de piciritas que es relativamente débil sigue el conjunto diabásico y su facies ácida hasta intermediaria que se desarrolla en la seccion caucana-mariñense de la Cordillera Central. Este conjunto tiene el mas vasto desarrollo en el Occidente Andino de Colombia y

sigue en esta forma hacia la seccion ecuatoriana de la Cordillera Occidental. Como tercer conjunto de la serie de Faldequera debe considerarse el conjunto cuarcítico-caloso del grupo de Barragan que solo preliminarmente hemos excluido de dicha serie.

La subdivision de la serie de Faldequera por lo tanto es como sigue:

3) Conjunto Pierítico (superior), erodado en gran parte. Se compone de piciritas, diabasas y secundariamente de sedimentos.
2) Conjunto Diabásico que es en término medio el mas potente. Su facies está representada por los derrames de pórfiro y porfirita en la seccion de la Cordillera Central correspondiente al Cauca y al Mariño, y posiblemente por los keratófiros y los keratófiros cuarzosos que Grosse describe de Antioquia.
3) Conjunto Sedimentario (inferior), cuarcítico hasta caloso en el lado de la Cordillera Central.

Magnitud.

Las observaciones hechas en la Cordillera Occidental y en los lugares de Barragan-Sevilla y del rio Palo que se hallan en la Cordillera Central acusan una magnitud de varios miles de metros que debe tener la serie de Faldequera. En otros lugares en cambio, la magnitud se reduce a 300 hasta 400 m y quizá menos. Esta magnitud reducida se observa al SSE de Dolores, en el puente del camino real sobre el rio Quilcasé, posiblemente en la region de La Yunga (al Oeste de Popayan) y al Este de la línea La Pradera-Corinto.

Metamorfismo.

La serie de Faldequera comunmente no ofrece metamorfismo, salvo en algunos lugares de la Cordillera Central y del promontorio de Popayan. Así las diabasas al Oeste de Barragan ofrecen el aspecto aproximado de esquistos verdes. En Dolores, las diabasas se presentan esquistosadas, pero el metamorfismo se refleja mejor por los sedimentos intercalados que son filíticos, y cristalinos en cuanto a la cal. El esquistosamiento de las diabasas de esta region tambien se presenta en los filones interusivas de las mismas rocas

que se hallan poco al Este de la faja de derrames diabásicos de Dolores.Un grado evidentemente mas metamórfico lo presentan las diabasas de Tres Chorreras al Occidente de Popayan que probablemente son intrusivas en el grupo de Carregan y que han sido transformadas en esquistos verdes típicos.Cierto caracter de esquisto verde tambien lo tienen las diabasas de derrames que se hallan en una zona vecina que es la del puente ~~xxxxxx~~ del camino real sobre el rio Hondo.-En la seccion antioqueña del flanco occidental,la transformacion de las intrusivas que se relacionan con los derrames de la serie de Caldequera parece ser en parte muy fuerte(véase rocas intrusivas).-

En cuanto a las picritas y las intrusivas correspondientes se pone de presente que ellas se hallan serpentinizadas y que por lo tanto es difícil diferenciar entre las que son efusivas y las que son intrusivas,aparte de que hay rocas volcánicas básicas,como diabasas que estructuralmente no se distinguen de los gabros(Niggli).

Con respecto al metamorfismo de contacto que han sufrido los derrames de la serie de Caldequera con motivo de las intrusiones dioríticas(tonalíticas sobre todo),se agrega que este se manifiesta por la silificacion de las diabasas y porque su color oscuro se vuelve grisoso.

Facies.

La facies esencialmente volcánica de la serie de Caldequera se desarrolla con gran regularidad desde el nudo de Frontino hasta el Sur del Ecuador,donde comienza a ceder a favor de la facies sedimentaria.Los niveles volcánicos principales en el Occidente del Perú(Cordillera Occidental) parecen ser el del bajo barremiano o alto hauteriviano que corresponde al de la parte alta del piso del Espinal y del piso de Giron en Colombia,el del ?albiano que en Colombia es bien expresivo en Dolores(Tolima) y el del senoniano que se manifiesta en el alto Magdalena(Natágа).-El ancho de la provincia volcánica de la

serie de Faldequera,cuya longitud viene a ser de 1000 kms,abarca en Colombia desde la falda occidental y en parte desde la cumbre de la Cordillera Central hasta la Cordillera Occidental,inclusive. Ademas se presenta esta facies,algo debilitada,en la seccion de la Cordillera de la Costa al Norte de Cabo Corrientes.En el Ecuador ella se extiende sobre todo en la Cordillera Occidental,mientras que va cubierta en la hoyandina del Cauca y no se presenta sino por excepcion en la Cordillera Central(Cordillera Oriental en el Ecuador).-De la situacion de esta provincia se desprende que ella se desarrolla principalmente en el lado oriental del subgeosinclinal occidental,o sea hacia el lado de la Cordillera Central.La mayor actividad del volcanismo de este tiempo sinembargo no parece hallarse en la cima de esta Cordillera sino al Occidente de ella,o sea en el flanco del subgeoanticlinal central.

En el Oriente de Colombia se extiende la facies sedimentaria del piso de Villeta y Guadalupe que solo se vuelve volcánica hacia el flanco oriental de la Cordillera Central,sobre todo en el Sur del pais(Tolima,Huila).Al Norte del nudo de Frontino,la facies del tiempo de Faldequera es probablemente arcillosa hasta secundariamente areniscosa,segun observaciones en el rio Verde del Sinú.En la hoyandina del Pacífico,segun lo indican los sedimentos comunes y tobáceos que se hallan en el flanco oriental de la Cordillera de la Costa(Napipí-Mequerá) y la abundancia de liditas en el borde poniente de la Cordillera Occidental(region de Quibdó;colecciones de E. White Uribe),la facies probablemente es esencialmente sedimentaria,lo cual tambien se respalda con las observaciones de Wolff en la seccion ecuatoriana de la misma hoyandina.

En cuanto a la calidad de las rocas volcánicas de la serie de Faldequera hay que diferenciar entre el área de derrames básicos y ultrabásicos que se extiende desde el pié occidental de la Cordillera Central al Occidente y la faja de derrames ácidos y intermediarios

(que alternan con derrames básicos) que se presentan en el flanco occidental, en especial hacia la cumbre de la Cordillera Central. Mas al Oriente sigue la faja del Magdalena -Cesar con derrames caracterizados por rocas intermediarias (porfiritas) que alternan con rocas básicas y al parecer en el alto Cesar (Sievers) con rocas ácidas. En el Occidente del Perú hacia donde se extingue el volcanismo cretáceo del Occidente de Colombia, los derrames son básicos.

En cuanto a los derrames ultrabásicos es de advertir que el terreno que ellos abarcan en el Occidente de Colombia y que se extiende tambien a la isla Gorgona, se desarrolla hacia el Norte del Ecuador (a juzgar por el platino, ligado a estas rocas), pero ya no sigue en el Occidente del Perú, donde no se conocen rocas ultrabásicas de este tiempo.

La interpretacion que se ha dado a esta reparticion cualitativa del volcanismo cretáceo se halla en el cuadro del platino.

Edad.

La serie de Baldequera contiene primeramente depósitos que corresponden aproximadamente a niveles del aptiano-barremiano, segun se desprende de la determinacion por Steinmann de los fósiles que Grosse recogió en Antioquia. Como la serie se desarrolla regularmente desde Antioquia hacia el Valle y el Cauca, no es de dudar que ellos tambien se hallen en estos últimos departamentos. Nosotros consideramos equivalentes del nivel barremiano-aptiano el de la parte baja del conjunto diabásico que se halla al SE de Dolores que tambien contiene sedimentos y entre ellos cal. Debajo de este nivel sigue en regular sucesion el conjunto cuarcítico-caloso que propiamente corresponde a la parte inferior de la serie de Baldequera. En este nivel se hallan calizas en la quebrada Cuevita (lado N del Quilcasé), pero mas palpables y mejor relacionables son las calizas de Pitayó que ocupan mas o menos el mismo nivel estratigráfico. Estas calizas son cristalinas y contienen bancos de cuarcita (arenisca) granulosa y se hallan colocad

das entre filitas. La magnitud de los dos bancos de cal cristalina que asoman en la calera de Pitayó, al Norte del pueblo de Pitayó es de 5m (parte alta, N de la quebrada "alera) y de 7 m o mas (parte baja, N de la quebrada). Prescindiendo del alto grado de metamorfismo que ofrecen los sedimentos en Pitayó, ellos son típicamente los mismos como los que hemos estudiado en el rio Saez, especialmente al E de Belalcazar, donde tambien se presentan los gruesos bancos de cal con intercalacion de arenisca granulosa y muy fosilíferos, que alternan con esquistos arcillosos. Estos bancos de cal corresponden a la parte baja del piso de Villeta y son del nivel calizo mas sostenido que hay en el NW de Suramérica, reconocible desde Venezuela y el Oriente de Colombia hasta el Occidente del Perú. Su edad corresponde al barremiano y como encima de estas calizas siguen niveles con abundancia de fósiles aptianos, entreverados por cierto con pulchellias que se consideran barremianas, juzgamos provisionalmente que se trate del barremiano superior.- Las dudas acerca de la coincidencia de las calizas de Pitayó con las de Belalcazar que se levantan por el caracter cristalino que ofrecen las de Pitayó y el caracter diagenético que tienen las de Belalcazar se diluyen con la observacion de que, subiendo de Belalcazar por el rio Saez, o sea aproximándose a Pitayó, el metamorfismo aumenta gradualmente hasta presentarse medianamente filíticos los sedimentos cretáceos en Mosoco, pueblo que se halla a unos 30 kms al Este de Pitayó. En la parte intermedia se extiende el páramo de Moras donde la intrusion de rocas eruptivas y el metamorfismo de contacto impiden perseguir regularmente el aumento del metamorfismo. En lo demas se advierte que los niveles cretáceos se dejan perseguir con toda regularidad desde Belalcazar hacia Mosoco.- Segun esta correspondencia no puede caber duda que tambien las calizas de Pitayó son barremianas. Como ellas siguen debajo de los niveles volcánicos de la serie de Saldequera, en igual forma como el conjunto xxxxxxxxx cuarcítico caloso que es propiamente el

inferior de la serie,es óbvio que tambien este debe corresponder en lo general al barremiano.La relacion íntima que tiene este conjunto con la serie de Valdequera se desprende de las filitas grafíticas que contiene al SE de Dolores(Cauca) y que tambien se presentan en el conjunto cuarcítico-calizo.Grosse separó este conjunto al N de Dolores del cretáceo volcánico por medio de líneas de sobrescurrimientos,pero dada la relacion estratigráfica estas no se pueden suponer.Conforme a sus puntos de vista,el mismo autor considera este conjunto y las filitas que le siguen como precámbrico.

En esta forma consideramos que el conjunto inferior de la serie del Magua corresponda al barremiano y que los primeros niveles volcánicos que le siguen y que todavia contienen sedimentos en Antioquia y en Dolores,ya equivalgan a la transicion del barremiano al aptiano.

Los niveles fosilíferos que hemos encontrado dentro de la serie en el Valle y en el Cauca son dos,uno inferior que puede corresponder al contacto del conjunto diabásico con el conjunto inferior que tiene fósiles escasos en Valdequera y en La Marina,al SW de Valdequera,y otro probablemente mas alto que hemos encontrado en el cordon del Pesar,en la carretera de Coconuces,entre los puentes Uribe Uribe y Cocunco sobre el rio Cauca.En el nivel inferior encontramos un inoceramus y ademas un amonita aplastada cuyas estrias tupidas /recuerdan las de los amonitas de la base del piso de Villeta al W de Cáqueza(E de Bogotá).Como encima de este nivel no se presentan amonitas con estrias tan tupidas,juzgamos que aquel amonita sea del cretáceo inferior,probablemente del barremiano.-En el nivel superior,expuesto en la carretera de Coconuco y formado de esquistos arcillosos silíceos,liditas y cuarcitas,se han encontrado amonitas de estrias mas anchas que recuerdan las amonitas del albiano del Oriente de Colombia(Oxytropidoceras).Tambien los sedimentos recuerdan los del albiano fosilífero del Oriente que es lidítico y esquisto-arcilloso. Queda entendido que estas determinaciones en amonitas

aplastadas y mal conservadas no dan sino una orientacion general. En todo caso,como el nivel fosilífero del barremiano-aptiano que se encontró en Antioquia debe estar hacia la parte baja dèl conjunto Diabásico de la serie del Magua y como este conjunto es muy potente,juzgamos probable la participacion en él de depósitos albianos,exceptuando las fajas en que muestra una magnitud muy reducida,como al Este de Dolores.

Ademas consideramos que la serie del Valdequera pueda extenderse hasta abarcar el senoniano,siendo posible que el senoniano corresponda al conjunto Picrítico.A esta suposicion induce primeramente el hecho de que dicho conjunto,en donde se halla conservado,siempre está al contacto con el terciario inferior y que los sedimentos de este tiempo se coloquen sobre las intrusivas correspondientes, lo cual puede ocurrir en la region de La Vetica ,al SSE de Quilichao, y ocurre en Urabá(curso alto del rio Tasidó,etc).En segundo lugar consideramos factible la presencia de senoniano volcánico porque este es uno delos niveles volcánicos típicos del NW de Suramérica que se conoce del Occidente Andino del Perú y del alto Magdalena y porque en la misma zona volcánica del cretáceo se conocen niveles volcánicos del albiano y del hauteriviano-barremiano que evidentemente tambien se presentan en el Occidente Andino de Colombia.-Por otro lado,la observacion de que las peridotitas,como manifestacion de la actividad del magma ultrabásico durante el cretáceo, no atraviesen en California la formacion de Atascadero(Chico;cretáceo superior),indica que el conjunto picrítico puede ser mas antiguo, y corresponder al cretáceo medio,teniendo en cuenta que las peridotitas atraviesan el cretáceo inferior(Bailey Willis,pg.668).-Por ahora consideraremos como mas probable que el conjunto picrítico y sus intrusivas correspondan al senoniano,poniendo depresente que no hemos conocido manifestacion ultrabásica ni posterior ni anterior al conjunto Picrítico.

Paroxismos intercretáceos.

Se comprende que dentro de una formacion casi exclusivamente volcánica como lo es la serie del Magua en los conjuntos Diabásico y Picrítico,no es fácil reconocer los paroxismos.Ademas se trata de una fase de hundimiento general en que los movimientos tectónicos se ocultan bajo el área sedimentaria y solo resaltan hacia las masas terrestres,en especial donde estas se distinguen por actividad tectónica.En la seccion colombiana del geosinclinal andino, la Cordillera Central que guarda caracter isleño hasta el tiempo del Mspinal,por cierto queda incluida al área sedimentaria,pero sigue siendo el eje evolutivo,como lo demuestra la reparticion del volcanismo en sus flancos,y no parece haber sido área(barra) sedimentaria sino con intermitencias duarnte el tiempo de Maldequera. Mes ahí,por lo tanto,donde con mas probabilidad se pueden presentar las discordancias como manifestacion de los paroxismos intercretáceos.La presentacion de estas discordancias en la Cordillera Central es tanto mas probable,cuanto que el volcanismo intenso en su flanco occidental presupone una actividad tectónica relativamente intensa,ademas por la relativa abundancia de conglomerados que ofrece la serie de Faldequera en el lado de la Cordillera Central y porque los paroxismos cretáceos tambien se presentan en otras regiones de la tierra.

Como region propicia para definir los paroxismos se presenta la que se extiende entre Silvia y Dolores.Refiriéndonos a la region de Dolores(Cauca) que hemos estudiado mas de cerca, llama la atencion la escasa magnitud del conjunto Diabásico y del conjunto caloso-cuarcítico de la serie de Faldequera.El conjunto diabásico que en lo general acusa una potencia muy grande, se reduce en Dolores a unos 300 hasta 400 m y no parece abarcar sino la transicion del barremiano al aptiano y quizá el aptiano.La parte alta del conjunto,asimismo que el conjunto Picrítico por cierto

pueden haber sido destruido antes de la deposicion del piso del Cauca que sigue ahí a la serie de Saldequera, pero al parecer solo en parte porque en el puente del camino real Dolores-Popayan sobre el rio Quilcasé hay al contacto de la serie de Saldequera con el piso del Cauca conglomerados que parecen ser piríticos y que por lo tanto pueden pertenecer al conjunto superior de la serie en cuestion. Esto indica que entre la deposicion de estos conglomerados y la del conjunto diabásico de poca magnitud, puede haber un intervalo considerable en la deposicion de la serie que puede corresponder a una discordancia.

Para la determinacion de los paroxismos en el Occidente de Colombia pueden servir de guia general los niveles de mayor actividad volcánica que se destacan en tiempos correspondientes en el lado oriental de la Cordillera Central y en la seccion peruana de la Cordillera Occidental (alrededor del hauteriviano-barremiano, del albiano y en el senoniano). Ellos evidencian períodos de intensificacion de los movimientos tectónicos, intensificacion que puede expresarse sobre todo en el lado occidental de la Cordillera Central, donde el volcanismo y por consiguiente el tectonismo son mas intensos.

Evolucion.

Durante el tiempo de Saldequera la parte del geosinclinal andino que corresponde al NW de Suramérica adquiere su mayor extension. Colombia y Venezuela, exceptuando las fajas que corresponden al núcleo Suramericano, se convierten mas o menos íntegramente en área sedimentaria. De los estudios en el Oriente del pais se desprende que aun los nudos, como el Santandereano quedan incluidos en este área. La faja isleña de la Cordillera Central, probablemente con inclusion de los nudos Ecuatoriano (Wolf; indicaciones sobre resíduos de cretáceo en esa seccion de la Cordillera Central) y Antioqueño tambien es invadida, segun lo acusa la transgresion del barremiano

en el rio Páez,en Neiva y,segun los datos de Sievers,tambien en la region del nudo de Santa Marta (curso alto del Cesar).La invasion del nudo Antioqueño se pone de manifiesto por el hallazgo de caliza fosilífera de parte del señor Santiago Arévalo en el filo que divide aguas entre el rio Medellin y el rio Nare(camino nacional del Nare).La caliza que se ha encontrado en forma de rodado en dicho filo contiene la impresion de una amonita de estrias mas o menos anchas y suaves que de ningun modo es paleozóica y que debe corresponder,a juzgar por el nivel calizo a los niveles barremiano-aptianos.-En direccion al Perú,el área sedimentaria se extiende hasta el borde de la masa interandina Suramericana,la cual bordea en un trayecto occidental que llega hasta Copiapó(Steinmann).De ahí al Sur,el subgeosinclinal parece ofrecer en este tiempo un dintel que lo separa del trayecto argentino-chileno del subgeosinclinal,a juzgar por las diferencias de fauna entre uno y otro distrito(Steinmann,Gerth).Hacia el Oriente,prescindiendo de la transgresion neosenoniana que llega hasta el bajo Amazonas (Katzer,y v. Bauer,cuyos sedimentos paleogenos se han determinado como neosenonianos),el área se extiende hacia el borde occidental del núcleo Suramericano y se prolonga en direccion Sur hasta quizá la region del Chaco Boliviano.En el Oriente de la Argentina se presenta en este tiempo un dintel análogo al y mas palpable que el que se halla al Sur de Copiapó.El distrito sedimentario del subgeosinclinal oriental que sigue al Sur de este dintel(ligamento) no se deja determinar porque hace parte de la cuenca submarina Argentina.Esta subdivision de los subgeosinclinales parece repetirse en Norteamérica(véase croquis de las masas terrestres en Sur y Norteamérica).

La evolucion activa que caracteriza la seccion colombo-ecuatoriana del subgeosinclinal occidental,relacionada con la activacion de los movimientos tectónicos,se refleja por el intenso volcanismo

que reina ahí durante el tiempo de Faldequera. La disminucion de la intensidad volcánica hacia el Oriente de Colombia y el mícleo Suramericano, y hacia el Occidente del Perú indican que en esas direcciones decae la intensidad tectónica, es decir en direccion al mícleo citado y a la masa interandina Suramericana. Como eje evolutivo y divorcio del volcanismo se presenta en Colombia la Cordillera Central. En su lado occidental el volcanismo es intenso y se extiende hasta el borde poniente de la Cordillera Occidental, o sea hasta la faja axial del subgeosinclinal occidental (hoyandina del Pacífico). Otra zona de actividad volcánica parece ser la Cordillera de la Costa, donde se presentan, al Norte de Cabo Corrientes encima de calizas cristalinas y sedimentos cornubianizados que pueden corresponder al conjunto inferior de la serie de Faldequera, derrames volcánicos básicos y conglomerados de esa procedencia que van cubiertos hacia el lado de la hoyandina del Pacífico por sedimentos del terciario inferior. Al Este de la Cordillera Central, el volcanismo se presenta poco intenso y con intermitencias entre el borde oriental de esta cordillera y el rio Magdalena, pero se extiende al lado occidental de la Cordillera Oriental en los departamentos del Tolima y Huila y en el curso alto del rio Cesar. Al Oriente de estas zonas, el volcanismo no se hace sentir.- Al seguir de Colombia hacia el Perú, se vé como el volcanismo del lado occidental de la Cordillera Central va disminuyendo y restringiéndose a la Cordillera Occidental hasta terminar hacia el borde N de la masa interandina Suramericana. Mas pronto parece extinguirse el débil volcanismo del lado oriental de la Cordillera Central que ya no se manifiesta en el Oriente andino del Perú. Todo esto concuerda con la disminucion de la intensidad del tectonismo, tal como se observa hoy dia desde Colombia hacia el Perú (véase perfiles del cuadro 1 del Anexo y véase tambien relacion entre tectonismo y magmatismo en el perú, segun Steinmann).

El volcanismo,considerándolo por la calidad de las rocas que produce,parece ser aun de mayor importancia con respecto a la decifracion de las particularidades de la evolucion al final de la fase geosinclinal.Primeramente se vé que entre la Cordillera Occidental y el borde Oeste de la Cordillera Central el conjunto diabásico solo ofrece rocas básicas,mientras que al seguir el hundimiento del subgeosinclinal occidental se presentan las rocas ultrabásicas. Esto anuncia que las rocas volcánicas se reparten segun la densidad y la estructura y el ejemplo a que nos referimos demuestra que esta diferenciacion se produce a raiz de la evolucion del subgeosinclinal occidental,en especial de su profundizacion.Si comparamos el volcanismo de las distintas fajas en que se presenta,se hace la observacion que el volcanismo básico y ultrabásico del lado oriental del subgeosinclinal occidental se sustituye hacia la cumbre de la Cordillera Central(subgeoanticlinal central) por el volcanismo típicamente intermediario hasta ácido y se vuelve otra vez de preferencia intermediario en el flanco occidental del gran subgeosinclinal oriental.Por lo visto,las rocas mas livianas se presentan en el eje del subgeoanticlinal central,mientras que de ahí hacia el interior del los sugeosinclinales aumenta la basicidad.Esto demuestra que entre la reparticion de los líquidos de los yacimientos petrolíferos segun las formas tectónicas y la reparticion del magma en las formas correspondientes no hay diferencia fundamental.Esta determinacion ademas se respalda con la disminucion de acidez de las rocas eruptivas en el terciario superior desde el Perú hacia Colombia y con la presencia del volcanismo actual que produce rocas intermediarias en la seccion ecuatoriana de los Andes y del volcanismo reciente de los Galápagos que ha sido básico. (Véase cuadro del platino).

Del punto de vista evolutivo tambien es interesante anotar que

aun en el tiempo de Caldequera y a pesar de la actividad evolutiva que entonces reina,la facies es sostenida sobre extensiones muy grandes y refleja la construccion linear que caracteriza el Occidente de Colombia.En el Oriente de Colombia en cambio,cuya construccion es circular-linear,la facies del tiempo correspondiente(Villeta y Guadalupe) es mucho mas variable(véase cuadro estratigráfico general).

El ambiente en que se formó la serie de Caldequera es marino, segun se desprende de los fósiles que ocurren,pero hay que considerar que temporal y regionalmente puede haber habido intervalos límnicos,como los ha habido durante este tiempo en el subgeosinclinal oriental(antracita cenomaniana,carbon del cenomaniano-turoniano, y del senoniano).

TERCIARIO INFERIOR Y MEDIO.

FASE DEL TRASPASO EMERSIVO.

Al final del cretáceo,el mar que habia invadido a Colombia se retira y el interior del pais se convierte en área sedimentaria esencialmente límnica.Esta transformacion se relaciona con el solevantamiento de los Andes en el Perú y el rechazo que por este motivo sufre el mar en direccion al Caribe y hacia el Pacífico.El estado límnico del pais prosigue del terciario inferior al terciario medio y va acompañado de paroxismos que se expresan sobre todo por la preformacion insular de los actuales Andes de Colombia.A esta fase del ciclo andino que hemos llamado fase del Traspaso Emersivo(del geosinclinal al geoanticlinal) sigue en el terciario superior la ereccion de los Andes.

Las formaciones que en este tiempo se han depositado en los departamentos del Valle y del Cauca son el piso del Cauca(terciario

inferior)y el piso de Cinta de Piedra que solo se distingue en su parte inferior(mioceno inferior).El área en que se depositan estos sedimentos ya no es contínua como en la fase geosinclinal,sino en el Occidente de Colombia se reduce/a fajas,en especial a secciones de las actuales hoyandinas que se preformaban entonces.La sedimentacion seguramente tambien se extendia temporalmente a las Cordilleras Occidental,Central y de la Costa,pero de ella sobran pocos resíduos.En el Oriente de Colombia, las áreas del terciario inferior y medio en cambio son vastas y ofrecen una sucesion concordante,excepto hacia el lado oriental de la Cordillera Central y en la region de los nudos de Santander y Venezuela.En el litoral caribe,se extiende otra vasta zona sedimentaria que se comunica por Urabá con la de la hoyandina del Pacífico que estriba en direccion Sur hacia la costa de Mollendo. La zona del Caribe como la de la hoyandina del Pacífico son esencialmente marinas.

Las apreciaciones que siguen,se refieren esencialmente a la seccion de la hoyandina del Cauca que corresponde a los departamentos del Valle y del Cauca.Ella es parte de una zona sedimentaria general que se extendia entre las Cordilleras Central y Occidental desde Antioquia hasta el departamento de Nariño y que parece ofrecer la particularidad de que la sedimentacion del terciario inferior se efectuó principalmente en su seccion meridional(Valle hasta Nariño),mientras la del terciario medio parece concentrarse hacia la seccion septentrional(Antioquia).

La correlacion de estas formaciones se simplifica porque muestran un desarrollo litológico y particularidades estratigráficas muy semejantes a las de la hoyandina del Magdalena,que por su parte se dejan relacionar con las de la Cordillera Oriental hasta Venezuela.En relacion con la delimitacion del terciario inferior con el terciario medio la hemos colocado definitivamente en la base

de un conjunto conglomeráceo(bordes de las masas terrestres) hasta areniscoso(lejania de las masas terrestres) que se presenta con mucha constancia y que al mismo tiempo es la base del terciario medio. Este conjunto corresponde probablemente al ~~terciario~~ mioceno inferior, segun relaciones con la costa de Paita(Perú) y con Venezuela. En esta forma el terciario inferior abarca en general el eoceno y el oligoceno, mientras el terciario medio comprende el mioceno inferior y medio. El mioceno superior y el plioceno corresponden al terciario superior. Queda entendido que esta subdivision cronológica que se ha hecho sobre bases de correlacion litológica atendiendo a la facies, y sobre la base de la evolucion andina, necesita revisarse.

Por tratarse de un asunto económico, la descripcion de los mantos de carbon del terciario inferior se ha colocado en la parte económica de este informe.

Piso del Cauca.- Terciario Inferior

Posicion estratigráfica y nombre.

El piso del Cauca se coloca en discordancia suave hasta regular sobre la serié de Valdéquera y no parece estar separado por una discordancia notable del piso de Cinta de Piedra el cual cubre el piso del Cauca. El piso del Cauca es probablemente anterior al piso de Antioquia(Formacion carbonífera de Antioquia, de R. Scheibe y Terciario carbonífero de Antioquia de E. Grosse) que corresponde probablemente al piso de Cinta de Piedra. En cuanto a la subdivision del terciario de la cuenca del Patia que hace Grosse, el piso del Cauca coresponde al Eoterciario mas los pisos inferior y medio del Medioterciario. El equivalente del piso del Cauca en el Oriente de Colombia es el piso de Guaduas, comprendido

entre el contacto con la parte alta del piso de Guadalupe(senoniano) y el contacto con la base del conjunto del Cacho o conjunto de Chicoral,equivalente a la base del terciario medio(véase cuadro estratigráfico general).

El nombre del piso se relaciona con su desarrollo a lo largo del trayecto del rio Cauca que pasa por los departamentos del Cauca y del Valle,en especial con los vastos afloramientos que hay a lo largo del rio Cauca en el departamento del Cauca.

Afloramiento y extension.

El afloramiento mas extenso que presenta el piso del Cauca es el que sigue al contacto de la hoyandina del Cauca con la Cordillera Occidental desde Vijes hasta cerca de Tambo,donde se encubre transitoriamente para seguir el mismo contacto en la zona de la cuenca del Patia donde los afloramientos se amplian hasta la Cordillera Central(Grosse).La seccion entre Tambo(Cauca) y Vijes corresponde en su mayor parte al semiplano del carbon y los afloramientos del piso del Cauca son ahí prácticamente continuos.Del rio Lile hasta Tambo,el ancho de los afloramientos es de 5 a 10 kms,pero se amplia al Sur de Morales con los que se presentan en el borde occidental del promontorio de Popayan y que llegan a tener de 2 a 5 kms y mas(de ancho).Un estrechamiento notable en esta seccion es el de la saliente cretácea de Suarez,mientras al Norte se presenta la leve ampliacion de los afloramientos de la region de Liberia y al Sur la que se desarolla entre el curso alto del rio Dinde y la region de Tambo.La longitud de esta faja(Tambo-Lile) es de 110 kms.- Del rio Lile al Norte,en especial en la region de Cali,la faja ancha de afloramientos del piso del Cauca se ramifica en lenguas del piso que se colocan entre fajas de la serie de Valdequera.En general las lenguas mas occidentales terminan antes que las orientales,próximas al plano del Valle.La lengua principal occidental es la que se desarolla

desde la region de la Planta Meléndez,al SW de Cali,hacia el Norte, se interrumpe probablemente en el paso por el rio Cali y sigue luego por los cerros de La Laguna y Golondrinas hasta mas al Norte del rio Arroyohondo.La faja o lengua oriental principal es la que arranca de la region al Sur de las minas de Los Chorros,al E de Cali, y va hacia el cerro Tres Cruces,donde se bifurca en una rama occidental que termina poco al Norte de las minas de Chipichape y en una rama oriental que continúa por el borde del plano del Valle hasta el codo de la saliente de Puerto Isaacs.Allende esta saliente,el plano del Valle avanza algo contra la Cordillera Occidental y en la misma forma se desplaza el afloramiento del piso del Cauca que primero se presenta intermitentemente(ascenso del ferrocarril al NW de Yumbo) y luego de continuo,a partir de Mulaló hasta cerca de Vijes.Poco al Oeste se presenta otra faja del piso del Cauca(facies calosa de Vijes) que hemos llamado La Rusia,la cual termina al NW de Vijes.De este lugar al Norte hasta Anserma Nuevo-término septentrional de nuestra exploracion-no aflora el piso del Cauca.

Como faja transversal de afloramientos se distingue la que va de Suarez hacia Buenos Aires y Quilichao y que comprende los cordones de Buenos Aires y La Chapa y las hoyas intermedias.Esta faja que Stutzer habia comprendido como dintel(Sperro) pero que no es sino la estribacion del ppromontorio de Popayan,es la única en que se puede perseguir directamente el desarrollo del piso del Cauca desde la Cordillera Occidental hasta la Cordillera Central(aparte de la cuenca del Patia que estudió Grosse).

A lo largo del borde de la Cordillera Central,los afloramientos del piso del Cauca son muy escasos y deficientes.Primeramente hemos observado el piso en una faja que se desarrolla en la region de Dolores,la cual tambien queda incluida en el estudio de Grosse sobre la cuenca del Patia. Luego se presenta el piso del Cauca entre La

Vetica y Quilichao y de ahí, con intermitencias, hasta Caloto. Entre esta última poblacion y Tuluá muy probablemente no hay afloramiento del piso del Cauca. Al Oriente de Tuluá se presenta en una área pequeña que se halla en las cabeceras de la quebrada Ahorcado. Un afloramiento bueno lo hay en la parte baja de la hoya de Ceilan, al SW de Sevilla (Valle). El afloramiento del piso finalmente es posible en la cuchilla (cordon) de Santa Bárbara, pero no hemos podido identificarlo en esta parte con alguna seguridad y juzgamos que al menos la mayor parte de los sedimentos que componen el tronco de la cuchilla pertenecen al terciario medio.

La presentacion de las zonas de afloramientos y las condiciones tectónicas (descenso transversal de las estructuras hacia el plano del Valle) demuestran que el piso del Cauca sigue desarrollándose en la parte profunda del plano del Valle y que debe tener considerable extension en la cuenca de Cali.

En la Cordillera Occidental no hemos encontrado vestigios del piso del Cauca, pero el hecho de que por ahí se verificó la comunicacion marina entre el área de sedimentacion del piso del Cauca en la hoyandina del Cauca y la zona del Pacífico demuestra que debe haber habido sedimentacion ahí y que de ella se pueden conservar resíduos. Al Norte del mudo de Frontino, en la transicion de Urabá-Bolivar, la sedimentacion del terciario inferior es vasta y potente.

Otra faja larga de sedimentos del piso del Cauca la debe representar la hoyandina del Pacífico en que comunmente el terciario inferior y medio se halla cubierto por sedimentos del terciario superior y del pleistoceno. Esta faja del piso del Cauca viene en forma muy palpable desde la region de Paita hacia la costa del Ecuador y sigue por el litoral de Nariño hacia el San Juan y el Atrato, zona esta donde aflora bien al Oeste del rio Baudó. Dichos sedimentos siguen, allende el divorcio Atrato-Tuyra hacia el Golfo de Panamá y se enlazan con los de la transicion de Urabá-Bolivar. Por las depresiones de

la Cordillera de la Costa,el terciario inferior sigue hacia elfondo costanero del Pacífico y se presenta tambien,en posicion regular sobre un derrame de picrita(serie de Valdequera)y con desarrollo regular de arcillas en alternacion con franjas cuarcíticas,entre la Gorgona y la Gorgonilla.

Caracteres litológicos.

El sedimento principal de que se compone el piso del Cauca es la arcilla que se presenta en bancos puros o arenosos y mezclada con arenisca,ripios y cascajos.Al lado de las arcillas abundan las areniscas que se presentan de gran fino hasta grano grueso y que traspasan a los ripios por la arenisca llamada de pudingas.Los ripios (conglomerados muy finos) se presentan generalmente en guijarros redondeados,pero para la parte baja son típicos los cantiles que han inducido a suponer que se tratara de una brecha de sobrescurrimiento.Los cascajos(conglomerados del tamaño de un huevo hasta de un puño) se presentan escasamente en el piso del Cauca,en especial hacia la parte alta,y son característicos para el conjunto inferior del piso de Cinta de Piedra.Los conglomerados(gruesos) solo se encontraron localmente,al N de Vijes y en la base de la formacion.

La caliza y calizas areniscosas son típicas para el piso del Cauca en la region de Vijes,donde parecen ser producto principal de praderas de lithothamnium.Ocasionalmente se ha encontrado la caliza en el curso bajo de la quebrada del Matillo en El Playon(SW deMorales) y en la quebrada Leña,poco al Norte de Suarez.En lo demas se trata de niveles arcillosos y areniscosos,margosos a base del contenido en fósiles marinos.

Las areniscas son generalmente de color claro,amarillento, y pocas veces oscuras.Las arcillas son oscuras,gris oscuras,verdosas hasta de color olivo.El color de descomposicion es pardo hasta rojo. los ripios y cascajos,compuestos de liditas negras,pardas,etc,de

cuarzo blanco y de cuarcita amarillenta hasta grisosa,presentan un color manchado sobre fondo pardo.Los conglomerados de Vijes, provenientes de diabasas sobre todo,ofrecen un color pardo-clive hasta pardo.

La presentacion de mantos de carbon,de carbon arcilloso(esquistoso) y de arcilla carbonácea es frecuente,pero muy variable en los pormenores.

Como producto de des-composicion de las piritas que contienen las arcillas del piso del Cauca se encuentra con frecuencia bolas y riñones de limonita y de siderita,abundantes sobre todo hacia la parte baja del piso.

La estratificacion de los bancos es lenticular a mayor y menor distancia y su caracter litológico varia en la misma forma, pero acostumbra presentarse con caracter iguales o semejantes de trayecto.en trayecto.

Los sedimentos del piso del Cauca provienen en su mayor parte de la descomposicion arcillosa de las rocas volcánicas de la serie de Caldoquera.Ademas los componen los cantos y rodados de liditas del mismo piso y la presencia de cuarcita indica que tambien el piso del Espinal o el grupo de Carragan pueden haber contribuido a formar dichos sedimentos.

Con respecto a las rocas eruptivas que se presentan en forma de silos y filones dentro del piso del Cauca,las mas importantes son las del grupo tonalítico de Berg(dioritas,dacitas y andesitas).Estas no parecen atravesar ya el piso de Cinta de Piedra.Las intrusiones andesíticas modernas y del terciario superior no se han encontrado en el área que ocupa el piso del Cauca.Ninguna de las rocas intrusivas que se presentan en el cretáceo(granodioritas,dioritas oscuras,gabros y peridotitas) afecta el piso del Cauca.

Subdivision del piso.

El piso del Cauca se ha dividido en conjuntos y estos

en horizontes. Esta subdivision vale principalmente con respecto a la faja del semiplano del Carbon, extendida entre Cali y Timba. De ahí al Sur ocurren variaciones de facies que dificultan la determinacion en algunos casos. Las variaciones muy fuertes de facies que ocurren al W de Suarez no permiten extender la subdivision hacia la zona transversal de Buenos Aires-Quilichao y a los afloramientos del borde de la Cordillera Central.-Hacia Vijes, la facies calosa no da lugar al reconocimiento satisfactorio de la subdivision.

La subdivision del piso del Cauca que hemos establecido para la seccion Cali-Timba que es la zona carbonífera principal en el terreno estudiado, es la siguiente:

PISO DE CINTA DE PIEDRA (terciario medio)

~~Concordancia hasta Discordancia leve~~

PISO DEL CAUCA	Conjunto Teteral, o superior	c) Horizonte del Coke b) Horizonte de Santa Bárbara a) Horizonte de Mangó
	Conjunto de Cali, o medio	c) Horizonte Los Hilos b) Horizonte Los Chorros a) Horizonte La Salvajina
	Conjunto Los Confites, o inferior	No ofrece subdivision particular

Discordancia suave hasta regular

SERIE DEL FALDEQUERA (barremiano hasta posiblemente senoniano).

Las características de los conjuntos y horizontes del piso del Cauca son las siguientes (descripcion de mas antíguo a mas reciente):

Conjunto Los Confites.

El nombre de este conjunto ha sido derivado de la vereda de Los Confites, situada en el lado Sur del rio Claro, al WSW de Jamundí, donde pasa este conjunto.

La exposicion del conjunto en el terreno es deficiente, pero es fácil reconocerlo por su colocacion entre la serie de Faldequera

compuesta de rocas vocánicas básicas y liditas,y el horizonte de La Salvajina que es arenisceso y acostumbra formar filos destacados.

El conjunto se compone principalmente de arcillas oscuras que se descomponen con color pardo hasta abigarrado,ademas de areniscas que forman bancos hasta de 5 m de grueso y que suelen destacarse en forma de filos menores.El material ripioso brechoso que ocurre en el conjunto se presenta en forma de lentes de poca consideracion y se halla hacia el contacto con la serie de Saldequera.Esta brecha formada de lidita y de cuarzo se ha determinado en pocos puntos, así al Occidente de las minas de carbon de La Herreira,en especial al Oeste de la cuchilla de Pisapasito que representa el horizonte de La Salvajina,ademas en el rio Guachinte,aguas arriba de las minas de La Fragua de Guachinte(o Las Cañas),y en la estacion alta del Cable de Chpichape.Los ripios brechosos que se hallan en los islotes del piso del Cauca,al Oeste de Yumbo y que tambien se manifiestan entre Chpichape y Yumbo,sobre el borde del plano,pertenecen seguramente al horizonte de La Salvajina.-Los mantos de carbon de este conjunto son muy inestables y faltan-al menos en la apariencia-sobre grandes extensiones.En la region de Cali,ellos se manifiestan sobre todo en el lado Oeste del cerro Tres Cruces(minas La Cruz, Santa Monica) y siguen de ahí hacia las minas de Chipichape.Tambien son abundantes estos mantos en el lado occidental del cerro de Golondrinas(ocasiones Encarnacion y Elisondo),mientras en el lado oriental es improbable que esté presente el conjunto Los Confites.Ellos se presentan en lo demas en el lado Oeste de la faja Siloé-Los Chorros(al Sur de Cali),pero parecen desvanecerse hacia el Occidente. Al Sur del rio Lilé solo ocasionalmente se ven copas de carbon dentro del conjunto,como sucede por ejemplo en los resíduos terciarios situados al Oeste del cerro Confites(region Guachinte),pero a continuacion Sur de estos resíduos,o sea en el terreno situado al Oeste del filo de Pisapasito no encontramos vestigios de carbon.En

La Salvajina,al Sur de Suarez,donde el conjunto asoma en contacto regular con la serie de Caldequera,tampoco hay demostraciones de carbon.Otra vez los mantos de carbon se presentan en la pánada del Playon y en Pan de Azucar,al SW de Morales.De ahí al Sur nuestros levantamientos de ruta pasan por niveles mas altos del piso del Cauca y donde deberia asomar el conjunto de Los Confites-borde occidental del promontorio de Popayan-,este se halla cubierto por los sedimentos del piso de Popayan.-Las observaciones hechas evidencian que la facies carbonífera del conjunto de Los Confites es muy inestable y que los mantos generalmente no presentan magnitud suficiente para considerarlos explotables.Una excepcion del caso es la region de Los Chorros-Las Cruces-Golondrinas,a cuyos mantos de carbon,relacionados con el conjunto Los Confites,se hará referencia en la parte económica.

La magnitud que tiene el conjunto Los Confites es muy variable,aun en extensiones relativamente cortas.En la region de Cali, la magnitud es de 200 a 300 m(mina Los Chorros),pero puede aumentar notablemente(al W de la mina de Cañaverelejo),como tambien es posible que el conjunto quede suprimido(lado E del cerro de Golondrinas).En los islotes del piso del Cauca que se hallan al Oeste de Yumbo,la magnitud puede estimarse en 50 hasta 100 metros.En la region occidental del cerro de La Torreira(Timba),el espesor puede ser de 500 m o mas,mientras al Oeste de La Fragua de Guachinte no parece ser mayor de 300 m.En El Playon,la magnitud se estima en no mas de 100 m, pero en Pan de Azucar,ella puede ser mayor.

La variacion de magnitud habla en favor de que el conjunto de Los Confites,como base del piso del Cauca transgrede sobre una superficie arrugada que se halla al contacto de la hoyandina del Cauca con la Cordillera Occidental.Ello deberia implicar que el conjunto fuere esencialmente conglomerádico,pero la ausencia o escasez de

conglomerados en él se explica de que las descomposicion de las diabasas y picritas,sobre las cuales se coloca el piso del Cauca, ha sido esencialmente arcillosa,lo cual presupone un intervalo entre el cretáceo y el terciario en que no ha habido sedimentacion y que se confirma con las observaciones sobre discordancia del piso del Cauca para con la serie de Faldequera.Ademas,la descomposicion arcillosa o gredosa debe haber sido favorecida por los relieves relativamente suaves que ha habido de Yumbo y Cali al Sur. La presencia de conglomerados gruesos en Vijes indica que ahí ya se manifiesta notablemente el nudo de Rio Frio que viene a transformarse en masa terrestre a partir del principio del terciario inferior.

La variacion de facies del conjunto de Los Confites se expresa especialmente bien por la inconstancia de los mantos de carbon,pero tambien debe destacarse por la variabilidad de los bancos de arenisca que suelen ser frecuentes en algunos lugares y escasos en otros.Los estudios a este respecto no se han podido adelantar lo suficiente porque el conjunto se halla deficientemente expuesto,debido a que lo cubren los despojos de la serie de Faldequera y los residuos del piso de Popayan.

En cuanto a la colocacion discordante de este conjunto sobre la serie de Faldequera,la descripcion se hará adelante.

Conjunto de Cali y horizontes del mismo.

El conjunto de Cali está compuesto de areniscas y arcillas y contiene el nivel carbonífero mas importante del piso del Cauca. Este conjunto se ha subdividido,de abajo hacia arriba,en los siguientes horizontes:a)horizonte de La Salvajina,principalmente arenisceso,colocado sobre el conjunto Los Confites,b)horizonte Los Chorros,esencialmente arcilloso y nivel carbonífero principal del

piso del Cauca,c)horizonte Los Hilos,caracterizado por areniscas con intercalacion de hilos y mantos irregulares de carbon y determinado por ahora solo en la region de Los Chorros,al Sur de Cali.

El horizonte La Salvajina,llamado así segun la angostura de La Salvajina al Sur de Suarez,se compone en gran parte de areniscas de grano fino hasta grueso que en veces se vuelven ripiosas,como sucede al Oeste y al Sur de Yumbo,y aun cascajosas como es el caso en la Planada del Playon(Pico Cerico,etc).Ademas participan en la constitucion del horizonte las arcillas,las cuales pueden aumentar a costas de las areniscas,caso este que se contempla en la region de Piedra Pintada-Quiebra Zanca al Norte de Suarez y en la region de Buenos Aires hasta el pié Norte del cerro de La Chapa.Al mismo horizonte pueden pertenecer en el borde de la Cordillera Central los bancos ripiosos de la parte baja del piso del Cauca que se hallan al Sur y al Norte de Dolores y al Sur de Quilichao(cuesta de Mandibá).Al Sur de Suarez,los afloramientos del horizonte de La Salvajina son escasos y el mas importante se halla en la region del Playon-Pan de Azucar.Otro secundario se manifiesta probablemente en el lado W de la desembocadura de la quebrada Mula al rio Hondo, lugar que se halla en la region de La Yunga,al Oeste de Popayan.En cambio,al Norte de Suarez,el horizonte de La Salvajina se presenta sobre gran extension,formando generalmente filos destacados.En la region de Suarez aparece en la Angostura de La Salvajina donde ha sido fuertemente cornubianizado por dioritas cuarzosas y sus dacitas y aparenta ser una roca antígua(véase Stutzer).De ahí el horizonte sigue hacia el lado occidental de la hacienda de Juan Blanco,formando la cuchilla.Pero hacia Altamira lo sustituye en la cuchilla un nivel cascajoso que corresponde al horizonte de Santa Bárbara y en parte quizá al conjunto inferior del piso de Cinta de Piedra.En el rio Timba,el horizonte de La Salvajina vuelve a formar la cuchilla de los cerros que constituyen el semiplano del Carbon y sigue

en esta forma hasta la parte meridional del cerro Confites. Luego, el afloramiento principal se traslada a una cuchilla accesoria que pasa poco al Este del caserio de Los Confites y sigue hacia Chiqué. Entre el rio Claro y la region de Valdequera se presentan probablemente otros afloramientos importantes que constituyen relieves sobresalientes (véase croquis Timba-Jamundí). En la region de Cali, la mejor exposicion del horizonte de La Salvajina se halla en la quebrada del Salto, al Oeste de la mina Los Possos (entre los rios Melendez y Lile), pero constituye tambien los filos del cerro de Golondrinas, del cerro Tres Cruces y de la faja Los Chorros-Siloé.- Al Norte de Cali no ha sido posible precisar el horizonte en cuestion porque el piso del Cauca se presenta ahí en la facies caliza de Vijes. Juzgamos posible que el horizonte esté representado en parte por las calizas, tomando como base de apreciacion el hecho de que la facies de Vijes se recuesta a la masa terrestre del nudo de Rio Frio y de que la parte baja del terciario inferior suele ser caliza o margosa hacia masas terrestres, como sucede por ejemplo en el islote llamado Roca del Soldado en Venezuela, y en La Goajira (véase R. A. Liddle) y hacia Atlescas y Pisco-Moquegua en el Perú (véase Steinmann, texto y anexo). Ademas se manifiesta el terciario inferior en estas partes con escasa magnitud, de manera que juzgamos que las calizas de Vijes pueden encerrar gran parte del terciario inferior, es decir no solo el horizonte de Mangó que es fosilífero al Sur de Cali, sino tambien el conjunto de Cali y posiblemente el conjunto de Los Confites. El problema de edad y de correlacion que así se presenta deberá resolverse mediante estudios paleontológicos detenidos, haciéndolos en relacion con cada uno de los bancos y en la forma como lo realizó H. G. Kugler con respecto al islote de Roca de Soldado en el NE de Venezuela (Das Kozaenprofil von Soldado Rock bei Trinidad.- Eclogae Geol. Helv., vol. XVIII, No. 2; 1923.- Citado segun Liddle).

La magnitud del horizonte de La Salvajina se estima en 150 hasta quizá 200 m, segun los levantamientos en Los Chorros y en Guachinte. Sin embargo hay que contar con la probabilidad de que regionalmente el horizonte se reduzca a una magnitud menor, como por ejemplo enla region del Playon donde puede tener no mas de 150 m.

En relacion con los mantos de carbon que puede contener este horizonte, advertimos que no hemos encontrado indicios de ellos, salvo en la angostura al Oeste de la mina de La Fragua de Guachinte, lugar donde hay al menos un manto delgado de carbon en las areniscas del La Salvajina y de donde se refiere un manto de carbon de 1,5 m que no hemos podido reconocer por la creciente del rio Guachinte. Dejamos abierta la cuestion si el manto Marin del cerro de Golondrinas corresponde al horizonte de La Salvajina o si forma parte del horizonte Los Chorros, al cual lo hemos incluido provisionalmente.

El <u>horizonte Los Chorros</u> cuyo espesor es de 100 metros en término medio y que ha sido llamado así segun las minas de Los Chorros, se reconoce fácilmente por su relacion con el horizonte de La Salvajina y porque contiene los mantos principales de carbon desde Yumbo y Cali hasta al menos El Playon. Los mantos de carbon se presentan gruesos sobre gran extension y siempre superan en magnitud a los mantos de los demas horizontes del piso del Cauca. La variabilidad aque estan sometidos los mantos se puede apreciar en la parte económica. Los demas sedimentos que lo constituyen son principalmente arcillosos, de color gris oscuro hasta negro y contienen diseminacion de pirita. Las areniscas son relativamente escasas y varian notablemente de espesor y calidad.-La determinacion de las particularidades estratigráficas de este nivel importante se ha hecho en gran parte sobre la base de los levantamientos de las minas en la region de Cali y de Guachinte-La Ferreira, y se ha condensado en la plancha de perfiles de las minas de la region de Cali. Ella muestra palpablemente las fuertes variaciones singenéticas y postgenéticas a que está sometido el des-

arrollo de este horizonte y los problemas que estas variaciones producen a la mineria de carbon.

Como se trata del principal nivel carbonífero,lo hemos descrito detenidamente en la parte económica de este informe.En esta parte solo agregamos que le puede corresponder en el lado de la Cordillera Central el nivel carbonífero que se extiende entre Mandibá-Quilichao-Caloto,advirtiendo que con él se apareja en Mandibá un nivel fosilífero marino o salobre que da lugar a dudas acerca de la paralelizacion con el horizonte Los Chorros.

El horizonte Los Hilos,solo se ha identificado en la region de Cali,principalmente entre Los Chorros y Siloé.Ahí esta formado de areniscas granulosas hasta de grano fino que contienen pocos mantos de arcilla y varios hilos de carbon.Entre estos hay algunos que aumentan de magnitud desde la region de Los Chorros hacia Cañaverejo y Siloé,como sucede en el caso de los mantos Agujas y Uno Chiquito.En el cerro Las Cruces,el horizonte puede estar representado por la arenisca de La Ermita que se halla bien expuesta al Norte de la casa de La Ermita,pero las condiciones tectónicas son ahí demasiado complejas para tener seguridad al respecto.En Golondrinas,el horizonte puede equivaler al grupo de areniscas de la parte oriental del cerro,situado entre los mantos Bolivar y La Fragua y plegado hacia el Sur en forma de sinclinal.-En la region de Guachinte,el horizonte Los Hilos parece enlazarse con el de Los Chorros y toca hacia arriba con un nivel fosilífero que puede corresponder al horizonte de Mangó(lado W de la casa de administracion de las minas de La Fragua de Guachinte).El desarrollo es ahí mas arcilloso que en la region de Cali y la participacion de mantos de carbon parece ser mayor,aun cuando no aparentan ser explotables.-Mas al Sur,la deficiencia de los afloramientos impide la identificacion del horizonte en cuestion.

Conjunto del Teteral y horizontes del mismo.

El nombre del conjunto proviene de la quebrada Teteral que recorre la hacienda de Las Cañas, en Guachinte. Los sedimentos que le constituyen constan de arcilla, arenisca, ripios y margas. En la seccion del semiplano del Carbon que se desarrolla al Sur de Cali, el conjunto se reconoce fácilmente por los niveles marinos destacados que contiene y que llevan una notable variedad de lamelibranquios y de gastropodos, advirtiendo sí que estos niveles marinos quizá no sean exclusivos en el piso del Cauca sino que puede haberlos tambien en el conjunto de Cali y en el de Los Confites. Mientras la delimitacion del conjunto hacia abajo no es bien precisa debido a la inconstancia aparente del horizonte Los Milos, ella es destacada hacia arriba por el contacto con los cascajos del conjunto de Cinta de Piedra que es la base del piso del mismo nombre. Sinembargo es necesario dejar constancia que al Sur del rio Timba hasta la region de Tambo, es difícil hacer la separacion nítida entre el conjunto del Teteral y el piso de Cinta de Piedra, ya sea porque los cascajos se extienden a aquel conjunto, ya sea porque este se coloca en discordancia sobre el del Teteral.

Los horizontes de que consta el conjunto del Teteral son, de abajo hacia arriba, los siguientes: a) horizonte de Mangó, b) horizonte de Santa Bárbara, c) horizonte del Coke.

El <u>horizonte de Mangó</u> se ha llamado así segun la region de Mangó situada en el lado Norte del curso bajo del rio Piendamó (véase croquis de la region de Morales). Los sedimentos que lo constituyen en este y los demas lugares, constan de arcillas de color gris oscuro hasta negro, en veces verdosas hasta de color olivo, ademas de areniscas y areniscas arcillosas, de margas y calizas margosas y de bancos de carbon que, si bien son abundantes, no parecen ser explotables en condiciones satisfactorias. Los niveles marinos de este horizonte se han

determinado desde la cuenca del Patia(Grosse) y de la region de Tambo (Cauca) hasta la region al Oeste de Jamundí,tanto en los afloramientos de la Cordillera Occidental como en los de la Cordillera Central. De Jamundí hasta Cali y la saliente de Puerto Isaacs,el nivel no parece ser marino,pero al Norte de la citada saliente se presenta el caracter marino de manera muy manifiesta aun cuando no estamos seguros si la caliza,y la arenisca con erizos marinos de Vijes abarque los niveles del horizonte de Mangó.En todo caso,la saliente de Puerto Isaacs es una division paleogeográfica notable para el tiempo de deposicion del piso del Cauca.Con ello probablemente se relaciona la presentacion de la mejor facies carboníffera del piso del Cauca en la region de Cali,o sea en el área límnica de dicho piso.-Los lugares en que hemos determinado el caracter marino del horizonte de Mangó son los siguientes:desembocadura de la quebrada Mera al rio Piendamó y rio Sombrerillos de la region de Mangó; quebrada del Matillo y cafetal del señor Sanchez en la region del Playon;que-brada Huecchondo en Pinde;Mercado del Acuerdo al Sur de Pinde;quebrada La Laja y lado Este de la quebrada La Mula en la region de La Yunga(al W de Popayan);region de Las Casitas al NNW de Tambo(Cauca);region de Suarez en la quebrada La Leña y Cabuyal;region de La Ferreira- Guachinte y region de Chipayá al W de Jamundí.Entre estos afloramientos merece llamarse la atencion hacia los de la quebrada La leña y del Playon donde se trata de margas calizas,mientras en los demas casos se trata de margas arcillosas o areniscosas. El afloramiento de la quebrada Huecchondo ya puede corresponder al horizonte de Santa Bárbara y maestra por excepcion ostras grandes colocadas en arenisca.-En el lado de la Cordillera Central solo hemos localizado el nivel fosilífero de la cuesta de Mandibá,al Sur de Quilichao,pero no estamos seguros si pertenece al horizonte de Mangó. El caracter caloso que presenta la base del piso del Cauca en la parte septentrional de la hoya de Ceilan(SW de Sevilla) indica que tambien a esta latitud puede hacerse sentir la influencia marina del

tiempo del Cauca.Con respecto al contacto de la cuenca del Patia con la Cordillera Central,Grosse determinó el nivel fosilífero que probablemente equivale al horizonte de Mangó en la region de San Joaquin,al Norte de La Union.

Los mantos de carbon que se presentan en el nivel de Mangó y que alternan con los niveles marinos,parecen ser numerosos en lo general, pero la magnitud no pasa de 0,50 a 0,60 m y generalmente es menor.Esto tambien vale con respecto al nivel de Mangó en la region de Cali.L

La magnitud del horizonte se puede calcular en término medio en 200 m,pero parece reducirse hacia la region de Cali.

El horizonte de Santa Bárbara,llamado así segun el lugar del mismo nombre que se halla en la parte alta del cerro de La Ferreira, al W de Timba,mide entre 100 hasta 200 metros de grueso y está caracterizado por la intercalacion de bancos ripiosos que en veces pueden llegar a ser cascajosos y que se colocan sobre los niveles marinos del horizonte de Mangó y debajo del horizonte del Coke,compuesto de arcillas con intercalacion de bancos regularmente gruesos de carbon.Ademas participan en la constitucion del horizonte de Santa Bárbara numerosos bancos de arenisca y de arcilla que acostumbran formar unidades de 10 hasta 20 m de grueso.Segun se ha dicho anteriormente,es posible que en la parte baja de este horizonte se presenten niveles marinos,como el de ostras de la quebrada Huecchondo al Norte de Dinde.-De acuerdo con su posicion estratigráfica y su caracter rúpioso,el horizonte se reconoce desde la region Sur de Cali hasta la de Pambo(Cauca),pero,del Playon al Sur,parece estar pegado directamente al piso de Cinta de Piedra,con exclusion del horizonte del Coke.Al Sur de Cali está expuesto en el primer filito que se levanta del plano del Valle en la region de Cañaveralejo hacia la faja carbonífera en explotacion.De ahí sigue regularmente hacia Los Chorros. Mas al Sur,en la region de Chipayá y de Guachinte,el nivel se halla

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 WEste 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 <u>horizonte del Coke</u> 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 mantos 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 Nº 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 Pasc Malo(lado W del curso bajo del rio Sucio)

y ofrece ahí tres mantos de carbon,uno de ellos explotable.-El Horizonte merece atencion segun puntos de vista económicos del carbon porque a rasgos generales parece ser el segundo en importancia,despues del horizonte de Los Chorros.

Magnitud.

La magnitud del piso del Cauca en la region de Cali es de alrededor de 700 m,segun medidas en Los Chorros,lugar favorable al efecto porque muestra entre el socavon Nº 12 y el límite con el cretáceo toda la magnitud del piso.-En la region de Guachinte, la magnitud parece sobrepasar los 1000 m,pero no estamos seguro de que esta magnitud sea real porque pueden intervenir imbricaciones vedadas.Hacia La Ferreira,la magnitud se presenta menor y se estima en 700 a 800 m,advirtiendo que ahí la magnitud del conjunto de Los Confites es considerable.En la region del Playon,la condiciones tectónicas y la facies especial que se presenta hacia el lado del Meson no dan lugar a estimar satisfactoriamente el grueso de la formacion. A juzgar por la exposicion en el enticlinal de Chinchanos hay que contar con una magnitud de mas o menos 1000 m.

La determinacion de la magnitud del piso del Cauca tropieza con las variaciones de espesor producidas por el tectonismo intenso.Estas no solo se refieren al estrujamiento y al abultamiento de los estratos sino tambien a los de l s horizontes y conjuntos.Esto mismo hace difícil reconocer las variaciones de magnitud por razones genéticas,pero es probable que en término medio haya aumento de magnitud desde la region de Cali al Sur,lo cual tambien puede interpretarse a favor de la disminucion de magnitud de Cali al Norte,o sea hacia el borde del nudo del Rio Frio.

Edad y correlacion.

El hecho de que el piso del Cauca se coloque directamente sobre la serie de Baldequera y nunca sobre el piso del Espinal

ni menos sobre la serie del Magua, indica que debe tratarse de una formacion de edad no mucho mas reciente que la del piso de la serie de Baldequera que puede abarcar no solo el cretáceo inferior sino tambien el cretáceo medio y superior. La discordancia con que el piso del Cauca se coloca sobre la serie de Baldequera-a la cual aludiremos mas adelante-indica que debe mediar un intervalo entre el final del tiempo de deposicion de la serie y el inicio del tiempo de deposicion del piso del Cauca. Estas circunstancias y el hecho de que en el Oriente de Colombia y en Venezuela el terciario inferior se coloca en discordancia sobre el cretáceo hacia la inmediacion de las masas terrestres antiguas, indicanque el piso del Cauca debe corresponder al terciario inferior. Esta suposicion se comprueba luego con el hecho de que la facies calosa del piso del Cauca, extendida en la region de Vijes contiene la Cardita planicosta Lmk, encontrada en la desembocadura del zanjon de Las Guacas a la quebrada Vijes. Dicho fósil es típicamente eocena(véase Steinmann: Geologie von Perú) y se halla desde la costa del Perú hasta California y se presenta en Venezuela y en la costa oriental de los Estados Unidos, asimismo que en Europa. Esta determinacion coincide en general con la que Tobler hace en relacion con los fósiles recogidos por Stutzer en la misma region de Vijes. Tobler opina que los foraminíferos de la caliza de Vijes acusan una edad entre el eoceno medio y el mioceno mas bajo y que pueden corresponder en general al oligoceno.

De estos datos se desprende que el piso del Cauca es en lo general el equivalente del piso de Guaduas(enmendado) de la subdivision estratigráfica del Oriente de Colombia. Mas precisa se hace esta equivalencia si se tiene en cuenta que ambos pisos se colocan entre el cretáceo y el terciario medio, caracterizado este en la parte baja por un conjunto conglomeráceo que en la hoyandina del Magdalena se llama conjunto de Chicoral y en la hoyandina del Cauca conjunto de Cinta

de Piedra.La coincidencia entre el piso del Cauca y el piso de Guaduas se hace aun mas notable si se tiene en cuenta que el conjunto inferior de ambos es esencialmente arcilloso y que encima de este conjunto inferior siguen primero areniscas y luego el horizonte principal de carbon(véase cuadro estratigráfico general).En lo demas,los sedimentos del piso del Cauca ofrecen mayor proporcion de ripios y areniscas que el piso de Guaduas.Esto es explicable si se tiene en cuenta que el piso del Cauca se deposita en una faja que va bordeada por la Cordillera Central y ademas por la Cordillera Occidental que en este tiempo ya debe haber estado preformada en estado mas o menos insular.El piso de Guaduas en cambio se deposita en una faja que limita al Occidente con la Cordillera Central,pero(en Cundinamarca)hacia el Oriente no va limitado todavia por la Cordillera Oriental sino se extiende sobre esta que todavia sigue siendo área sedimentaria.Por este motivo,el piso de Guaduas muestra en la seccion cundinamarquesa de la Cordillera Oriental sedimentos arcillosos y areniscosos,pero hacia el lado de la Cordillera Central ya se presentan ripios y aun cascajos.Los ripios los ha constatado R. Scheibe en la region de Tocaima.Mas cerca de la Cordillera Central, se observan ripios y cascajos en la parte baja del piso de Guaduas al NW de San Luis(Tolima) y,probablemente,en la travesia de Payandé a Rovira,en el lado Sur del paso por el rio Luisa.Esta facies costanera que se asemeja a la del piso del Cauca no la hemos logrado estudiar todavia con suficiente detencion y convendria hacerlo en bien de una correlacion mas estrecha entrelos pisos del Cauca y el de Guaduas.

El piso de Guaduas,segun correlacion que hemos hechos via del Norte de Santander con Venezuela seguramente no abarca solamente el eoceno sino tambien el oligiceno,siendo evidente que el conjunto inferior del terciario medio(piso de Gualanday en el Magdalena y

piso de Bogotá en la Cordillera Oriental)corresponde al mioceno inferior.Como tambien el piso del Cauca va limitado hacia arriba por un conjunto análogo,equivalente del de la base del terciario medio del Oriente Andino de Colombia,y llamado conjunto de Cinta de Piedra, es de suponer que tambien este piso del Cauca abarque aparte del eoceno el oligoceno.-Agregamos en esta parte que anteriormente habíamos tratado de limitar el terciario inferior y el terciario medio en el límite del oligoceno superior inferior con el oligoceno medio, teniendo en consideracion que propiamente la transgresion que inicia el terciario medio comienza en el oligoceno medio.Sinembargo como este límite no se destaca petrográficamente,lo hemos sustituido por el del contacto del mioceno inferior(conjunto de Chicoral en el Magdalena y conjunto del Cacho en la Cordillera Oriental)con los sedimentos subyacentes que deben representar el oligoceno.El mioceno inferior del Magdalena,como su equivalente en la hoyandina del Cauca está formado de cascajos lidíticos que son bien sostenidos y que Grosse reconoce en el Mariño como "piso superior de los Estratos Inferiores de Honda".

La equivalencia entre los pisos de Guaduas y del Cauca demuestra que tanto en el Oriente como en el Occidente de Colombia se extiende una formacion carbonífera de lado y lado de la Cordillera Central,formacion que es carbonífera."sto podria inducir a la suposicion que tambien el piso de Antioquia,o sea la Formacion Carbonífera de Antioquia de R. Scheibe o Terciario Carbonífero de Antioquia de E. Grosse,fuere de la misma edad como el piso del Cauca.Empero,esto seguramente no es el caso porque primeramente el piso de Antioquia se extiende sobre formaciones anteriores a la serie de Caldequera(formacion Porfirítica Moderna),en especial sobre formaciones que consideramos equivalentes del piso del "spinal y de la serie del Magua.En segundo lugar,el carbon del piso de Antioquia muestra un valor calorífico inferior al

carbon del piso del Cauca y se asemeja por este concepto al carbon del terciario medio de Venezuela(véase análisis de R. A. Liddle),dando alrededor de 6000 calorias,mientras el del terciario inferior del Oriente y del Occidente de Colombia da en término medio 7000 calorias.Ademas,la comparacion que Reichenbach hace en su excelente estudio especial sobre los carbones de Colombia,demuestra que el carbon del piso de Antioquia se distingue del carbon del piso de Guaduas por su contenido en esporos notablemente gruesos como eximos tambien gruesos que no ocurren en los carbones del piso de Guaduas. Ademas refiere Reichenbach que los esporos pequeños del carbon del piso de Antioquia se distinguen por exinos gruesos,mientras los esporos del carbon del piso de Guaduas tiene exinos mas finos.Todas las muestras de Antioquia muestran gran variacion de forma y Reichenbach recalca en el hecho de que solo en Antioquia ocurren Teleutosporos,como los que ocurren en el carbon de Weissenbach,en Baviera. Desgraciadamente Reichenbach no tuvo material de comparacion de carbones del piso del Cauca para de esta manera poder haber decidido en definitiva si se trata de diferencias específicas entre carbones de edad distinta,o si acaso se trata de diferencias producidas por la facies.-En todo caso,las diferencias anotadas demuestran como muy probable que el piso de Antioquia es mas reciente que el piso del Cauca y que hay que incluirlo al terciario medio.Con esto tambien coincide la subdivision típica del piso de Antioquia en tres conjuntos,de los cuales el inferior y el superior son mas o menos conglomeráceos y el medio arcilloso sobre todo.Pero hay que tener en cuenta que regionalmente ocurren en Antioquia debajo de los conglomerados del conjunto inferior sedimentos arcillosos y areniscosos que probablemente corresponden a la parte alta del piso del Cauca.Ellos pueden corresponder al oligoceno medio y superior y reflejar la transgresion del oligoceno medio.

Facies.

La facies ripiosa hasta cascajosa se extiende en los bordes de la hoyandina del Cauca con las Cordilleras Occidental y la Oriental y es especialmente manifiesta en el borde con la Cordillera Occidental.Los conglomerados mas gruesos se encuentran hacia el pié del mudo de Río Frio.-La facies arcillosa-arenisccsa se manifiesta en la faja de afloramiento transversal,entre Buenos Aires y Quilichao.Ella se presenta en la parte baja de la transicion del promontorio de Popayan a la cuenca de Cali y refleja la facies del interior del área sedimentaria cotercíaria de la hoyandina del Cauca, caracterizada además por mantos de carbon arcilloso,expuestos con mucha frecuencia entre Buenos Aires y Quilichao.Esta facies del interior de la hoyandina del Cauca es de mucha importancia para la apreciacion económica de los yacimientos de carbon en la cuenca de Cali porque,si no se le tiene en cuenta se llega a un concepto errado y excesivo acerca de las existencias de carbon en el departamento del Valle y en el del Cauca,sobre todo en lo que respecta a la hoyandina del Cauca.

La facies limno-marina del piso del Cauca se desarrolla en lo general parejamente desde la cuenca del Patia hasta la region de Vijes y seguramente mucho mas al Norte,probablemente hasta los límites del departamento del Valle con el de Caldas.En los pormenores la facies limno-marina varia,siendo esencialmente marina hacia la region de Vijes y,al parecer,exclusivamente límnica en la region de Cali.Los fósiles encontrados al Sur de Quilichao,o sea hacia el borde de la Cordillera Central,ofrecen un caracter notablemente salobre y representan una comunidad faunística distinta a la que se halla sobre el borde de la Cordillera Occidental.-El caracter esencialmente marino de los sedimentos de Vijes va aparejado con la facies calosa de Vijes que contiene una fauna de mar bajo,represen-

sentada por lithothamnium,briozoas,lamelibranquios,y equinídeos y foraminíferos.Esta facies calosa y marina se presenta hacia el pié de una masa terrestre del terciario inferior que es el nudo de Rio Frio,es decir hacia la costa del área sedimentaria limno-mrina.Ello podria aparecer extraño porque lo natural parece ser que en un área límnómarina la costa del área sea esencialmente límnica,como en efecto parece haberlo sido durante el terciario inferior la costa del área sedimentaria situada hacia la Cordillera Central.Sinembargo, con bastante frecuencia se observa en Colombia que hacia las costas sedimentarias se presenta la facies esencialmente marina y hacia el interior del área sedimentaria la facies límnica.Esto por ejemplo es el caso con respecto al albiano-cenomaniano del Oriente de Cundinamarca,distanciado de la Cordillera Central como costa(barra) de este tiempo y tambien distanciado del nudo Santandereano que es la masa terrestre latente que hay al Norte.Ahí el albiano-cenomaniano es notablemente límnico y contiene los niveles de antracita de Une y de carbon del Guerezo.En el Occidente de Cundinamarca en cambio, los sedimentos de aquel tiempo,depositados a poca distancia de la Cordillera Central son marinos y no ofrecen interposicion señalada de niveles límnicos.

En cuanto al carbon,la mejor facies que ofrece el piso del Cauca se presenta en la zona límnica de Cali,comprendida entre la saliente de Puerto Isaacs y el rio Lile.De ahí al Sur,la facies carbonífera desmejora en término medio hacia la region de Tambo(Cauca) y probablemente hacia la cuenca del Patia.Se advierte que en los pormenores se observa una variacion muy acentuada de facies dentro de la faja general que va de Cali hacia la cuenca del Patia.Las observaciones entre Buenos Aires y Quilichao demuestran que la facies carbonífera desmejora rápidamente desde el borde de la Cordillera Occidental hacia el interior de la cuenca de Cali,o sea a

grandes rasgos hacia el interior de la hoyandina del Cauca. De ahí hacia la Cordillera Central, la facies parece mejorar levemente, segun lo acusa la presencia de un o dos mantos de carbon puro en la region de Quilichao-Caloto y en la region de Dolores(Cauca). Pero comparada esta facies con la del borde de la Cordillera Occidental, resulta muy inferior. Esto quiere decir que hacia la propia costa sedimentaria de la Cordillera Central, la facies carbonífera desmejora, lo mismo como tambien en el Oriente del pais(Cundinamarca y Boyacá), donde la mejor facies carbonífera se halla en la seccion correspondiente de la Cordillera Oriental y disminuye paulatinamente hacia el borde de la Cordillera Central, donde el terciario inferior-piso de Guaduas-no tiene carbon. Tal como ademas en la hoyandina del Cauca la facies carbonífera disminuye de Norte a Sur, o sea desde la region de Cali hacia la cuenca del Patia, así tambien en la hoyandina del Magdalena desde La Dorada hacia el departamento del Tolima y del Huila(y en la Cordillera Oriental desde Tunja-Lenguazaque hacia la Sabana de Bogotá y la region de Cunday). Esto demuestra palpablemente el orden geológico que se manifiesta por concepto de la facies en Colombia y que simplifica la determinacion y la apreciacion de valores económicos, como el carbon.

Extendiendo las apreciaciones de la facies a regiones del lado occidental de los Andes que se hallen fuera de la seccion de la hoyandina del Cauca que corresponde a los departamentos del Valle, del Cauca y del Nariño, hay que advertir primeramente que no hemos tenido ocasion de observar resíduos terciarios en la parte recorrida de la Cordillera Occidental. Pero recomendamos la investigacion de resíduos en esta Cordillera porque el mejoramiento de la facies del carbon desde la Cordillera Central hacia el borde oriental de la Cordillera Occidental, indica que en esta última Cordillera, los resíduos pueden ser ricos en carbon. En la hoyandina del Pacífico que se halle distanciada de la Cordillera Central y limita con la faja isleña que

representaba la Cordillera Occidental en el terciario inferior.Como de esta islas no ha podido venir aporte considerable de sedimentos costaneros,la facies del piso del Cauca en el terciario inferior es esencialmente arcillosa y secundariamente areniscosa(observaciones en La Gorgona y en el Sudó).Ademas la ausencia de mantos de carbon -exceptuando quizá zonas apegadas al borde W de la Cordillera Occidental-y la frecuencia de restos de organismos marinos indica que la facies del piso del Cauca en la hoyandina del Pacífico es esencialmente marino.Este caracter lo conservan dichos sedimentos hacia la zona litoral del Ecuador y hasta la region de Paita en el NW del Perú,siendo característico para esta larga seccion de la hoyandina del Pacífico la gran magnitud de los sedimentos del terciario inferior De Paita hacia Illescas y Moquehua estriba la faja eoterciaria de la citada hoyandina y la facies es de mar bajo y los sedimentos son de poca magnitud.De Buenaventura al Norte,la facies arcillosa-areniscosa del terciario inferior sigue hacia el Norte y sigue probablemente allende el dintel del Cuyra-Atrato hacia el Golfo de Panamá ,enlazándose al Este con la facies arcillosa-areniscosa del terciario inferior de Urabá y Bolivar,la cual no difiere esencialmente de la de la seccion colombo-ecuatoriana de la hoyandina del Pacífico.

Los pormenores de la facies del piso del Cauca,sobre todo los que se relacionan con el carbon,se hallan expuestos en la parte económica de este informe.

<u>Discordancia del piso del Cauca con la serie de Valdequera.</u>
(Discordancia cretaceo-terciaria).

Debido a que la serie de Valdequera se compone muy uniformemente de rocas volcánicas,no ha sido posible definir la línea de discordancia que separa dicha serie del piso del Cauca.Ella sinembargo ya se manifiesta por el hecho de que en la region de Vijes,el piso del Cauca se coloca sobre las piciritas que forman el conjunto superior de la serie de Valdequera,mientras de Cali al Sur se pone

sobre las diabasas del conjunto medio de la serie.

Mas palpable se hace la concordancia si se tiene en cuenta que los sedimentos del piso del Cauca llevan en abundancia liditas desde la parte baja del piso hasta la parte alta. Estas liditas provienen seguramente en la mayor parte de la serie de Maldequera y son el material de esta serie que no es muy susceptible a la transformacion en arcilla o greda. En parte las liditas tambien pueden provenir del piso del Espinal, pero por ahora no es posible comprobarlo. Los rodados y cantiles de cuarzo que contiene el piso del Cauca posiblemente son liditas transformadas o provienen de filones relacionados con rocas intrusivas preterciarias, que por cierto no son frecuentes en la serie de Maldequera. Los rodados de cuarcita que pueden relacionarse quizá con el piso del Espinal o la serie del Magña, no parecen presentarse sino en el piso de Cinta de Piedra.

Un lugar muy palpable para demostrar la posicion discordante del piso del Cauca sobre la serie de Maldequera se halla al Oeste de Vijes, en la quebrada Las Guacas, donde el conglomerado basal del piso del Cauca consta de gruesos rodados de diabasa. Como la serie de Maldequera se halla en este lugar con fuerte inclinacion, mientras el piso del Cauca se halla suavemente plegado, es probable que se pueda definir tambien la línea de discordancia. Lo propio puede suceder en la region del cerro de Confites en la region de Guachinte, al Oeste del cual el cretáceo parece invertido, mientras el piso del Cauca acostumbra mostrar una suave inclinacion. En relacion con el lado occidental del cerro de Confites ponemos de presente que ahí la parte alta de la serie de Maldequera está compuesta de liditas y esquistos arcillosos en que no hay marcada discordancia con respecto al piso del Cauca. En esta parte conviene hacer estudios mas detenidos con el fin de determinar la edad de los sedimentos de la parte alta de la serie porque es posible que contengan fósiles y reflejen condiciones mas concretas acerca de la edad que les corres-

de.

Con respecto a la discordancia cretáceo-terciaria en el borde de la Cordillera Central conviene advertir que la frecuente superposicion del piso del Cauca sobre las piceritas(y prioxenitas y peridotitas) que se observa entre la region al E de Palmira y el rio Quilcasé y de ahí hacia la cuenca del Patia hace suponer que en esta faja ella no sea tan fuerte como en el borde de la Cordillera Occidental.Esto parece tanto mas singular cuanto que en el tiempo de Saldequera parecen presentarse las discordancias intercretáceas especialmente en el borde de la Cordillera Central y no en el de la Cordillera Occidental.Esta particularidad posiblemente puede interpretarse en el sentido de que la transgresion del eoterciario-como tambien la del terciario medio-avanzó considerablemente en el flanco occidental de la Cordillera Central.

Evolucion.

La discordancia entre el piso del Cauca y la serie de Saldequera demuestra que en la transicion del cretáceo al terciario se verifica el primer movimiento fuerte de transformacion del subgeosinclinal occidental que tiende a darle los relieves actuales en forma rudimentaria.En efecto las condiciones de facies y de extension del área sedimentaria del terciario inferior acusan no solo la preformacion de la Cordillera Central,sino tambien la de la Cordillera Occidental.La preformacion de la Cordillera Central,enunciada probablemente por paroxismos intercretáceos,no se puede demostrar todavia por el desarrollo del terciario inferior en su flanco occidental,pero si por el del mismo en su flanco oriental.Ahí se halla la típica facies costanera de un área sedimentaria límnica cuyos bancos de cascajo y de ripio van desapareciendo a favor de bancos de arenisca en direccion hacia el Oriente.La preformacion de la Cordillera Occidental se desprende en primer lugar del aumento del tamaño de grano de los sedimentos del terciario inferior desde

el interior de la hoyandina del Cauca(faja Quilichao-Buenos Aires) hacia el borde oriental de la Cordillera Occidental.Esta particularidad podria interpretarse en el sentido de que la Cordillera Occidental ya se presentara en este tiempo como cordillera baja que intercepta el área de sedimentacion de la hoyandina del Cauca y el área de sedimentacion de la hoyandina del Pacífico.Sinembargo, el hecho de que el terciario inferior de la hoyandina del Cauca contenga niveles marinos,demuestra que a traves de la seccion de la Cordillera Occidental que corresponde a los departamentos del Valle,del Cauca y de Mariño debe haber habido comunicacion con el área marina de la hoyandina del Pacífico.Ella se reconoce hasta cierto punto en la region de Las Casitas al NW de Tambo(Cauca) donde el piso del Cauca en facies marina se extiende sobre la cumbre oriental de la Cordillera Occidental.Ademas es probable que haya resíduos del piso del Cauca dentro de la misma Cordillera Occidental,como los conglomerados que menciona K. Scheibe-en relacion con el juratriásico-de la region de Carmen del Atrato y que,segun muestras recogidas por A. White Uribe,son del terciario inferior. En lo demas,la comunicacion marina no puede haberse verificado desde el Norte,o sea por la seccion antioqueña de la hoyandina del Cauca porque esta seccion ha sido seguramente un dintel del terciario inferior en que no ha habido o solo escasamente ha habido sedimentacion eoterciaria.Tampoco ha habido comunicacion hacia el Oriente donde ya se levantaba la Cordillera Central,siendo entendido ademas que el área sedimentaria del eoterciario oriental,situada al Sur del nudo Santandereano es límnica.-En estas condiciones hay que considerar que la Cordillera Occidental era una faja de separacion intermitente entre la zona marina de la hoyandina del Pacífico y y la zona del Mariño,Cauca y Valle de la hoyandina del Cauca.El caracter insular se infiere de que en esa cordillera los sedimentos eoterciarios son muy escasos y de las observaciones de facies en la

region de Vijes que acusan la preformacion isleña del nudo de Rio Frio.

Del hecho de que ya esté preformada durante el terciario inferior la Cordillera Central y en principio tambien la Cordillera Occidental se desprende que tambien debe haber estado preformada la hoyandina del Cauca.Ello se comprueba por la observacion de que los sedimentos del borde de la Cordillera Occidental van volviéndose mas arcillosos hacia el interior de la hoyandina,segun consta de los estudios en el semiplano del Carbon y en la faja de Buenos Aires-Suarez.La extension en que la hoyandina del Cauca se convierte en área sedimentaria es considerable porque abarca hacia el Norte hasta quizá el departamento de Caldas y al Sur al menos hasta El Peñol(Nriño;estudio de Grosse).Mas hacia el Sur,o sea en direccion al Ecuador y al Perú probablemente no ha habido sedimentacion apreciable en la hoyandina del Cauca porque no se conocen sedimentos de este tiempo. Esto es comprensible al tener presente que el levantamiento y la preformacion de los Andes avanzan durante el terciario desde el Sur del Perú(borde la masa interandina Suramericana) hacia el borde meridional del Caribe.-Segun esta extension del área sedimentaria de la hoyandina del Cauca,se trata de una vasta cuenca sedimentaria colocada entre las Cordilleras Central y Occidental y extendida desde el departamento de Nariño hasta el de Caldas.Bordeada por masas terrestres en el Oriente,Sur,Norte y probablemente tambien en el NW(nudos de Frontino,Anserma Nuevo,Rio Frio),su borde mas bajo se hallaba en el lado occidental por donde tambien se verificaba la comunicacion con el área marina del Pacífico.Esta vasta cuenca seguramente no ha sido uniforme,sino debe haber estado subdividida por los promontorios de la Cordillera Central,es decir por los de Popayan,Buga,Manizales,Titiribí y del Norte de Sopetran.Su preforma-

cion aun no se puede comprobar satisfactoriamente,pero es significativo que la conservacion del terciario inferior en ellos es deficiente(promontorio de Popayan y tambien monopromontorio de Cali).Ademas llama la atencion que hacia la parte alta del monopromontorio de Cali(Golondrinas) mejore en término medio la facies carbonífera, y que la transgresion no abarque el promontorio de Titiribí sino en el terciario medio.Tambien es de suponer que,si se delinea ya la preformacion del nudo de Rio Frio,con mas razon deben preformarse los promontorios poderosos del lado de la Cordillera Central.-Nos parece de esencial importancia el estudio de la preformacion de estos promontorios porque en relacion con ellos está la preformacion de las cuencas intermedias(Patia,Cali,Quindio,etc),y porque con la preformacion de estas cuencas se relaciona la reparticion de las espectativas de carbon y de petróleo,tanto mas cuanto que está a la vista que los movimientos tectónicos que se manifiestan durante la transicion del cretáceo al terciario,persisten,aunque con menos fuerza durante el terciario inferior.No es explicable por ejemplo que la cuenca sedimentaria de la hoyandina del Cauca,extendida entre los departamentos de Nariño y de Caldas se hubiere preformado únicamente a raiz del paroximso cretáceo-terciario porque en este caso los sedimentos del interior de este área deberian haberse formado a gran profundidad bajo la superficie acuática,lo cual se contradice con la existencia de mantos de carbon(arcilloso) en la faja de Buenos Aires-Quilichao que refleja las condiciones de la zona interior del área sedimentaria.Hay que suponer pues qué la cuenca en cuestion ha ido profundizándose durante la sedimentacion del terciario inferior.

En contraposicion a la evolucion tectónica activa que muestra el Occidente de Colombia durante el terciario inferior,el Oriente prosigue evolucionando mas bien con los caracteres tranuilos que caracterizan el tectonismo de la fase geosinclinal.En efecto,el

cretáceo y el terciario reposan ahí en concordancia, reduciéndose las discordancias a la inmediacion de los grandes nudos de la Cordillera Oriental, expuestos desde los departamentos de Santander hasta Venezuela. Estas discordancias ademas parecen ser leves, segun se desprende de los estudios en Venezuela (Liddle) y en el borde SE del nudo Santandereano (region de Cheva-Chita-Cocuy). De acuerdo con el desarrollo del área sedimentaria que posiblemente tambien hacia la Cordillera Central se coloque en discordancia sobre el cretáceo, la Cordillera Oriental en este tiempo aun no se hallaba preformada, excepto en la zona del viejo nudo Santandereano y en la seccion Venezolana. En lo demas ella era en Cundinamarca y Boyacá terreno interior del área sedimentaria cuya costa occidental es la seccion correspondiente de la hoyandina del Magdalena, situada en el borde de la faja terrestre de la Cordillera Central (véase cuadro paleogeográfico del terciario inferior).

Piso de Cinta de Piedra.-Terciario Medio.

(Probable Piso de Antioquia)

Posicion estratigráfica y nombre.

El piso de Cinta de Piedra se halla expuesto en los departamentos del Valle y del Cauca tan solo en la parte inferior, excepto en la zona del cordon de Santa Bárbara (lado W de la cuenca del Quindio) donde parece presentarse completo. Este piso se coloca en concordancia hasta en leve discordancia sobre el piso del Cauca y va superpuesto discordantemente hacia el lado de la Cordillera Central por el piso de Combia y hacia el lado de la Cordillera Occidental por el piso de Popayan y por el pleistoceno. En este último lado se le determina fácilmente porque

su conjunto inferior consta de cascajos,notablemente gruesos y de facies sostenida desde la region de Cali hasta el Cambo(Cauca)y de ahí hasta la cuenca del Patia.

El nombre proviene de la denominacion"Cinta de Piedra" que se da a los cascajos del piso al Oeste de Jamundí.

Afloramiento y extension.

El conjunto inferior del piso asoma con mucha frecuencia y en fajas angostas entre Cali y la region al Norte de Cambo.Al Sur de Cali,en la region de Los Chorros,dicho conjunto se halla encubierto hacia el borde del plano del Valle,pero se ha cortado en el primer trayecto del socavon Nº 12 de la mina Los Chorros.Mas al Sur,en el lado Sur del rio Lile,sobre el trayecto próximo al plano del Valle,el afloramiento ya es mas extenso y se hunde al Este debajo del pisode Popayan.Del rio Pance al Sur comienzan a desarrollarse fajas del piso de Cinta de Piedra que se sostienen en parte hasta el rio Timba.Entre este rio y la region de Suarez,los plegamientos ondulados implican una reparticion mas irregular del piso.Un afloramiento bueno se halla en los plegamientos de rumbo NE que descienden geológicamente hacia el ángulo de la confluencia del rio Timba con el Cauca y que se atraviesan en el camino de herradura y en el trayecto ferroviario de Tima a San Francisco.En la region del Playon,el piso de Cinta de Piedra se presenta en los filos oriental y occidental(Meson) del semiplano del Carbon y prosiguen de ahí al Sur con bastante regularidad hasta probablemente la region de Seguengue y Las Casitas.Sobre la banda oriental de este trayecto del rio Cauca,el piso de Cinta de Piedra no se conserva.

De Cali al Norte,el piso no se manifiesta en la superficie hasta mas al Norte de Anserma Nuevo.

El descenso transversal de los plegamientos desde el borde E de la Cordillera Occidental hacia el plano del Valle demuestra que el piso de Cinta de Piedra debe estar vastamente conservado en el sub-

suelo del plano del Valle. Ademas en esta zona encubierta es seguro que el piso de Cinta de Piedra debe hallarse conservado vastamente en toda la magnitud que tiene.

Sobre el borde de la Cordillera Central no aflora el piso de Cinta de Piedra sino en la region occidental de la cuenca del Quindio, especialmente en el cordon de Santa Bárbara. El piso forma el tronco y el lado oriental del cordon, mientras el lado occidental se halla cubierto del piso de Combia, el cual tambien constituye en gran parte la depresion de la ferrovia entre las estaciones Sevilla y Caicedonia de la línea Zarzal-Armenia. Mas al Sur, el piso puede aflorar debajo del piso de Combia en la region de la hacienda El Marne que se atraviesa en el viaje por la carretera de Sevilla a Bugalagrande, pero los afloramientos son insuficientes y hay que contar con la posibilidad de que se trate del piso del Cauca, el cual tambien se presenta mas al E, en la hoya de Veilan.- Con respecto al cordon de Santa Bárbara conviene advertir que una parte de los sedimentos, sobre todo los que se hallan en el lado alto occidental del cordon pueden corresponder al piso del Cauca.

Caracteres litológicos.

En la seccion del borde de la Cordillera Occidental comprendida entre Cali y Tambo, el conjunto inferior del piso de Cinta de Piedra está formado de cascajos del tamaño de un huevo hasta del tamaño de un puño. Estos constan de liditas de diversos colores, de cuarzo y de cuarcita, es decir de productos de destruccion de las formaciones mesozóicas. En general, los rodados se hallan bien redondeados, pero los hay tambien de cantos poco gastados, como son los que ocurren en el socavon Nº 12 de la mina Los Chorros. Estos conglomerados que muestran estratificacion claramente lenticular, forman evidentemente dos horizontes, segun se observa por ejemplo en la region de Guachinte-Rio Claro. Entre ambos se intercala un horizonte arcilloso con arenáscas, ripios y pocos cascajos, tambien

lenticularmente estratificados.En este nivel intermedio tambien se presentan mantos de carbon liviano que no son sostenidos y apenas se han cateado en Guachinte con un pequeño socavon.Su explotacion seguramente no merece la pena porque debe tratarse de mantos lenticulares y mas o menos impuros.

En el cordon de Santa Bárbara donde el piso se conserva en mayor magnitud,los cascajos no forman niveles tan regulares como en el lado de la Cordillera Occidental y son tambien mas arcillosos.Ademas se presentan gruesos grupos de arcilla parda y gris oscura que llevan intercalacion de areniscas que generalmente son gramulosas y tambien se presentan en bancos gruesos.-La parte alta del piso,a juzgar por el levantamiento a lo largo del ferrocarril al Este del Zarzal, es esencialmente arcillosa y ofrece colores rojizos hasta morados y tambien pardos.

Con respecto a las areniscas que componen el piso de Cinta de Piedra se advierte que ellas se distinguen frecuentemente por pequeños puntitos de color blanco sucio que puede ser materia caolínica e indicar que en la composicion participa material tobáceo.

Subdivision del piso.

En el área de estudios no hemos podido reconocer la subdivision del piso porque allí hacia el lado de la Cordillera Occidentalsolo se conserva en la superficie el conjunto inferior y porque en el cordon de Santa Barbara los levantamientos hechos(Cartago-rio de La Vieja y Este de Zarzal hasta la estacion Caicedonia) no se refieren a zonas favorables al efecto.Mejores condiciones para realizar la subdivision se hallan entre Obando y el rio de La Vieja, region que se ha cruzado de paso,sin que hubiere sido posible llegar en esta forma a conclusiones definitivas porque los estratos se hallan mas o menos erectos y los plegamientos estrechos ofrecen ondulaciones.

La subdivision del piso de Cinta de Piedra sinembargo puede conceptuarse sobre la base de la subdivision comun del terciario medio en tres conjuntos.En la facies costanera del terciario medio que se extiende de lado y lado de la Cordillera Central y que está representada en el Magdalena por el piso de Gualanday y en la hoyandina del Cauca por el piso de Antioquia y,en Nariño,por los grupos bmi3, bms1 y bms2 que determina Grosse,se observa esta tridivision:

c) Conjunto superior,conglomeráceo.Aglomeráceo y tobáceo en el alto Magdalena y en el departamento de Nariño

b) Conjunto medio,arcilloso,con arenisca s y ripios secundarios.Contiene regionalmente carbon o yeso.Materias volcánicas en el alto Magdalena y en Nariño.

a) Conjunto inferior,conglomeráceo.Al parecer sin participacion de materias volcánicas.En veces secundariamente carbonífero.Dividido comunmente en tres horizontes por la intercalacion de un horizonte arcilloso en la parte media.

Esta subdivision puede variar regionalmente,pero en general es muy típica y se distingue tambien en la facies alejada de las masas terrestres,como en el terciario medio de la Sabana de Bogotá (piso de Bogotá) donde los conjuntos inferior y superior son arenisosos hasta ripiosos.

Al conjunto inferior de la subdivision general corresponde en los departamentos del Valle y del Cauca el conjunto(no piso) de Cinta de Piedra que se desarrolla entre Cali y Tambo(Cauca).Este se coloca sobre el terciario inferior y se compone de rodados de lidita,cuarzo y cuarcita,es decir es afin por este concepto al conjunto inferior del piso de Gualanday en el Magdalena(véase cuadro estratigráfico general).-El conjunto medio posiblemente puede estar representado por las arcillas yesíferas que asoman debajo del piso de Combia y sobrecurridas por la faja granítica de San Pedro en la la region al Este y Sureste de San Pedro(Valle).Tambien es posible que le corresponda el conjunto arcilloso con yeso que asoma en la

parte alta de la falda occidental del cordon de Santa Bárbara y que se ha representado en el perfil adjunto. Sinembargo, como no sabemos si el conjunto ripioso que sigue encima del conjunto con yeso corresponde al conjunto superior o al conjunto inferior del terciario medio, hay que dejar abierta la cuestion de la posicion de este conjunto yesífero que puede corresponder tambien al terciario inferior.

Magnitud.

En el borde de la Cordillera Occidental, entre Cali y Tambo, la magnitud del conjunto de Cinta de Piedra es de unos 200 m, pero aumenta al Sur del Playon a unos 300 m.

La magnitud del piso de Cinta de Piedra, expuesto en el cordon de Santa Bárbara es muy considerable, pero no puede precisarse por ahora. En todo caso, ella debe ser mayor de 1000 m.

En relacion con la magnitud de los sedimentos de esta edad conviene tener presente que ella es muy variable y sobre todo parece que aumenta hacia las partes donde disminuye el espesor del terciario inferior (p.e. desde la Sabana de Bogotá hacia el lado occidental del páramo de Sumapaz; desde el alto Magdalena hacia el curso medio del mismo rio y probablemente tambien desde los departamentos del Cauca y del Valle hacia Antioquia, donde la magnitud que determinó Grosse con respecto al piso de Antioquia es de 1500 m en el lado Sur del promontorio de Titiribí y de 3300 en el lado Norte del mismo promontorio). Hacemos estas observaciones acerca de la magnitud porque nos llama la atencion que tambien en Europa (Siebenbuergen) se presentan variaciones notables de magnitud, estudiadas por Buerg. En Siebenbuergen ademas el desarrollo litológico guarda notable semejanza con el de algunas regiones de Colombia, sobre todo en lo que respecta al conjunto inferior conglomerático y al conjunto medio en facies yesífera. Esto habla en favor de desplazamiento de los centros de mayor sedimentacion en relacion con el desarrollo tectónico de los Andes.

Facies.

Como no se han encontrado niveles calizos ni manifestaciones de organismos marinos en el piso de Cinta de Piedra, se puede suponer que se trate de depósitos límnicos. Sinembargo, mencionamos que en la hoyandina del Magdalena, segun informaciones que nos suministró el distinguido geólogo frances, señor M. Goblot, hay un nivel marino hasta salobre en el terciario medio del Magdalena y esto nos inclina a suponer que tambien pueda haberlo en la hoyandina del Cauca.

La facies costanera, caracterizada por conglomerados se desarrolla con toda regularidad sobre ambos lados de la Cordillera Central. En el Occidente ha sido reconocida desde la seccion antioqueña de la hoyandina del Cauca hasta la seccion nariñense de la misma. En el Oriente, ella se desarrolla por el alto Magdalena hacia el curso medio del mismo y es en esta parte donde se puede estudiar a satisfaccion la disminucion del tamaño de los cascajos desde el borde de la Cordillera Central hacia la Cordillera Oriental, donde los niveles cascajosos se vuelven arenosos hasta ripiosos. En el Occidente, la disminucion del tamaño de los cascajos desde la hoyandina del Cauca hacia el Pacífico no se puede estudiar a satisfaccion porque la Cordillera Occidental no guarda resíduos del terciario medio en la parte que hemos estudiado en el Valle y en el Cauca. Sinembargo está a la vista que en la hoyandina del Pacífico donde el terciario medio ofrece desarrollo esencialmente marino, la facies es arcillosa y areniscosa (region de la bahia de Málaga, rio Baudó) y en esta forma ella se extiende probablemente hacia el litoral del Ecuador. Pero ya en la region de Paita (Zorritos), el caracter de los sedimentos vuelve a ser conglomeráceo. - La facies arcillosa y areniscosa en lo demas se extiende por Urabá hacia Bolivar, departamento este último que ha sido investigado geológicamente por Beck y Anderson.

La facies volcánica cuyo reconocimiento se debe a Grosse, se

conoce hacia el borde septentrional del nudo Ecuatoriano y se ha determinado a lo largo de la hoyandina del Magdalena desde el curso alto de este rio hasta la region de Honda,donde la participacion de material volcánico se manifiesta ya medio desvanecida(p.e. en la carretera de Cambao,subiendo de Cambao a Chumbamuy).En la hoyandina del Cauca,Grosse la ha determinado en Mariño(grupos bms2 y bms1)y es posible que ella todavia se presente levemente en las areniscas del cordon de Santa Bárbara que forma el borde occidental de la cuenca del Quindio.

La facies carbonífera del terciario medio se manifiesta sobre todo en Antioquia donde es el conjunto medio el que lleva gran abundancia de mantos explotables de carbon.En la seccion del Valle y del Cauca hay mantos de carbon en el conjunto inferior,pero estos no parecen ser explotables,como tampoco lo son los lentes de carbon que se han constatado en el mismo conjunto sobre el borde oriental de la Cordillera Central(p.e. San Luis;Tolima.Véase R. Scheibe y R. Lleras Codazzi).En Cundinamarca y Boyacá el terciario medio no tiene mantos explotables de carbon,excepto quizá uno que se halla al Sur de Bogotá,en el ámplio sinclinal de Usme.En cambio,en Venezuela y tambien en el Norte de Santander el terciario medio contiene numerosos mantos de carbon,aun cuando no se sostienen sobre extensiones grandes.A esta edad probablemente tambien corresponde el carbon que se halla en la parte septentrional y noroccidental del nudo Antioqueño y en la parte alta septentrional del nudo de Frontino.--La reparticion de la facies de carbon del terciario medio demuestra,pues, que ella tiene su mayor desarrollo hacia los nudos de la parte septentrional del pais y de Venezuela,donde mismo la facies carbonífera del terciario inferior-siempre que los sedimentos esten conservados-es menos favorable que en el interior del pais (Cundinamarca,Boyacá,Valle y Cauca).

Discordancias.

Las observaciones hechas sobre el borde de la Cordillera Occidental entre Cali y Tambo indican que el terciario medio se coloca mas o menos en concordancia sobre el terciario inferior desde Cali hasta la region de Suarez. Mas al Sur, la supresion vasta del horizonte del Coke indica una leve discordancia, presente hacia el lado de la Cordillera Occidental.-Hacia el lado de la Cordillera Central no fué posible hacer observaciones acerca de discordancias, pero las condiciones en la zona del cordon de Santa Bárbara hablan mas bien en favor de concordancia con el terciario inferior.

Esta condiciones de concordancia o conconcordancia aproximada se comprende si se tiene en cuenta que la seccion de la hoyandina del Cauca, comprendida entre los departamentos de Nariño y Caldas, viene a ser ya una cuenca sedimentaria durante el terciario inferior y que seguramente se acentúa y se amplia (hacia Antioquia) en el terciario medio. Mas discordancias deberian presentarse en los bordes de esta cuenca, pero ellos evidentemente todavia no se abarcan en el terreno estudiado y hacia Antioquia la falta del terciario inferior en especial del eoceno no permite hacer apreciaciones sobre discordancias en esta zona entre el terciario medio y el inferior.

Es notable que en la hoyandina del Magdalena que durante el terciario medio sigue siendo costa sedimentaria del área oriental del pais, la discordancia se presenta localmente muy fuerte, p.e. entre Honda y Neiva, de manera que p.e. en muchas partes el terciario medio se coloca directamente sobre el cretáceo superior y aun llega a colocarse sobre las calizas barremianas, por ejemplo al Sur de Guataquí (cúpula de Pauta). Desde esta region hacia el interior de la Cordillera Oriental en la seccion de Cundinamarca, los sedimentos del terciario inferior y medio reposan en concordancia, lo cual coincide con la observacion de que hacia el interior de las cuencas sedimentarias lo comun es la concordancia.

Las observaciones hechas en la hoyandina del Pacífico y en Urabá, asimismo que las de Beck y Andersón en Bolivar, es decir hechas en zonas donde el terciario inferior se formó lejos de las costas sedimentarias, demuestran que tambien ahí reina concordancia con el terciario inferior.

Edad.

De las observaciones sobre la edad del piso del Cauca se colige que este abarca el eoceno y el oligoceno. Como el piso de Cinta de Piedra se coloca en concordancia sobre el del Cauca es de suponer que este corresponda principalmente al mioceno. La edad miocena inferior que corresponde al conjunto inferior del piso de Cinta de Piedra se colige por su equivalencia con el conjunto inferior del piso de Gualanday y del piso de Bogotá que representan en el Oriente del pais el terciario medio. Desde la Sabana de Bogotá, el terciario medio, como tambien el inferior, se puede perseguir con algunas intermitencias hacia el Norte de Santander y de ahí hacia Venezuela, donde el conjunto inferior coincide con los sedimentos llamados por Liddle de manera general formacion de Cerro Pelado, cuya edad corresponde al mioceno inferior, segun los fósiles marinos que contiene regionalmente. De igual modo, la edad del conjunto inferior del piso de Cinta de Piedra se deja determinar por su representante en la costa de Paita en el Perú, o sea por la formacion de Zorritos. Esta se desarrolla a continuacion del terciario inferior y presenta características análogas al conjunto inferior del piso de Cinta de Piedra entre Cali y Tambo, y aun lleva un manto de carbon. Su edad tambien corresponde al mioceno inferior. Sobre la formacion de Zorritos sigue en Paita la de Cardalitos que corresponde al mioceno medio y que está formada esencialmente de arcillas, es decir guarda los caracteres litológicos del conjunto medio del terciario medio de Colombia. Por consideraciones que obligan a colocar el piso de Combia al mioceno superior, juzgamos que el conjunto superior del terciario

medio de Colombia debe colocarse todavia en el mioceno medio. A este respecto conviene advertir que no estamos siempre bien seguros si el conjunto superior del terciario medio no se halla conservado o desarrollado, o si forma regionalmente un grupo discordantemente colocado sobre el conjunto medio y entra así a formar parte de la parte baja del piso de Combia.

En resúmen consideramos que los sedimentos reunidos bajo el concepto de terciario medio, comprenden el mioceno inferior y el mioceno medio. Como ya lo dijimos, la propia separacion del terciario inferior deberia hacerse en la transicion del oligoceno inferior al oligoceno medio, cuando p.e. comienza en Jamaica la transgresion del terciario medio. A este respecto tambien es importante tener en cuenta que al final del oligoceno inferior se presentan en la costa de Paita cenizas volcánicas como indicio de la terminacion de un período sedimentario. Por esta participacion de material volcánico consideramos que tambien en el Perú el paroxismo, manifiesto por la discordancia entre oligoceno inferior y oligoceno medio, es de importancia esencial y mas decisiva que las discordancias intereocenas.

Evolucion.

Durante el terciario medio, el área sedimentaria que existia durante el tiempo del Cauca en la hoyandina del Cauca, entre los departamentos de Tariño y Caldas se amplia hacia Antioquia y al parecer es ahí, sobre todo en la cuenca de Sopetran, que los sedimentos adquieren una gran magnitud. Esto habla a favor de que el dintel de la hoyandina del Cauca que se presenta en el terciario inferior en Antioquia y que liga las masas terrestres del nudo de Frontino y del nudo Antioqueño se hunde, con lo cual la preformacion de la hoyandina se manifiesta en mayor extension. Igual cosa sucede con el dintel del terciario inferior que liga el nudo Antioqueño con el nudo San-

tandereano y que separa el área sedimentaria que queda al Sur del área sedimentaria del Caribe. Tambien ahí se depositan gruesas masas de sedimentos del terciario inferior.-Hacia la zona andina del Ecuador y del Perú, no se conocen sedimentos extensos de este tiempo, salvo quizá los que se hallan localmente entre la Cordillera Central y la Occidental, es decir en la hoyandina del Cauca y que parecen ser depósitos de cuencas menores y desconectadas entre sí (por ejemplo cuenca de Ayacucho).-La Cordillera Occidental en este tiempo ya d be estar mas notablemente preformada que en el tiempo del Cauca. Esto se desprende de la ausencia o de la escasez de sedimentos del terciario medio en ella y tambien se colige de la acentuacion de la hoyandina del Cauca que implica la acentuacion geológica de la Cordillera Occidental. En el mismo tiempo la hoyandina del Pacífico sigue siendo faja sedimentaria en Colombia, Ecuador y en el Norte del Perú donde los sedimentos acusan cercania de la costa, tanto hacia el Oriente como hacia el Sur. Las actuales secciones altas de la Cordillera de la Costa, como especialmente la que se desarrolla de Cabo Corrientes al Norte, seguramente tambien siguensiendo zonas isleñas como en el terciario inferior. En este sentido se puede interpretar el caracter costanero de los sedimentos terciarios que hay en Cabo Corrientes.-En el Oriente del pais, la Cordillera Oriental todavia no se diseña claramente en la seccion de Cundinamarca y de Boyacá. El área sedimentaria se extiende desde el borde oriental de la Cordillera Central hasta el lado oriental de la Cordillera Oriental, donde la cercania de la costa se manifiesta por el caracter ripioso del terciario medio. Hacia el Norte, este área se comunica por la hoyandina del Magdalena con el área Caribe y limita con el nudo Santandereano, en cuyo borde Sur (region de Tocha -Chita) el terciario medio tambien es ripioso en la parte baja. Hacia el Sur, el área sedimentaria se extiende probablemente hasta las cabeceras del Magdalena y va limitada al Este por la Cordillera Oriental que en esta seccion

ya se hallaba preformada(observaciones del terciario medio entre Neiva,Baraya,Alpujarra y Melgar).

En cuanto al paroxismo que precede la deposicion del piso de Cinta de Piedra,este no se manifiesta claramente en la seccion del Valle y del Cauca,porque se trata de la parte interior de una área sedimentaria. En cambio se presenta con mucha fuerza en la zona costanera del terciario medio situada en el flanco oriental de la Cordillera Central y en la hoyandina del Magdalena.Ello demuestra que durante este paroxismo la sedimentacion sigue en el interior de las áreas sedimentarias del terciario inferior al terciario medio mientras en los bordes los movimientos tectónicos la interrumpen en muchas partes.Así tenemos por ejemplo que al Sur de Guataquí,en la cúpula notable de Pauta,el terciario medio se coloca sobre el barremiano,al E de Melgar sobre el cenomaniano,en la region de Coyaima/(Tolima) sobre el senoniano,mientras en otras partes,como en San Luis(Tolima) y en la region de Guaduas el terciario medio se coloca con mucha regularidad sobre el terciario inferior. Esta reparticion del tectonismo tambien es interesante porque comprueba una vez mas que la mayor intensidad tectónica se halla hacia los bordes de las cuencas(véase Anexo:Esquemas de la reparticion de la intensidad tectónica).

En cuanto a la prosecucion de los movimientos tectónicos durante el tiempo de deposicion del terciario medio,las indicaciones hechas sobre variacion de magnitud de los sedimentos en el área límnica del interior de Colombia demuestran que ellos se mantienen,aunque no actúan con tanta intensidad como en el tiempo de los paroxismos.

La acentuacion de los movimientos tectónicos en lo demas demuestra que el área terrestre de los Andes va extendiéndose desde el Perú hacia Colombia y que en este último pais se aproxima la fase geoanticlinal y con ella el rechazo del área sedimentaria hacia el Caribe y el Pacífico.

Al mismo tiempo tambien vuelve a despertar la actividad volcánica que comienza a manifestarse en la zona del nudo Ecuatoriano, el cual desempeña hasta hoy dia el centro de la actividad magmática andina en el NW de Suramérica.

TERCIARIO SUPERIOR.

PARTE PRINCIPAL DE LA FASE GEOANTICLINAL.

Durante el terciario superior se realiza en un tiempo relativamente corto la transformacion del terreno bajo, isleño de Colombia en terreno de montaña con los rasgos actuales. Los paroxismos principales que producen esta transformacion son el que separa el terciario medio del terciario superior y el que se presenta enmedio del terciario superior. Entre ambos paroxismos hay una período de relativa tranquilidad en que se deposita en el Occidente de Colombia el piso de Combia que juzgamos pueda corresponder al mioceno superior. Despues del segundo paroxismo que es el mas fuerte, se deposita el piso de Popayan que se halla solo levemente plegado y que puede corresponder al plioceno. Despues de este tiempo, es decir durante el pleistoceno, ya no se nota actividad tectónica especial. Los pisos de Combia y de Popayan a que nos referiremos enseguida, estan compuestos principalmente de material volcánico andesítico que proviene sobre todo de la Cordillera Central y de centros volcánicos que corresponden en general a los actuales, es decir al grupo del Tolima-Ruiz, del Nevado del Huila, del Puracé-Sotará y a los grupos que siguen hacia el Ecuador.

Piso de Combia.-Mioceno Superior.

Posicion estratigráfica y nombre.

Piso de Combia.-Mioceno Superior.

Posicion estratigráfica y nombre.

El piso de Combia se coloca en la hoyandina del Cauca en discordancia sobre el terciario medio, segun se desprende de las observaciones en el flanco occidental del cordon de Santa Bárbara, pero en parte tambien parece reposar en concordancia sobre el terciario medio, por ejemplo al Sur de Zarzal hasta quizá Buga.

Como parece seguro que el piso de Combia de los departamentos del Valle y del Cauca coincide con el piso de Combia que Grosse define en la seccion antioqueña de la hoyandina del Cauca, hemos adoptado este nombre para la region que estudiamos.-El equivalente de este piso en la cuenca del Patia es el "Neoterciario" (bs) de E. Grosse, mientras en la hoyandina del Pacífico le corresponde el piso del Pacífico. En Urabá, su equivalente es el piso del Cuchillo.-En el Oriente Andino de Colombia le corresponden los pisos de Honda de Hettner (curso medio y alto del Magdalena), de Tilatá de R. Scheibe (Cordillera Oriental en Cundinamarca) y el piso de Zambrano de Weiske en el bajo Magdalena.

Afloramiento y extension.

El piso de Combia no aflora en el borde de la Cordillera Occidental con la hoyandina del Cauca, excepto entre Toro y Anserma Nuevo donde puede tratarse de la parte mas alta del piso de Combia. En la Cordillera Occidental no se le ha observado. En el flanco occidental de la Cordillera Central este piso forma una faja que corresponde en general al semiplano de La Iberia, el cual se percibe desde la regiondel rio Paila en el Norte hasta la region del rio Sonso en el Sur. Del rio Paila al Norte, el piso de Combia sigue al Norte y forma la parte baja del flanco occidental del cordon de Santa Bárbara. Al Este de Zarzal, el piso se conserva en anchos

trayectos de la depresion del cordon de Santa Bárbara la cual da paso al ferrocarril de Armenia. Segun las condiciones tectónicas en la seccion de Sonso-Buga hasta Cartago, el piso de Combia se hunde bajo el plano del Valle, pero tambien en la seccion del cordon de Santa Bárbara bajo el altiplano del Quindio.

De Sonso al Sur, el piso de Combia no aflora sino hasta el rio Palo. El piso se presenta ahí al subir del boqueron del rio hacia el plano del Valle en direccion a Tacueyó y llegar al contacto de las diabasas con los esquistos grafíticos y las cuarcitas. En este lugar se presentan conglomerados y tobas con inclinacion hasta de 30°. Otro afloramiento se halla en el rio Ovejas, sobre la ribera izquierda al viajar por el camino de Quilichao al caserio de Ovejas. En este lugar ocurren tobas, arcillas y conglomerados con unos 40° de inclinacion que reposan directamente sobre los sedimentos metamórficos del mesozóico. Es posible ademas que el piso de Combia aflore en el lugar de Tres Chorreras del distrito de La Yunga, al W de Popayan, donde pueden corresponderle los materiales tobáceos inclinados que se hallan entre el derrame andesítico del piso de Popayan y los esquistos verdes. Al SW de Dolores no hemos abarcado la zona del piso de Combia que Grosse determina ahí y significa con el nombre de Neoterciario.

En la hoyandina del Pacífico, el piso de Combia tiene una muy vasta extension y cubre en gran parte los sedimentos mas antíguos. En esta faja el piso sigue hacia la costa de Paita donde se le conoce con el nombre de formacion de Tumbes.-En Urabá, el piso se presenta sobre todo en el lado occidental de la serrania de Abibe y en la parte septentrional de la serrania.

Caracteres litológicos.

El piso de Combia se compone en primer lugar de material andesítico, sobre todo de tobas, pero tambien de conglomerados que contienen rodados andesíticos. En ninguna parte del tereno

estudiado se han observado aglomerados ni menos derrames andesíticos o basálticos,como los que ocurren en Antioquia.Las tobas se presentan en parte puras,arenosas o gredosas,y muchas veces con diseminacion de rodados aislados pequeños,pero en lo general forman la matriz de los conglomerados,cascajos y ripios.El color de las tobas es amarillento hasta blanco sucio,pero en veces(entre las estaciones de Calcedonia y de Sevilla)se distinguen por un color verdoso.

Gran parte del piso está formada de cascajos,areniscas y ripios,como tambien por conglomerados.Los rodados provienen en gran parte del cretáceo(liditas,diabasas),pero tambien participan rocas eruptivas como granitos y dioritas.

Las areniscas y arcillas que se presentan secunderiamente en la parte baja del piso abundan en su parte alta y son de color pardo hasta oscuro.

Típico para este piso,tanto en el departamento del Valle como tambien en Urabá,es la presencia de troncos y maderos lignitizados,principalmente calci-lignitizados que se hallan esparcidos entre los conglomerados.

En la region al E de Tuluá-Andalucia se manifiestan en la parte baja del piso algunos bancos de arenisca margosa y de ellos se refieren fósiles que no hemos podido constatar.En cambio el piso de Combia,como tambien su equivalente oriental,el piso de Honda de Hettner(non Stutzer),contiene restos de mamíferos de los cuales se han encontrado algunos en la base del piso en la region del Marne,al SW de Sevilla.Se informa tambien que al Este de Buga se han encontrado restos de mamíferos en un pozo que actualmente se halla derrumbado.

Como particularidad,el piso de Combia contiene en el departamento del Valle mantos de lignito que se presentan al Este de Bugalagrande-Tuluá y que han sido objeto de explotacion.A ellos se hará referencia en la parte económica.

La estratificacion de este piso es típicamente lenticular,pero ofrece conjuntos bien sostenidos que facilitan hacer la subdivision.

Subdivision.

El piso de Combia probablemente no se ha podido determinar en toda su magnitud y debe tenerse en cuenta que en la region de Cartago se le colocan encima otros niveles tobáceos que pueden ser mas recientes y estar separados del propio piso por discordancias.A este respecto no hemos podido hacer investigaciones especiales.

Los conjuntos que se aprecian entre Cartago y Sonso son dos:

b)Conjunto lignítico,formado de areniscas y arcillas,con intercalacion secundaria de cascajos y ripios.

a)Conjunto inferior,conglomeráceo con troncos lignitizados.

El conjunto conglomeráceo forma la mayor parte del terreno expuesto y es considerablemente tobáceo,salvo en ciertas regiones, como la de San Pedro-Buga.

El conjunto lignítico se conserva localmente en el borde exterior del semiplano de Iberia,por ejemplo al S de Tuluá-Bugalagrande y al S y NE de Buga.

Debajo del conjunto inferior,conglomeráceo,se presenta por ejemplo en San Pedro un grupo de arcillas abigarradas con yeso y franjas de arcilla carbonácea.Este conjunto probablemente pertenece al terciario medio.

Magnitud del piso.

Del levantamiento hecho entre Zarzal y la estacion de Calcedonia se desprende que la magnitud del piso de Combia llega a ser de mas de 1000 metros,poniendo de presente que no se ha podido determinar toda la magnitud.En la region de Cartago,la magnitud de la parte conservada parece ser considerablemente menor.En la carretera de Sevilla a Bugalagrande,la magnitud de la parte conservada del piso

se estima en 500 hasta 700 m.

Segun observaciones hechas con respecto al piso de Honda de Hettner en la Cordillera Central donde la magnitud es escasa(Rovira y Santa Rosa;Tolima),se puede suponer que tambien desde los afloramientos de Cartago-Sonso hacia la Cordillera Central,la magnitud de este piso fuertemente transgresivo se reduzca notablemente.

Discordancia.

La discordancia del piso de Combia sobre el terciario medio se halla indicada al Este de Obando,donde el citado piso suave se coloca con inclinacion suave sobre lo que preliminarmente consideramos terciario medio en su totalidad,siendo la inclinacion de los estratos de esta formacion mucho mas fuerte.-Tambien se infiere la discordancia de la colocacion del piso de Combia en el rio Palo y en el rio Ovejas sobre los sedimentos metamorficos del mesozóico.-

En la hoyandina del Magdalena,donde el piso de Honda como equivalente del de Combia se halla mejor expuesto,se observa que este reposa vastamente en concordancia sobre el terciario medio,pero que hacia las Cordilleras Oriental(region de Neiva) y Central(Rovira) transgrede sobre formaciones del terciario inferior y del cretáceo.-Mas fuerte y mas general es la discordancia que ofrece el piso de Tilatá de la Cordillera Oriental con respecto a las formaciones terciarias y cretáceas.Ello demuestra que en el tiempo de Combia,la Cordillera Oriental recien se ha preformado en Cundinamarca.

Edad.

La colocacion discordante del piso de Combia sobre formaciones mas antíguas y los plegamientos y ondulaciones suaves hasta fuertes que muestra este piso,demuestran que debe tratarse de una formacion del terciario superior.Esto lo comprueba tambien la presencia de lignita que contrasta con el carbon bituminoso del terciario medio de Antioquia.

La edad miocena superior que atribuimos al piso de Combia,se

desprende de la semejanza que tiene el piso de Tilatá de la seccion cundinamarquesa de la Cordillera Oriental con el mioceno superior de Venezuela el cual ademas se caracteriza por una vasta transgresion en parte fuertemente discordante. El piso de Tilatá, segun se dijo es el representante del piso de Honda de Hettner y el piso de Honda por su parte corresponde con el de Combia.

La edad que atribuimos al piso de Combia se colige ademas por la relacion que tiene con el piso del Pacífico que es la formacion superior, notablemente plegada, del terciario de la hoyandina del Cauca y que se distingue por la participacion de tobas volcánicas (coleccion del Chocó de E. White Uribe, determinada por Grosse). El piso del Pacífico se extiende hacia el Sur y está representado en la costa de Paita por la formacion de Tumbes que muestra condiciones tectónicas análogas y tambien contiene tobas volcánicas. Su edad corresponde al mioceno superior.-Otra relacion de edad del piso de Combia, via del piso de Honda de Hettner se puede establecer, teniendo en cuenta la facies marina de este último piso, identificada por Weiske en el bajo Magdalena y llamada por él piso de Zambrano. Los fósiles de este piso que tambien contiene material tobáceo, aun no se han determinado, pero segun la relacion que presenta con el piso de Honda de Hettner, debe tratarse del mioceno superior.

Ponemos de presente que la fauna que sirve para la determinacion del mioceno superior y medio del NW de Suramérica es la de Gatun en Panamá.

Facies.

La facies del piso de Combia y en general del mioceno superior que se presenta en el interior andino de Colombia puede considerarse límnica hasta terrestre (mamíferos), pero dada la fuerza transgresiva del piso y de sus equivalentes es posible que en la hoyandina del Cauca y en la del Magdalena puedan presentarse niveles salobres o marinos. Indicios a este respecto son p.e. los niveles calosos del

piso de Combia al Este de Tuluá.

La facies predominante del piso de Combia es la volcánica. Esta muestra clara relacion con los actuales centros volcánicos. La facies mas acentuadamente volcánica se halla en el lado Sur del promontorio de Titiribí y se extiende probablemente sobre gran parte de la seccion caldense de la hoyandina del Cauca. Ella se relaciona con los centros volcánicos actuales del Tolima-Ruiz y corresponde a la extension de estos hacia el Occidente. Solo en esta facies se han determinado derrames y aglomerados andesíticos hasta basálticos(Grosse). Hacia Sopetran, se suprime la facies volcánica(Grosse), con lo cual queda demostrado que el volcanismo disminuye y se suspende pronto hacia la actual zona avolcánica situada al Norte del grupo Tolima-Ruiz.- En la zona de Cartago-Zarzal-Bugalagrande, la facies volcánica es menos intensa y está caracterizada por tobas. De Bugalagrande hacia Buga y el rio Sonso, la participacion de material tobáceo disminuye fuertemente y se vuelve secundaria. Esta seccion del piso de Combia se halla frente a la seccion avolcánica de la Cordillera Central, comprendida entre el grupo del Tolima-Ruiz y el Nevado del Huila. En el rio Palo y en el rio Ovejas que se hallan frente a la seccion intensamente volcánica del Nevado del Huila hasta el volcan de Puracé, la facies vuelve a ser tobácea. En Nariño(Neoterciario de Grosse), se nota una acentuacion de la actividad volcánica expresada por la participacion de tobas aglomeráticas. Esta seccion se halla en el borde noroccidental del grupo volcánico actual que se extiende en el nudo Ecuatoriano.

La facies lignítica se conoce hasta ahora solo en el departamento del Valle, al Este de Bugalagrande-Tuluá. Ella probablemente se extiende ahí debajo del plano del Valle en alguna extension.

La facies conglomerática parece ser típica para la hoyandina del Cauca desde Nariño hasta Antioquia, y tambien lo es para Urabá, donde ella se extiende sobre todo en el lado occidental y septentrional

de la serrania de Abibe.

Sobre mayor extension,la facies volcánica se extiende por ambos lados de la Cordillera Central,especialmente por las hoyandinas del Cauca y del Magdalena,siendo probable que tambien haya estado presente en las Cordilleras Oriental y Occidental.Al menos en la Cordillera Oriental,se conocen sedimentos volcánicos plegados del neotercíario de la region de Tunja-Paipa(informacion verbal de Grosse).A grandes rasgos se observa que el volcanismo disminuye desde la region del nudo Ecuatoriano hacia el interior de la zona Caribe de Colombia y desde la Cordillera Central(pronto) al Oriente y (menos pronto) hacia el Occidente.En efecto,hacia el bajo Magdalena, como tambien en la hoyandina del Pacífico desde Colombia hasta la costa de Paita,la participacion de material volcánico tobáceo se vuelve secundaria,mientras en la Cordillera Oriental solo se presenta ocasionalmente y se desvanece por completo hacia Venezuela.- Con respecto a la facies volcánica en el Perú,zona andina que se levanta desde el senoniano,ella probablemente es muy fuerte,pero es difícil todavia relacionar el piso de Combia con los equivalentes de la zona andina del Perú.

La facies límnica hasta terrestre se presenta en el interior de Colombia,mientras la facies marina se conoce de l bajo Magdalena, de la parte septentrional de Venezuela(alternada con facies límnica y terrestre) y de la hoyandina del Pacífico.En Urabá,el caracter marino de los sedimentos correspondientes no resalta tan notablemente como en las zonas citadas.

Evolucion.

Hemos hecho comenzar la fase gecanticlinal en Colombia con el paroximso que inicia el mioceno superior,porque en este tiempo ya queda definida en principio la actual configuracion de Colombia,aunque tan solo en relieves bajos y poco diferenciados.Co-

mo punto decisivo a este respecto consideramos primeramente que en este tiempo viene a delinearse tambien la Cordillera Oriental que hasta entónces se hallaba solo parcialmente preformada debido a que la seccion cundinamarquesa proseguia esencialmente como área sedimentoria. El levantamiento de esta seccion se manifiesta por la discordancia fuerte con que reposa el piso de Tilatá sobre formaciones mas antíguas.-En segundo lugar, el hecho que tambien en otras regiones(Cordillera Central, Venezuela) el piso mioceno superior se coloque en fuerte discordancia sobre formaciones relativamente antíguas revela que el paroxismo al principio de este tiempo debe haber sido de gran fuerza. Tambien es significativo el hecho de que el mioceno superior se deposite principalmente en los actuales bajos del pais, como lo son las hoyandinas del Magdalena, del Cauca y del Pacífico, y la virgacion Caribe de los Andes.-En tercer lugar, la fuerza del movimiento erectriz de los Andes en Colombia se manifiesta por la fuerte actividad volcánica de este tiempo, mayor que la que se presenta en el terciario medio.

La sedimentacion que sigue al paroxismo del principio del mioceno superior anuncia que la transgresion correspondiente ha sido muy fuerte y que traspasa los límites del área sedimentaria del terciario medio, segun se desprende de la posicion estratigráfica del piso de Combia en el rio Palo, en el rio Ovejas, en la region de Neiva y de las condiciones en Venezuela, donde, segun Liddle, la transgresion se extiende hasta la masa guayanense(Liddle.pg. 327). Esta transgresion parece tener su reflejo en las fuertes transgresiones neotercierias de la parte oriental de La Argentina.

Como particularidad muy notable del tiempo de Combia conviene anotar que la mayor actividad volcánica no parece manifestarse hacia el nudo Ecuatoriano, sino en el borde occidental del nudo Antioqueño. Esto indica que ahí la actividad tectónica fué mayor.

Piso de Popayan.-Probablemente plioceno.

Posicion estratigráfica y nombre.

El piso de Popayan que está formado vastamente por materiales volcánicos y que corresponde a un tiempo de inusitada actividad volcánica de los Andes desde Patagonia hasta Alaska, reposa en muy fuerte discordancia sobre las mas diversas formaciones anteriores a él y se distingue del piso de Combia porque solo muestra plegamientos muy suaves y de muy grande amplitud y apenas regionalmente (del Nevado del Huila al Sur) ondulaciones algo mas fuertes y de corta amplitud.-El pleistoceno que se halla en posicion mas o menos horizontal, revela discordancia en relacion con el piso de Popayan. Ella se concibe por ejemplo en la salida del rio Lile (region de Cali) al plano del Valle, donde el piso de Popayan se hunde con notable inclinacion oriental bajo el piso pleistoceno del Valle.

El nombre del piso de Popayan lo hemos derivado del altiplano de Popayan, cuya superficie se halla casi íntegramente formada por depósitos de esta edad y que de ahí se dejan perseguir satisfactoriamente hacia la Cordillera Central y hacia la cuenca del Patia y la region del Quindio.

Los equivalentes de este piso han sido considerados por Stutzer como pleistocenos, mientras Grosse los coloca en parte al pleistoceno (cuenca del Patia) y en parte los hace corresponder con el piso de Honda de Hettner y el piso de Combia (seccion huilense de la Cordillera Central, donde el piso ofrece plegamientos y ondulaciones cortas).

Extension.

El piso de Popayan se halla conservado vastamente en la Cordillera Central y en la hoyandina del Cauca. En la Cordillera

Occidental,donde la erosion es muy activa,solo se observan resíduos del piso.En cambio se presenta mejor conservado en la hoyandina del Magdalena y en la Cordillera Oriental.

La mejor zona conservada del piso que se halla en la Cordillera Central es la que se desarrolla del altiplano de Popayan al Este.El piso asciende ahí en parte directamente,en parte indirectamente(interposicion del cordon del Pesar) hacia la seccion coconuceña del rio Cauca y forma luego el terreno de los alrededores del Puracé, la region de Calguala-Paletará y el páramo de San Francisco.Desde esta zona de la cumbre de la Cordillera Central,el piso se desarrolla por el rio Cauca hacia las vertientes de este rio,desciende al departamento del Huila por los aterrazamientos grandes del curso alto del Mazamorras de San Agustin y va en direccion Norte hacia el Nevado del Huila.Al Norte de Silvia,la erosion ha destruido el piso en el flanco occidental de la citada Cordillera,pero este sigue conservándose en la cumbre,segun se desprende de las observaciones del páramo de Moras.Desde este páramo,el piso desciende por el rio Paez hacia la region de Carbicerias.De las referencias de Hergt se desprende que el piso se conserva vastamente en el Nevado del Huila, al Norte del cual no se han hecho observaciones.En las vertientes del rio Bugalagrande,el piso de Popayan probablemente se halla desarrollado en facies avolcánica,conglomerácea que está expuesta en la cumbre de la Cordillera Central.En la zona de los Nevados del Tolima y del Ruiz,la conservacion del piso vuelve a ser vasta y parece debilitarse considerablemente hacia la region de Medellin.

En la hoyandina del Cauca,el representante mas destacado del piso de Popayan es el altiplano de Popayan.Exceptuando el lomo de La Tetilla,el de La Yunga y las eminencias terciarias al Norte de Morales,asimismo que las partes bajas de las hoyas de los rios en la parte occidental del altiplano,el altiplano está íntegramente cubierto por el piso de Popayan.Este avanza de contínuo hasta el

pié de la Cordillera Occidental en la region de Tambo(Cauca),mientras que al Norte de esta poblacion,la erosion ha destruido casi totalmente los sedimentos del piso de Popayan.Al Sur del altiplano,la erosion profunda del rio Patia ha removido dicho piso,a excepcion de los relictos que se conservan del lado de la Cordillera Central,entre los cuales resalta el Broncaso y una mesa que se halla al Este de Dolores(Cauca).En la zona del plano del Valle,el piso tambien ha sido removido,pero sus relictos se conservan en el lado de la Cordillera Occidental,donde se presentan diseminados en el semiplano del Carbon.La mejor seccion del piso de Popayan se presenta sobre esta faja en el accenso de la carretera de Cali a la cumbre de la Cordillera Occidental y a ella se refiere Stutzer de manera especial.Otro resíduo importante del piso se halla representado por el lomo que queda al Este del trayecto ferroviario Timba-Guadinte.Al Norte de Cali,el piso no se ha podido identificar con seguridad, pero suponemos que pueda corresponder a los conglomerados que forman los planos de La Llanada de la cumbre de la Cordillera Occidental al Oeste de la poblacion de Bolivar(Valle).-Hacia el borde de la Cordillera Central,el piso no se conserva desde Caloto hasta la region de Sevilla,excepto quizá en el lomo de cascajos acantilados que se distingue al Norte de Pradera.De Sevilla al Norte se encuentran primero resíduos del piso de Popayan en la parte baja de las quebradas de la region y luego el piso forma el altiplano del Quindio que es otra zona destacada y característica del piso de Popayan.

En la Cordillera Occidental,los equivalentes del piso de Popayan se presentan en la hoyada de la poblacion de Cagua,sobre todo al Norte y NE de la poblacion.-Advirtiendo que no hemos tenido ocasion de explorar mas detenidamente la Cordillera Occidental en la seccion anotamos que en el Norte,el piso debe estar representado por los conglomerados acantilados de la region de Tasidó-Mutatá,al

Norte de Sabeiba,y posiblemente por los conglomerados y cascajos que se hallan cerca de la costa septentrional de Urabá en el curso bajo del rio Mulatos y que se atraviesan en el camino Mulatos-Bruni-tos.

En la hoyandina del Magdalena,el típico representante del piso de Popayan es el piso de Ibagué que forma el altiplano del mismo nombre.La formacion se extiende de ahí hacia Chicoral y el curso bajo del rio Coello,donde es en parte difícil separarlo del pleisto-ceno.Mas al Sur,el piso debe constituir la mesa de Chaparral y en la region de Carnicerias-rio Paez el piso forma resíduos de regular(Carnicerias) hasta pequeña extension.

En la Cordillera Oriental,el piso de Popayan debe tener gran extension en la Sabana de Bogotá y en las ensenadas de esta cuenca. Sinembargo,debe tenerse presente que no toda la formacion de la Sabana,llamada serie de la Sabana,corresponde a sedimentos de esta edad,sino que en ellos participan sedimentos pleistocenos y posible-mente,en el fondo de la cuenca,los del mioceno superior.Otros equi-valentes de este piso constituyen las mesas del flanco occidental de la Cordillera Oriental,por ejemplo,la de La Mesa,del Colegio y sobre todo el plano de Pasagasugá.Los equivalentes de estas mesas que se conservan en el flanco oriental de la misma cordillera se presentan por ejemplo en el lado Sur del curso alto del rio Blanco de Choachí y en la region de San Miguel,abajo de Quetame.En la region del Chicamocha,el piso de Popayan parece estar representado sobre todo por los potentes conglomerados que se hallan al lado del rio Chicamocha,aguas arriba de Capitanejo,y tambien por los sedimentos lacustres del páramo de Guantiva(entre Belen y Soatá).

Con respecto a la zona costanera del Pacífico anotamos que los equivalentes del piso de Popayan no se destacan claramente en las partes estudiadas.Nosotros consideramos posible que le correspondan los cascajos de la parte alta de la ciudad de Buenaventura y los con-

glomerados que se hallan a la salida del rio Raposo de la Cordillera Occidental.

Caracteres litológicos.

El piso de Popayan se compone de material volcánico en las zonas que rodean los actuales grupos volcánicos de la Cordillera Central y en lo demas se compone de sedimentos comunes de grano fino hasta conglomeráceo, pero advertimos que tanto en la Cordillera Occidental (Plateado; R. Scheibe) como en la Oriental (region de Tunja-Piapa) pueden presentarse centros volcánicos secundarios del tiempo de Popayan cuya actividad puedo haber comenzado ya en el tiempo de Combia. A favor de la actividad volcánica neoterciaria de la Cordillera Occidental hablan tambien las andesitas y los basaltos que ha recogido E. White Uribe en el Chocó y que fueron determinados por Grosse.

El material volcánico de que se compone el piso de Popayan es esencialmente andesítico y secundariamente basáltico hasta dacítico (véase Bergt). Los derrames de este piso se presentan sobre todo en la inmediacion de los actuales centros volcánicos pero no se extienden tanto en el grupo del Tolima-Ruiz como en el del Puracé. En este último centro donde el ascenso se verifica tanto en la dimenca del Puracé mismo como a lo largo de grietas (entre Silvia y Pitayó), se distinguen tres derrames principales. El inferior cuyo caracter de derrame no es bien claro se ha denominado derrame de Coconuco por asomar al Sur de esta poblacion. El material es perlítico y oscuro y se asemeja hasta cierto punto a un basalto. El segundo derrame es el de Chiliglo que se presenta algo encima del nivel de la casa de hacienda de Chiliglo, al SE de Coconuco. Este derrame y el superior, llamado de Malaguala, constan de andesita. Los tres derrames van separados por aglomerados e intercalacion secundaria de tobas. Se advierte que al lado de ellos puede haber otros

secundarios,por ejemplo en la region de la poblacion de Puracé.En el altiplano de Popayan se presenta un derrame que hemos observado en la salida del rio Piendamó de la Cordillera Central,ademas en Julumitos,al W de Popayan,al Sur de esta ciudad,en Tres Chorreras y en forma desvanecida al Sur de Tres Chorreras,donde ademas se manifiesta un probable copo-vertiente(Quellkuppe) de andesita clara. Ademas es posible que el manto de andesita cuarzosa que se presenta en el rio Sucio,entre Los Anayes y Las Casitas,corresponda al piso de Popayan.-En relacion con estos derrames del altiplano de Popayan advertimos que probablemente se trata de ascensos independientes del volcan de Puracé,formados en el altiplano(promontorio) mismo.

Desde el Puracé los derrames siguen al Norte via del cerro de Pusná hacia la region al Este de Silvia y por el páramo de Moras hacia el Nevado del Huila y el curso alto del rio Paez(banda oriental)

Al lado de los derrames son de importancia los aglomerados volcánicos que forman la mayor parte del piso en las zonas de facies volcánica.Ellos se presentan en abundancia en la region del Puracé hasta la del Nevado del Huila y constituyen en gran parte el piso de Popayan en el altiplano del mismo nombre.En ellos se ha encontrado una 'tectita'(ascenso del la carretera de Popayan a Cocomuco,al Este del cruce del rio Molino).Ello y el hecho de que estos vidrios se esparecen en la zona de los actuales volcanes del Sur de Colombia,desde donde pueden haber llegado hasta la region de Tuluá en que tambien se encuentran,demuestra que no se trata de aerolitos sino de vidrios volcánicos(obsidianas).Se pone de presente que estos vidrios son escasos en el piso de Popayan,mientras que son frecuentes en las formaciones modernas,mas o menos recientes.Ademas,los pedazos grandes de la 'tectita'/(tamaño de puño y mayor) no se hallan sino en la cercania de los actuales volcanes(Puracé sobre todo),mientras que p.e. hacia Morales,Buenos Aires y Tuluá no se encuentran sino pedazos de pequeño tamaño(2 a 4 cms).

andesíticos
Los conglomerados/dentro de las zonas volcánicas del pico de Popayan son escasos;ellos comienzan a presentarse en asocio de sedimentos comunes(arcilla micácea y arena) hacia el confin occidental y el septentrional(Suarez-Quilichao) del altiplano de Popayan.

El material tobáceo en las zonas volcánicas es escaso y se halla sobre todo en la parte alta del piso,donde es difícil decir cuanta parte de estas tobas corresponde el piso de Popayan y cuanta al pleistoceno.En la region de la Sabana de Paletará los sedimentos de la parte alta del piso se consideran parte integrante del piso porque se hallan plegadas.Las condiciones del terreno indican que dichas tobas forman tambien la superficie de los lomajes de Càlaguala,hacienda situada al Oeste de Paletará.- irigíendose al altiplano del Quindio se vé que en esta parte predominan fuertemente las tobas del piso de Popayan,las cuales ademas adquieren una gran magnitud.Las observaciones,hechas en el trayecto de la estacion de Caicedonia hasta La Tebaida,revelan ademas la participacion de muy pocos y débiles niveles de bloques y conglomerados redondeados de andesita, y tambien la de mantos turbosos,delgados.

En la faja que se desarrolla entre Suarez y Cali,la participacion de material volcánica es muy secundaria y se reduce a material tobáceo.Estos bancos intercalados de toba se conocen de la descripcion de Stutzer del lado suroccidental de la ciudad de Cali y asoman tambien mas al Occidente en el ascenso de la carretera al mar hacia la cumbre de la Cordillera Central.El sedimento que predomina son los conglomerados que tienen diámetro comun hasta de 1 m y mas y que tambien llaman la atencion en el área del piso de Popayan situada al Sur,Oeste y Este de Quilichao,y en la region de Caloto.Estos conglomerados que se componen principalmente de diabasas,ademas de las rocas del grupo tonalítico y de otras rocas que forman la Cordillera Occidental,tienen una matriz arcillosa hasta arenosa.Los bancos de

arcilla y de arena,comunes,participan en una proporcion reducida.En esta forma el piso de Popayan se presenta hacia el Sur hasta la region de Suarez,poniendo de presente que la identificacion de tobas volcánicas se hace difícil primeramente porque casi solo se conservan las partes mas bajas del piso,en segundo lugar porque los sedimentos se hallan muy descompuestos.Con respecto al lomo que queda al Este de Timba-Guachinte hay que mencionar que debajo de los conglomerados de bloque siguen arcillas arenosas oscuras con un color azulejo morado típico.Estas estan expuestas al Este de la estacion de Timba en la punta Sur del lomo y parecen estar inclinadas.Nosotros no estamos bien seguros si acaso forman una grupo anterior al piso de Popayan.

En el lomo situado al Norte de Pradera,el piso de Popayan está formado de cascajos acantilados provenientes del cretáceo.

Entre los elementos accesorios que son típicos para el piso de Popayan llaman la atencion,al lado de las obsidianas('tectitas' de Stutzer),los troncos transformados en hemiópalo amarillo hasta pardo que son frecuentes en la zona del altiplano de Popayan y al Sur.El ingeniero señor Enrique Uribe White ha hecho conservar especialmente uno de estos troncos,llamativos por su color de ambar y su caracter vidrioso,en la carretera de Pasto,adelante de Dolores.-Regionalmente se observa ademas la participacion de turba,así en el altiplano del Quindio,en La Laguna al SW de Corinto y sobre todo en la Sabana de Paletará donde los mantos son relativamente gruesos y se hallan plegados junto con los sedimentos que los encierran.Un banquito de troncos en estado de lignitacion se ha encontrado en el rio Ovejas,abajo del cruce del camino Caldono-poblacion Ovejas.-Stutzer refiere la presencia de caracoles en un banco de tobas al SW de la ciudad de Cali.

<u>Magnitud del piso.</u>

El piso se coloca sobre una superficie muy semejante a la actual y por lo mismo su magnitud es muy variable.Hacia

los filos y cerros altos de los terrenos cordillerianos,no ha habido deposicion ,mientras en las hoyadas,sobre todo en la proximidad de los actuales volcanes,la magnitud viene a ser hasta de 1000 m o mas."sta magnitud se deduce por ejemplo de las condiciones que reinan entre la poblacion de Puracé y el volcan del mismo nombre.-En el altiplano de Popayan la mayor magnitud que se observa en los bordes septentrional y meridional es de alrededor de 500 m,hasta de 700 m. En lo demas,la magnitud varia entre unos 200 hasta 300 m,y en La Totilla el espesor se reduce a cero(isla en el área sedimentaria del altiplano).

En el semiplano del Carbon,al Norte de Suarez,la magnitud no se puede apreciar,pero a juzgar por las diferencias de nivel entre la actual configuracion del semiplano y el actual nivel del altiplano de Popayan se deduce que ha sido de 300 m o mas en las hoyas y de 100 hasta 150 m en los niveles medios.Tambien en este semiplano sobresalian de la antigua superficie popayaneja algunos cerros como el Meson y el de La Laguna en la region del Playon-Dinde.En Cali,la magnitud del piso de Popayan se estima en 250 hasta 300 m,segun se desprende de los afloramientos en la carretera del mar.

En la hoyada de Dagua,la magnitud del piso puede ser considerable. Por la diferencia de nivel se desprende que el piso puede haber tenido ahí hasta 200 y mas metros de grueso.

La magnitud en el altiplano del Quindio seguramente tambien es muy variable conforme a la configuracion de la superficie de las formaciones subyacentes,anteriores al piso de Popayan.La magnitud que se puede estimar entre la estacion de Calcedonia y La Tebaida es de unos 150 metros,pero esta cifra debe considerarse baja porque no se ha observado la magnitud en el interior del Altiplano del Quindio.

Fosiles.

Facies.

La facies volcánica con derrames se halla en los alrededores de los actuales volcanes.En la region de Puracé,ella se extiende al Occidente hasta mas o menos el centro del altiplano de Popayan, siendo posible que llegue mas al Oeste en la region de Anayes,situada sobre el rio Sucio.En la region del Broncano-Dolores,los derrames no llegan hasta el límite de la hoyandina del Suca con la Cordillera Central.Lo mismo sucede al Norte del rio Piendamó hasta mas al Norte del Quindio que queda relacionado con el grupo del Tolima-Ruiz.Esto demuestra que durante el tiempo de Popayan ,reinaba en la seccion del Puracé una gran intensidad volcánica,mayor que en las demas partes que siguen hacia el Norte.

La facies tobácea caracteriza principalmente el altiplano del Quindio y,en relacion con aglomerados,gran parte del altiplano de Popayan.

La facies de sedimentos comunes con participacion muy secundaria de tobas se desarrolla al Norte del altiplano de Popayan y se halla conservada en la seccion del semiplano del Carbon que queda comprendida entre Cali y Suarez.Esta facies es aurífera en donde los sedimentos se hallan en la cercania y provienen de centros tonalíticos.

La misma facies parece hallarse en la cumbre de la Cordillera Central,entre el Nevado del Huila y el del Tolima,donde probablemente corresponden al piso de Popayan los conglomerados que se hallan p.e. en la cabecera del rio Magdalagrande.A este respecto se advierte que tambien en Chaparral que igualmente se halla entre los citados nevados,la facies no parece ser volcánica,o a lo sumo lo es secundariamente.

En la Cordillera Occidental solo se ha determinado la facies conglomerácea comun que se halla en la hoyada de Dagua y en Urabá.

En el flanco de la Cordillera Central que da hacia el Magdalena,la facies ~~xxxxxxxxxx~~ de derrames es menos vasta que en el flanco que

da hacia el Cauca y el Patia.En las Cordilleras Oriental y Occidental, la facies es esencialmente conglomerácea y se vuelve arcillosa en los altiplanos(Sabana de Bogotá,Ubaté-Fúquene,páramo de Guantiva),pero tambien parecen haber existido en estas regiones centros volcánicos secundarios,como el del Plateado en la Cordillera Occidental y el de la region Tunja-Sogamoso en la Oriental.

Edad.

El piso de Popayan reposa en fuerte discordancia sobre el piso Combia en el afloramiento del rio Ovejas y las observaciones de Grosse en la cuenca del Patia,demuestran lo mismo,es decir el neotercíario de Grosse,equivalente del piso de Combia va superpuesto en discordancia fuerte por lo que el citado autor considera parte del pleistoceno y que en nuestro concepto es el piso de Popayan.Por su parte el piso de Popayan muestra plegamientos ámplios y regionalmente ondulaciones cortas que demuestran que el piso ha sido afectado por un movimiento tectónico.Los movimientos tectónicos no afectan en esta forma los depósitos pleistocenos y por lo tanto el piso de Popayan debe ser anterior al pleistoceno.Como el piso de Combia probablemente corresponde al mioceno superior,es de suponer que el de Popayan equivalga al plioceno.Dado el hecho de que los plegamientos son suaves,juzgamos que se pueda tratar del plioceno superior.A favor de esta suposicion tambien habla la observacion de que el plioceno de la region de Cartagena(p.e. grupo La Popa de Anderson) parece ser anterior que los conglomerados del curso bajo del rio Mulatos en Urabá,los cuales se juzgan como equivalentes del piso de Popayan.

En el informe del Huila-Caquetá,Grosse considera que los equivalentes del piso de Popayan que él reconoció desde el lado huilense de la Cordillera Central hasta Popayan,fueren neotercíarios porque muestran plegamiento notable.Estos plegamientos tambien los hemos observado nosotros en la Sabana de Paletará,en el ascenso de Pitayó

al páramo de Moras y en el descenso del mismo páramo hacia Mosoco. En todas estas partes se vé que siempre se trata de la misma formacion del Popayan cuyas ondulaciones bien notables pronto se suspenden, sobre todo en direccion al Magdalena y al Cauca. De Popayan se va en direccion a Coconuco y al Puracé en una faja contínua del piso de Popayan y esta misma faja se enlaza con toda claridad con la que forma el piso de Popayan en el altiplano de Popayan, donde la inclinacion de los estratos es muy suave al Oeste hasta cerca de la Cordillera Central, donde los estratos vuelven a ascender. Se vé en esta faja que el piso de Popayan representa un sinclinal cuya amplitud coincide con la de la hoyandina del Cauca. En la region de Cali, la inclinacion del piso de Popayan es mas fuerte y en esta parte se puede ver que no se trata de un declive por concepto de sedimentacion en el flanco de la Cordillera Occidental que desciende al Cauca, sino de inclinacion tectónica. La inclinacion media en el ascenso de la carretera de Cali al mar se estima en unos 4 a 5° E. Ámplio y suave es tambien la inclinacion del piso de Popayan en el altiplano del Quindio. Ella es dirige ahí hacia el Occidente. Trasmontando el paso del Quindio, los resíduos del piso de Popayan (Ibagué) que se hallan en el rio Bermellon y Coello y el altiplano de Ibagué indican inclinacion general oriental, o sea hacia el Magdalena. De esto se desprende que el piso de Popayan forma entre el Quindio y Ibagué un ámplio anticlinal que tiene el ancho de la Cordillera Central. En esta parte no se observan plegamientos de corta amplitud y mas intensos, como los de la zona del Huila-Puracé y con esto coincide que el volcanismo del tiempo de Popayan es en esta region menos intenso. En este caso parece haber pues una clara relacion entre intensidad tectónica e intensidad volcánica (magmática), y esto explica que al Sur del Nevado del Huila pueda aparentar un piso mas antíguo que en la region del Quindio.

Paroxismos.

El movimiento tectónico mas fuerte,aunque corto, que se presenta durante el ciclo andino en Colombia y probablemente en toda la extension de Los Andes,es el que se manifiesta en el lapso de tiempo comprendido entre el final de la deposicion del piso de Combia y el inicio de la deposicion del piso de Popayan.Segun las observaciones de edad que hemos hecho acerca de dichos pisos,el mayor paroxismo del ciclo andino viene a presentarse entre el mioceno superior y el plioceno.Para la fuerza con que actuó el paroxismo es típico el hecho de que el piso de Popayan se coloca en una superficie mas o menos igual a la actual,profundamente erodada,en que afloran las mas distintas formaciones.En la hoyandina del Cauca,los sedimentos del tiempo de Popayan se colocan sobre el piso de Combia y el del Cauca,pero probablemente tambien sobre el terciario medio(region de Cali).En los promontorios de la Cordillera Central,sobre todo en el altiplano de Popayan,ellos se colocan sobre el terciario inferior y las formaciones mesozóicas.En la Cordillera Central estan puestos casi siempre sobre el mesozóico metamórfico y las formaciones que pueden ser premesozóicas,mientras en la Cordillera Occidental se hallan sobre el mesozóico y(en Urabá)sobre el terciario.Esta transgresion discordante del piso de Popayan,es tanto mas notable cuanto que las formaciones subyacentes cambian a proyectos cortos. Ella forma un distintivo con respecto a la transgresion del piso de Combia y de sus equivalentes que en muchas partes yace en concordancia con el terciario medio,mientras que las discordancias fuertes se manifiestan hacia los bordes de las actuales cordilleras y nudos.- La colocacion del piso de Popayan sobre una superficie fuertemente erodada que en lo general se halla intensamente plegada se puede observar en todas las partes donde se conserva el piso y asoma su base,por ejemplo en el semiplano del Carbon,en los bordes y en los islotes de formaciones mesozóicas del interior del altiplano de Popayan,en la Cordillera Central y en el borde occidental del altiplano del Quindio.

El hecho de que tanto en la Cordillera Central como en sus promontorios la mayor magnitud(el mayor relleno) del piso de Popayan se halle en las actuales hoyas fluviales y que desde ellas disminuya la magnitud hacia los actuales filos y cerros,demuestra que al iniciarse la deposicion del piso de Popayan la configuracion actual ya se hallaba preformada.Con posterioridad al tiempo de Popayan,la labor erosiva ha consistido esencialmente en volver a descubrir la superficie prepopayaneja,removiendo los sedimentos del piso de Popayan.Esta remocion sinembargo no ha sido total,segun consta de la conservacion de vastas áreas del piso y de sus equivalentes y del hecho de que en muchas partes de la Cordillera Central el lecho de los rios todavia no toca la superficie prepopayaneja,como por ejemplo al Este del altiplano de Popayan y en muchas partes del altiplano mismo.

De lo dicho se desprende que la transformacion del aspecto andino a raiz del paroxismo que media entre el mioceno superior y el plioceno ha sido fundamental.Es cierto que ya en el tiempo de Combia(mioceno superior),se hallan preformadas las cordilleras y las hoyandinas,pero se trataba seguramente-con respecto a las cordilleras-de relieves bajos,como lo demuestra p.e. la transgresion del mioceno superior al interior de las Cordilleras Central y Occidental.La erosion profunda que se efectúa en el lapso de paroxismo comprendido entre el mioceno superior y el plioceno revela que entonces,las cordilleras y las hoyandinas deben haber presentado un aspecto muy semejante al actual.La diferencia tan solo consiste en que despues del tiempo de Popayan se han presentado movimientos tectónicos suaves que han contraido mas las cordilleras y las hoyandinas(pliegue sinclinal del piso de Popayan y de sus equivalentes sobre el ancho de la hoyandina del Cauca y de la hoyandina del Magdalena;pliegue anticlinal del ancho de las Cordilleras Central y Oriental).Esta leve contracion tambien ha acentuado la diferencia de nivel que existia entre las cordilleras y las hoyandinas y calculamos que entre el altiplano de Popayan(1800m) y la cumbre de la Cordillera Central(3000 hasta 3400 m) la acentuacion haya sido de

unos 1000 m,descontando el declive natural que puede haber habido en el tiempo de Popayan entre la Cordillera Central y la hoyandina del Cauca.-Segun veremos,el único paroxismo de alguna importancia que ha habido despues del tiempo de Popayan ha sido el que se presenta entre el final de este tiempo y el inicio de la deposicion de los sedimentos pleistocenos.

Por ser de gran interés,repetimos que el paroxismo postpopayanejo y prepleistoceno tiene su mayor intensidad en la zona que queda al Sur del Nevado del Huila,donde el piso de Popayan se halla notablemente contraido y donde el volcanismo del tiempo de Popayan ha actuado con mayor fuerza.

Evolucion.

El estudio del piso de Popayan y de sus equivalentes se desprende que su deposicion se verifica enseguida del paroxismo mas fuerte que ha afectado el área andina de Colombia.La configuracion que resulta de este movimiento intenso y de la erosion que lo acompaña,viene a ser muy semejante a la actual.La diferencia de nivel entre los grandes relieves(cordilleras y hoyandinas) se acentúa a causa de que despues del tiempo de Popayan y antes del pleistoceno ocurren plegamientos de gran amplitud,pero en los pormenores ya no se nota contraccion especial,salvo en la zona que se halla al Sur del Nevado del Huila,donde el piso de Popayan ofrece plegamientos mas intensos y de poca amplitud.

Junto con este movimiento y promovido por él se presenta un volcanismo de excepcional intensidad que no solo se observa en Colombia,sino a lo largo de todos los Andes,sobre todo en el Occidente Andino.Afuera de Colombia,dicho volcanismo se manifiesta principalmente en la Cordillera Occidental porque ahí la mayor intensidad de los movimientos tectónicos se refiere a la Cordillera Occidental, mientras la Cordillera Central ha sido ahí tectónicamente poco activa hasta mas o menos inactiva.En esta relacion interesa saber que en el NW de Suramérica sigue presentándose la diferenciacion del magmatismo segun densidad y estructuras generales,la cual se percibe desde el cretáceo.En efecto,el volcanismo de este tiempo en Colombia es

en término medio de caracter intermediario(andesítico),mientras en el Occidente Andino del Perú y en el Occidente de Bolivia es notablemente ácido(riolítico).Teniendo en cuenta que el magma ácido es mas liviano que el intermediario,la reparticion segun densidad y estructura se comprende teniendo en cuenta que el nivel preandino (premesozóico,anterior al inicio del ciclo andino) se levanta desde Colombia hacia Bolivia que ha sido la costa septentrional mesozóica del área sedimentaria del NW de Suramérica(véase perfil en cuadro del platino).Como en Colombia esta superficie preandina que es evidentemente decisiva para la reparticion del magma segun densidades, se halla a un nivel mas bajo que en el Perú,se comprende que ahí el volcanismo se manifieste intermediario,mientras que hacia el Perú donde la superficie preandina se halla a niveles mas altos se presente mas bien ácido.Esta diferenciacion magmática es mas interesante si tenemos en cuenta que en el tiempo de Popayan ya se hallan desarrollados los Andes en Colombia,razon por la cual la diferencia de nivel entre la superficie preandina de Colombia y la del Perú ya no ha sido tan fuerte como en el mioceno superior,cuando Colombia todavia revela caracteres de tierra baja,vastamente sedimentaria,mientras en el Perú la faja andina ya debe haber estado bien preformada.En este último tiempo,es decir en el mioceno superior, las diferencias de densidad entre el magmatismo de Colombia y el del Perú parecen haber sido proporcionalmente mas acentuadas.Esto se desprende de que en Antioquia(Grosse;piso de Combia) se presenta un volcanismo andesítico hasta basáltico(es decir semidenso hasta denso),mientras en el Perú el volc nismo y magmatismo de este tiempo parece haber sido ácido hasta semiácido,es decir poco denso.-Queda entendido que la reparticion cualitativa del magmatismo,expuesta en esta parte debe entenderse de manera general y con restriccion a la diferenciacion segun densidad.En los permenores,la reparticion del magmatismo segun densidad se rige tambien por las estructuras medianas y a veces de las menores,aunque no tan palpablemente como a rasgos generales.

Pisos de Iberia y del Valle.-Pleistoceno

El pleistoceno se destaca por dos niveles tabulares que son el plano de Iberia y el plano del Valle. Los sedimentos del plano de Iberia (medioplano) son anteriores a los del plano del Valle (miniplano).

El piso de Iberia está formado de conglomerados que tienen unos 50 m de magnitud máxima y que se hallan descubiertos en los zanjones del semiplano de La Iberia, al Este de Bugalagrande-Tuluá. La estratificacion no se destaca claramente, pero la superficie deja reconocer que el piso se halla en posicion prácticamente horizontal, en contraposicion al piso de Popayan que muestra inclinacion mas fuerte que la natural y que ademas revela plegamientos de gran amplitud y en veces de menor amplitud. Esto demuestra que entre la deposicion del piso de Popayan y la del piso de Iberia debe haber mediado un paroxismo leve que, por la gran amplitud de los plegamientos que ha producido puede calificarse de paroxismo epirogénico.

Los conglomerados que forman las terrazas que median entre el nivel del semiplano de Iberia y el del plano del Valle, expuestos por ejemplo entre Cevilla y El Marne (carretera a Bugalagrande) demuestran la intercalacion de períodos sedimentarios secundarios entre el tiempo de Iberia y el tiempo del Valle.

El piso del Valle ocupa una área muy extensa que coincide con la extension del plano del Valle. Hacia los bordes de las cordilleras, los depósitos son cascajosos hasta conglomeráceos y alternan con bancos de arena, mientras que hacia el rio Cauca se vuelven arcillosos (limo). La magnitud de estos sedimentos que ofrecen estratificacion lenticular y que pueden tener niveles tobáceos (referencias de Stutzer a la region al Oeste de Vijes) no se puede estimar porque la erosion en el interior del plano no los ha descubierto. De referencias de perforaciones a agua se desprende que la magnitud llega a ser mayor de 50 metros.

La edad moderna, pleistocena que corresponde a estos sedimentos se desprende de su posicion horizontal y de que los planos a que corresponden han sido recortados en dos etapas principales de la antigua

superficie y extension del altiplano de Popayan.

En esta relacion conviene hacer algunas observaciones sobre niveles glaciares del pleistoceno que tienen especial interes en Colombia por tratarse de un pais tropical. De las observaciones de R. Scheibe en el páramo de Frontino(Cordillera Occidental),de Kehrer y el suscrito en el páramo de Sumapaz y de Kehrer en la parte alta del nudo Santandereano se desprende que los niveles a que han descendido los glaciares en el pleistoceno vienen a ser de 3500 hasta 3600 m,advirtiendo que por razones de erosion en niveles mas bajos todavia no se ha podido determinar con seguridad si dichas alturas representan el mínimum. Stutzer quien mas atención ha prestado a la glaciacion pleistocena de Colombia,considera que los glaciares pueden haber bajado hasta menos de 3000 m(hoya de San Cristobal,al SE de Bogotá).Recientemente,la glaciacion en Colombia ha sido estudiada por Coleman cuyas observaciones se estan elaborando.

En la zona estudiada de los departamentos del Valle y del Cauca, solo hemos podido hacer observaciones relacionadas con la region que rodea el Puracé,mientras que en la travesia por el páramo de Moras y por el de Barragan el mal tiempo impidió los estudios.En el lado septentrional del Puracé se presentan un derrame de andesita, pulido por los glaciares a unos 100 m del Puesto de Mompotes,situado a 3600 m de altura en los pajonales.En la travesia desde el Puesto de Mompotes a las termas del rio Vinagre se encuentran algunos pantanitos cerrados hacia abajo por lomos semicirculares que seguramente representan morrenas terminales. La vegetacion densa no permite reconocer ahí los sedimentos glaciares.La altura de estos pantanitos es de 3600 m,de manera que puede suponerse por ahora que la glaciacion no haya bajado mas.En relacion con este nivel debe tenerse en cuenta que se trata de glaciacion en los bordes de un volcan que seguramente ha sido activo durante el período de glaciacion y que por este motivo(calor del volcan),los signos de glaciacion sean poco notorios y no bajen á niveles mas inferiores,como puede suceder en los glaciares de las regiones avolcánicas de Colombia.

El volcanismo del pleistoceno sin duda es muy inferior al del tiempo de Popayan y demuestra así que la actividad magmática desciende con la actividad tectónica. La actividad volcánica del pleistoceno en los volcanes situados al Norte del Puracé parece haberse restringido a la produccion de tobas, segun consta del encubrimiento del altiplano de Popayan con tobas recientes. En el Puracé mismo, puede haber habido una erupcion que ha producido lava, pero esta no se extiende mucho allende el cono. En el Puesto de Mompotes, la influencia glaciar sobre el derrame penúltimo indica que este debe haberse producido en el pleistoceno inferior o en el tiempo de Popayan. Tambien la actividad intensa del Tolima debe haberse reducido muy temprano porque de las informaciones de Hoeck quien reconoció el volcan, se desprende que las profundas ranuras en la parte alta del cono han sido producidas por los glaciares que han tenido que obrar por largo tiempo para llegar a profundizar tanto. En lo demas la produccion de tobas por parte de los volcanes de la Cordillera Central se manifiesta por el caracter tobáceo que muestra el pleistoceno en muchas partes del Magdalena. Fray Simon se refiere a una erupcion en el tiempo de la Colonia y la atribuye al Tolima. Sinembargo es probable que no haya sido este volcan, sino otro del grupo Ruiz-Tolima, posiblemente el Nevado del Quindio, el que produjo la erupcion.

ROCAS INTRUSIVAS.

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

	OCCIDENTE ANDINO DE COLOMBIA (eutectónico)	ORIENTE ANDINO DE COLOMBIA (hemitectónico)
NEO-TERCIARIO	4) Grupo andesítico, secundariamente basáltico y dacítico. Actúa con gran intensidad. La actividad comienza alrededor del mioceno medio, culmina alrededor del plioceno y se apaga hacia la actualidad. Es el magmatismo intermediario de la fase geoanticlinal.	4) Grupo andesítico. Actúa con poca intensidad en la seccion tolimense-huilense de la Cordillera Central y de la hoyondina del Magdalena. Muy ocasional en la Cordillera Oriental (Tunja-Sogamoso).
"MESO-TERCIARIO"	3) Grupo en general tonalítico, representado por las "porfiritas dioríticas" (dacitas y andesitas) de Bergt y relacionado con dioritas cuarzosas y dioritas. Actividad intensas en el Occidente Andino de Colombia, sobre todo hacia los departamentos del Cauca y del Valle. Se manifiesta en la transicion del terciario inferior al terciario medio, pero puede comenzar hacia el final del cretáceo.	3) El grupo tonalítico no parece tener equivalentes en el Oriente Andino de Colombia, excepto hacia el borde Norte del nudo Ecuatoriano (Huila).
CRE-TACEO	2) Grupo de intrusivas mas o menos básicas y de intrusivas ultrabásicas (dioritas oscuras en parte, gabros, peridotitas, frecuentemente metamórficas hasta muy metamórficas). 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 transicion del cretáceo al terciario. - Se trata del magmatismo en general ofítico de la última etapa de la fase geosinclinal. En la Cordillera de la Costa, este grupo debe estar representado por gabros (Gorgona, Cupica).	2) Grupo de granodioritas, considerados como cretáceas. Intensa actividad intrusiva en el lado E de la Cordillera Central y en la hoyandina del Magdalena. ?Apomagmatismo en la Cordillera Oriental; segun mineralizacion 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 esterciario que reposa en concordancia con el senoniano, y en segundo lugar porque las áreas volcánicas y granodioríticas del cretáceo se corresponden muy bien.
	1) Grupo granítico del nudo Antioqueño, ?néisico en region Puracé. Considerado neopaleozóico hasta eomesozóico.	1) Grupo granítico del nudo Santandereano. Se juzga equivalente del grupo granítico del nudo Antioqueño.

La determinacion 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.Ademas hay grupos,como el tonalítico y el andesítico que tienen en parte rocas muy semejantes,las cuales no se dejan agrupar siempre con precision.Tambien la variabilidad cualitativa de ciertos grupos,como el tonalítico y el de intrusivas básicas hasta ultrabásicas,dificulta la identificacion 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 determinacion de las rocas intrusivas sinembargo 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 arcáicas(region al Norte de Sopetran),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 guia para la apreciacion de las rocas intrusivas tambien 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 formacion volcánica de la serie de Valdequera,o como en la transicion 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 dela parte baja del terciario medio.-Ademas puede ser valiosa la relacion 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 albiano-cenomaniano y del senoniano.Las condiciones de la masa granodiorítica del rio Paez,compuesta de granitos al parecer mas antíguos y de sienitas o dioritas menos antíguas,y la presencia de dos niveles volcánicos importantes en esta region,evidencian que los centros magmáticos persisten en su actividad.Observaciones análogas se hacen en la masa granodiorítica situada al W de Dolores(Tolima) encima de la cual hay dos niveles volcánicos importantes(véase viaje Popayan-Bogotá).Tambien parece evidente que la actividad tonalítica precede el inicio del volcanismo del neotercíario que ocurre alrededor del mioceno medio.A juzgar por las condiciones en el promontorio de Titirbí(Grosse),el propio volcanismo del terciario superior que se generaliza en el tiempo de Popayan va precedido en gran parte por intrusiones intensas.

En relacion con el magmatismo como funcion del magmatismo conviene hacer esta observacion general.A juzgar por el volcanismo,el magmatismo del terreno eutectónico del Occidente de Colombia ha sido mucho mas intenso,sobre todo en el cretáceo,que el del terreno del Oriente hemitectónico del pais.Sinembargo la mayor cantidad de rocas intrusivas (granodioritas) se presenta en el Oriente Andino,en especial sobre el flanco oriental del subgeoanticlinal central(Cord. Central);en el Occidente Andino en cambio las intrusiones en general básicas hasta ultrabásicas correspondientes son relativamente escasas y no constituyen centros de gran extension.

Otro punto de vista importante para la determinacion de las rocas intrusivas consiste en su diferenciacion conforme a la evolucion de las formas tectónicas y a la reparticion de la intensidad tectónica. A él ya se ha hecho referencia,y se hará referencia especial en relacion con la reparticion del platino(parte ecohómica de este informe).

Finalmente se tiene una guia de determinacion de las rocas eruptivas en las fajas intermitentes,paralelas o diagonales al rumbo de las cordilleras,como lo demuestra por ejemplo la reparticion de las rocas ultrabásicas en el pié occidental de la Cordillera Central,el alineamiento del volcanismo actual en la cumbre de la Cordillera Central,etc. Esta fajas al mismo tiempo son síntomas de rasgos tectónicos y orientan con respecto a la evolucion,como en general consideramos que el magmatismo es una funcion muy sensible y en gran parte hipersensible del tectonismo y de la evolucion tectónica.

1)Grupo granítico neopaleozóico hasta eomesozóico.

Como tipo de este grupo se considera el granito precretáceo que constituye vastamente el nudo Santandereano y que tambien se halla en los nudos venezolanos de la Cordillera Oriental.Estos granitos han sido estudiados en Santander por Stille quien los determina principalmente como granititas(granitos biotíticos) y refiere que la roca se halla regionalmente transformada en neis.Dichas rocas atraviesan los sedimentos antíguos y los metamorfizan a veces de manera extraordinaria(region de Mesa Rica,Norte de Santander),de tal modo que parecen filitas y neises prepaleozóicos,siendo probable que no se trate sino de las formaciones paleozóicas(posible siluriano, y devoniano)que vienen de la parte venezolana de la Cordillera Oriental.No hemos podido determinar con seguridad si estos granitos cruzan tambien el piso de Todpaga(Lagunillas en Venezuela;Sievers),pero parece que esto puede suceder al Norte de San Pedro en el Norte de Santander.Si esto fuere el caso,los granitos al menos en parte serian eomesozóicos.

Como equivalentes de dichos granitos en la Cordillera Central se consideran los granitos que forman gran parte de la culminacion y del lado oriental del nudo Antioqueño,situado frente al Santandereano,que ha desempeñado un papel análogo como el Antioqueño durante la fase geosinclinal.Estos granitos han sido estudiados por H.Scheibe quien informa que se trata esencialmente de granitos hornbléndicos. Ellos atraviesan las probables rocas paleozóicas y las metmorfizan en parte.Ademas los granitos mismos ofrecen a veces caracter néisico, es decir las mismas particularidades como el granito del nudo Santandereano del cual se diferencian cualitativamente por ser principalmente hornbléndicos.Esta diferencia sinembargo no establece diferencia de edad sino debe indicar una variacion regional del magma. La relacion de estos granitos con el cretáceo aun no se ha podido establecer porque recien se vienen a tener informaciones de que tambien en el nudo Antioqueño se conservan resíduos del cretáceo. En vista de las relaciones geológicas que muestran los granitos del

nudo Santandereano con los del nudo Antioqueño,hay que considerar por ahora que estos últimos tampoco llegan a atravesar el cretáceo.

Como posibles equivalentes de los granitos neopaleozóicos hasta eomesozóicos que puede haber en nuestra zona de estudios consideramos los neises de la region de Tacueyó,Pitayó y del curso alto del Mazamorras de San Agustin(al Sur del volcan de Puracé).En Tacueyó ellos se hallan a bastante distancia debajo del grupo mesozóico(cretáceo inferior sobre todo) que hemos llamado grupo de Barregan y esto puede inducir a considerar que se trate de granitos relativamente antíguos,posiblemente equivalentes a los del nudo Antioqueño por hallarse en la misma Cordillera Central.En Pitayó sinembargo se presentan serias dudas acerca de la edad antígua de los neises graníticos porque estos se presentan a unos 300 m debajo del nivel barremiano que ahí es altamente filítico(filitas de aspecto micacítico). Esta posicion con respecto al barremiano es muy semejante a la que ocupan las granodioritas inalteradas del cretáceo del rio Paez con respecto al barremiano que en el curso medio del Paez(Belalcazar) no se hallan metamorfoseadas.Esta coincidencia de posicion estratigráfica sugiere la idea de que los neises graníticos de Pitayó puedan ser granodioritas cretáceas metamórficas.-En Pitayó,al ascender al páramo de Moras,se presentan tambien neises verdosos con brillo sedoso que guardan mas o menos la misma posicion con respecto al barremiano como los neises graníticos de la misma region.Ellos tienen semejanza con el neis granítico glandular(granito metamórfico) que Grosse describe del promontorio con rocas altamente metamórficas que se desarrolla al Norte de la cuenca de Sopetran.Grosse considera que dicho neis sea prepaleozóico hasta posiblemente paleozóico.Como en nuestro concepto las rocas que atraviesa el neis granítico probablemente son mesozóicas metamórficas,opinion que tambien tiene R. Scheibe,juzgamos que dicho neis pueda ser cretáceo.-En el

curso alto del rio Mazamorras,la relacion de los neises con el mesozóico metamórfico no se deja establecer,pero se advierte que dentro de los neises de probable orígen sedimentario,atravesados por los neises graníticos del tipo Pitayó,se hallan manchas de filitas grafíticas y comunes las cuales indican que tambien en esta zona las intrusivas néisicas pueden ser cretáceas.

Lo dicho evidencia que los neises granfticos que se presentan entre el Nevado del Huila y la el volcan de Puracé mas bien pueden considerarse como granodioritas metamórficas y no como granitos del tipo de los del nudo Antioqueño y del Santandereano.

En las demas partes de la zona estudiada no hemos encontrado intrusivas que pudieran considerarse precretáceas.

2)Grupo de intrusivas cretáceas,sobre de las mas o menos básicas hasta ultrabásicas.

Las intrusivas que consideramos decididamente cretáceas estan representadas en el Occidente de Colombia principalmente por rocas básicas y ultrabásicas,mientras que las granodioritas del mismo tiempo que son características para el Oriente del pais se reducen en el Occidente a la parte alta occidental de la Cordillera Central,hasta donde llega tambien el volcanismo intermediario y donde se presenta el volcanismo ácido del cretáceo.Desde el pié Oeste de dicha Cordillera hasta la Cordillera de la Costa se extienden las intrusivas básicas y ultrabásicas y en el mismo campo vasto se presenta el volcanismo básico hasta ultrabásico.Esta coincidencia entre la reparticion de las intrusivas y las volcánicas de tipo básico hasta ultrabásico en el Occidente del pais y de tipo intermediario hasta ácido en la parte alta de la Cordillera Central a la vez es un síntoma de actuacion mas o menos simultánea y de diferenciacion segun la evolucion de los subelementos del geosinclinal.

Una de las zonas granodioríticas que se halla en la Cordillera Central,dentro del campo estudiado,debe corresponder a la que se halla al Este de Miranda Corinto.Los rodados que llevan los rios Desbaratado y Güengüé constan en parte de tipos granodioríticos que en parte suelen ofrecer metamorfismo.Este metamorfismo de las granodioritas no es

algo singular porque dichas rocas se halla seguramente relacionadas con el cretáceo filítico y de caliza cristalina que viene en una faja de considerable longitud desde la region de Pitayó por Jambaló, Toribío hacia el rio Ullengüé, donde ocurre la misma caliza cristalina como en Pitayó. Es de advertir que los tipos granodioríticos del Ullengüé y del Desbaratado no muestran transformacion tan avanzada como los neisses granuíticos de Pitayó y dejan reconocer bastante bien el caracter original. Igual cosa sucede con los sedimentos con los cuales se relacionan que solo en parte ofrecen caracter néisico, de contacto probablemente, y en los demas revelan el caracter de filitas grafíticas, mucho menos metamórficas que las filitas de aspecto micáceo de la calera de Pitayó en que solo ocasionalmente se conserva el caracter grafítico original.-En relacion con la posicion tectónica en que afloran estas probables granodioritas, es notable que ellas se presenten cerca de la cumbre de la Cordillera Central, es decir relativamente cerca de la faja destacada de granodioritas que se hallan en el flanco oriental de la citada cordillera, siendo entendido que al Este de Corinto-Miranda-Pradera, el flanco occidental de la Cordillera Central se halla muy estrechado por el avance de la cuenca de Cali que forma parte de la hoyandina del Cauca. Esto mismo y el hecho de que las peridotitas (y piritas) se manifiesten en una faja intermitentemente linear a lo largo del mismo flanco, nos hace suponer que los granitos y las granititas lenticulares situadas en la parte alta al Este de la cuenca de Sopetran y consideradas por Grosse como prepaleozóicas hasta ?paleozóicas, tambien sean tipos de intrusivas cretáceas y no tipos graníticos neopaleozóicos hasta eomesozóicos (granito del nudo Antioqueño). Ellos se presentan ahí en sedimentos que F. Ospina y R. Scheibe juzgan jura-triásico metamórfico y que, en gran parte al menos, corresponde a nuestra serie del Magua. Se advierte en relacion con el metamorfismo de las rocas que la zona al Este y sobre todo la que se halla al Norte de la cuenca de Sopetran se distingue por un metamorfismo excepcionalmente alto, aunque variable, donde Grosse reconoce el metamorfismo que ha sufrido la formacion porfirítica antigua (piso del Espinal).

En cuanto a los granitos inalterados que se presentan en el curso alto del rio Mazamorras de San Agustin,en la region de la quebrada Las Minas,ponemos de presente que ellos pueden pertenecer a las intrusivas de la transicion del cretáceo al terciario ya que es posible que los neises de la misma region por los cuales ascienden los granitos inalterados,equivalgan al cretáceo(o mesozóico)metamórfico.

Entre las intrusivas básicas hasta ultrabásicas,las mas llamativas son las peridotitas(piroxenitas de Quilichao;Schreiter) y en parte quizá las picritas que se presentan en el borde occidental de la Cordillera Central desde el departamento de Nariño hasta el de Antioquia.La separacion entre intrusiones y derrames de estas rocas no se deja realizar a satisfaccion porque se hallan serpentinizadas,y porque son escasas las intercalaciones de sedimentos que definen los derrames y que solo se identifican con claridad en la region de Vijes.Ademas conviene tener en cuenta que,si las diabasas suelen tener caracter de gabros,lo mismo tambien puede acontecer con respecto a las picritas que pueden ofrecer caracter de peridotitas o de piroxenitas(véase Niggli,pg.26).-Estas rocas ultrabásicas forman una hilera intermitente a lo largo del borde poniente de la Cordillera Central.En el lado oriental de la cuenca del Patia(Nariño),Grosse refiere las peridotitas de un lugar situado poco al Oeste de Tambo(Nariño) y de una faja larga que está al Oeste de Bolivar(Cauca).Siguiendo al Norte y teniendo en cuenta que en el altiplano de Popayan las rocas antíguas se hallan encubiertas-Bergt describe una picrita que se halla al Oeste de La Tetilla-,las rocas ultrabásicas vuelven a presentarse al Norte del rio Ovejas y siguen de ahí hacia La Vetica(piroxenita de Schreiter) y el pié Oeste de la Cordillera Central en la zona de la hacienda de Vilachí(al SE de Quilichao).En el boqueron del rio Palo no alcanzan a aflorar estas rocas,pero vuelven a manifestarse muy bien al Este de Palmira,en la region de Tapata donde estan muy serpentinizadas y cruzadas por vetas epidóticas.Mas al Norte,ellas se presentan en la zona diabásica de Sevilla,por ejemplo en la bajada de Sevilla a las terrazas del rio Paila y al S de San Antonio(camino a Barragan),donde probablemente

tienen en gran parte caracter intrusivo.Al seguir hacia la seccion antioqueña(y caldense) del borde Oeste de la Cordillera Central se vé que las peridotitas y harzburgitas(Grosse) se presentan en union de gabros y de dioritas anfibolíticas sobre determinada faja tectónica la cual en forma de sinclinal sobrecurrido(desfigurado) que va caracterizado por la conservacion del piso de Antioquia(Tercisrio Carbonífero de Antioquia) se desarrolla desde la region al Sur de Fredonia, asciende por el promontorio de Titiribí hacia Heliconia y allí luego se manifiesta otra vez al Este y Sureste de Sacasojal(promontorio al Norte de Sopetran).Grosse considera estas peridotitas y harzburgitas (con jadeitas) y las dioritas anfibolíticas y los gabros asociados, como prepaleozóicas hasta eventualmente paleozóicas porque en su concepto no atraviesan el cretáceo volcánico y ofrecen un metamorfismo notable,aunque variable. Sinembargo en la referida zona de Antioquia no se distingue la relacion directa entre la citada asociacion de rocas intrusivas y el cretáceo volcánico la cual en cambio está a la vista con respecto a las peridotitas y picritas en la zona del Valle y del Cauca y tambien en Mariño donde cruzan el cretáceo volcanico, o sea la serie de Valdequera,y donde los derrames demuestran que se trata de la última actividad magmática del cretáceo,determinacion esta que tambien se respalda con la observacion de que en las zonas donde se conservan las rocas ultrabásicas y el terciario inferior,este se coloca directamente sobre aquellas,mientras debajo de las rocas ultrabásicas efusivas siguen las diabasas.En lo demas se trata,como dijimos de una faja de rocas ultrabásicas que se déja perseguir desde Mariño hasta Antioquia,y que sigue el borde occidental de la Cordillera Central.El metamorfismo que suele presentarse en estas rocas y que es difícil de reconocer en vista de la serpentinizacion,es comprensible desde luego que se trata de una faja en que el metamorfismo del mesozóico es típico.

Hacia el lado de la Cordillera Occidental,no hemos tenido ocasion de observar rocas ultrabásicas intrusivas,sino solo derrames volcánicos de esta índole.Ellas sinembargo deben presentarse ahí con relativa frecuencia porque forman masas muy considerables en el flanco occidental de la serrania de Abibe,hacia las cabeceras de los rios Tasidó

y Mustatá.En la misma zona se observan filones probablemente del mismo tiempo que asoman en el curso alto del rio Ampurrumiandó.

Los gabros del grupo en cuestion no parecen ser muy abundantes en la zona estudiada de los departamentos del Valle y del Cauca.Ellos forman filones en la serie del Bagua donde se asocian con rocas dioríticas y ofrecen tipos de grano fino y con colores verdosos.Hacia el lado de la Cordillera Central,los gabros se han observado al Norte de Sevilla,sobre el camino vera a la estacion de Sevilla.Bergt describe un gabro que aflora entre Paisbamba y la hacienda de Motará y que se presenta saussurítico.La misma roca saussuritizada la refiere de Santa Rosa de Cabal en Caldas y Grosse determina varios centros de gabros saussuríticos en la faja picrítica a que hemos hecho referencia anteriormente(faja Fredonia-Sacaojal).Con respecto a la cuenca del Patia este último autor refiere el gabro de la q. Salinas, o sea del borde oriental de la cuenca.Segun estos afloramientos,tambien el gabro se presenta sobre una faja del borde occidental de la Cordillera Central,relacionada con la faja de las peridotitas.-Al lado de los gabros se presentan diabasas intrusivas que se manifiestan especialmente bien en donde atraviesan el grupo de sedimentos de Barragan(lado de la Cordillera Central) o el piso del Espinal y la serie del Bagua,mientras que por la naturaleza esencialmente diabásica de la serie de Caldequera es difícil determinar ahí las diabasas intrusivas.Un lugar muy propicio para estudiar las diabasas intrusivas se halla al SE de Dolores al bajar por el camino de La Sierra al rio Sapongo.Al lado de varios silos menores,asoma en esta parte uno de mas de un kilómetro de ancho que asciende debajo del nivel cuarcítico del grupo de Barragan.Los efectos de contacto son débiles y se restringen a una adelinizacion secundaria de los esquistos filíticos.Estas diabasas intrusivas tambien se encuentran al subir de Corinto hacia Chaguásgua y Tacueyó,sobre la primera parte del camino.Ademas es probable que las diabasas de La Tetilla y los esquistos verdes de Tres Chorreras(region al W y NW de Popayan) sean diabasas que atraviesan el grupo de Barragan.La determinacion precisa no se pudo hacer porque los afloramientos del grupo de Barragan son muy escasos

y se presentan en estado de descomposicion avanzada. Otra zona donde probablemente se presentan diabasas intrusivas es la de la angostura del rio Dagua la cual solo alcanzamos a estudiar de paso. Con mucha frecuencia se presentan las diabasas intrusivas en la seccion antioqueña de la Cordillera Occidental y del borde occidental de la Cordillera Central. A ellas se refiere sobre todo Scheibe quien por el mismo motivo suponia que los derrames de diabasa serian relativamente escasos. Grosse cita diabasas intrusivas del rio Cauca entre la q. Arias y el Sur de Paso de Jaramillo y del Sureste del Paso de Cangrejo (Antioquia) y, habiéndolas considerado primero como equivalentes de las espilitas verdes de las formaciones porfiríticas antígua o moderna las reunió en vista del metamorfismo al grupo de rocas prepaleozóicas hasta eventualmente paleozóicas.

Las dioritas anfibolíticas que desribe Grosse de Antioquia, del promontorio de Titiribí y que se relacionan íntimamente con los gabros y las peridotitas, no se han podido identificar en la zona del Valle y del Cauca. Es posible que le correspondan las dioritas oscuras que se presentan al Este de la faja del piso de Combia y de la faja del granito de San pedro, expuestas entre las latitudes de Toluá hasta Buga. Tambien es posible que las dioritas anfibolíticas tengan sus representantes en la Cordillera Occidental, por ejemplo en la saliente entre Micaurte y Bolivar (Valle). En esta última parte y de ahí hasta la region al Oeste de Media Canoa es difícil decir si las demas dioritas oscuras pertenecen al grupo decididamente cretáceo o si se relacionan con intrusiones del traspaso del cretáceo al terciario, o acaso con las rocas tonalíticas, cuyo ascenso puede haber comenzado en el cretáceo superior.

En relacion con el grupo de rocas intrusivas mas o menos básicas hasta ultrabásicas que acabamos de describir es menester hacer alusion a las anfibolitas densas y a las anfibolítas zoisíticas (probablemente gabros metamórficos) que Grosse describe de Antioquia y que R. Scheibe y T. Ospina tambien refieren (anfibolitas). Estas rocas las condideran los citados autores como arcáicas-las anfibolitas- y como prepaleozóicas hasta ?paleozóicas-las zoisitas de Grosse.

En nuestro concepto,la edad antígua de estas rocas difícilmente se puede sostener en vista del grado avanzado de metamorfismo que acostumbran mostrar los sedimentos y las rocas intrusivas en el lado occidental de la Cordillera Central.El grado de metamorfismo por cierto es variable,pero se debe tener en cuenta que se trata de zonas de tectonismo complicado con el cual probablemente se relaciona la variacion del metamorfismo.Especialmente alto se manifiesta el metamorfismo en el promontorio al Norte de la cuenca de Sopetran,donde refiere Grosse que la formacion porfirítica antígua se presenta en facies metamórfica.En la misma zona se presentan las anfibolitas densas que van separadas segun Grosse por un sobrescurrimiento de una masa peridotítica.Esta relacion podria indicar que las anfibolitas fueren mucho mas antíguas que las peridotitas,pero la interposicion del sobrescurrimiento y el encubrimiento de las anfibolitas por el piso de Antioquia dan lugar a suponer que pueda tratarse de un estado transformado de rocas básicas o ultrabásicas del cretáceo, tanto mas cuanto que mas al Sur hay piroxenitas metamórficas que Grosse describe de la region al Sur de Paso de Jaramillo.Dentro de este grupo de rocas altamente metamórficas que pueden ser mesozóicas hay que incluir tambien las anfibolitas que K. Scheibe describe del puente Cana sobre el rio Cauca(Caldas) y de la zona Sonson-Ancon.

Prescindiendo de las anfibolitas y de las zoisitas descritas,la edad de las demas intrusivas básicas hasta ultrabásicas hay que considerarla cretácea.La comprobacion se puede hacer sobre la base de las rocas ultrabásicas(peridotitas) y de la relacion que guardan con las dioritas anfibolíticas y los gabros.Esta relacion la reconoce Grosse y refiere que se trata evidentemente de diferenciaciones de un mismo magma.Ella tiene valor mas general porque se vé que al menos los gabros y las peridotitas se desarrollan en forma inequívoca por el borde de la Cordillera Central desde Antioquia hasta Nariño.La edad de las intrusiones peridotíticas se reconoce primeramente porque ellas se presentan típicamente en la region de Quilichao entre el terciario inferior(piso del Cauca) el cual no afectan y el conjunto

diabásico de la serie de Aldequera.Mas al Norte solo se observa la superposicion sobre el conjunto diabásico(Este de Palmira),porque el piso del Cauca no se conserva.Al Oeste de Bolivar(Cauca),en la zona de la cuenca del Patia,no asoman las diabasas,pero en cambio las peridotitas van cubiertas por el piso del Cauca.Al Oeste de Tambo(Nariño),las peridotitas se presentan en las diabasas.Todas estas determinaciones en el lado de la Cordillera Central acusan que las peridotitas son intrusivas cretáceas,posteriores a la formacion del conjunto diabásico de la serie de Aldequera.Este conjunto abarca seguramente la transicion del barremiano al aptiano,pero puede extenderse tambien al albiano(fósiles de la region de Coconuco),de manera que la intrusion de las peridotitas puede haberse verificado despues del albiano,llegando posiblemente hasta el senoniano.Con esto coincide tambien en general la determinacion cretácea(pre-Chico) de las peridotitas de California(EE.U.).Ademas los derrames de picrita de Vijes demuestran que tambien en la Cordillera Central, las rocas ultrabásicas ascendieron al mismo tiempo como en el borde de la Cordillera Central.-A juzgar por el aumento de basicidad del volcanismo cretáceo a traves del tiempo de su actividad y a la medida que se profundiza la superficie preandina del subgeosinclinal occidental,los gabros en general pueden considerarse algo mas antíguos que las peridotitas y corresponder al conjunto diabásico,es decir pueden ser aptianos hasta albianos.Sinembargo es posible que algunos correspondan en edad al conjunto superior de la serie de Aldequera,el cual no solo está constituido de derrames ultrabásicos, sino tambien lleva intercalados derrames diabásicos.Ademas ponemos de presente que posiblemente hay gabros que son diferenciaciones del magma tonalítico.Estos sinembargo no se han observado en el terreno de estudios,pero juzgamos que pueden existir segun muestras de gabros de aspecto relativamente jóven que provienen de la region de Frontino y han sido recogidos por Behr Heider.Igual edad como los gabros o edad algo mas antígua pueden tener las dioritas anfibolíticas.

Con respecto a la edad deicididamente cretácea que atribuimos

a las granodioritas,ella se conceptúa así porque en el Oriente Andino no las hay que lleguen a atravesar el terciario inferior,ni tampoco la parte mas alta del cretáceo superior(areniscas tiernas del piso de Guadalupe).Ademas estas granodioritas se presentan metamórficas en el lado alto occidental de la Cordillera Central y son una facies,provocada por diferenciacion gravitativa,de las rocas básicas y ultrabásicas dèl Occidente del pais que tambien ofrecen metamorfismo hacia el lado de la Cordillera Central.Ademas es significativo para la edad y correspondencia de las granodioritas con las intrusivas densas del Occidente el que la facies occidental de rocas granodioríticas se cubra con la del volcanismo intermediario hasta ácido,mientras la facies occidental de intrusivas básicas y ultrabásicas se cubre con la facies volcánica de igual calidad. Esto mismo da lugar a que los períodos volcánicos que se presentan en el cretáceo oriental indiquen el tiempo de ascenso de las granodioritas.En consecuencia hay que suponer que las granodioritas hayan ascendido en tres períodos principales que preceden el volcanismo del hauteriviano-barremiano,el del albiano-cenomaniano y el del senoniano.

La correspondencia de edad que se observa entre el grupo granodiorítico y el grupo básico hasta ultrabásico/es una consecuencia tan regular de la evolucion del geosinclinal y de sus subelementos como lo es la diferenciacion del volcanismo cretáceo del Occidente y del Oriente de Colombia.El divorcio de este magmatismo es el subgeoanticlinal central, o sea la Cordillera Central de la actualidad.Desde su flanco occidental bajo,el magmatismo básico y ultrabásico se extiende hasta la Cordillera Occidental y vuelve a manifestarse en la Cordillera de la Costa,donde las intrusivas básicas estan representadas por gabros y las ultrabásicas estan anunciadas por el derrame pierítico de la isla Gorgona.Al Este de esta zona se extiende el magmatismo granodiorítico cuyas manifestaciones directas llegan desde la parte alta occidental de la Cordillera Central hasta en parte al flanco occidental de la Cordillera Oriental. Esta diferenciacion obedece a la profundizacion del subgeosinclinal occidental y al soleventamiento relativo del subgeoanticlinal central,lo cual produce un magmatismo mas denso en aquél y otro menos denso en este. En el subgeosinclinal interior del subgeosinclinal oriental, es decir en la actual Cordillera Oriental (Cundinamarca), no se reconoce directamente el magmatismo,el cual por lo visto deberia ser diorítico.

3) Grupo tonalítico,eoterciario.

Este grupo típico del Occidente de Colombia,compuesto esencialmente de rocas mas o menos ácidas,inicia una nueva fase magmática la la cual releva el magmatismo ofítico del subgeosinclinal occidental.El cambio de magma es comprensible en vista de que la transformacion de dicho subgeosinclinal es muy activa.Ella comienza probablemente en el cretáceo mismo cuando se manifiesta hacia el lado de la Cordillera Central por el desarrollo del cretáceo volcánico,pero se acentúa hacia el final del cretáceo y el traspaso al terciario,segun lo demuestra la discordancia entre la serie de Caldaquera y el piso del Cauca.A juzgar por las discordancias intereocenas que se presentan en la costa de Paita (Perú),es probable que tambien en el Occidente Andino de Colombia se hagn sentir temporalmente la acentuacion de los movimientos orogénicos del eoceno,sobre todo hacia las Cordilleras Occidental y Central.En todo caso adquieren relieve estas cordilleras a consecuencia de la formacion de la cuenca sedimentaria de Peñol-Cartago que tiene lugar en el eoterciario y que se describe en la parte económica(facies del carbon).En el traspaso del eoterciario al mesoterciario no se manifiesta paroxismo especial en el interior de la cuenca,pero,segun se dijo,los movimientos tectónicos que entonces se verifican en los bordes,o sea hacia las Cordilleras Occidental y Central,se atestiguan por los conglomerados basales del terciario medio.-De esta manera,mientras el terreno oriental del pais sigue evolucionando mas o menos tranquilamente,el Occidente se preforma de manera notable y esto da lugar al inicio de una nueva fase magmática la cual,como sucede en los casos regulares,se inicia con rocas ácidas que se vuelven intermediarias hacia el terciario superior,es decir mas básicas.Casos análogos probables se hallan en el volcanismo cretáceo de la region de Silvia que principia ácido y se vuelve básico y en las rocas intrusivas del mismo tiempo que primero son dioríticas,luego gábricas y finalmente peridotíticas y piroxeníticas,a juzgar por su presentacion en el promontorio de Titiribí y su relacion cronológica en los departamentos del Valle y del Cauca.

Una particularidad importante del magmatismo 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 magmatismo effítico. Como el volcanismo del grupo granodiorítico tambien es secundario, se puede considerar en Colombia que su manifestacion disminuye a la medida que disminuye la basicidad del magma. Se puede decir que el magmatismo básico, muy líquido, se derrama sobre todo hacia la superficie, mientras el magma ácido que es viscoso queda esencialmente en la profundidad.- Ademas es característico para el magmatismo tonalítico el hecho de que se restrinja a las cordilleras y a los promontorios y no ocurra ya hacia el interior de las cuencas. Esta reparticion está conforme con la preformacion de los ramales andinos del Occidente Andino en el tiempo correspondiente.

El grupo tonalítico del Occidente Andino de Colombia se ha apparado del grupo granodiorítico del Oriente Andino del mismo pais porque se trata claramente de intrusivas que en general pueden considerarse coterciarias, es decir mas 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 coterciarias que son parte integrante de nuestro grupo tonalítico, son mas recientes que las rocas ultrabásicas y básicas del cretáceo mismo terreno, las cuales se reconocen en el Valle y en el Cauca como cretáceas y como facies effítica del magmatismo granodiorítico cretáceo, y que se presentan mas o menos metamórficas.

El nombre genérico "tonalítico" que se ha dado al grupo, proviene de que tanto entre las plutónicas como entre las hipoabisales se encuentran tipos de tonalita. En efecto el grupo plutónico que hacemos coincidir con las plutónicas coterciarias de Grosse (Antioquia), abarca tonalitas, ademas el tipo de granito de Amagá, los tipos de diorita Heliconia, Poleal y Roqueron y en un caso el tipo de gabro del Alto Leoncito. El grupo hipoabisal tonalítico ha sido determinado por Berg, en especial con respecto a los departamentos del Valle, del Cauca y de Nariño. Este autor

dedica un estudio especial a las "profiritas dioríticas del tipo tonalítico"(Bergt,pg.157-168) y diferencia entre 1)porfiritas dioríticas de profirismo grande,2)porfiritas de agujas,3)porfiritas dioríticas de porfirismo pequeño,4)porfiritas claras con biotita secundaria,de aspecto porfírico de pórfidos,5)porfiritas dioríticas cuarzosas con aspecto de pórfidos graníticos.-Como las rocas que describe Bergt son rocas que atraviesan el piso del Cauca,o sea el terciario inferior,ellas equivalen a dacitas y a andesitas del tipo tonalítico.Ademas ellas se desprenden en parte directamente de centros de dioritas tonalíticas,como sucede en La Teta(véase tambien Stutzer),al Sur de Suarez y en los Farallones de Cali.Esto podria dar lugar a suponer que tambien las plutónicas del grupo tonalítico correspondieran al trasgreso del terciario inferior al terciario medio,lo cual en parte puede ser correcto.Pero en general hay que considerar que la formacion de las rocas plutónicas se inicie mas temprano,en especial desde el paroxismo que media entre el cretáceo y el terciario.En este sentido hay que interpretar por ejemplo el hecho de que el piso de Antioquia se coloque directamente sobre la masa granítica de Amagá que forma parte del grupo tonalítico.Ademas es llamativo que el granito de la faja de San Pedro(Valle) no muestre intrusiones hacia el terciario inferior que se desarrolla en el curso alto de la quebrada Ahorcado,siendo este granito un probable equivalente del granito del tipo Amagá.Parece,pues,que los granitos del tipo grupo tonalítico sean los relativamente mas antíguos y que les sigan en edad las dioritas y dioritas cuarzosas tonalíticas,lo cual es interesante porque en el neoterciario se presentó el magma dioríticо relativamente mas básico que produce las andesitas(disminucion de ácidez desde el principio hacia el fin del terciario).-Para la subdivision general se tendrá en cuenta un subgrupo plutónico(a) y un subgrupo hipoabisal(b).Con respecto a la descripcion conviene referirse por separado a los granitos y reunir las dioritas tonalíticas con las dacitas y andesitas tonalíticas ya que su relacion en algunos casos es íntima.

El granito del grupo tonalítico que se presenta típicamente en la region de Amagá y que puede estar representado en el flanco oriental de la Cordillera Occidental por los granitos que W. Scheibe refiere

del lado occidental del rio San Juan de Andes(Caldas),se halla extendido en el Valle sobre una faja del borde de la Cordillera Central que está al Este de Buga y que se desarrolla al Norte hasta la quebrada Ahorcado. El granito sobrecurre ahí un conjunto de arcillas abigarradas con yeso y carbon arcilloso que va superpuesto por el piso de Combia. Hacia el Este el granito limita con una faja de dioritas oscuras que probablemente son mas antiguas. Mas al Sur no se ha encontrado este tipo de granito fresco,el cual tampoco se ha visto en la seccion estudiada de la Cordillera Occidental,donde en cambio se presentan las dioritas tonalíticas que aumentan término medio hacia el Sur.

En cuanto a las dioritas tonalíticas,los centros principales que se reconocieron en el Valle y en el Cauca son los siguientes:los Farallones de Cali(segun rodados del rio Cance),el cerro de Maravelí que se desarrolla hacia Paso Bobo(al Sur de Suarez) y el pequeño centro de La Teta,situado al SSE de Buenos Aires(Cauca). Ademas es probable que existan centros en el nudo del Rio Frio y en las vertientes del rio Micay,anunciados respectivamente por rodados del rio Frio y por la abundancia de diques tonalíticos en la region al W de Tambo. Todos estos centros se hallan en la Cordillera Occidental o en su proximidad(Teta), mientras que en la seccion estudiada de la Cordillera Central no los hay.-Como fajas tonalíticas importantes hay que mencionar la que va de Silvio hacia los altos al W de Totoro y la que se halla al W de Tambo.

Las dacitas y andesitas del tipo tonalítico en cambio se presentan tanto en la cumbre así y en el flanco W de la Cordillera Central,como en los promontorios y en la Cordillera Occidental. Estas rocas hipoabisales atraviesan el terciario inferior,pero no avanzan al terciario medio y se relacionan en parte con centros dioríticos(La Teta,Farallones,Maravelí-Suarez). El efecto de contacto se manifiesta generalmente por la cornubianizacion de los sedimentos del piso del Cauca y por la silificacion y por la decoloracion de las diabasas,siendo importante anotar que Grosse pone de relieve los efectos intensos de contacto que ejerce la tonalita en Antioquia y que dentro de nuestro campo de estudios se puede estudiar bien entre Suarez y Maravelí. Los lugares donde se han determinado los filones de dacitas y andesitas son en la Cordillera Central el cerro

Mellizos en las cabeceras del rio Tibí(cumbre de la Cordillera Central), la hoya de Ceilan(El Salado y mas al Sur),el rio Amaime arriba del boqueron(segun rodades),el cerro de Munchique de Quilichao donde los filones y las vetas son muy frecuentes y la region al Norte y al Sur de Dolores(Cauca).Los filones de Ceilan,del lado Sur de la Vetica y de la region de Dolores se presentan en el piso del Cauca,los del Munchique de Quilichao en las diabasas de la serie de Saldequera y los del cerro Mellizos probablemente en la parte baja del grupo de Barragan.-En el interior del promontorio de Popayan que se halla muy encubierto los filones se hallan expuestos en la parte septentrional del lomo de La Tetilla donde se presentan dacitas y en el descenso hacia el rio Palacé donde se trata de andesitas de agujas.-Las andesitas descompuestas del lado Sur del lomo de La Tetilla tienen aspecto de ser neotersiarias. una zona de intrusiones intensas se halla en la region de Mojibío que está sobre el borde occidental del promontorio.-De ahí al Norte disminuyen las intrusiones(silos),pero vuelven a aumentar hacia la saliente de Suarez,segun se deduce de los silos andesíticos azules que hay en la planada del Playon y de la intrusion dacítica que ocurre en el lado occidental del curso bajo de la quebrada Matillo.-La mayor actividad hipoabisal tonalítica se distingue en la parte septentrional del promontorio de Popayan donde los centros eruptivos se hallan sobre los anticlinales de Buenos Aires(La Teta) y de La Chapa(cerro del Garrapatero).Las intrusiones acostumbran presentarse ahí en forma de silos dentro del piso del Cauca.Excepto La Tetilla y quizá Mojibío donde las intrusiones se presentan en el mesozóico,estas atraviesan el piso del Cauca o se intercalan en él en forma de silos.-Las intrusiones de dacita y andesita tambien son muy frecuentes en el contacto de la Cordillera Occidental con la hoyandina del Cauca donde aumentan desde la region de Vijes hacia la de Tambo.-Stutzer refiere la presencia de dacitas de Vijes.y al W de Yotoco se observan dacitas relacionadas con la faja dioritica de Bitaco.-En la region de Cali no hemos observado estas rocas,pero ellas se vuelven frecuentes en el borde oriental de los Farallones de Cali,así en la region de Guavito y Chipayá.De ahí siguen en forma de silos hacia la region de Guachinte y La Ferreira y abundan entre la estacion ferro-

viaria de San Francisco y Suarez.Mas al Sur,las intrusiones vuelven a presentarse en la region del Playon hasta Mojibío,es decir hacia el borde W del promontorio de Popayan,y se concentran luego hacia la region al Oeste de Tambo.-En la cuenca del Patia(Grosse),los centros de diorita cuarzosa se hallan hacia el lado de la Cordillera Occidental y las intrusiones dacíticas hacia el lado de la Cordillera Central,es decir en la misma forma como en el Cauca y en el Valle.En el interior de la cuenca no se manifiestan las rocas tonalíticas.

La reparticion que ofrecen las rocas tonalíticas con respecto a las estructuras tectónicas es muy significativa porque se presentan sobre el borde exterior de la hoyandina del Cauca,es decir hacia las Cordilleras Central y Occidental.En especial se presentan dichas rocas en los bordes de los promontorios y en los bordes de las cuencas de Cali y del Patia. Ademas es significativo el hecho de que las tonalitas dioríticas y sus filones aumenten en término medio desde el departamento del Valle hacia el borde occidental del nudo Ecuatoriano,siendo probable que muchas de las"rocas verdes" de Wolf que hay en la Cordillera Occidental(Ecuador) y que constituyen gran parte de su terreno correspondan al grupo tonalítico. Ademas es muy significativo que las rocas dioríticas plutónicas del grupo tonalítico solo se manifiesten en la Cordillera Occidental, excepcion hecha del flanco W de la Cordillera Central en Antioquia donde ellas se relacionan con el tectonismo del flanco correspondiente del nudo Antioqueño,semejante en esta relacion al flanco W del nudo Ecuatoriano.Segun las rocas que coleccionó Behr Heider,las rocas tonalíticas tambien parecen presentarse en el nudo de Frontino.Ademas parecen ocurrir en otras partes de la Cordillera Occidental de donde se refieren como granitos.-Con respecto a la diferenciacion de las rocas tonalíticas que hemos diseñado ligeramente segun la edad,debe tenerse presente que ellas, de acuerdo con la parcelacion tectónica que va sufriendo el área uniforme del subgeosinclinal occid seguramente ofrecen variaciones notables con respecto a un mismo tipo.Así es probable que la intrusion básica,caracterizada por anfibolas de tallos largos que se hallan en la cumbre de la Cordillera Occidental,al atravesar de Cali por la carretera hacia Pagua,y que se halla en parte muy epidotizada sea una derivacion de las dioritas tonalíticas,como tambien pueden serlo otros filones oscuros que se presentan en las diabasas de la

banda oriental de la Cordillera Occidental, las de La Petilla y las que suelen presentarse en el pié de la Cordillera Central, por ejemplo entre Potrerillos y el boqueron de Amaime y al NW del caserio de La Iberia. A juzgar por las condiciones en La Petilla, ellas son anteriores a las dacitas y evidentemente posteriores a las rocas de la serie de Valdequera. Estas diferenciaciones merecen un estudio mas detenido porque deben relacionarse en parte con la reparticion segun gravedad y estructura tectónica. Así llama la atencion que los filones y silos que se presentan en la faja geológicamente profunda que se extiende en el pié oriental de la Cordillera Occidental y compuesta del piso del Cauca, sean andesíticos, particularidad que se nota ya en el flanco W de los Farallones de Cali, en la planada del Playon y al parecer tambien en el lado W de la cuenca del Patia (al SW de Mercaderes; Grosse). Asimismo parece que las dacitas del flanco W de la Cordillera Central sean mas ácidas que las que se presentan en el flanco E de la Cordillera Occidental.

En relacion con las rocas del grupo tonalítico llama la atencion que ellas no presentan un volcanismo manifiesto, lo cual, segun hemos dicho, puede depender de manera importante de la poca viscosidad del magma ácido. Otro factor que puede influir en la ausencia del volcanismo manifiesto probablemente consiste en la diferenciacion del magma durante el ascenso y desde luego tambien debe influir la intensidad del tectonismo. En efecto parece que el magmatismo tonalítico comienza con tipos graníticos a los cuales siguen tipos dioríticos mas o menos ácidos los cuales se sustituyen hacia el terciario superior por dioritas comunes, a juzgar por las andesitas. Estas últimas son mas susceptibles de manifestaciones volcánicas primeramente porque son menos viscosas, en segundo lugar porque se presentan en el tiempo de la propia ereccion de los Andes. Ademas es interesante observar que los tipos graníticos de las tonalitas, es decir los tipos mas antíguos, no parecen estar acompañados de filones numerosos. Estos en cambio se presentan en abundancia con motivo del ascenso de los tipos dioríticotonalíticos o a continuacion

de su ascenso. Pero todavia no se produce el volcanismo manifiesto. Este se inicia débilmente en el mioceno medio y culmina en el terciario superior, es decir hacia el probable final de la fase magmática del terciario, relacionada evidentemente con el caracter rígido que obtienen los Andes a raiz de su fuerte plegamiento y subplegamiento. Entonces se distinguen todavia muchos filones andesíticos y tambien lacolitos andesíticos, pero las rocas plutónicas no asoman y la escasez de estas en relacion con el ofitismo/del subgeosinclinal occidental puede indicar que tambien sean raras o permanezcan a gran profundidad.- La sucesion descrita hace suponer que se trate a rasgos generales de una diferenciacion paulatina de la fase magmática terciaria en el sentido de que en el inicio se producen las rocas plutónicas, luego se presentan las hipoabisales y finalmente se manifiestan las volcánicas. Queda entendido que este caso regular seria excepcional ya que no es fácil que vuelva apresentarse una fase tan regular y extendida.

En relacion con el metamorfismo del grupo tonalítico es de advertir que este solo se presenta ocasionalmente. Grosse lo menciona de Antioquia, donde ocurren esquistos de diorita en los altos Buena Vista y Gramal. En el Valle, el metamorfismo se presenta en la faja dioríticа de Bitaco, en el descenso de Bitaca a Tagua (cantera La Centella) y se produce por efecto de una falla longitudinal. El caracter de la roca viene a ser esquistoso hasta algo néisico. Mas o menos néisica se presenta la diorita en el nudo del Rio Frio, siendo probable que se trate ahí de efectos de alta intensidad tectónica (plegamientos). Estas particularidades de metamorfismo ocasional y el hecho de que las dacitas y andesitas tonalíticas no se presenten metamorfoseadas hablan en favor de que las dioritas tonalíticas pueden ser en general algo mas antíguas que los filones de dacita y andesita tonalítica que se apartan de algunos centros de esas dioritas.

4)Grupo Andesítico,del neoterciario,con actividad decreciente hacia la actualidad.

Este grupo cuya actividad se relaciona con la ereccion de los Andes en la fase geoanticlinal,se compone en Colombia de andesitas y secundariamente de basaltos y de dacitas. Debido a que la erosion no ha progresado lo suficiente desde su inicio,no se reconocen las rocas plutónicas de este grupo,sino solo sus filones hipabisales y su actividad volcánica.La actividad comienza en el paroxismo que media entre el terciario medio(piso de Antioquia y piso de Cinta de Piedra) y el primer período sedimentario del terciario superior(piso de Combia) y alcanza su mayor intensidad alrededor del plioceno,segun se desprende del caracter volcánico del piso de Popayan.Luego,la actividad disminuye hacia la actualidad y va restringiéndose en la Cordillera Central a los volcanes que quedan del volcan de Puracé al Sur y que se extienden hacia la Cordillera Occidental en la zona del nudo Ecuatoriano.-Esta actividad magmática, manifiesta sobre todo por el volcanismo,y relacionada con el intenso movimiento de la ereccion andina,se manifiesta por cierto desde la Patagonia hasta Alasca,pero en Colombia no adquiere la gran extension que ha tenido el magmatismo(volcanismo) del cretáceo.La actividad andesítica del neoterciario se presenta en Colombia sobre todo en la cumbre de la Cordillera Central y en sus promontorios y se presenta aisladamente en la Cordillera Occidental(nudo de Frontino y borde Sur de este)seccion nariñense-ecuatoriana de la Cord. Occidental).En el flanco oriental de la Cordillera Central,la actividad no se manifiesta de manera especial,mientras en la Cordillera Oriental su presentacion es ocasional(region Tunja-Paipa-Sogamoso),aun cuando es posible que sea mas frecuente en la seccion que queda frente al curso superior del Magdalena y que se halla próxima al nudo Ecuatoriano.

Las rocas que constituyen este grupo han sido descritas detalladamente por Kuech, Bergt, R. Scheibe y por E. Grosse quien las ordenó geológicamente, y quien ademas se refiere de manera especial a las rocas intrusivas del grupo andesítico, mientras los demas autores describen en gran parte los tipos volcánicos. Entre las rocas que describe Kuech, las siguientes corresponden al departamento del Cauca: andesítas piroxénicas y anfibólicas del Nevado del Huila; andesita anfibólica del Peñon de Pitayó; andesitas basálticas y anfibólicas de bloques de Silvia; andesita piroxénica como roca mas o menos exclusiva de la region del Puracé; andesita piroxénica con olivina de Pisojé al Nordeste de Popayan; andesitas piroxénicas y anfibólicas y dacitas biotíticas anfibólicas del Sotará.- Del mismo departamento menciona Bergt: andesita propilítica del cerro Pusná, situado frente a la poblacion de Puracé, y de la region del Sotará; dacita microsferolítica de la region de Silvia; andesita piroxénica rica en olivina con caracteres basálticos de la misma region; andesita anfibólica tobácea de Tombé al Este de Silvia, donde tambien ocurren andesitas piroxénicas/ esquistosas; andesitas anfibólicas piroxénicas de la cuchilla del cerro de Santo Domingo en el curso alto del rio Palo; andesita piroxénica del Puracé.- R. Scheibe describe de Caldas y de la parte meridional del promontorio de Titiribí andesitas, basaltos y dacitas, pero no es seguro si todas forman parte del grupo andesítico o si algunas todavia corresponden al grupo tonalítico. Grosse refiere de la zona del promontorio de Titiribí andesitas micáceas, hornbléndicas, hornbléndicas augíticas, augíticas, ademas basaltos augíticos y feldespáticos. En relacion con estas rocas anota Grosse que las rocas equivalentes del Perú, ofrecen un caracter notablemente mas ácido (riolitas).

Las intrusiones del grupo andesítico se observaron muy pocas veces en los departamentos del Valle y del Cauca, circunstancia que se debe a que en las zonas de intrusion el terreno todavia se halla vastamente cubierto por el piso de Popayan. En la seccion estudiada de la Cordillera Occidental no hemos observado intrusiones del grupo andesítico, y tampoco en la hoyandina del Cauca. En cambio se reconoce un

pequeño centro de ascenso andesítico en el promontorio de Popayan, en la carretera que conduce de Popayan directamente a Tambo(mas o menos alrededor del km 16,sobre el lado Norte del rio Hondo).Tambien es posible que las andesitas intrusivas del lado Surceste de La Letilla correspondan al grupo de andesitas neoterciarias.-En la Cordillera Central,las intrusiones del grupo andesítico estan vedadas por el piso de Popayan.Sinembargo se revela una grieta de ascenso de las andesitas en la zona del Peñon de Pitayó,situada en la cumbre del camino de Pitayó a Silvia.Sobre esta grieta que se forma en el grupo de Barragan y que muestra una ligera hendidura del terreno,el Peñon de Pitayó representa un mango de volcan andesítico.La grieta sobre la cual asciende este relicto de volcan se percibe muy bien al Norte y puede coincidir con la grieta y el filon de andesita que se manifiesta en el rio Palo,arriba(al Este)del contacto de las diabasas de la serie de Caldequera con el grupo de Barragan.El ancho del filon andesítico es de unos 200 m;el material se distingue por fenocristales bastante grandes de feldespato y contiene algo de cuarzo.-En la region del Puracé y hacia la cumbre de la Cordillera Central,los lugares de ascenso probablemente tambien se relacionan con grietas del terreno,como lo indica por ejemplo la línea Puracé-Pusná.

Con respecto a las grietas de ascenso del material andesítico, merecen citarse las del borde oriental del Páramo de Moras que se distinguen hasta cerca de Vitoncó.Los filones anchos del propio borde del páramo tienen caracter andesítico-diorítico y revelan en parte caracter metamórfico,lo cual podria indicar una edad mas remota.Sinembargo consideramos posible que se trate de andesitas neoterciarias porque los filones anchos del borde del páramo muestran relacion al parecer íntima con los filones angostos de típica andesita que se cruzan por ejemplo en el camino de Mosoco a Vitoncó.Ademas Bergt refiere andesitas esquistoseadas de la region al Oriente de Silvia y menciona una diorita augítica de la ribera izquierda del rio Vinagre en la cercania de Puracé que pudiera ser la roca plutónica de la andesita piroxénica de la region del volcan de Puracé.

En relacion con las andesitas propilíticas que menciona Bergt y que nosotros no hemos tenido ocasion de estudiar, conviene poner de presente que ellas-de acuerdo con las investigaciones de Buerg en Siebenbuergen-son importantes para la determinacion de las zonas de mineralizacion. Bergt tambien refiere propilitas del grupo tonalítico.

En lo que se refiere a la actividad del grupo andesítico llama la atencion que ella ha sido intensa en el promontorio de Titiribí durante el paroxismo que precede la formacion del piso de Combia, y durante la formacion de este piso. En la zona de la cumbre de la Cordillera Central, desde el grupo del Nevado del Tolima-Ruiz hacia el Sur, y en el promontorio de Popayan la actividad principal comienza con el paroxismo que separa los pisos de Combia y de Popayan (es decir mas tarde) y se extiende al tiempo de formacion del piso de Popayan. Esto acusa un traslado de la actividad magmática, el cual puede relacionarse con el traslado de la intensidad magmática desde el borde occidental del nudo Antioqueño hacia el borde meridional de este (grupo del Tolima-Ruiz) y en general hacia la cumbre de la Cordillera Central. Para poder juzgar en definitiva acerca de este problema, es necesario aclarar mas a fondo la relacion entre el piso de Popayan y el piso de Combia. En nuestro concepto no cabe duda que el piso de Popayan, típicamente expuesto en el altiplano de Popayan y desde ahí en contínuo hasta la cumbre y el flanco huilense de la Cordillera Central, es mas reciente que el piso de Combia porque se superpone a este en el lado occidental de la cuenca del Quindio y porque en la cuenca del Quindio el piso de Combia revela los caracteres petrográficos y fosilíferos (animales vertebrados) como el piso de Honda de Hettner. Grosse relaciona en parte los equivalentes del piso de Popayan con el piso de Combia (Huila-Caquetá).

Acerca de la distribucion del magma es significativo el hecho de que las andesitas de la zona colombiana de los Andes Centrales sustituida hacia el Perú por el grupo riolítico el cual se presenta en el Occidente Andino del Perú y tambien en el borde occidental de la cuenca

de Bolivia.Esta leve disminucion de densidad de las rocas que se colige del aumento de acidez del magma desde Colombia hacia el Perú está de acuerdo con el ascenso de la superficie preandina desde el Occidente Andino de Colombia hacia el Occidente Andino del Perú y hacia el borde noroccidental de la antígua masa terrestre interandina de Suarmérica.Esta superficie segun hemos visto influye sobre la reparticion del magma segun la densidad desde el cretáceo y determina desde luego la diferencia de mineralizacion que ofrece el Occidente de Colombia con respecto al Occidente del Perú.Ella da la base para hacer estudios sobre provincias de minerales de acuerdo con puntos de vista sistemáticos,apoyados en la tectónica y en la evolucion tectónica.-En esta relacion conviene mencionar tambien la diferencia acentuada que existe entre el volcanismo andesítico de la parte alta occidental del nudo Ecuatoriano y el volcanismo basáltico del fondo del Pacífico que se manfiesta en las islas Galápagos.Esto demuestra que hacia las cumbres geoanticlinales se presenta el magma mas liviano,mientras que hacia los fondos geosinclinales se manifiesta el magma mas denso.Una paralela a estas condiciones actuales hasta pleistocenas del Ecuador,es la reparticion del magma cretáceo en Colombia.En el subgeosinclinal occidental el magma es básico y se vuelve ultrabásico cuando dicho subgeosinclinal alcanza su mayor profundidad geológica.En el subgeoanticlinal central(actual Cordillera Central),las manifestaciones magmáticas del mismo tiempo son ácidas hasta intermediarias-y secundariamente básicas-segun se deduce sobre todo de la zona cretácea que va de Silvia hacia Cocomico y el Motará.-Esto indica que el magma se ciñe al principio del vaso comunicante en la misma forma como los líquidos de los yacimientos de petróleo.La diferencia solo parece consistir en que la reparticion del magma segun densidades se manifiesta en las estructuras tectónicas de gran tamaño,mientras la reparticion del petróleo se halla sujeta a estructuras de tamaño comun.

Tercera Parte.

RASGOS DE LA TECTONICA.

En la segunda parte de este informe, relativa a los grupos sedimentarios y a las rocas eruptivas, se halla expuesta la influencia decisiva que tiene la tectónica y la evolucion tectónica sobre la formacion, sobre la reparticion dentro del espacio, sobre la cantidad y la calidad de las rocas en general. En el mismo capítulo se ha tratado de poner de relieve la influencia que tiene la intensidad tectónica sobre las particularidades que distinguen las rocas. Los yacimientos que encierran las rocas sedimentarias y las eruptivas se relacionan íntimamente con la evolucion de estas y por lo tanto también se hallan sujetos a la evolucion tectónica. La tectónica en consecuencia es básica para la comprension de las particularidades de las rocas y para la de sus yacimientos. Por lo mismo es necesario prestar especial atencion a ella y a los rasgos sistemáticos que revela y que se traducen a las rocas y a los yacimientos. Dichos rasgos no se comprenden contemplando la tectónica de menor escala sino la tectónica general y extendiendo luego los resultados a los pormenores. Para citar un ejemplo: el Occidente de Colombia se distingue por una evolucion tectónica mas activa y por una tectónica actual mucho mas intensa en término medio que el Oriente de Colombia. Esto influye de manera general en que los yacimientos de minerales sedimentarios del Occidente sean mas escasos que los del Oriente, debido a que la evolucion mas activa ha impedido el desarrollo de áreas propicias al respecto y ha favorecido en cambio la produccion de rocas magmáticas, motivo por el cual el Occidente es mas rico en minerales metálicos que el Oriente. Dentro del área occidental hay zonas de evolucion mas activa y de evolucion menos activa. Del principio del terciario en adelante, las Cordilleras Central, Occidental y las partes altas de la Cordillera de la Costa son zonas activas con intenso magmatismo, mientras las hoyandinas del Cauca y del Pacífico

son zonas de evolucion tranquila en que se concentra la sedimentacion y donde por lo tanto hay que buscar en primer lugar los yacimientos sedimentarios del terciario(carbon,petróleo,cal,etc).Dentro de las hoyandinas(como tambien dentro de las cordilleras),hay zonas menores de evolucion mas activa,como por ejemplo los promontorios que se levantan en la hoyandina del Cauca hacia la Cordillera Central y que por conveniencia hemos incluido a la Cordillera Central,y zonas de evolucion mas tranquila como las cuencas(de Cali,Quindio,Patia,etc), donde se produce y se conserva esencialmente la sedimentacion terciaria.Conforme a esto los yacimientos sedimentarios se hallan de preferencia en las cuencas(sobre todo hacia los bordes de estas), mientras los yacimientos de minerales metalíferos,ligados a rocas eruptivas,como las tonalitas se presentan en los promontorios y en general en los bordes cordillerenos que rodean las cuencas.-Dentro de una cuenca,como la de Cali,la observacion de su evolucion en el terciario inferior,es decisiva para la apreciacion de los yacimientos de carbon porque está a la vista que del borde de la cuenca hacia el interior,conforme al hundimiento mas intenso que sufre el interior,la facies carbonífera va desmejorando,siendo posible que la facies petrolífera mejore en dicho sentidoaunque quizá no hasta el propio interior.-En el cuadro 4 del Anexo se ha puesto de manifiesto la relacion tectónico-geológico-económica en una forma general.

Lo dicho sirve para explicar porqué hacemos la descripcion de la tectónica de rasgos mayores a rasgos menores y porqué damos importancia al orden que la distingue y que se manifiesta en la evolucion tectónica.

La descripcion que sigue se hace en la misma forma como se hizo la descripcion orográfica,es decir sobre la base de ~~los~~ elementos lineares,representados por plegamientos(anticlinales y sinclinales), de elementos circulares,representado por ondulaciones(cúpulas y artesas como formas regulares),de elementos circulares-lineares, combinados de plegamientos y ondulaciones(construccion orgánica) y de elementos tabulares.La descripcion orográfica desde luego con-

A.-ELEMENTOS LINEARES.

Los departamentos del Valle y del Cauca corresponden en gran parte al orogeno andino,o sea a la montaña de los Andes.Ademas se extienden al Vorland Occidental de los Andes.Segun puntos de vista de la evolucion geológica,el Vorland Occidental como tambien el Vorland Oriental han participado en la evolucion andina,en especial como zonas costaneras del geosinclinal andino hacia los núcleos continentales de Brasil-Guayana y del fondo del Pacífico.Para significar en conjunto el orogeno andino y sus Vorlands Occidental y Oriental,se empleará la expresion de "faja evolutiva de Los Andes".Esta faja evolutiva se divide a base de la cumbre de la Cordillera Central-que es el eje de la faja y del orógeno-en el lado occidental y en el lado oriental de Los Andes,términos a los cuales corresponden en Colombia el Occidente de Colombia y el Oriente de Colombia.En contraposicion a esta subdivision general,el orógeno andino,es decir la montaña de Los Andes,se divide de manera general en el Occidente Andino y en el Oriente Andino,siendo tambien en este caso el eje divisorio la cumbre de la Cordillera Central.El orógeno andino mismo se subdivide en ramales que son:la Cordillera Occidental,la hoyandina del Cauca,la Cordillera Central,la hoyandina del Magdalena y la Cordillera Oriental.En tanto el Vorland Oriental no muestra subdivision visible/en ramales,el Vorland Occidental que ha estado sometido a una evolucion mas activa,muestra al menos dos que son la hoyandina del Pacífico y la Cordillera de la Costa.

Esta subdivision general de la faja evolutiva de Los Andes,expuesta en el esquema adjunto y válida para los Andes en toda su extension tan pronto se le aplica el punto de vista de la construccion orgánica en relacion con la intensidad tectónica regional,corresponde a la subdivision de la faja evolutiva en elementos lineares.Para conceptuar sobre la forma tectónica general es necesario conocer la constitucion geológica de los ramales y los niveles geológicos que les son característicos.

La descripcion de los ramales se hará de Occidente a Oriente, incluyendo los ramales del Vorland Occidental.

1) Cordillera de La Costa.

La Cordillera de la Costa se revela como un elemento lineal, afectado notablemente por ondulaciones grandes, lo cual ya se desprende de su forma orográfica. La parte alta de la Cordillera de la Costa que se desarrolla desde Cabo Corrientes hacia el Golfo de Panamá (Punta Garachiné) está formada en una parte de sedimentos calizos y de otra índole (sedimentos en su mayor parte cornubianizados por gabros, en veces reconocibles como esquistos mas o menos metamórficos y areniscas cuarcíticas) que se juzgan como pertenecientes al cretáceo inferior y representantes de la facies calosa del barremiano sobre todo. Debajo de estos sedimentos pueden asomar hacia Cabo Solano esquistos que se pueden atribuir a la serie del Sagua. Encima siguen conglomerados, derrames básicos y ultrabásicos (estos en la Gorgona) con intercalacion de sedimentos y tobas que se manifiestan por ejemplo en el flanco oriental de la Cordillera de la Costa en el rio Napipí-Mequerá y que pueden representar la serie de Baldequera en facies menos volcánica. Los sedimentos terciarios de esta seccion de la Cordillera de la Costa solo se hallan hacia el extremo meridional, es decir hacia Cabo Corrientes. Esta circunstancia indica el descenso geológico del trayecto descrito de la Cordillera de la Costa hacia el Sur.- La altura media de la Cordillera de la Costa en la seccion referida y prescindiendo del trayecto panameño, no es considerable y se estima en 300 m cuando mas. Este nivel corresponde en general a la altura que muestran las rocas que juzgamos representantes de la serie de Baldequera. Segun ella, la Cordillera de la Costa es notablemente mas alta que la hoyanadina del Pacífico pero mas baja que la Cordillera Occidental, refiriéndonos a la latitud comprendida entre la zona de Frontino y Cabo Corrientes. La forma que tiene la Cordillera de la Costa en este trayecto corresponde primeramente a un anticlinal general cuyo eje seguramente se halla en el lado de la Costa. Las observaciones hechas en el borde oriental de esta cordillera, tanto en el terciario del

Baudó como en el terciario y el posible cretáceo superior del Napipí acusan por cierto plegemientos intensos hasta muy convulsionados,y dislocaciones secundarias en el Napipí,pero no se puede decir que la Cordillera de la Costa se halle separada de la hoyandina del Pacífico por una dislocacion general que conceda a aquella el caracter de horst y a esta caracter de foso.El descenso transversal de los plegamientos que se manifiesta por el encubrimiento del cretáceo por sedimentos terciarios a medida que se avanza por ejemplo desde Cupica hacia el Napipí tambien habla en favor de un traspaso regular del anticlinal general de la Cordillera de la Costa hacia el sinclinal general de la hoyandina del Pacífico.-En el lado de la costa del Pacífico en cambio es probable que la seccion alta de la Cordillera de la Costa se halle intensamente fracturada y se puede juzgar que el flanco oriental se halle hundido bajo el nivel del mar.

Los resíduos terciarios que se presentan en el interior de la saliente de Cabo Corrientes y la faja de terciario inferior que se desarrolla junto con sedimentos del terciario medio e inferior en el lado occidental del curso medio del rio Baudó y que se hunde hacia la desembocadura del rio Baudó cubriéndose de terciario superior(piso del Pacífico),indican el descenso del anticlinal general de la Cordillera de la Costa hacia el Sur.Lo propio sucede probablemente hacia el Golfo de Panamá,de manera que la seccion alta de la Cordillera de la Costa,comprendida entre Cabo Corrientes y Garachiné sería una cúpula de mayores dimensiones(un nudo),probablemente fracturada en el lado del Pacífico.

La depresion geológica que sigue al Sur de Cabo Corrientes y que se extiende de modo general hasta la punta NW del la costa del Ecuador,se manifiesta primeramente por el nivel submarino que adquiere ahí la Cordillera de la Costa a excepcion de la isla Gorgona,ademas por el descenso geológico de su borde oriental que se conserva terrestre desde la desembocadura del Baudó hasta la region de la bahia de Málaga.Este descenso se manifiesta por un cordon de sedimentos del terciario superior que sigue cerca de la costa y que sufre un ligero

ascenso,manifiesto sobre todo por el asomo de sedimentos que juzgamos del terciario medio en la isla Palma(Málaga).Siguiendo de esta region por la bocana y la bahia de Buenaventura al Este,se vé que los plegamientos del terciario medio se encubren pronto con terciario superio,de manera que tampoco en esta depresion se puede hablar de una dislocacion que separa la Cordillera de la Costa de la hoyandina del Pacífico.-Mas al Sur no hay ocasion de observar el traspaso tectónico entre los dos ramales del Vorland Occidental porque la Cordillera de la Costa se halla íntegramente sumergida.El único asomo que se observa es la isla Gorgona,la cual se halla sobre la línea de la Cordillera de la Costa y se compone de las mismas rocas cretáceas como la seccion alta de Cabo Corrientes al Norte.Los sedimentos cretáceos se hallan tambien ahí fuertemente cornubianizados por la intrusion de gabros(Gorgona y Gorgonilla) y van recubiertos primeramente por un derrame ultrabásico que seguramente correpponde al conjunto superior de la serie de Caldequera,al cual sigue el típico terciario inferior en La Tasca que se halla convulsionado,pero que no ofrece signos de dislocacion con respecto al derrame ultrabásico de La Gorgona(el contacto hacia la Gorgonilla se halla cubierto).Sobre el terciario inferior sigue en discordancia fuerte el terciario superior.-La Gorgona a la vista es una eminencia geológica muy fuerte en la depresion de la Cordillera de la Costa que media entre Cabo Corrientes y la costa NW del Ecuador y debe interpretarse como un nudo menor y empinado de la depresion.-En la Costa del Ecuador,la Cordillera de la Costa vuelve a levantarse en forma de un nudo alargado,formado de sedimentos terciarios y de asomos de cretáceo(Wolff).En este trayecto,la Cordillera de la Costa vuelve a ser visiblemente mas alta que la hoyandina del Pacífico,aun cuando no llega a las alturas geológicas como en la seccion que queda al Norte de Cabo Corrientes.En la depresion intermedia,la Cordillera de la Costa puede llegar a ser mas baja que la hoyandina del Pacífico,pero al menos no lo es de la bahia de Málaga al Norte.

En resúmen,la Cordillera de la Costa se puede considerar en la

extension desde Cabo Garachiné en Panamá hasta el Golfo de Guayaquil como un anticlinal onduloso que puede estar fracturado en su lado occidental,y que va caracterizado por dos nudos alargados que se presentan al Norte de Cabo Corrientes(uno) y en la costa del Ecuador el otro.Estos nudos generales se hallan seprados por una depresion intermedia en que la Cordillera de la Costa es submarina,excepto en la isla Gorgona donde se forma un nudo empinado menor.Ella es geológicamente mas alta que la hoyandina del Pacífico,excepto quizá en algunos trayectos de la depresion intermedia,y siempre mas baja que la Cordillera Occidental.El caracter anticlinal que le corresponde en principio se deriva de los niveles geológicos mas altos que tiene casi siempre con respecto a la hoyandina del Pacífico cuyo caracter es sinclinal.El que este anticlinal pueda ser mas bajo que la hoyandina del Pacífico en algunas partes de la depresion intermedia no le resta importancia a su caracter anticlinal porque hay cordilleras, como la Central,y serranias como las centrales de las Cordilleras Oriental y Occidental que se vuelven el fondo de cuencas(artesas de grandes dimensiones,como las respectivas cuencas del Caribe,de Maracaibo y del Darien).-Con respecto a la construccion orgánica general en el NW de Suramérica es importante anotar que,conforme a la menor altura geológica que tiene el nudo de la costa del Ecuador en relacion con el nudo que se desarrolla de Cabo Corrientes al Norte, hay un descenso axial del anticlinal de la Cordillera de la Costa desde Panamá(borde de la cuenca Caribe) hacia la costa del Ecuador (borde del Nudo Ecuatoriano).

Hoyandina del Pacífico.

Desde la costa de Paita en el NW del Perú hasta el divorcio Tuyra-Atrato y probablemente tambien allende este divorcio en el Golfo de Panamá,la hoyandina del Pacífico se presenta como zona de muy gruesos sedimentos terciarios que van cubiertos generalmente por sedimentos neoterciarios y pleistocenos. El asomo de cretáceo parece ser ocasional,pero supresencia en el fondo profundo de la hoyandina se deduce tanto de los estudios en

la region de Baita como de la relacion geológica del cretáceo con el terciario en la seccion colombo-ecuatoriana de las Cordilleras de la Costa y Occidental. Segun se desprende de las rocas que ha coleccionado E. White Uribe en la region que sigue de Istmina al Norte, el estudio del trayecto correspondiente del contacto de la hoyandina del Pacífico con la Cordillera Occidental puede ser importante para mostrar directamente el traspaso y el hundimiento del cretáceo desde la Cordillera Occidental hacia la hoyandina del Pacífico. Tambien se puede contar con la probabilidad de que el cretáceo asome al NW de Quibdó.-Con respecto a la facies del cretáceo, sobre todo con respecto a la facies de la serie de Baldequera, el predominio de sedimentos en el alto Napipí y en el bajo Mequerá, como tambien en la zona de Istmina-Quibdó (liditas) indican que ella es de preferencia sedimentaria, menos volcánica que la facies correspondiente en la Cordillera de la Costa y mucho menos volcánica que la facies de la Cordillera Occidental y del Occidente Andino en general.

La forma tectónica general que tiene la hoyandina del Pacífico corresponde a un sinclinal general, caracterizado por el relleno con gruesos sedimentos del terciario inferior y medio y recubiertos por el terciario superior. Hacia la Cordillera de la Costa, estas formaciones se levantan y ceden en los trayectos altos de la Cordillera citada a las formaciones cretáceas. Hacia la Cordillera Occidental asoman pronto y en gran extension las formaciones cretáceas que alcanzan ahí niveles muy altos. El traspaso del sinclinal general de la hoyandina del Pacífico hacia la Cordillera de la Costa (anticlinal general) se caracteriza por plegamientos estrechos hasta convulsionados y secundariamente dislocados. Esta tectónica agitada es típica para el contacto de hoyandinas (sinclinales generales) con cordilleras (anticlinales generales), segun se desprende por ejemplo del contacto de la hoyandina del Cauca con la Cordillera Occidental entre Cali y Timba y del contacto de la hoyandina del Magdalena con la Cordillera Oriental en la region de Guaduas. Ella tambien debe valer con respecto al contacto de la hoyandina del Pacífico con la

Cordillera Occidental,aun cuando es de suponer que en algunos trayectos la delimitacion se verifique a lo largo de fallas fuertes(sobrescurrimientos).Esto puede suceder por ejemplo en el lado occidental de la angostura del Dagua donde la serie del Cagua de la Cordillera Occidental se halla al contacto con el terciario superior y el pleistoceno de la hoyandina del Pacífico.Sinembargo,estas condiciones geológicas no dan seguridad acerca de la existencia de una falla fuerte porque el terciario superior acostumbra colocarse en fuerte discordancia sobre formaciones de diversa edad al avanzar desde las hoyandinas hacia las cordilleras,pudiendo ser que el resto del terciario descienda harmónicamente con el cretáceo hacia el fondo de la hoyandina del Pacífico.

Con respecto al interior de la hoyandina,la tectónica no se puede reconocer directamente porque el encubrimiento del terciario superior no da lugar a controlar la construccion de las formaciones terciarias y cretáceas que siguen debajo.Sinembargo,de acuerdo con la dismimucion de la intensidad tectónica que se observa desde los bordes de los sinclinales-sean estos generales o de tamaño comun-hacia el interior de ellos,se puede suponer con bastante seguridad que en el interior reinen plegamientos relativamente suaves.La influencia de dislocaciones que se observa en la costa de paita,seguramente tambien debe afectar la seccion colombiana de la hoyandina del Pacífico,pero suponemos que del rio San Juan al Norte ellas no influyan en vista de la regularidad con que se desarrollan los plegamientos terciarios en el Baudó.-En los pormenores se puede suponer que la hoyandina del Pacífico ofrezca una subdivision semejante a la de las demas hoyandinas,es decir que presente de trayecto en trayecto cuencas(artesas mayores),separadas entre sí por promontorios débiles y probablemente rudimentarios que podrian hallarse de preferencia hacia la Cordillera de la Costa que es notablemente ondulosa,mientras la Cordillera Occidental es sobre todo linear y por este motivo no presenta promontorios señalados en el límite con la hoyandina del Cauca.Esta subdivision tectónica desde luego im-

plicaria-segun analogia con las hoyandinas del Cauca y del Magdalena-que hubiere zonas tectónicas mas tranquilas que corresponderian a las cuencas y zonas de tectónica relativamente mas intensa en los promontorios y en las angosturas de estos.En general se puede considerar que la tectónica de la hoyandina del Pacífico que corresponde al Vorland Occidental y que,al tiempo de ser mas ancha que la hoyandina del Cauca,está mas distante de la Cordillera Central,es decir del eje donde se divorcia la intensidad tectónica y disminuye hacia los Vorlands Occidental y Oriental,sea relativamente suave y en todo caso menor que la de las hoyandinas del Cauca y del Magdalena.

Cordillera Occidental.

Desde el nudo de Frontino hasta el Ecuador,la Cordillera Occidental está constituida de las formaciones mesozóicas que hemos llamado serie del Sagua,piso del Espinal y serie de Valdequera.El afloramiento de formaciones premesozóicas es improbable, salvo en lo que respecta al carboniano.El terciario es escaso y no parece hallarse sino en resíduos de poca extension.Estos sedimentos en cambio predominan en la virgacion o transicion de Urabá-Bolivar,o sea en la zona de ensanchamiento y de descenso de la Cordillera Occidental hacia el Caribe,en especial hacia la cuenca probable del Darien.

Segun esta constitucion y las alturas de unos 2000 metros(como término medio bajo),la Cordillera Occidental se eleva generalmente muchos miles de metros sobre el cretáceo del fondo de la hoyandina del Pacífico y tambien a considerable altura sobre el nivel onduloso del cretáceo de la Cordillera de la Costa. La elevacion media de la Cordillera Occidental sobre la hoyandina del Cauca,tomando como base los niveles del cretáceo tambien llega a ser varios miles de metros,pero no es tan considerable como con respecto a la hoyandina del Pacífico donde el terciario es muy potente.En cambio la Cordillera Occidental no solo es geográficamente sino tambien geológicamente mas baja que la Cordillera Central,segun se verá adelante.

Dentro de la zona colombo-ecuatoriana la parte mas alta de la Cordillera Occidental equivale a lo que se ha llamado nudo de Frontino Este nudo se caracteriza por el afloramiento vasto del piso del Espinal y de la serie del Magua hasta alturas mayores de 2500 m.Dichas formaciones se hunden en término medio hacia el Norte hasta llegar a niveles próximos a los del mar(region de Tucurá y Sur de Pavarandocito) y lo propio sucede hacia el Este,o sea en direccion al rio Cauca.Hacia el lado del Atrato,el descenso es en extremo fuerte porque los niveles mesozóicos de la hoyandina del Pacífico quedan a muy grandes profundidades.El descenso hacia el Sur parece ser el mas leve,segun se desprende del hecho de que la serrania oriental de la Cordillera Occidental se compone de sedimentos del piso del Espinal y de la serie del Magua hasta la zona del nudo del Rio Frio, inclusive.Algo mas rápido es el descenso geológico en direccion a Quibdó donde penetran los sedimentos terciarios al flanco Oeste de la Cordillera Occidental.-Al lado de la culminacion principal de la Cordillera Occidental en el nudo de Frontino y del vector alto que avanza desde este nudo hacia el nudo menor del Rio Frio, la cordillera en cuestion presenta otra elevacion geológica muy notable en la serrania del Magua.Esta se halla constituida esencialmente por la serie del Magua y ademas se presenta en su flanco oriental el piso del Espinal.La altura a que se eleva dicha cordillera en la region de la angostura del Magua es de 2000 metros sobre el nivel del mar.Juzgando que la serie de Caldequera solo tuviera 2000 m de grueso,la superficie del cretáceo en la serrania del Magua seria de 4000 m,cifra que ilustra lo suficiente la gran altura geológica que corresponde a este trayecto del flanco occidental de la Cordillera Occidental.Segun parece,esta zona elevada se enlaza por niveles altos con el nudo del Rio Frio(rodados en el Salima,abajo de su salida de la Cordillera Occidental) y juzgamos que por razones isostáticas la zona se extienda hacia el Sur hasta cerca del rio Micay,allende el cual probablemente la zona geológicamente mas alta cruza diagonalmente la Cordillera Occidental en direccion al nudo

aparente de la cabecera del San Juan de Micay y a la angostura donde rompe el rio Patia la Cordillera Occidental.Mas adelante habrá ocasion de explicar la influencia isostática a que nos referimos.Segun la descripcion que Wolff hace de la seccion ecuatoriana de la Cordillera Occidental,no parecen asomar ahí sino los equivalentes de la serie de Baldequera,lo cual demuestra que dicha seccion es en término medio mas baja que la seccion colombiana comprendida desde el nudo de Frontino hacia el Sur.Como el nudo de Frontino es la zona culminante de la Cordillera Occidental y como hacia el Sur los niveles en los afloramientos de la serie del Cagua y del piso del Espinal no adquieren alturas tan considerables,se puede decir que el anticlinal de la Cordillera Occidental desciende axialmente desde el nudo de Frontino hacia el Ecuador.Este descenso es tanto mas notable cuanto que un descenso análogo-desde la seccion Cabo Corrientes-Cabo Garachiné hacia la costa del Ecuador-se observa en la Cordillera de la Costa.Estos descensos axiales son importantes para conceptuar la formacion del nudo Ecuatoriano sobre la base de la construccion orgánica.

La caracterizacion de la Cordillera Occidental como anticlinal se desprende de su condicion de cordillera cretácea colocada entre las hoyandinas terciarias del Cauca y del Pacífico.Lo complejo de este anticlinal se puede ver en el perfil de Buenaventura a Cali que acompañamos a este informe.Este perfil,que debe considerarse rudimentario en los pormenores,muestra las fallas principales de Cagua y de La Gentella que son fallas longitudinales y deben interpretarse como sobrescurrimientos.Estos sobrescurrimientos son plegofallas,o sea fallas que son efecto de fractura de plegamientos por exceso de presion.Ellos de ningun modo desfiguran el aspecto fundamental de anticlinal complejo que representa la Cordillera Occidental,como tampoco desfiguran los anticlinales y sinclinales generales que corresponden a las demas cordilleras y hoyandinas,respectivamente.

Ademas debe teherse muy en cuenta que los sobrescurrimientos son

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 sobrescurrimiento, 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 agreganos desde luego que los sobrescurrimientos 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 sepentrional 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 sobrescurrimientos. Estos sobrescurrimiento que pueden ser mas numerosos de lo que por ahora se deduce, sinembargo no son fuertes y su número desparece 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 Guachinte y de Pisapasito (La Ferreira-Timba) y region al Sur de Suarez). Una

relacion estratigráfica y tectónica igualmente regular se observa entre el Playon y Pan de Azucar y se puede suponer tambien para el contacto del terciario inferior con el cretáceo en el lado occidental del Meson,donde el cretáceo se levanta bruscamente a la Cordillera Occidental.Tampoco hay motivo para suponer sobrescurrimientos fuertes en la region de Las Vasitas(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 como los 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 los que se podria 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.Sinembargo no hay seguridad al respecto y la sucesion regular de W a E que se observa al Sur de Anserma Nuevo(serie del Dagua,piso del Aspinal 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 ámpliamente y a niveles

bajos,salvo naturalmente la virgacion de Urabá-Bolivar.Ella es,desde el nudo de Frontino hasta el Cerú una cordillera esencialmente cretácea con niveles geológicos excepcionalmente parejos.Esto demuestra que a grandes rasgos la Cordillera Occidental es un elemento destacadamente linear,condicion que vale tambien para la seccion argentino-chilena de la misma cordillera,seccion que está constituida en gran parte de sedimentos jurásicos.

Hoyandina del Cauca.

Segun 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 inferior y medio. De esta manera han quedado excluido los promontorios que se hallan principalmente hacia el lado de la Cordillera Central y que estan 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 caracteristicas de las cordilleras adyacentes y estan ligados a estas.

De las determinaciones estratigráficas se desprende que el terciario inferior que yace en discordancia con la serie de Caldequera 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 Catia hasta la region 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 amplia hacia la seccion antioqueña de la hoyandina del Cauca y se une posiblemente al área sedimentaria de Bolivar que corresponde a la parte meridional de la cuenca general del Caribe.Dados los niveles mas profundos que llega a ocupar el terciario medio de la seccion antioqueña en comparacion con el terciario inferior de las secciones del Valle y del Cauca,se reconoce hoy dia un descenso geológico general de la hoyandina desde la region del Cauca hacia el

Caribe(veáse tambien 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. Sinembargo 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 ademas sedimentos que pueden equivaler al terciario medio. El nivel alto a que se hallan estas formaciones indican un ascenso general desde la seccion colombiana de la hoyandina del Cauca hacia la seccion ecuatoriana. Esto es notable porque hemos visto que en la misma direccion descienden geológicamente las Cordilleras Occidental y de la Costa. Ello está conforme con la formacion del nudo Ecuatoriano, segun puntos de vista de la construccion 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. Ademas las observaciones hechas en relacion 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 tambien 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, segun se dijo, no son sino la expresion de plegamientos sometidos a una presion 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. Sinembargo 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 transgresion. De otro modo se puede conceptuar que se trate de un plegamiento invertido hacia el Oeste.-Los sobrescurrimientos que supone Grosse en la region de Colores evidentemente no existen. Primeramente se trata de una sucesion regular de los sedimentos metamórficos del grupo de Barrogan(precámbrico de Grosse) hacia los depósitos de la serie de Caldequera que tambien contienen sedimentos filíticos. En segundo lugar,la serie de Caldequera 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 Caldequera no se puede interpretar en este caso como base para un sobrescurrimiento;ella es en realidad testimonio de los paroxismos intercretáceos.-Una faja que podria 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 region del Salado hacia la poblacion de Ceilan,o sea en direccion 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 seria sino secundaria en comparacion con el plegamiento fundamental que tiene la hoya.-Como sobrescurrimiento tambien se podria 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 Morragan, luego la grupa serie de Saldequera 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 Saldequera, 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 ondulosos son muy comprimidos y varian contínuamente de orientacion, pero no se ha encontrado signo alguno que dé lugar a suponer sobrescurrimientos ni dislocaciones de otro órden.-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 Pinde-Carmelo, region Rosario y region La Yunga) en las partes reconocidas. En cambio es probable que en la calera de Los Serrillos (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 demas,el hecho de que la hoyandina del Cauca,como las demas hoyandinas(y valandinos) representen ramales de tectonismo suave en comparacion con las cordilleras(y serranias 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 relacion- 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 resúmen,la hoyandina del Cauca es un elemento linear-circular, es decir un sinclinal onduloso 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 onduloso,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 ademas 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 disminucion 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 comparacion 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 ponerar.

Cordillera Central.

La constitucion geológica de la Cordillera Central aun no se puede apreciar con la seguridad requerida porque no se ha podido resolver en definitiva el problema de la separacion entre el mesozóico y el paleozóico que ambos son metamórficos. El mesozóico metamórfico corresponde sobre todo al grupo de Barragan y ademas a las rocas de la serie de Valdequera, 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 Dolores (Cauca) en el Sur. A estas rocas que se extienden al menos en parte hasta la cumbre de la Cordillera Central (Pitayó-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 paleozóicas ocurren de seguro en el flanco oriental del macizo Antioqueño, al Oeste de Puerto Berrio, donde de Boeckh encontró graptolitos silurianos. Ademas es muy probable que el paleozóico tambien abarque la gran mayor parte de los sedimentos que se hallan en el flanco oriental y en la culminacion de dicho macizo, concepto que se respalda por los granitos neopaleozóicos hasta comesozóicos que los atraviesan en masa y por la correspondencia geológica del macizo Antioqueño con el macizo Santandereano de la Cordillera Central (ambos situados sobre la misma latitud y compuestos en mayor parte por sedimentos probablemente paleozóicos, en todo caso preeretáceos, que van atravesados y metamorfoseados por potentes masas de granito neopaleozóico hasta comesozóico). Del macizo Antioqueño hacia el Sur es difícil reconocer el paleozóico en vista del metamorfismo que se extiende al mesozóico y porque no se ha podido establecer separacion entre el grupo de Barragan y lo que podria ser paleozóico. La única faja en que se reconoce claramente el paleozóico es la del pié oriental de la Cordillera Central, donde el cretáceo no

se halla metamorfoseado,pero sí el paleozóico(Departamentos Tolima-y Huila).La gran extension 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 mas 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,segun referencia de Th. Wolf,Reiss y Stuebel encontraron resíduos cretáceos en la parte alta del trayecto ecuatoriano de la Cordillera Central,llamada ahí Cordillera Real y tambien 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 tambien hacia el Norte y hacia el Sur (1), y que estan 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 expresion orográfica de nudo.Desde luego el trayecto que media entre los nudos Antioqueño y Ecuatoriano corresponde a una depresion geológica en que predomina el cretáceo y que es mas angosta que los trayectos de los nudos.A juzgar por las alturas geográficas,el nudo Ecuatoriano es mas 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 direccion opuesta(hacia el Ecuador).Este ascenso se manifiesta tambien en la hoyandina del Cauca,pero las Cordilleras Occidental y de la Costa descienden en esa direccion.

La forma anticlinal de la Cordillera Central se desprende de los niveles altos de 3000 metros y mas que ocupan en ella las formaciones paleozóicas y del cretáceo inferior.Ademas se ha visto que la Cordillera Central no puede considerarse propiamente como un horst,sino representa mas 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 Mátaga) 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 Mátaga 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 xxxxx del límite de la Cordillera Central con la hoyandina del Magdalena,se puede ver por ejemplo en la region del rio Saldaña y tambien en la region de Rovira(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 néisicas 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 sinembargo es difícil porque el afloramiento del cretáceo es deficiente,porque este puede estar en parte metamorfoseado y en vista de las discordancias que muestran ahí las formaciones terciarias,sobre todo las 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 macizo Antioqueño de la Cordillera Central está formado de rocas paleozóicas,las cuales quedan a un nivel mas profundo en el macizo de Frontino(probablemente no asoman ahí).Al Sur de dichos macizos,la Cordillera Central va formada en la cumbre(3600-4000 m)por el cretáceo inferior y posiblemente por rocas palozóicas.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 mesozóicas 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 Baldequera(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 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 traves de la depresion del Banco que se presenta en la Cordillera Central entre los nudos Antioqueño y de Santa Marta). En contraposicion a lo que sucede en la hoyandina del Cauca, en la del Magdalena llega a asomar el cretáceo, en especial de la region 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 Baldaña y en la region de Alupjarra(Tolima), y en la region de Gualanday-Guataquí con conexion 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 rio Magdalena donde vienen a encontrarse y forman un puente geológico sobre la hoyandina. Forma mas 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 region al Este de Yunguillos(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 Catatumbo 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 onduloso por los citados promontorios o

salientes y ademas por las cuencas terciarias que ofrece(cuenca del Cesar,cuenca del Carare,Cuenca de Guamo-Natagaima,cuenca 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 orjental 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 traviesia 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 sobrecurrimiento fuerte se presente entre la Cordillera Oriental y la hoyandina del Magdalena desde la region de Hobo(Sur de Neiva) hacia Garzon,a juzgar por el contacto brusco de granodioritas,cretáceo ígneometamórfico y rocas mas antíguas con el piso de Honda de Hettner.Sinembargo en vista de la transgresion fuertemente discordante que muestra el piso de Honda hacia las Cordilleras,la presencia del sobrecurrimiento en el trayecto apreciado por nosotros(al Este de Puente del Colegio-Hobo) es muy insegura.

De Neiva hasta la region de Útica 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-Jerusalen 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 seccion de la serrania de Ocaña donde los contrastes entre los niveles paleozóicos de la serrania y el terciario de la hoyandina del Magdalena son muy fuertes,pueden presentarse sobreescurrimientos muy fuertes,pero ellos no serian 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 caracter 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 construccion orgánica en la misma forma como los plegamientos de tamaño comun,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 ondulosos y de ondulaciones que no estan 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 la formaciones anterioes es todavia 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 distincion a las Cordilleras Central y Occidental,ella contiene zonas vastas del terciario medio y superior y en distincion a la Cordillera Occidental hay zonas considerables donde afloran rocas premesozoicas (pre-jurásicas quizá) que consideramos en general como paleozóico (piso de Boápaga 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 seccion 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 Guantiva. Estas rocas, atravesadas por la masa de granitos neopaleozóicos hasta comesozóicos, 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 antíguas 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 Neiva. De Neiva al Sur, las rocas antíguas tienden a traspasar al flanco occidental de la seccion angosta huilense de la Cordillera Central (region al N y al Sur de Garzon).- En Venezuela, las grandes extensiones de rocas antíguas 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 paleozóico 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 paleozóico 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 las 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 antíguo de los Andes, lo mismo que el nudo Antioqueño.

Siguiendo el interior de la Cordillera Oriental, ella se presenta como anticlinal muy onduloso 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 Suaza, rio 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 rio Suaza, 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 orografica 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 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 solevantadas) en los Vorlands. En el Vorland Oriental se forma la mesa general del Caquetá (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 Caquetá. Segun las investigaciones de v. Bauer, la mesa del Caquetá 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 obsservacion 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 2000m de profundidad. En el Vorland Oriental se trata de una zona baja que se desarrolla alrededor del río 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 deduccion 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 ámpliamente ondulosa y ofrece cuencas separadas por dinteles,siendo las cuencas las zonas de mayor sedimentacion 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 sedimentacion 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 contraida y por lo mismo no ofrece subdivision linear 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 caracter eutectónico del lado occidental y el caracter 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 tambien 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.

<u>El geoanticlinal Andino</u>.

Si los niveles que hemos determinado con respecto a los ramales andinos se colocan en un perfil esquematico 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

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 resíduos 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 Payua y del piso del Espinal muestran un desarrollo notablemente uniforme y se componen esencialmente de materia arcillosa y(piso del Espinal)lidítica.Las calizas y las areniscas son escasas, lo mismo que los conglomerados.En el tiempo de Valdequera y en parte tambien ya en el tiempo del Espinal 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(Quetame-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.

hauetriviano,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 calcos aunque la participacion de arcilla es alta y suele predominar regionalmente.Tambien son frecuentes los conglomerados del barremiano y quizá hasta del Hauteriviano hacia los bordes de las antíguas masas terrestres.El volcanismo del cretáceo que es tan intenso en el Occidénte,se restringe en el Oriente a la zona marginal de la Cordillera Central y abarca a veces hasta el pié 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 esta particularidades de las rocas de la fase geosinclinal,los terrenos de espectativas petrolíferas y carboníferas del Orientede 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 mineralizacion abundante y especial(platino,niquel,cromo,asbesto,etc),la cual hasta cierto punto sevpueda 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 geoanticlinal 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 ámplias 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 del Cagua y zona de Calimbo) 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 onduloses y a grande escala estas ondulaciones producen diferencias de altura con respecto a la superficie preandina que llegan a ser hasta mas de 3000 m, segun se ha visto. Ademas se reconocen en la Cordillera Orisntal 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 onduloso de la Cordillera de la Costa. La Cordillera de la Costa en si muestra un tectonismo todavia muy intenso.

El cuadro del geoanticlinal ademas permite establecer los rasgos de simetria tectónica que existensobre la base de la Cordillera Central como eje. Esta simetria 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 simetria por motivo de los subplegamientos que muestra el Vorland Occidental, la simetria de la mesa del Caquetá con la mesa submarina al Oeste de La Gorgona, como tambien la probable simetria 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, magmática y metamórfica se ha puesto de relieve en el cuadro 4 del Anexo. Los comprobantes se hallan en la presente descripcion y en el cuadro estraigráfico 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 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 tambien 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 linear que tiene hoy dia el Occidente de Colombia y sobre todo el Occidente Andino del país,merece destacarse el hecho de que su preformacion se destaca desde la fase geosinclinal,tiempo en que la configuracion del subgeosinclinal oriental ya revela caracteres notablemente ondulosos(nudo 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 arci-

llosos y solo ocasionalmente(boqueron del rio Magalagrande y algunos puntos de Antioquia que menciona Scheibe) se encuentran conglomerados que indican la cercania 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 pié oriental de la Cordillera Central a base de la transgresion y de los conglomerados hauterivianos-barremianos que se hallan ahí.En vista del caracter 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 hundia la superficie preandina.

En relacion con la intensidad del tectonismo a traves del ciclo andino se hace la observacion 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 formacion 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 demas se puede decir que la evolucion tectónica de la fase geosinclinal ha sido muy tranquila,debido probablemente a que ella se desarrolla sobre un antíguo orógeno senil o en general sobre una masa rígida.A raiz 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 transicion del terciario medio al

terciario superior.La ereccion de los Andes se realiza en dos paroxismos relativamente cortos,uno de los cuales corresponde mas o menos a la transicion del mioceno medio al mioceno superior,y el otro-el mas fuerte detodos-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 dia 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.Al 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 nudos y en

las cuencas

En la Cordillera Occidental,la cual pasa por los departamentos del Valle y del Cauca,la subdivision linear 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 linear 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 Sinceiejo que va de San Andres hacia El Carmen y el depto. del Atlántico.

2)el valandino oriental,o del Sinú que se extiende sobre todo por los planos del rio Sinú.

3)la serrania central,o de Abibe que se halla bien definida y que se ensancha y desciende al Norte.

4)el valandino occidental,odel Acon que es estrecho y bajo y que se desarrolla desde la region del Chaquenodá hacia el rio Acon y el golfo de Urabá.

5)la serrania occidental que en el primer trayecto de virgacion,comprendido entre el curso bajo del rio Sucio 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 A. Beck y,en el departamento del Atlántico,por O. 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 serrania oriental en la region de Tucuré se halla caracterizado por el asomo de sedimentos del tipo de los del piso del Mapinal,los cuales parecen hundirse mas al Este bajo gruesos sedimentos del terciario.En segundo lugar se desprende de los estudios de Beck y de Stutzer que la serrania en su calidad de anticlinal complejo se hunde desde la region de San Andres-Carmen hacia el departamento del Atlántico,siendo entendido que en la primera region 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 serrania oriental en la region de la virgacion de Urabá-Bolivar se debe evidentemente a que queda afectada por la gran depresion del Banco de la Cordillera Central,la cual separa los hudos Antioqueño y de Santa Marta.-Debido probablemente a la influencia de la depresion del Banco,el valandino oriental en la virgacion de Urabá-Bolivar aparece geológicamente alto y está compuesto en la region de Tucuré por sedimentos del terciario inferior.Sinembargo los niveles geológicos son mas bajos que los de la serrania de Abibe que,a igual de la serrania oriental,desciende desde la region de Sabeiba(mesozóico)hacia la costa septentrional de Urabá(terciario inferior hasta superior).Este descenso es notable porque al Norte del Alto Carepa, la serrania central(Abibe)sufre una virgacion especial segun la cual la parte interior de la serrania 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 serranias con el de cordones).-El valandino del Leon consta al Sur de Cavarandocito de sedimentos terciarios conservados en cuencas separadas por fajas mesozóicas.Al Norte de la citada poblacion,el valandino está cubierto por acarreo pero el descenso transversal del piso del Cuchillo(piso de Combia) indica desde el flanco occidental de la serrania 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 serrania occidental se halla deprimida en el paso por el bajo rio Sucio y de ahí hasta Sautatá, lugar situado en el bajo Atrato donde vuelve a asomar el mesozóico (probable piso del Espinal).La única elevacion que se observa en la depresion es la Loma del Cuchillo la cual va formada de dioritas oscuras que pueden corresponder al cretáceo.Esta depresion se compensa esencialmente con el levantamiento transversal de la hoyandina del Pacífico en el divorcio Atrato-Tuyra("serrania" del Darien) que consta segun Wyse de rocas trapeanas (?cretáceas).

Al perseguir los citados elementos lineares de la Cordillera Occidental en direccion a los departamentos del Valle y del Cauca, la presencia de residuos de sedimentos que probablemente corresponden al terciario inferior(en la region de Cañas Gordas,segun muestras recogidas por Lehr Heyder,y en la region de Urmen del Atrato,segun muestras recogidas por A. White Uribe)y que se alinean sobre la faja tectónica del valandino oriental indican la continuacion meridional de este valandino y ademas la de las serranias oriental y central.La serrania oriental,segun se desprende de la descripcion estratigráfica,está compuesta esencialmente de sedimentos de la serie del Dagua y del piso del Espinal y en lo demas forma la parte alta de la Cordillera Occidental.En estas condiciones se puede considerar definida en relacion con el valandino oriental.Estas condiciones se perciben desde la region de Cañas Gordas-poblacion de Antioquia hasta la region del nudo del Rio Frio.Desde este nudo hacia el Sur, hasta el borde septentrional del valle del Patia,la serrania oriental ofrece niveles en término medio bajos,caracterizados por las rocas de la serie de Saldequera que alcanzan ahí niveles medios de 2000 hasta 2500 m.Este nivel relativamente bajo de la serrania oriental se debe evidentemente a que la serrania del Dagua que forma el borde occidental de la Cordillera Occidental en esta seccion ofrece enfloramientos

un nivel geológicamente alto,caracterizado esencialmente por la serie del Dagua que llega ahí hasta niveles de unos 2000 metros.A esta elevacion corresponde en la seccion correspondiente de la Cordillera de la Costa una depresion submarina.- Debido a que la serrania oriental se halla compuesta en la seccion referida por rocas de la serie de Saldequera,las cuales tambien caracterizan el terreno que sigue hacia el Oeste hasta el pié oriental de la serrania del Dagua y que probablemente refleja el Valandino oriental,la determinacion de diferencias de niveles entre la serrania y el valandino todavia no se puede hacer a satisfaccion,tanto mas cuanto se trata de un terreno geológicamente complicado(vease perfil Buenaventura-Dagua-Cali).-En cuanto a la serrania del Dagua ya hemos expuesto nuestra opinion acerca de que se trata de un trayecto de la serrania central de la Cordillera Occidental.Esta determinacion se basa en la observacion 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 serranias y valandinos exteriores de dichas cordilleras en la misma direccion.Este descenso que se refleja a grandes rasgos en los ramales andinos desde Bolivia hacia la Argentina(véase cuadro 3 del Anexo)implica la incorporacion de los elementos lineares a los Vorlands respectivos.De acuerdo con esta observacion consideramos que tanto la serrania occidental como tambien 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 deduccion se respalda con la reparticion del platino en esa seccion de la Cordillera Occidental, la cual se desarrolla sobre la faja exterior,o sea en general sobre la serrania del Dagua(parte occidental de la serrania del Dagua, segun Stutzer,y region del rio Jolies o Jolí,segun J. M Ayerbe).Siguiendo al Norte de Quibdó,el platino se reparte típicamente sobre la serrania central de la Cordillera Occidental y es sin duda un indicador sensible para reconocer el desarrollo de la serrania 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 agua.El valandino occidental y el cordon occidental deben hallarse incorporados en esta parte a la hoyandina del Pacífico. El hecho de que el valandino oriental no se destaque en la seccion de los departamentos mencionados con respecto a la serrania oriental, no implica su no existencia en vista de que los elementos lineares varian de nivel de acuerdo con los puntos de vista del principio de la construccion orgánica.

En la Cordillera de la Costa,la determinacion de los elementos lineares medianos no se ha podido realizar,pero se vé al Norte de Cabo Corrientes que la subdivision 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 rio Baudó que asciende hacia el Norte.

En la Cordillera Central que es el ramal mas antíguo de los Andes, la subdivision segun serranias y valandinos no se reconoce,pero juzgamos que se pueda determinar en principio sobre el descenso del nudo Antioqueño hacia la depresion del Sanco,segun la observacion de que hacia las depresiones fuertes,o sea en principio en las transiciones o virgaciones la construccion linear se halla mejor expuesta.A favor de esta posibilidad habla el curso de los rios en dicho descenso.

En las hoyandinas,donde el tectónismo es menos intenso que en las cordilleras y donde se presenta sobre todo plegamientos ondulosos, la determinacion de los valandinos y de las serranias se dificulta por ahora,pero es probable que en la hoyandina del Cauca que es la mas fuertemente contraida,la determinacion 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,contígua 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-Cupia y de Sopetran en flanco de las cuencas,de acuerdo con el principio de la construccion orgánica.En el promontorio de Risaralda,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 ondulosas los elementos lineares sufren muchas modificaciones que dificultan su identificacion.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 serrania 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 construccion orgánica.Esta serrania 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,ademas en el ppomontorio de Popayan sobre la faja que va de Guilichao hacia la poblacion de Ovejas.Un estudio mas detenido en este sentido y sobre las indicaciones hechas debe mostrar si la subdivision tambien se percibe en el promontorio de Buga donde el valandino del lado oriental parece estar formado de las rocas de la serie de Saldequera.

En las demas hoyandinas y en general en los Vorlands,la intensidad tectónica parece ser demasiado débil,de manera que prevalecen las ondulaciones.Consideremos que rudimentariamente,la subdivision 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 Dagua y del piso del Cauca. Con respecto al piso del Espinal no hemos encontrado sitios en que hubiere una exposicion tectónica de mayor extension. La serie de Baldequera 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 ámpliamente 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 enmedio 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 Dagua se halla en la angostura del rio Dagua 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 contraidos, 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 Pinde y Las Cruzitas,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 linear en la region de Guachinte hasta el rio Claro y aun hasta Chipayé,y en el trayecto que abarca desde el rio Pinde al Sur al menos hasta el rio Teguengue.El reconocimiento del caracter linear 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 linear ya que se desarrollan longitudinalmente a los plegamientos.Es notable que aun en trayectos ondulosos del semiplano del Carbon,como en el que asciende geológicamente desde el rio Lile hacia la region al Oeste de Yumbo,la estructura linear 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 linear 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 Canoa(frente a Buga).Este tipo linear 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 Central,los elementos lineares menores solo se destacan en cortos trayectos debido al caracter onduloso prevalente que tiene la tectónica.Los cordones de Buenos Aires y de La Chapa que ascienden desde la cuenca de Cali hacia el promontorio de Popayan representan trayectos de anticlinales complejos,entre los cuales el de Buenos Aires es estrecho y probablemente se halla sobrescurrido mientras el de La Chapa se distingue por una zona axial ámplia 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 La Chapa y La Vetica es notablemente contraido y al mismo tiempo muy ondulose. El desarollo 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.Sinembargo por la analogia 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 a asomar 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 Caldequera,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 suposicion 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.Ademas 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 sobrecurrido en parte, limita hacia el Occidente con el anticlinal cretáceo del Almendronal que tambien asciende hacia el Sur y se confunde en el borde occidental del promontorio de 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 construccion linear en la tectónica del piso de Combia que forma el subsuelo y en parte la superficie del semiplano de Iberia. A traves 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 determinacion de las estructuras lineares. Sinembargo los contrastes litológicos que existen entre la serie de Valdequera (rocas volcánicas) y el grupo de Barragan (sedimentos) y ademas 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 Valdequera que se desarrolla al Oeste del Volcan de Puracé en la faja coconuceña del rio 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 triturameinto que se manifiesta en la serie de Valdequera cerca del puente Uribe Uribe sobre el rio Cauca indica que el "sinclinal" de Coconuco se halla fracturado. Esta misma

estructura,caracterizada como faja de la serie de Paldequera 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 Jamboló(Palo).La travesia de Tacueyó hacia Caloto demuestra que a esta latitud ya no se distinguen las rocas de la serie de Paldequera de la faja que viene de Coconuco.Esto indica que el sinclinal de Coconuco 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 sub plegado y ademas onduloso.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 Paldequera.El flanco oriental,al menos hacia el suroriente(region al Oeste de Silvia) tambien va formado por la serie de Paldequera.Desde el cerro de La Solapa hacia Ovejas la faja axial del anticlinal que llamaremos de La Solapa se encubre ámpliamente con el piso de Popayan,pero todavia en el rio Ovejas, al Norte del caserio de Ovejas,asoma el grupo de Barragan.Este vuelve a aflorar ámpliamente en la region que queda al Este de Popayan y sigue de ahí hacia la region al Oeste de Timbío y Dolores,siendo entendido que su rumbo general NNE-SSW está sometido a curvaturas.-

Al Este del sinclinal de Cocomucos 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 Jamboló

y tambien hacia el páramo de Moras, direccion en la cual el declive aparece relativamente suave. La estructura anticlinal del cerro de Ulquinto en lo demas va reflejada muy bien por el muy suave anticlinal que caracteriza el piso de Popayan al Sur del ascenso del camino de Pitayó al páramo de Moras. La continuacion de este anticlinal hacia la region del Puracé no se puede investigar porque en las partes exploradas el grupo de Barragan se halla encubierto por el piso de Popayan. Sinembargo su desarrollo en esa direccion no solo está respaldado por la faja dela serie de Valdequera que sigue a Coconuco, sino tambien por el hecho de que en el lado oriental del anticlinal-tanto en el páramo de Moras como al Este del Puracé-se desarrolla la faja néisica del Mazamorras. Los estudios hechos en el Mazamorras y en el páramo de Moras indican que en los neises no hay puntos de apoyo para juzgar de la tectónica. La travesia por el páramo de Moras indica que ella debe ser muy complicada, sobre todo en relacion con las intrusiones de caracter diorítico. En todo caso el nivel alto que ocupa la faja néisica indica que ella corresponde a la culminacion geológica de la Cordillera Central.-En relacion con las estructuras que siguen al Este del páramo de Moras, en el flanco oriental de la Cordillera Central, es muy llamativa el anticlinal ámplio del rio Paez. El interior de este anticlinal está formado del maciza granodiorítico del Paez, en cuyo lado oriental (al W del puente del Narvaez) pasa una dislocacion que probablemente coincide con el sobrescurrimiento que Grosse determina en la misma estructura al Este de La Plata. Al Sur de la línea Coetando-Potrerillos el interior del anticlinal está formado de filitas que consideramos ahí paleozóicas en vista de que van superpuestas por el cretáceo inalterado (barremiano bajo o hauteriviano alto), segun se desprende del ascenso desde Coetando hacia Potrerillos. El flanco oriental de este anticlinal va superpuesto en el puente del Narvaez (cerca de Nátaga) por sedimentos lidíticos que corresponden a niveles del turoniano y que luego traspasan a los sedimentos senonianos comunes (conjunto superior del piso de Guadalupe), sustituidos hacia Carniceria por materiales

volcánicos.El flanco oriental en que no solo asoman las granodioritas sino tambien los esquistos paleozóicos va superpuesto de conglomerados y niveles volcánicos del hauteriviano hasta barremiano a los cuales siguen las calizas barremianas y los subsiguientes sedimentos esquistosos hasta margosos.Entre Belalcazar y Vitoncó las calizas yacen encima de un nivel pizarroso,esquistoso y lidítico que es especialmente grueso(mas de 1000 m)entre Vitoncó y Tálaga y que probablemente refleja la facies del piso del Espinal del Occidente.En nuestro concepto,este nivel posiblemente no solo abarca hasta el hauteriviano sino puede llegar hasta el valangiano y posiblemente hasta el portlandianc.-Hacemos referencia a la superposicion variable de los niveles cretáceos sobre el lacolito del Paez porque demuestra la variabilidad de las transgresiones en un recinto de poca extension en el cual seguramente no ocurren dislocamientos,excepto el que se presenta en el lado oriental de la masa granítica misma.Estas transgresiones variables no se pueden interpretar como sobrescurrimientos como lo ha juzgado Grosse con respecto a estructuras del departamento del Huila.

Con respecto a las orientaciones que llevan las estructuras lineares llama la atencion que la preferente sea la NNE,o sea la que va paralela al borde oriental de la Cordillera Occidental desde el departamento de Nariño hasta el del Valle.Secundariamente se observa la orientacion N(region de Jambaló-Tacueyó) y la NE(faja tonalítica de Bitaco-Media Canoa).Se entiende que en los pormenores las orientaciones estan sujetas a múltiples variaciones que dependen en gran parte de los elementos circulares.

La observacion de los rumbos desde luego tiene importancia porque en donde cambia el rumbo de plegamientos mayores o menores se forman depresiones y cuencas o artesas,las cuales se compensan con la formacion de nudos y cúpulas en sentido longitudinal y transversal,como sucede por ejemplo en las cuencas de Bogotá y de Maracaibo.

B.-ELEMENTOS CIRCULARES.

Elementos circulares principales.

Queda entendido que bajo la expresion de elementos circulares se entienden las ondulaciones tectónicas cuyas formas regulares son las cúpulas o en mayor escala los nudos, y las artesas o en mayor escala las cuencas.

Entre los elementos circulares de mayor tamaño que hay que consultar en relacion con la geologia general de los departamentos del Valle y del Cauca, se presentan dos que abarcan todo el ancho de la faja orogénica andina y estos son el nudo Ecuatoriano, y la cuenca Caribe que corresponde al mar Caribe. El nudo Ecuatoriano se destaca como cúpula compleja de mayor tamaño porque en la seccion ecuatoriana, la Cordillera Central que es el eje orogénico, alcanza su mayor altura geológica, mientras las Cordilleras Oriental y Occidental, lo mismo que las hoyandinas del Cauca y del Magdalena son considerablemente mas bajas y tienden a refundirse en el flanco del nudo. La Cordillera Central consta en la seccion ecuatoriana de sedimentos muy probablemente paleozóicos, desde luego que en su cumbre y en su lado oriental se conservan resíduos de sedimentos inalterados (pizarras blandas con restos de peces; caliza bituminoso del cerro Hermoso) que cita Wolf y que no pueden ser sino cretáceos. Estos se colocan sobre las formaciones metamórficas que en nuestro concepto son paleozóicas sobre todo. En direccion hacia Colombia, la Cordillera Central (llamada por Wolff con respecto al Ecuador Cordillera Oriental) desciende de nivel geográfico hacia Pasto y los estudios de Grosse en las vertientes del Magdalena y los nuestros en la seccion del Cauca y del Valle demuestran que es geológicamente mucho mas baja que en el Ecuador porque hasta su cumbre se presentan sedimentos metamórficos del cretáceo. Igual descenso tiene la Cordillera Central hacia el codo del Marañon, donde se le superponen sedimentos cretáceos y tambien liásicos. El descenso geológico hacia el Oriente (Napo) que

solo se conoce a rasgos generales,está formado segun Wolf de rocas metamórficas antíguas que van superpuestas mas al Oriente por probables sedimentos cretáceos cuya presencia ahí se respalda con el rumbo que tiene el cretáceo del pié oriental de los Andes tanto en Colombia como en el Perú.En este declive oriental parece evidente que la Cordillera Oriental y la hoyandina del Madalena que ya se desvanecen en el curso alto del Caquetá se confunden enteramente en el flanco oriental del nudo Ecuatoriano.El flanco occidental del nudo que se conoce mejor y donde pasan la hoyandina del Cauca y la Cordillera Occidental,no es tan perfecto como el flanco oriental debido a la mayor intensidad tectónica que caracteriza el lado occidental de los Andes.Sinembargo la transformacion en flanco que sufren ahí los ramales mencionados es muy avanzada.Esto se colige por ejemplo de que en la region de Cuenca,la hoyandina del Cauca está compuesta de sedimentos del cretáceo inferior que se recuestan sobre las rocas antíguas de la Cordillera Central y que hacia Oeste van superpuestas por el ~~xixx~~ cretáceo volcánico que corresponde al cretáceo medio y superior y que compone el declive de la Cordillera Occidental hacia el Pacífico.Tambien al Norte de Cuenca,el nivel geológico bajo que acusa el cretáceo volcánico de la Cordillera Occidental con respecto a la Cordillera Central demuestra la fuerte tendencia de transformacion de esta cordillera y de la hoyandina del Cauca en flanco del nudo Ecuatoriano.Esta particularidad se manifiesta mejor si se tiene presente que en la seccion colombiana(Patia hasta Antioquia)la hoyandina del Cauca es geológicamente muy profunda en comparacion con las Cordilleras Occidental y Central y que en la region del nudo de Frontino,los niveles geológicos de ambas cordilleras tienden a igualarse.-Por lo visto el nudo Ecuatoriano es una cúpula compleja de gran tamaño,o sea un nudo.

La forma de cuenca,o sea de artesa de gran tamaño que tiene el mar Caribe está a la vista.El interior representa una zona marina cuyo fondo llega a los 4000 y 5000 m.Este fondo relaticamente parejo

va bordeado en contorno por una faja isleña y bajos marinos hacia el Oriente y Norte, por la seccion panameña-costaricense al Oeste y por la zona Caribe de Colombia y Venezuela al Sur. Los flancos de esta cuenca van formados por anticlinales curvos y complejos, entre los cuales el de las Antillas equivale al trayecto caribe de la Cordillera Oriental y el de Centroamérica al trayecto caribe de la Cordillera Occidental. La representacion se puede ver en el cuadro Nº 1 del Anexo.

Como nudos y cuencas grandes, pero notablemente menores que los descritos, se destacan en Colombia los que se refieren a los ramales andinos, es decir a las cordilleras y a las hoyandinas. Los nudos se presentan de preferencia en las cordilleras mientras las cuencas se manifiestan en las hoyandinas sobre todo. En la Cordillera Oriental se presentan de Norte a Sur el nudo Santandereano, la cuenca de Bogotá y el nudo de Sumapaz y en Venezuela la cuenca de Maracaibo. Todos estos elementos circulares estan centrados en la serrania central de la Cordillera Oriental, en especial sobre sus culminaciones (nudos) y sobre sus depresiones máximas (cuencas). En cambio los nudos de Mérida, de Caracas y de Paria estan centrados esencialmente en la serrania oriental de dicha cordillera y se extienden luego en descenso hasta la serrania occidental, en la forma compleja que caracteriza los elementos de este tamaño. Entre los nudos conviene hacer mencion al Santandereano que está formado de rocas paleozóicas que alcanzan niveles mayores de 3000 m y que van cubiertas en parte por sedimentos cretáceos relativamente débiles. Teniendo en cuenta los vectores altos de Ocaña-Perijá y de Boyacá, el nudo Santandereano se encubre hacia los flancos de sedimentos cretáceos y tambien en parte de sedimentos terciarios, de manera que la forma cupulosa se halla claramente definida. El

descenso geológico hacia la cuenca de Bogotá como tambien hacia la cuenca de Maracaibo es de muchos miles de metros,segun se desprende del hecho de que en el interior de dichas cuencas el paleozóico queda a grandes profundidades,muy por debajo del nivel del mar.

En la hoyandina del Magdalena que en el Norte toma el rumbo del Cesar resaltan las cuencas principales del Cesar,del Carare y del Guamo las cuales estan formadas en el interior por terciario y hacia los bordes por cretáceo,el cual tambien asoma dentro de la hoyandina formando los dinteles geológicos que separan las cuencas. Entre la cuenca del Cesar y la del Carare y entre esta y la cuenca del Guamo hay comunicaciones por el borde de la Cordillera Oriental que estan representadas por angosturas terciarias,en forma análoga como las hay entre las cuencas de la hoyandina del Cauca.Entre las cuencas del Carare y Guamo la comunicacion está obstruida entre Tocaima y el codo del rio Magdalena abajo de Coello por un anticlinal de rumbo NE.La delimitacion de la cuenca del Cesar hacia el W está indicada por el afloramiento de porfiritas probablemente cretáceas que determinó Weiske en la region del Banco y que representan el desarrollo del lado oriental de la depresion del Banco que afecta la Cordillera Central.-Los promontorios que evidentemente se manifiestan principalmente hacia la Cordillera Central no se destacan tan sencillamente como los promontorios de la hoyandina del Cauca.El principal que se desprende del estudio de Grosse sobre el Huila-Caquetá se halla en el divorcio del Magdalena con el Caquetá.Otro se presenta en la region del Saldaña,mientras los promontorios probablemente cretáceos de Ibagué-Honda y de Limití son bajos,el de Ibagué-Honda cubierto del piso de Honda.

En la Cordillera Central se presentan de Norte a Sur el nudo de Santa Marta,la depresion del Banco que aprovecha el rio Magdalena para separarse de la hoyandina de su nombre,el nudo Antioqueño,la depresion general que media entre dicho nudo y el nudo Ecuatoriano,y el nudo Ecuatoriano que tambien es una zona cupulosa de la Cordillera Central.Se vé que en este trayecto

no se presentan cuencas,salvo quizá en el lado occidental de la depresion del Banco,pero está cuenca que limitaria con la serrania de Sincelejo puede estar centrada en la hoyandina del Cauca.El nudo de Santa Marta se caracteriza como masa cupulosa no solo por su forma morfológica sino tambien por el hecho de que está constituido de rocas preterciarias bordeadas hacia el pié del nudo por sedimentos cretáceos y terciarios.La depresion del Banco está cubierta casi totalmente de sedimentospleistocenos y neoterciarios que se colocan ahí probablemente sobre un lomo subterráneo indicado por la hilera de cerros de porfiritas seguramente cretáceas que pasan cerca de El Banco.El declive que tienen los nudos de Santa Marta y Antioqueño hacia esta depresion indica en lo demas que se trata de una depresion geológica muy fuerte.-El nudo Antioqueño está formado en su cima y en el lado oriental por rocas que seguramente son paleozóicas y que probablemente van cubiertas por resíduos cretáceos.El flanco occidental está formado segun Uspina, Scheibe y nosotros por sedimentos mesozóicos los cuales se desarrollan luego al Sur y forman la mayor parte de la depresion alta que media entre los nudos Antioqueño y Ecuatoriano.La forma de cúpula que tiene el nudo Ecuatoriano ya se ha descrito.

En la hoyandina del Cauca que ofrece mayor intensidad tectónica, la sucesion de cuencas y nudos(promontorios) es mas palpable que en la hoyandina del Magdalena,que es comparativamente de menor intensidad tectónica.La sucesion de Sur a Norte es la siguiente:

1)cuenca del Patia,estudiada por Grosse
2)promontorio de Popayan,ligado a la Cordillera Central
3)cuenca de Cali
4)promontorio de Buga,ligado a la Cordillera Central
5)cuenca del Quindio,ligada
6)promontorio del Risaralda,ligado a la Cord. Occidental
7)promontorio de Manizales,ligado a la Cordillera Central
8)cuenca de Fredonia-Supia
9)promontorio de Titiribí,ligado a la Cordillera Central
10)cuenca de Sopetran
11)promontorio que se desarrolla al Norte de Sopetran.

Todos los promontorios citados,excepcion hecha del promontorio del Risaralda que va ligado a la Cordillera Occidental,estan formados por formaciones mesozóicas entre las cuales se conserva sobre sinclinales el terciario(nudos de Titimbí y de Popayan).Las cuencas que en parte estan cubiertas por el pleistoceno y el piso de Popayan, estan formadas de terciario.La forma geológica de cuenca que tiene el valle del Patia está a la vista en el mapa de Grosse.La cuenca de Cali se deduce del descenso septentrional de las estructuras de La Chapa y de Buenos Aires,ademas del descenso transversal de los plegamientos del terciario inferior en el lado del la Cordillera Occidental y del descenso del cretáceo que se deriva de la sucesion estratigráfica en el lado de la Cordillera Central y del promontorio de Buga.La cuenca del Quindio está formada hacia el interior por sedimentos del piso de Combia,segun se desprende del levantamiento Zarzal-estacion de Caicedonia.Estos sedimentos se levantan hacia el cordon de Santa Bárbara que representa el borde geográfico occidental de la cuenca.A juzgar por los sedimentos del terciario medio hasta inferior que tienden a levantarse al Oeste del cordon, el borde geológico queda mas al Occidente.Hacia el Sur,el cretáceo de la faja Caicedonia-Sevilla se levanta al nudo de Buga en una zona muy ancha que todavia se observa en el rio Bugalagrande.Hacia la Cordillera Central y hacia el promontorio de Manizales se presentan las rocas metamórficas que pueden ser del mesozóico,pero el cretáceo volcánico(serie de Valdequera)queda encubierto por el piso de Popayan que forma el altiplano del Quindio.-La cuenca de Fredonia-Supía se halla representada en los mapas geológicos de Scheibe y de Grosse,lo mismo que la cuenca de Popetran.-El promontorio de Popayan está generalmente encubierto por el piso de Popayan,pero su caracter de promontorio se manifiesta con toda claridad por el asomo del mesozóico en La Tetilla,en La Yunga,en el puente real del rio Hondo y en el curso del rio Cauca y del rio Palacé que queda al Oeste de La Tetilla. Ademas se comprueba la forma de promontorio que

tiene el altiplano de Popayan con el descenso(onduloso)que tienen los anticlinales de Buenos Aires y de La Chapa hacia el interior de la cuenca de Cali.Este promontorio se halla ligado a la Cordillera Central,segun se desprende del afloramiento de rocas mesozóicas metamórficas al contacto del altiplano con la Cordillera Central y de la angostura del terciario inferior,llamada de Morales,la cual desliga al promontorio de la Cordillera Occidental.-El promontorio de Buga parece estar íntegramente constituido de formaciones mesozóicas,exceptuando el sinclinal de Ceilan y la faja terciaria del semiplano de Iberia que introduce una depresion del terciario inferior por la quebrada del Ahorcado hacia la Cordillera Central. Los bordes del promontorio de Buga estan formados de las rocas de la serie de Saldequera y solo en una parte del semiplano de Iberia(mesozóico metamórfico) y en la faja granítica de San Pedro esta delimitacion se altera.El interior,segun se desprende de la abundancia de sedimentos grafíticos que lleva el rio Tuluá debe estar constituido esencialmente del grupo de Barragan.-El promontorio que probablemente está íntimamente ligado a la Cordillera Central,va separado de la Cordillera Occidental por la angostura de Buga-Cartago que representa una angostura terciaria que se desarrolla desde la cuenca de Cali hacia el Norte.La presencia del terciario en el subsuelo de esta angostura se deduce del descenso transversal del piso de Combia desde el semiplano de Iberia hacia el plano del Valle y tambien del descenso del cretáceo de la Cordillera Occidental en la misma direccion.-El promontorio del Risaralda está formado de sedimentos terciarios,segun se infiere de las informaciones acerca de la existencia de carbon en él y de los sedimentos que lo componen.Segun la forma geográfica,este promontorio se halla desligado de la Cordillera Central por la angostura que sigue el rio Cauca en el trayecto correspondiente y se halla ligado a la Cordillera Occidental hacia la cual deben levantarse los sedimentos terciarios.El promontorio de Titiribí con sus subplegamientos sobrescurridos ha sido descrito por en el estudio de Grosse sobre Antio-

quia y en el mapa que lo acompaña.En el mismo estudio se halla expuesta la parte septentrional del nudo que se levanta al Norte de Sopetran y que parece extenderse desde la Cordillera Central hasta la Occidental.

En la Cordillera Occidental se destacan los elementos circulares grandes tan solo en la seccion que se desarrolla desde el nudo de Frontino al Norte.Uno de estos elementos es el nudo de Frontino y el otro la cuenca que hemos llamado del Darien que se presenta al Norte de la virgacion de Urabá-Bolivar.Al Sur del nudo de Frontino,la contraccion linear fuerte que ha sufrido la Cordillera Occidental ha suprimido el desarrollo nítido de las ondulaciones grandes.Los nudos de Rio Frio y de Anserma Nuevo por cierto parecen extenderse geológicamente hasta el pié occidental de la Cordillera Occidental,lo mismo que probablemente el nudo de la vertiente del San Juan,pero ellos son mas bien típicos para los subramales andinos de la Cordillera Occidental y por este motivo se describen en relacion con los subramales.-El nudo de Frontino se destaca como zona culminante de la Cordillera Occidental porque alcanza niveles geográficos altos que geológicamente son mas destacados porque las formaciones predominantes en su cumbre son el piso del Espinal y la serie del Dagua.Hacia Urabá y Bolivar,estas formaciones y los equivalentes de la serie de Baldequera que probablemente muestran facies arcillosa areniscosa,se hunden bajo el grueso manto terciario del terreno de virgacion,mientras hacia el Sur el piso del Espinal y la serie del Dagua se encubren de la serie de Baldequera,excepto en el vector de la seccion de la serrania oriental que se prolonga desde el nudo general de Frontino hacia el nudo del Rio Frio.Hacia las hoyandinas del Cauca y del Magdalena, el mesozóico del nudo de Frontino desciende profundamente y se cubre de sedimentos terciarios.-La cuenca del Darien se forma a continuacion de la virgacion de Urabá-Bolivar que demuestra el descenso regular del terreno interior de la Cordillera Occidental desde el nudo de Frontino hacia la cuenca del Darien.En tanto el borde

occidental identificado con el trayecto panameño-costricense del la serrania occidental de la Cordillera Occidental se halla bien definido,el borde oriental de la cuenca que corresponde a la continuacion submarina de la serrania oriental(serrania de Sincelejo)no se destaca en el relieve submarino del Caribe,debido evidentemente a que se confunde con la cuenca mayor del Caribe.Si bien esta deficiencia pudiera dar lugar a suponer que no se formara en principio la cuenca del Darien, su presencia se deduce del desarrollo simétrico que tiene la Cordillera Oriental desde el nudo Santandereano hacia la cuenca de Maracaibo,quedando entendido que,a base de la Cordillera Central como eje de simetria son simétricos entre sí el nudo Santandereano y el nudo de Frontino,la virgacion Nortesantandereana y la de Urabá-Bolivar,y la cuenca de Maracaibo y la cuenca del Darien.Esta simetria tectónica se basa en el principio de la construccion orgánica del cual tambien se deduce la presencia de la cuenca del Darien ya que la sucesion regular, tal como se presenta en el desarrollo de Los Andes y de las Cordilleras Occidental y Oriental hacia el Caribe,es la de nudo-virgacion o transicion-cuenca-transicion-nudo-etc.

En la hoyandina del Pacífico es por ahora difícil reconocer los elementos circulares mayores.Ello se debe a que esta hoyandina se halla vastamente cubierta del terciario superior que ha sido menos intensamente afectado por la tectónica que los sedimentos que le preceden.Ademas la intensidad tectónica ahí es suave,razon por la cual no hay relieves tectónicos suficientemente acentuados para que se destaquen orográficamente.El desarrollo de unacuenca ámplia nos parece factible en la region de Istmina-Quibdó donde se deprime considerablemente el lado occidental de la Cordillera Occidental. Otra cuenca puede formarse en la zona del Truandó,a juzgar por el dintel del Atrato-Tuyra y por la depresion que sufre la serrania occidental de la Cordillera Occidental entre Pautatá y el curso bajo del rio Sucio.

Las ondulaciones que afectan la Cordillera de la Costa se hallan

orográficamente bien expuestas y con los rasgos orográficos coinciden muy bien los rasgos geológicos.Así el nudo prolongado que se levanta entre Cabo Corrientes y la Punta Garachiné(Panamá) consta principalmente de formaciones mesozóicas,mientras la depresion que media entre Cabo Corrientes y la puna NW de la costa del Ecuador debe estar formada de terciario,segun se desprende de la presencia de sedimentos terciarios en Cabo Corrientes y del caracter neoterciario del flanco oriental de la Cordillera de la Costa que se prolonga desde el curso inferior del Saudó hacia el Sur.Como nudo menor en esta depresion se reconoce la zona de la isla Gorgona donde las formaciones mesozóicas vuelven a ascender hasta encima de la superficie del mar.En la costa del Ecuador,el nudo que se forma en la Cordillera de la Costa está formado esencialmente de sedimentos terciarios,pero hacia el Sur aflora el cretáceo volcánico y sedimentario que constituye un dintel que va de la region al Oeste de Manta hacia Guayaquil y se enlaza con la Cordillera Occidental,formando un dintel geológico a traves de la hoyandina del Pacífico(Wolf).

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

Entre los elementos circulares de tamaño menor y mediano, se destacan sobre todo los nudos de las serranias de la Cordillera Occidental.En la serrania Oriental hemos abarcado los nudos de Anserma Nuevo,del Rio Frio,el probable nudo de los Farallones de Cali y el probables nudo de la vertiente del Micay.A estos nudos hay que agregar en lo que consideramos la serrania central el nudo del Sagua.

El nudo de Anserma Nuevo solo se ha abarcado en su parte meridional,donde se manifiesta por el ascenso geológico y geográfico de los niveles del piso del Aspinal desde la depresion de La Llanada hacia la region alta del nudo al W de Toro-Anserma Nuevo donde predominan los sedimentos de la serie del Sagua,mientras el piso del Aspinal y los resíduos de la serie de Faldequera se presentan hacia el contacto del nudo con el plano del Valle.El nudo del Rio

Frio que va separado del nudo de Anserma Nuevo por la depresion geológica y geográfica de la Llanada,tambien se eleva a grandes alturas y está formado de la serie del Pagua y del piso del Espinal,segun se desprende de los rodados que trae el rio Frio de la parte alta. Hacia el plano del Valle y hacia la depresion de La Cumbre,el nudo va bordeado por la serie de Faldequera que se encubre hacia Vijes con el piso del Cauca.-Allende la depresion de La Cumbre que está formada de la serie de Faldequera,se levantan los Farallones de Cali.Estos estan formados de dioritas tonalíticas bordeadas de la serie de Faldequera,sin que se pueda determinar el caracter de nudo que debe corresponder a los Farallones.En nuestro concepto debe tratarse de un nudo porque los elementos circulares de este tamaño deben coincidir con centros eruptivos,segun se desprende tambien del caracter tonalítico del nudo del Rio Frio,evidenciado por los rodados de diorita que acompañan los del piso del Espinal y los de la serie del Pagua que lleva el rio Frio.Un ejemplo análogo de menor tamaño puede ser el centro tonalítico de La Teta que asciende en una parte alta quizá cupulosa del anticlinal general de Buenos Aires.-Con respecto al probable nudo de la vertiente del Micay,la relacion que nos ha hecho el señor doctor J. M. Ayerbe y el hecho de que en este nudo las aguas se reparten radialmente,nos hace suponer que se trate de un nudo tectónico.-El nudo del Pagua se destaca como elemento formado esencialmente de la serie del Pagua,formacion que debe hundirse hacia el Sur y hacia el Norte, a juzgar por la constitucion del borde Oeste de la Cordillera Occidental en Mariño y en la region al Este de Istmina por depósitos constituyentes de la serie de Faldequera.Hacia el Occidente,este nudo limita con el terciario de la hoyandina del Pacífico,mientras al Oriente va bordeado por la serie de Faldequera.En esta última direccion hay que contar con la posibilidad de que el nudo se enlace con el nudo del Rio Frio(al Norte de la hoyada de Pagua).

En la hoyandina del Cauca,el elemento circular o semicircular mas importante para los fines prácticos del presente estudio es el

monopromontorio de Cali,o sea un promontorio(cúpula mayor ligada) que tiene tan solo un declive longitudinal.Este monopromontorio, ligado a la Cordillera Occidental,se levanta desde el rio Lile al Norte,en tal forma que la faja terciaria uniforme del semiplano del Carbon que avanza desde el Sur hasta el rio Lile va subdividiéndose por el ascenso de los plegamientos del semiplano,en especial por el ascenso del anticlinal general que separa los sinclinales de Planta-Meléndez-Golondrinas y de la faja que bordea el semiplano hacia el plano del Valle.Mientras el anticlinal está formado ya del piso de Faldequera,los sinclinales estan constituidos de terciario,el cual se sostiene hasta cerca de la latitud de Yumbo para luego levantarse en el sinclinal de Golondrinas hacia el Norte.Este ascenso general que marca la transformacion de la zona que queda al Norte de Golondrinas en promontorio ligado a la Cordillera Occidental,se manifiesta tambien en los pormenores,como se puede ver en la region del cerro Tres Cruces al Norte donde es significativo el ascenso del sinclinal sobrescurrido de las minas de Chipichape y el del anticlinal que sigue inmediatamente al Este que mas pronto revela el afloramiento de la serie de Faldequera.Como hacia el Norte no se manifiesta un descenso del promontorio,hay que considerarlo como monopromontorio.- Desde luego,la comprension de las particularidades tectónicas de este promontorio facilitan la comprension de la reparticion de las fajas carboníferas,sobre todo si se tiene en cuenta que los plegamientos ondulosos en el descenso del promontorio hacia el rio Lile son ondulosas,cualidad que caracteriza el descenso de los subplegamientos que bajan desde los nudos y las cúpulas.Llamamos la atencion hacia el hecho de que al Sur de este monopromontorio,por motivos del descenso de las estructuras y de la conservacion consiguiente del piso del Cauca, la Cordillera Occidental se estrecha algo a favor de la hoyandina del Cauca,particularidad que está de acuerdo con el estrechamiento análogo del flanco occidental de la Cordillera Occidental y del

flanco oriental de la Cordillera Oriental hacia el nudo Ecuatorismo.- Otro promontorio importante del borde oriental de la Cordillera Occidental se halla probablemente entre Suarez y el rio Inguitó, el cual corresponde a la saliente cretácea de Suarez y que va bordeada al Norte y al Sur por el piso del Cauca.El trespaso de las estructuras lineares que se hallan al veste del sinclinal de Suarez no se ha podido estudiar,pero es probable que se realice en la forma comun de las transiciones que conducen a los promontorios(tipo promontorio de Titiribí).

Hacia el lado de la Cordillera Central,la identificacion de las estructuras circulares menores se hace difícil debido al escaso afloramiento de los sedimentos terciarios.Una cúpula bastante grande se forma en el anticlinal ancho de La Chapa.Ella se define tanto por el descenso transversal hacia los sinclinales de Candibá y del Mazamorras,como por el descenso longitudinal del anticlinal de La Chapa hacia la depresion que conduce al cerro del Garrapatero y por el descenso leve que se observa en direccion Sur,viendo la cúpula desde el Munchique de Quilichao. Pada la ondulosidad del anticlinal de La Chapa y el hecho de que en los deescensos de las estructuras desde un promontorio o una cúpula hacia una cuenca ofrecen caracter onduloso,es de suponer que tambien las rocas tonalíticas que componen el cerro del Garrapatero sean un centro tonalítico que asciende en una cúpula.-En el anticlinal de Buenos Aires que se halla mas contraido que el de La Chapa,el encubrimiento con resíduos del piso de Popayan no permite identificar las ondulaciones,pero juzgamos que por razones de analogia el cerro tonalítico de La Teta que asciende en un anticlinal menor esté ubicado en una cúpula del anticlinal general de Buenos Aires.-Otra estructura cupulosa debe prentarse en el anticlinal general que corresponde al cordon de Santa Bárbara.Este caracter cupuloso se desprende del descenso geológico del anticlinal general hacia la depresion que media entre Zarzal y la estacion de Caicedonia

y tambien en direccion hacia La Virginia(al Norte de Cartago),hacia donde el anticlinal tiende a encubrirse del piso de Combia.Esta cúpula formada sobre un anticlinal general que bordea una cuenca es análoga al nudo de Mérida que se halla sobre la serrania(anticlinal)oriental de la Cordillera Oriental en el borde de la cuenca de Maracaibo.

Evolucion de los elementos circulares mayores.

El estudio de la evolucion de estos elementos demuestra que ellos vienen preformándose casi todos desde la fase geosinclinal. Los nudos vienen a ser masas terrestres que se hunden muy lentamente durante la fase geosinclinal,mientras las cuencas son zonas de sedimentacion.Esto vale con respecto a los nudos Santandereano, Antioqueño,de Santa Marta y a los nudos venezolanos,y con respecto a las cuencas de Bogotá y de Maracaibo y hasta cierto punto tambien con respecto a la cuenca del Caribe que en nuestro concepto ha venido a acentuarse a raiz del levantamiento de las partes continentales de los Andes,es decir principalmente en el terciario.En cambio, parece que durante la fase geosinclinal el nudo de Frontino que se halla en el Occidente Andino no se diseña,excepto quizá hacia el final del cretáceo.-Durante el terciario inferior y medio se agregan a estos nudos y cuencas nuevas masas terrestres que tienen en el Occidente caracter linear y que determinan por ejemplo la vasta cuenca sedimentaria de la hoyandina del Cauca que se conoce desde la cuenca de Patia hasta Antioquia y en que se distingue la transgresion del terciario medio hacia Antioquia.Ella se forma entre la Cordillera Central que ya ha estado preformada y la Cordillera Occidental que se preforma notablemente,guardando caracter mas o menos isleño.Ademas es probable que ya haya estado subdividida en cuencas y promontorios de acuerdo con la actual configuracion tectónica porque el mejoramiento de la facies carbonífera desde el

rio Lile hacia laparte alta del monopromontorio de Cali y tambien el mejoramiento de la facies carbonífera desde la cuenca de Cali hacia la Cordillera Occidantal 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 formacion 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. (Construccion orgánica).

En el cuadro de introduccion se ha expuesto el esquema de la construccion orgánica, caracterizada por la sucesion alternativa de cúpulas (o nudos) y artesas (o cuencas) que se forman sobre la base de los movimientos axiales y de la compensacion isostática en un sistema de pleganientos y que se conectan entre sí por los terrenos de transicion o de virgacion.

En el cuadro Nº 1 del Anexo se halla expuesto el desarrollo del principio orgánico en el NW de Suramérica y en relacion con el orógeno andino, es decir a la mayor escala posible. En la seccion del Ecuador hasta el mar Caribe se observa la mayor regularidad en el desarrollo del principio orgánico y este desarrollo está caracterizado por la sucesion: nudo Ecuatoriano, transicion o virgacion Colombiana y cuenca Caribe. El nudo y la cuenca son los elementos circulares, mientras la transicion 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 Andes hacia los extremos de América y las variaciones de la expresion regular que sufren ahí se deben a la variabilidad de la intensidad tectónica. Ademas, 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 preominante 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 Magua.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 trapaso 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 hacia de las Cordilleras Oriental y Occidental hacia las respectivas cuencas de Bogotá y Maracaibo y del Darien. 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, se vuelven 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 resúmen se vé que en el nudo Ecuatoriano, 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. De ahí 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 ßø o virgacion Boyacense-nudo Santandereano-transicion o virgacion Nortesantandereana-cuenca de Maracaibo. Estos elementos tambien se fundan en los movimientos axiales del anticlinal central

(serrania central) y en los movimientos compensatorios de los elementos laterales.La descripcion se ha hecho en el informe sobre la Geologia Petrolífera del Norte de Santander.Se pone de presente que la sucesion mencionada de la Cordillera Oriental es geométricamente semejante a la sucesion de elementos orgánicos en los Andes desde la Argentina y Chile hasta el Caribe(véase cuadro 3 del Anexo).

En la Cordillera Occidental,el principio orgánico no se halla tan regularmente expuesto como en la Cordillera Oriental.Esto se debe a la fuerte contraccion que ha sufrido la Cordillera Occidental al Sur del nudo de Frontino y a que el lado oriental de la cuenca del Darien se desvanece y se confunde con la cuenca Caribe,al menos segun la apariencia del relieve submarino.La sucesion que se distigue es la siguiente:nudo de Frontino-transicion o virgacion de Urabá-Bolivar-cuenca del Darien.-Los efectos de contraccion fuerte que ha sufrido la Cordillera Occidental al Sur del nudo de Frontino se manifiestan por una particularidad bien señalada la cual consiste en la supresion de las cuencas.En lugar de ellas,los terrenos de transicion se extienden desde un nudo a otro,como es el caso entre los nudos de Anserma Nuevo,del Rio Frio y del probable nudo de los Farallones de Cali.Igual desarrollo incompleto del principio orgánico se manifiesta en la Cordillera Central donde no se distinguen cuencas y en cambio se observa la sucesion de nudos y depresiones(zonas de transicion o virgacion).Estos nudos y depresiones son:el nudo Ecuatoriano,la transicion entre este nudo y el nudo Antioqueño equivalente a la depresion entre ambos nudos,el nudo Antioqueño, la transicion(depresion) de El Banco y el nudo de Santa Marta.-Por lo que se puede apreciar hasta ahora,tambien en la Cordillera de la Costa la sucesion es de nudos y transiciones,sin intermedios de cuencas.Ahí se tiene de Sur a Norte:el nudo de la costa ecuatoriana, la transicion(depresion)entre este nudo y el nudo de Cabo Corrientes-Garachiné,transicion esta que lleva como intermedio el nudo de La Gorgona,y el nudo de Cabo Corrientes-Garachiné.-Estos ejemplos demuestran que la expresion regular del principio orgánico depende

de determinado grado mediano de intensidad tectónica tal como se expresa en la seccion ecuatoriano-caribe de Los Andes,en la seccion colombo-venezolana de la Cordillera Oriental y en la seccion septentrional de la Cordillera Occidental.Al acentuarse la intensidad tectónica se suprimen las cuencas y los nudos van ligados por transiciones(depresiones).La descripcion del principio orgánico en las hoyandinas cuya intensidad tectónica es menor que la de las cordilleras adyacentes,demuestra que al disminuir la intensidad tectónica se suprimen generalmente los nudos y se presentan las cuencas como estructuras decisivas.Esta relacion se distingue muy bien al comparar la hoyandina del Cauca con la hoyandina del Magdalena quedando entendido que la primera es tectónicamente mas intensa que la segunda.En la hoyandina del Cauca todavia se distinguen bien los nudos aunque en forma ligada a la Cordillera Central y a la Occidental.La sucesion que ahí se observa,teniendo en cuenta el ligamento de los promontorios y de las cuencas por transiciones, es la siguiente:cuenca del Patia-promontorio de Popayan-cuenca de Cali-promontorio de Buga-cuenca del Quindio-promontorio de Manizales-cuenca de Fresonia-Supia-promontorio de Titiribí-cuenca de Sopetran-promontorio al Norte de Sopetran.A estos elementos que se desarrollan hacia el lado de la Cordillera Central(ondulosa) se agregan en el lado de la Cordillera Occidental(linear)el probable promontorio de Suarez,el monopromontorio de Cali y el promontorio del Risaralda.-En la hoyandina del Magdalena,excepcion hecha del promontorio del divorcio Magdalena-Caquetá,los promontorios no se destacan en forma clara y en cambio resaltan las cuencas del Cesar, del Carare,del Guamo y hasta cierto punto la de Neiva que es bastante compleja.En la hoyandina del Pacífico que probablemente es de tectonismo en término medio suave,no se manifiestan promontorios visibles y lo rpobable es que tambien ahí sean decisivas las cuencas.

LA RELACION ENTRE FORMAS TECTONICAS Y EL GRADO DE INTENSIDAD TECTÓNICA, EN LOS DEPTOS. DEL VALLE Y DEL CAUCA.

En general se puede decir que, a la medida que aumenta la intensidad tectónica, los elementos tabulares van transformándose en elementos circulares (ondulaciones) y estos en elementos circulares-lineares y por fin en elementos decididamente lineares. A este respecto debe tenerse en cuenta que la intensidad tectónica no solo se suma a traves de un ciclo evolutivo de tal manera que los elementos mas antíguos muestran mayor intensidad tectónica, sino que tambien varia en el espacio, es decir que en una region una misma formacion muestra mayor hasta menor intensidad tectónica, segun el lugar en que se halle. Ademas es importante saber que en los terrenos de evolucion tectónica activa, como en el Occidente Andino de Colombia, la amplitud de las ondulaciones y de los plegamientos llega a ser de los mas amplio hasta lo mas corto, y que las ondulaciones y los plegamientos de corta amplitud son típicos para terrenos eutectónicos. En terrenos hemitectónicos la amplitud ya no llega a ser tan corta y en los terrenos opistotectónicos ella es considerable.- Otro punto de vista importante sobre la reparticion tectónica se refiere a que comunmente la intensidad tectónica aumenta desde el fondo de las artesas y cuencas y desde los ejes de los sinclinales menores y mayores hacia los flancos que traspasan hacia las cúpulas y nudos y hacia los anticlinales menores y mayores, respectivamente. Hacia las cimas de las cúpulas y de los nudos y hacia los ejes de los anticlinales, la intensidad vuelve a disminuir, pero no tan rápidamente y tan notablemente como hacia el fondo de las artesas y cuencas y hacia los ejes de los sinclinales. Este punto de vista es especialmente valioso para la definicion de la tectónica menor en los elementos tectónicos de mediana y mayor escala. Para la orientacion sirve el esquema.

Con respecto a la acumulacion de los efectos tectónicos a traves del ciclo andino se hace la observacion de que en los departamentos del Valle y del Cauca los sedimentos del grupo de Barragan que representan sobre todo el cretáceo inferior hacia el lado de la Cordillera Central,muestran los caracteres de muy intenso tectonismo,manifiesto por el rizamiento de los plegamientos,es decir por pequeñas ondulaciones cuya amplitud es de pocos centímetros hasta de varias decenas de metros.Esta observacion se hace sobre todo en las secciones del grupo de Barragan que se hallan al Este de Popayan y de Dolores y en la region de Pitayó.De la region de Corinto al Norte,los rizamientos son menos manifiestos.Menos notables son ellos en la angostura del Dagua y en la serie del Dagua de la Cordillera Occidental,siendo evidente que los rizamientos dismimuyen a medida que dismimuye el metamorfismo de las rocas.-La tectónica de la serie de Saldequera es difícil de decifrar porque se trata de una formacion constituida casi exclusivamente de rocas volcánicas en que no se destacan niveles de guia.Ella en todo caso es semejante a la de la serie del Dagua y del piso del Espinal y tiene que ser mas fuerte que la tectónica del piso del Cauca porque ha sufrido los paroxismos intercretáceos y sobre todo el paroxismo del final del cretáceo.-El piso del Cauca y el de Cinta de Piedra ofrecen en término medio un tectonismo todavia muy intenso que resulta sobre todo de los grandes paroxismos que inician la fase geoanticlinal. Sobre gran extension los plegamientos son muy estrechos y tienen un caracter lineal acentuado.-El piso de Combia en cambio ya muestra un tectonismo menos intenso,caracterizado sobre todo por ondulaciones de mediana hasta corta amplitud y suaves.Esta particularidad se debe a que el piso de Combia no ha estado sometido al primer paroxismo fuerte de la fase geoanticlinal.-El piso de Popayan que se formó despues del segundo paroxismo de la fase geoanticlinal,apenas ha sido afectado por el tectónismo y muestra sobre todo estructuras tabulares y solo excepcionalmente(del Nevado del Huila al Sur) ondulaciones.

La reparticion regional de la intensidad tectónica se puede reconocer sobre las bases de las estructuras mayores. Así, las estructuras lineares se desarrollan principalmente en el flanco oriental de la Cordillera Occidental, o mejor dicho en el traspaso del anticlinal complejo que representa la Cordillera Occidental al sinclinal complejo de la hoyandina del Cauca. Ellas se reconocen sobre todo en la faja formada del piso del Cauca y del conjunto inferior del piso de Cinta de Piedra que se desarrolla a lo largo del semiplano del Carbon, y estan expuestas en los planos parciales correspondientes y en los perfiles geológicos. Es típico que aun en el monopromontorio de Cali y en la region de Vijes, la estructura linear siga presentándose en forma clara. Segun se desprende de las observaciones en el terreno y de los perfiles del semiplano del Carbon, la intensidad tectónica disminuye rápidamente en direccion hacia el interior de la cuenca de Cali, segun lo demuestra el desarrollo de plegamientos ondulosos y poco contraidos en el borde oriental del semiplano. - También en el flanco occidental de la Cordillera Occidental, la estructura linear parece ser lo típico, porque en la angostura del rio Dagua los plegamientos estrechos indican esta construccion. Sinembargo es probable que ella no sea tan definida como en el flanco oriental de la Cordillera Occidental porque el descenso de la serrania occidental y del valandino occidental al Sur de Quibdó y el refundimiento de estos elementos con la hoyandina del Pacífico acusa una notable influencia circular.

En el traspaso de la hoyandina del Cauca hacia la Cordillera Central, la escasez de afloramientos del piso del Cauca impide generalmente el reconocimiento de las particularidades tectónicas, pero se vé que en esta parte las estructuras lineares estan mas afectadas por las circulares que en el borde oriental de la Cordillera Occidental, de acuerdo con el hecho de que la tectónica general de la Cordillera Central es mas ondulosa que la de la Cordillera Occidental. Esto se puede ver por ejemplo en el sinclinal in-

verido que está formado dàl piso dàl Cauca y que se distingue al Sur de Dolores el cual parece levantarse hacia la poblacion de Dolores para seguir luego por la region del puente del Quilcasé (puente del camino de herradura).El mismo efecto se vé en el sinclinal de Ceilan,al W de Sevilla,el cual asciende hacia el Sur y se confunde en el flanco occidental del nudo de Buga.Tambien el anticlinal general de la cuchilla de Santa Bárbara muestra ondulaciones mayores y menores.Esto demuestra que el borde occidental de la Cordillera Central es enduloso de mayor a menor escala,mientras el borde oriental de la Cordillera Occidental es esencialmente linear.Esta particularidad es importante porque el borde oriental de la Cordillera Central tambien es sobre todo enduloso(Rovira-San Luis,Carniceras-Paez),mientras el borde occidental de la Cordillera Oriental muestra plegamientos notablemente lineares,aunque mucho mas ámplios y menos intensos que los del borde oriental de la Cordillera Occidental(faja de Guaduas-Tocaima-Dolores del Tolima).-La reparticion de la intensidad tectónica se destaca todavia mejor en la cuenca de Cali,cuyo interior seguramente es tectónicamente tan suave como el interior de la cuenca del Patia(Grosse).Esto se desprende del hecho de que los plegamientos del piso del Cauca que son acentuadamente lineares e intensos en el semiplano del Carbon se vuelven ondulosos y suaves en direccion hacia su interior, particularidad que tambien se manifiesta en los plegamientos que descienden desde el promontorio de Popayan hacia la cuenca de Cali. En efecto se vé sobre el camino de Quilichao a Buenos Aires que la inclinacion y la ondulosidad de los plegamientos se acentúan suave desde la parte alta de los anticlinales y sinclinales hacia el plano del Valle.-Con respecto a la cuenca del Patia hemos observado que al Sur de Tambo(Cauca) descienden transversalmente plegamientos estrechos y escalonados,mientras hacia el interior los plegamientos se vuelven ámplios y suaves.-Con respecto al promontorio de Popayan, el aumento de intensidad que ofrecen los plegamientos que ascienden a él desde Quilichao-Buenos Aires demuestra que la mayor intensi-

dad tectónica tiende a colocarse hacia la parte alta de estas masas cupulosas y ligadas.Esto tambien se manifiesta en el promontorio de Titiribí(Grosse,Antioquia)cuyos plegamientos(sobrecurridos) se vuelven suaves hacia las cuencas de Sopetran y de Fredonia-Supia. Con respecto al promontorio de Popayan es necesario advertir que su borde occidental ofrece plegamientos suaves que se han perseguido desde la region de Mangó(curso bajo del Piendamó) hasta la region de La Yunga al Oeste de Popayan.Esta circunstancia singular se relaciona evidentemente con la prolongacion al Sur de la faja tectónica de ondulaciones suaves que se desarrolla en el lado oriental del semiplano del Carbon,y con el traslado de la mayor intensidad tectónica hacia el borde de la Cordillera Occidental.En el esquema sobre la relacion de formas tectónicas con la reparticion de la intensidad tectónica,se ha expuesto un perfil de la Cordillera Oriental sobre alternabilidad de plegamientos intensos y suaves que evidentemente tambien se refleja en el presente caso.

Un caso interesante sobre la reparticion de la intensidad tectónica en estructuras lineares-circulares lo presenta el monopromontorio de Cali.Los resíduos del piso del Cauca que se hallan al W de Puerto Isaacs y de Yumbo y que estan situados sobre la parte alta del monopromontorio muestran plegamientos muy suaves. En el descenso del monopromontorio hacia el rio Lilo,los plegamientos se vuelven estrechos,sin perder su caracter onduloso,pero enmedio de esta tectónica intensa se hallan partes tranquilas como la artesa en el lado Este del cerro Tres Cruces.Del rio Lilo al Sur no se manifiesta la formacion de una cuenca,sino los plegamientos siguen intensos y sostenidos hacia la region al W de Timba,formando una zona de transicion que comunica a rasgos generales con el promontorio de Suarez.Es de advertir con respecto a esta transicion que al W de ella,en la region de Liberia-San Antonio se presenta otra vez una zona de ondulaciones,de manera que se puede suponer en principio que la faja linear del semiplano del Carbon se halla entre fajas onduloses.

Particularidades tectónicas e isostáticas en la hoyandina del Cauca y en los terrenos adyacentes.

Teniendo en cuenta la forma sinclinal que tiene a grandes rasgos la hoyandina del Cauca, se hace la observacion de que los plegamientos comunes que se hallan en su traspaso a la Cordillera Occidental son erguidos y en la mayoria de los casos estan algo invertidos al Oriente. Esta particularidad no solo se deduce de los plegamientos del piso del Cauca sino tambien de la inclinacion occidental y vertical que tienen las intercalaciones lidíticas del piso de Valdequera. De los plegamientos al Sur y al Norte de Dolores, de la forma del sinclinal de Veilan (al Sur de Sevilla) y del sobrescurrimiento de la faja granítica de San Pedro se desprende que en el traspaso de la hoyandina del Cauca a la Cordillera Central, la inversion es hacia el Occidente.

Segun estas condiciones tectónicas, la hoyandina del Cauca se puede considerar como sinclinal complejo doblemente invertido, pero de tal manera que el flanco oriental se halla mas invertido que el flanco occidental, particularidad esta que tambien se infiere de las condiciones tectónicas determinadas por Grosse en la region del promontorio de Titiribí, es decir en una trayecto mas septentrional de la hoyandina del Cauca. Esta condicion que demuestra que en un lado de un plegamiento general la inclinacion es mas fuerte que en el otro, está de acuerdo con la regla general que se deduce de la investigacion de plegamientos mayores y menores en la Cordillera Oriental y en la hoyandina del Magdalena. Dicha regla indica ademas que la inclinacion mas fuerte en un plegamiento cambia de un flanco a otro. Ella tambien parece tener valor con respecto a la hoyandina del Cauca en cuyo flanco occidental la inversion evidentemente aumenta al avanzar desde la region de Cali hacia la de

Anserma Nuevo,region esta donde la inversion oriental dèl mesozóico parece ser bastante fuerte.En correspondencia seria de suponer que en el flanco oriental de la hoyandina del Cauca,es decir hacia el contacto de la cuenca del Quindio con la Cordillera Central,la inversion fuere menos fuerte o que los plegamientos fueren tan solo erguidos.La comprobacion sinembargo no se puede hacer porque los plegamientos orientadores estan cubiertos en el altiplano por el piso de Popayan.

En relacion con los movimientos isostáticos que se observan en las hoyandina del Cauca y en sus bordes,es necesario advertir que ellos son de gran importancia para la orientacion geológica.Esto se deduce de los siguientes hechos.Frente al nudo de Anserma Nuevo que se forma en el lado oriental de la Cordillera Occidental,se presenta la cuenca del Quindío que equivale a una fuerte entrante de la hoyandina del Cauca hacia la Cordillera Central.Frente a la cima geográfica(que probablemente tambien es la geológica)del nudo del Rio Frio se presenta el inicio del semiplano de La Iberia que se desarrolla con sedimentos terciarios al Norte de la faja granítica de San Pedro.Mas llamativo aun es el hecho de que frente a la citada cima y en el inicio del semiplano de La Iberia se halle la entrante del piso del Cauca que penetra por el curso del Ahorcado hacia el interior del promontorio de Buga.Otra vez se compensa una elevacion importante del borde oriental de la Cordillera Occidental,la de los Farallones con una ampliacion grande en la hoyandina del Cauca hacia la Cordillera Central,ampliacion que coincide con el avance al Este de la cuenca de Cali.Mas al Sur,la parte ámplia septentrional de la cuenca del Patia parece relacionarse con el nudo de la vertiente del Micay.-En la Cordillera Occidental,llama la atencion que la elevacion geológica importante del nudo del Pagua,situada en el lado occidental de dicha cordillera,se compense en el lado oriental

de la misma con la depresion de La Cumbre.

Estos rasgos isostáticos que se hallan sencillamente expuestos y que facilitan mucho la comprension de la geologia al tiempo de dar lugar a la apreciacion teórica de secciones no exploradas por ejemplo de la Cordillera Occidental,se desprenden del cuadro orográfico-tectónico que se acompaña a este trabajo.

En esta relacion conviene llamar la atencion hacia el paralelismo excepcional y sostenido que se manifiesta en el trayecto Popayan-Quindio entre la cumbre de la Cordillera Central,el curso del rio Cauca y la cumbre(serrania oriental)de la Cordillera Occidental.Este paralelismo se funda en elementos lineares y se comprende así desde luego que la serrania oriental de la Cordillera Occidental es un elemento anticlinal complejo que asciende en término medio de Sur a Norte.Con respecto a la delimitacion de la Cordillera Central con la hoyandina del Cauca que se complica por la curvatura de los promontorios,es muy notable que una línea trazada de Popayan a Armania,paralela a la línea de la cumbre de la Cordillera Central, a la de la Cordillera Occidental y al rumbo del rio Cauca,viene a pasar no solo por el borde oriental de las cuencas de Cali y del Quindio y mas al Sur por el de la cuenca del Patia,sino tambien por la zona de ligamentos de los promontorios de Popayan y de Buga con la Cordillera Central.Esta línea es el real límite tectónico entre la hoyandina del Cauca y la Cordillera Central,y su rumbo es NNE.De la region de Cartago al Norte,este rumbo sostenido cambia en la banda oriental de la Cordillera Occidental hacia Norte,mientras hacia el lado de la Cordillera Central es típicamente NNW.El rumbo Norte se manifiesta ademas con bastante fuerza en la zona de Popayan hasta Corinto y Pradera,asimismo que en el curso alto del Micay.En nuestro concepto la sobreposicion de orientaciones Norte y Nornoreste puesta de relieve en la última region mencionada,señala orientaciones de sistemas de plegamientos que interfieren unos con otros y que complican la determinacion de la construccion sencilla que en el fondo tienen los Andes en Colombia.Los ensayos hechos al respecto,demuestran que es difícil aprovecharlos en la práctica.

SOBRESCURRIMIENTOS.

De acuerdo con las observaciones que hace Grosse sobre la tectónica de Antioquia, las dislocaciones radiales- si es que existen-son escasas en el Occidente Andino dé Colombia y durante nuestra exploracion no hemos encontrado alguna que mereciera mencionarse. En cambio se presentan las dislocaciones tangenciales (plegofallas de Grosse), o sean los sobrescurrimientos. La presencia de algunas de ellas en la seccion Antioqueña de la hoyandina del Cauca se halla muy bien documentada por el citado autor. En el departamento del Valle hemos observado las siguientes.

Un sobrescurrimiento fuerte cuyo plano se puede considerar mas o menos vertical se halla expuesto en el rio Pagua, inmediatamente arriba de la poblacion de Pagua, donde lae halla el puente de la Carretera al Mar de Cali. El rumbo del sobrescurrimiento es N hasta NNE y en él quedan al contacto la serie del Pagua (lado W de la falla) y la serie de Valdequera, habiendo una diferencia de nivel que se puede estimar en 500 a 1000 m y posiblemente mayor. El sobrescurrimiento se deja perseguir bastante hacia el Sur y hacia el Norte a base de las características de la morfologia. Al bajar de Pagua al Espinal, hay indicaciones en el terreno de que el sobrescurrimiento principal va acompañado de sobrescurrimientos secundarios. Como fenómeno notable en esta falla se presenta la disminucion gradual del metamorfismo de la serie del Pagua y del piso del Espinal a medida que se avanza desde el sobrescurrimiento al Occidente.

Otro sobrescurrimiento importante se observa en el borde del promontorio de Buga, es decir hacia el lado de la Cordillera Central, en especial sobre la faja granítica de San Pedro que se extiende al Este de Tuluá-Buga. El granito sobrescurre ahí sedimentos arcillosos con yeso que yacen debajo del piso de Combia y que consideramos como probables equivalentes del conjunto medio del piso de Cinta de Piedra (piso de Antioquia). La orientacion del sobrescurri-

miento es en término medio NNE. y la inclinacion es al Oriente con unos 40 a 50 grados, segun observacion al Este y Sureste de San Pedro (Valle). Como las condiciones tectónicas tambien podrian interpretarse como inversion, ponemos de presente que esto es improbable porque en los estratos de contacto no se ven señales de material granítico. Los estratos arcillosos que son plásticos no muestran trituracion en contraposicion a las rocas volcánicas de la serie de Saldequera en el sobrescurrimiento de Tagua, rocas que estan fuertemente despedazadas y muestran cierto grado de metamorfismo.

En la region de Vijes se observa un sobrescurrimiento transversal de poca consideracion al atrvesar la cumbrecita del trazado de la carretera que va de Vijes a San Marcos. En esta parte el movimiento va dirigido hacia el Norte, de manera que el conjunto ultrabásico de la serie de Saldequera se corre encima de la parte baja del piso del Cauca. Estas condiciones demuestran que el sobrescurrimiento es de poca consideracion. - En las demas partes levantadas no hemos observado sobrescurrimientos, pero juzgamos que ellos pueden ocurrir hacia la estribacion septentrional de la faja de La Rucia.

Los sobrescurrimientos secundarios tambien ocurren en la region de Cali. Uno muy palpable se distingue en el ámplio y suave sinclinal que se halla al W de Puerto Isaacs, el cual probablemente se relacion con el sobrescurrimiento que viene desde la region occidental del cerro Tres Cruces, contígua a Cali, con rumbo Norte hacia la region inmediatamente al Oeste de la estacion baja del cable de Chipichape. - Paralelo a este va el sobrescurrimiento que falla el vector del piso del Cauca que se desarrolla desde el cerro Tres Cruces por Santa Mónica hacia las minas de Chipichape. Las condiciones geológicas del terreno y las observaciones en la parte septentrional del cerro Tres Cruces indican que el sobrescurrimiento afecta el lado oriental del citado vector. - Con respecto al lado oriental del cerro de Golondrinas no hemos podido obtener la suficiente seguridad acerca de la existencia de un sobrescurrimiento. Las condiciones estratigráficas en la mina de La Fragua de Golondrinas evidencian mas

bien una superposicion regular del piso del Cauca sobre la serie de de Faldequera.En esta relacion conviene advertir que la variabilidad de facies del piso del Cauca dificulta la determinacion de los sobrescurrimientos,de igual como como el encubrimiento del piso y de su contacto con la serie de Faldequera.

En la region que sigue al Sur de Cali,los sobrescurrimientos no parecen ser de importancia,pero hemos de advertir que una opinion definitiva al respecto no se puede dar por las dificultades que se presentan en relacion con la decifracion geológica.Como probable sobrescurrimiento en esta zona consideramos el del riachuelo de Jordan que se atraviesa al seguir de Chipayá hacia Faldequera.Lo suponemos porque en la inmediacion del contacto del piso del Cauca con la serie de Faldequera se halla un nivel fosilífero del piso del Cauca que puede equivaler al horizonte de Mamgó.-En la zona de resíduos del piso del Cauca que se halla al Oeste del cerro Confites(W de Jamundí),se distingue un sobrescurrimiento en la parte del primer sinclinal que se halla en el borde alto septentrional del rio Claro.Ademas hay que contar con la posibilidad de que en la region de La Pesebrera de Guachinte ocurran sobrescurrimientos que posiblemente tambien se presentan al W de las explotaciones actuales de carbon de La Fragua de Guachinte.

En el trayecto de Timba hasta Suarez no hemos encontrado síntomas de sobrescurrimientos y el que hemos anotado con respecto a la parte occidental de la planada del Playon no es seguro porque puede explicarse tambien como plegamiento regular si en la parte baja del Cauca(mas o menos horizonte Los Hilos)la facies fuere cascajosa.

En todo caso se vé que los sobrescurrimientos en el terreno estudiado minuciosamente son escasos y no son graves.No se puede decir que ellos ejerzan una influencia determinante en la tectónica de los departamentos del Valle y del Cauca.Aun en el lado de la Cordillera Central,donde pueden ser mas frecuentes y mas fuertes,

no las hemos observado en puntos donde p.e. Grosse las supone,así en la region de Colores donde evidentemente existe una sucesion estratigráfica sin intercalacion de sobrescurrimientos que comienza con el piso del Cauca,sigue por la serie de Faldequera y termina en el grupo de Barragan.En cambio,la trituracion de los derrames ácidos de la serie de Faldequera en la region del puente Uribe Uribe sobre el rio Cauca(region Coconuco;Purace) habla a favor de un sobrescurrimiento acentuado que corresponde al trayecto coconuceño del rio Cauca.

Cuarta Parte.

GEOLOGIA ECONOMICA.

Indicacion sobre la reparticion sistemática de los minerales.

El orden que rige la reparticion de los minerales se manifiesta tan pronto se llega a determinar la relacion que tienen con los relieves tectónicos mayores. Un importante estudio al respecto es el de Niggli sobre la clasificacion natural de los yacimientos de minerales eruptivos quien hace ver que ellos se reparten segun las unidades geotectónicas, las cuales se dejan subdividir en provincias de minerales.- Segun nuestros estudios en Colombia juzgamos que tanto los minerales eruptivos como los sedimentarios son una funcion del grado de intensidad tectónica. Del grado de intensidad tectónica depende, segun hemos visto, la forma de los relieves y de los accidentes tectónicos, ademas la reparticion cuantitativa y cualitativa de los sedimentos y de las rocas eruptivas y la de los yacimientos sedimentarios y eruptivos.

Conforme a esta deduccion observamos que el Occidente de Colombia que es eutectónico y que se distingue por una evolucion mas activa y mas temprana que el Oriente de Colombia, se distingue por un magmatismo término medio intensé y por consiguiente por mayor abundancia en minerales eruptivos que el Oriente del pais, caracterizado por el hemitectonismo. En cambio el Occidente de Colombia es mas pobre en minerales sedimentarios (carbon, petróleo, cal) que el Oriente, dado el hecho de que en la zona oriental del pais la evolucion tranquila no solo ha favorecido el desarrollo de los sedimentos y su conservacion sino tambien ha provocado la formacion de vastas áreas sedimentarias divididas en zonas onduloas (cuencas y mudos) que son favorables para la formacion de yacimientos de minerales sedimentários. Ademas el Oriente de Colombia se halla situado hacia el núcleo continental terrestre de Guayana-Brasil, mientras el Occidente se relaciona con el núcleo continental submarino del Pacífico, motivo por el cual los sedimentos son mas

marinos que en el Oriente.Esta misma diferencia de situacion con respecto a los mícleos continentales debe tener gran influencia sobre la mayor actividad tectónica que caracteriza el Occidente de Colombia y que implica la gran actividad magmática en este lado del pais porque se vé que en toda la América el lado occidental de los Andes,relacionado con la masa continental submarina del Pacífico,es tectónicamente mas activo que el lado oriental,motivo por el cual tambien es mas rico en minerales eruptivos y mas pobre en minerales sedimentarios que el lado oriental.A esto hay que agregar que una gran parte del Vorland Occidental en que deben hallarse los yacimientos petrolíferos principales se halla hundido bajo el mar.El Vorland Oriental en cambio es terrestre en toda su extension sur y norteamericana y demuestra ser la faja petrolífera principal de América,siendo ademas en Norteamérica una valiosa zona carbonífera.-En cuanto a la regularidad de los yacimientos se desprende en Colombia y tambien en Norteamérica que los yacimientos sedimentarios y quizá tambien los eruptivos son mas persistentes y de facies mas sostenida en el extenso lado oriental de los Andes que en el lado occidental.

Para caracterizar el contraste de la reparticion de yacimientos sedimentarios que existe entre el Occidente y el Oriente de Colombia ponemos de presente que en el Oriente las zonas carboníferas se extienden sobre gran parte de la Cordillera Oriental donde hay tanto niveles carboníferos del terciario inferior y medio,como del cretáceo(borde Sur del nudo Santandereano),ademas sobre una gran parte de la hoyandina del Magdalena y ademas sobre el Vorland Oriental (region de Medina-Villavicencio).En el Occidente de Colombia,la zona carbonífera principal se extiende en la hoyandina del Cauca desde el departamento de Nariño hacia el departamento de Antioquia,pero es de advertir que extensas partes de esta faja no son comercialmente explotables.La Cordillera Occidental tiene carbon en pocos lugares(Abibe,region de Sabeiba,region de Quibdó),mientras en el Vorland Occidental(hoyandina del Pacífico y Cordillera de la Costa)

no parece haber yacimientos importantes de carbon.-En el Oriente de Colombia,la faja petrolífera mas extensa es la del Vorland Oriental(Llanos),la cual se estrecha hacia el Orinoco y hacia el Putumayo. Luego la Cordillera Oriental tiene una de las zonas petrolíferas mas importantes del mundo en la cuenca de Maracaibo y ofrece espectativas petrolíferas en la seccion de Boyacá y Cundinamarca.La hoyandina del Magdalena ha sido probada como petrolífera en la cuenca del Carare y ofrece espectativas en la cuenca del Cesar y en la zona que se extiende de Girardot hacia el Sur.-En el Occidente de Colombia,la hoyandina del Cauca presenta espectativas petrolíferas en la zona del plano del Valle,en la cuenca del Patia y posiblemente tambien en el promontorio de Risaralda.La Cordillera Occidental no es de interés petrolífero y las espectativas en la virgacion de Urabá-Bolivar no son atrayentes.En la parte terrestre del Vorland Occidental las espectativas aun no se pueden apreciar definitivamente,pero es de suponer que no se puedan comparar con las espectativas petrolíferas del Vorland Oriental.-Si registramos la presencia de carbon en el lado occidental de Los Andes,a lo largo de América,vemos que en este combustible es escaso.Aparte de la zona carbonífera colombiana de la hoyandina del Cauca,se tienen en el Perú los niveles del Wealden y los poco atrayentes del carboniano.En Chile se presenta el carbon del terciario medio de Arauco y el de Punta Arenas en extensiones reducidas.En el Occidente de Norteamérica solo parecen ser de importancia los carbones del lado pacífico de Alasca.En el lado oriental de los Andes se hallan los yacimientos importantes de carbon del cretáceo superior y del terciario inferior que se desarrollan de Alejas hacia Canadá (con las intermitencias del caso).En Suramérica,el lado oriental de los Andes solo es notablemente carbonífero en Colombia,mientras que hacia el Sur no se conoce carbon,al menos que sepamos.La ausencia de carbon en la Argentina(parte interior y oriental)se explica muy bien por la indolencia tectónica de esta parte durante el ciclo andino(véase Anexo).

Mas fuerte es el contraste entre la riqueza petrolífera del lado oriental y occidental de los Andes. En Norteamérica la zona petrolífera principal es la que se extiendeen la costa de Méjico, luego desde Tejas por el Vorland Oriental hacia el Canadá. En Suramérica le corresponde la faja petrolifera del Vorland Oriental que va de Venezuela y Colombia hacia el Oriente del Perú y de ahí hacia el Chaco, llegando hasta el Norte de la Argentina. Al Sur, se presenta el yacimiento de Comodoro Rivadavia que tambien corresponde al lado oriental de los Andes y que se halla en el traspaso de la masa terrestre interandina Suramericana hacia la cuenca(marina)Argentina. Notable es el hecho de que aun en la cuenca de Bolivia, en especial sobre el lado oriental andino, se hallen los yacimientos petrolíferos de la region del lago de Titicaca que son pobres pero que han dado produccion comercial.- En el lado occidental de Los Andes, los yacimientos de petróleo son contados. Probadamente petrolíferos son los de la costa del Perú(Paita-Talara) y del Ecuador y los de California, todos ellos de poca extension. Los del Occidente de Colombia como los de Magallanes y de Alasca aun no han sido probados.-

Desde luego tambien en la parte euroasiática de los mesoidos, la mayor riqueza en minerales sedimentarios(carbon y petróleo) se manifiesta en el lado que mira hacia las mesas continentales siberiana y ruso-escandinava, es decir en el lado que corresponde al lado oriental de los Andes que son una seccion de los Mesoidos.- En esta relacion anotamos una advertencia de Niggli quien dice que entre la seccion de los mesoidos que se extiende desde el Himalaya hasta los Alpes y el Atlas, la riqueza en minerales eruptivos es notablemente inferior a la seccion andina y circunpacífica de los Mesoidos. A este respecto juzgamos que lo decisivo sea el hecho de que en el lado Sur de la seccion Himalaya-Atlas de los mesoidos se hallan masas continentales terrestres(India, Arabia-Africa)que probablemente reducen la intensidad tectónica en ese lado que corresponde al lado occidental de los Andes, el cual en toda su extension limita con masas continentales submarinas.

En cuanto a la reparticion de los minerales de orígen eruptivo que se formaron durante el ciclo andino,es óbvio que ellos se concentran al orogeno andino mientras los Vorlands son pobres en ellos o los tienen en poca cantidad(Vorland Occidental).En Colombia donde llama la atencion el contraste entre el magmatismo básico hasta ultrabásico que reina durante el cretáceo en el Occidente Andino y el magmatismo intermediario del mismo tiempo que se presenta en el Oriente Andino,los minerales típicos del cretáceo del Occidente Andino son el platino,el niquel,la cromita,el cobre nativo y el asbesto,mientras en el Oriente Andino son típicos los minerales sulfúricos de hierro,zinc,plomo,cobre y molfbdeno y al parecer tambien el estaño(Gachetá,Ocaña) aun cuando solo se trate de demostraciones incomerciales.Los minerales sulfúricos citados que van acompañados generalmente de oro y a veces de plata parecen presentarse tambien en el Occidente de Colombia,pero mas tarde,en relacion con la actividad tonalítica que se concentra hacia la transicion del terciario inferior al terciario medio,pero que puede iniciarse desde la transicion del cretáceo al terciario.

Viendo la reparticion de los minerales sobre la base de la construccion orgánica y en el terreno comprendido entre el Ecuador y el Caribe(nudo Ecuatoriano,transicion Colombiana,cuenca Caribe), se vé con respecto al orogeno que los minerales eruptivos y desde luego tambien la actividad magmática disminuyen en término medio desde el borde septentrional del nudo Ecuatoriano hacia la parte septentrional de la transicion Colombiana,mientras en la cuenca Caribe al menos el magmatismo se traslada hacia los bordes de las cuencas.En igual sentido aumenta la riqueza de minerales sedimentarios que va acompañada del aumento de los sedimentos.Esta reparticion se verifica de tal manera que los minerales sedimentarios (carbon y petróleo)se concentran en el terciario hacia la transicion

Colombiana,observándose a este respecto que en el Oriente Andino la facies es mas propicia y abarca mas hacia el Norte(Caribe)que en el Occidente Andino cuya evolucion activa favorece mas la formacion de minerales eruptivos.

En general se puede decir que la mineralizacion se concentra hacia los bordes de la cuencas y de los nudos y hacia los bordes de los sinclinales y anticlinales mayores,siendo entendido que esta regla se varia segun las condiciones de evolucion general y especial. Hacia las partes altas de los bordes se concentral en lo general la mineralizacion eruptiva(transicion del promontorio de Popayan a la cuenca de Cali,transicion del promontorio de Titiribí hacia la cuenca de Fredonia-Cupia,bordes exteriores de la cuenca de Bogotá),mientras los minerales sedimentarios(carbon,y petróleo)se presentan en las partes medias de los bordes(cuenca de Maracaibo, cuenca de Bogotá,cuenca de Cali,cuenca del Carare).

A. Minerales sedimentarios del Valle y del Cauca.
(Carbones,petróleo y cal).

1)Carbones.

Las distintas clases de carbon que se hallan en los departamentos del Valle y del Cauca consisten en turba(piso de Popayan),lignita(piso de Combia) y carbon y antracita de contacto(piso del Cauca).Entre estos carbones,el mas importante es el del piso del Cauca al cual se dará una descripcion detallada.

a)Turba.

Los yacimientos de turba que se hallan en los departamentos del Valle y del Cauca son escasos y no parecen ser de importancia comercial en vista de que muy pocas veces tienen un espesor satisfactorio,ademas porque son mas o menos impuros y porque no parecen ofrecer una facies sostenida en extensiones mayores.Esta deficiencia de los yacimientos de turba se comprende al tener en cuenta que el piso de Popayan se depositó cuando el orógeno andino ya tenia la forma actual,circunstancia que implica condiciones desfavorables

para la formacion de ellos.

El yacimiento mas importante de turba que hemos encontrado se halla en la sabana de Paltará al SW del Puracé. La turba aflora en las ondulaciones tectónicas que se hallan descubiertas en la explanacion dela carretera que se pensaba construir entre Popayan y San Agustin y que pasa por la Sabana de Paletará. Los sedimentos en que se halla la turba son tobas y arcillas y en parte conglomerados. La magnitud de la turba que contiene materia arcillosa es de 0,80m hasta mas de 1 m. Dadas estas condiciones, la explotacion no se puede hacer a tajo abierto sino hay que hacerla con socavones, lo cuál no tiene objeto por ahora porque no existe consumo suficiente ni hay cerca centros de consumo de alguna importancia.

Mientras este yacimiento se puede considerar autóctono, el manto de turba que aflora en el piso de Popayan a orillas del rio Ovejas, antes de ascender a Caldono (abajo del cruce del camino) es alóctono, compuesto de una aglomeracion de maderos que se hallan en una matriz arcillosa y arenosa. La magnitud del manto es de 30 hasta 40 cms y desde luego no tiene interés comercial, aun para fines del abasto local.

Otro yacimiento de turba del piso de Popayan lo hemos encontrado en el lugar denominado La Laguna (una finca) que se halla al WSW de Corinto. El manto es delgado y no ofrece interés comercial.

En el altiplano del Quindio solo se han visto cintas turbosas entre el piso de Popayan las cuales afloran en los cortes del ferrocarril entre la estacion de Caicedonia y La Tebaida.

b) <u>Lignita</u>.

La lignita se presenta en el departamento del Valle, hacia el lado de la Cordillera Central. Su presencia se ha podido constatar desde la region al SE de Tuluá hasta la region del altiplano del Quindio.

La formacion en que se halla la lignita corresponde al piso de Combia, en especial al conjunto esencialmente arcilloso arenoso que sigue al conjunto conglomeráceo. En este último conjunto no se

encuentran mantos de lignita sino únicamente hilos lenticulares de maderos lignitizados,en parte transformados en maderos calitificados.

Debido a que el piso de Combia se deposita despues del primer movimiento tectónico que caracteriza la fase geoanticlinal,su estratificacion es lenticular y lo propio se indica en los mantos de lignita que ademas se deshilachan(se subdividen en banquitos menores de lignita con intercalacion de arcilla o arena). Sinembargo parece haber bolsas suficientemente extendidas que en principio permiten la explotacion.

En el semiplano de La Iberia,el conjunto lignítico del piso de Combia ha sido destruido y este no se conserva sino en la parte baja de la pendiente occidental del semiplano,es decir hacia el borde del plano del Valle.Los afloramientos ahí son deficientes, como tambien lo son en la parte baja de la cuchilla(cordon) de Santa Bárbara donde no hemos visto afloramiento de lignita.Sinembargo los hay,segun una muestra que recibimos en la estacion de Sevilla y que se refiere de la quebrada Nueva.

Las especificaciones de los afloramientos de lignita en el borde Oeste del semiplano de Iberia son las siguientes.

El afloramiento que se halla en el inicio del ascenso de la carretera de Bugalagrande a Sevilla hacia el semiplano de Iberia y que se halla incluido en el crqquis geológico correspondiente, muestra un manto complejo que está compuesto así:

	0,13	m de lignita
	0,05	m de arenisca
	0,10	m de lignita
	0,03	m de arenisca
	0,17	m de lignita
	0,02	m de arenisca
	0,09	m de lignita
	0,03	m de arenisca
	0,08	m de lig nita
	0,07	m de arenisca
	0,07	m de lignita
	0,05	m de arenisca
	0,35	m de lignita
	0,13	m de conglomerado(cascajo)
	0,30	m de lignita
mas de	0,80	m de arcilla gris compacta,en calidad de yacente.

Las cintas de lignita y de arenisca varian de grueso.El espesor total de las cintas de lignita es de 1,27 m,el de la arenisca y del conglomerado es de o,38 m.

Dada la alternacion de lignita y arenisca y en vista de la variabilidad de magnitud de las cintas de lignita,el yacimiento ofrece condiciones desventajosas de explotacion.

Al NE y E de Andalucia se hallan los siguientes afloramientos de lignita del conjunto lignítico:

1)afloramiento en el Llano de Vanegas,a mas o menos 1½ km al Norte de la casa del señor Jesus Quintero.Ahí se presenta un manto de lignita de 0,20 m que lleva encima 0,60 m de arenisca y debajo mas de 0,60 m de conglomerado. Este yacimiento se halla al NE de Andalucia.

2)afloramiento y mina de Pierrotti,al E de Andalucia,ubicado en la quebrada Cobas.La sucesion es la siguiente:0,60m de lignita de copa,(debajo)0,50 m de arcilla gris oscura carbonácea,020 m de conglomerado y 1 m de arenisca tierna amarilla con algo de conglomerado.-El socavon Pierrotti que está en esta parte se ha derrumbado.Se informa que el manto de lignita aumenta de magnitud hacia la profundidad.-El rumbo del manto es de 20° y la inclinacion de 50° al Este.

3)afloramiento de la quebrada Pérez,al Sur de la mina Pierrotti.Se halla ahí un manto de lignita de 0,40 m de espesor,cubierto de arcilla gris carbonácea.Debajo hay 0,60 m de arenisca ripiosa amarilla y luego 0,80 m de cascajo.El rumbo es de 15 a 25° y la inclinacion de 40° al Este.

4)Al Sur de Los Perez se hallaba otro afloramiento que actualmente está cubierto de un derrumbe.

5)Al Sureste de Tuluá debe asomar la lignita en la pendiente occidental del semiplano de La Iberia,segun se deduce de la presencia de rodados de lignita.El punto de afloramiento no se ha podido determinar.

Mas al Sur de Tuluá,hacia Buga,donde son frecuentes los maderos calci-carbonificados del conjunto inferior del piso de Combia,no se ha encontrado lignita.La facies probablemente es alignítica,segun observaciones en la pendiente al E y NE de Buga.

Segun se dijo,los afloramientos de la zona del Quindio no se han podido estudiar de cerca.

Los escasos datos disponibles sobre la lignita indican que la facies del piso de Combia favorable al respecto se extiende desde la region de Tuluá hasta el Quindio,pero se puede decir que hasta ahora solo la mina Pierrotti ofrece en principio condiciones comerciales.El desarrollo de la lignita desde el borde Oeste del semiplan

de La Iberia no se puede estudiar debido al encubrimiento por el piso del Valle(pleistoceno),pero puede ser que la facies se sostenga y posiblemente mejore en vista que el paroxismo que precede a la deposicion del piso de Combia ha creado relieves semejantes a los de la actualidad,lo cual da lugar a suponer que el piso de Combia siga lignítico hacia la angostura de Buga-Cartago.

En lo demas no se conocen zonas del piso de Combia o de equivalentes de este que sean ligníticas en Colombia.El piso de Honda de Hettner no lo contiene,como tampoco el piso de Combia en Antioquia y el piso del Cuchillo en Urabá.En el piso del Pacífico no se han encontrado sino maderos lignitizados.

En cuanto al aprovechamiento de la lignita en el departamento del Valle,los afloramientos existentes que demuestran la imperistencia y el deshilachamiento de los mantos indican que ya por este concepto la lignita no puede concurrir con el carbon del piso del Cauca que tiene mantos definidos cuya explotacion se hace a bajo precio. Ademas el valor calorífico de la lignita es inferior al del carbon del piso del Cauca.Bajo estas condiciones,la lignita solo podrá tener un mercado local reducido.En cambio es posible que en el futuro ella puede adquirir importancia en relacion con la extraccion de subproductos que contiene.-Con respecto a la explotacion se advierte que en el borde del semiplano de Iberia habrá que hacerla con apiques o con socavones inclinados,circunstancia que aumenta el costo de produccion y le agrega el costo de la extraccion del agua.

c)<u>El carbon en los departamentos del Valle y del Cauca</u>.

El carbon de los departamentos del Valle y del Cauca se halla en el piso del Cauca cuya edad corresponde al terciario inferior.El carbon es evidentemente de igual edad como el carbon del piso de Guaduas del Oriente Andino de Colombia,pero parece ser algo inferior en valor calorífico que este.Por su parte los carbones del piso del Cauca y del piso de Guaduas son seguramente mas antíguos que los

del piso de Antioquia cuyo valor calorífico es de mas o menos 6000 calorias,mientras el del carbon del terciario inferior de Colombia y Venezuela es de 7000.Advertimos a este respecto que en el equivalente del piso de Antioquia,el piso de Cinta de Piedra,no hemos encontrado sino mantos de secundaria importancia dentro del conjunto inferior y en el lado de la Cordillera Occidental.En los afloramientos de la region del cordon de Santa Bárbara(Quindio) no parece haber carbon.

Condiciones de estudio del carbon.

Se comprende que el estudio del carbon en una zona orogénica de evolucion activa ofrece problemas distintos y mas complicados que el estudio del mismo en una zona cratogénica (carboniano de Europa y de los Estados Unidos).Por razones de evolucion en una zona activa,la facies del carbon es notablemente inestable en los orógenos,es decir la magnitud,el número y aun la calidad de los mantos está sometida a variaciones,a veces a distancias cortas.Ademas,los carbones de estas zonas han sido afectados por un tectonismo mas o menos intenso,el cual ha influido en variar la magnitud de los mantos y ademas en triturarlos vastamente.Estas influencias genéticas y postgenéticas se hacen sentir fuertemente en los departamentos del Valle y del Cauca porque se trata en lo general de una zona eutectónica y de evolucion mas activa que eh área en que se formó y transformó el combustible del eotecrciario del Oriente del pais.En efecto la variabilidad de facies y la trituracion del carbon en los departamentos del Valle y del Cauca son mucho mas fuertes que por ejemplo en Cundinamarca y Boyacá.

Estas condiciones del carbon del Valle y del Cauca obligan a hacer estudios lo mas detenido posible si es que se quiere llegar a un criterio económico aproximado a la realidad.Esta obligacion se ha tratado de cumplir mediante levantamientos detenidos en el terreno que se refieren al levantamiento de estrato por estrato, a la determinacion detallada de las condiciones tectónicas y a la apreciacion geológica de las zonas abarcables desde la ruta.Estos

levantamientos embargan la mayor parte del tiempo disponible y la red de los levantamientos no se puede hacer lo suficiente densa al tratarse de una zona carbonífera vasta. Mas grave aun es la deciencia de los afloramientos. A grandes rasgos y a rasgos medianos, la exposicion geológica del piso del Cauca se puede considerar buena pero en cuanto a los pormenores(condiciones de los estratos) que son los que mas se necesitan para la apreciacion económica se tropieza con una gran insuficiencia de los afloramientos. Esto vale sobre todo con respecto a los mantos de carbon cuyas copas(zonas de afloramiento) generalmente estan descompuestas hasta lo irreconocible, excepto en los cortes de algunas quebradas donde la erosion activa mantiene afloramientos buenos. Para subsanar este inconveniente se ha hecho el levantamiento de casi todas las minas que hay en explotacion y que estan ubicadas en la region de Cali y en la de Guachinte-La Herreira. Estos levantamientos se refieren a las cruzadas para conocer la sucesion de los estratos del piso del Cauca dentro de su nivel carbonífero principal y a las galerias para conocer las variaciones magnitud de los mantos y de los urgues(arcilla carbonácea) y la consistencia del carbon. Estos levantamientos que no se han podido dibujar con todos los pormenores allegados en las carteras de campo, se refieren desde luego a zonas en que el desarrollo de los mantos de carbon es relativamente muy favorable, pero no se han podido extender a zonas desfavorables donde no hay explotaciones. Ellos demuestran que gracias a la construccion esencialmente linear del terreno geológico levantado, se presenta la ventaja de una explotacion sencilla que admite rectas largas y aprovecha grandes cuelgas de carbon(altura de explotacion). Esto y el hecho de que los mantos sostengan su magnitud sobre distancias de uno hasta varios kilómetros explica la razon porqué la explotacion se puede hacer en condiciones económicas. Lo mismo facilita hasta cierto punto la cubicacion de las existencias de carbon.

Áreas que ocupa el carbon.

1)La faja mas importante y la mas prolongada en que aflora el piso del Cauca corresponde en el Valle y en el Cauca al semiplano del Carbon.Esta faja pertenece todavia a la hoyandina del Cauca y sigue a lo largo de su contacto con la Cordillera Occidental desde la region de Yumbo-Cali hasta el borde occidental de la cuenca del Patia.Ella sufre una suspension de poca extension en la region de Tambo(Cauca).La longitud de esta faja que tiene el típico rumbo general NNE de la seccion andina del Valle y del Cauca es de 250 kms aproximadamente y el ancho varia entre 5 y 25 kms.-Al Norte de Yumbo,al disolverse la faja ya no se conservan los niveles carboníferos o no se hallan desarrollados favorablemente.Los resíduos que se conservan entre Vijes y Mulaló muestran el piso del Cauca en facies calosa y marina.

2)De importancia secundaria es el afloramiento de la faja transversal de Buenos Aires-Quilichao,la cual corresponde a los plegamientos que descienden del altiplano de Popayan a la cuenca de Cali.El carbon en esta faja es arcilloso y en lo general la magnitud de los mantos no parece ser buena.

3)Una faja de afloramientos intermitentes se halla al contacto de la hoyandina del Cauca con la Cordillera Central.El piso del Cauca asoma ahí en la zona comprendida entre la region al Sur de Dolres hasta la region al Norte de Dolores,ademas en el trayecto La Vetica-Caloto donde los afloramientos en parte son muy escasos,en el curso alto de la quebrada del Ahorcado o sea al Este de Tuluá,en la hoya de Ceilan,posiblemente en la region del Marne(véase levantamiento Bugalagrande a Sevilla) y en la region del cordon de Santa Bárbara.Esta faja parece que solo tiene un o dos mantos explotables en la region de Quilichao-Caloto. El estudio de Grosse sobre la cuenca del Patia demuestra que en esta zona de intensa actividad erosiva el piso del Cauca se halla expuesto en toda la zona de contacto de la hoyandina del Cauca con la Cordillera Central.

5)Las condiciones tectónicas en los bordes de la hoyandina del Cauca demuestran claramente que el piso del Cauca se extiende por el fondo de la cuenca de Cali y por la angostura de Buga Cartago. Pasos de analogia en que el piso carbonífero está descubierto son la cuenca del Patia y la angostura de Morales, respectivamente. El desarrollo que tiene el piso del Cauca en direccion a la seccion caldense y antioqueña de la hoyandina del Cauca no se puede determinar todavia, pero ya en la seccion antioqueña este piso solo se halla desarrollado en una pequeña parte o falta. Donde puede adquirir un desarrollo mas completo es en la angostura de Anzá que comunica las cuencas de Fredonia-Supia y de Sopetran.

6)Una seccion carbonífera quizá importante y cubierta por el piso de Popayan corresponde a las estribaciones de los plegamientos del piso del Cauca que ascienden desde Buenos Aires-Quilichao al promontorio de Popayan. En correspondencia debe haber fajas en la parte Sur del promontorio que descienden hacia la cuenca del Patia. Estas condiciones se deducen de la analogia tectónica y de reparticion de facies carbonífera que se manifiesta entre el promontorio de Popayan y el promontorio de Titiribí que está enteramente descubierto.

7)En la Cordillera Occidental no hemos encontrado zonas de conservacion del piso del Cauca, pero puede haberlas en el curso medio del rio Micay y al W de Timba (allende el divorcio Cauca-Pacífico) en vista de que de esos lugares se reporta carbon.

8)En la hoyandina del Pacífico y en la Cordillera de la costa parece difícil que se encuentre carbon coterciario porque los sedimentos de esta edad son esencialmente marinos. Una excepcion lo puede ser la zona de la hoyandina del Pacífico próxima a la Cordillera Occidental que se hallaba preformada como faja isleña en el terciario inferior, y donde se halla carbon (region de Quibdó) que puede ser del terciario inferior.

Superficie del piso del Cauca en la zona de la hoyandina del Cauca.

En los departamentos del Valle y del Cauca,en especial en la seccion de la hoyandina del Cauca,el piso del Cauca tiene una extension superficiaria de 6000 kilómetros cuadrados.Esta superficie que seria considerablemente mayor si se pudiera tener en cuenta la superficie de los plegamientos del piso, no debe considerarse equivalente al área carbonífera de los citados departamentos en vista de que el desarrollo del carbon en el piso del Cauca es regional y localmente variable,habiendo zonas comercialmente atrayentes como la de Yumbo-Cali-Guachinte-Timba y otras que no se pueden considerar comerciales,como la faja transversal de Buenos Aires-Quilichao y sobre todo la zona del piso del Cauca que yace en el interior de la cuenca de Cali.

Desarrollo regional y local(facies)del carbon.

Para comprender el desarrollo variable que tiene el carbon en la seccion estudiada de la hoyandina del Cauca, es necesario formarse un concepto sobre la evolucion de esa seccion en el terciario inferior.Las investigaciones demuestran que se trata a rasgos generales de una cuenca sedimentaria que se extendia al menos desde Peñol(Nariño) hasta Cartago(Valle),es decir en una largo trayecto de la hoyandina del Cauca.Hacia el Oriente,la cuenca general iba limitada por la Cordillera Central cuyo caracter de lomo de tierra firme por cierto no se determina por las condiciones de facies del eoterciario de su flanco occidental,pero si por el caracter definidamente costanero que tiene el eoterciario oriental en la hoyandina del Magdalena y que aumenta hacia el pié de la Cordillera Central(Tocaima-Girardot hacia Payandé-San Luis-Rovira).El límite Occidental de la cuenca Peñol-Cartago corresponde a la Cordillera Occidental que presentaba caracter isleño en el terciario inferior. Este caracter se deduce primeramente de la suma escasez de sedimentos ~~xxxxxxxxx~~ eoterciarios en esta cordillera,de la facies conglomerácea de Vijes que acusa una isla hacia el Norte(zona del nudo

de Frontino en su estribacion meridional),del aumento de los síntomas de facies costanera desde el borde occidental de la cuenca de Cali hacia el semiplano del Carbon y de los niveles marinos que contiene el piso del Cauca los cuales presuponen una comunicacion temporal entre el área preferentemente marina del Pacífico que incluye la hoyandina del Pacífico y el área preferentemente límnica de la cuenca de Peñol-Cartago,comunicacion que se realizó por la Cordillera Occidental.De Cartago hacia Antioquia y de Peñol hacia el Ecuador la extincion o la reduccion del piso del Cauca demuestran que la cuenca de Peñol-Cartago iba limitada tambien por tierra.-El hecho de que el piso del Cauca de la citada cuenca eoterciaria conste de sedimentos carboníferos y de sedimentos que se han formado en fondos acuáticos pandos,demuestra que la cuenca no se preformó propiamente a raiz del paroxismo de la transicion del cretáceo al terciario,sino que vino a formarse durante el período de sedimentacion del piso del Cauca,de tal manera que el área de la cuenca se hundia paulatinamente y se rellenaba con sedimentos mientras sus bordes apenas se hundian o no se hundian.Si la cuenca se hubiere preformado a raiz del paroxismo cretáceo-terciario,su interior debería acusar sedimentos de agua profunda,lo cual no es el caso segun lo demuestra la calidad arcillo-carbonácea y la calidad de los fósiles marinos que se hallan entre Buenos Aires y Quilichao y la facies del interior de la cuenca del Patia.

Con respecto a las particularidades de la evolucion de la cuenca de Peñol-Cartago,llama la atencion primeramente el hecho de que las condiciones para la formacion de yacimientos de carbon eran mas favorables hacia el lado de la Cordillera Occidental que hacia el lado de la Cordillera Central.Esto se relaciona con el caracter costanero de los sedimentos eoterciarios en el borde de la Cordillera Central donde las condiciones para el desarrollo de ciénagas con vegetacion intensa no eran tan buenas como hacia el lado de la Cordillera Occidantal con su caracter isleño.Lo propio se observa al Oriente de la Cordillera Central(Tolima-Cundinamarca)

donde la facies costanera del lado oriental de la hoyandina del Magdalena no parece ser carbonífera mientras que hacia la Cordillera Oriental que todavia no muestra síntomas especiales de preformacion a la latitud de Cundinamarca la facies carbonífera mejora notablemente. Se tiene así un caso muy convincente de evolucion simétrica sobre la base del eje de simetria de la Cordillera Central.

En cuanto a la reparticion de la facies carbonífera dentro de la cuenca de Peñol-Cartago es significativo que el interior de la cuenca muestre carbon arcilloso, lo cual se deduce de la faja transversal de Buenos Aires-Quilichao y del desmejoramiento medio del carbon desde el lado occidental del semiplano del Carbon hacia su contacto con el plano del Valle y con la cuenca de Cali. Esto indica que el interior de la cuenca sedimentaria ofrecia un caracter mas lacustre, que hacia el lado dela Cordillera Occidental donde predomina la facies panatanosa (o cenagosa) favorable a la acumulacion de depósitos vegetales y que hacia la Cordillera Central en que se halla la costa terrestre del área sedimentaria de la cuenca y donde uno hasta dos mantos definidos de carbon que se hallan entre Quilichao y Caloto muestran un relativo mejoramiento de la facies carbonífera.

En cuanto al borde occidental de la cuenca de Peñol-Cartago se observa una subdivision de facies que es de especial interés práctico. Desde la region de Vijes hasta la saliente de Puerto Isaacs se presenta típicamente la facies marina, sintetizada por las calizas marinas del piso del Cauca. Esta facies se desarrolla a continuacion dela masa terrestre eoterciaria del nudo del Rio Frio que es la estribacion meridional de la isla general eoterciaria que representa el nudo de Frontino. La presentacion de la facies calosa marina de áreas sedimentarias mas o menos límnicas en los bordes de islas de dichas áreas no parece ser una excepcion porque las calizas del eoterciario de Soldado Rock y de la Goagira (Liddle) y las del cretáceo en la zona del nudo Santanderano y de los nudos venezolanos son casos análogos. De la saliente cretácea de Puerto Isaacs hacia

el Sur hasta el borde Oeste de la cuenca del Patia se desarrolla la facies carbonífera destacada del piso del Cauca en tal forma que el mejor desarrollo se observa en la region de Cali, mientras de esta region al Sur va desmejorando hasta extinguirse al parecer hacia la region de Peñol. Este desmejoramiento lento se realiza en direccion hacia el flanco occidental del nudo Ecuatoriano y tiene su rasgo paralelo y simétrico en el desmejoramiento de la facies carbonífera del eoterciario oriental desde la region de Bayacá-Cundinamarca hacia el borde oriental del nudo Ecuatoriano. Tanto en la zona oriental como en la zona occidental, el desarrollo mejor del carbon eoterciario se halla en el borde meridional bajo de los nudos Santandereano y de Frontino. Ello se relaciona evidentemente con el solevantamiento general progresivo de los Andes desde el Sur del Perú (borde de la masa interandina Suramericana) hacia Colombia. Esta cuestion merece un estudio mas detenido porque se trata de uno de los casos sencillos en que se destacan los rasgos sistemáticos de la evolucion, fundados en movimientos tectónicos.

Al observar la division de facies que se verifica en la saliente insignificante de Puerto Isaacs, se vé que ella se verifica en la parte alta del mompromontorio de Cali. Este mompromontorio se ha podido estudiar mas detenidamente en cuanto al desarrollo de los mantos de carbon, gracias a que hay suficientes socavones y galerias. De la comparacion de las columnas estratigráficas que se han deducido de los levantamientos de las minas se deduce con singular claridad hasta qué grado la evolucion ha sido irregular en los detalles. No solo varia el número de los mantos explotables y es difícil hacer una correlacion satisfactoria, sino tambien se observa lo poco sostenido que son los bancos de carbon, por ejemplo el manto Bolivar de Golondrinas. Este levantamiento y las condíciones en que se manifiesta el carbon en La Fragua de Guachinte, demuestran que la apreciacion económica del carbon del Valle y del Cauca es uno de los problemas mas difíciles de resolver.

Las condiciones en general favorables que muestra la facies

de carbon en la zona del monopromontorio de Cali,sobre todo hacia la parte alta de Golondrinas,asimismo que la reduccion que muestra el conjunto inferior del piso del Cauca desde la region del rio Lile hacia la que se halla al Oeste de Yumbo,indican la leve preformacion del promontorio en el eoterciario.Esta preformacion permite suponer que con mas razon los promontorios de la Cordillera Central(promontorios de Popayan y Buga) que son mas potentes hayan ido preformándose en el mismo tiempo.La circunstancia de que el promontorio de Popayan esté cubierto del piso de Popayan y la ausencia del terciario inferior en el promontorio de Buga impiden el reconocimiento directo de su preformacion.Pero con respecto al promontorio de Popayan hay que suponer que en su parte alta encubierta puede haber lenguas longitudinales del piso del Cauca que muestren un desarrollo favorable de los mantos de carbon,segun analogia con el monopromontorio de Cali y aun con el promontorio de Titiribí cuya formacion carbonífera es del terciario medio.

Como resultado del estudio del desarrollo del carbon en los departamentos del Valle y del Cauca se deduce que la faja favorable de carbon corresponde a la seccion del semiplano del Carbon que se desarrolla de Yumbo-Cali hacia el Sur. De importancia secundaria es la faja de Quilichao-Caloto,mientras en las demas zonas de afloramiento del piso del Cauca las condiciones son económicamente desfavorables.En cuanto a las zonas encubiertas es seguro que la faja dela cuenca de Cali que se halla inmediata al semiplano del Carbon es de gran importancia económica,segun se verá adelante. Como probable faja atrayente con respecto a yacimientos comerciales de carbon hay que citar la del subsuelo encubierto del promontorio (altiplano) de Popayan,mientras la faja encubierta que se extiende de saliente de Puerto Isaacs hacia la region al Este de Vijes no se deja apreciar económicamente por falta de afloramientes de los niveles carboníferos del piso del Cauca.La referencia acerca de la existencia de carbon en la faja de La Rucia al W de Vijes indica que hay carbon,pero no queda establecido si se trata de carbon co-

mercial.

Por ser la faja del semiplano del Carbon en la Extension estudiada de Yumbo Cali- hasta Tambo(Cauca) la faja de mejores perspectivas comerciales de carbon y por hallarse su seccion septentrional en situacion favorable hacia las vias básicas de comunicacion y hacia los principales centros de consumo,es necesario conocer las particularidades del desarrollo del carbon,inscritas ademas en los planos originales.

La faja en cuestion no muestra un desarrollo uniforme de los mantos de carbon.Primeramente se observa en término medio un desmejoramiento de la facies carbonífera desde Cali hacia Tambo.En segundo lugar el número de losmantos explotables de esta faja varia regional y localmente.

La region de Cali-Yumbo sin duda es la mejor zona carbonífera de los departamentos del Valle y del Cauca.En término medio el número de mantos explotables no baja de seis y entre ellos hay uno de gran magnitud y relativamente sostenido que es el Bolivar de Golondrinas o sea el Ocho de Los Chorros,y otro de menor magnitud,pero mas sostenido que es el manto La Ciega,llamado en Los Chorros el Siete.La relacion y las particularidades de estos mantos y de los demas que son menos persistentes se halla en el cuadro aludido de periles deducidos de las minas de la region de Cali.De este cuadro y de los planos originales a escala 1:10 000 se desprende la correspondencia del manto Ocho con el Bolivar porque su relacion con respecto al horizonte de La Salvajina es análoga y ademas porque debajo del Ocho-Bolivar sigue como manto de guia el de La Ciega.El desarrollo del manto Ocho de Los Chorros hacia Cañaveralejo(manto Grande) y hacia Siloé(manto Undós) no deja lugar a dudas aunque debe tenerse en cuenta que en Siloé el manto Undós (Ocho) ya es un manto complejo en que convergen otros mantos inferiores al Ocho.Sobre esta base de correlacion es posible demostrar la variabilidad de los demas mantos que se han determinado en la region de Cali.

La comparacion de los perfiles estratigráficos y los estudios generales,asimismo que los datos sobre cálculos de cantidades de carbon que se insertan mas adelante,demuestran que el mejor desarrollo del carbon se halla en el cerro de Golondrinas,tanto en lo que respecta al número como en lo relativo a la magnitud de los mantos explotables.En el mismo cerro de Golondrinas,se observa un desmejoramiento de la facies de carbon desde la parte meridional hacia la parte septentrional,por ejemplo en lo que se refiere al manto Bolivar,pero tambien en los mantos adyacentes,menos en relacion con La Ciega.Comparando las condiciones de carbon del cerro de Golondrinas con las del cerro de Tres Cruces es evidente un desmejoramiento,pero este se vuelve mas palpable al hacer la comparacion con la region de Los Chorros,donde solo los mantos Ocho-Bolivar y Siete-La Ciega son mantos buenos comerciales.Los mantos del conjunto Los Confites se reducen en Los Chorros al número de tres,mientras en Golondrinas y aun en Tres Cruces-minas de Chipichape son mas abundantes y mas gruesos.Una desarrollo del carbon semejante al de Los Chorros se observa en la region de las minas Los Possos, mientras hacia la region de la Planta de Melendez la falta de trabajos mineros impide reconocer el valor de los mantos de carbon que seguramente es alto segun se puede juzgar por los afloramientos en el rio Melendez abajo de la planta eléctrica.

Siguiendo del rio Lile hacia el rio Pance,el horizonte Los Chorros sigue siendo el nivel carbonífero principal.Un afloramiento del piso se halla en el lado Norte del rio Pance,sobre el camino que conduce a los Farallones de Cali.El perfil de la seccion carbonífera es el siguiente:

(Espacio de 10 cms para el perfil)

Comparando los mantos de este perfil con los de los perfiles de la region de Cali se advierte un debilitamiento de la magnitud de los mantos.Esto viene a respaldar la determinacion de que la

la facies carbonífera desmejora en término medio desde la parte alta del monopromontorio de Cali hacia la parte baja, o sea hacia Guachinte y Suarez.

Entre el rio Pance y el rio Claro, el terreno carbonífero no se halla bien expuesto sino hacia el contacto del semiplano del Carbon con la Cordillera Occidental. Una apreciacion detenida de las condiciones del carbon no se puede realizar por falta de trabajos mineros y porque en las rutas que se exploraron no llega a asomar el horizonte Los Chorros. En el anticlinal que se halla al Este del paso del riachuelo del Jordan, próximo al riachuelo, asoman algunos mantos de carbon que deben corresponder a la parte alta del horizonte Los Chorros, pero las copas no permiten hacer una apreciacion sobre la magnitud de los mantos. Tan solo sobre la base de que la region de Chipayá a que nos referimos es intermedia entre la region de Cali y la region de Guachinte-Ferreira donde se halla bien desarrollado el horizonte Los Chorros se puede estimar que ella pueda ser productiva en carbon. Lo relativo de este criterio se desprende del hecho de que la facies del carbon es en sumo grado variable.

Entre los rios Claro y Guachinte se presenta otra vez el horizonte Los Chorros que ha sido cateado en el lado Sur del rio Claro y que se explota en la mina de La Fragua de Guachinte. El desarrollo de los mantos es semejante al de la region de Cali, si se prescinde de los efectos tectónicos que se manifiestan en La Fragua. El cateo en el lado Sur del rio Claro se halla derrumbado y el manto que ocurre ahí se refiere de 2 m de magnitud, cifra que puede ser aproximada teniendo en cuenta el desarrollo de los mantos Hurtado y La Playa en La Fragua de Guachinte.-Especial desarrollo parece adquirir en la region del rio Claro-rio Guachinte el horizonte del Coke, es decir el nivel mas alto del piso del Cauca. Sus mantos de carbon que tienen carbon de poca densidad son mas o menos persistentes, segun se desprende de los afloramientos en ambas bandas del

rio Claro(un manto doble al menos),en la parte alta al W de la casa de la hacienda de Las Peñas y en las explotaciones del Coke y de Mina Vieja de Guachinte(3 mantos).-En cambio el conjunto de Los Confites no parece ser comercialmente carbonífero a juzgar por los afloramientos que se hallan al W del meridiano del cerro Confites.

En el cerro de La Ferreira la explotacion del horizonte Los Gorros/ muestra buenas condiciones económicas,pero el grueso de los mantos principales que son tres,parece disminuir sensiblemente desde el rio Guachinte hacia Santa Bárbara y quizá de ahí hacia el rio Timba donde no encontramos las manifestaciones de carbon del nivel de Los Chorros.-Segun las manifestaciones de carbon de este nivel en La Ferreira y en Guachinte se puede decir que la facies es mas o menos igual a la de la region de Los Chorros.En cambio no se han encontrado manifestaciones de carbon en el conjunto de Los Confites y en el horizonte del Coke solo se conoce un manto de magnitud explotable,pero es posible que existan otros en vista de que el terreno de acarreo puede encubrirlos.

Siguiendo del rio Timba hacia Suarez,se vé que hasta la region de Quiebra Zanca y Piedra Pintada,el desarrollo de los mantos de carbon se mantiene en condiciones mas o menos buenas.El siguiente perfil da las especificaciones en la region de Quiebra Zanca.

(Espacio de 10 cms para el perfil)

Otro afloramiento que probablemente corresponde al horizonte Los Chorros se halla en la quebrada de Comedulce de la hacienda de Altamira que se halla en lo alto al W de la estacion de San Francisco. En esa parte asoma un manto convulsionado de mas de 2 m de grueso que no ha sido cateado porque aparece desfavorable.-En la misma region de Altamira,en el lado W de la cuchilla occidental se manifiesta una serie de mantos delgados de carbon que pueden corresponder al horizonte de Mangó,pero que van limitados hacia arriba

por un nivel cascajoso.Entre dichos mantos hay uno en la parte superior que llega a tener hasta 0,80 m de grueso(socavon Ceballos). Sinembargo parece dudoso que este manto siga con el mismo grueso hacia el Norte porque los afloramientos relativamente frescos que se hallan en dicha direccion no manifiestan sino mantos hasta de 0,50 m de grueso.

Las exploraciones hechas en la region de Suarez evidencian que los mantos de carbon del piso del Cauca no tienen un desarrollo que permita una explotacion satisfactoria. Lo mismo que en Altamira se presentan numerosos mantos delgados de carbon en el horizonte de Mangó que en esta region(Juan Blanco) se puede determinar con seguridad porque contiene niveles fosilíferos.-En el horizonte Los Chorros que se halla muy deficientemente expuesto no hemos encontrado sino un manto de carbon arcilloso con cinta de arcilla carbonácea que se halla hacia la parte alta de la quebrada Cabuyal, un poco al Este del horizonte de La Salvajina.

Al estudiar la region del Playon,situada al Sur de Suarez,frente a la desembocadura del rio Piendamó al rio Cauca,se observa que la facies carbonífera reacciona y el horizonte de Los Chorros se presenta con mantos explotables en la planada y al W de la planada del Playon.Pero es de advertir que en la quebrada Chinchanos que recorre un anticlinal mas próximo al cerro alto del Meson no se reconoce el nivel carbonífero de Los Chorros,siendo de suponer que el nivel estratigráfico podria alcanzar a destaparse en el eje del anticlinal.El horizonte de Mangó presenta mantos de carbon en la quebrada del Matillo,pero ellos no parecen adquirir magnitud explotable,excepto uno hasta dos.Igual particularidad se observa en los mantos del horizonte de Mangó en la region de Mangó,sobre el lado Norte del curso bajo del rio Piendamó.-El conjunto Los Confites tambien contiene mantos de carbon,pero su espesor tampoco parece ser suficiente para dar lugar a una explotacion satisfactoria.El mejor manto se ha observado al Norte de la escuela de San de Azucar donde se vé la copa de un manto de 0,80 m.-El horizonte

del Coke en cambio ofrece al menos localmente un manto explotable de carbon,como es él del cafetal del señor P. Sanchez que se halla al WSW de la planada del Playon.

En relacion con la region del Playon ponemos de presente que no hemos tenido ocasion de estudiar el vasto afloramiento del piso del Cauca que se halla en el ancho anticlinal que se desarrolla en la desembocadura del rio La Pedregosa al rio Cauca.En esta parte no solo hay ocasion de determinar satisfactoriamente el desarrollo de los mantos de carbon hasta el horizonte de Mangó sino tambien se pueden resolver los problemas estratigráficos que ocurren con motivo del estudio de la region del Playon hasta el Meson.

En la region de Dinde hasta Seguengue,el estudio de la facies carbonífera se dificulta porque el horizonte de Los Chorros aflora muy escasamente y tan solo en el lado oriental del rio Cauca donde no hemos encontrado afloramientos satisfactorios al respecto.Tambien en esta region se observan los mantos de carbon que se hallan relacionados con el horizonte de Mangó,pero ninguno de ellos se presenta en condiciones atrayentes.Lo propio vale con respecto al horizonte del Coke.

Entre el rio Seguengue y La Yunga,el horizonte Los Chorros se manifiesta en pocos lugares y deficientemente expuesto.Los puntos que se han podido estudiar son la quebrada de La Mula,pequeño afluente en el curso bajo del rio Hondo,y Malpaso en la travesia del curso bajo del rio Sucio hacia Seguengue.En la quebrada La Mula donde se presenta carbonífero el horizonte Mangó,el horizonte Los Chorros no alcanza a mostrar las manifestaciones de carbon, excepto en un manto que se halla hacia la angostura del rio Hondo al W de la quebrada Mula.En Malpaso hay descubierto dos mantos del horizonte Los Chorros que parecen ser de alguna importancia.Otro lugar en que posiblemente asoma el horizonte de Mangó se halla en el lado W del rio Sucio,poco antes del cruce del camino de Las Casitas a Popayan.Se trata de un afloramiento en que asoma un manto revuelto de arcilla carbonácea con poco de carbon que

no es explotable.Este desarrollo defectuoso que tambien puede presentarse en el anticlinal de Chinchanos de la region del Playon obliga a proceder con cautela al apreciar el valor carbonífero de la zona comprendida entre Suarez y Tambo e indica que no se pueden tomar como base de apreciacion los mantos que se hallan en la planada del Playon.Este criterio no solo vale con respecto al horizonte Los Chorros sino tambien con respecto al horizonte del Coke que en algunos puntos ofrece mantos buenos(al WSW del Playon;Paso Malo al Norte de Los Anayes) y en otros,como en toda la zona desde el rio Dinde hasta el rio Seguengue y aun hasta Tambo no presenta mantos de importancia.Desde luego,la inconstancia de mantos de carbon que se observa en el conjunto Los Confites y que tambien vale hasta cierto punto para el horizonte de Mangó obliga a proceder aun mas cautelosamente.

El desarrollo antracítico del carbon.

El carbon del piso del Cauca ha sido frecuentemente transformado en antracita debido a la influencia de contacto que ejercen las rocas tonalíticas que atraviesan el piso o que se intercalan como silos en él.Ademas de la antracitacion del carbon se distingue en algunas regiones(La Chapa,Playon) la"grafitizacion" que se manifiesta sobre todo con respecto al carbon arcilloso y que en parte es producida por la mezcla de la materia carbonácea con mineral de manganeso.

La transformacion del carbon en antracita se obsérva primeramente en la region del Playon,lugar en que se pone de manifiesto la irregularidad de la transformacion.Así los mantos que afloran en el ascenso desde la planada del Playon hacia el primer filo alto sobre el camino que conduce al cafetal del señor Sanchez y al Dinde se hallan fuertemente antracitizados y llevan en parte intercalacion de silos delgados de una andesita tonalítica oscura,acompañada de pequeñas vetas-silos de manganeso.Estos síntomas de transformacion disminuyen levemente hacia el Norte(La Laguna),pero ya

no es visible a poca distancia hacia el Sur.-En la region de Suarez donde la intrusion de files y de silos de rocas tonalíticas es mas intensa que en el Playon,los mantos del horizonte de Mangó se hallan todos mas o menos antracitizados(hacienda Juan Blanco),mientras que en los mantos del horizonte de Los Chorros que se presentan mas al Norte,en Quiebra Zanca y Piedra Pintada la transformacion es irregular.Otra zona en que asoma la antracita es la de Mata de Caña en el cerro de La Ferreira y la que se halla expuesta hacia el curso alto de la quebrada que pasa cerca de la casa de la hacienda de Las Cañas,próxima a la estacion de Guachinte.Ademas se hallan antracitizados algunos mantos delgados de carbon que se presentan al Norte de La Pesebrera,en el curso bajo de la quebrada Peteral y que se hallan sobre la faja tonalítica que se desarrolla desde el lado oriental del cerro de Ferreira hacia la Pesebrera y que probablemente continúa en parte por la profundidad hacia la region de la casa de Chipayá,al W de Jamundí.Tambien son frecuentes las antracitas en la region del cerro de La Chapa,por ejemplo en el lado Este del Peñon,mientras en la region de Buenos Aires no las hemos observado aunque es seguro que tambien deben existir ahí.

De la transformacion que ha sufrido el carbon al contacto con las tonalitas que ademas cornubianizan los sedimentos del piso del Cauca,se deduce que en las zonas ocupadas por el piso del Cauca y atravesadas por las tonalitas(andesitas y dacitas tonalíticas sobre todo) el carbon por lo general se halla cornubianizado en la inmediacion de dichas intrusivas.Los efectos de estas intrusiones sobre el piso del Cauca no se han observado al Norte del rio Pance,pero abundan desde este rio al Sur,segun se desprende de los levantamientos. La presencia de estas rocas en el subsuelo de la zona carbonífera del rio Pance se determina por la cornubianizacion que han sufrido los sedimentos del piso del Cauca que se hallan a algunos cientos de metros de los mantos de carbon que se han representado en el perfil del rio Pance.Entre este rio y el rio Claro,las rocas tonalíticas solo se manifiestan hacia la parte alta,mas próxima al nudo tonalítico de Los Farallones,siendo abundantes en esta parte.Hacia

la parte baja del declive que desciende hacia el plano del Valle, los afloramientos del piso del Cauca son escasos y las tonalitas solo las hemos observado en la region de la casa de Chipayá.-Entre los rios Claro,Guachinte y Timba,las intrusiones tonalíticas se distinguen principalmente en el lado oriental del semiplano del carbon y siguen en general por esta línea hacia Piedra Pintada y Suarez,lugar al Sur del cual se halla el centro tonalítico de Caravelí.Mas al Sur,la línea de las tonalitas sigue mas o menos por el curso del rio Cauca,sobre todo en el lado oriental(Mojibío), mientras que hacia el contacto del semiplano del Carbon con la Cordillera Occidental no hemos encontrado intrusiones de dichas rocas.En la region de Tambo(Cauca) las rocas tonalíticas se manifiestan otra vez en la inmediacion de la Cordillera Occidental que presenta un centro tonalítico al parecer grande que se desarrolla sobre todo al W del Munchique de Tambo.-Otra faja abundante en intrusiones tonalíticas que afectan el piso del Cauca es la transversal que se halla entre Buenos Aires y Quilichao y que se presenta en la transicion del promontorio de Popayan hacia la cuenca de Cali.Ella,dicho sea de paso,tiene su analogia con la actividad andesítica y basáltica del neoterciario en la transicion del promontorio de Titiribí hacia la cuenca de Fredonia-Supia.-En el lado de la Cordillera Central,las intrusiones tonalíticas en el piso del Cauca son escasas pero tan solo porque el piso del Cauca asoma poco. Intrusiones de dacita se observan en la region al Sur y al Norte de Dolores(Cauca) donde tambien ha sido antracitizado el carbon, ademas en La Yetica(al Sur de Quilichao) y en la hoya de Ceilan.

En todas estas partes donde las tonalitas cruzan el piso del Cauca o se intercalan en él en forma de silos,hay que contar con que el carbon ha sido antracitizado en la cercania del contacto.La extension que tienen las tonalitas hacen prever que una parte importante del carbon del piso del Cauca es antracita.En relacion con la calidad comercial de la antracita es de advertir que la transformacion es irregular y que ademas,donde la tonalita se halla al

contacto directo con la antracita o forma silos en ella(Playon), revuelve los mantos y dificulta su explotacion comercial.

Rasgos tectónicos del piso del Cauca.

Las clases de tectonismo que se observan en el piso del Cauca,gradusdas segun la intensidad del tectonismo,son las siguientes:

1) Tectonismo intenso,caracterizado por plegamientos estrechos,verticales hasta invertidos,poco ondulosos, sostenidos sobre gran distancia y en parte imbricados. Este tectonismo es el que se refleja por el desarrollo linear de la estratigrafia y de la tectónica.

2) Tectonismo medio intenso,caracterizado por plegamientos estrechos pero ondulosos que alternan con ondulaciones de poca intensidad tectónica. Este tectonismo muestra el desarrollo linear hasta circular de la estratigrafia y de la tectónica.

3) Tectonismo medianamente suave caracterizado por plegamientos poco contraidos y muy ondulosos.En esta clase de tectonismo el caracter ondulose(circular) tienede a predominar sobre los plegamientos(lineares).

4) Tectonismo suave hasta muy suave en que se presentan las ondulaciones de poca intensidad,mientras los plegamientos no resaltan. Es el tectonismo que da caracteres circulares a los aspectos geológicos.

La importancia que tienen estas clases de tectonismo para la mineria y para su economia es óbvia.En las zonas de estructura linear,o sea de tectonismo intenso,hay la posibilidad de explotar fácilmente grandes extensiones de carbon con socavones y sobreguias mas o menos rectos(manto Bolivar en Golondrinas,mantos La Ciega y Ocho en Los Chorros).En cambio el carbon se halla mas o menos triturado.-En las estructuras de forma circular o preferentemente circular,o sea de tectonismo mas o menos suave,el carbon se presenta en lo general duro,pero las ondulaciones dificultan en sumo grado el desarrollo de los socavones ya que estos no pueden seguir en línea recta y muchas veces no se podrá eludir la necesidad de variar el declive de ellos.Para hacer una explotacion sistemática en ellos hay necesidad en la mayoria de los casos de hacer perforaciones para determinar el nivel apropiado del cual debe partir la explotacion(zona carbonífera al Sur de la saliente de Puerto Isaacs).

Las zonas de tectonismo intenso, es decir linear que se observan en los departamentos del Valle y del Cauca son:

1) la zona del semiplano del Carbon que se halla comprendida entre el rio Lile y el rio Timba. Ella sigue desarrollándose mas al Sur hasta Suarez, pero en este trayecto se manifiestan notablemente las ondulaciones.
2) la zona comprendida entre el rio Dinde y la region de Tambo, tambien parte del semiplano del Carbon. Tambien ella se manifiesta notablemente ondulosa hacia el saliente (promontorio) de Suarez.

El desarrollo de las estructuras de estas zonas se desprende de los croquis especiales y del croquis general que acompañamos al presente informe. Estas bases tambien muestran las demas zonas con tectonismo menos intenso hasta suave a que aludimos enseguida.

Las zonas de tectonismo medianamente intenso son evidentemente típicas para los declives longitudinales de los promontorios y del monpromontorio de Cali. Ellas son:

1) la zona carbonífera que asciende en lenguas desde el rio Lile hacia Golondrinas y el rio Arroyohondo, equivalente al declive Sur del monpromontorio de Cali.
2) la zona comprendida entre el rio Timba y Suarez que corresponde al declive Norte del promontorio de Suarez.
3) la zona comprendida entre el rio Dinde y el lado Sur del promontorio de Suarez (region del Playon) que equivale al descenso Sur del citado promontorio
4) la zona de Buenos Aires-Quilichao, sobre todo la region de Mnadibá-La Chapa que se ha levantado. Ella corresponde al declive Norte del promontorio de Popayan.
5) la zona de resíduos terciarios que se halla en la region de La Liberia-San Antonio-Caldequera, la cual es mas ondulosa que las anteriormente citadas. Lo mismo puede valer con respecto a la zona ~~que~~ de resíduos del piso del Cauca que se desarrolla desde el curso alto del rio Dinde al Sur, la cual no se estudió de cerca.
6) la zona del cordon de Santa Barbara que tambien ofrece plegamientos ondulosos menos intensos que los de las zonas 1-4. Se trata ahí del borde occidental de la cuenca del Quindio y hasta cierto punto del declive septenrional del promontorio de Buga.

Como zona de tectonismo medianamente suave se destaca

1) la faja que se desarrolla en el pié oriental del semiplano del Carbon, al contacto con el plano del Valle. Los afloramientos que atestiguan el tectonismo mas o menos suave se observan al Sur y al W de la saliente de Puerto Isaacs, en el terreno del rio Lile que queda al Sur de Los Chorros y que se encubre hacia el rio Pance y mas al Sur, ademas entre Timba y San Francisco y en toda la faja que se desarrolla desde la region al E de Suarez por Mangó y Rosario hacia La Yunga.
2) Una pequeña, pero interesante zona de plegamientos suaves

que se manifiesta por los resíduos del piso del Cauca al Oeste de Yumbo, o sea en la parte alta del monopromontorio de Cali.

3) Otra pequeña zona de plegamientos muy ondulosos en que ya predominan las ondulaciones se halla en la parte baja del descenso del cordon de La Chapa y la faja axial de este cordon (anticlinal) tambien refleja el caracter de plegamiento suave y muy onduloso.

Las zonas de tectonismo suave, es decir de ondulaciones suaves no se hallan expuestas, en lo que respecta a la tectónica del piso del Cauca, pero si se manifiestan magníficamente en el piso de Combia, por ejemplo en el semiplano de La Iberia y en su desarrollo hacia la region de Carzal. Como zona de ondulaciones suaves del piso del Cauca hay que conceptuar en lo general el interior de la cuenca de Cali. Esto no solo se infiere de la disminucion brusca de la intensidad tectónica desde el semiplano del Carbon hacia la faja que pasa por su borde oriental, sino tambien de las disminucion de intensidad tectónica que en término medio muestran los plegamientos que descienden desde el promontorio de Popayan hacia la cuenca de Cali.- Al parecer tambien el interior de la cuenca del Patia muestra sobre todo caracter de ondulaciones (véase perfil A-B-C de Grosse en el croquis geológico del Patia).

Algunas particularidades de la tectónica especial en el semiplano del Carbon.

Monopromontorio de Cali.

En principio el monopromontorio de Cali se divide en dos sinclinales y dos anticlinales que ascienden desde el rio Lile hacia la region al W de Yumbo, y que en parte revelan sobrescurrimientos. Ademas estos plegamientos son complejos como se puede ver en los perfiles geológicos de la region de Cali.- El sinclinal occidental se desarrolla desde la region de la Planta Melendez hacia Golondrinas y continúa de ahí hasta mas al Norte del rio Arroyohondo. La subdivision tectónica de este sinclinal es difícil de reconocer porque los afloramientos son insuficientes. La ausencia de sedimentos del piso del Cauca en la parte donde lo atraviesa el rio Cali que ahí corre al parecer por el cretáceo volcánico, indica su

caracter axialmente onduloso.En el flanco oriental del cerro de Golondrinas,entre las minas de La Fragua y de Bolivar y mas al Sur se reconocen ligeras ondulaciones que se pierden hacia el Norte, direccion en la cual el sinclinal tiende a transformarse en un codo(codo del Volante).En lo demas,la estructura de este plegamiento es notablemente linear,como lo demuestra la explotacion de carbon del manto Bolivar en el cerro de Golondrinas.La participacion de sobrescurrimientos en este plegamiento no se ha podido constatar todavia,y se pone de presente que el solo estudio de la tectónica del cerro de Golondrinas requiere un tiempo largo ya que no solo la exposicion del piso del Cauca es deficiente sino porque ofrece contínuamente problemas tectónicos complicados.

El anticlinal que se desarrolla al Este del sinclinal de Planta Melendez-Golondrinas demuestra ser un plegamiento complejo, segun se desprende de su descenso hacia el rio Lile.Ademas es probable que se desarrolle ondulosamente porque sobre él se halla el cerro de Los Cristales como elevacion cretácea importante en él.

Mas al Oeste sigue un plegamiento complejo que comprende las minas de Los Chorros,del cerro Tres Cruces y de Chipichape.Aparte de ser complejo,este elemento es fuertemente onduloso,motivo por el cual los plegamientos que lo componen sufren frecuentes transformeciones.Los plegamientos constituyentes se observan tanto en el lado Norte del rio Lile como en el cerro de Tres Cruces.En el lado occidental se desarrolla primeramente un sinclinal que es el mismo que termina en cuña hacia el lado Norte de las minas de Chipichape y que tambien se manifiesta hacia el rio Lile.Mientras este plegamiento está formado en las partes bien formadas por el piso del Cauca,el anticlinal que se presenta inmediatamente al Oriente está formado principalmente de cretáceo y en sus ondulaciones bajas por el piso del Cauca. Este anticlinal viene ascendiendo desde el rio Lile hacia los cerros de La Pedregosa y Los Chorros, desciende luego en Cañaveralejo y vuelve a surgir al parecer en Siloé para enseguida descender fuertemente a formar el fondo de la

artesa que queda en la zona del cerro de Tres Cruces entre las minas del Aguacatal y la quebrada Buen Vivir. Desde esta parte formada del piso del Cauca, el anticlinal asciende bruscamente y continúa hacia la region comprendida entre las minas y la estacion carbonera de Chipichape y mas al Norte tiende a reunirse al anticlinal que se halla entre Chlondrinas y las minas de Chipichape. Al formar una artesa y ascender luego en forma cupulosa, este anticlinal muestra las características de los movimientos axiales de un anticlinal central en un sistema de plegamientos que obedece al principio orgánico. Su flanco oriental es de importancia práctica porque en él se conserva de contínuo el piso del Cauca y porque en él se hallan las carboneras de Los Chorros, Cañaveralejo y Siloé.-El sinclinal que continúa al W se halla en lo general cubierto por el plano del Valle, pero se manifiesta bien en la parte interior de la saliente de Puerto Isaacs donde es pando y ámplio y desciende fuertemente al Sur. Luego se vuelve a determinar hacia el rio Lile, siendo tambien ahí notablemente onduloso. Este elemento en lo demas ya forma parte de la faja de plegamientos ondulosos suaves que se desarolla a continuacion Este del semiplano del Carbon.

Los sobrescurrimientos que intervienen en la parte oriental del monopromontorio y que se han podido reconocer son el del sinclinal que se dirije desde la parte alta del Cerro de Tres Cruces hacia las minas de Chipchape y el que se desarrolla desde el cordoncito bajo del lado oriental, bajo del Cerro Tres Cruces hacia la region al Este de la estacion carbonera de Chipchape y que de ahí probablemente continúa hacia la region al Sur de Yumbo. Hacia el Sur, en direccion a las minas de Los Chorros no hubo ocasion de identificar estos sobrescurrimientos.

Zona lineal entre el rio Lile y el rio Timba.

Esta zona se ha levantado en el trayecto comprendido entre Chipayá, Guachinte y el cerro de La Ferreira. Segun lo demuestra el desarrollo de los horizontes estratigráficos, se trata de estructuras longitudinalmente muy sostenidas las cuales se revelan como un

sinclinal estrecho que comienza a revelar ondulaciones en La Ferreira y tambien en la region de La Cesebrera(rio Guachinte).Los plegamientos que siguen al Oriente estan mas o menos encubiertos,pero las condiciones en Chipayá indican que tambien se trata de elementos lineares.Al Norte de Chipayá//,el sinclinal probablemente se invierte al Oriente,pero vuelve a erguirse hacia el rio Cance donde ya se notan los plegamientos que se desarollan de él en direccion hacia el monopromontorio de Cali.-Al Oeste del sinclinal ascienden plegamientos desde la region del rio Jordan y Caldequera en direccion a San Antonio y La Liberia.Estos plegamientos son estrechos en la region dél rio Jordan y se vuelven ámplios y suaves hacia San Antonio.Su determinacion definitiva no se ha podido llevar a cabo porque no fué posible estudiar el terreno correspondiente entre el rio Claro y el Jordan,pero en principio se reconoce que se trata del ascenso de plegamientos hacia un promontorio(el de La Liberia-San Antonio).El estudio de este promontorio o monopromontorio no se ha podido extender hacia el lado Sur del rio Timba.

Los probables sobrescurrimientos se manifiestan en el paso del rio Jordan hacia Caldequera,al NE de la mina de La Fragua de Guachinte y en la region de La Cesebrera.

Zona de Timba-Suarez.

Las ondulaciones en esta zona de intensidad tectónica mas reducida que la de Lile-Timba,se manifiestan primeramente en el camino de Timba a la estacion de San Francisco donde descienden plegamientos poco contraidos con rumbo NE hacia el plano del Valle.Ademas se distinguen en Altamira,region en la cual se nota una sinclinal de mediana intensidad al cual sigue el anticlinal que pasa por la quebrada de Comedulce.Tambien son abundantes las ondulaciones al Este de Suarez,sobre el lado oriental del rio Cauca,pero en Suarez mismo pasa un sinclinal ancho que se halla invertido al Nororiente.Esta inversion se relaciona con el promontorio de Suarez y es llamativo que tambien en nudo de Los Carallones(al Norte de Chipayá) se presente la inversion.

Zona del Playon.

La zona del Playon está formada en la parte occidental por plegamientos estrechos que son a veces ondulosos y en la parte oriental por plegamientos ondulosos mas o menos suaves. La línea de separacion pasa por el borde occidental de la planada del Playon y continúa mas o menos en esta forma hacia los caserios de Dinde y del Acuerdo(Mercadito). Dadas las condiciones en el Playon donde sigue encima del horizonte Los Chorros un conjunto cascajoso que no es lo normal, hemos supuesto preliminarmente que por ahí pase un sobrescurrimiento. Su determinacion definitiva depende del estudio de la sucesion estratigráfica en el anticlinal ancho que se desarrolla en el curso transversal del rio Cauca, desde la desembocadura del rio La Pderegosa al Oeste.

Los plegamientos ondulosos y estrechos del lado occidental del Playon se simplifican en direccion hacia Dinde y el Seguengue donde se trata de plegamientos sostenidos. En la parte de plegamientos ondulosos del lado oriental del Playon(incluso Mangó) se reunen hacia el Sur al anticlinal ancho que se presenta al W de la desembocadura del rio La Pedregosa, el cual parece seguir hacia el Sur, pero en su flanco occidental se presentan ondulaciones que se distinguen en el ascenso desde Dinde a Carmelo y desde El Acuerdo hacia Rosario. En la region de La Yunga, a continuacion de la línea del anticlinal en cuestion, se manifiestan subplegamientos.

Zona de Dinde-Seguengue-Tambo.

Hasta donde fué posible hacer levantamientos, la subdivision del Playon en una parte oriental de tectonismo mediano y en una parte occidental de tectonismo fuerte prosigue, con la diferencia ya anotada de que los plegamientos de la parte occidental son sencillos y sostenidos. Hacia Las Casitas y Tambo, el encubrimiento del piso del Cauca por el piso de Popayan impide determinar la tectónica en corto tiempo.

Influencia de la tectónica sobre los mantos de carbon.

Es comprensible que la gran intensidad tectónica que

afecta el semiplano del Carbon hay influido de manera decisiva sobre la consistencia y la variacion de magnitud de los mantos de carbon y de los urgues que encierran.

En efecto se vé que,excepto pocos casos,los mantos de carbon que se trabajan en la region de Cali y en la de Guachinte y Ferreira ofrecen un material mas o menos triturado.La region en que el carbon se halla mas triturado es la de Los Chorros hasta Cañaveralejo,mientras en la de Golondrinas el carbon es mas compacto. En el socavon Bolivar que explota el manto del mismo nombre en el cerro de Golondrinas se hace la observacion que hay una zona alta en que el carbon está mas duro y una zona baja en que el carbon está mas triturado.La línea de separacion tiene una suave inclinacion hacia el Norte y en efecto se vé que en direccion Norte(mina La Fragua)el carbon del manto Bolivar se presenta firme.En otros casos la trituracion se manifiesta fuertemente en donde el rumbo o la inclinacion cambian.En lo demas,la trituracion se debe a la formacion de buches(lentes anchos) y pinches(estrangulaciones) a causa de los efectos tectónicos.Ello tambien demuestra los efectos del tectonismo intenso sobre la magnitud de los mantos que se halla expuesta en los planos de los socavones y galerias de las minas de la region de Cali.Como caso singular de efectos tectónicos se ha agregado el perfil de los mantos Hurtado y La Playa de Guachinte.Un caso análogo parece presentarse en El Volante del cerro Golondrinas donde el manto Bolivar se ensancha a varios metros.

Estas condiciones del carbon en la faja del semiplano del Carbon obligan a prestar atencion a los plegamientos suaves que hay en él y sobre todo a los que se desarrollan en la faja que sigue al Este del semiplano,por ejemplo en el sector de la saliente de Puerto Isaacs hasta el rio Lile.En ellos se puede contar con la probabilidad de que el carbon esté compacto y esta condicion puede sufragar los gastos mayores que exige el desarrollo de los socavones y la explotacion con apiques.

Cálculos sobre existencias de carbon en el semiplano del Carbon.

La dificultad que existe para hacer cálculos sobre cantidades de carbon consiste en que el carbon se formó en un terreno de evolucion intrampila(variacion de facies en los pormenores;véase cuadro de perfiles estratigráficos de la region de Cali) y que posteriormente ha estado sometido en gran parte a un tectonismo muy intenso,sobre todo en relacion con los paroxismos principales de la fase geoanticlinal(trituracion de los mantos y transformacion de estos en bolsas y pinches).Para la comparacion se advierte que en el Oriente de Colombia,por ejemplo en Cundinamarca y Boyacá, donde el tectonismo es menos intenso la facies del carbon es mas persistente y el carbon no ha sufrido transformaciones postgenéticas tan fuertes como en los departamentos del Valle y del Cauca.Pero aun estos terrenos carboníferos,comparados con los de evolucion muy tranquila y muy pareja que se hallan por ejemplo en el carboniano de Inglaterra,Bélgica,Francia,Alemania,Polonia y Rusia y en el de los Estados Unidos y que no han estado sometidos a una evolucion postgenética activa,ofrecen una gran cantidad de problemas que impiden hacer cálculos concretos sobre cantidades explotables de carbon,como tambien hay que explotarlos en forma bastante distinta a la que rige en los terrenos cratogénicos de carbon,arriba citados.

Para reducir en lo posible el margen de error con respecto al cálculo de existencias de carbon en los departamentos del Valle y del Cauca,hemos procedido a reducir las cifras de magnitud y extension que sirven de base.La reduccion en algunos casos puede parecer excesiva,pero hemos tenido en cuenta que no se deben descuidar las variaciones locales de facies,como las que se presentan en el cerro de Golondrinas,desde la parte meridional hacia la parte septentrional,y que muchas veces hay trayectos en los mantos de carbon en que el carbon y el urgue estan revueltos o en que se deshilachan los mantos por el aumento del número de hojas de urgue(Filoé) razones por las cuales la explotacion resulta deficiente o hay que abandonarla.

Los niveles carboníferos que deben tenerse en cuenta para los cálculos de carbon,en su orden de importancia son los siguientes:

1)horizonte Los Chorros,con los mantos principales
2)horizonte del Coke
3)conjunto Los Confites
4)horizonte de Mangó
5)horizonte Los Hilos,de poco valor carbonífero

En el horizonte de La Salvajina que se halla mal expuesto, no se han encontrado mantos de carbon.Se refiere uno de la angostura del rio Guachinte arriba de los socavones de La Fragua de Guachinte que tiene 1,5 m de carbon,pero su existencia no seria base suficiente para juzgarlo que el horizonte de La Salvajina fuere carbonífero en general.-Los mantos de carbon que se hallan en el piso de Cinta de Piedra,en veces abundantes,muestran desarrollo lenticular y no se explotan.Por este motivo no se tendran en cuenta.

Con respecto a los niveles carboníferos enumerados se agrega que el horizonte Los Chorros contiene el mayor número de mantos explotables y entre ellos mantos gruesos.Aunque variable en los pormenores,la facies en general es sostenida desde la saliente de Pto. Isaacs hasta la region del Playon(80 kms),pero sufre probablemente una reduccion fuerte en algunas zonas menores(Suarez,Chinchanos).-El horizonte del Coke no tiene esa estabilidad carbonífera.Su mejor facies se distingue en la region de Guachinte-rio Claro,mientras ya en La Ferreira el horizonte es menos carbonífero.-el Playon al Sur solo se distinguen localmente mantos explotables en él y lo mismo puede tener valor para la region de Cali.-El horizonte de Mangó que es marino por excelencia solo parece ofrecer mantos de alguna importancia en la region de Mangó-Playon,y quizá en la q. Mula y en Altamira.El número de mantos en este horizonte es considerable,pero pocas veces la magnitud de ellos es comercial.-El horizonte Los Hilos tiene mantos explotables tan solo entre Cañaveralejo y Siloé y posiblemente en el lado oriental interior del cerro Tres Cruces.

Los cálculos de carbon en la faja del semiplano del Carbon se haran segun regiones,comenzando en el Norte y siguiendo hacia el

Playon.Debido a que al Sur de esta último lugar no fué posible recoger bases suficientes para hacer cálculos,se prescinde de su apreciacion cuantitativa.Ella solo se puede realizar mediante un estudio detenido y prolongado,sobre todo a lo largo de las quebradas(afloramientos frescos).

1) Region de Vijes.

Se ha obtenido la informacion de que en la quebrada Rucia hay una manifestacion de carbon en la banda oriental y en los sedimentos que siguen encima del nivel marino de Vijes.El terreno se halla encubierto de matorrales y de acarreo y no fué posible encontrar el sitio.La conveniencia de hacer cateos a carbon en la region de Vijes se desprende de la necesidad de combustible barato que tienen los hornos de cal de la region de Vijes.Como zona mas propicia al respecto hay que considerar el subsuelo del plano del Valle que se extiende al Este de Vijes bajo el plano del Valle. Los cateos deberan hacerse previo estudio geológico de ese terreno plano,mediante perforaciones.Estas deben demostrar si,como es de suponer,el piso del Cauca se conserva ahí en toda la magnitud y si contiene mantos explotables de carbon,en especial mantos del horizonte Los Chorros.

2) Region de Yumbo-Puerto Isaacs(parte de la region de Cali).

En el ascenso del ferrocarril de Yumbo a la Cordillera Occidental se conservan al menos dos resíduos del piso del Cauca que se hallan suavemente contraidas.En ellos se conserva el conjunto de Los Confites que,en contraposicion a la propia region de Cali,no es carbonífero,y el horizonte de La Salvajina que tiene desarrollo ripioso y tampoco es carbonífero.

En cambio e iste una zona carbonífera de buenas espectativas que se desarrolla al Sur de la saliente de Puerto Isaacs.Ella se refiere a la parte encubierta por el plano del Valle que corresponde a la prolongacion Sur del suave sinclinal que forma el piso del Cauca en la saliente.En dicha direccion el sinclinal desciende pron-

to y a la medida del descenso van conservándose los sedimentos que se hallan encima del horizonte de La Salvajina que se perciben en la parte del sinclinal que está en la saliente de Puerto Isaacs. De acuerdo con este descenso se conserva el horizonte Los Chorros que se ha explotado anteriormente en una clavada que se halla en el lado Sur de la saliente. Dado el caracter relativamente estable que tiene el carbon del horizonte Los Chorros, es de suponer que sus mantos se extiendan bastante en el subsuelo del plano del Valle y lleguen al Sur quizá a empatar con los de Los Chorros con los cuales se hallan sobre la misma faja tectónica. Sinembargo no hay seguridad al respecto porque en la estacion baja(carbonera) de Chipichape, posiblemente por efectos del sobrescurrimientos, no ha sido posible identificar los mantos de carbon del horizonte Los Chorros. Por este motivo es conveniente reducir la superficie de cálculos de carbon en la zona que se desarrolla al Sur de la saliente de Puerto Isaaca a un mínimum de 3 kms de largo por 2 kms de ancho, es decir de 6 millones de metros cuadrados. Como ademas la magnitud de los mantos de carbon del horizonte Los Chorros no se puede reconocer, hay que reducirla a un probable mínimum de 2 m. La densidad media del carbon es de 1,2. Sobre estas bases y teniendo en cuenta que la explotacion anterior no influye sobre las cifras mínimas que sirven de base para el cálculo, la cantidad disponible se juzga en:

6 000 000 por 2 por 1,2, es decir en

14 400 000 millones de toneladas, o sea en números redondos en <u>15 millones de toneladas</u>.- Esta cifra, relativa a una superficie muy reducida en que no se tiene en cuenta el aumento de la superficie del carbon por razones de plegamientos y de ondulaciones, demuestra que al Sur de la saliente de Puerto Isaacs puede extenderse bajo el plano del Valle una existencia muy potente de carbon, la cual tiene la ventaja de la situacion favorable hacia el ferrcarril, del Pacífico y tanto hacia Cali como hacia Buenaventura. Ademas la faja ofrece plegamientos suaves que hacen suponer que el carbon sea en general compacto. La explotacion habrá que

realizarla con apiques,previo sondeo de la zona para determinar el lugar mas adecuado para iniciar la explotacion.Segun las condiciones de tectonismo suave que tiene la zona,es de suponer que la profundidad mayor de la zona no pase de unos 100 m.Las ondulaciones del terreno carboníferо obligan a prestar especial atencion al desarrollo de los socavones de explotacion.-Un factor que no se puede prever, pero que se puede aclarar con los sondeos,es el de las condiciones del agua en las partes que pueden explotarse.La probabilidad de que el carbon sea compacto hace prever que el aflujo de agua no sea considerable,pero esta puede tener eventualmente un conducto importante por el sobrescurrimiento que se observa sobre la saliente de Puerto Isaacs hacia el interior del sinclinal y que puede continuar hacia el área indicada para la explotacion.

Desde luego se pone de presente que una zona como la del subsuelo del plano del Valle a que nos referimos y que necesita de apiques,no es adecuada para la explotacion en pequeña escala sino necesita un mercado ámplio y necesita explotarse en forma unitaria, es decir es un negocio para una compañia en mayor escala,la cual solo puede sufragar los gastos de la exploracion a taladro que necesita el área antes de emprender trabajos de explotacion.Esto tambien vale con respecto a las zonas carboníferas del subsuelo del plano del Valle que se hallan entre Cali y el rio Lile,a las cuales nos referiremos adelante.

En cuanto a los terrenos del piso del Cauca que se hallan debajo del plano del Valle al Norte de la saliente de Puerto Isaacs no conviene hacer cálculos de carbon,a pesar de que la existencia de carbon en el borde Sur de la saliente pudiera intimar a hacerlo. La razon por la cual no podemos hacer cálculos por ahora consiste en que la saliente de Puerto Isaacs divide entre la facies marina de Vijes y la facies límnica de Cali.Desde dicha saliante al Norte, comenzando por los afloramientos del inicio del ascenso del ferrocarril al NW de Yumbo y siguiendo hacia Mulaló y Vijes,el piso del Cauca se presenta caloso en la parte baja,mientras los niveles

que siguen encima y que pueden ser comercialmente carboníferos no se han investigado.Al Sur de la saliente,al menos hasta el rio Lile no hemos encontrado un fósil solo fósil marino y todo el aspecto del piso del Cauca indica que se trata de una zona enteramente límnica.Segun ya se dijo en relacion con la region de Vijes,la exploracion del carbon es ahí de mucha utilidad para desarrollar el negocio de la cal y tambien el de cemento.

3) Region de Cali.

Los cálculos de la zona de Cali se hará en lo general de Norte a Sur,comenzando por el cerro de Golondrinas que es el mejor campo carbonífero de la region de Cali.

a)Cerro de Golondrinas.

El cerro de Golondrinas,situado al NW de Cali,es una elevacion del semiplano del Carbon formada por la parte baja del piso del Cauca,el cual abarca desde el conjunto de Los Confites hasta el horizonte Los Hilos.Este cerro forma una seccion carbonífera junto con el cerro de La Laguna que sigue al Sur y el terreno carbonífero que sigue del cerro de Golondrinas hacia el Norte,allende el rio Arroyohondo.Dicha seccion va separada probablemente por una ondulacion alta cretácea en el rio Cali de la seccion de la Planta de Melendez la cual en principio es parte del sinclinal general de Planta Melendez-Golondrinas.

La tectónica del cerro de Golondrinas no se ha podido identificar con la precision que requiere la determinacion económica de los mantos de carbon,debido a que los afloramientos no son suficientes y porque se necesita una red de levantamientos, mas densa de la que hemos conseguido.En principio el cerro de Golondrinas tiene forma sinclinal.El eje de este plegamiento pasa en el lado oriental del cerro y se halla relacionado con el horizonte Los hilos.Al Occidente del eje y del horizonte Los Hilos sigue regularmente el horizonte Los Chorros,luego el horizonte de La Salvajina y,en la falda oriental,el conjunto de Los Confites.Hacia el Este puede seguir primero el horizonte Los Chorros,pero el desarrollo

difiere sensiblemente del que tiene en el lado Oeste del sinclinal, y ademas el horizonte se halla al contacto evidentemente regular con el cretáceo(poco al E del socavon Carrilera),de manera que se podria suponer que se tratara del conjunto Los Confites,el cual tambien ofrece mantos gruesos en las minas de Chipichape,Santa Mónica y La Cruz.-La estructura general del cerro Tres Cruces se desarrolla hacia el Sur(La Laguna) y hacia el Norte,direccion en la cual el piso del Cauca se halla muy encubierto.

Entre los pormenores tectónicos merece llamarse la atencion hacia el codo del Volante en cuya inmediacion se halla el abultamiento del manto Bolivar.Este codo puede relacionarse con el eje del sinclinal de Golondrinas,pero no con otro codo que se observa a la entrada del socavon Bolivar en que el manto Bolivar se halla casi horizontal para luego clavar fuertemente al Oriente.Entre el citado socavon y las minas de La Fragua y tambien en direccion hacia el afloramiento de la quebrada Chocho(El Sastre) se observan ondulaciones y subplegamientos en la superficie del terreno que probablemente se pierden hacia la profundidad ya que en el socavon Arbolito y en el afloramiento del Sastre los mantos ofrecen fuerte inclinacion.La presencia de subplegamientos o de imbricaciones tambien es posible en el lado W del cerro de Golondrinas porque la magnitud del conjunto Confites parece ser excepcional.-Un afloramiento bueno para estudiar los pormenores tectónicos es el afloramiento de la quebrada del Chocho,donde asoma el manto del Sastre.En la apariencia se trata de subplegamientos agudos y de pocos metros de amplitud.-En relacion con el terreno que sigue al Norte de las minas de La Fragua(de Golondrinas) merece anotarse que los niveles de la parte oriental del sinclinal parecen eliminarse paulatinamente hacia el rio Arroyohondo.

Los mantos de carbon que hay en el conjunto de Los Confites del lado occidental del cerro de Golondrinas,se trabajan en los socavones Elisondo y Encarnacion.Los demas socavones se hallan hoy dia abandonados.Los socavones Elisondo y Encarnacion se hallan incluido en

los levantamientos de las minas de la region de Cali.

El primer manto grueso que se halla en el socavon Encarnacion y que es geológicamente el mas bajo, tiene magnitud e inclinacion variables. En el punto donde la galeria que explota este manto se aparta del socavon (cruzada), el manto tiene 0,45 m de grueso y va dividido en dos hojas por un urgue de 0,06 m. En el ramal Norte de la galeria, a veinte metros de la cruzada, la inclinacion de 45°E aumenta a 60°E y el espesor del manto viene a ser de 0,5 m hasta de 0,7 y 0,8 m. En la misma galeria, a 80 m de la cruzada, el manto está vertical y la magnitud se reduce a 0,45 hasta 0,5 m, mientras en el respaldo W se presenta un urgue de 0,25 hasta 0,4 m. Esto demuestra que el manto es a grandes rasgos lenticular, pero las variaciones de magnitud no han impedido la explotacion, afianzada por respaldos firmes que dan lugar a la explotacion en bloque.-El manto grueso que sigue al Este consta de dos hojas de carbon de 0,40 y 0,45 m respectivamente que van sepradas por un urgue ancho de 0,8 m. Este manto no se ha explotado.-A 4 m mas al Este se presenta un manto que se explota el cual tiene 0,60 m de grueso en el lugar del cruce del socavon. En la galeria Norte, a 100 m del socavon, la magnitud es de 0,90m pero se reduce otra vez a 0,60 m a los 200 m.-El penúltimo manto del socavon Encarnacion se mantiene con pocas variaciones desde el cruce hasta 80 m al Norte y mide 0,50 hasta 0,60 de espesor.-El último manto tiene 0,93 m de grueso en el frente del socavon, despues de descontar dos cintas de urgue de 0,02 m cada una. Hacia el Norte el manto aumenta a 1,10 m, pero hacia el Sur las cintas de urgue que se presentan en el lado occidental aumentan de grueso y por este motivo no se explota ahí sino la hoja oriental.-El socavon Encarnacion es una demostracion de que, cuando existen buenos respaldos y los mantos son erguidos, pueden explotarse mantos hasta de 0,5 m de grueso. Estos mantos delgados generalmente tienen la ventaja de ofrecer carbon duro. Hacemos esta observacion porque en la region de Cali los mantos de 0,50 hasta 0,70 m son bastante frecuentes y tienen respaldos resistentes, de manera que puede ser factible explotarlos

mediante el sistema de la explotacion en bloque cuando se hallan erguidos. Esta posibilidad aumentaria considerablemente el campo de accion de la mineria de carbon de la region de Cali. En el Oriente del pais (Cundinamarca, Boyacá), donde los respaldos no son tan firmes, la magnitud mínima de los mantos en explotacion es de 0,70 m, sobre todo porque se dispone de un desarrollo mas regular de los mantos de carbon y de mayores cantidades.

Incluyendo la hoja de 0,45 m del manto que se caracteriza por el urgue de 0,80 m, se puede estimar la magnitud de los mantos del socavon Encarnacion de la siguiente manera.

Manto inferior (occidental)	0,50 m	
Manto 2, hoja oriental	0,45 m	(explotabilidad dudosa)
Manto 3	0,70 m	
Manto 4	0,55 m	
Manto 5	0,90 m	(teniendo en cuenta el desmejoramiento al W)
Magnitud total de carbon	3,10 m	

A estos mantos que se hallan en el socavon Encarnacion hay que agregar los dos últimos del socavon Elisondo, ya que estos no se hallan cortados por el socavon Encarnacion y se hallan mas al W de su frente. Ellos son:

Manto 1	0.70 m
Manto 2 (frente)	0,80 m
Total	1,50 m

El manto 1 está dividido por un urgue de 0,15 m y se presenta en bolsas y pinches de 1,10 m hasta de 0,50 m. Esta variacion fuerte de la magnitud asimismo que la trituracion del carbon se relacionan con un codo del rumbo. El manto 2 (oriental, del frente) tiene 0,90 m y el carbon es triturado, probablemente tambien por efecto del codo. Este manto parece hallarse cerca o ya al contacto con la arenisca de La Salvajina.

Incluyendo los últimos dos mantos de carbon del socavon Elisondo, se puede contar con un grueso total de carbon, explotable en el conjunto Los Confites, que es de 4,6 m y que representa la suma de 7 mantos. Estos probablemente no son todos los mantos explotables del conjunto de Los Confites cuya parte occidental se halla cubierta y no se ha cateado, pero los que todavia pudiera haber no se pueden

tener en cuenta. Antes bien es necesario reducir la magnitud de 4,6 m que hemos encontrado a 3 m porque no se conoce el desarrollo que pueden tener los mantos de los socavones Elisondo y Encarnacion hacia el Norte y hacia el Sur y porque la variabilidad del número de mantos explotables que tiene el conjunto Los Confites parece variar notablemente. La longitud en que se pueden desarrollar los mantos enumerados del conjunto de Los Confites se puede fijar en 3,5 kms que es la distancia entre El Pedregal en el lado Norte del cerro de Golondrinas y la region del Yastre en la parte meridional del mismo cerro. Como medida de prudencia esta distancia se reduce a 2,5 kms.- La cuelga, o sea la altura de explotacion, en el presente caso la altura entre el nivel mas bajo de afloramiento que es la region del Yastre (1300 m) y el nivel medio del afloramiento en el lado W del cerro de Golondrinas (casa de los señores Barberena, a 1475m) es de 175 m. Por razon de inclinacion de los mantos y arrugas en el plano de inclinacion, la cuelga se puede aumentar en un 20% , siendo por lo tanto de 210 m. Sobre la base de la densidad de 1,2 que tiene el carbon, la cantidad de carbon explotable que hay en el lado W del cerro de Golondrinas encima del nivel del Yastre, es de

3 por 2500 por 210 por 1,2, o sea 1 880 000 toneladas.

A esta cifra se pueden agregar otras 450 000 toneladas por concepto de al menos 50 m de cuelga que hay debajo del nivel del Yastre. Esta cuelga reducida se adopta en vista de que la faja de Golondrinas es ya muy estrecha al nivel del Yastre (q. Chocho).

En total se calcula para el conjunto de Confites en el lado W del cerro de Golondrinas la cantidad de (1 880 000 mas 450 000 t)

3 330 000 de toneladas.

El horizonte de Los Chorros que es el principal nivel carbonífero, se presenta al Oeste de las areniscas de La Salvajina. El manto principal se llama Bolivar, mientras el mas sostenido es el manto La Ciega. Ademas existen otros mantos explotables que se tendran en cuenta para los cálculos, pero que no revisten la importancia como el Bolivar y la Ciega.- Los cálculos de cantidades de carbon se haran

por separado con respecto al manto Bolivar.

La magnitud que presenta el manto Bolivar es considerable y puede estimarse en 2 m.con respecto al trayecto comprendido entre el lado Sur del cerro de Golondrinas y El Volante.Al Norte del Volante es probable que el manto se debilite.En lo general el manto consta de carbon puro con poca intercalacion de urgue,pero al Norte de la cruzada de La Fragua ya es mas manifiesto el deshilachamiento por intercalacion de urgue.Los levantamientosindican que al manto Bolivar pueden reunirse algunos de los mantos que quedan inmediatos al Oeste.La reunion se reconoce en la galeria Norte de la cruzada de La Fragua donde se reune al manto Bolivar(Esneda Este) el manto llamado Esneda.

En la parte inmediata a la boca del socavon Bolivar(Sres. Barberena),el manto Bolivar tiene un espesor de 1,80 y se halla de sombra y en estado inicial de descomposicion.Desde la boca hacia el interior de la guia(socavon),los trabajos se hallaban derrumbados y se refaccionaron mas tarde.Por este motivo no fué posible determinar ahí la magnitud del manto.En la seccion que se explota hoy día con la guia y sobreguias,la magnitud media de carbon que se deduce de las cifras del levantamiento es de 2,28 m,siendo el espesor máximo de 2,50 m y el espesor mínimo de 2,09 m.La magnitud media de los urgues es de 0,08 m,es decir insignificante en comparacion con la magnitud total del manto.Hacia el frente de la parte levantada se nota un aumento leve del grueso del urgue,el cual coincide con el aumento apreciable que se nota mas al Norte en la mina de La Fragua.

En la galeria Norte del socavon Carrilera(La Fragua) que explota el señor P. Sanchez,el manto Bolivar tiene una magnitud media de 1,2 m en carbon desde el cruce del socavon Carrilera hasta la zona donde se junta el manto Esneda.Desde esta zona hasta el frente,la magnitud media en carbon es de 1,26 m.Los términos medios son resultado de 40 medidas parciales.Los urgues varian de mímero, magnitud y de colocacion y suman un término medio de algo mas de 0,5 m.Estas cifras demuestran que el manto Bolivar desmejora sensi-

blemente desde el socavon(guia o galeria) de Bolivar hacia la galeria Norte del socavon(cruzada)de La Carrilera).Pero es probable que el desmejoramiento todavia no sea definitivo porque la gran magnitud con que se manifiesta el manto Bolivar al Norte de La Carrilera,es decir en El Volante,indica que en la galeria Norte del socavon de La Carrilera se trata de un estrujamiento del carbon hacia el Volante.

La magnitud media considerable que guarda el manto Bolivar en el trayecto descrito tambien se sustenta con las informaciones recibidas sobre la magnitud que el mismo tiene en el socavon de Arbolito,situado abajo y al Este de la boca del socavon Bolivar y cerrado en el tiempo de nuestra inspeccion.La magnitud del manto se refiere ahí de 2,10 hasta 2,20 m,pero asciende hasta 3 m.

Entre El Volante y El Pedregal,es decir en la parte septentrional del cerro de Golondrinas,no hemos encontrado afloramientos del manto Bolivar y el socavon del Pedregal evidentemente comienza algo al W del paso del manto.

El desarrollo del citado manto hacia el lugar del Sastre en la quebrada Chocho(pié Sur del cerro de Golondrinas)no es seguro, pero es de suponer que el manto Bolivar esté representado ahí por el manto llamado El Sastre que tiene 2 m de magnitud.

Como magnitud media del manto Bolivar en el trayecto comprendido entre la boca del socavon Bolivar y el cruce del socavon carrilera por el mismo manto se estima la de 2 m,cifra que es menor que la real.La longitud de este trayecto es de 750 m.La cuelga de carbon encima del nivel de referencia del Sastre es de unos 220 y ella se aumenta en un 30% por razones de inclinacion y ondulaciones del manto.La cantidad que se calcula sobre esta base es de

504 000 toneladas,de las cuales se ha explotado una cantidad apreciable.

En el trayecto del cruce del socavon Carrilera hasta El Volante que mide 1000 metros,la magnitud media del manto Bolivar se estima en 1,2 m y la altura de explotacion,incluso inclinacion y ondulaciones,se aprecia en 300 m,como mínimum sobre el nivel del

Sastre.De estas cifras se desprende una existencia original de

432 000 toneladas,de las cuales solo se ha explotado una parte pequeña.

En el trayecto del Volante hasta El Pedregal conviene reducir la magnitud para fines de cálculos de cantidades a 0,60 m.La longitud del trayecto es de 1000 m y la cuelga total sobre el nivel del Sastre se calcula en 270 m.La cantidad disponible seria de

194 000 toneladas que hay que considerar intactas

En la parte meridional del cerro Golondrinas,desde la boca del socavon Bolivar hasta el lugar del Sastre en la quebrada del Chocho, el manto Bolivar se desarrolla sobre una longitud de 800 m y con una cuelga media que se estima en 120 m.La magnitud media se aprecia en 1,5 m,la cual seguramente es baja en vista de la magnitud considerable que tiene el manto Bolivar en los socavones Bolivar y Arbolito y en el afloramiento del manto del Sastre.La cantidad que resulta de estas medidas es de

172 800 toneladas que tambien se hallan intactas.

En total,el manto Bolivar tiene en el cerro de Golondrinas una cantidad original de carbon de 1 300 00 toneladas al menos.Por concepto de explotacion (pérdidas por machones,trayecto derrumbado del socavon Bolivar,etc)es necesario deducir de la cantidad original la de 100 000 toneladas,de manera que la cantidad mínima disponible es de

1 200 000 toneladas.

En cuanto a los demas mantos del horizonte de Los Chorros, una parte se halla debajo(al Oeste) del manto Bolivar y otra encima,es decir al Este.

Los mantos situados al Oeste del manto Bolivar se hallan expuestos en los socavones La Luisa,La Maria,Marin y en el extremo Oeste del socavon La Carrilera.Ademas se trabajan en el socavon del Pedregal.

El socavon La,luisa,de propiedad del señor Tomas Pinisterra,

explota el manto La Luisa en una galeria de mas o menos 80 m de longitud la cual va convergiendo hacia el socavon Bolivar. La magnitud del manto La Luisa es en término medio de 0,65 m y llega a tener en algunos trayectos 0,75 m. Este manto es el que sigue inmediatamente al Este del manto Bolivar y que se halla al W de La Ciega. En su respaldo lleva una cinta de carbon que está separada del propio manto La Luisa. Segun estas condiciones, el manto La Luisa debe estar representado en el socavon Carrilera por el manto de dos hojas de carbon que suman 0,55 m y que tienen un urgue de 0,13 m. En el Pedregal, el manto La luisa puede estar representado por el manto La Ancha (o La Peñosa). Este manto tiene una magnitud de 0,6 a 0,7 m en cuanto a carbon, pero se desarrolla en buches y pinches. En la galeria Norte del Pedregal, el grueso del carbon se reduce a 0,45 m.-

Al W del manto La Luisa sigue hacia el frente del socavon La Maria el manto La Ciega cuya magnitud aumenta en 50 m de longitud S-N de 0,65 m a 1,40 m de carbon. En el frente de la galeria, el manto La Ciega se halla separado del manto La Maria tan solo por 0,48 m de urgue, de manera que tambien ahí se observa convergencia de mantos hacia el Norte, a igual de lo que se observa en el socavon Bolivar y La Luisa. En el socavon La Carrilera, el manto La Ciega tiene 0,80m de magnitud y ofrece carbon mas o menos puro. En El Pedregal, la magnitud varia entre 0,60 hasta 1,25 m y sigue muy ramoso en la galeria Sur donde ademas el carbon está triturado. Al Norte del Pedregal, segun informaciones, el manto La Ciega mantiene una magnitud de 0,80 m y se aleja hasta 2,5 m del manto La Ancha.-Debajo del manto La Ciega, es decir al Oeste, se presenta el manto La Maria que tiene un desarrollo favorable en el socavon La Maria donde engruesa en una longitud de 140 m de 0,85 m a 1,10 m, pero con tenedncia de volver a reducirse en el frente a 0,85 m. Hacia el frente del socavon Carrilera el manto se presenta deshilachado y la magnitud total de carbon se reduce a 0,40 m. Debajo de este manto cuyos urgues miden 0,12 m sigue una hoja de carbon de 0,25 m, pero ella está separada del propio manto por 0,5 m de arcilla. Bajo estas condiciones el

manto La Maria no se puede considerar explotable en la seccion del socavon La Carrilera.En El Pedregal,el manto no ha sido cortado y dadas las condiciones en La Carrilera,no conviene incluir esta seccion a los cálculos.

En el socavon La Maria sigue debajo del manto La Maria elmanto llamado La Peñosa,distinto de La Peñosa(La Ancha) del Pedregal y probable representante del manto Urrea de Los Chorros.En el frente de la galeria de La Peñosa,el manto consta de dos hojas de carbon que suman 0,40 hasta 0,45 m y que van separadas por 0,15 m de urgue. Hacia el socavon Marin,el manto La Peñosa equivale probablemente al manto complejo que se presenta a 20 m de la boca del socavon Marin.Se trata ahí de tres hojas de carbon que miden de E a W 0,85m, 0,65 m y 0,35 m,respectivamente,lo cual indica un mejoramiento del manto hacia el Sur.En el socavon de La Carrilera,La Peñosa debe estar representada por el último manto que corta dicho socavon,formado de E a W de 0,07 m de carbon,0,11 m de urgue,0,35 m de carbon, 0,45 m de urgue y 0,65 m de carbon.Segun se vé,la explotacion del manto La Peñosa se hace difícil por la intercalacion de urgues y por la variacion de magnitud a que está sometido.

En el socavon Marin sigue al Oeste de La Peñosa el manto Alcancia que tiene 0,6 m de grueso y que va colocado entre arenisca.Luego se presenta un manto de 0,10 m que lleva un urgue de 0,4 m a cuarenta centímetros del respaldo occidental.Finalmente se presenta el manto Marin.

Dado el desarrollo variable que tienen los mantos que siguen al Oeste del manto Bolivar,los cálculos de cantidades hay que hacerlos por trayectos.

Entre el socavon Marin y el socavon Carrilera hay una longitud de 850 m.La cuelga puede estimarse en 280 m(encima del nivel del astre). La magnitud de los distintos mantos se estima en este trayecto de la siguiente manera:

8)Manto Bolivar(Este)

7) Manto La Luisa.....0,60 m
6) Manto La Ciega.....0,80 m
5) Manto La Maria.....0,50 m(castigo fuerte)
4) Manto La Peñosa.....0,50 m id.
3)Manto Alcancia.....0,50 m
2)Mantos de 1 m y 0,60(N.Marin).....1,20 m id.
1)Manto Marin.....0,90 m id.

Areniscas La Salvajina(Oeste)

Total de carbon.....5,00 m

La disminucion de magnitud que se ha aplicado,corresponde al desmejoramiento de los mantos desde el socavon Marin hacia el socavon de La Carrilera.

La existencia original se calcula segun las bases expuestas en 1 430 000 toneladas,de las cuales pueden haberse explotado o perdido 100 000 t,de manera que se cuenta,en números redondos con una existencia disponible de

1 300 000 toneladas.

En el trayecto comprendido entre el socavon La Carrilera y el socavon del Pedregal(parte septentrional del cerro Golondrinas),la magnitud media de los Mantos La Ciega y La Ancha(La Luisa)se estima en la misma forma como en el trayecto Marina-Carrilera,es decir en 0,80 y 0,60 m,respectivamente.Los demas mantos nose hallan expuestos y hay que reducirlos fuertemente en vista del desmejoramiento general de los mantos desde la parte meridional hacia la parte septentrional del cerro de Golondrinas).Por esta razon se estima la magnitud total de carbon explotable que tienen ellos en 1,2m.Como magnitud de cálculos para el trayecto Carrizal-Pedregal se utiliza por lo tanto la cifra de 2,6 m.La altura de la cuelga sobre el nivel del Castre es de unos 280 m.La longitud del trayecto es de 2000 metros aproximadamente.Segun estas medidas,la existencia de carbon en el trayecto Pedregal-Carrizal,relativa a los mantos situados al W del manto Bolivar es de

1 500/000 toneladas.Ella se puede considerar como existencia disponible porque ha sido poco mermada por la explotacion.

En el trayecto comprendido entre el socavon Marin y el nivel del Sastre de la quebrada Chocho, el mejoramiento de los mantos que se observa desde los socavones La Luisa y La Maria hacia el Sur y los afloramientos de mantos de magnitud explotable que hay en el lugar del Sastre indican que los mantos de carbon que se hallan en el horizonte Los Chorros al W del manto Bolivar mantienen una facies favorable, aun cuando parece factible que en el lugar del Sastre haya repeticion de mantos por subplegamientos estrechos. La magnitud de los mantos que se presentan en El Sastre, menos el manto del Sastre mismo, es de 4,6 m. El término medio de la magnitud de los mantos del trayecto Marin-Carrilera es de 5,0 m. Bajo estas condiciones los cálculos en el trayecto Marin-Sastre se pueden hacer sobre la base de un magnitud total de carbon de 4,0 m. La cuelga se estima en 120 m, desde el nivel del Sastre para arriba. La longitud es de 800 m. La cantidad disponible de carbon en esta parte se puede estimar en

460 000 toneladas

En total, la cantidad de carbon que ofrece el cerro de Golondrinas en los mantos del horizonte de Los Chorros que se hallan al W del manto Bolivar es de

Seccion Pedregal-Carrilera.....	1 500 000 t
Seccion Carrilera-Marin.....	1 300 000 t
Seccion Marin-Sastre.....	460 000 t
Total	3 260 000 t

Encima, es decir al Este del manto Bolivar, los mantos explotables son escasos y se hallan tan solo expuestos en el socavon Carrilera y en el socavon Ensenada que se halla algo al Sur del de La Carrilera. En estos socavones se corresponden probablemente el manto Ensenada de 0,50 hasta 0,60 m de espesor y el manto de 0,60 hasta 0,80 m que se explota en el socavon Carrilera al Este del manto Bolivar. Debajo de este manto hay en el socavon Carrilera otros dos de 0,40 y de 0,40-0,50 m que no se han explorado y que por este motivo no se incluyen en los cálculos. En el horizonte

Los Hilos que sigue luego se ha trabajado en el socavon Esnedita un manto que se llama La Amargura que tiene poco espesor y carbon arcilloso,motivo por el cual se excluye de los cálculos,como en general no se tiene en cuenta para ellos el carbon del horizonte Los Hilos.-Como no hay datos que permitan determinar el desarrollo del manto Esnedita,único que se puede tener en cuenta entre los que se hallan al Este del manto Bolivar hasta el horizonte Los Hilos,la longitud explotable se reduce a 1000 metros.La cuelga sobre el nivel del Sastre se estima en 280 m y la magnitud media en 0,60 m. De estas medidas se deduce una cantidad disponible de

190 000 toneladas.

Mas al Este del manto La Esnedita se explotan otros mantos en el socavon de La Fragua.Entre ellos el mas importante es el de La Fragua que tambien se explota en el socavon(guia) del Cascarillo. Ademas se presentan 3 mantos,uno de 0,30 m que se halla al Este del manto La Fragua y que engruesa a 1 m en direccion Sur,y otros dos que estan al Oeste y que miden respectivamente 0,45-0,70 m y 0,80 m de espesor.-El manto La Fragua ofrece variaciones muy notables y se asemeja por este concepto a los mantos que se explotan en Santa Mónica y en Chipichape.Esta variaciones seguramente se relacionan con la cercania a la masa rígida de diabasas del cretáceo.La magnitud máxima del manto La Fragua es de 2,4 m,despues de deducir diez centímetros de urgue,y la magnitud mínima es de 0,25 m.La magnitud media que se deduce de la galeria del socavon La Fragua y de la guia del Cascarillo(220 m) es de 1,21 m.En direccion hacia El Pedregal hay que considerar por ahora que el manto La Fragua no sea explotable porque un afloramiento que se presenta hacia el lado del Pedregal muestra carbon urgoso.Conviene por lo tanto considerar explotable el manto La Fragua tan solo en una extension de 1000 m. La cuelga sobre el nivel del Sastre debe reducirse porque es posible que el manto se desvirtúe hacia abajo.Como magnitud total de carbon en el nivel geológico de La Fragua se considera la de 2,5 m

cifra esta que está compuesta de la magnitud media del manto "a Fragua(1,12 m) y de la magnitud media estimada de los otros tres mantos(1,30 m).

La cantidad de carbon que de esta manera se determina con respecto a los mantos de la zona de La Fragua es de 450 000 toneladas.Por razones de explotacion y pérdidas de carbon conviene deducir de la cifra anterior la cantidad de 10 000 t,de manera que en la zona de la mina de "a Fragua hay disponibles:

440 000 toneladas.

Cómputo de las existencias disponibles de carbon en el cerro de Golondrinas,encima y debajo del lugar del Sastre.

a)Encima del nivel del "astre.

Las cantidades especificadas son:

1)En el conjunto Los Confites del lado W del cerro de Golondrinas.....	1 880 000 t
2)En el horizonte Los Chorros, con respecto al manto Bolivar.....	1 200 000 t
con respecto a los mantos al W del manto Bolivar.....	3 260 000 t
Con respecto a los mantos al E del manto Bolivar.....	190 000 t
3)En el nivel La Fragua(?Los Chorros).....	440 000 t

Existencia disponible en Golondrinas encima del "astre..6,970 000 t, o sea en números redondos

7 000 000 de toneladas de carbon.

Esta cifra ciertamente es un mínimum prudente,pero ante las condiciones que presenta el carbon no es posible hacer un cálculo mas favorable.

b)Debajo del nivel del Sastre

Las cantidades que se hallan debajo del nivel del Sastre ya se han calculado en relacion con el conjunto Los Confites.A ellas hay que agregar las cantidades que hay hasta 50 m debajo del nivel del Sastre en el horizonte Los Chorros.Para toda la extension del cerro de Golondrinas,o sea desde el Sastre hasta El Pedregal donde hay 3500 m,la magnitud media de los mantos del horizonte se esti-

tima por lo bajo en 4 m.La cantidad disponible por lo tanto seria de 850 000 t.

La cantidad total que se calcula para el conjunto Los Confites y el horizonte Los Chorros y con respecto a una cuelga de 50 m debajo del nivel del astre,es de

1)Conjunto Los Confites.....450 000 t
2)Horizonte Los Chorros.....850 000 t

Existencia total en Golondrinas bajo El Castre 1 300 000

De acuerdo con las cantidades calaculadas para los niveles que estan encima y debajo del nivel del castre(q. Chocho),la cantidad total disponible en Golondrinas es de:

8 300 000 toneladas de carbon.

b)Cerro de La Laguna.

Los niveles carboníferos del cerro de Golondrinas continúan hacia el Sur al cerro de La Laguna que comienza en el lugar del Castre de la quebrada del Chocho y se extiende hasta cerca del rio Cali.El cerro de La Laguna no se ha podido estudiar de cerca durante la exploracion que dió lugar a este informe,pero hubo ocasion de conocer su parte alta durante una exploracion rápida en 1926.Ella ha demostrado que en la parte alta del cerro los mantos estan convulsionados y que no conviene tenerlos en cuenta para los cálculos.En cambio es de suponer que en la parte media y baja del cerro el desarrollo de los mantos sea comercial.Esto se deduce primeramente del hecho de que los mantos del lugar del Castre continúan regularmente hacia el cerro de La Laguna y en segundo lugar del la facies carbonífera favorable que muestra el horizonte Los Chorros en la parte Sur del cerro de Golondrinas y que se mantiene en el lugar del Castre.-Para los efectos del cálculo se considera que la cuelga explotable sea solo de 100 m.La longitud aproximada del cerro(y de los mantos) es de 2 kms,cifra que se reduce

a 1500 m.La magnitud de los mantos que afloran en el Sastre suma 7,6 m de carbon,pero como puede tratarse de repiticion y como no se conoce la facies del cerro de La Laguna,se acepta como magnitud media el valor de 3,0 m.La cantidad disponible por lo tanto se aprecia en

540 000 toneladas.

c)Continuacion de la zona carbonífera de Golondrinas Hecie El Pedregal hacia el lado N del rio Arroyohondo.

Segun se desprende de la descripcion del desarrollo de los mantos de carbon del cerro de Golondrinas,estos se debilitan desde la region del socavon Bolivar hacia El Pedregal,excepcion hecha del manto La Ciega que sigue bastante bien sostenido.Aun cuando no se sabe si acaso la facies carbonífera vuelve a reaccionar al Norte del Pedregal,es necesario reducir la magnitud media total de los mantos explotables a 2 m.La adopcion de esta magnitud es factible porque entre El Pedregal y el rio Arroyohondo se conoce el carbon explotable y al Norte del rio Arroyohondo (Yumbillos) lo han explotado los señores Lourido.-La longitud en que se extienden los mantos de carbon es al menos de 4 kms,pero la cifra se reduce a 3 kms.La cuelga que se determina en relacion con la altura de explotacion que tienen los mantos de carbon sobre el rio Arroyohondo,se reduce fuertemente y se estima en 200 m,advirtiendo que el nivel del rio Arroyohondo es mas bajo que el del Sastre y que de ahí se podria hacer la explotacion unitaria dela faja de Golondrinas en las condiciones mas favorables.Las medidas adoptadas dan lugar a suponer una existencia de

1 440 000 toneladas

Existencia total en la faja de Golondrinas,desde La Laguna hasta Yumbillos.

Existencias en la faja de Golondrinas desde La Laguna hasta Yumbillos.

Existencias en Pedregal-Yumbillos.....	1 440 000	t	de carbon
Existencias en el cerro de Golondrinas.	8 300 000	t	" "
Existencias en el cerro de La Laguna....	540 000	t	" "
TOTAL.....10 280 000		t	de carbon

En números redondos se puede contar pues con la cantidad de

10 millones de toneladas de carbon.

---

d)Cerro Tres Cruces hasta Minas de Chipichape.

Este terreno carbonífero de la region de Cali consta por una parte del área comprendida entre la parte alta occidental del cerro Tres Cruces y el borde occidental de la ciudad de Cali. Hacia el Sur,el campo va limitado por el rio Cali y hacia Norte por la quebrada Santa Mónica.-En otra parte,el terreno carbonífero está constituido del vector carbonífero que avanza desde las minas de Santa Mónica hacia las minas de Chipichape,y de otro vector que se desarrolla desde el borde occidental de la ciudad de Cali hasta el lado interior de la saliente de Puerto Isaacs.Entre los dos vectores se extienden las rocas volcánicas del cretáceo,las cuales descienden en direccion Sur al interior del campo de Tres Cruces.

Al Sur del rio Cali,el terreno carbonífero se halla cubierto por el piso de Popayan hasta cerca de la s explotaciones de Siloé,donde vuelve a verse la continuacion del vector carbonífero oriental del terreno de Tres Cruces-Chipichape.Al Este de este vector comienza el plano del Valle.

En el terreno referido,el piso del Cauca está bien expuesto,excepto en la zona interior de la quebrada Buen Vivir y del campamento del Aguacatal y La Ermita.Sinembargo,las condiciones tectónicas son tan variables que la exposicion resulta insuficiente con respecto a una apreciacion concreta.Media ademas la circunstancia

de que los socavones de cruzada que son los que permiten enterarse bien de los pormenores estratigráficos,se hallan derrumbados.

La tectónica general del cerro Tres Cruces y de sus vectores se deja determinar mas o menos satisfactoriamente.A la latitud de Chipichape,el terreno está formado de W a E por el sinclinal sobrescurrido que corresponde al vector de Chipichape,por un anticlinal intermedio que está formado de cretáceo y por el sinclinal que debe seguir en el fondo del plano del Valle y que debe ser el mismo que asciende en la saliente de Puerto Isaacs.En la transicion entre este sinclinal y el anticlinal cretáceo pasa seguramente el sobrescurrimiento del borde oriental del semiplano del Carbon,manifiesto en el lado occidental del afloramiento del piso del Cauca que está en la estacion carbonera de Chipichape.En direccion al cerro Tres Cruces,el anticlinal intermedio se hunde,encubriéndose del piso del Cauca y forma el fondo de una artesa,que llameremos del Buen Vivir segun la quebrada que la recorre.Esta artesa del Buen Vivir es ondulosa en el interior y aun en la parte alta septentrional.Ella va limitada hacia el Este por un anticlinal menor sobrescurrido que está representado por el lomo que se levanta entre la quebrada Buen Vivir y el borde W de Cali.Hacia el Oeste,la artesa ofrece subplegamientos intensos y al menos un sobrescurrimiento(el de las minas de Chipichape) los cuales se hallan en el flanco del anticlinal cretáceo que separa la faja sinclinal de Golondrinas de la la faja sinclinal de Santa Mónica-Chipichape.-Segun se dijo,la artesa solo se manifiesta en el lado Norte del rio Cali,mientras en el lado Sur del rio va encubierta.

Viendo la construccion tectónica desde el lado de Santa mónica en direccion hacia la parte alta del cerro Tres Cruces,se distingue-en el Borde occidental de la artesa un sinclinal sobrescurrido cuya prolongacion Sur deberia pasar por la region de La Ermita donde sinembargo el terreno se halla encubierto.El sobrescurrimiento evidentemente provoca el que hacia las minas de Chipichape se elimine el lado oriental del sinclinal,quedando el lado occidental

al contacto inmediato del cretáceo del anticlinal intermdio que se mencionó arriba. Segun se desprende del estudio en la torre mas alta dél cable de Chipichape y en el lado W del cerro Tres Cruces, el flanco conservado del sinclinal sobrescurrido se coloca con toda regularidad sobre el cretáceo del anticlinal que media entre aquel y el sinclinal de Golondrinas.

Los pormenores tectónicos que son muchos y muy variados se han representado en el croquis de la region de Cali y hasta cierto punto tambien en los perfiles geológicos.

En cuanto al desarollo estratigráfico es difícil desenredarlos de la tectónica variable. El conjunto Los Confites se presenta a la vista en el borde occidental del cerro Tres Cruces y continúa de ahí regularmente por Santa Mónica hacia las minas de Chipichape. La influencia tectónica y la inmediacion de las rocas volcánicas del cretáceo han provocado la transformacion de los mantos de carbon en bolsas de varios metros de ancho y en pinches donde no hay carbon explotable. Esto no solo se observa en Chipchape sino tambien en santa Mónica y al Sur de la cumbre del cerro Tres Cruces. El horizonte de La Salvajina, formado de areniscas, se halla bien expuesto en el filo alomado del Aguacatal el cual asciende hacia la cumbre del cerro Tres Cruces y que comienza a perderse en Santa Mónica, debido a la influencia del sobrescurrimiento. El mismo horizonte puede presentarse en el lomo que bordea la artesa del Buen Vivir hacia la ciudad de Cali, pero dudamos que dichas areniscas sean de La Salvajina porque encima no se presentan los mantos de carbon del horizonte Los Chorros. Ellos en cambio siguen al Este del filo del Aguacatal donde estan explotados por los socavones del Aguacatal. Al Este de estos mantos sigue la arenisca de La Ermita que puede reflejar el horizonte de Los Hilos, pero encima siguen los importantes mantos del horizonte del Calor, lo cual hace dudar de que se trate del horizonte Los Hilos e indica que, por efectos del soberscurrimiento, vuelva a presentarse el horizonte de La Salvajina. Debido a esta duda, la cantidad de carbon que existe en la faja carbo-

nífera del Aguactal no se puede calcular verídicamente porque si sus mantos son distintos de los mantos del Calor pasarian debajo de la artesa y la cantidad seria muy grande.Como no tenemos seguridad al respecto hemos preferido considerar que la faja del Aguacatal está cortada hacia abajo por el sobrescurrimiento que sigue por Santa Mónica hacia Chipichape y esto reduce fuertemente el cálculo de las cantidades de carbon.Como los mantos del Calor evidentemente bajan desde el borde septentrional de la artesa hacia el interior,los hemos calculado sobre la base de la extension de la artesa del Buen-Vivir.En el lado oriental del lomo que se levanta al Este de la quebrada Buen Vivir no se llega a determinar el carbon del horisonte Los Chorros,pero es muy probable que esté presente porque la suspension de los mantos de carbon en un trayecto tan corto como el que media entre la artesa del Buen Vivir y el flanco oriental del lomo citado parece ser aun inverosímil en una zona carbonífera como la de Cali.

Como el terreno carbonífero de Tres Cruces se halla a las puertas de Cali,es cómodo estudiarlo y ensayar de resolver los problemas que ofrece.

Los <u>cálculos sobre cantidades de carbon</u> se haran primeramente con respecto a la faja del conjunto Los Confites que se desarrolla desde la parte occidental del campo de Tres Cruces hasta las minas de Chipichape.lo único que facilita los cálculos es la longitud de los mantos de carbon que es de 2,5 kms entre el rio Cali y las minas de Chipichape,y la cuelga que se puede estimar en un término medio de 150 m,teniendo en cuenta el nivel bajo hacia el rio Cali y el nivel alto desde el cerro Tres Cruces hasta las minas de Chipichape.La determinacion de la magnitud media para los fines de los cálculos en cambio ofrece un gran número de problemas tectónicos que no se pueden tener en consideracion especial.La magnitud media se establecerá sobre la base de los mantos de carbon que se hallan en labor al Sur de la cumbre del cerro Tres Cruces,en Santa Mónica y en las minas de Chipichape.

Como punto de partida para calcular la existencia de carbon en el conjunto Los Confites se tomará el socavon de Santa Mónica que avanza de E a W,o sea desde la parte alta del conjunto Los Confites hacia la parte baja(veáase croquis del socavon).El primer manto que se explota adelante de la boca del socavon se llama"La Ciega",pero este es distinto del manto La Ciega de Golondrinas y Los Chorros que se halla en el horizonte Los Chorros. La magnitud del manto es de 1,10 m,incluyendo 0,10 m de urgue.Hacia el Sur, el manto disminuye a 0,50 m.La magnitud media se estima en 0,70 m.- El manto siguiente tiene desarrollo lenticular y aumenta de 0,60 m de grueso hasta 1,5 m;como magnitud media se adopta la medida de 0,70 m.-Los mantos subsiguientes de 0,50 y 0,55 m no han sido explorado con galeria y en vista de su escasa magnitud no conviene tenerlos en cuenta.-Al W se presenta luego el manto de La Granja, el cual tambien es lenticular y ofrece estrechamientos y abultamientos de 0,60 hasta 1,6 m.La magnitud media de este manto se estima en 0,80 m.-El manto La Ciscuda se presenta urgoso y triturado,de manera que conviene reducir su magnitud media a 0,60 m.Entre La Ciscuda y el manto de Santa Mónica se manifiesta un manto de 0,70 a0,80 m de magnitud que se reduce a 0,60 m para los efectos del cálculo.- El manto de Santa Mónica que es el último que se halla en explotacion y que es el mas importante,tiene 1 m de grueso en el lugar del cruce del socavon,pero aumenta en los buches situados hacia el Sur hasta 3 m.Su magnitud media se estima en 1,5 m,teniendo en cuenta que probablemente se trata del mismo manto que se explotaba en las minas de Chipichape(hasta 3 m).-Segun las medidas provisionales que se adoptaron,puede contarse en las minas de Santa Mónica con un espesor medio total de carbon explotable de 4,90 m.

A continuacion Sur de las minas de Santa Mónica,los mantos se explotan en el terreno occidental del cerro Tres Cruces donde se hallan las labores de La Cruz y del socavon Chaves.El número de mantos explotables no parece ser tan abundante como en Santa Mónica y ademas se presentan plegamientos de codo que aumentan

las variaciones de magnitud de los mantos.El número de mantos explotables probablemente es de 4,entre los cuales hay al menos uno que presenta buches hasta de mas de 3 m de espesor.La magnitud comun de los cuatro mantos no se podrá estimar en mas de 1 m para cada uno y para los fines de los cálculos se considera que la magnitud total de carbon que hay en los cuatro mantos sea de 3 m.

Las minas de Chipichape estan abandonadas.Segun Stutzer,el ancho que presenta el piso del Cauca en esta parte es de 65 m(socavones del faldeo).Los socavones de la mina no se han podido investigar, de manera que se hace referencia a las observaciones de Stutzer quien refiere como manto principal uno de tamios metros de magnitud que se reduce con mucha frecuencia a menos de 1 m.La magnitud media se estima en 1,5 m.

La magnitud que se obtiene como promedio del espesor del carbon en Santa Mónica,La Cruz-Chaves y Chipichape,es de 3,2 m.De este promedio y de la longitud(2,5 km) y cuelga(150 m) del carbon,se calcula una existencia original de 1 350 000 toneladas,de la cual se puede deducir 50 000 t por concepto de explotacion.En la faja del conjunto Los Confites que se extiende del lado W del cerro Tres Cruces hacia las minas de Chipichape por lo tanto se puede contar con

1 300 000 toneladas de carbon.

El horizonte Los Chorros se manifiesa típicamente en la faja de las minas del Aguacatal.Los mantos se explotan en la parte baja del terreno mediante guias;las cruzadas que habia al NW de La Ermita se hallan derrumbadas.Tambien se halla derrumbado un socavon de guia que avanzaba desde el campamento del Aguacatal hacia el N y que explotaba el manto principal.-En las guias que se explotan actualmente,el manto principal es el mas inmediato a las areniscas de La Salvajina.y se llama Aguacatal.Del levantamiento de este manto se deduce una magnitud media de 1,15 m,medida que seguramente es baja porque se refiere a una zona de copa del manto,pero que es necesario conservar porque es el dato mas concreto a que se puede atener.Los

otros dos mantos que tambien hay que apreciar por las zonas de copa (o cogollo),ofrecen cada uno una magnitud de 0,70 m.La magnitud media total de los mantos que se pueden abarcar en el horizonte Los Chorros de la faja del Aguacatal por lo tanto se puede estimar en 2,55 m.Por falta de cruzdas no se puede decir si existen mas mantos que los mencionados.-La extension longitudinal en que aflora la faja del Aguactal es de 1400 m,medida que se reduce a 1200.La cuelga sobre el nivel del rio Cali se estima en 100 m,teniendo en cuenta que los mantos del Aguacatal probablemente se hallan cortados hacia la profundidad por el sobrescurrimiento.La cantidad deducida de estas cifras es de 360 000 t de las cuales deben substraerse 30 000 t por concepto de explotacion y pérdidas.La cantidad existente por lo tanto se considera de

330 000 t

La cantidad mayor de carbon que existe en la zona de Tres Cruces-Chipichape,se halla en el nivel del Čalor que forma el interior de la artesa del Buen Vivir y se manifiesta en el lado septentrional.Los cálculos se hacen para la superficie comprendida entre el rio Čali y las explotaciones del Čalor.La longitud de la faja es de 1400 m, despues de descontar una parte donde los afloramientos son deficientes.El ancho es de 350 m.La superficie del terreno que contiene los mantos del Čalor en consecuencia es de 490 000 metros cuadrados.De los suplegamientos y ondulaciones que muestra el carbon se desprende que la superficie plana debe aumentarse en un 50 % para obtener la superficie aproximada del carbon.Ella es de 735 000 metros cuadrados.-Los mantos del nivel del Čalor se hallan expuestos en los socavones Cascarillo,Calor y Amaya los cuales son guias en tres mantos distintos.El manto del Čascarillo es el inferior y el manto Amaya es el superior.Ademas puede haber un cuarto manto en un socavon hecho por el señor Chedé en la zona del Čalor,pero este no se pudo investigar.-El término medio del espesor del manto del socavon Čascarillo es de 1,02 m,o sea en Número redondo de 1 m.Este manto probablemente corres-

ponde al manto inferior del socavon Mera(interior de la artesa) que tiene un espesor medio de 1,65 m.Por este motivo la magnitud media del manto Cascarillo se aumenta a 1,30 m.-El manto del socavon del Valor mide 1,88 m en 1 corto trayecto que se levantó y que de seguro es un buche,el cual se pincha hacia el Norte.El probable equivalente de este manto tiene en el socavon Mera un espesor medio de 1,45 m, medida que se adopta para los cálculos.-El manto Amaya se ha trabajado en varios socavones del borde septentrional de la artesa y el levantamiento del último manto acusa una magnitud media de 1,19 m,incluso la hoja de carbon de la parte alta.El equivalente en el socavon Mera es probablemente un manto de carbon triturado de 0,80 m.La magnitud media del manto Amaya se estima en 1 m.-En total los mantos del nivel del Valor arrojan un promedio de espesor total de carbon de 3,75 m. Segun la superficie carbonífera(735 000 m^2),la cantidad se calcula en 3 300 000 toneladas de carbon. Por razones de explotacion se deducen 50 000 t ,de manera que se cuenta con una existencia de

3 250 000 t

En resúmen,las existencias de carbon en el terreno de Tres Cruces-Chipichape son las siguientes:

1)Conjunto Los Confites;faja en el lado W del cerro Tres Cruces que va a Chipichape.....	1 300 000 t
2)Horizonte Los Chorros;faja Aguacatal.....	330 000 t
3)Nivel del Calor en la artesa del Buen Vivir....	3 250 000 t
Total.....	4 880 000 t

Dicha cantidad aumentará una vez que se conozcan las condiciones del carbon en el lomo del campo de Tres Cruces que limita con Cali y en el caso de que los mantos del Aguacatal siguen por debajo de la artesa del Buen Vivir.-En relacion con la explotacion se vé que en el interior de la artesa es difícil,desarrollar socavones debido a las ondulaciones tectónicas. Hacia el Aguacatal en cambio, los socavones y guias se pueden hacer mas o menos rectos,aun cuando todavia hay codos que obligan a describir curvas.

e) Los Chorros.Cáñaveralejo-Siloé.

Esta zona que está situada al Sur de Cali se halla bien explorada mediante cruzadas y galerias que se han avanzado en Los Chorros(propiedad del FC. del Pacífico),en Cañaveralejo (Sr. Ernesto de Lima) y en Siloé (Sr. L .Chedé),Las explotaciones se refieren principalmente al horizonte Los Chorros y en él al manto Ocho cuyos equivalentes son el Grande de Cañaveralejo y el Ondós de Siloé.-El derrumbe que ha ocurrido en la cruzada 12 de Los Chorros impide reconocer las condiciones carboníferas en la parte alta del piso del Cauca y en el conjunto de Cinta de Piedra. Debido a que un incendio obligó a tapar el socavon.4 de Los Chorros, no hubo ocasion de reconocer las condiciones que ofrece el conjunto Los Confites en la profundidad.

La apreciacion de cantidades se hará de tal manera que el conjunto Los Confites se juzgará en la extension desde el campo de Los Chorros hasta el campo de Siloé,mientras el horizonte Los Chorros se estimará segun los campos de Los Chorros,del Pleito, de Cañaveralejo y de Siloé.

El conjunto Los Confites contiene de 3 a 4 mantos explotables de carbon que se trabajaban anteriormente en el lado W del cerro de Cañaveralejo y que se cortaron en el socavon 4 de Los Chorros.La magnitud de estos mantos varia entre 0,60 hasta 0,90 m, datos que debemos a informaciones de los mineros.Los afloramientos en la superficie son insuficientes para poder juzgar de la calidad comercial de los mantos.En consecuencia juzgamos que los mantos explotables del conjunto Los Confites sean 3 y la magnitud se reduce a un total de 1,80 m de carbon.La longitud de explotacion de estos mantos queda comprendida entre el cerro Pedregosa en el Sur y Cañaveralejoen el Norte y es de 3,5 kms.La altura media de explotacion sobre el nivel de las quebradas y del codo del rio Melendez no es mayor de 70 m.La cantidad existente que se calcula de esta manera y que ha sido poco mermada por la explotacion es de

530 000 t

Esta cantidad probablemente aumenta varias veces si se tiene en cuenta que debajo de los niveles de las quebradas y del rio Melendez hay todavia una cuelga de mas de 100 m y que los mantos todavia pueden seguir por el subsuelo del plano del Valle en algun trayecto.

Al Sur de Los Chorros, el conjunto Los Confites probablemente todavia tiene mantos explotables, pero no conviene tenerlos en cuenta envista del desmejoramiento de la facies carbonífera del conjunto Los Confites desde el cerro Tres Cruces hacia Los Chorros.

El horizonte Los Chorros presenta en el campo de Los Chorros los siguientes mantos, enumerados de abajo hacia arriba:

5) Manto Ocho, geológicamente el mas alto
4) Manto Sieteymedio
3) Manto Siete o La Ciega
2) Manto Seis o La Urrea
1) Manto de algo menos de 1 m en la parte interior del socavon Cero.

Hasta donde fué posible, estos mantos se levantaron en las galerias y se determinaron sus particularidades.

En la parte Sur del campo de Los Chorros se han reconocido los mantos en los socavones (cruzdas) Cero, 9 y 11 y en las galerias del último. El socavon Cero ocupa el nivel mas alto y el socavon 11 es el mas bajo de esta seccion, pero mas alto que los socavones 4 y 5 de la parte septentrional del cerro.-En la parte Norte se estudiaron los socavones y galerias del 4 y del 5, mientras la crúzada del 12 se halla derrumbada.

Los socavones Cero y 9 cortan el manto Ocho en la zona de copa y por este motivo la magnitud del manto puede aparecer menor que la que tiene en las partes frescas. En el socavon Cero, la magnitud del Ocho es de 0,55 m mientras en el socavon 9 que es mas profundo la magnitud sube a 1,07 m. En el socavon 11, el manto se ha perseguido hacia el Sur, pero la galeria encontró un codo tectónico y se suspendió ahí. La magnitud media que ofrece el Ocho en esta galeria es de 1 m (1,01m), debiendo tenerse en cuenta que los urgues son muy variables En el socavon 5 el manto Ocho tiene una magnitud media de 1,02 m y en el socavon 4 ella es de 1,6 m. En estas condiciones el manto Ocho

que aparenta ser muy grueso por la intercalacion de urgues gruesos, no puede tener una magnitud media superior de 1,2 m.En el sentido del rumbo y en el de la inclinacion,la magnitud de los mantos y la magnitud y el número de los urgues varia fuertemente.Sinembargo el manto se mantiene con una magnitud explotable,aun en la parte Sur donde el debilitamiento en la galeria del Socavon 11 es consecuencia pasajera del codo tectónico.-La longitud total en que asoma el manto de carbon en el campo de Los Chorros es de 1600 m y la cuelga se estima en un término medio de 80 m.La existencia original por lo tanto seria de 184 000 toneladas,de las cuales hay que deducir una 84 000 por explotacion,pérdidas por explotacion e incendios.La existencia disponible por lo tanto se junga ser de

100 000 toneladas.

Segun veremos,este manto conserva grandes existencias en el subsuelo carbonífero que se desarrolla al Este de la actuales explotaciones.

El manto Siete o La Ciega que tambien es en Los Chorros el manto mas sostenido de carbon conserva una magnitud buena desde el cerro La Pedregosa hasta la quebrada Los Chorros.En el socavon Cero la magnitud de La Ciega es de 1,21 m.En el socavon 9 se determina un espesor de 1,02 m.En la galeria del socavon 11,la magnitud media es de 1,09.En el el socavon 5,el manto La Ciega está incendiado.La magnitud en uno de los cruces es de 0,85 m.En el socavon 4,la magnitud media es de 0,94 m.La magnitud media total del manto La Ciega en el campo Los Chorros se puede estimar en 1 m.

En cuanto a la longitud y cuelga el manto La Ciega tiene las mismas medidas como el manto Ocho y la cantidad que se calcula es de 153 000,de las cuales se deducen 73 000 toneladas por explotacion, pérdida de explotacion e incendio.Se cuenta pues con una existencia disponible de

80 000 toneladas.

El manto Sieteymedio, colocado entre los mantos Ocho y Siete (La Ciega) ofrece un desarrollo muy irregular en los socavones 4 y 5 y suele desaparecer, como en el cruce W de la galeria Sur del socavon 5. En el socavon 4, el manto comienza con 0,20 m de magnitud y aumenta a 0,90 m en direccion Sur. En el terreno meridional del campo de Los Chorros, el manto Sieteymedio ofrece un desarrollo mas regular y tiene una magnitud media de 0,77 m. En el cruce del socavon 9 con el manto el espesor es de 0,68 m, mientras en el socavon Cero la magnitud es de 0,55 m. Como magnitud media de este manto defectuoso adoptamos el valor de 0,60 m. La longitud en que es explotable se reduce a 800 m. La cuelga se estima en 80 m. La existencia original en consecuencia es de 43 000 toneladas, de las cuales hay que deducir unas 8000 por explotacion y pérdidas. Hay disponibles por lo tanto

35 000 t

El manto Seis apenas se ha podido abarcar en el socavon Cero y por esta razon es difícil avaluarlo, sobre todo si se tiene en cuenta que puede tener un desarrollo tan irregular como el del Sieteymedio. En estas condiciones juzgamos que la existencia disponible en el manto Seis debe estimarse igual a la del Sieteymedio, es decir en

35 000 t

En cima del manto Ocho no hay en Los Chorros mantos explotables hasta incluso el horizonte de Los Hilos.

De los datos allegados se desprende que el horizonte de Los Chorros tiene encima del nivel del plano del Valle las siguientes cantidades de carbon, relativas al campo de Los Chorros:

Manto Ocho.....	100 000 t
Manto Sieteymedio	35 000 t
Manto Siete.....	80 000 t
Manto Seis.....	35 000 t
Total.....	250 000 t.

A esta cantidad que sobran de la explotacion intensa de los mantos del horizonte Los Chorros,se puede agregar en relacion con los mantos de carbon del conjunto Los Confites y con respecto al campo de Los Chorros,la cantidad de 250 000 t de carbon,teniendo en cuenta que el campo Los Chorros equivale a la mitad de la faja del conjunto Los Confites entre Los Chorros y Cañaveralejo que sirvió de base para los cálculos de carbon de dicho conjunto.En el campo Los Chorros puede haber por lo tanto encima del nivel del plano del Valle la cantidad de 500/000 t.En esta relacion se advierte que los mantos de los horizontes Mangó y Coke que eventualmente pueden ser explotables,no tienen cuelga apreciable encima del nivel del plano del Valle y no merecen incluirse en los cálculos.

Cantidades de carbon en el campo Los Chorros,debajo del nivel del plano del Valle.

Al hacer estos cálculos se tiene presente que la facies carbonífera desmejora desde el contacto del semiplano del Carbon con la Cordillera Occidental hacia el interior de la cuenca de Cali; ademas se observa un desmejoramiento medio desde la region de Golondrinas que se halla en la parte alta del monopromontorio de Cali hacia la region de Los Chorros que se halla hacia la parte baja de dicho monopromontorio.Por esta razon hay que reducir fuertemente la magnitud del carbon explotable en el subsuelo del campo Los Chorros,donde el carbon se halla debajo del nivel del plano del Valle.En efecto los cálculos se hacen tan solo sobre la base de los mantos Ocho y Siete que son los mas estables y de los cuales se puede juzgar con suficiente seguridad que sigan carboníferos en el subsuelo profundo.La magnitud media del manto Ocho se reduce a 1 m y con respecto al manto Siete o La Ciega se hace una reduccion a 0,80 m,a pesar de que este manto es el mas sostenido en la region de Cali.-En cuanto a la longitud y al ancho del campo carbonífero de Los Chorros que está debajo del nivel del plano, es necesario hacer los cálculos en dos partes,en vista de que prime-

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."a 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 Isaace,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 mismo 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 ondulosos,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).

La última cifra prueba que en la margen oriental del plano del Valle, a inmediacion del semiplano del Carbon, existen cantidades grandes de carbon, el cual se halla en estructuras mas o menos suaves y que por lo tanto debe ser compacto. La misma experiencia se ha establecido en relacion con la faja carbonífera del subsuelo del plano del Valle que se desarrolla al Sur de Puerto Isaacs.- Se advierte que la explotacion del trayecto de cuelga que se halla debajo de las explotaciones actuales de Los Chorros tropezará con abundantes cantidades de agua en vista de que la trituracion del carbon facilita ahí la circulacion del agua. En los plegamientos ondulosos, la afluencia de agua probablemente no será considerable porque el carbon debe estar compacto; por lo mismo conviene no comunicar esta zona del subsuelo con la zona de cuelga. El desarrollo de los socavones en la zona de plegamientos ondulosos en cambio tropezará con el inconveniente de que no se pueden establecer rectas y de que el terreno deberá sondearse a taladro antes de empezar la explotacion.

Existencia disponible entre la quebrada Los Chorros y el rio Cañaveralejo (campos del Pleito y de Cañaveralejo).

Este trayecto tiene una longitud de 1800 m y una cuelga media encima del plano del Valle que se estima en 70 m como término medio. La parte meridional está ocupada por el cerro y campo del Pleito donde no hay explotacion y donde la existencia se halla intacta. En Cañaveralejo, la explotacion está avanzada. Las cruzadas de Cañaveralejo solo llegan hasta el manto Ocho (Grande) y por este motivo no es posible darse cuenta del desarrollo del manto Siete o La Ciega y de los demas que se hallan debajo del Ocho. Estos mantos se computan y se considera que su magnitud media es de 1 m.- Encima, es decir al Este del manto Ocho o Grande, se hallan dos mantos que son irregulares, pero que se explotan. El primero tiene una magnitud de 0,55 m, mientras el segundo, llamado Agujas y caracterizado por urgues irregulares, se aprecia en 0,70 m de grueso. Segun se dijo, estos mantos no son explotables en Los Chorros.- La magnitud media que tiene el

manto Ocho o Grande es de 1,51 m,cifra que se deduce de las medidas tomadas de trayecto en trayecto en las galerias correspondientes.El manto Ocho por lo visto es mas grueso que en Los Chorros.

Para calcular la cantidad,disponible en el campo del Pleito-Cañaveralejo encima del nivel del plano del Valle,la magnitud media del manto Ocho se estimará en 1,30.A ella hay que agregar 1 m de carbon en los mantos del horizonte Los Chorros que se hallan al Oeste del manto Ocho,es decir se cuenta en estos niveles con 2,30 m de magnitud media del carbon explotable.La cantidad disponible,deduciendo 50 000 toneladas por explotacion y pérdidas en Cañaveralejo, seria de 240 000 toneladas.A ellas hay que agregar la existencia del manto Agujas que se estima en 70 000 t,en mímeros redondos,de manera que la existencia de carbon,incluyendo 280 000 t que corresponden a la seccion del conjunto Los Confites y que se han calculado previamente,es en el campo del Pleito-Cañaveralejo de 590 000 t,o sea en mímeros redondos de

600 000 toneladas.

La mayor parte de este carbon se halla en el campo intacto del Pleito.La cantidad se refiere a la cuelga que se halla encima del nivel del plano del Valle.

Debajo del nivel del plano del Valle contamos con una magnitud media de carbon explotable de 2 m,la cual corresponde al manto Ocho y a los mantos que siguen al Oeste.Las condiciones tectónicas que reinan con respecto a los cálculos son las mismas como en el campo de Los Chorros.

La parte erguida que sigue debajo de las explotaciones actuales,cuya cuelga se reduce a 100 m,tiene sobre la longitud de 1800m la cantidad de

430 000 toneladas.

La parte que corresponde a los plegamientos ondulosos del subsuelo(ancho 2 kms),cuya superficie carbonífera se auemnta en un 50% con respecto a la superficie plana,tiene la cantidad de

13 000 000 toneladas

Existencias disponibles en Siloé.

El campo de Siloé se halla a continuacion Norte del campo de Cañaveralejo y cerca de los suburbios meridionales de la ciudad de Cali. El manto mas importante en este trayecto es el manto Undós al Oeste del cual no se conocen mantos explotables con respecto al horizonte de Los Chorros. Al Este se halla primero el manto Uno Chiquito cuya magnitud media se estima en 0,60 y que corresponde ya al horizonte Los Hilos. Otro manto que sigue al Este y que tiene una magnitud media estimada en 0,50 m, tambien se incluirá en los cálculos. La magnitud media del manto Undós, equivalente al manto Ocho de Los Chorros, se calcula, sobre la base de las medidas en la galeria Norte que lo explota, en 1,44 m, pero como hacia el frente se divide en hojas es menester reducirla para los cálculos a 1,20m. La magnitud media total de los mantos explotables en el horizonte de Los Chorros y en el horizonte de Los Hilos, por lo tanto es de 2,3 m. Teniendo en cuenta que dichos mantos se prolongan desde Siloé bastante hacia el Norte, la longitud del trayecto carbonífero se estima en 1,5 kms. La cuelga media encima del plano del Valle se estima en 40 m porque hay que incluir una parte plana que se halla en el lado Norte del rio Cañaveralejo y porque la altura del filo carbonífero es menor que mas al Sur. Segun estas medidas la cantidad original de carbon se calcula en 165 000 toneladas, de las cuales se deducen 25000 t por concepto de explotacion y pérdidas en Siloé. La cantidad disponible, es por lo tanto de

140 000 t (encima del nivel del plano del Valle).

En relacion con el manto Ocho o Undós es necesario advertir que este se deshilacha hacia el frente debido a la frecuente intercalacion de urgues, circunstancia que obliga a reducir la parte explotable. Como la faja de Siloé sigue hacia el cerro Tres Cruces, es de suponer que el deshilachamiento pueda subsanarse hacia el Norte.

Debajo del nivel del plano del Valle se calcula la siguiente

existencia disponible en una longitud de 1500 m y con respecto a 1m de magnitud media del carbon explotable:

1)para la cuelga de 100 m debajo de la parte erguida de la explotacion actual

180 000 t

2)para el terreno de plegamientos ondulosos que sigue al Este, aumentando la superficie de carbon en un 30% y contando con un ancho de 2000 m

2 350 000 t.

Existencia disponible en la zona de Los Chorros(Los Chorros-Siloé).

a)campo de Los Chorros,
encima del nivel del plano del Valle.... 500 000 t
debajo id.....10 700 000 t
b)campo El Pleito-Cañaveralejo,
encima del nivel del plano del Valle.... 600 000 t
debajo id.....13 400 000 t
c)campo de Siloé,
encima del nivel del plano del Valle..... 140 000 t
debajo id..... 2 500 000 t

Total disponible..... 27 840 000 t

En números redondos,esta cifra se puede avaluar en

28 millones de toneladas de carbon.

f)Zona carbonífera al Sur de Los Chorros,hasta la ribera N del rio Lile.

Esta zona en que se hallan las minas llamadas Los Possos,limita al Norte en una línea E-W que pasa por el pié Sur del cerro de La Pedregosa y sigue al codo correspondiente del rio Melendez.Al Oeste el límite se traza por el afloramiento del horizonte La Salvajina hasta donde este atraviesa el rio Lile.Por este rio se sigue aguas abajo hasta dos kilómetros al Este de la prolongacion Sur de las galerias de Los Chorros.La superficie de este campo que se halla en el descenso bajo del monopromontorio de Cali y donde por lo tanto se conserva mejor el piso del Cauca es aproximadamente de 6 800 000 metros cuadrados.Los plegamientos son ondu-

sos y de mediana hasta suave intensidad tectónica.Por esta razon se cuenta con una superficie,relativa a los mantos de carbon,de 10 000 000 de metros cuadrados(aumento aproximado 50%).

El subsuelo del campo se puede considerar carbonífero en la extension calculada a juzgar por la prolongacion Sur de la zona de Los Chorros,por las condiciones que muestran los mantos en las minas Los Posos y en lo demas por los afloramientos de los sedimentos y de las estructuras.Ademas se tiene como apoyo el hecho de que el horizonte de Los Chorros sigue carbonífero desde el campo de Los Chorros hacia el Sur,se presenta carbonífero en la mina Los Posos y ademas en el afloramiento del rio Ance a que hemos hecho alusion anteriormente.

Los mantos que se alcanzan a determinar en las minas Los Posos y en su vecindad son cuatro.Ellos miden desde el superior hacia el inferior 0,80 m,1,35 m,0,80 m y 1 m,respectivamente,y suman en total 3,95 m de carbon.En comparacion los mantos mayores de un metro que se presentan en el rio Ance suman 3,70 m de carbon,lo cual demuestra que la facies del carbon sigue bastante sostenida.Sinembargo,como se trata de afloramientos aislados,la magnitud media total que se aplicará a los cálculos,se estimará en 3,00 m.

La cantidad de carbon que existe en la zona de 6,8 millones de metros cuadrados de superficie(10 millones m^2 de superficie carbonífera),a la cual no se ha incluido el suelo encubierto por el plano del Valle que está en la parte oriental,se calcula por lo tanto en

$$\frac{\text{36 000 000 de toneladas}}{\text{en una extension}}$$

El suelo encubierto/hasta 2 kms al Este del lomo que se desarrolla al Sur del cerro de La Pedregosa tiene una longitud aproximada de 1800 m.La magnitud media de los mantos explotables se reduce ahí a 1,8 m en vista del desmejoramiento de la facies de carbon hacia el subsuelo de la cuenca de Cali.Aumentando a la superficie plana un 50% por plegamientos ondulosos,se obtiene la cantidad de

10 370 000 toneladas

La cantidad total que se calcula para la zona en cuestion es de

46 000 000 t en números redondos.

g)Planta Melendez.

La zona de la Planta Melendez se desarrolla en el lado occidental del semiplano del Carbon,al contacto con la Cordillera Occidental,y forma parte del sinclinal de Golondrinas.Ella está formada en parte por el conjunto Los Confites y en parte por el horizonte de La Salvajina y el horizonte de Los Chorros.El terreno está muy encubierto,sobre todo hacia el Norte y por este motivo no se obtiene sino un criterio parcial sobre las condiciones del carbon.

La presencia de carbon se halla demostrada por el afloramiento del horizonte Los Chorros a poca distancia abajo de la Planta Melendez,en la ribera Norte del rio Melendez.Los afloramientos que se observan de E a W:un manto de carbon de 0,80 m que lleva 0,60 m de urgue,un manto 0,70 hasta 0,80 m de carbon,separado de este por un nivel de arenisca otro manto que tiene 1,20 hasta 1,40 m de carbon y que aflora en copa descompuesta.Los demas mantos no se hallan descubiertos.En nuestro concepto se puede contar en esta zona occidental donde la facies debe ser buena con un espesor medio total de carbon explotable de unos 4 m.La longitud de este campo que se encubre al Norte del rio Melendez es de 2000 m al menos.La cuelga media encima del rio Lile se puede estimar en 150 m y la que sigue hacia abajo es considerable,pero se reduce a 100 m.La cantidad disponible de carbon,contando con tan solo con una faja carbonífera del horizonte Los Chorros-por causa del sinclinal probablemente hay dos-,es de

2 400 000 toneladas,cifra que probablemente es muy baja.

COMPUTO DE EXISTENCIAS DE CARBON EN LA REGION DE CALI.

I)Faja de Golondrinas- Planta de Melendez(sinclinal general).	II)Faja Los Possos-Los Chorros-Tres Cruces	III.Faja del plano del Valle,contígua al semiplano del Carbon
SEMIPLANO DEL CARBON		
1)El Pedregal-Yumbillos: 1 440 000 t	1)Tres Cruces, Chipichape: 4 880 000 t	1)Zona al Sur saliente Pto. Isaacs: 15 000 000 t
2)Cerro Golondrinas: 8 300 000 t	2)Siloé: 140 000 t	2)Al E de Siloé: 2 500 000 t
3)Cerro La Laguna: 540 000 t	3)Cañaveralejo-Pleito: 600 000 t	3)Al Este Cañaveralejo-Pleito: 13 400 000 t
4)Planta Melendez: 2 400 000 t	4)Los Chorros: 500 000 t	4)Al E Los Chorros: 10 700 000 t
	5)Campo Los Possos: 36 000 000 t	5)Al E Los Possos: 10 000 000 t
Totales: 12 680 000 t	42 120 000 t	51 800 000 t

Existencia en la region de Cali: 106 600 000 toneladas de carbon.

La existencia que es técnicamente explotable con mayores ventajas y con mayor economia,es la que comprende los cerros de La Laguna y de Golondrinas y la zona del Pedregal-Yumbillos.Los mantos se desarrollan linearmente y algunos con magnitud satisfactoria,de manera que parece factible poder explotarlos en forma unitaria desde los niveles mas bajos de los afloramientos(El Sastre y rio Arroyohondo),o sea con una cuelga de término medio mas de 200 m.El nivel del Sastre es fácilmente comunicable con Cali por la via del rio Chcho y del Aguacatal.El nivel del rio Arroyohondo se puede comunicar rio abajo con la carretera al Norte de Cali. El carbon se presenta relativamente duro.

La mejor zona y la mayor existencia de la faja Los Possos-Los Chorros-Tres Cruces se halla en el campo carbonífero Los Possos. Ahí mismo,la tectónica relativamente suave hace suponer que el carbon se halle mas o menos compacto.La explotacion en gran parte hay

que hacerla bajo el nivel del rio Lile que es ahí el nivel mas bajo para hacer la explotacion con socavones. Las estructuras indican que los mantos se desarrollan todavia bastante linearmente, de manera que el desarrollo de los socavones encuentra hasta cierto punto facilidades. La comunicacion desde el rio Lile, al Sur de las minas Los Possos, ecuentra algunas dificultades en un corto trayecto, pero puede desarrollarse luego en plano.

La zona que se desarrolla al contacto del plano del Valle con el semiplano del Carbon ofrece las mayores cantidades de carbon y el carbon en lo general debe ser compacto. Ademas la zona se halla ventajosamente situada hacia Cali y las carreteras y el ferrocarril. En cambio esta zona del subsuelo necesita explorarse con taladros y explotarse con apiques. El desarrollo de los socavones y galerias tropieza con la dificultad de la curvatura de los plegamientos ondulosos.

Cálculos de existencias de carbon en la seccion del semiplano del Carbon que se desarrolla entre el rio Lile y El Playon.

A partir del rio Lile, las estructuras que se hallan en el monopromontorio de Cali ya han descendido tan fuertemente que el semiplano del Carbon va formado íntegramente del piso del Cauca y se deja perseguir en esta forma hasta la region de Tambo (Cauca), exceptuando la saliente de Suarez que es cretácea. La característica de esta larga seccion son los plegamientos sostenidos y el desarrollo linear que por lo mismo deben tener los mantos de carbon. En algunas partes, los plegamientos estrechos y sostenidos se vuelven ondulosos, pero no hasta tal grado que se desvanezca la estructura linear. Por el lado oriental del semiplano del Carbon debe seguir la faja de plegamientos ondulosos, segun se desprende de la tectónica en la banda oriental del rio Cauca desde la region al SE de Timba hasta la region de La Yunga, situada al W de Popayan. Sinembargo, como entre el rio Pance y Timba

no asoman las ondulaciones y como entre Timba y Suarez la facies carbonífera tiende a ser deficiente, se prescinde de hacer cálculos sobre existencias de carbon en este trayecto del lado oriental del semiplano del Carbon.

Para los fines de los cálculos, la seccion del semiplano del Carbon que se desarrolla desde el rio Lile hasta Tambo ha sido dividida en los siguientes trayectos:

1) Trayecto Lile-Pance en que el desarrollo del carbon es semejante al de la region de Cali.
2) Trayecto rio Pance-rio Claro, muy encubierto, en que no se ha podido reconocer el horizonte Los Chorros.
3) Trayecto rio Claro-rio Guachinte, en donde vuelve a manifestarse el horizonte Los Chorros con mantos gruesos de carbon.
4) Trayecto rio Guachinte-rio Timba (La Herreira). El desarrollo favorable del horizonte Los Chorros y de su carbon prosigue.
5) Trayecto Timba-Catoto (incluso Altamira). La bondad de los mantos de carbon del horizonte Los Chorros desmejora.
6) Trayecto rio Catoto-rio Inguitó (Suarez). Al menos en la region de Suarez el desarrollo carbonífero del horizonte Los Chorros es deficiente.
7) Trayecto Inguitó-Dinde (Playon-Mangó). En parte el horizonte Los Chorros presenta buenos mantos.
(8) Trayecto rio Dinde-Tambo. El desarrollo del horizonte Los Chorros no se puede controlar debido a la suma escasez de afloramientos.

1) Trayecto Lile-Pance.

Este trayectoocupa el terreno angosto que se halla entre los rios Lile y Pance. El largo de la zona es de unos 3 kms y su ancho de 5 kms, pero hacia el plano del Valle se agregan lomajes formados del piso de Popayan que encubren el piso del Cauca y que aumentan el ancho.-En contraposicion a la region de Cali, este trayecto del semiplano del Carbon ya está íntégramente formado del piso del Cauca y en el se conserva el conjunto inferior del piso de Cinta de Piedra en bastante extension. Este conjunto cascajoso se presenta hacia el borde oriental del trayecto y tambien en una faja que se aproxima al borde occidental del semiplano. Estos afloramientos demuestran que

el horizonte Los Chorros que se halla a unos 400 m debajo del conjunto inferior del piso de Cinta de Piedra,se conserva casi íntegramente en el terreno cubierto por el trayecto.Este aflora,probablemente en un anticlinal,en el lugar donde se ha tomado el perfil de los mantos de carbon del lado Norte del rio Pance;ademas debe aflorar hacia el lado de la Cordillera Occidental.Tambien está a la vista que en el borde del rio Lile el afloramiento del horizonte Los Chorros es mas ámplio que en el borde del rio Pance,lo cual está de acuerdo con el descenso Sur de los plegamientos del monopromonterio de Cali.En estas condiciones se puede calcular la existencia de carbon sobre la base de la superficie que cubre el trayecto,aumentándole un 50 %,lo cual es factible si se tiene en cuenta que los plegamientos son profundos y ademas se hallan arrugados.Ellos darian motivo para aumentar la superficie carbonífera-del horizonte Los Chorros al doble,si no hubiere necesidad de descontar las partes destruidas de dicho horizonte.Para los cálculos que incluyen desde luego los niveles del carbon que se hallan debajo del nivel del rio Pance,se cuenta por lo tanto con una superficie de 22 500 000 metros cuadrados.

Los rasgos de la tectónica de este terreno que no fué posible levantar en el lado del rio Pance,están indicados en el perfil geológico del rio Lile.El sinclinal de Golondrinas-Planta Melendez se halla indicado por la faja del piso de Cinta de Piedra que pasa por el lado occidental del trayecto.El anticlinal que sigue al Este debe corresponder mas al Norte al anticlinal cretáceo que separa el sinclinal de Golondrinas-Planta Melendez del sinclinal que pasa al E de las minas Los Possos y que mas al Norte se manifiesta como vector carbonífero de las minas de Chipichape.-Mas al Este deben comenzar los plegamientos ondulosos que traspasan a la cuenca de Cali.

Los afloramientos de carbon se observan en la ribera septentrional del rio Pance,al Norte de la casa de la hacienda La Vega, y tambien los hay en el borde occidental del trayecto,donde se distinguen

unos derrumbes con manifestaciones de carbon.El perfil de mantos de carbon que se halla en la ribera Norte del rio Pance y que se halla sobre el camino a Los Farallones,muestra cinco mantos que pueden ser explotables y que en parte han sido cateados.El manto oriental tiene un espesor de 1m y está subdividido por un urgue de 0,05 m.El respaldo occidental es una arenisca arcillosa,y el oriental una arcilla gris descompuesta de 1,8 m.A 8 m al W del citado manto de carbon se encuentra un manto extrangulado de carbon que tiene 0,30 m de carbon en la parte alta,y 1,5 m de carbon en la parte baja del afloramiento. donde el carbon contiene una pequeña proporcion de urgue.El respaldo oriental es de arenisca arcillosa ferruginosa y el occidental consta de arcilla gris que muestra abultamientos y extrangulaciones.-A 3½m mas al Oeste se distingue un manto de 0,55 m que va respaldada al Oriente por arcilla arenosa pizarrosa y al Occidente por arcilla carbonácea y arcilla que lleva una franja de carbon de cinco centímetros.- seis metros al Oeste se observa otro manto de 0,55 m que va colocado entre arcilla carbonácea,y a 8 m al Oeste se presenta un manto que mide alrededor de 1,20 m que limita al Este con arcilla carbonácea y al Oeste con una sucesion de areniscas y arcillas.-La pertenencia de estos mantos al horizonte Los Chorros se infiere primeramente porque el número y la magnitud de los mantos son típicos para dicho horizonte.Ademas la distancia que media entre este nivel y los cascajos del piso de Cinta de Piedra es análoga a la que se observa en Los Chorros entre el horizonte de Los Chorros y el piso de Cinta de Piedra.-Al Oeste del afloramiento descrito,segun se dijo en otra parte,la cornubianizacion de las arcillas anuncia que las rocas tonalíticas deben haber antracitificado una parte importante de la existencia de carbon del trayecto Lile-Pance.La antracita sinembargo no alcanza hasta la superficie,sino queda bajo el nivel del rio Pance.

Como magnitud media que suman los mantos de carbon se adoptará el valor de 2,5 m,el cual puede parecer bajo,pero no es dable aumentarlo porque se deduce de un solo afloramiento.Este es-

pesor medio se refiere a los mantos del horizonte Los Chorros. Los demas horizontes y el conjunto Los Confites no se pueden tener en cuenta porque desde el lado Norte dàl rio Lile no se han encontrado manifestaciones de carbon que fueren de importancia o aparentaran serlo.

De los datos sobre superficie carbonífera y de magnitud de carbon y conservando el valor 1,2 como densidad del carbon, se calcula para el campo en cuestion la cantidad de

67 500 000 t de carbon.

De esta existencia se puede juzgar que solo tres a cuatro millones de toneladas son explotables encima del nivel del rio Pance.

A esta existencia que vale para el trayecto del semiplano del Carbon hay que agregar la existencia en la faja de plegamientos ondulosos que se desarrolla hacia el plano del Valle y que en parte se reconoce superficialmente en la banda Sur del rio Lile. El ancho de esta faja se reduce a 2 kms y la longitud(N-S) se mantiene en 3 kms. La magnitud media conviene avaluarla en 2,5 m, ya que se trata del traspaso al interior de la cuenca de Cali. Como, el horizonte Los Chorros al cual referimos la magnitud media se halla íntegramente conservado en el subsuelo, la superficie carbonífera se aumenta en un 50% con respecto a la superficie plana. La cantidad disponible por lo tanto es de

16 200 000 t de carbon.

Todo este carbon se halla a considerable profundidad bajo el nivel del plano del Valle.

La cantidad total que se calcula para el trayecto Pance-Lile es de

83 700 000 t de carbon

2)Trayecto rio Pance-Rio Claro(Gaubito-Chipayá).

En este trayecto que se halla encubierto vastamente no se encontraron afloramientos definidos del horizonte Los Chorros.La única parte donde debe asomar la parte alta de dicho horizonte se halla en el anticlinal que está situada poco al Este del paso del riachuelo de Jordan que conduce a Faldequera.Las numerosas copas de carbon que se presentan ahí corresponden a 3 hasta 4 mantos,pero solo en un caso la copa es de 1 m.Para saber si en esta parte el horizonte Los Chorros contiene mantos comerciales de carbon,es necesario hacer cateos con cruzadas que vayan dirigidas desde uno de los flancos del anticlinal hacia el interior.-Sinembargo,el trayecto Pance-Claro hay que considerarlo carbonífero con respecto al horizonte Los Chorros porque los mantos explotables del mismo se presentan tanto en el límite Norte(Pance) como en el límite Sur(Claro).Ademas se puede contar con que el horizonte del Coke se extienda carbonífero sobre al menos la mitad meridional del trayecto Pance-Claro porque hay un cateo en la banda Norte del rio Claro que demuestra la prolongacion Norte del manto que aflora en la banda Sur.En este horizonte se puede contar con un manto que se halla a 30 hasta 35 m al Este de los cascajos de Cinta de Piedra y que tiene mas de 1 m de espesor, advirtiendo que tiene intermedios de urgue que dificultan la explotacion.

Para los fines de los cálculos,la magnitud media del carbon explotable que contiene el horizonte Los Chorros se reduce a 1m, valor que tambien se aplica al manto de carbon que tiene el horizonte del Coke.

La construccion decididamente linear que se observa entre el rio Pance y el rio Lile,se acentúa en el trayecto Pance-Claro hacia donde sigue el sinclinal de Guachinte.Al Este del sinclinal se anuncian otros plegamientos estrechos y lineares que estan demasiado encubiertos para poder aprovecharlos para la apreciacion del carbon. Al Oeste,es decir en direccion al promontorio o monopromontorio de Liberia se observan plegamientos ascendentes que disminuyen de in-

tensidad hacia el Sur y se vuelven ondulosos.Con respecto a la seccion del Guabito,debe tenerse en cuenta que los plegamientos son invertidos,segun se desprende de la inclinacion occidental que se observa en el ascenso desde Jamundí a la mina de Guabito.

Las condiciones tectónicas y los afloramientos en el trayecto que se discute demuestran que el horizonte Los Chorros se halla conservado en todo el subsuelo del área que servirá para los cálculos.En cambio el horizonte del Coke solo se conserva en fajas longitudinales y no es carbonífero en toda la extension conservada.

La longitud del trayecto Pance-Claro es considerable y mide 15 kms al menos.El ancho(W-E) del trayecto es variable y en atencion a la deficiencia de los afloramientos se reduce a un término medio de 2 kms.La superficie de 30 kms^2 se aumenta en un 50 % para obtener la superficie mínima del carbon,la cual por lo tanto es de 45 kms^2, o sea de 45 000 000 de metros cuadrados.El horizonte Los Chorros por lo tanto debe contener sobre la base de una magnitud media de 1 m de carbon la cantidad de

54 000 000 de toneladas(posiblemente mínimo bajo).

El horizonte del Coke no es estable,comparado con el horizonte Los Chorros,lo cual tambien vale con respecto a los mantos de carbon. Para los fines de los cálculos solo tenemos en cuenta la faja contígua al piso de Cinta de Piedra que se desarrolla al Norte del afloramiento citado del rio Claro.La cuelga encima del rio Claro se estima en 150 y la que se halla debajo es de mas de 200 m.En total se cuenta con una cuelga de 350 m.La longitud en que la faja se considera carbonífera se estima en 5 000 metros.Sobre la base de 1 m de carbon,se obtiene la cantidad de

2 100 000 t de carbon

En vista de que el terreno que traspasa al plano del Valle se halla encubierto y como la facies de carbon del horizonte Los Chorros no parece ser muy atrayente en la parte occidental del trayecto,prescindimos de hacer cálculos sobre existencias de carbon en el terreno de traspaso.

La cantidad disponible de carbon en el trayecto Ance-Claro se estima por lo tanto en

56 000 000 de toneladas,en números redondos.

3)Trayecto rio Claro-rio Guachinte.

Los estudios sobre cálculos de existencias de carbon en este trayecto hay que basarlos en el afloramiento de las minas de La Fragua de Guachinte,las cuales explotan los mantos de carbon del horizonte Los Chorros.Aparte de este afloramiento solo se conoce otro del horizonte Los Chorros que se halla en el lado Sur del rio Claro,al Norte del caserio de Los Confites,pero el cateo que habia ahi está derrumbado,de manera que no se puede hacer una apreciacion concreta de la magnitud de los mantos.-Ademas hay en el trayecto Claro-Guachinte mantos explotables que se presentan en el lado oriental del piso de Cinta de Piedra y que se refieren al horizonte del Coke.Estos afloramientos se han determinado en Mina Vieja,en la mina del Coke y hacia el curso alto de la quebrada que baja a la casa de la hacienda de Las Cañas.

El afloramiento en La Fragua adolece del incoveniente de que los mantos se hallan muy convulsionados(véase perfil en el croquis) y ademas se deshilachan hacia el Norte,fénómeno que parece ser frequente porque se observa tambien en Piloé y se manifiesta hasta cierto punto en la parte central oriental del cerro de Golondrinas.Ademas parecen existir otros mantos explotables al Este de los mantos en explotacion de La Fragua de Guachinte(La Playa, Hurtado y Machin),pero ellos pueden obedecer a la repeticion de los mantos en explotacion por efectos de un sobrescurrimiento.

Dadas estas condiciones consideramos que la magnitud media del carbon explotable en el horizonte Los Chorros no se puede estimar por ahora en mas de 2 m.Como hacia el Este de la faja de La Fragua no hay afloramiento del horizonte Los Chorros y como hay que prever que la facies del carbon puede desmejorar rápidamente,el ancho de la faja se reduce a 2 kms.Ella corresponde a parte del sin-

clinal de Guachinte. La longitud del trayecto Claro-Guachinte es de 5 kms. La superficie carbonífera se eleva en un 50 % en vista de que se refiere a un sinclinal profundo. La cantidad disponible de carbon que hay segun las medidas adoptadas, es de

43 000 000 de toneladas.

En cuanto al horizonte del Coke se distinguen tres mantos de carbon en Mina Vieja. Estos se explotaban anteriormente, pero en vista de que no son tan favorables como los mantos de las minas de La Fragua los trabajos se han abandonado y los socavones está derrumbados. El manto inferior(oriental) tiene 0,60 m hasta 1 m de grueso; el manto intermedio mide 1 m y el superior de 0,60 hasta 0,80 m, a juzgar por las copas. En las minas del Coke hay descubierto dos mantos, uno que es de 1 m y el otro de 1,20 m hasta 1,30 m. El manto algo antracitizado que se presenta en el curso alto de la quebrada que baja hacia la casa de la hacienda Las Cañas tiene un metro de espesor y se presenta puro en contraposicion a los demas del horizonte del Coke que llevan intermedios irregulares de urgue.- La magnitud media que se puede considerar explotable en este horizonte se estima en 1,5 m de carbon. Los cálculos se restringen a la cuelga que presenta la faja de Mina Vieja porque solo en este lado se conocen los mantos a ciencia cierta. La longitud de la faja de Mina Vieja es de 5,5 kms entre los rios Guachinte y Claro. La cuelga total se estima en 250 m. La cantidad disponible se aprecia por lo tanto en

2 500 000 t de carbon

Como en los demas horizontes del piso del Cauca no se han determinado mantos explotables, la cantidad total disponible se estima en

45 000 000 de toneladas, en números redondos.

4)Trayecto rio Guachinte-rio Timba(La Ferreira).

Los mantos de carbon del horizonte Los Chorros se explotan rudimentariamente al W de la casa de Santa Bárbara,situada cerca del filo de Pisapasito.Los mantos se presentan mas o menos en copa y se hallan en parte convulsionados por las influencias tectónicas. Ademas contienen cintas de urgue que se presentan irregularmente.El manto occidental,o sea el que geológicamente es el mas bajo,tiene una magnitud de 0,80 m hasta 1,20 m.Al Este sigue primero un manto de 1,60m hasta 2 m y mas al Este siguen otros dos mantos que tienen 1,20 y 0,90 m de espesor,respectivamente.La magnitud media del carbon por lo tanto aparece considerable y se puede respaldar con los afloramientos que se presentan a continuacion Norte,sobre el mismo lado Sur del rio Guachinte,frente a las minas de La Fragua de Guachinte.Sinembargo debe tenerse en cuenta que no se conoce el desarrollo de los mantos desde Santa Bárbara hacia el rio Timba y por esta razon se adopta un espesor medio de carbon de 2 m.Hacia el Oriente,el horizonte Los Chorros se halla encubierto,de manera que el carbon debe extenderse en contínuo por el subsuelo de la falda oriental del cerro de La Ferreira.Como ancho de este terreno carbonífero se estima una distancia de 2kms,la cual puede ser baja, pero que conviene adoptar en vista de que la facies carbonífera puede desmejorar rápidamente hacia la cuenca de Cali,tanto mas cuanto que los síntomas de desmejoramiento se hacen sentir poco al Sur del trayecto Guachinte-Timba.La longitud en que se extiende el carbon es de 4 kms.La superficie carbonífera,dado el caracter sinclinal y su inversion y arrugamiento,se aumenta en un 100% con respecto a la superficie plana.La cantidad que se calcula de esta manera es de

38 000 000 de toneladas(números rendondos)

En la zona donde pasa el sinclinal de Guachinte o Cinta de Piedra,asoman dos mantos de carbon,uno sobre el lado

occidental(Mata de Caña) y otro sobre el lado oriental del sinclinal (Filigrana). Este último tiene 1,10 m de magnitud, mientras el manto Mata de Caña ofrece 0,80 m de antracita. La magnitud media de los dos mantos juntos se estima en 1,60 m. La altura de cuelga sobre el rio Guachinte se estima en 150 m y se agregan otros 50 m como cuelga debajo del nivel del rio. La longitud en que pueden extenderse estos mantos se estima en 4,5 kms(rio Guachinte hasta rio Timba). La cantidad existente se estima en

1 700 000 t de carbon.

La cantidad total de carbon disponible en el trayecto rio Guachinte-rio Timba, viene a ser, en números redondos de

40 000 000 de toneladas.

5)Trayecto rio Timba-Catoto.

En este trayecto asoman los mantos de carbon que vienen de la Ferreira, pero ellos se extinguen y se debilitan hacia la region de Suarez. Dentro del trayecto se conocen primeramente los afloramientos de los mantos de carbon del horizonte Los Chorros que se presentan en Piedra Pintada y Quiebra Ganca al Sur de la estacion de San Francisco y tambien en la quebrada Comedulce de la region de Altamira donde se presenta un manto convulsionado de carbon con urgue que mide 2 hasta 2,5 m de grueso. Los afloramientos de la region de Quiebra Ganca los ilustra el perfil que sigue.

(Espacio de 10 cms para el perfil)

El manto superior de carbon probablemente se presenta en forma de una bolsa de 2 m de grueso, lo mismo que el manto del m que sigue debajo, el cual se estrecha hacia la profundidad y se vuelve arcilloso. Al mismo nivel se halla mejor expuesto y cateado a 700 m al Norte donde el manto superior tiene 1,80 m de grueso en carbon y 0,12 m de urgue. El inferior mide 1,80 m en carbon, y es algo arcilloso. Ellos

se presentan otra vez en el lado Sur de la quebrada de Piedra Pintada,donde el manto superior está formado de dos hojas de carbon entre las cuales la de arriba tiene 0,45 m y la de abajo 0,75-0,95m. El urgue que las separa tiene 0,23 m.El manto inferior que se halla a 5 m del anterior tiene al menos 1 m de grueso,pero se halla muy triturado.-Segun estos datos y el de la quebrada Comedulce se puede suponer que el horizonte Los Chorros presenta condiciones comerciales de carbon en el trayecto de Timba-Catoto.

La longitud del trayecto carbonífero es de unos 8 kms y el ancho, en vista del desarrollo defectuoso del carbon en la region de Buenos Aires y Suarez,se estima en 2 kms.En esta superficie de 16 kms^2,los plegamientos son de mediana intensidad y ondulosos,como lo demuestra el siguiente perfil de Altamira:

(Espacio de 10 cms para el perfil).

Por razon de estos plegamientos ondulosos,la superficie de los mantos de carbon debe apreciarse en un 50 % mayor que la superficie plana,es decir en 24 kms^2.Contando con una magnitud media de 1,5 m de carbon,la existencia disponible que en gran parte es antracítica, se calcula en

44 000 000 de toneladas.

Los mantos de carbon que se hallan cortados en el socavon Ceballos al SW de la casa de Altamira no se pueden tener en cuenta para cálculos definitivos.Ellos probablemente son del horizonte "angó cuyos mantos de carbon tambien son delgados en la region de Suarez.

6)Trayecto Suarez-Inguitó.

Este trayecto comprende la saliente(promontorio) de Suarez que consta en la parte alta de cretáceo y del centro tonalítico de Maravelí,mientras los flancos Norte,Este y Sur estan compuestos del piso del Cauca,atravesado por filones tonalíticos.

Las exploraciones en la region de Suarez evidencian que el horizonte de Los Chorros no es carbonífero en el declive Norte de la saliente.Esto se deduce del desarrollo arcilloso e incomercial que ofrece el manto de dicho horizonte que está expuesto hacia la parte alta de la quebrada Cabuyal.En la angostura de La Salvajina,el horizonte Los Chorros se halla encubierto y no se han encontrado rodados de carbon o antracita que se pudieran referir a él.-El horizonte de Mangó ofrece un grez número de mantos,pero ellos son delgados y no demuestran ser explotables en los cateos que se hallan al Sur de la casa de la hacienda de Juan Blanco,como tampoco en los afloramientos de la quebrada Cabuyal y de la quebrada Leña.La magnitud de los mantos que generalmente son antracíticos no sube de 0,40 m.-Segun estas observaciones y teniendo en cuenta que las copas de carbon que se presentan en la region del puente ferroviario sobre el rio Cauca no se pueden interpretar comercialmente, no se puede contar por ahora con carbon explotable en los alrededores de Suarez.

La region que queda en el declive Sur de la saliente de Suarez y que baja hasta el rio Inguitó no se ha investigado de cerca.Las informaciones recogidas indican la existencia de carbon explotable y el desarrollo de la facies carbonífera en la planada del Playon respaldan estas informaciones.Estas bases sinembargo no dan lugar a hacer cálculos sobre existencias de carbon en esta parte.

Para la apreciacion del borde oriental de la saliente sirven los siguientes datos sobre carbon en la finca de San José situada al NW de la estacion de Santa Marta(entre Suarez y Morales).El carbon

se presenta en la parte alta de la falda oriental del rio Cauca.Un afloramiento se halla en el caño de la Mina,donde se presenta un manto que tiene en la copa 0,30 m de carbon y a 2,5 m de la boca del cateo 0,60 m.El carbon es liviano y presenta aspecto grafitizado. Otro afloramiento se presenta en la quebrada Cebú,a unos 150 m al Norte del afloramiento del caño de la Mina,siendo posible que se trate del mismo manto de la Mina,en vista de que en ambos casos el respaldo oriental está formado de arenisca y el respaldo occidental de arcilla.La magnitud del manto en la quebrada Cebú es de 0,65 m.

7)Trayecto rio Inguitó-rio Pinde(Playon-Mangó).

El croquis muestra la gran extension que tiene el piso del Cauca en el área de este trayecto no solo al Oeste del rio Cauca sino tambien al Este,aun cuando ahí está muy encubierto por el piso de Popayan.

El horizonte Los Chorros se presenta en el lado Oeste de la planada del Playon.Los mantos de carbon se manifiestan primeramente en la travesia del camino que conduce del Playon hacia Pinde y el cafetal del señor Sanchez.La exposicion es insuficiente y solo se distingue que se trata de mantos de magnitud importante que han sido transformados en antracita y que llevan en parte intercalacion de pequeños silos de andesita oscura que debe pertenecer al grupo tonalítico y que van acompañados de pequeños silos de mineral de manganeso.Iguales condiciones presenta el carbon hacia el punto llamado La Laguna y hacia la punta de Pico Perico,donde interviene ademas la descomposicion de los mantos.Al Sur de los afloramientos mencionados del camino Playon-Pinde se hallan los afloramientos buenos y frescos de la quebrada Guavito.Los mantos que se hallan en esta quebrada,encima del horizonte de La Salvajina,ofrecen la siguiente magnitud:

Oeste (sup.)	5)manto de 1,30 m	con franjas de arcilla
	4)manto de 1,00 m	con carbon triturado
	3)manto de 0,80 m	con carbon duro
	2)manto de 0,80 m	con carbon triturado
Este (inf.)	1)manto de 1,00 m	con carbon antracítico que debe relacionarse con el manto de 2 m de Pico Perico.

Estos mantos que posiblemente no reflejen todos los que contiene el horizonte Los Chorros en el lado de la planada del Playon,pueden computarse sobre la base deuna magnitud media de 3 m de carbon,sobre todo si se tiene en cuenta que los mantos del mismo horizonte que se hallan en La Laguna y Pico Perico ofrecen magnitudes mayores de 0,80 m.

Allende el eje cretáceo del anticlinal que pasa por el rio Cauca en la region de Pan de Azucar,el horizonte Los Chorros se desarrolla encima de als areniscas ripiosas del horizonte de La Salvajina,pero no hemos encontrado un solo punto en que hubiere afloramientos.Estos deben presentarse mas al Sur,hacia la desembocadura de La Pedregosa y en el anticlinal ámplio que se desarrolla al W de la desembocadura. Segun informaciones obtenidas en Pan de Azucar asoman en esa region mantos gruesos de carbon,pero en vista de los problemas que ofrece la facies del carbon,no es dable tenerlos en cuenta para los cálculos de existencia.Nosotros consideramos seguro que los mantos del horizonte Los Chorros se presentan explotables en la banda oriental del rio Cauca,al menos entre Mangó y La Pedregosa y la configuracion geológica del terreno explorado en Mangó demuestra que deben conservarse en el subsuelo hasta unos 8 kilómetros al Este de la ribera del rio Cauca.Como se trata de terrenos ondulosos,es de suponer que el carbon no se halle triturado y por lo tanto ofrezca perspectivas comerciales buenas en este sentido.

En el terreno abrupto que sigue al Oeste de la planada del Playon y que culmina en el cerro del Meson,el horizonte Los Chorros no alcanza a aflorar,excepto quizá en el anticlinal de Los Chinchanos, donde no se ha encontrado manto alguno.Esto obliga a no extender demasiado al Occidente la faja carbonífera comercial que se presenta en la planada del Playon.

El ancho medio de la faja de la planada del Playon,teniendo en cuenta el hecho de que no todos los mantos del horizonte Los Chorros se hallan conservados en un mismo ancho sino que en partes se presentan en fajas de pocos cientos de metros(camino Playon-Cinde) y en otras se conservan en un ancho de mas de 3 kms(al Sur del camino),

se estima en 1,9 kms. La longitud entre el codo del rio Cauca y la region de la desembocadura de la quebrada Matillo es de 6 kms. El aumento de la superficie carbonífera con respecto a la superficie plana que hay que conceder en prevision de los plegamientos y del posible sobrecurrimiento en el terreno situado al Oeste y contíguo a la planada del Playon, se estima en un 50 %. Segun se dijo, la magnitud media de los mantos de carbon del horizonte Los Chorros se aprecia en 3 m. Segun estas medidas, hay disponibles en la zona de la planada del Playon y en el terreno contíguo al Oeste, la cantidad de

32 500 000 t, en números redondos.

Esta cantidad demuestra que si el horizonte Los Chorros es carbonífero en el lado oriental del rio Cauca, la cantidad disponible ahí debe ser de al menos 100 millones de toneladas (ancho de la faja 8 kms, longitud 6 kms, aumento de la superficie carbonífera en un 30% por concepto de las ondulaciones, magnitud media del carbon del horizonte Los Chorros 1,5 m; densidad 1,2). Esto revela la importancia que tiene el estudio del horizonte Los Chorros entre Mangó y La Pedregosa.

Ademas del horizonte Los Chorros, es carbonífero en la region del Playon-Mangó el conjunto Los Confites y tambien el horizonte de Mangó. El conjunto Los Confites puede tener un manto explotable en la banda oriental del rio Cauca, a juzgar por el afloramiento del manto de 0,80 m que se presenta al Norte de la escuela de Pan de Azucar. Esta manifestacion sinembargo no se puede utilizar para los fines de los cálculos. - El horizonte de Mangó tiene varios mantos de 0,20 hasta 0,40 m que no son explotables, pero en él se presentan otros que tienen un espesor de 0,60m hasta de 1 m. Estos afloramientos se presentan con respecto a la banda oriental del rio Cauca en el lugar del socavon Urrutia (0,50 hasta 0,60 m de carbob duro) y en el rio Sombrerillos (o,60 m). En el lado occidental del rio Cauca se hallan dos mantos de carbon de 0,70 m y de 1 m que estan situados en la banda oriental de la quebrada Matillo. Otro afloramiento que

muestra un manto de 1,20 m se presenta en el primer filo al W de la planada del Playon, sobre el camino de Pinde. Estos datos indican que el horizonte de Mangó puede contener mantos explotables de carbon, pero no se tiene todavia la seguridad de que la magnitud sea sostenida.

Entre el horizonte de Mangó y los cascajos que pueden corresponder al conjunto inferior del piso de Cinta de Piedra, se presenta en la zona del Matillo un manto que mide 0,40 hasta 1 m de espesor y que eventualmente podria ser explotable. Al mismo nivel estratigráfico (?horizonte del Coke) puede pertenecer el manto de carbon que aflora en la parte alta del cafetal del señor Sanchez y que tiene 1 m de grueso. Este sinembargo no parece ser sostenido porque en los afloramientos situados al NW no se determinan sino cintas de carbon.

La determinacion del valor comercial que pueden tener los mantos de carbon, comprendidos entre el horizonte de Mangó y los niveles que siguen encima de él, depende de cateos que se hagan.

Sin prescindiendo de estos mantos, los que ofrece el horizonte Los Chorros presentan espectativas comerciales buenas y demuestran que la region de Playon-Mangó es por ahora la zona carbonífera mas imprtante que tiene el departamento del Cauca.

8) Trayecto Pinde-Pambo (Cauca).

El extenso terreno del piso del Cauca que se desarrolla en este trayecto ha sido cubierto por una red relativamente densa de levantamientos geológicos. Sinembargo el hecho de que el horizonte Los Chorros solo aflore ocasionalmente y en condiciones deficientes, impide hacer apreciaciones sobre la existencia de carbon aprovechable. El mejor afloramiento del horizonte Los Chorros se halla en El Paso, en el lado occidental del puente que atraviesa el rio Sucio donde pasa un eje anticlinal. Las copas de los dos mantos que se presentan ahí se hallan convulsionadas. Uno de los mantos ofrece una magnitud aproximada de 1 m, y el otro aflora deficientemente,

pero puede ofrecer una magnitud satisfactoria.-El afloramiento del lado Norte del rio Hondo que se halla entre la quebrada Mula y el filo de areniscas que sigue al Oeste,presenta un manto delgado de carbon en las areniscas del filo.Ademas se refiere un manto de carbon de 0,70 m que hay en la parte cubierta al E del filo.El horizonte de Mangó presenta dos mantos que se pueden apreciar en 0,70 m cada uno,pero el mas occidental presenta extrangulaciones hacia el Norte.-El afloramiento de la banda occidental del rio Sucio,situado poco al Norte del camino Los Anayes-Las Casitas,revela un manto de urgue con cintas de carbon,el cual no es explotable.El perfil es el siguiente:

(Espacio de 10 cms para el perfil)

Al horizonte del Coke deben pertenecer los mantos explotables que se hallan en Paso Malo(no Mal Paso),al Norte de Los Anayes.El superior que se halla mas cerca de los cascajos del piso de Cinta de Piedra,tiene 1 m de grueso y el intermedio tiene 0,60 m;el inferior es una franja de carbon.El perfil es como sigue:

(Espacio de 10 cms para el perfil).

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 Inguitó-rio Dinde(Playon-Mangó)..	32 500 000 t
TOTAL.....	406 500 000 t

Las existencias calculadas para la region de Cali pueden considerarse probables en vista de 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.

De la existencia total una parte importante(entre 10 y 50%) puede considerarse inaprovechable a causa de pérdidas por explotacion,por afluencia de agua en los trabajos profundos,por convulsionamiento tectónico o por deshilachamiento de los mantos.

En los terrenos carboníferos del Semiplano del Carbon,la mayor parte del carbon debe estar triturado,es decir debe haberse revuelto cisco.La proporcion de cisco seguramente no baja en término medio del 50 %.En cambio es de suponer que el carbon de la faja que sigue inmediatamente al Oeste del Semiplano del Carbon presente esencialmente carbon compacto,de acuerdo con losplegamientos ondulosos suaves en que halla(p.e. carbon duro de Mangó).

Los mantos de carbon acostumbran estar subdivididos en hojas de carbon,debido a la intercalacion de urgue(arcilla carbonácea) cuyo número y espesor varia generalmente a corta distancia por razones genéticas y efectos postgenéticos.Muchas veces el urgue se revuelve con el carbon y este resulta inexplotable.

Los respaldos de los mantos,a juzgar por las observaciones en la region de Cali,son bastante resistentes y facilitan la explotacion de carbon.

Los mantos de carbon no parecen contener gases inflamables.La inflamacion que estos suelen sufrir en la region de Cali se debe evidentemente a la descomposicion de las piritas que son abundantes en los respaldos.Esta descomposicion produce el calor que inflama los mantos y ademas se debe a ella la formacion de sulfatos que se disuelven luego en el agua y la vuelven "calichosa".

La cantidad de agua que circula en los mantos de carbon no es muy considerable,pero puede serlo en los mantos triturados abajo de los actuales niveles bajos de explotacion.En cambio se considera que en las partes donde el carbon está compacto,sobre todo en el subsuelo de la faja de plegamientos ondulosos que sigue al Oeste del semiplano del Carbon,la circulacion de agua no será importante.

Las condiciones tectónicas del semiplano del Carbon facilitan la explotacion porque se trata de plegamientos lineares(en lo general)

que permiten el establecimiento de guias y galerias rectas y ademas la explotacion en bloque de grandes cuelgas de carbon. En algunas partes, como en Golondrinas y en Guachinte-La Ferreira, las guias se pueden extender sobre varios kilómetros de longitud, aunque es de advertir que puede haber trayectos de consideracion en que se tropieza con el deshilachamiento o el estrujamiento de los mantos. Hasta ahora no se conocen deshilachamientos ó y estrujamientos importantes, pero estos pueden ocurrir p.e. en La Fragua de Guachinte y en Siloé.-En la faja de plegamientos ondulados que sigue al Este del semiplano del Carbon, la curvatura de los plegamientos ondulosos dificulta el desarrollo de los socavones de explotacion, y la colocacion de carrileras. Un ejemplo al respecto se tiene en la artesa ondulosa del Buen Vivir, situada en la zona de Tres Cruces, al W de Cali.

Anotaciones sobre carbon explotable entre Quilichao y Caloto.

La mineria de carbon en la region de Quilichao-Caloto puede adquirir en el futuro alguna importancia debido a que en ella parece haber mantos explotables de carbon y porque ella se halla aislada de la zona carbonífera del semiplano del Carbon a causa de la interposicion del plano del Valle y de la faja sin mantos explotables de carbon que se desarrolla entre Buenos Aires y Caloto. Esta última faja presenta mantos de carbon arcilloso que llegan a tener hasta 1,5m de espesor, pero que no se pueden considerar comerciales. Los mantos de carbon, frecuentemente transformados en antracita, no alcanzan a tener magnitudes de 0,50 m.

Un indicio de un manto explotable de la region de Quilichao se halla hacia el Norte de la ciudad. La copa que asoma ahí tiene tan solo 0,40 m de carbon puro, pero es posible que el manto se presente grueso hacia la profundidad. Otro afloramiento que puede ser de importancia se halla en la parte Sur de la ciudad, donde sale el camino de Mandibá. El manto se presenta en copa y está muy descompuesto. La magnitud de cerca de 1 m que tiene sugiere explorarlo hacia la profundidad.

En la region de Caloto donde el piso del Cauca está muy mal expuesto,se ha hecho un cateo a un manto de carbon en la mina de San Nicolas.La copa ofrece una magnitud de mas o menos 1 m y se reconoce que el carbon está triturado,aparte de contener urgue.Los empeños hechos para conseguir que se profundizara el cateo no tubieron éxito.

Las investigaciones hechas en la region de Japio,situada entre Quilichao y Caloto demuestran la existencia de copas de carbon,pero estas no dan lugar a suponer que existan mantos explotables.En la loma de San José se presenta un manto de 0,30 hasta 0,35 m de espesor que se halla en un terreno tectónicamente convulsionado.En la loma de Caicedo donde se distingue un socavon derrumbado,las copas de carbon ofrecen magnitudes de 0,20 m,0,05 y 0,03 m.La determinacion de los niveles estratigráficos con carbon explotable no se ha podido llevar a cabo y es unalabor necesaria para orientar las exploraciones tanto en Japio como en Quilichao y Caloto.

La calidad del carbon del semiplano del Carbon.

Los carbones del terciario inferior y del terciario medio,como tambien algunos del cretáceo,han sido estudiados cualitativamente por H. Reichenbach cuya obra se refiere esencialmente a los carbones de la Cordillera Oriental y de Antioquia.En cambio no se pudo hacer extensivo el trabajo a los carbones del Valle y del Cauca.La importancia que tienen estas clases de estudios sobre el carbon se desprende del texto castellano de la obra de Reichenbach que está por publicar.

Los resultados de las investigaciones químicas se encuentran en la hoja adjunta y fueren realizadas en el Laboratorio Químico del Departamento de Minas y Petróleos,a cargo del doctor Guillermo Kohn Olaya.

Importancia especial que tiene la region carbonífera de Cali.

La region carbonífera de Cali aventaja las demas regiones carboníferas del Occidente de Colombia porque disfruta de una cantidad grande de carbon, estimada en 100 millones de toneladas y explotable en condiciones económicas, la cual se halla situada en los alrededores de la ciudad de Cali que se ha convertido en el centro económico del Occidente de Colombia y que no solo es la base para la reparticion del carbon en el interior (Manizales hasta Popayan) sino tambien para la eventual reparticion hacia el exterior por la via de Buenaventura.

La cantidad de 100 millones de toneladas de carbon que se ha calculado para la region de Cali da margen en exceso para una explotacion intensa durante 20 o 30 años.

La region de Cali ofrece en la parte estudiada de los departamentos del Valle y del Cauca el mayor número de mantos explotables algunos de los cuales ofrecen una magnitud considerable y al mismo tiempo son notablemente sostenidos enmedio de la inestabilidad de la facies del carbon con que hay que contar en dichos departamentos. Mantos de esta clase son el manto La Ciega y el manto Bolivar u Ocho. Estos mantos se han reconocido sobre varios kilómetros de longitud en el cerro de Golondrinas y en la zona de Los Chorros-Siloé. Ademas, los estudios de la region de Cali demuestran que el horizonte de Los Chorros siempre se distingue por un buen número de mantos explotables aun en las partes donde todavia no se ha establecido la explotacion, como en la Planta Melendez y en el cerro de La Laguna. Una excepcion puede ser la faja marginal que se desarrolla desde Cali hacia la estacion carbonera de Chipichape y mas al Norte, pero lo improbable de esta excepcion se desprende de que la misma faja es carbonífera en direccion a la saliente de Puerto Isaacs y en direccion a Los Chorros. La determinacion del horizonte Los Chorros en esta faja ademas se dificulta por el sobrescurrimiento que la caracteriza entre el lado occidental de Cali y la estacion de Chipichape.

La region de Cali ofrece la ventaja de que se pueden explotar grandes cantidades de carbon encima del nivel del plano del Valle o de los rios que cruzan la region carbonífera.La explotacion económica se facilita por las buenas condiciones que ofrecen los respaldos y porque las cuelgas son altas y la explotacion se puede hacer en bloque.El punto mas favorable para explotar una gran cuelga de carbon sobre extensiones longitudinales que pueden llegar hasta 10 kms,es el lugar donde el rio Arroyohondo cruza la faja que va de La Laguna y Golondrinas hacia Yumbillos.Las guias se pueden avanzar tanto al Norte como al Sur del rio Arroyohondo.-Algo mas alto es el lugar del Sastre situado en la quebrada del Chocho,sobre el pié Sur del cerro de Golondrinas.Otrospuntos favorables para explotar grandes cantidades de carbon encima de los niveles de los rios se hallan en el rio Lile,uno de los cuales se refiere a la explotacion de la zona carbonífera en que está la mina de Los Fossos y el otro a la zona que sigue hacia la Planta Melendez.Estos niveles desde luego tambien dan lugar a explotar el carbon que queda entre el rio Lile y el rio Pance.-En el cerro Tres Cruces el nivel indicado para explotar una cuelga importante se halla al nivel de la carretera en el lugar del Aguacatal.El desarrollo de guias tropieza ahí con el antíguo socavon del Aguacatal que hoy se halla derrumbado,pero se trata del nivel indicado para hacer una explotacion sistemática y económica.

La situacion del carbon en el semiplano del Carbon implica que haya necesidad de construir vias de transporte económico.Ellas son de poca longitud.La misma situacion implica que el carbon se halle triturado en gran parte,circunstancia esta que obliga a buscar medios para aumentar su consumo.En cambio se puede contar con desagües naturales y con la instalacion relativamente sencilla de trabajos de ventilacion.

Por otro lado,la region de Cali ofrece muy grandes cantidades de carbon probablemente compacto en la faja que se extiende por el borde del plano del Valle desde Los Chorros hacia la saliente de

Puerto Isaacs.Esta faja corresponde en general a un sinclinal ondulo-
so que evidentemente asciende desde el rio Lile hacia la saliente
citada,motivo por el cual su explotacion en el lado Sur de la salien
te de Puerto Isaacs es mas fácil ya que los apiques seran menos pro-
fundos que por ~~el~~ ejemplo en la parte plana al Este de las minas de
Los Chorros.En general esta faja se halla a inmediacion de las
carreteras y del ferrocarril y la explotacion del carbon compacto
puede subsanar el inconveniente que encuentra la expansion del
negocio del carbon por concepto de la alta proporcion de cisco que
dan las explotaciones actuales.El desarrollo de los socavones de
explotacion que parten de los apiques tropezará con la curvatura
de los plegamientos ondulosos que constituyen el subsuelo carboní-
fero de la faja y ademas habrá que proveer la extraccion de agua
y la instalacion de lumbreras de ventilacion.La cantidad de agua
que hay que extraer de la parte profunda de la faja probablemente
no será considerable,pero ella puede serlo si se abren comunicaciones
hacia la seccion erguida en que los mantos ascienden al nivel del
semiplano del carbon y donde el carbon está triturado.-A la insta-
lacion de trabajos de explotacion deben preceder los trabajos de
exploracion a taladro para la organizacion técnica de aquellos.

En la region de Cali no se nota influencia de las rocas
tonalíticas sobre el piso del Cauca y sobre el carbon que contiene.
Estas intrusiones tonalíticas por cierto provocan la transformacion
del carbon en antracita,pero en lo demas irregularizan fuertemente
los mantos.

El carbon que se explota en la region de Cali tiene primera-
mente como centro de consumo la ciudad de Cali que evoluciona rá-
pidamente y que al mismo tiempo es el asiento de la administracion
del Ferrocarril del Pacífico,empresa que consume gran parte o la
mayor parte del carbon explotado.Desde Cali el radio de abasto se
extiende por ahora hasta Manizales y Popayan,es decir sobre la
zona mas densamente poblada y de mas porvenir que tiene el Occi-
dente del pais.El carbon de Antioquia probablemente reducirá el

mercado futuro en el Norte,mientras la explotacion de la region de Playon-Mangó puede reducirla en el Sur.-Hacia el exterior,la situacion de Cali con respecto a Buenaventura facilita en principio la exportacion del carbon.Pero hay que advertir que el carbon que se explota hoy dia no es exportable debido a que proviene de la zona del semiplano del carbon en que aun el carbon aparentemente compacto debe estar agrietado porque se fractura despues de estar expuesto algun tiempo a la atmósfera. Esta clase de carbon requiere métodos de refinacion para ser exportable.En cambio puede ser exportable el carbon de la faja que se desarrolla de la saliente de Puerto Isaacs hacia el Sur.El mercado que tiene el carbon de Cali en el Pacífico puede ser de gran importancia porque,como se dijo en el inicio de la parte económica,los yacimientos de carbón en la costa del Pacífico son escasos,sobre todo los buenos.La principal competencia para el carbon de Cali sin duda es el carbon cretáceo de la seccion peruana de la Cordillera Occidental.El desarrollo de los mantos en el Perú es mas regular,las cantidades son mucho mayores y la calidad tambien es en término medio mejor.En cambio el carbon peruano de la Cordillera Occidental no dispone de centros importantes e inmediatos de consumo,motivo por el cual la mineria no ha podido intensificarse.Ademas la situacion comercial hacia el Pacífico es menos favorable que la situacion de la region carbonífera de Cali.

Todo esto demuestra que la mineria de carbon de los departamentos del Valle y del Cauca hay que desarrollarla desde la region de Cali y extenderla mas tarde a las demas regiones carboníferas.Esto tambien es necesario porque el consumo actual es reducido y escasamente sostiene la mineria en la region de Cali.Segun datos que nos suministró el departamento de Minas del Ferrocarril del Pacífico, el consumo que ha tenido el ferrocarril como principal consumidor del carbon de la region de Cali,Guachinte y La Ferreira ha sido:

1928..... 59 292 t
1929..... 49 107 t
1930..... 31 518 t
1931..... 22 919 t

Teniendo en cuenta que el Ferrocarril del Pacífico consume alrededor de la mitad del carbon que se explota en el departamento del Valle, la produccion total en 1928 escasamente pasaba de 100 000t y dismimuia fuertemente hacia 1931. Estas cifras de consumo que forman un fuerte contraste con la capacidad productora de la mineria de carbon de la region de Cali y que son consecuencia de que no se han adoptado medidas para ampliar la aplicacion y mejorar la calidad del carbon, demuestran el estancamiento en que se halla la mineria de carbon. Este estancamiento se pone aun mejor de relieve teniendo presente que en 1931 y 1932 el precio del carbon grueso ha oscilado entre 3.5 y 4.-$ la tonelada. En término medio la obtencion de una tonelada de carbon grueso equivale a la extraccion de 2 toneladas de carbon, de las cuales una es cisco. Ello demuestra por otro lado que la explotacion se puede hacer a precios reducidos, condicion que favorece el futuro desarrollo de la industria de carbon.

Medidas para el fomento de la mineria del carbon.

La mineria de carbon en la region de Cali se halla en estado incipiente. Ella tiene que luchar no solo con condiciones geológicas mas adversas que la mineria de carbon de otras regiones del mundo, sino ha tenido que evolucionar sobre la base de capitales muy reducidos y hacer frente en los últimos años a un mercado y a precios muy reducidos. Si a pesar de todo la mineria ha podido sostenerse, esto es demostracion de que se trata de una industria sana la cual es capaz de prosperar cuando mejoren las condiciones del consumo. Este mejoramiento depende de dar al cisco una aplicacion económica y en lo demas de refinar el carbon y aprovechar los subproductos. El mejoramiento dél consumo por su parte implica el aumento

de la produccion de carbon y un mejoramiento de la técnica de explotacion.

A este respecto hay que advertir primeramente que el precio actual y el precio futuro que necesita ser bajo si se piensa en hacer del carbon una materia de exportacion excluyen la explotacion en pequeña escala y promoveran la explotacion en grande escala, como en general el negocio del carbon en el mundo hay que hacerlo sobre gran escala para que sea lucrativo. Este punto de vista se ha tenido en cuenta al llamar la atencion hacia la explotacion unitaria de grandes extensiones de carbon. De esta manera, es decir unificando la explotacion de parcelas o instalando empresas que dispongan de terrenos con abundantes cantidades de carbon, no solo se reducen los gastos de administracion sino tambien los de explotacion ya que se puede disponer de socavones básicos que permiten aprovechar la cuelga desde determinado nivel e instalar carrileras y que facilitan la ventilacion de las minas. Ademas, las pérdidas por explotacion seran mucho menores y la explotacion por el sistema de bloques se podrá hacer con mayor ventaja. Para diseñar la manera como la explotacion unitaria en grande escala se puede realizar en la region de Cali, serviran los siguientes ejemplos.

Desde el nivel del rio Arroyohondo por el cual cruza la faja carbonífera que va de Golondrinas hacia Yumbillos se puede hacer la explotacion unitaria en direccion Sur hasta el cerro de Golondrinas y aun quizá hasta el cerro de La Laguna. La guia que puede comunicarse con las guias y galerias de las explotaciones existentes y con una guia que aproveche el nivel del Sastre en la quebrada Chocho, debe hacerse de via doble que, si las condiciones lo permiten, puedan seguir dos mantos contíguos para de esta manera abaratar la construccion de la guia con el aprovechamiento del carbon. La cantidad de carbon que se puede explotar sobre esta base que al mismo tiempo es el desagüe natural para las explotaciones mas altas, es mayor de 10 millones de toneladas. La realizacion de un proyecto de esta índole que requiere una carretera o un cable corto por el rio Arroyohondo

hacia el ferrocarril del Pacífico y la carretera que conduce de Cali a Yumbo,depende de la unificacion de las propiedades de carbon situadas en el terreno que se piensa abarcar y de una exploracion geológica detenida,sustentada por cateos.-Igual cosa vale con respecto al terreno carbonífero que se extiende al Norte del rio Arroyohondo,en direccion a Yumbillos,hacia donde hay que contar con un levantamiento del nivel de los mantos de carbon.

La explotacion de estas zonas carboníferas se facilita por el desarrollo recto que tienen las labores,por la considerable cuelga que se puede explotar en bloque(dejando fajas de sosten),por la calidad resistente de los respaldos,por el número abundante aunque variable de los mantos de carbon y por la extraccion del agua sin necesidad de bombeo.

Condiciones semejantes aunque no tan favorables reinan en la zona carbonífera de Planta Melendez,partiendo del nivel básico del rio Lile en donde este rio cruza la zona.Tambien la faja del Aguacatal se puede explotar en esta forma.Ella tiene menor cantidad de carbon,pero disfruta de la ventaja de estar situada en el lado Oeste de la ciudad de Cali.En cambio no nos parece conveniente hacer una explotacion en grande sobre la faja que va del lado occidental del cerro Tres Cruces hacia las minas de Santa Mónica y de Chipichape.La influencia tectónica ha deformado demasiado los mantos y ademas la faja presenta codos.

Una zona muy atrayente por las grandes cantidades de carbon mas o menos compacto que debe contener encima del nivel del rio Lile, es la en que se halla la mina Los Possos.Los plegamientos ahí ya son ondulosos y dificultaran algo el desarrollo de los socavones, pero esta influencia todavia no parece ser grave porque lo que predomina son los plegamientos.Como nivel mas bajo y mas adecuado para dar partida a la explotacion se tiene el del cruce del horizonte Los Chorros por el rio Lile.Su determinacion se facilita por el rumbo que llevan los mantos descubiertos en la cercania de la mina Los Possos.-Para la comunicacion hay que prever una carretera que

comunique con la que sigue de Cali hacia el Sur o con el ferrocarril que va de Cali a Popayan.

Como zona de ensayo para hacer la explotacion del carbon compacto que se halla en la faja de plegamientos notablemente ondulosos que se desarrolla desde el borde del plano del Valle al Sur de Los Chorros hacia la entrante de Puerto Isaacs se halla indicada la que está al Sur de dicha saliente. En esta zona, el nivel del carbon se halla seguramente a menor profundidad que mas al Sur, segun se desprende del ascenso del sinclinal hacia la saliente de Puerto Isaacs y de su encubrimiento en la region del rio Lile por los cascajos del piso de Cinta de Piedra. Los cálculos demuestran que la existencia de carbon en una superficie reducida es muy considerable (en 6 kms^2 14 millones de toneladas de carbon). Ademas este carbon, si fuere compacto como es de suponerse a base de las observaciones en el terreno ondulado de Mangó y en terrenos de tectónica semejante de la Cordillera Oriental (cuenca carbonífera del alto de Sequendama, etc), llevaria una ventaja considerable sobre el carbon de las demas zonas de la region de Cali y no solo tendria un mercado grande entre Manizales y Popayan sino probablemente tambien un mercado exterior por la via de Buenaventura. A esto hay que agregar que la zona se halla inmediata al ferrocarril del Pacífico y sobre todo está ventajosamente ubicada con respecto a Buenaventura. Estas ventajas fundamentales dan lugar a aconsejar la exploracion de la zona con taladros para poder emprender en el caso dado una explotacion en gran escala.

Para estudiar y disponer estos proyectos es necesario que la gobernacion de Cali disponga de una seccion de minas, a cargo de un ingeniero de minas especializado en explotaciones grandes de carbon y asesorado por un ingeniero deminas que conozca la idiosincracia de la mineria del carbon del departamento del Valle. Ademas será necesario un químico industrial que controle la calidad del carbon y colabore en determinar los medios de aplicacion y de refinacion del carbon.

Las medidas indicadas para aumentar el consumo del carbon equivalen en el fondo en presentar el carbon al mercado en forma compacta y en adaptar las calderas a la combustion de carbon de cisco o de carbon pulverulento(molido en máquina).

La presentacion del carbon en forma compacta se puede conseguir naturalmente en el caso de que la zona al Sur de la saliente de Puerto Isaacs rinda efectivamente carbon duro,o artificialmente mediante la refinacion del carbon ciscoso y del cisco que resulta de las demas zonas carboníferas de la region de Cali. La refinacion se puede conseguir

1)mediante la cokerizacion del carbon y la obtencion de subproductos segun métodos modernos y aplicables a la calidad del carbon del Valle y del Cauca.

2)mediante la fabricacion de briquetes de carbon, tambien en relacion con la obtencion de subproductos.

Hay por lo tanto varios caminos para ampliar el mercado del carbon de la region de Cali,y darle a la mineria de carbon el puesto de importancia que le corresponde. Ello implica la seleccion del carbon segun calidad,medida esta que es fundamental para hacer del carbon una materia de exportacion.

La aplicacion de los métodos indicados es materia de estudios especiales en que se debe tener en cuenta no solo los adelantos científicos y técnicos sobre aprovechamiento racional del carbon,sino tambien la idiosincracia de los carbones y de la mineria de carbon del pais. A este respecto destacamos las labores valiosas que ha realizado cerca de Bogotá(Canoas)el distinguido ingeniero colombiano,doctor Hernando Gomez Manco en relacion con la cokerizacion del carbon y con la obtencion de subproductos del carbon. Su labor equivale a señalar el camino efectivo para aumentar el valor de un producto tan abundante en Colombia como lo es el carbon y al mismo tiempo para in-

niciar una nueva industria de gran importancia basada en ~~los~~ el beneficio de los subproductos del carbon(amoníaco y alquitranes).

La competencia eventual entre el petróleo de los departamentos del Valle y del Cauca y el carbon de los mismos.

La descripcion de los yacimientos de carbon de los departamentos del Valle y del Cauca demuestran que ellos representan una base buena para el desarrollo de la mineria del carbon cuyo radio de abasto puede no solo extenderse sobre los departamentos del Valle,del Cauca y de Caldas sino tambien al exterior.Esto lo prueba el actual estado de la mineria de carbon y el precio que ha tenido el combustible en los años de 1931 y 1932 a pesar de las condiciones geológicas desfa-vorables en que hay que extraerlo.

El peligro que se presenta a la mineria del carbon reside en el petróleo,dado el caso que las espectativas que ofrece el piso del Cauca a este respecto se investigaran con perforaciones y estas resultaren productivas.En paises de mas densa poblacion y de mas intensa industria los mercados del carbon y del petróleo subsisten uno al lado del otro,pero en Colombia donde falta por ejemplo la industria siderúrgica que es consumidora de carbon en grande escala, la obtencion de petróleo a precios bajos seria un golpe de gracia para la industria del carbon,al menospor largo tiempo,porque no solo el Ferrocarril del Pacífico estaria obligado a utilizarlo sino tambien el consumo del petróleo se extenderia al uso doméstico(cocinas) que es una de las ramas principales para el consumo del carbon.

Hacemos esta advertencia porque las espectativas de petróleo del piso del Cauca no se pueden considerar desfavorables,segun se desprende del siguiente párrafo,y porque la produccion de petróleo pudiera implicar la pérdida de valiosos capitales que se pudieran investir en la exploracion y en la explotacion del carbon.

2) Petróleo.

Las espectativas petrolíferas que hay en los departamentos del Valle y del Cauca se refieren primeramente a la hoyandina del Pacífico, donde puede ser productivo el terciario en vista de que se trata de la faja petrolífera terciaria que se desarrolla hacia el Norte desde la costa de Paita en el NW del Perú y desde la costa del Ecuador. Sinembargo debe tenerse en cuenta que en Paita y en la costa del Ecuador los sedimentos acusan facies costanera, mientras en la seccion colombiana de la hoyandina del Pacífico son esencialmente arcillosas, excepto quizá hacia el borde de la Cordillera Occidental y hacia el borde de las partes altas de la Cordillera de la Costa. Las espectativas petrolíferas del cretáceo de la hoyandina del Pacífico no se han investigado todavia en Colombia, pero merecen interés porque el cretáceo se halla desarrollado en ella en facies sedimentaria y puede ofrecer condiciones favorables en relacion con la génesis y el almacenamiento del petróleo.

En segundo lugar hay espectativas petrolíferas en la seccion de la hoyandina del Cauca que se extiende desde el dppartamento del Valle y quizá desde el departamento de Caldas hasta los departamentos del Cauca y de Nariño. Ellas se refieren al piso del Cauca, o sea al terciario inferior, y son las que mas interesantes en relacion con el campo de estudios que abarca este informe. Tan solo de interés científico son las manifestaciones de petróleo que se han encontrado en la Cordillera Central y en la Cordillera Occidental. En la Cordillera Central fué encontrada una manifestacion de petróleo por E. White Uribe en el páramo de Las Delicias, sobre el camino de Popayan-Silvia a Inzá-Neiva. El petróleo impregna el piso de Popayan y proviene muy probablemente del cretáceo inferior que se halla en Inzá y que se presenta metamórfico en la region de Silvia. En la Cordillera Occidental se encuentran pedacitos de asfaltita impura que ocurren en el acarreo del zanjon Limbo que queda al Sur del camino de Bolivar a La Llanada. Ellos se relacionan probablemente con

el piso del Espinal que tambien corresponde al cretáceo inferior o al jurásico superior y que predomina en La Llanada. Este piso ofrece caracter bituminoso y parece contener tambien asfaltita en el lugar de La Estrella que se halla en la parte septentrional alta de La Tebaida(La Llanada), donde está el divorcio de aguas entre la quebrada Lavapié y las aguas que caen hacia el Chocó. El señor Mateo Camacho nos informó que recogió en ese lugar una sustancia semejante a carbon, la cual expedia olor a petróleo cuando se puso al fuego. En la investigacion que se hizo al lugar no encontramos asfaltita.- Las espectativas de petróleo en el piso del Espinal no se pueden considerar favorables desde luego que los sedimentos son arcillosos y lidíticos y no contienen capas para el almacenamiento comercial.

La existencia de petróleo en el piso del Cauca se respalda al observar que en él hay manifestaciones, aunque son escasas. Una de ellas las refiere Grosse(mapa del Patia)del lugar llamado Charco del Tigre al SW de Mercaderes y se halla en los equivalentes del piso del Cauca. Otras dos las refiere el señor doctor J. M. Ayerbe de Camudio, cerca de Mercaderes, y de la region de imués, respectivamente. Tambien ellas se relacionan con el piso del Cauca.- En nuestra zona de estudios se encuentra una manifestacion en el socavon La Fragua del cerro de Golondrinas. El petróleo parafínico impregna ahí el manto La Fragua y este se ha incendiado. El dueño de la mina nos manifestó que podria tratarse de un incendio intencional, regandose petróleo y prendiéndolo. Sinembargo como el incendio ocurrió varios años atras, seria singular que se conservara hasta hoy dia el fuerte olor a petróleo.- Otra manifestacion que no hemos podido comprobar al visitar el terreno(Alvarado), se refiere de la hacienda del señor Francisco Mejia, situada a unos 2½ kms al Norte de la poblacion de Bugalagrande y sobre el lado Oeste del ferrocarril. Ella se presenta en un zanjon que dicen que expide un olor notorio a petróleo en verano. La veracidad de la informacion hay que comprobarla mediante un cateo en tiempo de sequia.- Una tercera manifestacion se refiere del rio Cauca en la region del paso de la via que conduce de La

U

union al lado oriental del rio Cauca. La informacion que se ha obtenido de fuente fidedigna, la hemos obtenido demasiado tarde, estando ya en Bogotá.-En lo demas el encubrimiento por sedimentos mas recientes que caracteriza el piso del Cauca en la zona del plano del Valles probablemente la causa de que no se encuentren manifestaciones con mas frecuencia, teniendo presente que solo en esta parte el piso del Cauca se halla bien conservado.

Las espectativas de petróleo se respaldan ademas con las condiciones genéticas que ofrece el piso del Cauca en la faja que va del Patia hacia Caldas.

Primeramente se trata de sedimentos costaneros, depositados sobre el lado occidental de la Cordillera Central que entonces ya se hallaba preformada. Estos sedimentos costaneros estan caracterizados por la alternacion de sedimentos de grano mas o menos grueso con sedimentos arcillosos y por la alternacion de sedimemtos marinos entre los de caracter límnico, circunstancias que en principio son favorables para la formacion de petróleo. Esta formacion costanera ademas equivale a la costa oriental del área sedimentaria del subgeosinclinal que en ese tiempo (terciario inferior) ya muestra los caracteres iniciales de la transformacion en flanco del geoanticlinal andino. En el Perú y el en el Ecuador donde en este tiempo ya se hallan bastante preformadas las Cordilleras Central y Occidental, la misma costa oriental se extiende al pié poniente de la Cordillera Occidental y los sedimentos del terciario inferior como tambien los del terciario medio son petrolíferos. La magnitud que adquieren ahí los sedimentos terciarios es muy considerable y esto se explica como efecto de compensacion del solevantamiento de los Andes que es mas fuerte en el Perú que en Colombia (véase Steinmann).

Mientras en la costa de Paita los sedimentos terciarios se forman en un área costanera isleña (por ejemplo isla de Amotape), en la seccion de la hoyandina del Cauca que se desarrolla desde el valle del Patia hacia Caldas ellos se depositan en una cuenca sedimentaria general que, segun hemos visto, va formándose en el

tiempo de la deposicion del piso del Cauca. Esta cuenca general que hemos llamado de Peñol-Cartago limita con masas terrestres en el lado de la Cordillera Central, hacia la seccion antioqueña de la hoyandina del Cauca y hacia la seccion ecuatoriana de la misma hoyandina. Hacia el Occidente ella limita con la faja isleña de la Cordillera Occidental y esta circunstancia explica el avance de las transgresiones marinas desde el Pacífico hacia la cuenca de Peñol-Cartago. Dada la forma de cuenca que va adquiriendo la zona de Peñol-Cartago, las condiciones para la formacion de petróleo se presentan favorables, tanto mas cuanto que se trata de una cuenca en que alternan sedimentos límnicos y marinos. En analogia tenemos la cuenca petrolífera de Maracaibo, la cuenca del Sarare y las cuencas de la costa de California que tambien se han formado o se han acentuado (Maracaibo) durante el terciario y que son reconocidamente ricas en petróleo. Viendo ademas el desarrollo tectónico general del Vorland Oriental de los Andes en Norte y Suramérica, se afirma la observacion de que los yacimientos petrolíferos se forman esencialmente en las cuencas, sobre todo en los bordes de ellas. Un ejemplo sencillo al respecto es la cuenca del golfo de Mejico en cuyo borde occidental se hallan los yacimientos petrolíferos de Méjico y en el septentrional los de Tejas. Esta determinacion no implica que las cuencas sean petrolíferas en toda la extension de los bordes, sino pueden serlo solo en una parte donde las condiciones genéticas y postgenéticas de los yacimientos de petróleo son favorables. A este respecto nos parece notable que en la cuenca general de Peñol-Cartago, la facies carbonífera es mas favorable en el lado de la Cordillera Occidental que en el lado de la Cordillera Central, lo cual indica que tambien la facies petrolífera debe ser variable.

Las condiciones genéticas tambien son favorables a la formacion de niveles de almacenamiento del petróleo porque se forman alternativamente estratos arcillosos impermeables (marinos sobre todo) y estratos de arenisca permeable. Estos últimos se presentan princi-

palmente hacia el lado de las Cordilleras Occidental y Central,motivo por el cual estos bordes de la cuenca aparecen petrolíferamente mas atractivos que el interior donde reina una facies sobre todo arcillosa,segun se desprende de las observaciones entre Suarez y Buenos Aires-Quilichao.

En cuanto a las formas tectónicas,las observaciones en la cuenca de Cali que es una seccion de la cuenca general de Peñol-Cartago,demuestran que ellas son favorables,sobre todo en los bordes de la cuenca de Cali.En efecto se vé que la gran intensidad tectónica que reina en el semiplano del Carbon,o sea en el traspaso de la cuenca de Cali hacia la Cordillera Occidental,disminuye bruscamente en el borde oriental del semiplano,o sea hacia el borde interior de la cuenca de Cali,donde se presentan plegamientos ondulosos,por ejemplo en el rio Lile,en la saliente de Puerto Isaacs,entre Timba y la estacion de San Francisco y en la faja que sigue de Mangó hacia el Sur.La misma observacion se hace en los plegamientos que descienden,entre Buenos Aires y Quilichao,desde el promontorio de Popayan hacia la cuenca de Cali y que se vuelven siempre mas ondulosos y suaves a la medida que descienden.Los plegamientos ondulosos desde luego implican la formacion de estructuras cupulosas,favorables al almacenamiento tectónico del petróleo.-En analogia al caso de la cuenca de Cali,tenemos en general que la intensidad tectónica en las cuencas de mediano y mayor tamaño disminuye desde los bordes exteriores hacia el interior.Ejemplos sencillos al respecto se ven en el contorno visible de la cuenca Caribe,en el contorno de las cuencas de Maracaibo y de Bogotá y tambien en el contorno de la cuenca de Guamo.En todas estas cuencas que hemos estudiado en parte o en su totalidad,la formacion de cúpulas se manifiesta siempre mas regular desde el borde exterior hacia el borde interior de ellas.

Las condiciones de conservacion del piso del Cauca que son esenciales en relacion con los yacimientos de petróleo,se pueden considerar muy buenas en la extension del plano del Valle,es decir en la zona de la cuenca de Cali y de la angostura de Buga-Cartago.

La conservacion del piso del Cauca y aun la del piso de Cinta de Piedra en la parte de la cuenca de Cali que va cubierta por el plano del Valle,se desprende primeramente del descenso transversal de los plegamientos desde el semiplano del Carbon hacia la cuenca de Cali, en segundo lugar del descenso longitudinal(axial)de los plegamientos que bajan del promontorio de Popayan hacia la misma cuenca. Ademas ella se comprueba con la conservacion siempre mas completa que va mostrando el piso del Cauca en el borde oriental del semiplano del Carbon,donde ademas se conserva el piso de Cinta de Piedra(Lile-Pance y entre Timba y la estacion de San Francisco).-Por otro aspecto,la conservacion del piso del Cauca en el interior de la cuenca de cali se confirma mediante la determinacion de la cuenca del Patia que hizo Grosse.En dicha cuenca,a pesar de la erosion fuerte que ha ejercido el sistema fluvial del Patia,se reconoce hasta hoy dia que los equivalentes del piso del Cauca van conservándose siempre mejor desde el borde hacia el interior de la cuenca.

En relacion con los terrenos petrolíferos conviene tener presente que en las zonas donde se manifiestan las intrúsiones tonalíticas,la agrietacion del piso del Cauca producido por ellas puede haber perjudicado los yacimientos de petróleo y por lo mismo conviene excluirlas de los estudios preliminares sobre petróleo.Ellas se presentan en los bordes altos o hacia los bordes altos de la cuenca de Cali,sobre todo en la faja de Buenos Aires-Quilichao y en la faja de Suarez hasta Zamundí.En cambio no influyen en la region de Cali y mas al Norte,al menos/no en forma especial.

De lo anterior se desprende que la zona petrolífera de interés inmediato que existe en el piso del Cauca corresponde a la cuenca de Cali y a su vector que avanza por la angostura de Buga-Cartago.Ella es la zona de mejor conservacion del piso del Cauca y la que ofrece estructuras favorables.La determinacion de puntos adecuados para hacer exploraciones a taladros se difficulta debido a que el piso del Cauca está encubierto por formaciones mas recientes,en especial por el pleistoceno que forma el plano del Valle.Hacia

el borde occidental de la cuenca de Cali por cierto asoman algunos anticlinales ondulosos en que no solo se conserva el piso del Cauca sino tambien el piso de Cinta de Piedra(rio Lile,al Sur de Timba), pero ellos se hallan a inmediacion de la zona erodada del piso del Cauca,lo cual hace suponer que los yacimientos pueden haberse agotado.La determinacion de algun punto adecuado para hacer la exploracion a taladros tropieza por lo tanto con muy serias dificultades y antes de correr el riesgo de alguna perforacion,es necesario que precedan estudios geofísicos y geológicos muy detenidos.

3)Yacimientos de cal(y mármol).

El Occidente de Colombia es evidentemente pobre en cal y por este motivo interesan más los yacimientos de esta índole que existen en esta parte del pais.

La escasez de cal en el Occidente de Colombia se debe en el fondo a que este área se hallaba alejada en el mesozóico de las costas terrestres principales y ofrecia pocas zonas isleñas. Estas se hallan hacia la Cordillera Central y en la parte alta de la Cordillera de la Costa que sigue al Norte de Cabo Corrientes.Ademas se presenta cal mesozóica al Norte del nudo de Frontino(rio Surrambai al Sur de Pabarandocito),es decir en el inicio de la virgacion de la Cordillera Occidental.Tambien ha influido en la escasez de la cal mesozóica el hecho de que el cretáceo post-barremiano ha sido casi exclusivamente volcánico(rocas básicas y ultrabásicas).Esta pobreza de cal del mesozóico del Occidente de Colombia contrasta con la riqueza de cal que se presenta en el mesozóico del Oriente del pais que se ha formado en el subgeosinclinal oriental cuyo caracter es notablemente isleño y que se hallaba situado hacia la masa terrestre guayano-brasilera.El nivel calizo principal de la parte oriental del pais corresponde al barremiano el cual tambien es el predominante

en Perú,en el Oriente de Méjico y en la zona que se desarrolla de Tejas al Norte.Este nivel sostenido que tambien es típico en Europa, y que aprovecha en el Oriente de Colombia la Compañia de Cemento Diamante de Apulo,se halla representado en el Occidente del pais por los yacimientos de cal cristalina(mármol) que se extienden con intermitencias desde Pitayó hacia el rio Güengüé,es decir en la parte alta occidental de la Cordillera Central.Las cantidades disponibles son muy grandes,pero la situacion es muy desfavorable.Sinembargo es de suponer que en el futuro adquieran importancia como yacimientos de mármol.Al mismo nivel geológico pertenecen las calizas lenticulares de la region de Dolores que en parte pueden presentarse en el aptiano.La cantidad disponible en la mina La Asmita,situada al Sur de Dolores,es reducida(40 000 t),mientras que al Norte de Dolores,en la quebrada Cuevita del lado Norte del rio Quilcasé,la cantidad no se ha podido aforar todavia.Un yacimiento que tiene importancia mas inmediata es el que ya refiere Humboldt de la calera de los Cerrillos(Cerrillos),situada al W de La Retilla en la margen Sur del rio Palacé.Al aprovechamiento en grande escala de este yacimiento se opone la carga de roca que tiene la caliza y su situacion en una parte tectónicamente irregular.Otros yacimientos de cal que deben pertenecer al barremiano los describen R. Scheibe y Grosse de la region al Norte del rio Arma en Antioquia que tambien se hallan situados sobre el flanco occidental de la Cordillera Central,en especial sobre el flanco occidental del nudo Antioqueño.En relacion con el flanco occidental de la Cordillera Central se puede decir que los yacimientos de cal del barremiano no son contínuos sino se presentan en la seccion antioqueña y en la que corresponde al departamento del Cauca.En la hoyandina del Cauca, excepcion hecha del promontorio de Popayan,y en la Cordillera Occidental,excepcion hecha del lado Norte del nudo de Frontino(Surrambai; piso del Aspinal)no se conoce cal mesozóica aunque probablemente si hay margas a juzgar por la frecuencia de toba de cal.En la hoyandina del Pacífico,no hemos conocido suficientemente el cretáceo para po-

der decir si hay calizas en él. En todo caso, los afloramientos del cretáceo son excepcionales. En la Cordillera de la Costa, las calizas cristalinas que se hallan al Este de Cabo Corrientes, pueden corresponder al barremiano, segun la presencia de rocas volcánicas que indican el cretáceo y que son mas recientes que la caliza. El nivel cenomaniano de cal que es bastante sostenido en el Oriente de Colombia no se ha podido determinar en el Occidente y es probable que no esté desarrollado.

En cuanto al terciario, las únicas calizas aprovechables que se conocen del Occidente de Colombia son las que corresponden a la facies calosa del piso del Cauca que se desarrolla en la region de Vijes. Esta zona de cal tiene gran importancia para el Occidente de Colombia porque se halla en una situacion comercial muy favorable al Norte de Cali y en el borde del plano del Valle y porque dispone de cantidades de cal que probablemente sobrepasan un existencia de 100 millones de toneladas, explotables a tajo abierto. La caliza se desarrolla en dos fajas sinclinales, una de las cuales asoma en el borde del plano del Valle entre Mulaló y San Marcos, y la otra que se halla mas al Oeste en la faja de La Rucia cuya estribacion Norte explotan los propietarios de hornos de cal de la region de Vijes. En relacion con esta caliza hay que advertir que el desarrollo de la caliza aprovechable está sometida a variaciones notables y que solo algunos bancos son explotables. Al pretender una explotacion en grande escala, tiene que preceder por lo tanto un estudio detallado de la facies, acompañado de investigaciones químicas. Tambien hay que pòner atencion a los minerales accesorios de la cal porque en los hornos de Vijes se observan partes fundidas de caliza.

El desarrollo de la caliza de Vijes se halla representado en el croquis de Vijes, al cual tambien se han agregado perfiles geológicos.

4) Yeso.

Segun el conocimiento geológico que se tiene hoy dia del país, el yeso es un mineral en extremo escaso, tanto en el Occidente como en el Oriente de Colombia. Hasta ahora no se conocen sino hojas delgadas de yeso que van intercaladas en los sedimentos y que casi nunca son comercialmente aprovechables. Estas hojas solo ocasionalmente adquieren un grueso de 3 a 5 cms y se hallan en cantidades regulares que permiten la explotacion en pequeña escala, como sucede con respecto al conjunto medio del piso de Gualanday en algunos lugares situados entre Girardot y Neiva.

En los departamentos del Valle y del Cauca solo hemos encontrado hojas delgadas de yeso sin importancia comercial en los sedimentos abigarrados que probablemente se hallan tambien en el terciario medio y que estan situados al Este de San Pedro (Valle) debajo de los conglomerados del piso de Combia y al contacto con la faja granítica de San Pedro.

B.-Minerales de orígen eruptivo. de los

Los estudios sobre yacimientos de minerales eruptivos van dirigidos hoy dia a determinar su relacion natural con las rocas correspondientes y con la diferenciacion que sufre el magma segun puntos de vista físicos y químicos y segun la evolucion geológica a traves del tiempo y en las distintas zonas de la tierra. En esta forma se trata de reducir el carácter incierto que tiene el cateo de los yacimientos y su apreciacion. Un trabajo especial al respecto es el de G. Buerg sobre los yacimientos auríferos de Siebenbuergen (Rumania) que se basa en las razones que han promovido el ascenso, la reparticion y la diferenciacion de los minerales, datos que sirven de base para la apreciacion económica. Un trabajo general sobre la materia es el estudio de Niggli, entitulado: Versuch einer natuerlichen Klassifikation der im weiteren Sinne magmatischen Lagerstaetten (Halle 1925). En este trabajo se hallan referencias a

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 razon de ser en el sitio donde estan.Esta razon evidentemente radica sobre todo en la evolucion tectónica y en sus caracteres de orden,segun trataremos de demostrarlo dentro de los límites que admite el conocimiento geológico del pais.

Para la demostracion se presta principalmente el platino,metal que tiene la particularidad de estar ligado a las rocas ultrabásicas.Estas rocas tienen una vasta extension en el Occidente de Colombia y esta extension como tambien el ascenso de dichas rocas se dejan motivar por las condiciones que reinan al final de la fase geosinclinal en el subgeosinclinal occidental y que determinan tambien la concentracion de la roca madre platinífera sobre determinada faja interior de la actual Cordillera Occidental.El ejemplo es tanto mas ilustrativo cuanto que las rocas ultrabásicas en facies mas o menos platinífera o exenta de platino se deja perseguir sobre unos 700 kms de longitud y en un ancho máximo de unos 200 kms.-Un contraste notable con estas rocas del magmatismo offítico del subgeosinclinal occidental y con sus minerales lo constituyen las rocas tonalíticas y sus minerales(esencialmente pirita aurífera en el Valle,Cauca y Nariño) que ascienden en la fase del traspaso emersivo.A ellas que parecen mineralizar sobre todo en la transicion del terciario inferior al terciario medio cuando se presentan las intrusiones hipoabisales,siguen en el terciario superior las intrusivas andesíticas con sus minerales sulfurosos y acompañadas de un volcanismo muy intenso.Con respecto al cretáceo mismo es notable la diferenciacion entre el magmatismo offítico y sus minerales,y el magmatismo granodiorítico con minerales sulfurosos varios que se presenta en el subgeoanticlinal central y en los terrenos orientales vecinos.Se trata ahí de dos grandes provincias de facies de roca y de minerales,provocadas por la evolucion de los subelementos del geosinclinal.

Como introduccion a la apreciacion de la reparticion sistemática de los minerales de orígen eruptivo sirve el cuadro que sigue:

CUADRO ELEMENTAL DE LA RELACION ENTRE LAS ROCAS ERUPTIVAS Y SUS MINERALES, en correspondencia al ciclo andino.

Fases del CICLO ANDINO	EDAD	OCCIDENTE ANDINO ROCAS extrusivas	OCCIDENTE ANDINO ROCAS intrusivas	ORIENTE ANDINO ROCAS extrusivas	ORIENTE ANDINO ROCAS intrusivas
Fase GEOANTICLINAL; 1ª parte	Terciario Superior Paroxismos andinos generales, fuertes.	Andesitas (y basaltes)	Andesitas intrusivas (magma dioritico). MINERALES SULFUROSOS VARIOS	RELATIVA QUIETUD MAGMATICA (?Apomagmatismo)	
FASE DEL TRASPASO EMERSIVO (del geosinclinal al deoanticlinal)	Terciario Medio (Tm)				
	TRASPASO Ti a Tm Parox. Cord. Cent. y Occid.		Tonalitas (magma granodiorítico). PIRITA AURIFERA		
	Terciario Inferior (Ti)				
	TRASPASO Cs a Ti Parox. fuerte en Occidente		Granitos tipo Amagá Minerales indeterm.		
CASE GEOSINCLINAL	Cretáceo Sup. (Cs) a Medio. Paroxismos intercret. en Occidente	Picritas	Peridotitas Piroxenitas PLATINO, COBRE NATIVO, MINERALES DE CROMO, NIQUEL y COBALTO, ASBESTO, etc.	Granodioritas	Porfiritas
FASE DEL TRASPASO INMERSIVO.	Cretáceo Inferior a Medio. Parox. intercret. en Occidente	Diabasas	Diabasas intrusivas y gabros. Minerales indeterm.	MINERALES SULFUROSOS Fe, Cu, Pb, Zn, Mo. (Apomagm. Cord. Oriental)	
	En el cretáceo mas inferior y en el resto del mesozóico no se distingue actividad magmática				

El cuadro muestra que, conforme a la menor intensidad tectónica el Oriente Andino ofrece menor intensidad magmática y de mineralizacion magmática, asimismo que menor variacion magmática y mineral. La diferencia entre la evolucion del subgeosinclinal occidental y la

del subgeosinclinal occidental(mas profundo,evolucion mas temprana y mas activa) se expresa por el hecho de que el magmatismo en aquel es granodiorítico,es decir mas o menos ácido,mientras en este es básico hasta ultrabásico(gábrico hasta peridotítico). Mientras en el subgeosinclinal oriental el volcanismo no muestra subdivision cualitativa general,el del subgeosinclinal occidental es primero básico y viene a ser ultrabásico al final de la fase geosinclinal. Una diferenciacion notable del magmatismo del subgeosinclinal oriental parece consistir en que se vuelve apomagmático desde el flanco E de la Cordillera Central hacia la Cordillera Oriental(vetas de minerales sulfúricos varios que se hallan en el cretáceo,pero no en el terciario inferior,y que no muestran conexion con rocas eruptivas). De acuerdo con esta diferenciacion magmática que se produce durante el cretáceo,la mineralizacion en el Oriente consta de minerales sulfúricos,repartidos de tal manera que las piritas auríferas parecen predominar hacia el lado de la Cordillera Oriental,mientras que en la Cordillera Oriental donde el magma puede ser mas básico se presentan minerales de pirita,y en relativa abundancia sulfuros de cobre,plomo,zinc,asimismo que la molibdenita(Caldaña,Florencia) que se relaciona con pegmatitas,tipo de yacimiento que hasta ahora no se conoce del Occidente. Por el interés sistemático que tiene se menciona que en la Cordillera Oriental[1] tambien hay minerales de estaño(ligados a rocas ácidas) que se refieren del Norte de Ocaña y de la region de Gachalá. Su edad no se conoce. Tambien puede ser de interés la presencia de los minerales de oro en el nudo santandereano,es decir en una parte geológicamente culminante de la Cordillera Oriental.-En el Occidente donde no solo se observa mineralizacion de las rocas intrusivas sino tambien la de las rocas extrusivas ultrabásicas,el

---

1)El mineral de estaño asoma en zonas geológicamente altas de la Cordillera Oriental e interesa tambien porque se presenta en abundancia en la seccion Boliviana de la Cordillera Oriental.

mineral característico es el platino y al lado de él se presentan el cobre nativo(La Vetica),minerales de niquel(Vijes),cromita(Cordillera Occidental),asbesto y otros,como cobalto en rastros(Vetica). Segun lo indican los yacimientos de La Vetica y de Vijes,los minerales citados no se presentan en vetas sino mas bien en diseminacion dentro de las rocas ultrabásicas,es decir se trata de precipitacion magmática(yacimientos magmáticos ortotécticos de Lindgren).

Las rocas de caracter granodiorítico,representadas por las tonalitas no se presentan en el Occidente sino en el traspaso del terciario inferior al terciario medio y el magmatismo tonalítico puede comenzar ya desde el traspaso del cretáceo al terciario. Esto es comprensible porque en el Occidente de Colombia la formacion de la montaña andina comienza a manifestarse desde el cretáceo(probables paroxismos intercretáceos) y es notablemente fuerte en el traspaso del cretáceo al terciario. De esta manera se puede explicar el cambio bastante súbito de rocas ultrabásicas a rocas bastante ácidas que se observa en el Occidente Andino de Colombia. En el Oriente Andino, no parecen ocurrir estas rocas,o ellas son muy escasas y se restringen al flanco oriental de la Cordillera Central. Parece,pues, que el magmatismo va reduciéndose al Occidente de Colombia y dentro del Occidente de Colombia,como el terciario del Vorland Occidental no va atravesado por rocas eruptivas,se reduce al Occidente Andino.- El mineral típico y al parecer casi exclusivo que produce la roca tonalítica del Occidente Andino es la pirita aurífera,la cual abunda especialmente desde la latitud de Los Farallones de Cali hasta Nariño,o sea hacia el borde del nudo Ecuatoriano. El predominio de la pirita aurífera parece ser ademas interesante en el sentido de que las tonalitas parecen ser algo mas ácidas que las granodioritas y porque se observa en la cumbre de la Cordillera Central,en el curso alto del rio Mazamorras de San Agustin,que el granito del grupo granodiorítico contiene esencialmente piritas auríferas,como en general las granodioritas del flanco Oeste de la Cordillera Central parecen llevar como mineral principal la pirita aurífera.

Durante el terciario superior, el magmatismo se reduce mas hacia la Cordillera Central, pero abarca partes de la hoyandina del Cauca y de la Cordillera Occidental. En el Oriente de Colombia, el magmatismo de este tiempo es esporádico, a pesar de que en el terciario superior se realiza propiamente la formacion de la Cordillera Oriental. La mineralizacion del magmatismo del terciario superior que es mas básico (en general dioríticо) que el tonalítico que precede, consta de minerales sulfúricos que han sido descritos por Grosse en su obra sobre Antioquia.

Al hacer esta descripcion general sobre la sistemática de las rocas eruptivas y de los yacimientos minerales que les son característicos, debe tenerse en cuenta que cada grupo eruptivo ofrece diferenciaciones considerables, lo cual tambien puede reflejarse en los minerales.

En cuanto a la posicion tectónica de los yacimientos de minerales eruptivos y de la actividad magmática se hace la observacion de que los minerales y las rocas eruptivas se acumulan sobre todo hacia las transiciones de las cuencas hacia los nudos, en especial hacia las partes altas de las transiciones, sobre todo donde la evolucion ha sido activa. Así la actividad magmática se halla en el borde alto del nudo Ecuatoriano y en el borde alto del nudo Antioqueño, menos en el flanco oriental de estos nudos que muestra evolucion quieta. En la cuenca de Bogotá, los yacimientos de minerales apomagmáticos no se encuentran en el interior sino hacia el borde oriental (Quetame-Gachalá), el borde occidental (Mocaima-Pacho-Muzo) y el borde septentrional (Ubaté-Leiva). Muy instructiva es la reparticion del magmatismo del ciclo andino viendo el terreno comprendido entre el nudo Ecuatoriano y la cuenca Caribe. A medida que se avanza desde el citado nudo hacia el interior de la cuenca Caribe, disminuye en término medio el magmatismo, sobre todo en el Oriente Andino, y se traslada hacia los flancos antillano y centroamericano, volviendo a concentrarse en el nudo Centroamericano, simétrico al nudo Ecua-

toriano y caracterizado por un volcanismo actual tan intenso como este. En relacion con la simetria, vale tambien mencionar la analogia del magmatismo y de minerales que existe entre Méjico y el Perú, asimismo que el avance de las rocas atlánticas hacia el orógeno andino en las cuencas del Interior y de Bolivia (véase cuadros del Anexo).

En relacion con la evolucion de las formas tectónicas y la reparticion del magma (y de los minerales) segun la densidad, sirve de ejemplo el cuadro estratigráfico, los perfiles evolutivos adjuntos y las indicaciones que contiene el cuadro del platino. El magma por lo visto se rige a grandes rasgos segun el principio del vaso comunicante y se diferencia segun la densidad, en la misma forma como sucede en escala mayor con los líquidos de los yacimientos de petróleo.

La descripcion siguiente de los grupos de minerales se hace de tal manera que resalte su reparticion sistemática. Una investigacion pormenorizada de las distintas minas no se ha podido hacer primeramente porque en las pocas minas que hay en explotacion, los trabajos no pasan de ser iniciales y ademas porque la investigacion de minas no descubiertas requiere un largo espacio de tiempo. Con el fin de dar una informacion algo mas detallada, se ha hecho en un espacio de cuatro dias el levantamiento de la region del Mundique de Quilichao, rica en vetas de orígen tonalítico, y el de la region adyacente de La Vetica que muestra un yacimiento de diseminacion mineral en una roca ultrabásica, considerada como piroxenita por Schreiter.

1) Mineral de pirita aurífera del grupo tonalítico (y granodiorítico).

Este mineral de pirita aurífera que en lo general es pobre en oro es entre los minerales eruptivos el que mas abunda en los departamentos del Valle y del Cauca y tambien en el departamento de Nariño. Su mineralizacion sinembargo no se halla bien definida en las vetas donde forma menas dentro del cuarzo. Ademas las vetas no son persis-

sistentes,ni en la Cordillera Occidental ni en los promontorios de la hoyandina del Cauca,donde parece tratarse sobre todo de agujas.En el lado de la Cordillera Central,como por ejemplo en el Munchique de Quilichao y en San José,al Este de San Pedro(Valle),las vetas son mas definidas y muestran un desarrollo longitudinal que a veces parece ser apreciable.El mejoramiento de las vetas desde la Cordillera Occidental hacia la Central merece tenerse en cuenta y averiguarse mas a fondo.-La mineralizacion piritoaurífera de las vetas de cuarzo se presenta en forma de franjas angostas o diseminada y puede estimarse en término medio en un 5%,advirtiendo que no se ha podido tener en cuenta la presencia eventual de oro invisible.Con frecuencia se observa que el mineral se halla esparcido en impregna/la roca tonalítica misma y puede ser importante a este respecto la investigacion aurífera de lugares donde la roca se halla extensamente mineralizada y descompuesta.En otras ocasiones no se distinguen vetas o a lo sumo rudimentos de vetas y el mineral impregna o debe impregnar la roca encajante,como sucede en El Ensolvado(La Teta) y en El Guabito(al W de Jamundí) donde se trata de impregnaciones del piso de Guaduas,y en la cabecera del rio Tibí donde las impregnaciones se refieren a los esquistos metamórficos.El hecho de que las vetas no se hallan bien definidas explica/la razon porqué solo algunas se explotan temporalmente y en los cogollos(zona de enriquecimiento por oxidacion),y porqué se da preferencia a los eluviones y aluviones auríferos que se derivan de las rocas tonalíticas.Sinembargo se puede contar con que puede haber vetas buenas o zonas de impregnacion de la roca encajante que den lugar a una explotacion halagadora,como por ejemplo la zona del Ensolvado,rica en eluviones que se han explotado desde el tiempo colonial.

Los minerales que acompañan las piritas auríferas son escasos.En el terreno estudiado solo se ha encontrado un trayecto de veta de galena argentífera de orígen tonalíticó que se halla en la mina de Vilachí,situada en el Munchique de Quilichao.En la misma region se encuentran algunas laminitas de sulfuros de cobre que no revis-

ten interés.-En cuanto al mineral de manganeso que producen los silos andesíticos y dacíticos del grupo tonalítico en los mantos de carbon del piso del Cauca(Playon,La Chapa) se puede considerar que este puede provenir en parte de las diabasas que contienen cierta cantidad de mineral de manganeso.Las condiciones de explotacion de este mineral en lo general no son halagadoras,pero pueden ser regulares en el sitio de La Laguna de la planada del Playon donde las vetas-silos alcanzan hasta 0,60 m de grueso.

La relacion que tienen las piritas auríferas con las rocas tonalíticas se distingue segun las vetas de ese mineral que cruzan las tonalitas y que se apartan de los centros tonalíticos.Ademas el mineral se halla muchas veces diseminado dentro de la roca tonalítica,como sucede en La Teta,en La Chapa y en La Tebaida(lado Norte del Munchique de Quilichao).Tambien es significativo el hecho de que los aluviones auríferos se esparcen alrededor de los centros tonalíticos,por ejemplo en La Teta,en el lado Este de los Farallones,en el cerro del Carrapatero de Quilichao y en el lado W del Munchique de Quilichao.

La reparticion de los centros tonalíticos que es guia para reconocer la reparticion de los yacimientos de pirita aurífera se caracteriza por determinado orden.Primeramente se vé que ellos y al parecer tambien su mineralizacion se vuelven mas frecuentes desde el departamento del Valle hacia los departamentos del Cauca y de Nariño.Al recorrer la serrania oriental de la Cordillera Occidental desdeel nudo de Anserma hacia el Sur se observa que las tonalitas no parecen desempeñar un ~~rol~~ papel de importancia en el nudo de Anserma Nuevo.En cambio ya parecen ser de importancia en el nudo del Rio Frio desde cuyo lado oriental se percibe una faja tonalítica que sigue hacia La Cumbre y Bitaco.Luego se presenta el primer nudo tonalítico definido en calidad de los Farallones de Cali.Desde este centro al Sur,las intrusiones tonalíticas tambien se vuelven frecuentes en el semiplano del Carbon y ofrecen otro centro al Sur de Suarez, en la region de Paso Bobo-Maravelí.Una vasta extension tienen las tonalitas al Oeste de Jambo(Cauca) y en el borde occidental del

promontorio de Popayan. En la misma serrania se hallan los centros tonalíticos que determinó Grosse en el rio Vejenes (al SW de Tambo) y cerca de Balboa.- En la hoyandina del Cauca, el aumento de los centros tonalíticos se distingue por la escasez de ellos en el promontorio de Buga (hoya de Ceilan, rio Amaime) y su relativa abundancia en el promontorio de Popayan (Munchique de Quilichao, La Chapa, La Teta, Mojibío). Tambien en el promontorio que se levanta al Sur de la cuenca del Patia, la presencia de centros tonalíticos es frecuente, segun se desprende del croquis de Grosse. En la parte alta de Cordillera Central, las intrusiones de caracter tonalítico parecen ser escasas, al menos en los departamentos del Valle y del Cauca. Una intrusion pequeña se ha observado en el cerro Mellizos de la cabecera del rio Tibí. Esto tiende a demostrar que la actividad tonalítica no solo tiende a disminuir desde el nudo Ecuatoriano hacia el departamento del Valle, sino tambien desde la Cordillera Occidental hacia la Central, condicion que tambien puede valer con respecto al Ecuador. De gran importancia tambien puede ser la observacion de que el tipo plutónico de las tonalitas solo se ha encontrado en la Cordillera Occidental (asociado con tipos hipoabisales), mientras que hacia la Cordillera Central se presenta tan solo el tipo hipoabisal. El traspaso del tipo plutónico al tipo hipoabisal puede observarse en el cerro de La Teta que se halla mas próximo a la Cordillera Occidental que a la Cordillera Central. Advertimos que esta diferencia puede explicarse eventualmente de la mayor edad que pueden tener los tipos plutónicos, pero hasta ahora no hemos encontrado una afirmacion al respecto; los filones de dacita y andesita que se apartan de los centros tonalíticos de los Farallones y de Caravelí hablan mas bien en favor de la simultaneidad de la actividad tonalítica hacia el final del terciario inferior.

En segundo lugar se observa que las rocas tonalíticas se presentan en el borde de la cuenca de Cali y en el borde del promontorio de Popayan. En el borde de la cuenca de Cali se presentan las rocas tonalíticas de la faja transversal de Buenos Aires-Quilichao

y las de la faja longitudinal que se extiende de Maravelí-Suarez hacia los Farallones.En el borde del promontorio de Popayan se hallan las rocas tonalíticas de la citada faja de Buenosaires-Quilichao y las que se observan entre el Playon y Mojibío.-En cuanto a la ausencia de intrusiones tonalíticas en el interior de la cuenca de Cali,el encubrimiento de esta con sedimentos impide reconocerla directamente,pero se comprueba indirectamente con la ausencia de rocas tonalíticas en el interior de la cuenca del Patia que en cambio lleva en los alrededores una cadena de intrusiones tonalíticas,lo mismo que la cuenca de Cali.

Las indicaciones hechas demuestran la importancia que tiene la reparticion de las rocas tonalíticas y de sus minerales segun estructuras mayores y medianas.

El yacimiento de piritas auríferas mas atrayente que hemos encontrado en los departamentos del Valle y del Cauca es el del Ensolvado situado en el lado Este del cerro de La Teta.Este yacimiento que ha sido explotado con intermitencias desde el tiempo de la colonia hasta hoy dia,presenta condiciones valiosas de mineralizacion y puede servir de guia para la determinacion de otros yacimientos de la misma índole situados en otras partes de los departamentos del Valle y del Cauca.-El cerro de La Teta es un cono eruptivo,compuesto de rocas tonalíticas(diorita cuarzosa y dacitas) que asciende en el eje de un anticlinal del piso del Cauca.Los sedimentos del piso del Cauca se hallan cornubianizados al contacto con la roca intrusiva y ofrecen en parte mineralizacion de contacto, la cual tambien se distingue a veces en la tonalita.Al investigar la mina del Ensolvado,sorprende que no se encuentran vetas con las cuales pudiera relacionarse el oro eluvial que se explota en la mina y que se presenta en forma de hilos pequeños y a veces en forma de camitos entretejidos que tienen hasta ½ cm de grueso y unos 3 por 4 cms de superficie.Este oro eluvial que evidentemente corresponde a la zona de oxidacion de la zona explotada que se halla inmediatamente al Sur de la casa del Ensolvado,se extrae de los sedimentos

descompuestos del piso del Cauca que ha sido excavado en tajo abierto y de forma irregular hasta unos 5 m bajo la superficie. El único indicio de que pueda haber mineralizacion en esta parte consiste en dos a tres pequeñas vetas (de 5 a 10 cms de grueso) de cuarzo arenoso cuyo rumbo es de 280°, es decir casi E-W, y que se dirigen al cerro de La Teta. Estas vetas no tienen oro visible y esto indica que el oro eluvial debe provenir de la roca encajante, es decir de impregnaciones del piso del Cauca que rumbea mas o menos Norte-Sur (25 a 30°) y que clava al Este. Las vetas indican que la impregnacion aurífera debe desarrollarse tambien con rumbo E-W, de manera que el cateo se puede hacer mediante un socavon de orientacion N-S que atravesaria las zonas de mineralizacion. Para el efecto se presta el terreno situado al Sur del filo del Ensolvado y el socavon se puede avanzar desde el nivel del lecho de la quebradita que corre desde la parte oriental del filo hacia el Sur. La longitud del socavon de cateo seria de unos 70 hasta 100 m y su ejecucion se facilitaria escogiendo el contacto de un banco de arenisca con un banco de arcilla. Como se trata todavia de la zona de oxidacion, la investigacion del oro se puede hacer lavando el material extraido con bateas. El croquis del Ensolvado es el siguiente:

(Espacio de 15 cms para el croquis)

Condiciones semejantes a las del Ensolvado se hallan en la mina del Guabito (Chontaduro o Soledad) que se halla al W de Jamundí, en la falda oriental de los Farallones de Cali. La mineralizacion se relaciona evidentemente con el centro tonalítico llamado Alto de La Iglesia que es una intrusion ovalada en forma de silo que se presenta en el piso del Cauca. La mineralizacion tambien puede estar influenciada por el pico de La Candela que es un centro tonalítico que se halla al NW de la mina del Guabito, y al Norte

del cual habia anteriormente otra explotacion de oro. Las explotaciones del Guabito se refieren a lentes de cuarzo y a las partes contíguas del piso del Cauca, compuestas de arcillas cornubianizadas. El material se explota en parte con socavones, en parte a tajo abierto y se beneficia en un pison. El producto es reducido, en parte quizá porque no se trata de una zona neta de oxidacion sino de una zona que contiene todavia pirita. Para la investigacion conviene hacer cateos en la corona de contacto del cerro de La Iglesia, donde posiblemente pueden hallarse yacimientos mas favorables.

Otra zona en que puede ser de interés la investigacion de impregnaciones de piritas auríferas en el piso de Guaduas es el borde del cerro del Carrapatero que tambien es un cono tonalítico situado al NW de Quilichao. Sinembargo es de advertir que el borde se halla al menos vastamente encubierto por el piso de Popayan.

Las impregnaciones de pirita aurífera que ha producido la intrusion tonalítica del cerro Mellizos, situado en el curso alto del rio Tibí (vertientes del rio Bugalagrande), se manifiestan abundantemente en los esquistos metamórficos que se hallan al Norte del cerro, en los lugares llamados Ranteria, San José, Azogue, Cortaderas y Los Mellizos. La investigacion de estas piritas, hecha por el Laboratorio Químico del Departamento de Minas y Petróleos, acusa tan solo rastros de oro.

Una zona de espectativas es la de La Chapa al Oeste de Tambo (Cauca), donde se halla la mina de La Cascada. Alli muestra numerosos filones de dacita que corren longitudinalmente entre las diabasas de la serie de Valdequera. La investigacion no se ha podido adelantar lo suficiente para poder hacer una apreciacion pormenorizada.

En el cerro de La Tetilla donde tambien se presentan intrusiones tonalíticas en diabasas, el terreno se halla muy descompuesto, pero se encuentran tanto vetas (Las Mercedes) como roca dacítica con diseminacion de oro y se refiere que en la hoyada del curso alto del riachuelo de Gualimbio se lavaba oro en el tiempo colonial.

Las vetas de pirita aurífera que se relacionan con las tonalitas ocurren con bastante abundancia en la region del Munchique de Quilichao. Las vetas atraviesan las diabasas de la serie de Valdequera que se han vuelto generalmente grisosas al contacto. Ellas se perciben en el lado Norte, Oeste y Sur del cerro de Munchique y ofrecen magnitudes variables, desde menos de 1 m hasta mas de 7 m (veta del Aguila). En estado fresco la pirita ocurre en franjas irregulares o en diseminacion mas o menos rala dentro del cuarzo y se transforma en la zona de oxidacion en limonita con oro libre. En el cuarzo mismo no se ha observado oro libre, pero no es imposible que el oro libre ocurra en la parte Sur del cerro de Munchique (mina Condor; socavon Orejuela). La participacion de oro, aun en los cogollos, es escasa, pero mejora evidentemente en la parte Sur del Munchique, donde se hallan las vetas de la mina del Condor y de Los Robles cuyos cogollos parecen ser explotables con provecho. En el lugar de La Cebaida pueden tener algun interés comercial las franjas limoníticas con oro que muestra el siguiente perfil:

(Espacio de 10 cms para el perfil)

En el lado occidental del Munchique, desde la mina de Vilachí hasta la veta del Aguila, las investigaciones no muestran oro en cantidad apreciable. En cambio se presenta ahí el lente alargado de galena argentífera de la mina de Vilachí que corresponde a un veta que es a grandes rasgos lenticular y que no se ha podido identificar en direccion Sur. Ademas se observan pequeñas costras de mineral de cobre. - Esta reparticion demuestra que la zona de interés aurífero que se halla en el Munchique corresponde a la parte Sur del cerro. - El rumbo de las vetas que mas resalta es el Este-Oeste, expuesto en la veta del Aguila y en las vetas del Condor-Los Robles. Ademas tienen importancia las vetas de rumbo N hasta NE. El traspaso de estas vetas

desde las diabasas a las piroxenitas que siguen al Oeste no se ha podido reconocer. Esto no quiere decir que las piroxenitas sean mas recientes que las intrusiones tonalíticas porque al Sur de La Vetica se vé que la piroxenitas sí son anteriores al piso del Cauca, mientras las tobalitas lo atraviesan.-En cuanto a la tectónica, el cerro de Munchique puede considerarse como parte occidental de la masa cupulosa que corresponde al cerro de La Selapa. Las intrusiones tonalíticas por lo tanto se hallan típicamente en el borde W de la masa cupulosa.

La mineralizacion que se relaciona con el granito de la faja de San Pedro(granito tipo Amagá) no aparece abundante a la vista. Se han observado al Este de San Pedro algunas agujas de cuarzo con pintas de mineral de cobre que se refieren como auríferas. La investigacion de la veta de cuarzo de 4 m de ancho que se halla en la mina de San José, en la region de Los Cauchos al Este de San Pedro, anmedio del terreno de dioritas oscuras, y que puede haber sido originado por el granito de la faja de San Pedro, ha demostrado que no hay oro ni pirita aurífera a la vista. Ocasionalmente se observa alguna costrita de mineral de cobre. La veta que tiene rumbo de 25° parece sostenerse sobre una distancia apreciable en que se puede investigar la mineralizacion de la veta por trayectos.-De la region que ocupa la faja de granito de San Pedro se refieren otras minas que no hemos tenido ocasion de investigar, entre ellas la mina de mineral de cobre de la quebrada Aguacates, la mina de plata del Tablazo, la mina Lulú y la mina La María(entre Tuluá y Buga, al Oriente).

En cuanto a las granodioritas propiamente dicho que solo se observaron al Este de Miranda y en el curso alto del ~~xxxqux~~ rio Mazamorras de San Agustin, es decir en la parte alta de la Cordillera Central, hubo ocasion de estudiar la mineralizacion de pirita aurífera que se presenta en la quebrada Las Minas, afluente del rio Mazamorras de San Agustin. En esta region se presentan tres filones de granito que cruzan la formacion néisica y que tienden a converger hacia el Sur. El filon oriental rumbea 45° y tiene una magnitud de unos 50 m. El filon intermedio tiene mas de 100 m y el occidental alrededor de 500 m de espesor. El desarrollo de estos filones de

granito parece irregularizarse hacia el Norte,segun observaciones en el trayecto correspondiente del camino de Ismos.-Dentro de los filones de granito se hallan numerosas vetas de cuarzo,generalmente entrelazadas entre si que distan una de otra varios metros hasta menos de un metro.Su magnitud varia entre 20 y 60 cms,pero en el filon oriental se presenta una de 1,5 m.La mineralizacion que ofrecen estas vetas consta de pirita y solo en una ocasion(quebrada Coraza) se encontró algo de galena.La pirita abunda en algunas de las vetas mientras en otras es escasa.La calidad aurífera de las piritas se puede determinar en la gruesa zona de descomposicion que ofrece el filon occidental de granito,donde la descomposicion baja hasta 50 m y quizá mas.Segun muestras extraidas de un pequeño socavon del filon occidental,la participacion de oro es baja,pero los trabajos a tajo abierto que hay en la cercania indican la presencia de zonas de enriquecimiento.En estos trabajos que datan de varios decenios de años atras,la vegetacion impide hacer investigaciones.-La investigacion detenida de esta zona merece atencion porque se trata de vetas abundantes que llegan a ofrecer zonas de descomposicion de bastente consideracion.Ella debe basarse sobre todo en el cateo de los cogollos de las vetas que asoman entre las quebradas y debe extenderse hacia el Sur.

Los eluviones auríferos que se relacionan con las tonalitas se hallan en los alrededores de los centros tonalíticos,así en los alrededores de La Teta,del cerro del Carrapatero,en la falda W del Munchique y en la falda Este de Guabito(Fxmallones).En todos estos puntos,excepto La Teta,los eluviones se hallan en el piso de Popayan. Los que se hallan en la falda occidental del Munchique se han trabajado intesamente en el tiempo colonial,pero hoy dia no permiten sino un trabajo en pequeña escala.

Entre los eluviones auríferos de edad pleistocena hasta reciente merecen destacarse los de la zona del rio Cauca comprendida entre Suarez y El Playon.En este trayecto y mas al Sur y al Norte abundan las intrusiones tonalíticas,sobre todo al Sur de Suarez donde el lecho del rio está cortado en la diorita tonalítica.La determi-

nacion d l valor que tienen estos aluviones tropieza con el inconveniente de que la parte enriquecida se halla debajo del nivel del rio Cauca y de que el oro se halla ahí irregularmente repartido. El siguiente perfil que se ha tomado de la mina de aluvion de Paso Bobo, al Sur de Suarez, muestra una seccion típica del terreno de aluviones que reposa sobre la diorita tonalítica (en otras partes sobre las dinbasas y sobre el piso del Cauca):

(Espacio de 15 cms para el perfil)

2) El platino y otros minerales de las rocas ultrabásicas.

Véase Cuadro del Platino.

Mediante el estudio geológico de los departamentos del Valle y del Cauca ha sido posible reconocer la posicion estratigráfica, la extension y la evolucion de las rocas ultrabásicas, o sea de la roca madre del platino. Los estudios sobre aluviones de platino hechos en el Chocó por E. White Uribe, Kellner y otros conceden un criterio claro acerca de la faja en que se desarrolla la roca madre esencialmente platinífera. En su prolongacion Norte, la faja coincide con la serrania de Abibe que es una seccion de la serrania central de la Cordillera Occidental y que tambien tiene aluviones de platino y rocas ultrabásicas en el flanco occidental. Hacia el Sur, las indicaciones de Stutzer y de Ayerbe sobre la reparticion de los aluviones de platino en el lado W de la angostura del Dagua y del curso medio del rio Micay y en la region de Barbacoas anuncian que la faja de la roca platinífera se traslada del interior hacia el flanco occidental de la Cordillera Occidental y lo propio se puede suponer con respecto

a la parte septentrional ecuatoriana de la Cordillera Occidental de donde se conocen los últimos aluviones platiníferos de la faja Colombiana(Wolf).-Aparte de esta faja platinífera cuyo platino proviene de la serrania central de la Cordillera Occidental,segun se verá adelante,se conocen rastros de platino de la quebrada Piedra, al W de Peñas Gordas(H. White U.),los cuales indican la presencia ocasional de la roca platinífera en el valandino oriental de la Cordillera Occidental.Ademas se conocen aluviones de platino de poca importancia en la seccion antioqueña del rio Cauca,por ejemplo entre la poblacion de Bolivar y la de Antioquia,y hacia el curso alto del rio San Jorge.La roca de estos aluviones debe hallarse en el flanco Este de la Cordillera Occidental.-Un caso excepcional de aluviones platiníferos lo representan los que H. White Uribe refiere del curso alto del rio Caquetá(Mocoa) y del Putumayo(rios San Miguel y Aguarico).Ellos ya se hallan en el Oriente del pais y merecerian estudiarse de cerca.

En vista de la importancia que tiene la faja platinífera de la Cordillera Occidental,se hace una relacion breve de los trayectos en que se encuentran los aluviones.Estos trayectos dividen la faja en dos secciones principales.La seccion septentrional se halla comprendida entre el curso alto del rio San Juan y la region del Sungo en la parte septentrional de la serrania de Abibe.Esta seccion tiene típicamente un rumbo S-N ,se halla en el interior de la Cordillera Occidental y contiene los aluviones ricos en platino.Los trayectos en que se encuentra el platino son los siguientes(de N a S):

1)rio Sungo que baja de la serrania de Abibe al SE de Turbo. Los aluviones de este rio probablemente no se relacionan directamente con las rocas ultrabásicas,sino provienen de los conglomerados del curso alto del Sungo que abundan en rodados de rocas ultrabásicas.
2)rio Jurado;quebrada Zuñiga.Flanco occidental de la serrania de Abibe.
3)rios Mutatá-Bedó-Pasidó en que los aluviones del Mutatá-Bedó estan próximos a las rocas ultrabásicas del flanco W de la serrania de Abibe.
4)rios Amparradó-Chaquenodá.Los aluviones de este trayecto y de los que siguen siempre se presentan típicamente sobre la zona inmediata al Oeste de la prolongacion Sur de la serrania de Abibe.

5)rio Kendé
6)rio Curazamba
7)rio Capa-Andágueda-trayecto correspondiente del curso alto del San Juan.

Viendo esta reparticion sobre el mapa que confeccionó M. White Uribe de la Intendencia del Chocó,se vé que los trayectos casi forman una faja contínua.Ademas es notable que la prolongacion Sur de esta faja pasa por la region platinífera que refiere M. White U. del curso alto del Caquetá y del Putumayo,advirtiendo que orientaciones mineralógicas de esta índole no son frecuentes en Colombia.

La seccion meridional se halla comprendida entre el rio Sipí y la parte septentrional ecuatoriana de la Cordillera Occidental.Ella tiene rumbo SW-NE,o sea rumbo paralelo a este sector de la Cordillera Occidental.La riqueza de los aluviones platiníferos es muy inferior a la de la seccion septentrional,circunstancia que demuestra la influencia que tienen las orientaciones tectónicas generales sobre la reparticion de los minerales.Ademas en la seccion meridional,los aluviones se hallan al parecer en trayectos aislados y se presentan sobre el flanco occidental de la Cordillera Occidental.Este flanco sinembargo debe ser la propia serrania central de la Cordillera Occidental.Ella viene a convertirse en flanco occidental debido a que la serrania occidental de la Cordillera Occidental,conservada en la seccion septentrional,se hunde y queda incluida en la hoyandina del Pacífico.Es un caso paralelo al desvanecimiento de los subramales orientales de la Cordillera Oriental en direccion al nudo Ecuatoriano.Los trayectos en que hay platino en la seccion meridional son:

1)trayectos del rio Bajon y Sipí
2)lado W de la angostura de Tagua(Stutzer)
3)lado Oeste del curso Norte del rio Micay,en especial rio Jolí(J. M. Ayerbe;M. White Uribe)
4)region de Barbacoas
5)parte septentrional ecuatoriana de la Cordillera Occidental(Wolf).

Mas al Sur,donde vuelve a cambiar el rumbo de la Cordillera Occidental no se conoce platino ni se conocen rocas ultrabásicas.

La relacion del platino con la roca que lo produce no se ha podido determinar todavia a ciencias ciertas,en lo que respecta a Colombia.Sinembargo se ha experimentado que en otras partes del mundo,el platino es el mineral típico de las rocas ultrabásicas y en el Occidente Andino,desde Colombia hasta el Perú y mas al Sur, el platino se restringe a la zona de rocas ultrabásicas que se presenta en el Occidente de Colombia hasta probablemente la seccion septentrional ecuatoriana de la Cordillera Occidental.Excepcion hecha del platino del curso alto del Putumayo-Caquetá que está sobre el rumbo de la seccion platinífera septentrional de la Cordillera Occidental,no hay platino en el Oriente de Colombia ni se conocen rocas ultrabásicas.El hecho de que en el Occidente de Colombia el platino no se presente en toda la extension de las rocas ultrabásicas sino que la faja importante se restrinja alaserrania central de la Cordillera Occidental,demuestra que solo determinado tipo de las rocas ultrabásicas es platinífero y juzgamos que la diferenciacion de estas rocas ultrabásicas pueda reconocerse por la frecuencia y riqueza de los aluviones platiníferos,pero tambien por los minerales relacionados(iridio,osmio,paladio).

Para comprender la reparticion del platino y la evidente diferenciacion de las rocas ultrabásicas en el Occidente de Colombia,es necesario conocer por medio de la evolucion andina los motivos que produjeron estos caracteres tan señaladamente sistemáticos.

Primeramente debe tenerse en cuenta que las rocas ultrabásicas se presentan en el Occidente de Colombia tan solo en un período que corresponde al cretáceo medio o superior.Esto no solo vale con respecto a los derrames sino tambien con respecto a las intrusiones ultrabásicas.La edad mesocretácea hasta neocretácea de los derrames ultrabásicos se reconoce sin dificultad por el hecho de que se hallan en la parte alta de la serie de Caldequera,encima del conjunto diabásico en que se hallan probadamente fósiles barremiano-aptianos,y debajo del piso del Cauca,como se puede ver en la region de Vijes.Ademas hay un derrame ultrabásico en la isla Gorgona que

se halla debajo del terciario inferior y encima de sedimentos cenomanianizados que probablemente abarcan una parte del cretáceo. Segun esta relacion de los derrames se podria suponer que las rocas ultrabásicas hubieren ascendido en el senoniano, pero la determinacion no es segura porque por razones de los paroxismos intercretáceos puede mediar un lapso de tiempo considerable entre el proceso de los derrames y la sedimentacion del terciario inferior. Ademas la observacion de que en California las rocas ultrabásicas se presenten alrededor del cretáceo medio o de la transicion del cretáceo medio al superior, obliga a generalizar la edad de los derrames al cretáceo medio hasta superior.- Las intrusiones ultrabásicas que se presentan en el pié occidental de la Cordillera Central desde el departamento de Nariño hasta al menos el departamento de Antioquia, tambien son mas recientes que el conjunto diabásico de la serie de Saldequera y mas antíguos que el terciario inferior (piso del Cauca). Esto se reconoce claramente en la region de La Vetica donde la piroxenita se halla encima de las diabasas y debajo del piso del Cauca. Mas clara aun es esta relacion en el borde Este de la cuenca del Patia (croquis de Grosse), donde la peridotita cruza las diabasas en Tambo (Nariño) y se halla debajo del terciario inferior en la seccion de Pico de Lerma hasta San Joaquin. Igual relacion se observa en Urabá, donde las rocas ultrabásicas al parecer intrusivas se presentan debajo del terciario en el rio Tacidó. En Antioquia, las rocas ultrabásicas que se presentan hacia el pié de la Cordillera Central, se hallan sobre la faja que viene de los departamentos de Nariño, Cauca y Valle y esto mismo demuestra con suficiente claridad de que no puede tratarse sino de intrusiones del cretáceo medio hasta superior.- Con respecto a las intrusivas ultrabásicas necesitamos dejar constancia de que su caracter intrusivo no es seguro, una vez porque estan muy serpentinizadas y porque puede ser que los derrames adopten caracter mas o menos holocristalino, otra vez porque se observa en el Valle y en el Cauca que las rocas ultrabásicas se colocan encima del conjunto de diabasas (La Vetica, region al E de Palmira).

En cuanto a las demas rocas eruptivas del Occidente de Colombia

no las hay que producen un magma tan avanzadamente básico. El grupo andesítico por cierto produce basaltos y las variaciones de las tonalíticas pueden llegar a ser básicas, pero en ningun caso se han observado rocas de tipo ultrabásico.

La edad mesocretácea hasta neocretácea que corresponde a las rocas ultrabásicas por lo tanto debe valer tambien para el platino que encierran dichas rocas. Este criterio sobre la edad nos permite apreciar la evolucion de las rocas ultrabásicas y del platino y los motivos que justifican su presencia.

Las rocas ultrabásicas se presentan al final de la fase geosinclinal y se restringen-prácticamente-al Occidente de Colombia y probablemente a la parte septentrional del Occidente del Ecuador. El hecho de presentarse al final de la fase geosinclinal indica que ellas surgen cuando el nivel preandino del subgesinclinal occidental ha adquirido su mayor profundidad. En efecto reposan sobre el nivel preandino la serie del Cagua, el piso del Espinal y la serie de Galdequera en cuya parte superior se hallan las rocas ultrabásicas. A la deposicion e intrusion de estas ha precedido pues la formacion de sedimentos de gran magnitud que miden muchos miles de metros. Esta profundizacion extraordinaria debe haber influido en la diferenciacion del magma en tal forma que bajo el gesinclinal subgeosinclinal occidental debe haberse acumulado la parte mas densa del magma, o sea el ultrabásico. Esta asercion se comprueba desde luego con la observacion de que en el mismo subgeosinclinal, antes de la actividad ultrabásica o sea cuando la profundidad geológica del subgeosinclinal no era tan avanzada, el magmatismo era básico (diabasas). Otro respaldo excelente se obtiene al tener en cuenta que el subgeosinclinal occidental limita hacia el Este con el subgesinclinal subgeoanticlinal central (actual Cordillera Central) que representa una faja en que en parte la superficie preandina llega hasta la superficie. De acuerdo con este nivel alto del subgesinclinal subgeoanticlinal central, las rocas volcánicas del cretáceo que ascienden en él, por ejemplo de la region de Pitayó hasta la region de Pasto, presentan derrames ácidos (pórfiros), es decir magma de relativamente poca densidad. Luego en el

borde occidental del subgeosinclinal oriental, o sea a lo largo de la actual hoyandina del Magdalena y de las fajas adyacentes, donde la transgresion no se presenta sino alrededor del barremiano y donde el nivel preandino no es muy profundo, el volcanismo del cretáceo es en general intermediario (porfirítico). Mas al Oriente, como en Cundinamarca, donde la transgresion es mas temprana (se inicia alrededor del jurásico superior) y el cretáceo adquiere una magnitud muy considerable (alrededor de 5000 m) deberia presentarse el magmatismo básico y posiblemente tambien hacia el final del cretáceo el ultrabásico, sinembargo el volcanismo no se ha producido por motivo de la evolucion tranquila que ha tenido el interior del subgeosinclinal oriental.

Trazando un perfil trasversal que se halla en el Cuadro del Platino y que se refiere al final de la fase geosinclinal, se vé que el magma se reparte claramente segun la densidad y la forma tectónica, es decir en la misma forma como los líquidos del petróleo. Como caso concreto de comparacion con la reparticion tectónica de los líquidos del petróleo, hemos agregado el perfil de la cúpula de La Petrolea en el Norte de Santander que muestra casualmente las mismas particularidades de inclinacion de los flancos y una diferenciacion excepcional del petróleo mismo segun gravedad.

Este perfil se refiere a la variacion general y especial del magma hacia la masa terrestre de Brasil y Guayana que tambien se presenta en el cretáceo. Hacia el continente submarino del Pacífico, hay que suponer que el núcleo continental correspondiente haya sido submarino durante el cretáceo segun lo indica la presencia de derrames básicos y ultrabásicos en la Cordillera de la Costa.

Viendo las condiciones paleogeográficas del final del cretáceo a lo largo del subgeosinclinal occidental y en direccion hacia el Perú y Bolivia, es decir hacia la masa terrestre interandina Suramericana, se reconoce que el mesozóico y en especial el cretáceo va extinguiéndose (véase Steinmann) y disminuyendo de magnitud, es decir la superficie preandina del subgeosinclinal occidental va levantándose.

En la misma direccion, al tiempo de disminuir de intensidad y por fin cesar, el volcanismo cretáceo se manifiesta menos básicos y menos denso. Esto se desprende del hecho de que en el Perú Occidente del Perú no hay rocas ultrabásicas y de que ahí el volcanismo del cretáceo se presenta en forma de melafidos y diabasas esencialmente y no alcanza a extenderse hasta el Sur del Perú.-Las particularidades de disminucion de intensidad y de basicidad(densidad) que muestra el magmatismo cretáceo del subgeosinclinal occidental entre Colombia y el Perú, o sea entre la zona alejada y la zona próxima a la masa terrestre interandina de Suramérica, son en el fondo las mismas como las que se presentan en Colombia entre el área del subgeosinclinal occidental, el subgeosinclinal oriental y la masa terrestre de Brasil-Guayana; la diferencia tan solo consiste en que la interposicion del subgeoanticlinal central en el último terreno referido implica la diferenciacion especial del magma.

Por lo visto las grandes formas tectónicas y su evolucion determinan la reparticion cuantitativa y cualitativa del magmatismo. Esta asercion se respalda tambien con la referencia que hace Grosse con respecto al magmatismo neotercisrio que es mas ácido(liviano) en el Occidente Andino del Perú que en el Occidente Andino de Colombia, zona esta en que la superficie preandina sigue siendo mas baja que en el Perú. En relacion con las determinaciones de Grosse en Antioquia tambien es notable el caracter andesítico que tiene el magmatismo neotercisrio en la parte alta meridional del promontorio de Titiribí y que se vuelve básico hacia las partes bajas(basaltos al Sur de Fredonia y hacia la parte Sur de la angostura geológica de Anzá). Un ejemplo que muestra la diferenciacion del magma por gravedad en los tiempos modernos(pleistoceno hasta actualidad) se tiene en el Ecuador. Ahí el volcanismo de la Cordillera Central y de la Occidental, o sea el de la parte alta del nudo Ecuatoriano es intermediario(andesítico), mientras en las islas Galápagos que asciendan del fondo del Pacífico es básico(basáltico), segun se desprende de los estudios de Wolf.

Se entiende que los ejemplos aducidos muestran la reparticion gravimétrica del magma en casos especialmente sencillos y que no se han tenido en cuenta otras condiciones físico-químicas que influyen sobre la diferenciacion del magma. Al caso de la reparticion sistemática del magma ultrabásico del cretáceo que se presenta en el área andina del Noroeste de Suramérica, ademas implica la reparticion sistemática del platino.

A grandes rasgos se vé que el platino solo ocurre dentro del área en que se extienden las rocas ultrabásicas. Una excepcion del caso es el platino que se halla en el curso alto del Putumayo y del Caquetá, pero ella es de especial interés porque se presenta a continuacion Sur del rumbo de la seccion platinífera septentrional de la Cordillera Occidental.

Dentro del área que ocupan las rocas ultrabásicas en el Occidente de Colombia enuna longitud (Urabá hasta Norte del Ecuador) de 700 a 800 kms en un ancho máximo de 200 kms (latitud de la Gorgona), el platino no se reparte regularmente, sino se halla concentrado sobre una determinada faja principal que corresponde en la actualidad a la serrania central de la Cordillera Occidental. Esta faja y en general la Cordillera Occidental han formado parte (en el tiempo de la fase geosinclinal) del interior del subgeosinclinal occidental, o sea del terreno en que la superficie preandina se hallaba a mayor profundidad que hacia la Cordillera Real Central. Por este motivo es de suponer que el magma del cretáceo medio o superior que ascendió ahí haya sido mas ultrabásico y por este motivo mas rico en platino que el mismo magma que se halla en el pié occidental de la Cordillera Central. A favor de esta reparticion cualitativa tambien habla el hecho de que la cantidad de platino disminuye desde la serrania central de la Cordillera Occidental hacia el pié Oeste de la Cordillera Central. En efecto se tienen algunos aluviones platiníferos en la Cordillera Occidental al Oeste de la serrania central y tambien en el lado del Cauca. En cambio no hay platino o no se conoce en la faja de rocas ultrabásicas del pie Oeste de la Cordillera Central. Al Oeste de la serrania central desde luego se

puede suponer una disminucion semejante de la riqueza platinífera, ya que se trata del ala del subgeosinclinal occidental que linda con la masa continental submarina del Pacífico. Esta determinacion por analogia se comprueba hasta cierto punto con la ausencia de platino que pudiera provenir de las rocas de la Cordillera de la Costa, pero en el terreno intermedio, formado por la hoyandina del Pacífico y la serrania occidental de la Cordillera Occidental, el cretáceo se halla mas o menos encubierto y con respecto a la hoyandina del Pacífico es de advertir que el cretáceo parece ser esencialmente sedimentario, o sea que no contiene o es escaso en rocas ultrabásicas. En cambio juzgamos que podria ser interesante la investigacion de la serrania occidental de la Cordillera Occidental desde la region de Quibdó hasta el rio Sucio porque en ella pueden presentarse las rocas ultrabásicas con platino.

Lo dicho demuestra que la cantidad de platino que tienen las rocas ultrabásicas disminuye desde el interior del subgeosinclinal occidental hacia los bordes, siendo necesario para este efecto tener en cuenta que durante el cretáceo la Cordillera Occidental todavia no se hallaba preformada, al menos de manera especial, sino que correspondia al interior del subgeosinclinal occidental. Desde luego el mismo subgeosinclinal occidental se levantaba desde el Occidente de Colombia hacia el Occidente del Perú, o sea en direccion a la masa interandina Suramericana. Conforme a este levantamiento y a la extincion del magmatismo ultrabásico hacia el Occidente del Perú, se tiene que la seccion de la Cordillera Occidental (y el resto del lado occidental de los Andes) que corresponde al Perú y a la parte central y meridional del Ecuador no es platinífera, en contraposicion a la seccion norecuatoriana-colombiana que es platinífera, sobre todo en la faja de la serrania central de la Cordillera Occidental. En esta faja, segun hemos dicho, la seccion merdional que abarca desde el Norte del Ecuador hasta la region al Sur de Istmina es menos platinífera que la seccion septenrional que se percibe desde la region al Sur de Istmina hasta Urabá y que es la mas alejada de la masa interandina

suramericana. Por lo tanto, la reparticion del platino dentro del interior del subgeosinclinal occidental disminuye hacia la costa meridional, o sea desde la zona de mas gruesa sedimentacion hacia la zona de extincion de los sedimentos cretáceos. Es en el fondo la misma causa que implica la disminucion del platino desde el interior del subgeosinclinal occidental hacia el subgeoanticlinal central, esdecir hacia la Cordillera Central. - Desde luego es de suponer que la disminucion del platino y el probable aumento de ultrabasicidad de las rocas desde el corde oriental del subgeosinclinal occidental hacia el interior y desde el Perú hacia Colombia no se verifique con toda la regularidad del caso, sino que tenga intermitencias. Esto puede respaldarse con la observacion de que la faja platinífera de la serrania central y sus secciones no son continuamente platiníferas sino lo son intermitentemente. Ya que a rasgos generales la reparticion del platino y de la roca ultrabásica se explica por la forma tectónica, es de suponer que tambien la reparticion intermitente en menor escala tenga el mismo motivo. Para este efecto es necesario conocer las particularidades tectónicas que caracterizan actualmente la Cordillera Occidental, siendo de advertir que ellas son guiadoras con respecto a la reparticion del platino porque han estado levemente preformadas en alguna forma (invertida o real) durante el tiempo del ascenso de las rocas ultrabásicas, preformacion que puede relacionarse en parte con los paroxismos intercretáceos.

Segun se ha dicho en la parte orográfica y en la parte tectónica, la Cordillera Occidental se divide hoy dia en cinco elementos longitudinnales, tres de los cuales son anticlinales complejos o sea serranias y dos sinclinales complejos, o sea valandinos. Esta subdivision refleja en menor escala la subdivision del orógeno andino (tres anticlinales en forma de cordilleras y dos sinclinales en forma de hoyandinas) y es igual a la de la Cordillera Oriental (tres serranias y dos valandinos). Debido a que los plegamientos no son axialmente sostenidos sino que ascienden y descienden y los movimientos axiales se compensan isostáticamente, ellos cambian de forma. La expresion de esta transformacion se halla explicada en el principio de la construccion or-

gánica que se ha discutido en el Anexo. Como este principio se repite de mayor a menor escala y está sujeto a múltiples modificaciones, se comprende que hay que desenredar la forma fundamental de enmedio de una tectónica en apariencias confusa. Ademas es necesario comprender que la expresion de la forma fundamental depende del grado de intensidad tectónica a que ha estado sometida en el transcurso de su evolucion.

En la seccion colombiana y en la ecuatoriana de la Cordillera Occidental, la subdivision longitudinal como tambien su modificacion por influencia del principio orgánico no se presenta tan claramente a la vista como en la seccion colombo-venezolana de la Cordillera Oriental porque ella ha sido fuertemente contraida, es decir ha estado sometida a un tectonismo muy intenso. Por esta razon los elementos (subromales) longitudinales se han asemejado entre sí y las ondulaciones no se presentan en forma destacada. Sinembargo hay una zona de la Cordillera Occidental en que la contraccion ha sido menos fuerte y en que se reconoce fácilmente la subdivision longitudinal y la modificacion que ella sufre segun el principio orgánico. Esta zona es la transicion o virgacion de Urabá-Bolivar, la que media entre el nudo de Frontino y la cuenca al parecer imperfecta del Sarien. Ella refleja en principio la transicion Colombiana de los Andes que media entre el nudo Ecuatoriano y la cuenca Caribe, y tambien las transiciones Boyacense y Nortesantandereana que median entre el nudo Santandereano y las cuencas respectivas de Bogotá y de Maracaibo de la Cordillera Oriental. Sienembargo, la transicion de Urabá-Bolivar ofrece algunos rasgos particulares. Así la serrania oriental que va representada en la transicion por el lomo bajo de Sincelejo, es geológicamente baja y su cumbre geológica ha sido trasladada mas al Occidente de lo que marca la cumbre orográfica. Esto se debe evidentemente a que la Cordillera Central ofrece a la misma latitud una depresion muy fuerte que es la depresion del Sanco (entre nudos Antioqueño y de Santa Marta) la cual alcanza a dar relieve geológico bajo al lomo de Sincelejo y que en cambio influye en levantar el nivel geológico del Valandino oriental, representado en la transicion de Urabá-Bolivar

por la planada que acompaña el Sinú.-La serrania occidental por su parte sufre una depresion fuerte en el trayecto comprendido entre el curso inferior del rio Sucio y Sautatá y que solo lleva como elevacion la Loma del Cuchillo,formada de dioritas.Esta depresion es semejante a la que sufre la serrania oriental de la Cordillera Oriental en San Cristóbal(Táchira;Venezuela) y en Barquisimeto.Alla se compensa con el levantamiento de la hoyandina del Pacífico en el divorcio Tuyrá-Atrato,levantamiento que se califica de serrania del Darien y que no es otra cosa sino un eslabon entre la Cordillera de la Costa y el flanco occidental de la Cordillera Occidental que sigue hacia Panamá.-En cambio,la serrania central,respresentada en la transicion de Urabá-Bolivar por la serrania de Abibe muestra un desarrollo muy regular.Los estudios verificados en Urabá demuestran que ella desciende geológicamente en direccion al Caribe y al mismo tiempo se amplia.En la parte septentrional de la serrania,el descenso va caracterizado por el hundimiento geológico del terreno interior de la serrania y el levantamiento geológico de sus flancos,cosa que tambien se observa con respecto al descenso de la serrania central desde Boyacá hacia la cuenca de Bogotá y desde el Norte de Santander hacia la cuenca de Maracaibo.-Segun se ha explicado en la parte tectónica,la serrania central asciende desde la virgacion de Urabá-Bolivar hacia el Sur y culmina en el nudo de Frontino que se halla formado en la parte alta por sedimentos mesozóicos,sobre todo de los de la serie del Cagua y del piso del Espinal.Al perseguir en este trayecto los valandinos occidental(del Leon) y oriental(del Sinú) que se desarrollan de lado y lado de la serrania central,se observa que el valandino occidental que en Urabá es mas profundo que el oriental, se manifiesta orográficamente bien por los rios Chaquenodá y Amparradó y por el trayecto S-N del rio Sucio que sigue al Norte del Amparradó,y se destaca geológicamente por la conservacion del terciario en la zona de estos rios,segun se desprende de los estudios verificados en el Sur de Urabá y por E. White Uribe en la region del Chaque-

nodá.-En el valandino oriental que ocupa un nivel geológico mas alto, y que no es tan definido como el valandino occidental,la conservacion del terciario parece ser escasa y solo se tiene conocimiento de su presencia en la region de Cañas Gordas(coleccion de rocas de Behr-Meider).Tambien la expresion orográfica es menos típica que en la seccion correspondiente de la serrania occidental y se deduce de los rios que bajan entre Frontino y Cañas Gordas y del curso alto del rio Penderisco,donde A.White Uribe ha constatado la presencia de sedimentos terciarios con carbon.Estos datos sobre los valandinos occidental y oriental permiten reconocer el desarrollo de las serranias central,occidental y oriental en el trayecto del nudo de Frontino y demuestran que los elementos longitudinales no se desvanecen del todo en ese nudo.-Por la presencia del terciario y por su delimitacion hacia el Occidente en forma de una serrania de rocas dioríticas que determinó E. White U. y que corresponde a la serrania Occidental,el valandino occidental se percibe hacia el Sur por los rios Nendó,Arquia Norte y Neguá hacia Quibdó,donde comienzana confundirse este elemento y la serrania occidental en la hoyandina del Pacífico.El valandino oriental se reconoce en este trayecto en la region de Cármen del Atrato,situada en las cabeceras de este rio,donde no solo se hallan probables resíduos del terciario inferior,sino tambien las vertientes del Atrato tienen marcada direccion N-S.Al Sur de las cabeceras del Atrato,el valandino oriental se reconoce por las hoyadas del rio Garrapatas,del curso alto del rio Calima y del rio Micay,pero la identificacion geológica,salvo que se encontraran depósitos del terciario,resulta difícil,como lo demuestra el perfil de Buenaventura a Cali.En todo caso,el desarrollo que indican los trayectos de los rios,permiten reconocer en principio el desarrollo del valandino oriental y con esto el desarrollo de la serrania oriental y de la serrania central.Esta última necesariamente tiene que coincidir con el flanco occidental de la Cordillera Occidental porque

desde la latitud de Quibdó al Sur la serrania occidental y el valandino occidental han sido absorbidos por la hoyandina del Pacífico.Ya se ha dicho que este fenómeno de reduccion hacia el nudo Ecuatoriano tambien se presenta en el lado exterior de la Cordillera Oriental, la cual por fin se desvanece mas o menos completamente.De esta manera resulta que la serrania del Sagua es un trayecto de la serrania central de la Cordillera Occidental y que en su lado occidental se hallen aluviones de platino.Se comprende que su desarrollo hacia el Sur y el Norte no será regular,sino que mostrará multiples modificaciones por razones de isostasia,por influencia de plegamientos de orientacion distinta a la general(p.e. rio Micay) y por las variaciones a que está sometido el principio de la construccion orgánica.Sinembargo el platino de esta seccion de la Cordillera Occidental es un índice muy claro de que la serrania occidental central sigue persistiendo hacia el Sur porque los aluviones platiníferos solo se derivan de ella,hasta llegar al Norte del Ecuador.

Al determinar las regionesplatiníferas de la Cordillera Occidental se observa que los aluviones que contienen el platino provienen,cuando son ricos o relativamente ricos, de la serrania central,observacion que valesobre todo para la seccion comprendida entre Istmina y Urabá.En especial parece que es sobre todo el flanco occidental de la citada serrania el que contiene la roca platinífera.Esto tambien se observa en Urabá,region que hemos tenido ocasion de estudiar de cerca.En el trayecto de la serrania de Abibe(que representa en el Norte la serrania central),comprendido entre el rio Amparradó,el platino de aluvion y la roca madre ultrabásica del platino solo se hanencontrado en el flanco occidental(Pungo,Juradó, Mutatá-Pedó-Tasidó),mientras en el flanco oriental no se han encontrado rocas ultrabásicas en el trayecto estudiado desde Tucurá hasta el curso medio del rio Verde del Sinú,ni se conocen de ahí aluviones de platino.Ademas,las muestras de rocas ultrabásicas que ha coleccionado E. White U. en la Cordillera Occidental,procedentes de la quebrada Pomanes(rio Curazamba-Sebaramá y rio Nemió) proceden junto con los aluviones platiníferos del flanco W de la serrania

central.En el mismo flanco se hallan los aluviones platiníferos que Stutzer refiere del lado occidental de la angostura del Sagua ya que la serrania del mismo nombre representa un trayecto de la serrania central.En igual posicion se hallan los aluviones del rio Jolí que se pueden considerar los mas importantes en la zona del Micay y lo propio debe valer con respecto a las cabeceras de los aluviones platiníferos de la region de Barbacoas y del sistema fluvial del Cayapas en el Norte del Ecuador que deben mstar provenir de yacimientos del flanco occidental de la Cordillera Occidental.

Estos datos indican que en la faja de la serrania central,el flanco occidental es el mas importante en cuanto a los yacimientos primarios del platino,cuya relacion con rocas ultrabásicas se distingue en la serrania de Sibibe,en la quebrada Romanes y en el rio Mendó.Esta particularidad de la reparticion del platino y de su roca madre evidencia que durante el cretáceo medio o superior cuando tuvo lugar el ascenso de las rocas ultrabásicas,la serrania central y su flanco occidental deben haber correspondido a una estructura que favreció dicho ascenso.Como guia para definir esta cuestion puede servir la faja intermitente de rocas ultrabásicas que se desarrolla en el pié Oeste de la Cordillera Occidental y que se conoce desde Antioquia hasta Nariño.

En cuanto a la relacion que tiene la reparticion del platino con la tectónica actual,llama la atencion que la seccion rica en platino,comprendida entre Istmina y Urabá se halla en aquella parte de la Cordillera Occidental en que esta está constituida por los cinco miembros longitudinales y frente a la cual la Cordillera de la Costa es geológicamente alta.Entre Istmina y el rio Cayapas donde la riqueza platinífera es secundaria y la Cordillera Occidental tiene rumbo SW,solo se conservan las serranias central y oriental y el valandino oriental,y la Cordillera de la Costa ofrece una depresion.Tambien llama la atencion que en el borde oriental de esta seccion no se presenten o no se conserven rocas ultrabásicas,las cuales en cambio se presentan de Vijes al Norte.-De interés práctico parecen ser tambien los vértices de las secciones septentrional y

meridional platiníferas de la Cordillera Occidental.En efecto el vértice de la region de Istmina parece representar la zona mas rica en platino que tiene la Cordillera Occidental.En el vértice del rio Cayapas(Ecuador) donde el rumbo general de la Cordillera Occidental cambia de NS-W a mas o menos N-S se halla la última zona platinífera en direccion Sur.-En relacion con las particularidades tectónicas que ofrecen los vértices y que deben ser interesantes con respecto a la reparticion del platino,se advierte que ahí se forman depresiones y cuencas con plegamientos ondulosos,compensadas por levantamientos de los flancos.El vértice de Istmina parece que implica la depresion del flanco occidental de la Cordillera Occidental y su levantamiento fuerte en la region del nudo de Anserma Nuevo.

La mayor riqueza platinífera de la region de Istmina puede relacionarse ademas con la posicion que ocupa con respecto al nudo de Frontino.Ella se halla en una parte alejada de dicho nudo y la disminucion de la riqueza platinífera de la serrania central en direccion Norte,o sea hacia la parte alta del nudo de Frontino puede indicar que,por preformacion de dicho nudo en el tiempo de ascenso de la roca platinífera,las condiciones genéticas del platino desmejoraban.Como consecuencia de esta relacion seria de esperar que en Urabá,o sea en la parte septentrional,alejada de la parte alta del nudo de Frontino,la riqueza platinífera volviera a mejorar.La comprobacion por ahora no se puede hacer porque no se ha prestado atencion a esta zona platinífera.Ademas hay el incovveniente de que las rocas cretáceas se encubren al Norte del Guapá con gruesos sedimentos terciarios.

Finalmente se llama la atencion hacia la observacion de Kellner,segun la cual los aluviones platiníferos parecen provenir, entre las latitudes del Arquia y del Sipí,de determinados cerros que se hallan sobre la faja de la serrania central, a saber los cerros Muñeco,Copon,Iré y Torré.Lo propio parece suceder en Urabá,

donde los aluviones platiníferos del Mutatá y del Pedó se relacionan con rocas ultrabásicas que se hallan en el borde de la culminacion de la serrania de Tibe, ubicada en la cabeceras del rio Murrambai. Los aluviones platiníferos de la quebrada Uñiga, afluente Norte del Juradó pueden provenir del cerro de la misma serrania que se halla hacia las cabeceras del Guapá.-El caracter tectónico de estos cerros que parecen hallarse en los bordes de zonas geológicamente altas, merece atencion al estudiar la roca madre del platino en el terreno.

Otra indicacion de Kellner que puede ser de mucha importancia práctica se refiere a que un enriquecimiento del platino se presenta en aquellos lugares donde los filones de diorita atraviesan los grupos de las peridotitas y de los gabros. Esta opinion puede respaldarse con la mineralizacion de las rocas ultrabásicas que se observa en La Vetica, al SE de Quilichao. Parece tratarse ahí de una zona de enriquecimiento con cobre nativo y minerales de niquel, cobalto y oro en que por cierto no se observan filones tonalíticos, pero estos se hallan inmediatamente al Sur y al Este de La Vetica.

En cuanto a los demas minerales típicos que se presentan en las rocas ultrabásicas, conviene mencionar los de niquel, cromo, cobre nativo y oro. Estos se hallan reunidos en un porcientaje muy bajo y en forma de precipitacion magmática, posiblemente enriquecida posteriormente por la influencia de las rocas tonalíticas, en la mina mencionada de La Vetica, segun análisis que se ha practicado en los Estados Unidos. La zona de enriquecimiento parece corresponder a una faja de varios metros de ancho, orientada de E a W que no se distingue bien del resto de las rocas ultrabásicas y que lleva una orientacion similar a las vetas de pirita aurífera que se hallan en la parte Sur del Munchique. La explotacion por ahora no tiene importancia porque el porcientaje de mineral no sube de uno hasta uno y medio porciento y porque la mineralizacion no se extiende sobre una superficie grande. Las inves igaciones hechas al Sur de La Vetica indican que

que tambien ahí se presentan zonas en que la roca ultrabásica contiene cobre nativo. Hacia el Norte, las rocas en cuestion se hallan muy encubiertas, pero alcanzan a asomar en una faja angosta al W de la mina de Vilachí y se caracterizan por un color rojizo. Al hacer cateo en este lugar habrá que bajar algunos metros a la profundidad para encontrar la roca relativamente fresca ya que en la superficie está muy serpentinizada.

En relacion con la presentacion de cobre nativo en las rocas ultrabásicas se pone de presente que A. White U. encontró en el rio Amparradó aluviones platiníferos entreverados con cobre nativo. Esta asociacion de metales en los aluviones indica que deben provenir de una roca ultrabásica. Las pepas de cobre nativo pesan ahí hasta 20 libras y tienen una ley de 835 milésimos. - El cobre nativo de esta procedencia probablemente ha servido como metal para los aborígenes del Occidente de Colombia en cuyas tumbas son frecuentes los objetos de cobre (Quindío).

Entre los demas minerales de las rocas ultrabásicas es menester mencionar los de niquel (carbonato) de la region de Vijes, referido por Stutzer. Las costras del mineral, decantadas probablemente por la via hidrotermal, se presentan sobre todo en el curso alto de la quebrada del Cangrejo, al Sur de Vijes. Si bien se trata de cantidades insignificantes, la presencia del niquel en las rocas ultrabásicas de Vijes como tambien en las de La Vetica, indica que el mineral puede hallarse muy esparcido en las citadas rocas, pero probablemente no en forma de veta sino en forma de precipitacion magmática, tal como el platino y el cobre nativo, y posiblemente el cobalto (La Vet-ica).

Los yacimientos de cromita no se han podido reconocer, pero este mineral parece existir en cantidades apreciables en la Cordillera Occidental, segun muestras que hemos observado.

El asbesto se encuentra en la Cordillera Occidental, así por ejemplo en el kilómetro 54 de la carretera de Cali al mar (crisotila) y se halla en franjitas de tamaño variable en la parte Sur de La Llanada, donde se trata de un asbesto que en parte es de fibra larga.

Muestras de jadeita-roca talcosa que Rosse refiere de Antioquia, las ha recoleccionado el señor Noé Potes(Tuluá) en la Cordillera Occidental.

Otros minerales y materias utilizables que son típicos para las rocas ultrabásicas y que se extienden mas o menos a las rocas básicas,lo mismo que los minerales entemencionados,no se han encontrado, pero se llama la atencion hacia la posible existencia de magnesita, apatita,de minerales de cobalto y de hierro y de diamantes que son peculiares en las rocas ultrabásicas.

En resúmen,los minerales de las rocas ultrabásicos que ocurren en el Occidente de Colombia son:el platino y los metales de platino (osmio,iridio,paladio,etc),el cobre nativo,el oro que no está relacionado con piritas o sulfuros,minerales de cromo,niquel y cobalto, el asbesto y,como roca utilizable,la jadeita.Hasta ahora solo son comercialmente aprovechables los aluviones de platino y posiblemente la cromita y el asbesto.Los yacimientos primarios no se conocen sino rudimentariamente porque los minerales metálicos citados no ocurren en vetas sino en forma de precipitacion magmática,enriquecida al parecer en la cercania de intrusiones del terciario.Estos yacimientos de precipitacion magmática forman un contraste con los yacimientos minerales del grupo tonalítico que se presentan sulfurosos y principalmente en vetas,aun cuando tambien forman impregnaciones en la roca encajante y al parecer tambien preciptaciones magmáticas.

Esta reseña demuestra la importancia que tiene para el minero el conocimiento de las rocas ultrabásicas,de los minerales que le son peculiares y de la manera de presentarse en ellas la mineralizacion. Instruyéndolo acerca de estas particularidades,los cateos que haga tendran una orientacion definida y le ahorraran tiempo e inversiones. Sobre la base de la evolucion y de la reparticion sistemática de las rocas ultrabásicas,el geólogo podrá circunscribir mas detenidamente las zonas mineralizadas de interés práctico y concretar mejor el terreno que sea de interés para los cateos del minero,como lo demuestra el caso de la determinacion de la roca platinífera de mejores

perspectivas en el flanco occidental de la serrania central de la Cordillera Occidental, entre Astmina y Urabá.

C.-Minerales de hierro y de manganeso.

Para el desenwolvimiento futuro de los departamentos del Valle y del Cauca seran de importancia decisiva los yacimientos de minerales de hierro, base de la industria siderúrgica. Durante nuestra exploracion no ha sido posible visitar los yacimientos de hierro, relacionados con rocas eruptivas, que se refieren de la Cordillera Central al Este de Guacarí y del rio Las Ovejas en la cercania de Jelima. Ellos pueden ser mas importantes que el de La Vetica que describimos a continuacion.

El yacimiento de hematita de La Vetica se halla al Sur del sitio de la Vetica y asoma en la confluencia de la quebrada Chupadero con la quebrada Limpia y otra vez a unos 80 m abajo de la confluencia. En el afloramiento de la confluencia asoma un banco conglomerácco, densamente hematitizado, que tiene mas de 3 m de grueso y que se percibe en las quebradas Limpia y Chupadero, poco antes de su confluencia. La concentracion de mineral en este afloramiento que evidentemente corresponde a un conglomerado basal del piso del Cauca al cual se superponen al Este arcillas y arcillas carbonáceas, es menor que en el afloramiento que sigue 80 m abajo de la confluencia. Ahí se distingue un banco de hematita que tiene 4 m de grueso y cuya concentracion media es de 40% Fe y aun mas. Este banco va superpuesto por sedimentos del piso del Cauca cruzado por filones daciticos y yace sobre serpentina, es decir sobre rocas ultrabásicas. Ambos afloramientos se restringen a las quebradas y por este motivo no se sabe si se trata de bancos contínuos y no se pueden hacer cálculos de cantidades disponibles. La situacion hacia Quilichao no es desfavorable, pero debe tenerse en cuenta que en la region los yacimientos de carbon que pudieran dar el coke para la elaboracion del mineral son escasos. El orígen de estos yacimientos puede relacionarse con

la acumulacion de mineral de hierro en la base del piso del Cauca por descomposicion de las rocas ultrabásicas. Sinembargo es posible tambien que se trate de la influencia de dacitas.

Al piso del Cauca ofrece regionalmente cantidades grandes de concreciones de limonita que provienen sobre todo del conjuntode Los Confites. Las concreciones alcanzan a tener un peso hasta de 10 kilos y mas, pero la cantidad disponible, por ejemplo entre el caserio de Los Confites y San Antonio y en la planada del Playon, solo puede considerarse suficiente para una ferreria.

El mineral de manganeso, segun se dijo, se halla relacionado con las intrusiones de dacita y andesita del tipo tonalítico. En la region de La Chapa donde las manifestaciones son frecuentes no se han encontrado silos de este mineral, sino mas bien impregnaciones del carbon y de la arcilla carbonácea que por este motivo han adquirido aspecto grafítico. En la planada del Playon se trata de silos de mineral de manganeso que acompañanlos mantos de carbon y que tienen un espesor de 40 hasta 60 cms. Uno de los afloramientos se halla en el lado W de la planada del Playon, antes de ascender en direccion al Mazan y en direccion a Pinde. Otro afloramiento se presenta en la Laguna y en él se descubre un silo de 0,60 m. La persistencia de estos silos no se ha podido establecer y, en relacion con el orígen eruptivo, hay que suponer que la magnitud sea variable. Estos yacimientos del Playon merecen atencion porque pueden tener importancia en el futuro en relacion con la industria siderúrgica.

Una veta de mineral de manganeso que parece estar acompañado de mineral de antimonio y que puede relacionarse con una intrusion de las andesitas neotercíarias, se halla en el lugar de las Tres Chorreras, en la parte oriental de la region de La Yunga (al W de Popayan). El ancho medio de la veta es de 1,5 m, pero contiene lentes de cuarzo. En direccion NE del afloramiento, la veta que se presenta en posicion erguida parece extinguirse, pero se refiere que ella vuelve a presentarse otra vez a orillas del rio Cauca y en la prolongacion del rumbo del trayecto de Las Tres Chorreras. Por lo tanto se puede

considerar que se trate de una veta sostenida,desarrollada en lentes. La investigacion detenida de este yacimiento es de interés porque su magnitud parece favorable y porque se halla en la cercania de Popayan.

D.-Fuentes salinas y fuentes termales.

Las fuentes salinas con yodo son una característica geológica de la Cordillera Central y posiblemente tambien de la Cordillera Occidental. Ellas se conocen de ambos flancos de la Cordillera Central desde el departamento de Antioquia hasta el departamento de Nariño y se presentan al parecer siempre en o en la cercania de intrusiones eruptivas que cruzan los sedimentos metamórficos y aun los sedimentos inalterados del piso del Cauca. La cantidad de agua que vierten es generalmente escasa y a nuestro juicio no llega a pasar de 2 a 3 litros por segundo. La presentacion de estas fuentes en intrusiones granodioríticas y tonalíticas asimismo que su contenido en yodo,ajeno a las fuentes saladas y a los yacimientos de sal del cretáceo de la Cordillera Oriental han dado lugar a suponer que se trate de fuentes juveniles relacionadas con rocas eruptivas. Esta suposicion se puede respaldar con el hecho de que la única fuente de agua salada yodífera que se presenta en la Cordillera Oriental,asciende en la region del Astillero,al NNW de Cúcuta,de rocas metamórficas cruzadas por granitos. Una descripcion detallada de estas fuentes de la Cordillera Central se halla en el compendio de los estudios de Boussingault(traduccion de J. Acosta) quien da el resultado del análisis de varias de ellas,, y quien ademas hace investigaciones de gran interés sobre otras materias primas del Occidente de Colombia,como por ejemplo sobre el aprovechamiento de las piritas auríferas.

Los lugares en que hemos visto las fuentes saladas yodíferas son las siguientes: Salado de Ceilan,al SSW de Cevilla,donde las rocas tonalíticas rompen el piso del Cauca; Salado de La Vaila,al SSE de Corinto,donde las rocas del tipo tonalítico y granodiorítico

atraviesan el grupo de Barragan,el salado de Chiliglo situado en al lado W del volcan de Puracé donde las fuentes saladas se presentan en el piso de Popayan y son termales,los salados de Anenga que no alcanzamos a estudiar de cerca(al NW de Pitayó) y el salado de Aviruma,situado en el rio Paez,al Este de Belalcazar,donde el asenso se verifica por la masa granodiorftica del rio Paez.

El beneficio de estas fuentes saladas que son de importancia para el abasto regional y que ademas tienen importancia para el abasto con sal yodada/ de las regiones en que los habitantes estan afectados por el coto(véase Boussingault) tropieza con el inconveniente de la escasez de leña en la cercania de las salinas.Para economizar este combustible,único de que se dispone,conviene saturar al agua salada en "enramadas",llamadas en aleman Gradierwerke,es decir en edicios rellenados de ramas de árboles sobre las cuales se hace escurrir el agua salada.

En relacion con la reparticion de las fuentes de agua salada y de los yacimientos de sal que se observa en Colombia,conviene tener presente los siguientes rasgos sistemáticos.En el Vorland Oriental, o sea en los Llanos Orientales,se presentan los yacimientos de sal del cretáceo y posiblemente tambien del terciario,segun se infiere de yacimientos del terciario que hay en la parte peruana del Vorland Oriental(Steinmann).Los yacimientos de sal cretácea se presentan tambien en la Cordillera Oriental,pero solo hasta el interior y sobre todo entre Cundinamarca y Boyacá.En el lado occidental de la Cordillera Oriental no parece haber yacimientos de sal, sino unicamente fuentes saladas.En la Cordillera Central y posiblemente en la Cordillera Occidental,tampoco parece haber yacimientos de sal y las fuentes saladas son yodfferas y se relacionan con intrusiones eruptivas.-La ausencia de yacimientos cretáceos de sal en el Occidente de Colombia se explica de que probablemente el subgeosinclinal occidental ha estado ligado directamente con el Pacífico, en contraposicion al subgeosinclinal oriental(seccion colombiana) que parece haber estado separado temporalmente del área marina general y que ofrece un caracter de islas,y de cuencas sedimentarias.

Debido a la importancia que tienen las fuentes termales para un pais como Colombia que está situado bajo el trópico y que necesita de este recurso para vitalizar su poblacion, la descripcion se hizo apa... en el informe sobre la region de Chiligio, el cual se refiere a los termales del lado occidental del Puracé y a los que se hallan en el curso alto del rio Vinagre. Estos termales del Puracé son los mas importantes de los departamentos del Valle y del Cauca y se subdividen en los de caracter ácido(ácido sulfúrico y muriático) del rio Vinagre y en los hidrosulfúricos y salobres de la region de Chiligio(Coconuco). Su orígen como en general el de los demas termales de la Cordillera Central se relaciona con los actuales volcanes activos y apagados que carga esa cordillera, en contraposicion a los termales que hay en la Cordillera Oriental que en su mayoria se relacionan con yacimientos de petróleo del cretáceo y se hallan al pié de cúpulas. Fuera de los termales que rodean el Puracé solo hemos encontrado una fuente de agua hidrosulfurosa/apenas tibia que asoma a orillas del rio San Pedro(o Quilichao), arriba del caserio de San Pedro(Cauca). En la hoyandina del Cauca y en la Cordillera Occidental no hubo ocasion de observar termales.

E.-Aguas potables y de regadio.

La region del plano del Valle y sus bordes ofrecen un clima seco, ademas grandes extensiones en que el suelo(piso del Valle, piso de Popayan, piso de Combia) es permeable y permite la infiltracion de las aguas que bajan de las cordilleras, y con frecuencia hay quebradas que pasan por el suelo descompuesto del piso de Baldequera, o por el piso del Cauca, el de Combia y el de Popayan cuya agua es gruesa/o lechosa, lo mismo que la de las vertientes que nacen en las rocas citadas. Esto tambien vale hasta cierto punto con respecto al altiplano de Popayan cuyo clima es mas húmedo que el del plano del Valle. En cambio los rios y los riachuelos que bajan de las rocas cristalinas y metamórficas de la Cordillera Central, excepto el rio Tuluá que

lleva en suspenso gran cantidad de materia de esquistos grafíticos y el rio Cauca en su curso alto que todavia es ácido en Popayan debido a la concentracion relativamente grande que tiene su afluente,el rio Vinagre,ofrecen un agua muy pura y su caudal no disminuye excesivamente en las épocas de sequia porque hacia el curso alto se conserva la selva.Entre ellos hay rios,como el Pance que baja del macizo tonalítico de los Farallones,el rio San Pedro o Quilichao y el rio Frio que tienen aguasde una pureza extraordinaria hasta donde salen de las cordilleras.La importancia que tienen estas aguas para los habitantes de tierra templada y caliente solo la saben apreciar ellos en toda su extension y no puede sorprender que ellos estimen sobremanera un agua pura.En nuestro concepto seria una medida muy conveniente para el futuro desarrollo de Cali,hacer de la hoya hidrográfica alta del rio Pance,compuesta de un terreno muy accidentado, una reserva de aguas que al mismo tiempo seria una reserva forestal. Lo propio se puede decir con respecto al curso alto del rio San Pedro o Quilichao que es fuente de abasto para la ciudad de Quilichao.

Para subsanar la escasez de agua en las regiones que se citaron arriba se dispone de las fuentes del subsuelo y del caudal de los rios.En general se puede decir que las fuentes del subsuelo pueden ser suficientes para el abasto de la poblacion y solucionar en parte el problema del agua de regadio.Los caudales de los rios, represándolos en puntos adecuados,en cambio pueden solucionar ámpliamente el problema del regadio,sobre todo en el plano del Valle.Se entiende que en ambos casos se trata de proyectos mas o menos costosos que no se podran resolver sino paulatinamente y que hay problemas,como la permeabilidad del subsuelo inmediato del plano del Valle ,que dificultan la aplicacion del regadio.

El agua subterránea se puede obtener primeramente del piso del Valle,o sea de la formacion que constituye el subsuelo inmediato del plano del Valle.La porosidad de los estratos(salvo a orillas del rio Cauca) implica probablemente que el agua filtre a profundidades

apreciables(hasta el fondo del piso del Valle) y no tenga presion artesiana hasta cerca del talveg del rio Cauca. Por lo tanto,al hacer perforaciones a agua por el suelo cascajoso,hay que instalar bombeo, ya sea con motores o con molinos de viento. La cantidad de agua que de esta manera se puede extraer solo alcanza para el consumo domestico y para el brebaje del ganado. En las cercanias de las poblaciones no conviene usar este agua para el consumo humano debido al peligro de contaminacion.

En cuanto al piso de Popayan que escasamente tiene interés para el abasto de algunos sitios del altiplano de Popayan,el agua subterránea debe tener corriente desde la Cordillera Central hacia la proximidad de la Cordillera Occidental,de acuerdo con la inclinacion general de los estratos. Esto se comprueba al observar la corriente del agua subterránea en el altiplano del Quindío;en efecto las aguas que infiltran durante los tiempos de lluvia en el borde de la Cordillera Central llegan en las épocas de sequia a la region occidental del altiplano,como lo demuestra el ascenso del nivel del agua por ejemplo en los aljibes de La Tebaida(Caldas),ascenso que se verifica en verano. Debido a que las capas del piso de Popayan han sido cortadas profundamente por la erosion de los rios,no se puede esperar presion artesiana.

En cambio es posible obtener agua arteeiana en condiciones favorables del piso de Combia,especialmente entre Zarzal y Cartago,region que es seca,siendo de advertir que la poblacion de Zarzal se surte de agua de algunos aljibes y del rio Cauca. Las espectativas de poder obtener cantidades de agua relativamente grandes del piso de Combia se fundan primeramente en que el piso consta de sedimentos arcillosos que alternan con sedimentos arenosos y cascajosos muy permeables. Ademas el piso de Combia se halla medianamente plegado,de manera que el agua debe acumularse bajo presion artesiana en los sinclinales y sobre todo en las artesas,tanto mas cuanto que la erosion ha destruido en los anticlinales y en las ondulaciones altas gran parte del piso de Combia,favoreciendo así la infiltracion. El lugar mas adecuado para iniciar perforaciones a agua artesiana se halla al

al Este de Zarzal en un plano que tiene algunas lagunas en tiempo de lluvias y donde pasa un sinclinal muy ámplio y suave, transformado en este trayecto en una probable artesa. El sinclinal traspasa hacia el Occidente a un anticlinal cuyo eje debe pasar algo al Oeste de la poblacion de Zarzal. En este anticlinal, debido a que es de nivel bajo, tambien hay espectativas de encontrar agua artesiana, pero en condiciones menos favorables que en el sinclinal. - Otros lugares favorables se hallan en el camino a Cartago, pero se necesita un estudio especial para determinar los puntos de perforacion. Debido a que en las demas partes la zona acuífera del piso de Combia se halla cubierta por el plano del Valle, la determinacion de puntos de perforacion a agua se sustrae a la apreciacion geológica. Lo mismo vale con respecto al piso del Cauca que tambien reune buenas condiciones de almacenamiento de agua debido a que contiene areniscas permeables. En las zonas donde este piso aflora, como principalmente en el semiplano del Carbon, aparte de que los plegamientos son estrechos, no hay mayor interés en obtener agua artesiana porque hay fuentes y quebradas en suficiente cantidad.

Para el embalse de rios y quebradas existen buenas condiciones en el semiplano del Carbon, desde el cual se puede verificar el regadio de una gran extension del plano del Valle. Las condiciones favorables consisten en que los rios y quebradas forman angosturas en el paso por los niveles de arenisca y de cascajos con intercalacion de arcillas y en que los estratos se hallan erguidos, circunstancias que favorecen la construccion de muros de contencion. Un lugar favorable al respecto seria el rio Lile en la angostura que se halla al Sur de las minas Los Possos. Sinembargo se inundaria una valiosa zona carbonífera y por este motivo no se podrá pensar en un embalse en ese lugar. Buenas condiciones de embalse lo ofrece en cambio el rio Claro en la angostura donde pasan los cascajos de Cinta de Piedra y el rio Guachinte en la angostura que se halla al Oeste de las minas de La Fragua. El rio Timba tiene vegas mas o menos anchas en el paso por el semiplano del Carbon y por este motivo la construccion de una presa

exigiria inversiones de mucha consideracion.-Entre Cali y Anserma Nuevo,el terreno del pié de la Cordillera Occidental no es tan favorable para la construccion de embalses,primeramente porque hay que contar con el agrietamiento que han sufrido las rocas básicas y ultrabásicas,y/con ademas el sosten relativamente débil que ofrecen los sedimentos esquistosos y lidíticos del piso del Espinal y de la serie del Pagua.En segundo lugar,debido al caracter litológico uniforme que ofrecen los sedimentos mesozóicos pocas veces se forman angosturas estrechas con hoyas ámplias por detras.Sinembargo hay algunos lugares donde se pueden establecer embalses medianos,como por ejemplo en la angostura de la quebrada San Marcos,al W del cruce de la carretera que va de Cali a Vijes.En lo demas se puede contar con terrenos de embalse en la cumbre de la Cordillera Occidental,sobre todo en lugares como La Llanada,situada al Oeste de Bolivar(Valle).-En el lado de la Cordillera Central,el encajonamiento de los rios y las crecientes a veces violentas(rio Desbaratado) dificultan la construccion de embalses,pero la importancia que estos tienen no solo para el regadio del plano del Valle y del altiplano de Popayan sino tambien para regularizar el caudal de aguas y de esta manera amortiguar las inundaciones del rio Cauca en la seccion del plano del Valle,obliga a prestar atencion a la localizacion de sitios de embalse para obras del futuro mas lejano,por ejemplo a sitios en que se presentan las cuarcitas del grupo de Barragan.Para el futuro próximo será útil el estudio de las grandes planadas onduladas que se hallan en la cumbre de la Cordillera Central,favorables para la construccion de grandes presas que pueden servir para aumentar el caudal disponible para el regadio en el curso de los rios que atraviesan el plano del Valle.La utilidad de las presas en los páramos tambien se va reconociendo en la Cordillera Oriental,segun se puede ver en el embalse que ha hecho la Compañia de Samacá en el páramo del Rabanal,al Sur de Samacá.-En la seccion del altiplano de Popayan donde existen condiciones favorables para derivar canales de regadio desde los lugares de salida de los rios de la Cordillera Central,el terreno se presta tambien para la construccion de embalses

menores,especialmente en el curso de los quebradas que han profundizado su lecho poco en relacion con la superficie del altiplano,pero es necesario experimentar primero con presas de ensayo si la capa vegetal y gredosa que cubre los bordes de las quebradas en que asoman las capas mas o menos porosas del piso de Popayan,garantiza una impermeabilizacion satisfactoria.

El valor que tendran estas obras en el futuro resalta al tener presente que,a excepcion de las orillas del rio Cauca y de los terrenos donde desembocan los rios mayores al Cauca,los terrenos del plano del Valle que hoy dia no se pueden estimar sino como ganaderos debido en parte a la sequia relativa del clima y en otra parte a la permeabilidad de los cascajos del piso del Valle,se podran convertir en terrenos agrícolas,como lo demuestra el caso de la hacienda de La Manuelita,al Norte de Palmira.Ademas hay que contar con el hecho de que la destruccion progresiva de la selva en las cordilleras disminuirá el caudal disponible para el regadio que llevan los rios en tiempos de sequia y aumentará las crecientes en tiempos de lluvias.Al tiempo de servir las presas para regularizar el caudal para el regadío,ellas/tambien deben servir para regular por consiguiente las crecientes.En esta relacion conviene llamar la atencion hacia la importancia que tiene la conservacion de la selva en las orillas y cabeceras de los rios y de las quebradas,y en las pendientes fuertes del terreno de las montañas.Colombia es un pais andino en que las condiciones de clima y de morfologia son excepcionalmente favorables para la agricultura intensa en todas las zonas climatéricas, des la cálida hasta la fria,pero la devastacion de la selva puede destruir este valor en la misma forma como se ha destruido en los paises circunmediterráneos y puede convertir gran parte del pais en zonas tan estériles como lo son las zonas andinas comprendidas entre el Perú y el centro de Chile y entre gran parte de Méjico y los Estados Unidos.

F.- Tierras Agrícolas.

La apreciacion de las tierras o suelos agrícolas es un asunto complejo porque su valor depende no solo de las condiciones químicas y físicas de las rócas de que provienen,y de las condiciones de humedad y de sequia a que estan sometidas,sino tambien de otros factores,como la morfologia del terreno,la altura sobre el nivel del mar y la temperatura ambiente.Pero de especial importancia son las condiciones de las rocas y las de humedad y sequia.Entre estas,las últimas sin duda tienen prevalencia porque implican las condiciones de la vegetacion que determinan en gran parte el suelo agrícola,las de permeabilidad e impermeabilidad del suelo y tambien su conservacion.En efecto se hace la observacion de que pocas veces es posible determinar inmediatamente la calidad de suelos de clases de suelos que provienen de distintas rocas cuando el clima es muy húmedo.Así en las partes húmedas de la Cordillera Central no se reconoce una diferencia muy palpable entre los suelos provenientes de las rocas volcánicas del cretáceo y los de los esquistos metamórficos.Ellos en conjunto ofrecen un suelo superior al suelo que proviene de las formaciones ñésicas y en término medio algo inferior al suelo que resulta de las tobas andesíticas neoterciarias hasta pleistocenas.-En las regiones húmedas de la Cordillera Occidental tampoco hay una diferencia muy señalada entre los suelos que provienen de las formaciones mecosícas,constituidas en parte de rocas volcánicas y en parte de esquistos arcillosos,lustrosos hasta filíticos.Solo con respecto al piso del Pacífico(piso de Combia) se reconoce un contraste fuerte en la region de Buenaventura porque los suelos que provienen de él son ácidos debido a la descomposicion de la materia pirítica que contienen y a la falta de cal que pudiera neutralizar el ácido y formar yeso.-Si se observan los suelos de las distintas formaciones que se hallan en los bordes secos del plano del Valle,no se establece alguna diferencia notoria de productividad entre ellos.Con

tan poco productivos los suelos del piso del Cauca en el semiplano del Carbon,como los de la serie de Caldequera y los de las rocas tonalíticas que se extienden de Cali hacia Bolivar(Valle) y al Norte de Palmira,y como los del piso de Combia que se presentan entre Buga y Cartago.--En general se puede decir que bajo determinadas condiciones iguales de humedad o de sequia,la calidad de los suelos proveniente de las distintas rocas tiende a igualarse y que la diferencia entre humedad y sequia determina principalmente las condiciones de fertilidad de los suelos que provienen de las rocas.Esta influencia se pone especialmente bien de manifiesto si se observa la calidad de los suelos tobáceos en regiones de distintas condiciones de humedad y sequia.Los suelos formados de estas tobas son originalmente porosos,es decir son abarcables para las plantas hasta gran profundidad,ademas las tobas tienen gran magnitud y en estas condiciones ofrecen en exceso las sustancias nutritivas para la vegetacion.Esta clase de suelos desde luego es improductiva en los terrenos áridos,como se puede ver en los Llanos del Tolima y en la region de Honda,pero en donde las condiciones del agua subterránea son favorables,como por ejemplo en la region de Espinal(Tolima),el suelo es altamente productivo.Esto se debe a que una vez la sequía del clima ha conservado la porosidad del suelo y por otro aspecto la circulacion escasa y lenta de las aguas ha disgregado las tobas en tal forma que sirven de suelo vegetal de gran magnitud.Lo propio demuestra que el riego convierte estos suelos en tierras agrícolas de primera calidad y la prueba sobre el ejemplo se tiene en los suelos de la misma índole que se hallan en el altiplano del Quindio y en la region de Calaguala-Paletará(al SW del Puracé),regiones sometidas a un clima húmedo en que la selva original ha conservado la porosidad del suelo y ha formado una capa vegetal comun gruesa. La fertilidad de estas regiones se conoce sobre todo del altiplano del Quindio,pero resalta de igual manera en el clima frio de Calaguala y Paletará.Muy distintas son las condiciones del suelo de la misma proveniencia que se presenta vastamente en el altiplano de

Popayan. El clima ahí es semihúmedo y la vegetacion original que se ha desarrollado bajo estas condiciones consta de matorrales. El efecto del clima y de su vegetacion sobre el suelo ~~xxxxxx~~ de tobas andesíticas consiste en que este se haya vuelto una masa compacta y gredosa que tiene generalmente mas de 2 m de espesor y que no permita a las plantas profundizar sus raices. Estas viven de una capa vegetal turbosa de un espesor medio de 40 a 50 cms formada principalmente de vegetacion anterior y de poco valor nutritivo, la cual solo sepresta para el cultivo de pasto natural, pero no para la agricultura. Por lo visto un suelo de igual procedencia y de igual composicion que es notablemente fértil en clima húmedo de las zonas templadas y frias y latentemente fértil en clima seco, se vuelve notablemente pobre cuando el clima es semihúmedo.- Para mejorar las condiciones de productividad del suelo de tobas andesíticas del altiplano de Popayan, las medidas estan indicadas por las condiciones que ofrece el mismo suelo en los climas secos y en los húmedos. Ellas consisten primeramente en conseguir que la capa gredosa que contiene las sustancias nutritivas en cantidad suficiente se vuelva porosa para que pueda penetrar el aire y para que pueda bacterizarse y ser así un suelo productivo para la agricultura. Esto se puede conseguir arando paulatinamente el suelo a mayor profundidad y regándolo con cal viva en proporcion no menor de unas 5 toneladas por hectárea. Para este fin se necesita disponer de cal barata, para lo cual puedan servir los yacimientos de cal de Los Cerrillos y de la quebrada Las Cuevitas, pero como la cantidad disponible ahí no es muy grande y como las calizas cristalinas de la faja de Pitayó-Cuengüé estan situadas ~~desfavorablemente~~, convendrá recurrir a la cal de Vijes en el caso de que se pueda disponer de fletes bajos en el ferrocarril y de que se hagan en Vijes hornos de combustion económica de la cal.

La influencia notable que, a pesar de las condiciones de humedad favorables, tiene la constitucion física sobre los suelos de procedencia andesítica se puede reconocer en la region de la poblacion de Puracé y en el páramo de San Francisco que se halla al Este de la

citada poblacion. Ahí no hay propiamente tobas volcánicas, sino los estratos del subsuelo se componen de aglomerados y de derrames andesíticos. El clima es húmedo, aunque menos que en el lado de Calaguala y de Caletará. Debido a que las andesitas se hallan en estado mas o menos compacto, las plantas y la influencia atmosférica no ha podido transformarlas en suelo vegetal y las plantas se nutren principalmente en la region de la poblacion de Puracé de una capa vegetal turbosa, la cual aprovechan cuidadosamente los indígenas para el cultivo de papas. En cambio se observa que en las faldas bruscas de los rios, como en la falda del rio San Francisco cerca de la poblacion de Puracé, la fertilidad en las mismas condiciones de roca es notablemente superior y esto se debe principalmente a que ahí escurren las aguas, cargadas de sustancias descompuestas de las andesitas. Lo propio produce la mayor fertilidad que ofrecen en el altiplano de Popayan los bordes de los rios y los "guaicos", o sean las hondonadas donde nacen las quebradas del altiplano.

Un estudio especial merecen los suelos agrícolas del plano del Valle ya que el plano del Valle es la base del desenvolvimiento de una parte muy extensa y probablemente la mas importante del Occidente de Colombia. Ellos provienen casi todos del piso del Valle, formacion pleistocena que es producto de la acumulacion del detrito de las rocas que constituyen los terrenos adyacentes de las cordilleras y de los promontorios, aumentada regionalmente por cenizas volcánicas que produjeron los actuales centros volcánicos en el tiempo de la deposicion del piso del Valle, y posteriormente. Las zonas feraces de esta clase de suelos se hallan a lo largo del talveg del rio Cauca y en el curso bajo de sus afluentes, donde aumentan por la decantacion del lodo en el tiempo de las crecientes. Los suelos provienen ahí del limo de los rios, el cual parece ser especialmente fértil en la region de La Bolsa y Puerto Tejada, probablemente por efecto de la caliza en solucion o en suspenso que traen los rios desde la region de Pitayó-Coconuco. En las demas partes del plano del Valle, el piso del Valle se compone esencialmente de capas porosas, entre arenosas y conglomeráceas y ademas el nivel

a que se halla ahí la superficie del plano del Valle con respecto al nivel del agua subterránea es desfavorable. Por este motivo el ambiente es sano, pero no se ha podido desintegrar el material del piso del Valle a formar una capa vegetal gruesa y buena. La capa vegetal existente ofrece un suelo de regular calidad cuyo espesor es reducido, generalmente de unos 30 a 50 cms. y que se distingue por un color pardo claro hasta pardo oscuro, formado bajo el influjo del clima semiseco hasta seco que reina en el plano del Valle. Este suelo que es poroso no se presta bien para los cultivos agrícolas en contraposicion a los suelos de limo que acompañan el Cauca, pero permite el desarrollo de pastos naturales y artificiales para los fines de la ganaderia. Para aumentar la productividad de esta clase de suelos es necesario sobre todo el regadio cuyas fuentes principales son el caudal de los rios y los embalses que se puedan hacer en el futuro. El rendimiento en general no será tan bueno como en la region de la hacienda de La Manuelita porque en ella la capa vegetal adquiere un grueso considerable, pero se debe tener presente que con la ayuda del riego las plantas de cultivo podran profundizar sus raices a los estratos arenosos y cascajosos del subsuelo donde encuentrah sustancias nutritivas en cantidad regular, sobre todo cuando los estratos contienen una proporcion apreciable de tobas, como sucede hacia la region de Cartago.

En cuanto a los suelos poco productivos o improductivos que constituyen los bordes secos del plano del Valle, será difícil covertirlos en suelos agrícolas de buena calidad, sobre todo los gredosos pardos y rojos que provienen de las diabasas y de las rocas tonalíticas, y los arenosos y cascajosos que se hallan en las zonas correspondientes del piso del Cauca y del piso de Cinta de Piedra. Ellos podrian utilizarse para la replantacion de bosques, siempre que se pudiera aplicar el regadio.

Finalmente conviene llamar la atencion hacia la presencia en el fondo del suelo vegetal de una capa delgada, pero impermeable com-

COPIA 1

Geología Valle y Cauca
Fragmentos del Terciario

Geología del Valle y Cauca
Ejemplar incompleto

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 pe 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 Nº 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 horizente se halla conservado en Pasc Malo(lado W del curso bajo del rio Sucio)

La subdivision del piso de Cinta de Piedra sinembargo puede conceptuarse en la siguiente forma:

c) Conjunto superior, conglomerádceo.

b) Conjunto Medio, arcilloso (con ripios y areniscas), yesífera o carbonáceo.

a) Conjunto inferior, conglomerádceo, en veces secundariamente carbonáceo.

Esta subdivision 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 seccion antioqueña de la hoyandina del Cauca el piso de Antioquia (Formacion Carbonífera de Antioquia, o Terciario Carbonífero de Antioquia) y en la seccion huilense-tolimense cundinamarquesa de la hoyandina del Magdalena el piso de Gualanday (véase cuadro estratigráfico general). Ademas se observa la misma subdivision 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 tambien tiene afinidad por concepto de calidad de los cascajos y de mantos irregulares de carbon. Ademas 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 erosion 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 (eutectónico)	ORIENTE ANDINO DE COLOMBIA (hemitectónico)
NEO-TERCIARIO	4)Grupo andesítico, secundariamente basáltico y dacítico. Actúa con gran intensidad. La actividad comienza alrededor del mioceno medio, culmina alrededor del plioceno y se apaga hacia la actualidad. Es el magmatismo intermediario de la fase geoanticlinal.	4)Grupo andesítico. Actúa con poca intensidad en la seccion tolimense-huilense de la Cordillera Central y de la hoyondina del Magdalena. Muy ocasional en la Cordillera Oriental (Tunja-Sogamoso).
"MESO-TERCIARIO"	3)Grupo en general tonalítico, representado por las "porfiritas dioríticas" (dacitas y andesitas) de Bergt y relacionado con dioritas cuarzosas y dioritas. Actividad intensa en el Occidente Andino de Colombia, sobre todo hacia los departamentos del Cauca y del Valle. Se manifiesta en la transicion del terciario inferior al terciario medio, pero puede comenzar hacia el final del cretáceo.	3)El grupo tonalítico no parece tener equivalentes en el Oriente Andino de Colombia, excepto hacia el borde Norte del nudo Ecuatoriano (Huila).
CRE-TACEO	2)Grupo de intrusivas mas o menos básicas y de intrusivas ultrabásicas (dioritas oscuras en parte, gabros, peridotitas, frecuentemente metamórficas hasta muy metamórficas). 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 transicion del cretáceo al terciario. - Se trata del magmatismo en general offítico de la última etapa de la fase geosinclinal. En la Cordillera de la Costa, este grupo debe estar representado por gabros (Gorgona, Cupica).	2)Grupo de granodioritas, consideradas como cretáceas. Intensa actividad intrusiva en el lado de la Cordillera Central y en la hoyandina del Magdalena. ?Apomagmatismo en la Cordillera Oriental; segun mineralizacion 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 eoterciario que reposa en concordancia con el senoniano, y en segundo lugar porque las áreas volcánicas y granodioríticas del cretáceo se corresponden muy bien.
	1)Grupo granítico del nudo Antioqueño. ?néisico en region Buracé. Considerado neopaleozóico hasta comesozóico.	1)Grupo granítico del nudo Santandereano. Se juzga equivalente del grupo granítico del nudo Antioqueño.

La determinacion 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.Ademas hay grupos,como el tonalítico y el andesítico que tienen en parte rocas muy semejantes,las cuales no se dejan agrupar siempre con precision.Tambien la variabilidad cualitativa de ciertos grupos,como el tonalítico y el de intrusivas básicas hasta ultrabásicas,dificulta la identificacion 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 determinacion de las rocas intrusivas sinembargo 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 arcáicas(region al Norte de Sopetran),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 guia para la apreciacion de las rocas intrusivas tambien 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 formacion volcánica de la serie de Valdequera,o como en la transicion 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 dela parte baja del terciario medio.-Ademas puede ser valiosa la relacion que debe existir entre el ascenso de rocas intrusivas y el volcanismo subsiguiente.Así ju zgamos factible que la actividad intrusiva del cretáceo precede directamente los períodos volcánicos,entre los cuales los principales son el del hauteriviano-barremiano,el

del albiano-cenomaniano y el del senoniano. Las condiciones de la masa granodiorítica en el rio Paez, compuesta de tipos de granito y de diorita, y tambien la presencia de dos niveles volcánicos en esta parte, indican que los centros magmáticos suelen permanecer los mismos en dos períodos eruptivos distintos. Tambien parece que el volcanismo del terciario medio pueda preceder la actividad intrusiva de las tonalitas que tuvo lugar en la transicion del terciario inferior al terciario medio. La intrusion del grupo andesítico que hoy dia no se reconoce todavia bien porque la erosion no ha llegado a descubrir las rocas plutónicas del grupo, precede evidentemente el volcanismo intenso del tiempo de Popayan.

En relacion con la intensidad del magmatismo como funcion de la intensidad tectónica, se observa de manera general que durante el cretáceo, el magmatismo, a juzgar por el volcanismo, ha sido mucho mas intenso en el terreno eutectónico del lado Oeste de la Cordillera Central que en el terreno hemitectónico del lado oriental dela 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 atencion hacia esta discrepancia porque puede ser de importancia para futuros estudios.

En lo demas conviene llamar la atencion hacia el hecho de que las rocas intrusivas cretáceas son en término medio mucho mas básicas en todo el Occidente de Colombia que las del Oriente Andino del pais. 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 rio Mazamorras,la relacion de los neises con el mesozóico 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 graffticas y comunes que indican que tambien en esta zona pueda tratarse de intrusivas cretáceas.

Lo dicho evidencia que los neises graníticos que se presentan entre el Nevado del Huila y la region del volcan de Puracé pueden considerarse mas bien como granodioritas metamórficas y que no asoma en esta zona de la Cordillera Central el granito del tipo de los rudos santandereano y Antioqueño.

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

2)Grupo deintrusivas mas 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 transicion del cretáceo al terciario o,coincidir eventualmente con la edad del grupo tonalítico.

Las rocas que consideramos decididamente cretáceas son primeramente 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 mas o menos frecuentes las intrusivas mas 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 rios Desbaratado y Güengüé acusan la presencia de tipos granodioríticos en el curso alto de estos rios.Los rodados demuestran que la roca ha sido transformada en gran parte en neis o ha sido esquistosada. Este metamorfismo que afectaria 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 magmática en la transicion del hauteriviano al barremiano,en la transicion 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 diferenciacion magmática entre el terreno que queda al Este de la Cordillera Central y el terreno de 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 estan representadas por gabros,pero en partes quizá tambien por peridotitas(segun derrame picrítico en el lado W de la isla Gorgona).Esta diferenciacion 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 corresponderia 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 tambien a la preformacion de la Cordillera Central en calidad del subgeoanticlinal central(véase perfiles evolutivos del cuadro estratigráfico general).

Segun se ha dicho al principio de este párrafo,se ha separado del grupo decididamente cretáceo,un subgrupo que puede corresponder a la transicion 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 A. Scheibe describe del borde de la Cordillera Occidental al SW de Andes,pueden ser una diferenciacion de las

tonalitas(Bergt),segun pudiera colegirse de la relacion que tiene el granito de Amagá con dioritas tonalíticas de Antioquia,pero el hecho de que los filones tonalíticos atraviesan el terciario inferior,mientras el granito del tipo Amagá no muestra zonas donde se pudiera determinar esta intrusion,nos induce por ahora a separar el grupo granítico de Amagá y colocarlo en la transicion del cretáceo al terciario.La edad mas reciente que tiene el granito tipo Amagá con respecto a las picritas se deduce de su presentacion inalterada y del aspecto joven que muestra en Antioquia,lo cual contrasta con la transformacion que han sufrido ahí las peridotitas.Iguales particularidades físicas ofreceel granito de la faja de San Pedro,el cual sobreyace un nivel arcilloso con yeso que se halla debajo del conjunto inferior conglomerádico del piso de Combia y que juzgamos que pertenezca todavia al terciario medio.El granito no afecta este conjunto.La extension en que se presenta el granito de la faja de San Pedro es considerable y se ha determinado entre la quebrada del Ahorcado,al SE de Tuluá y la region de San Isidro al Este de Buga, siendo probable que continúe todavia de San Isidro al Sur hasta donde se hunde la faja del piso de Combia hacia el rio Sonso.Al Este,el granito se halla al contacto con dioritas oscuras que pueden ser mas antíguas,poniendo de presente que la relacion entre ambos no se ha podido establecer todavia.-En esta relacion se mencionan tambien 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 boqueron de Amaime hacia Potrerillos (region al Este de Palmira)y ademas se determinan en un afloramiento pequeño en el semiplano de La Iberia,al avanzar del caserio de La Iberia hacia Andalucia.Estas dioritas con caracter porfíritico y notablemente granulosas(hornblendas,feldeppatos vidriosos)seguramente son mas 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 Caldequera al avanzar de Yumbo hacia la region de Media Canoa(al W deBuga).

3)Grupo Tonalítico,con actividad principal en la transicion 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 Nariño.

Como las porfiritas que describe Bergt son rocas que atraviesan y acostumbran cornubianizar con bastante intensidad el terciario inferior,ellas equivalen en parte a dacitas y en parte a andesitas.Ademas,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 caracter tonalítico.A estas se refiere Stutzer al describir la roca de La Teta que en gran parte presenta caracter mas bien dioríticocuarzoso 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 caracter de diorita y diorita cuarzosa, son el cerro de La Teta,situado al SSW de Buenos Aires,el cerro de Caravelí y su prolongacion hacia Paso Bobo al Sur de Suarez y probablemente el presunto nudo de los Farallones de Cali(determinacion segun rodados,que hay en el rio Pance).Ademas es posible que existan centros de esta índole en el cerro de La Chapa(sobre todo en el cerro del Garrapatero) y en la region 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 tambien la serie de Caldequera. 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 volviendose 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 Caldequera, Guabito y Chipayá no contienen cuarzo y son ricos en hornblendas(agujas). Tambien 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 Caldequera 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 antígua. 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 commumente como dacitas o andesitas. Solo la gran faja es diorítica 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 tratade una diorita gris verdosa clara, afectada por fallas longitudinales fuertes en que

la roca presenta caracteres néisicos(ex-cantera de La Centella).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 cuarzosas.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 Farallones 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 Y 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 frecuancia 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 Amaime.En la region del Munchique de Quilichao,la dacitas y sus vetas son muy abundantes y atraviesan la serie de Saldequera y en parte tambien el terciarioinferior.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 Popayan, 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 travesia 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 estan 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 rio 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 caracter tonalítico que en su concepto son preterciarias. Sinembargo por la relacion entre dacitas y dioritas tonalíticas que se observa en los centros de los departamentos del Valle, esta separacion 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 region del Munchique de Tambo (Cauca) y tambien en el borde occidental del altiplano de Popayan (Mojibío, al Sur de Rosario) donde se trata principalmente de andesitas de agujas, de color claro. Con respecto a la region de Piendamó que se halla en un bajo geológico llama la atencion la presencia de ablos de andesita oscura en la parte baja del piso del Cauca, pero mas al Norte, en el curso medio-bajo de la quebrada Hatillo tambien 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 rio Cauca. En esta zona llama la atencion 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 region 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 region de Gaubito, al Oeste de Jamundí. La última manifestacion de esta índole se observa

en el rio Ance,al Oeste de los afloramientos de carbon del lado Norte del rio. La roca intrusiva no asoma en esta parte,pero se manifiesta por la cormubianizacion de los sedimentos.- Stutzer refiere dacitas de la region de Vijes.Al Norte de este lugar,la identificacion se hace todavia difícil porque se relacionan con rocas diferenciadas que representan la prolongacion NE,deshilachada de la faja que va de la region de Bitaco hacia el alto de Media Canoa.

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,segun se deduce con toda claridad de las condiciones que existen en La Teta,al Sur de Suarez y seguramente en Los Farallones de Cali,se puede suponer desde luego que tambien las dioritas y dioritas cuarzosas tengan la misma edad. Si bien en La Teta,esta relacion está clara,merece tenerse en cuenta que el ascenso del magma tonalítico puede haber comenzado ya antes,posiblemente desde la transicion del cretáceo al terciario.Un lugar bueno para definir esta cuestion se halla en Paso Bobo,al Sur de Suarez,sobre el lado derecho del rio 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 cantera 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 tambien puede referirse a las tonalitas y dioritas cotercianias que Grosse describe de Antioquia,donde no es tan fácil establecer las relaciones de edad.

En relacion con la posicion tectónica que ocupan las rocas tonalíticas se observa que ellas se agrupan hacia la transicion 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 manifiestanen 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 (seccion huilense), pero en lo demas no parecen manifestarse en todo el Oriente de Colombia, como tampoco en en el Vorland Occidental.

La presentacion de las rocas tonalíticas en el Occidente Andino es ademas interesante porque ascienden en un tiempo de avanzada preformacion de esta zona del pais cuando en el Oriente Andino la preformacion de la actual configuracion aun era rudimentaria, y no se manifiesta ahí actividad magmática. En esta relacion llama la atencion el hecho de que mientras el magmatismo 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 magmatismo mas o menos 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 magmatismo 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(subdivision 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 medio 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 orogenos y ténue en los cratogenos). A traves de los ciclos evolutivos aumenta desde la fase geosinclinal hacia la fase geoanticlinal. De acuerdo con estas particularidades de la intensidad tectónica varia la expresion del tectonismo normal en los relieves terrestres.

5) La reparticion 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. Ademas hay que advertir que, en comparacion 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 tambien las ondulaciones se forman a base de los movimientos axiales de los miembros de un sistema de (5)plegamientos, segun un principio de combinacion que se ha llamado principio de construccion orgánica. La forma regular de este principio es múltiplemente variable segun el grado de intensidad tectónica. Tambien este principio se deja perseguir de mayor a menor escala.

7) A base del principio de la construccion orgánica y teniendo en cuenta las modificaciones por influencia del grado de intensidad general y especial, se reconoce el orden geométrico, expresado por la simetria y la semejanza tectónicas. Este orden tambien vale con respecto a los sistemas de plegamientos.

8) La evolucion sistemática de las formas se reconoce a base de la ubicacion de las masas terrestres en relacion con las áreas sedimentarias y de la acentuacion(sumacion y en parte)de la intensidad del tectonismo a traves de un ciclo.

9) La reparticion 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 determinacion de dicha reparticion se facilita por el concepto del orden tectónico y de su evolucion. Esta es la finalidad práctica(económica)que se deriva de la tectónica sistemática.

Para no estorbar el texto, los puntos de vista sobre el tectonismo se han excluído del él 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. Más de las tres cuartas partes de los levantamientos geográficos y geológicos y el desarrollo íntegro de los gráficos del Texto son 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 en 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 (desde el Perú cretáceo) hacia el interior de Colombia (terciario inferior) y hacia la parte central septentrional del país (terciario medio). Los pantanos que se presentan desde el cretáceo en el subgeosinclinal occidental producen hacia el final del cretáceo la preformación insular 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 pié W de la Cordillera Occidental. La sedimentación del terciario inferior, en este reciente, se concentra hacia la cuenca que hemos llamado de Peñol-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 Peñol-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 lacustre 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 raiz de los movimientos orogénicos del terciario se presenta un nuevo ciclo magmático en el Occidente Andino de Colombia. Este se inicia en la transicion del cretáceo al terciario con un plutonismo ácido (granítico), el cual sigue luego un plutonismo e hipoabisalismo (filones de rocas eruptivas) que se reconoce hasta el traspaso del terciario inferior al terciario medio y que se puede caracterizar de tonalítico. En el terciario superior, la fase del ciclo se presenta intermediaria (andesítica), con caracteres sobresalientes de volcanismo y además de hipoabisalismo. 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 mineralizacion 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 diferenciacion gravitativa es de suponer que ella sea mucho mas especializada que en el cretáceo cuando se cuenta con grandes estructuras sencillas.Sinembargo la influencia general tambien se nota en relacion 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 mas o menos ácido en el Perú,intermediario en Colombia y básico en Panamá y en el Pacífico(Galápagos).-En lo demas interesa la extincion del magmatismo hacia la actualidad,relacionada con la rigidizacion de los Andes y el decaimiento de la intensidad tectónica desde el terciario superior hacia la actualidad.Dicha extincion va acompañada de una restriccion típica que se manifiesta por el volcanismo actual.En la seccion colombiana de los Andes este se reduce ~~xx~~ a 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 todavia 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 extension va siendo siempre mas inactiva a la medida que se avanza hacia la Argentina(véase cuadro 1 del Anexo).

Al presentar el informe a la consideracion del lector,es necesario advertir que la solucion y la conexion de los problemas hubo que resolverlas en un espacio de tiempo relativamente corto y que por lo mismo no se han podido obviar defectos,como la explanacion demasiado ámplia de la parte tectónica y tambien de la parte orográfica.

Bogotá,Junio de 1934

Geólogo

Ingeniero Topógrafo

LITERATURA.

(Las obras subrayadas no 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.Bauer,F.P.-NW Amazonien.-Brünn,1919

3)Beck,Alfred.-Geology and Oil Resources of Colombia.The Coastal Plain.-Economic Geology.1921.16.

4)Bergt,W.Beitraege zur Petrographie der Sierra Nevada de Santa Marta u. der Sierra de Perijá.-Wien 1888.

5)Bergt,W.-Die älteren 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 jodiferes des Andes. Ann. de Chimie et Physique.T. 54,1833.

7)Boussingault,J. B.-Considérations sur les eaux termales des Cordilleres.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)Bueg,G.-Die Golderzlagerstaetten und die Zukunft des Golderzbaus des Siebenbuergischen Erzgebirges.Resumen 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. 1925

12)Gregory, .-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-Caquetá.Bol. de Minas y Petróleo.Bogotá.T.IV.Nº23 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.-Beitraege 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 Petrolífera 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.-Caloguala y Paletará.-1932.Archivo id.

22)Hubach,E.-Chiligio.1932.Archivo id.

23)Karsten,H.-Géologie de l'ancienne Colombie Bolivarienne.-Berlin 1886

24)Katzer,Fr.-Grundzuege 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)Knech,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,H.-Beitraege zur Petrographie des Gebietes am oberen Magdalena.Tschermak's mineralog. u.petrogr. Mitt. Bd.XXX,1911.

31)Lleras Codazzi,A.-Notas mineralógicas y petrográficas.Bogota.Publicaciones del Museo Nacional.1925.
32)Liddle,R.A.-Geology of Venezuela.-Fort Worth,Texas.1927.
33)Niggli,P.-Versuch einer natuerlichen Klassifikation der im weiteren Sinne magmatischen ~~Lagerstaetten~~ Erzlagerstaetten. Abh. z. prakt. Geologie u. Bergw.-G. Berg.Halle.-Bd. 1.1925.
34)Ospina,T.-Reseña sobre la geologia de Colombia y especialmente del antiguo departamento de Antioquia.Medellin 1911.
35)Pereira Gamba,F.-Riqueza mineral de la república de Colombia.-Bogota 1901.
36)Beitrag zur Kenntnis der Kohlen der kolumbiansichen Ostkordillere. Mitt. der Geol. Landesanstalt.Preussen.Heft 6, Berlin 1928.-Traducido al castellano por E. Hubach en:Compilacion de los estudios geológicos oficiales en Colombia.1917-1933.Bogotá 1934,Tomo II,por publicar.-Dirigido por J. Perry.
37) Rintisch,W.- Beitraege zur Kenntnis der Golderzlagerstaetten Kolumbiens. Die Golderzgaenge von Recreo.-Abhandlungen zur prakt. Geologie.Bd. 16.1928.W. Knapp.Halle.-Traducido al castellano por E. Hubach en:Compilacion,etc.(véase Nº 36).Tomo I.1934(publicado)
38)Scheibe R.-Documentos de la Comision Cientifica Nacional,Nº 1,2 y 3, remitidos en Compilacion...(véase Nº 37).Los documentos Nº 3 se refieren a Antioquia.
39)Schreiter,R.-Ueber erz- u. gesteinsmikroskopische Untersuchungen an kupferhaltigem,serpentinisierten Pyroxenit von Vetica bei Santander(Cauca-Tal)in Kolumbien.-Bajo el titulo general:Stutzer,O.-Beitraege zur Geologie u. Mineralogie von Kolumbien.-Neues Jahrbuch fuer Mineralogie,etc.BB LVIII.1928.Abt.A. Traducido al castellano por E. Hubach en Compilacion...etc 1934.Tomo 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 Chicamatals in Nordperú u. seine Anthrazitlagerstaetten.
42)Stappenbeck,R.-Ueber Transgressionen u. Regressionen des Meeres u. Gebirgsbildung in Suedamerika.-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. Benilla Plata:Estudios geológicos en la region del rio Magdalena.Bogotá 1928.
46)Stutzer,O.-Beitraege zur Geologie u. Mineralogie von Kolumbien.
1)Ueber Spuren einer diluvialen Vereisung im Gebirge bei Bogotá.Neues Jahrbuch,etc.BB LV.Abt.B 1926,pgs.518....
2)Geologische Beobachtungen u. Gedenken 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)Beitraege zur Geologie des Cauca-Patiagrabens. N. Jahrb.,etc.BB.LVII.Abt.B.1927.pgs 114....
5)Beitraege 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.Tomo 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.-Boletin de Minas y Petróleo.Bogotá.T.IV,Nº 21 a 22.

48)Willis,B.-Index to the Stratigraphy 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

Reparticion 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 Faldequera..... 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 carbón.

Introducción.....pág. 1

Primera Parte
Rasgos de la orografía. Nociones orográfico-tectónicas..... 8
Subdivisión orográfica general y nomenclatura. 10
Caracteres orográficos de los Deptos. del Valle y del Cauca
Relación general..... 19
Descripción especial...
a) Cumbre y flanco W de 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 Deptos del Valle y del Cauca, a base de la orografía 44

Segunda Parte
Rasgos de la Estratigrafía
Puntos de vista estratigráficos.. 48
?Arcáico y ?Precambrico 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..... 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 prototipos de las rocas intrusivas del Oriente y del Occidente Andinos de Colombia..... 193
I. Grupo granítico neopaleozóico hasta eomesozóico..... 196
II. Grupo de intrusivas cretáceas, sobre todo las mas o menos básicas y las ultrabásicas.. 198
III. Grupo tonalítico, eoterciario 207
IV. Grupo andesítico, neoterciario 215

Tercera Parte 220
Rasgos de la tectónica. 222
A) Elementos lineares..... 223
1) Cordillera de la Costa..... 226
2) Hoyandina del Pacífico..... 229
3) Cordillera Occidental..... 234
4) Hoyandina del Cauca..... 239
5) Cordillera Central..... 242
6) Hoyandina del Magdalena..... 245
7) Cordillera Oriental.....

página

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

Cuarta Parte
Geologia Económica
Indicacion sobre la reparticion sistemática de los minerales..... 301
A. Minerales sedimentarios del Valle y del Cauca..... 306
1)Carbones
a)Turba..... 306
b)Lignita..... 307
c)Carbon..... 310
Condiciones de estudio..... 311
Áreas que ocupa el carbon..... 313
Desarrollo regional y local(facies) del carbon..... 315
El desarrollo antracítico del carbon. 326
Rasgos tectónicos del piso del Cauca y del carbon..... 329
Algunas particularidades de la tectónica especial en el Semiplano del Carbon..... 331
Cálculos sobre existencias de 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 de Golondrinas desde El Pedregal hacia el lado N del rio Arroyohondo..... 357
d)cerro Tres Cruces,hasta. mina de Chipichape..... 358

página

e)Los Chorros-Cañaverale-
jo-Siloé..... 366
f)zona carbonífera al Sur
de Los Chorros hasta la
ribera Norte del rio
Lile..... 375
g)Planta Melendez..... 377
Cómputo de existencias en la
region de Cali..... 378
Cálculo de existencias en la zona del
Semiplano de Carbon entre el rio Lile
y El Playon..... 379
a)Trayecto Lile-Pance..... 380
b)Trayecto rio Pance-
rio Claro..... 384
c)Trayecto rio Claro-rio
Guachinte..... 386
d)Trayecto rio Guachinte-
rio Timba..... 388
e)Trayecto rio Timba-rio
Catoto..... 389
f)Trayecto Suarez-rio Inguitó..... 391
g)Trayecto rio Inguitó-
rio Dinde(Playon-Mangó). 392
h)Trayecto rio Dinde-
Tambo(Cauca)..... 395
Cantidades y particularidades del car-
bon en el Semiplano del Carbon y en la
faja oriental adjunta..... 397
Anotaciones sobre carbon explotable
entre Quilichao y Caloto..... 399
La calidad del carbon del Semiplano del
Carbon..... 400
Importancia especial que tiene la region
carbonífera de Cali.....402
Medidas para el fomento de la mineria
del carbon..... 406
La competencia eventual entre el petróleo
de los Deptos. del Valle y del Cauca y el
carbon de los mismos..... 411

2)Petróleo..... 412
3)Yacimientos de cal..... 418
4)Yeso..... 421

B. Minerales de orígen eruptivo..... 421
Cuadro de relacion entre las rocas eruptivas del
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-
básicas..... 437
C. Minerales de hierro y de manganeso..... 457
D.Fuentes salinas y fuentes termales..... 459
E.Aguas potables y de regadio..... 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-D(La Bucia-San Marcos).1:10 000.
2)Perfil en el sobrecurrimiento transversal al Sur de Vijes (1:1000)
3)Perfil en el afloramiento de cal en Mulalo (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 Lili y sus bordes.Esc. 1:10 000.
2)Por la mina de Los Chorros.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 Cuachinte-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'(Maravelí-Suarez-rio Ovejas). Esc. 1:10 000
2)Perfil de los pormenores del horizonte de Mangó,con carbon antracitificado.-Q. Cabuyal,al Sur de la casa de la hacienda Juan Blanco.
3)Perfil por el horizonte de Mangó,con antracita, 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 ña caliza del horizonte Mangó,en la quebrada Leña,al Norte de la estacion de Suarez

5)Croquis geológico de la region de Morales-Pan de Azucar.-Esc. 1:10 000.Reunido con el croquis Nº 6 en un plano a esc. 1:50 000.
6)Croquis geológico de la region Rosario-Dinde-Playon. Esc. 1:10 000.
Perfiles geol. de los croquis Nº 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 Meson-El Playon-Pan de Azucar-Mangó.Esc. id.
7)Croquis geológico de la region de Popayan-La Tetilla-Rosario Carmelo.Escala 1:10 000.El croquis 7 reunido con los croquis Nº 8 y 9 en un plano a escala 1:50 000, llamado Croquis de la region al Oeste de Popayan.
8)Croquis geológico de la region de Popayan-La Yunga-La Chapa-Rambo.Esc. 1:10 000.
9)Croquis de la region La Chapa-Cabeceras del Micay.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 region de Dolores(C)Escala 1:10 000 y reducido a escala 1:50 000 para los efectos del informe.
1)Perfil tomado del lado Norte del rio Quilcasé,al NE de Dolores.Esc. 1:10 000
2)Perfil A-B-C,a la latitud de Dolores y del cerro del Broncaso.-Esc. id.
3)Perfil D-E,a la latitud de la mina de cal La Ermita.Esc. id.
11)Croquis geológico de la region de xxxxxxx Popayan al Volcan de Puracé.Escala 1:10 000,reunido con el croquis 12 en el:Croquis de la region al NE de Popayan, a escala 1:50 000
12)Croquis geológico de la region 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 region de Santander de Quilichao.Escala 1:10 000(falta la reduccion 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 reduccion para el informe a escala 1: 50 000.
1)Perfil Buga-San Isidro,por el rio 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 reduccion para el informe a escala 1:50 000.
1)Perfil de la quebrada Chambimbal.1:10000
16)Croquis geológico de la quebrada San Pedro.Escala 1:10 000 y reduccion 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 reduccion para el informe a escala 1:50 000.
1)Perfil A-B(Plano del Valle-rio Paila) Esc. 1:10 000
2)Perfil general desde el plano del Valle en la region al N de Bugalagrande por el Semiplano de La Iberia y la hoya de Ceilan hacia la Cord. Central.1:75 000,aprox.

18)Cróquis geológico de la línea férrea Zarzal-Armenia, entre el km 317 y la estacion de Calcedonia. Escala 1:10 000 y reduccion para el informe a escala 1:50 000
1)Perfil por la línea férrea Zarzal-Armenia, entre el km 317 y la estacion de Calcedonia.
19)Croquis geológico de la ruta Cartago-rio de La Vieja. Escala 1:10 000 y reduccion para el informe a esc.1:50000
1)Perfil Cartago-rio La Vieja(interpretacion 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 Eliseondo(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 Ansya 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 14)Siloé
14)Mina Siloé(Sr. Luis Chedé)
Region 15)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)Cruzdas 8 y 9 de Los Chorros.
Region de Guachinte.
20)Mina La Fragua de Guachinte(Las Cañas). Sr. Enrique Bizot.

Estos planos se habian 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 descripcion de las minas.

C.-Planos y perfiles repartidos en el informe.

1)Ensayo de representar las unidades evolutivas generales y especiales del ciclo Andino(mesozóico 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 transicion Colombiana y representados en forma esquemática.
1)Perfil explicativo de los elementos lineares del croquis.
2)Explicacion de la subdivision circular-linear.
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 serrania oriental de la Cordillera Occidental.
4)Perfiles transversales por la seccion de la hoyandina del Cauca que corresponde a los departamentos del Valle y del Cauca. Escala 1:500 000.
a)A 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 segun horizontes típicos y comparadas con otras formaciones cotercierias de Colombia y Venezuela.(Informe,pág.120)
6)Columnas estratigráficas del horizonte Los Chorros y de los horizontes anexos,derivadas de las minas de carbon de la region de Cali y destinadas para mostrar la inestabilidad de los mantos de carbon(página 342 del Informe).
7)Indicaciones para correlacionar la estratigrafia del Mesozóico y del Paleozóico de California(EE.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 Mesozóico en Norte y Suramérica,haciendo referencia especial al cretáceo(pág. 90)
9)Perfil y columna estratigráfica por una zona carbonífera cotercciaria,relativamente complicada,de la Cordillera Oriental,denominada mina del Ruhr,situada al Norte de la Laguna de Tuesca. Esc. 1:10 000.-Sirve para la comparacion 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,mas o menos esquematizado,desde la hoyandina del Cauca por la Cordillera ~~Occidental~~ Central hacia la hoyandina del Magdalena,trazado alrededor de la latitud Morales-Pitayó-Carniceriás.-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 rio 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 rios Timbío y Quilcasé hacia la region de Dolores,observado desde el canto Sur del Altiplano de Popayan en Tambo(C) y complementado segun los levantamientos en la region de Dolores(C).Escala 1:150 000,aprox. (Informe pág.292
14)Perfil del afloramiento de carbon en la ribera izquierda del rio Ponce,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 explotacion abandonada.Depto. del Cauca.(Informe p.323)
16)Perfil del afloramiento de carbon de la angostura del Sastre en la quebrada del Chocho.Piso del Cauca,parte inferior.(Informe, pg. 348)
17)Perfil por la mina Los Chorros.Escala 1: 2500(Informe pg.367)
18)Perfil rio Marilopez-Altamira-San Francisco.Depto. del Cauca. (Informe,pág. 390)
19)Perfil del afloramiento de carbon del horizonte Los Chorros en el lado W del rio Sucio del Tambo,a poca distancia al W del puente Anayes-Las Casitas sobre el rio Sucio(Depto del Cauca).-(Informe,pág. 396).
20)Perfil del afloramiento de carbon 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 Magua,considerado eojurásico 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 barremiano 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 Senoniano. (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 geosinticlinal(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 Mesozóico hasta el fin del plioceno.Relativo 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 orgánica.
2)La presentacion del principio orgánico en Colombia y en el NW de Suramérica.
3)La simetria tectónica de los Andes en América.
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. Kurtz

Geólogo del Depto. de Minas y P.

INTRODUCCION.

El estudio que sigue está destinado a dar a conocer la geologia de los departamentos del Valle y del Cauca, sobre todo en la zona de la hoya del rio Cauca comprendida entre las Cordilleras Central y Occidental y entre Cartago y el altiplano de Popayan, y los nexos que ella tiene con la geologia de otras regiones de Colombia y de los paises 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 tambien 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 evolucion geológica activa, típica para el Occidente de Colombia y para el lado occidental de los Andes, y distinta de la del Oriente del pais y del lado oriental de los Andes que es mas o menos pausada hasta ténue. Ello implica que la geologia del Occidente de Colombia que ofrece una tectónica todavia mas acentuada que el resto del lado occidental de los Andes, sea compleja, llena de problemas intrincados que dan amplio margen a la interpretacion individual. La solucion de estos problemas requiere experimentacion especial sobre la base de estudios muy detenidos y contínuos cuyos resultados deben elaborarse en la region misma para poder revisar los puntos que ofrecen dudas. La conclusion a que hemos llegado nosotros es que en el fondo la geologia 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 descifrar por la condicion 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)Travesia-de ida-por la Cordillera Central,sobre la ruta:

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

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

Sevilla-Bugalagrande-semiplano de Iberia-Tuluá-San Pedro-Buga-San Isidro-Palmira-boqueron del Amaime-Pradera-Corinto-Tacueyó-Claoto-Quilichao-Manchique de Quilichao-La Betica-La Chapa-Ovejas-Caldono.

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

Travesia de Caldono a Morales.-Morales-El Playon-Suarez-Buenos Aires-La Teta-Catoto-Altamira-Timba-Guachinte-Jamundí,Chipeyá,Guabito-rio Pance-region de Cali(3 semanas)-Vijes-Potoco-Bolivar(Valle)-Anserma Nuevo.-Desde Cali se hicieron exploraciones por la carretera y por el ferrocarril hacia la angostura del Dagua;desde Bolivar se estudió la region de La Llanada.
El estudio del borde de la Cordillera Central se complemento luego mediante la exploracion(Anserma Nuevo-)Cartago-cuchilla de Santa Bárbara-Zarzal-La Tebaida-Sevilla.

4)Exploracion del altiplano de Popayan y de la region al Este:

Popayan-Timbio-Dolores. Popayan-poblacion de Puracé-páramo de San Francisco-volcan de Puracé-Coconuco-Paletará-cabeceras del rio Mazamorras de San Agustin. Popayan-La Yunga-Tambo-rio San Juan(cabecera del Micay)-Las Vasitas-Seguengue-Los Anayes.Popayan-La Tetilla-Rosario-puente del Mercadito-Pinde-Playon-Mangó-Carmelo.

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

Popayan-Silvia-Pitayó-páramo de Moras-Mosoco-rio Paez abajo hasta Coetando-Potrerillos-Nátaga-Garniceria-Puente del Colegio-Neiva-Baraya-Dolores(Tolima)-Prado-Santa Rosa-Melgar.

Todas 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 debian abarcar los suscritos,geólogo y topógrafo,no cabe la aplicacion de levantamientos con métodos exactos,ni es posible extender una triangulacion general,sino que hay que proceder con métodos que al tiempo den una aproximacion favorable y garanticen una ejecucion rápida de los trabajos.El método indicado al respecto es el de levantamientos de ruta,a pié,usando brújula geológica y haciendo la medicion de distancias segun 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 que se puede controlar en cuanto a las mediciones geográficas mediante visuales hacia puntos destacados del terreno, ademas mediante cierre de polígonos y con las coordenadas de la Oficina de Longitudes. Segun se presenten las condiciones geológicas, el método permite levantar de 5 a 20 kms por dia. La experiencia demuestra que estos levantamientos, por efecto de compensacion de los errores de rumbo y de los de distancia, van siendo tanto mas aproximados a la realidad cuanto mas 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 Rambo, sobre la zona del altiplano de Popayan y sobre la que sigue de esta ciudad hacia el volcan de Puracé y la cumbre de la Cordillera Central. Ademas se han aplicado dichos levantamientos a la region de Quilichao (Santander, Cauca)-Munchique de Quilichao-La Vetica-La Chapa-Caloto, a la region de San Pedro (Valle), de Bugalagrande-Sevilla, de Zarzal a la estacion de Calcedonia, de Cartago al rio de La Vieja y a la region de Vijes. Estos trabajos se han orientado principalmente segun la reparticion de las formaciones carboníferas del terciario y se han complementado con el levantamiento de las cruzadas, guias y galerias de las minas de carbon que hay en la region 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 [illegible] por motivo de otros trabajos oficiales de que fueron encargado los suscritos. El ingeniero topógrafo pudo comenzar los trabajos de planos en Enero de 1933 y el geólogo los trabajos de apreciacion 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 habia 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 todavia 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, O. Stutzer y especialmente por K. 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. Su determinacion se facilita evidentemente mediante el reconocimiento de los ciclos magmáticos a que estan sujetas y teniendo en cuenta su diferenciacion 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. Sinembargo estas causas son varias y actúan conjuntamente con intensidad variable a traves del tiempo y del espacio, razon por la cual sus efectos son complejos. Por este motivo y para simplificar la comprension, se ha tratado de decifrar la causa primordial decisiva a que se dejan referir las demas causas. Las investigaciones hechas al respecto demuestran que dicha causa primordial consiste en la evolucion tectónica y en su actuacion 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 evolucion general y especial de los sedimentos y de las rocas eruptivas y la de los yacimientos de orígen 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, pais 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 extraidos 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 evolucion evidentemente se inicia mas temprano en el subgeosinclinal occidental, el cual-con respecto a la seccion 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 caracter cratogénico y hacia ellas avanza la transgresion mesozóica. Esta situacion distanciada implica que los sedimentos mesozóicos de la seccion colombiana del subgeosinclinal occidental sean esencialmente arcillosos o lidíticos. Probablemente a raiz de la transgresion 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. Sinembargo estas causas son varias y actúan conjuntamente con intensidad variable a traves del tiempo y del espacio, razon por la cual sus efectos son complejos. Por este motivo y para simplificar la comprension, se ha tratado de decifrar la causa primordial decisiva a que se dejan referir las demas causas. Las investigaciones hechas al respecto demuestran que dicha causa primordial consiste en la evolucion tectónica y en su actuacion 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 evolucion general y especial de los sedimentos y de las rocas eruptivas y la de los yacimientos de orígen 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, pais 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 extraidos 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 evolucion evidentemente se inicia mas temprano en el subgeosinclinal occidental, el cual-con respecto a la seccion 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 caracter cratogénico y hacia ellas avanza la transgresion mesozóica. Esta situacion distanciada implica que los sedimentos mesozóicos de la seccion colombiana del subgeosinclinal occidental sean esencialmente arcillosos o lidíticos. Probablemente a raiz de la transgresion 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 en forma estable hacia el Perú y avanza hacia la masa interandina suramericana. En estas nuevas áreas de sedimentacion se presenta la facies del Wealden que no es expressamente carbonífera en la parte colombiana del subgeosinclinal oriental, pero sí en la parte peruana del subgeosinclinal occidental. En la seccion 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 carbon. Las liditas que se presentan ahí en el tiempo correspondiente (piso del Aptiano) indican mas 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, segun se puede ver en los perfiles evolutivos que acompañan el cuadro estratigráfico general.- Hacia el barremiano y el aptiano la transgresion 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 en la parte colombiana del subgeosinclinal oriental y en la parte peruana del subgeosinclinal occidental se caracteriza por calizas, ademas por areniscas y sedimentos arcillosos. En la seccion colombiana del subgeosinclinal los sedimentos casi desaparecen ante la actividad volcánica, pero se distingue que la facies calcosa solo se presenta hacia los bordes del subgeosinclinal y que los sedimentos comunes consisten sobre todo de liditas y a veces de arcillas y conglomerados volcánicos.

Con motivo de la preformacion 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 magmatismo tonalítico de la transicion del terciario inferior al terciario medio.

Finalmente queremos hacer una mencion 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 Nariño 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 apomagmatismo 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 magmatismo 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 magmatismo effítico. Como el volcanismo del grupo granodiorítico tambien es secundario, se puede considerar en Colombia que su manifestacion disminuye a la medida que disminuye la basicidad del magma. Se puede decir que el magmatismo básico muy líquido, se derrama sobre todo hacia la superficie, mientras el magma ácido que es viscoso queda esencialmente en la profundidad.- Ademas es característico para el magmatismo tonalítico el hecho de que se restrinja a las cordilleras y a los promontorios y no ocurra ya hacia el interior de las cuencas. Esta reparticion está conforme con la preformacion de los ramales andinos del Occidente Andino en el tiempo correspondiente.

El grupo tonalítico del Occidente Andino de Colombia se ha apparado del grupo granodiorítico del Oriente Andino del mismo pais porque se trata claramente de intrusivas que en general pueden considerarse eoterciarias, es decir mas 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 cornúbianizar el terciario inferior. En segundo lugar se desprende del estudio de Grosse en Antioquia que las rocas plutónicas llamadas eoterciarias que son parte integrante de nuestro grupo tonalítico, son mas 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 effítica del magmatismo granodiorítico cretáceo, y que se presentan mas o menos metamórficas.

El nombre genérico "tonalítico" que se ha dado al grupo, proviene de que tanto entre las plutónicas como entre las hipoabisales se encuentran tipos de tonalita. En efecto el grupo plutónico que hacemos coincidir con las plutónicas eoterciarias de Grosse (Antioquia), abarca tonalitas, ademas el tipo de granito de Amagá, los tipos de diorita Heliconia, Poleal y Boqueron y en un caso el tipo de gabro del Alto Leoncito. El grupo hipoabisal tonalítico ha sido determinado por Berg, en especial con respecto a los departamentos del Valle, del Cauca y de Nariño. 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 sobrescurrimiento, 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 agreganos desde luego que los sobrescurrimientos 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 sepentrional 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 conter con sobrescurrimientos. Estos sobrescurrimiento que pueden ser mas numerosos de lo que por ahora se deduce, sinembargo no son fuertes y su número desparece 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 Guachinte y de Pisapasito (La Herreira-Timba) y region al Sur de Suarez). Una

relacion estratigráfica y tectónica igualmente regular se observa entre el Playon y Pan de Azucar y se puede suponer tambien para el contacto del terciario inferior con el cretáceo en el lado occidental del Meso, donde el cretáceo se levanta bruscamente a la Cordillera Occidental. Tampoco hay motivo para suponer sobrescurrimientos fuertes en la region de Las Vasitas (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 como los 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 podria 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. Sinembargo no hay seguridad al respecto y la sucesion regular de W a E que se observa al Sur de Anserma Nuevo (serie del Magua, piso del Espinal y serie de Valdequera) hace suponer que no medie sobresecurrimiento.

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 virgacion de Urabá-Bolivar.Ella es,desde el nudo de Frontino hasta el Perú una cordillera esencialmente cretácea con niveles geológicos excepcionalmente parejos.Esto demuestra que a grandes rasgos la Cordillera Occidental es un elemento destacadamente linear,condicion que vale tambien para la seccion argentino-chilena de la misma cordillera,seccion que está constituida en gran parte de sedimentos jurásicos.

Hoyandina del Cauca.

Segun 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 inferior y medio. De esta manera han quedado excluido los promontorios que se hallan principalmente hacia el lado de la Cordillera Central y que estan 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 estan ligados a estas.

De las determinaciones estratigráficas se desprende que el terciario inferior que yace en discordancia con la serie de Caldequera 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 Patia hasta la region 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 amplia hacia la seccion antioqueña de la hoyandina del Cauca y se une posiblemente al área sedimentaria de Bolivar que corresponde a la parte meridional de la cuenca general del Caribe.Dados los niveles mas profundos que llega a ocupar el terciario medio de la seccion antioqueña en comparacion con el terciario inferior de las secciones del Valle y del Cauca,se reconoce hoy dia un descenso geológico general de la hoyandina desde la region del Cauca hacia el

Caribe(veáse tambien 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. Sinembargo 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 ademas sedimentos que pueden equivaler al terciario medio. El nivel alto a que se hallan estas formaciones indican un ascenso general desde la seccion colombiana de la hoyandina del Cauca hacia la seccion ecuatoriana. Esto es notable porque hemos visto que en la misma direccion descienden geológicamente las Cordilleras Occidental y de la Costa. Ello está conforme con la formacion del nudo Ecuatoriano, segun puntos de vista de la construccion 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 caracteristicos 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. Ademas las observaciones hechas en relacion 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 tambien 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 Grosso, Antioquia). Estos sobrescurrimientos, segun se dijo, no son sino la expresion de plegamientos sometidos a una presion 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. Sinembargo 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 transgresion. De otro modo se puede conceptuar que se trate de un plegamiento invertido hacia el Oeste.- Los sobrescurrimientos que supone Grosse en la region de Dolores evidentemente no existen. Primeramente se trata de una sucesion regular de los sedimentos metamórficos del grupo de Barragan(precámbrico de Grosse) hacia los depósitos de la serie de Valdequera que tambien contienen sedimentos filíticos. En segundo lugar,la serie de Valdequera va superpuesta por el terciario inferior en una forma enteramente regular que excluye en nuestro cohcepto 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 Valdequera no se puede interpretar en este caso como base para un sobrescurrimiento;ella es en realidad testimonio de los paroxismos intercretáceos.-Una faja que podria 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 region del Salado hacia la poblacion de Ceilan,o sea en direccion 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 seria sino secundaria en comparacion con el plegamiento fundamental que tiene la hoya.-Como sobrescurrimiento tambien se podria 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 Berragan, luego la serie de Saldequera 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 Saldequera, 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 ondulosos son muy comprimidos y varian contínuamente de orientacion, pero no se ha encontrado signo alguno que dé lugar a suponer sobrescurrimientos ni dislocaciones de otro órden. 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 Pinde-Carmelo, region Rosario y region La Yunga) en las partes reconocidas. En cambio es probable que en la calera de Los Cerrillos (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 onduloso, 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 onduloso general se asemeja

al que revela la Cordillera Oriental y la Cordillera de la Costa.-En lo demas,el hecho de que la hoyandina del Cauca,como las demas hoyandinas(y valandinos) representen ramales de tectonismo suave en comparacion con las cordilleras(y serranias 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 relacion- 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 resúmen,la hoyandina del Cauca es un elemento linear-circular, es decir un sinclinal onduloso 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 onduloso,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 ademas 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 disminucion 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 comparacion 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 ponerar.

Cordillera Central.

La constitucion geológica de la Cordillera Central aun no se puede apreciar con la seguridad requerida porque no se ha podido resolver en definitiva el problema de la separacion entre el mesozóico y el paleozóico que ambos son metamórficos.El mesozóico 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 Dolores(Cauca)en el Sur. A estas rocas que se extienden al menos en parte hasta la cumbre de la Cordillera Central(Pitayó-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 paleozóicas 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 paleozóico 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 neopaleozóicos hasta eomesozóicos 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 paleozóicos,en todo caso precretáceos,que van atravesados y metamorfoseados por potentes masas de granito neopaleozóico hasta eomesozóico).Del nudo Antioqueño hacia el Sur es difícil reconocer el paleozóico en vista del metamorfismo que se extiende al mesozóico y porque no se ha podido establecer separacion entre el grupo de Barragan y lo que podria ser paleozóico.La única faja en que se reconoce claramente el paleozóico es la del pié oriental de la Cordillera Central,donde el cretáceo no

se halla metamorfoseado,pero sí el paleozóico(Departamentos Tolima-y Huila).La gran extension 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 mas 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,segun referencia de Th. Wolf,Reiss y Stuebel encontraron resíduos cretáceos en la parte alta del trayecto ecuatoriano de la Cordillera Central,llamada ahí Cordillera Real y tambien 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 tambien hacia el Norte y hacia el Sur (1), y que estan 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 expresion orográfica de nudo.Desde luego el trayecto que media entre los nudos Antioqueño y Ecuatoriano corresponde a una depresion geológica en que predomina el cretáceo y que es mas angosta que los trayectos de los nudos.A juzgar por las alturas geográficas,el nudo Ecuatoriano es mas 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 direccion opuesta(hacia el Ecuador).Este ascenso se manifiesta tambien en la hoyandina del Cauca,pero las Cordilleras Occidental y de la Costa descienden en esa direccion.

La forma anticlinal de la Cordillera Central se desprende de los niveles altos de 3000 metros y mas que ocupan en ella las formaciones paleozóicas y del cretáceo inferior.Ademas se ha visto que la Cordillera Central no puede considerarse propiamente como un horst,sino representa mas 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 Mátaga) 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 Mátaga 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 ~~xxxxx~~ del límite de la Cordillera Central con la hoyandina del Magdalena,se puede ver por ejemplo en la region del rio Saldaña y tambien en la region de Rovira(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 néisicas 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 sinembargo es difícil porque el afloramiento del cretáceo es deficiente,porque este puede estar en parte metamorfoseado y en vista de las discordancias que muestran ahí las formaciones terciarias,sobre todo las 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 palozóicas.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 mesozóicas 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 Saldequera(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 traves de la depresion del Banco que se presenta en la Cordillera Central entre los nudos Antioqueño y de Santa Marta).En contraposicion a lo que sucede en la hoyandina del Cauca,en la del Magdalena llega asomar el cretáceo,en especial de la region 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 Baldaña y en la region de Alupjarra(Tolima),y en la region de Gualanday-Guataquí con conexion 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 rio Magdalena donde vienen a encontrarse y forman un puente geológico sobre la hoyandina.Forma mas 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 region al Este de Yunguillos(Caquetá).Otro promontorio de la Cordillera Central probablemente se halla entre Puerto Berrio y Simití donde está anunciado por el avence del paleczóico 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 Cararé ønø 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 onduloso por los citados promontorios o

salientes y ademas por las cuencas terciarias que ofrece(cuenca del Cesar,cuenca del Carare,Cuenca de Guamo-Natagaima,cuenca al Sur de Neiva).Este sinclinal se ha considerado muy fracturado por Stille y 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 orjental 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 traviesia 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 Garzon,a juzgar por el contacto brusco de granodioritas,cretáceo ígneometamórfico y rocas mas antíguas con el piso de Honda de Hettner.Sinembargo 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 Útica 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-Jerusalen 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 seccion de la serrania de Ocaña donde los contras tes entre los niveles paleozóicos de la serrania y el terciario de la hoyandina del Magdalena son muy fuertes,pueden presentarse sobresa currimientos muy fuertes,pero ellos no serian 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 caracter 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 construccion orgánica en la misma forma como los plegamientos de tamaño comun,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 ondulosos y de ondulaciones que no estan 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 la formaciones anteriores es todavia 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 distincion a las Cordilleras Central y Occidental,ella contiene zonas vastas del terciario medio y superior y en distincion a la Cordillera Occidental hay zonas considerables donde afloran rocas premesozoicas (pre-jurásicas quizá) que consideramos en general como paleozóico (piso de Boápaga 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 seccion 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 Guantiva. Estas rocas, atravesadas por la masa de granitos neopaleozóicos hasta comesozóicos, 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 antíguas 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 Neiva. De Neiva al Sur, las rocas antíguas tienden a traspasar al flanco occidental de la seccion angosta huilense de la Cordillera Central (region al N y al Sur de Garzon). - En Venezuela, las grandes extensiones de rocas antíguas 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 paleozóico 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 paleozóico 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 antíguo de los Andes, lo mismo que el nudo Antioqueño.

Siguiendo el interior de la Cordillera Oriental, ella se presenta como anticlinal muy onduloso 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 Suaza, rio 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 rio Suaza, 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 orografica 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 parte del flanco oriental de dicho nudo, flanco que, a juzgar por las informaciones preliminares de Wolff está formado en gran parte por rocas antíguas.

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 mesan(zonas solevantadas) en los Vorlands. En el Vorland Oriental se forma la mesa general del Cauqetá(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 Caquetá. Segun las investigaciones de v. Bauer, la mesa del Caquetá 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 2000m de profundidad. En el Vorland Oriental se trata de una zona baja que se desarrolla alrededor del ~~río~~ 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 deduccion 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 esá ámpliamente ondulosa y ofrece cuencas separadas por dinteles,siendo las cuencas las zonas de mayor sedimentacion 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 sedimentacion 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 contraida y por lo mismo no ofrece subdivision linear 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 caracter eutectónico del lado occidental y el caracter 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 esá característica tambien 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 esquematico 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

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 resíduos 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 Espinal muestran un desarrollo notablemente uniforme y se componen esencialmente de materia arcillosa y (piso del Espinal) lidítica. 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 Espinal 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 (Quetame-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-

hauetriviano,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 calosos aunque la participacion de arcilla, es alta y suele predominar regionalmente.Tambien son frecuentes los conglomerados del barremiano y quizá hasta del Hauteriviano hacia los bordes de las antíguas 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 pié 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 esta particularidades de las rocas de la fase geosinclinal,los terrenos de espectativas 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 mineralizacion abundante y especial(platino,niquel,cromo,asbesto,etc),la cual hasta cierto punto se puede caracterizar de volcánica (Niggli).En el Oriente se presentan en relacion con las intrusiones granodieríticas sobre todo sulfuros auríferos y argentíferos y en las zonas pneumatolíticas hasta pegmatíticas los sulfuros de molibdeno(Caldaña,Florencia) y posiblemente minerales de estaño(region de Ocaña).

Al comparar la tectónica de ramales del flanco oriental del geoanticlinal 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 ámplias 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 del Cagua y zona de Cali-Cambo) 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. Ademas 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 onduloso de la Cordillera de la Costa. La Cordillera de la Costa en si muestra un tectonismo todavia muy intenso.

El cuadro del geoanticlinal ademas permite establecer los rasgos de simetria tectónica que existen sobre la base de la Cordillera Central como eje. Esta simetria 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 simetria por motivo de los subplegamientos que muestra el Vorland Occidental, la simetria de la mesa del Caquetá con la mesa submarina al Oeste de La Gorgona, como tambien la probable simetria 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, magmática y metamórfica se ha puesto de relieve en el cuadro 4 del Anexo. Los comprobantes se hallan en la presente descripcion 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 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 tambien 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 linear que tiene hoy dia el Occidente de Colombia y sobre todo el Occidente Andino del pais, merece destacarse el hecho de que su preformacion se destaca desde la fase geosinclinal, tiempo en que la configuracion del subgeosinclinal oriental ya revela caracteres notablemente ondulosos (nudo 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 arci-

llosos y solo ocasionalmente(boqueron del rio Magalagrande y algunos puntos de Antioquia que menciona Scheibe) se encuentran conglomerados que indican la cercania 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 pié oriental de la Cordillera Central a base de la transgresion y de los conglomerados hauterivianos-barremianos que se hallan ahí.En vista del caracter 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 hundia la superficie preandina.

En relacion con la intensidad del tectonismo a traves del ciclo andino se hace la observacion 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 formacion 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 demas se puede decir que la evolucion tectónica de la fase geosinclinal ha sido muy tranquila,debido probablemente a que ella se desarrolla sobre un antíguo orógeno senil o en general sobre una masa rígida.A raiz 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 transicion del terciario medio al

llosos y solo ocasionalmente(boqueron del rio Bugalagrande y algunos puntos de Antioquia que menciona Scheibe) se encuentran conglomerados que indican la cercania 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 pié oriental de la Cordillera Central a base de la transgresion y de los conglomerados hauterivianos-barremianos que se hallan ahí.En vista del caracter 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 hundia la superficie preandina.

En relacion con la intensidad del tectonismo a traves del ciclo andino se hace la observacion 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 formacion 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 demas se puede decir que la evolucion tectónica de la fase geosinclinal ha sido muy tranquila,debido probablemente a que ella se desarrolla sobre un antíguo orógeno senil o en general sobre una masa rígida.A raiz del hundimiento,la plasticidad de la masa debe haber aumentado,dando luger 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 transicion del terciario medio al

terciario superior.La ereccion de los Andes se realiza en dos paroxismos relativamente cortos,uno de los cuales corresponde mas o menos a la transicion del mioceno medio al mioceno superior,y el otro-el mas fuerte detodos-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 dia 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 nudos y en

las cuencas

En la Cordillera Occidental, la cual pasa por los departamentos del Valle y del Cauca, la subdivision linear 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 linear 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 Sinú que se extiende sobre todo por los planos del rio Sinú.

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 Choquenedá 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 Sucio de Dabeiba y Santatá 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 H. 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 serrania oriental en la region de Tucuré se halla caracterizado por el asomo de sedimentos del tipo de los del piso del Mapinal,los cuales parecen hundirse mas al Este bajo gruesos sedimentos del terciario.En segundo lugar se desprende de los estudios de Keck y de Stutzer que la serrania en su calidad de anticlinal complejo se hunde desde la region de San Andres-Carmen hacia el departamento del Atlántico,siendo entendido que en la primera region 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 serrania oriental en la region de la virgacion de Urabá-Bolivar se debe evidentemente a que queda afectada por la gran depresion del Banco de la Cordillera Central,la cual separa los hudos Antioqueño y de Santa Marta.-Debido probablemente a la influencia de la depresion del Banco,el valandino oriental en la virgacion de Urabá-Bolivar aparece geológicamente alto y está compuesto en la region de Tucuré por sedimentos del terciario inferior.Sinembargo los niveles geológicos son mas bajos que los de la serrania de Abibe que,a igual de la serrania oriental,desciende desde la region de Sabeiba(mesozóico)hacia la costa septentrional de Urabá(terciario inferior hasta superior).Este descenso es notable porque al Norte del Alto Carepa, la serrania central(Abibe)sufre una virgacion especial segun la cual la parte interior de la serrania 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 serranias con el de cordones).-El valandino del Leon consta el Sur de Cavarandocito de sedimentos terciarios conservados en cuencas separadas por fajas mesozóicas.Al Norte de la citada poblacion,el valandino está cubierto por acarreo pero el descenso transversal del piso del Cuchillo(piso de Combia) indica desde el flanco occidental de la serrania 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 serrania occidental se halla deprimida en el paso por el bajo rio Sucio y de ahí hasta Sautatá, lugar situado en el bajo Atrato donde vuelve a asomar el mesozóico (probable piso del Espinal).La única elevacion que se observa en la depresion es la Loma del Cuchillo la cual va formada de dioritas oscuras que pueden corresponder al cretáceo.Esta depresion se compensa esencialmente con el levantamiento transversal de la hoyandina del Pacífico en el divorcio Atrato-Tuyra("serrania" del Darien) que consta segun Wyse de rocas trapeanas (?cretáceas).

Al perseguir los citados elementos lineares de la Cordillera Occidental en direccion a los departamentos del Valle y del Cauca, la presencia de residuos de sedimentos que probablemente corresponden al terciario inferior(en la region de Cañas Gordas,segun muestras recogidas por Behr Heyder,y en la region de Carmen del Atrato,segun muestras recogidas por A. White Uribe)y que se alinean sobre la faja tectónica del valandino oriental indican la continuacion meridional de este valandino y ademas la de las serranias oriental y central.La serrania oriental,segun se desprende de la descripcion estratigráfica,está compuesta esencialmente de sedimentos de la serie del Dagua y del piso del Espinal y en lo demas forma la parte alta de la Cordillera Occidental.En estas condiciones se puede considerar definida en relacion con el valandino oriental.Estas condiciones se perciben desde la region de Cañas Gordas-poblacion de Antioquia hasta la region del nudo del Rio Frio.Desde este nudo hacia el Sur, hasta el borde septentrional del valle del Patia,la serrania oriental ofrece niveles en término medio bajos,caracterizados por las rocas de la serie de Valdequera que alcanzan ahí niveles medios de 2000 hasta 2500 m.Este nivel relativamente bajo de la serrania oriental se debe evidentemente a que la serrania del Dagua que forma el borde occidental de la Cordillera Occidental en esta seccion ofrece afloramientos

un nivel geológicamente alto,caracterizado esencialmente por la serie del Dagua que llega ahí hasta niveles de unos 2000 metros.A esta elevacion corresponde en la seccion correspondiente de la Cordillera de la Costa una depresion submarina.-Debido a que la serrania oriental se halla compuesta en la seccion referida por rocas de la serie de Saldequera,las cuales tambien caracterizan el terreno que sigue hacia el Oeste hasta el pié oriental de la serrania del Dagua y que probablemente refleja el valandino oriental,la determinacion de diferencias de niveles entre la serrania y el valandino todavia no se puede hacer a satisfaccion,tanto mas cuanto se trata de un terreno geológicamente complicado(vease perfil Buenaventura-Dagua-Cali).-En cuanto a la serrania del Dagua ya hemos expuesto nuestra opinion acerca de que se trata de un trayecto de la serrania central de la Cordillera Occidental.Esta determinacion se basa en la observacion 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 serranias y valandinos exteriores de dichas cordilleras en la misma direccion.Este descenso que se refleja a grandes rasgos en los ramales andinos desde Bolivia hacia la Argentina(véase cuadro 3 del Anexo)implica la incorporacion de los elementos lineares a los Vorlands respectivos.De acuerdo con esta observacion consideramos que tanto la serrania occidental como tambien 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 deduccion se respalda con la reparticion del platino en esa seccion de la Cordillera Occidental, la cual se desarrolla sobre la faja exterior,o sea en general sobre la serrania del Dagua(parte occidental de la serrania del Dagua, segun Stutzer,y region del rio Jolies o Jolí,segun J. M Ayerbe).Siguiendo al Norte de Quibdó,el platino se reparte típicamente sobre la serrania central de la Cordillera Occidental y es sin duda un indicador sensible para reconocer el desarrollo de la serrania 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 cordon occidental deben hallarse incorporados en esta parte a la hoyandina del Pacífico. El hecho de que el valandino oriental no se destaque en la seccion de los departamentos mencionados con respecto a la serrania oriental, no implica su no existencia en vista de que los elementos lineares varian de nivel de acuerdo con los puntos de vista del principio de la construccion orgánica.

En la Cordillera de la Costa,la determinacion de los elementos lineares medianos no se ha podido realizar,pero se vé al Norte de Cabo Corrientes que la subdivision 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 rio Baudó que asciende hacia el Norte.

En la Cordillera Central que es el ramal mas antíguo de los Andes, la subdivision segun serranias y valandinos no se reconoce,pero juzgamos que se pueda determinar en principio sobre el descenso del nudo Antioqueño hacia la depresion del Tanco,segun la observacion de que hacia las depresiones fuertes,o sea en principio en las transiciones o virgaciones la construccion linear se halla mejor expuesta.A favor de esta posibilidad habla el curso de los rios en dicho descenso.

En las hoyandinas,donde el tectónismo es menos intenso que en las cordilleras y donde se presenta sobre todo plegamientos ondulosos, la determinacion de los valandinos y de las serranias se dificulta por ahora,pero es probable que en la hoyandina del Cauca que es la mas fuertemente contraida,la determinacion 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,contígua a la Cordillera Occidental un valardino 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 Sopetran en flanco de las cuencas,de acuerdo con el principio de la construccion orgánica.En el promontorio de Risaralda,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 ondulosas los elementos lineares sufren muchas modificaciones que dificultan su identificacion.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 serrania 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 construccion orgánica.Esta serrania 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,ademas en el ppomontorio de Popayan sobre la faja que va de Quilichao hacia la poblacion de Ovejas.Un estudio mas detenido en este sentido y sobre las indicaciones hechas debe mostrar si la subdivision tambien se percibe en el promontorio de Buga donde el valandino del lado oriental parece estar formado de las rocas de la serie de Baldequera.

En las demas hoyandinas y en general en los Vorlands,la intensidad tectónica parece ser demasiado débil,de manera que prevalecen las ondulaciones.Consideramos que rudimentariamente,la subdivision 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 Dagua y del piso del Cauca. Con respecto al piso del Espinal 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 ámpliamente 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 enmedio 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 Dagua se halla en la angostura del rio Dagua 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 contraidos, 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 Dinde 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 linear en la region de Guachinte hasta el rio Claro y aun hasta Chipayó,y en el trayecto que abarca desde el rio Dinde al Sur al menos hasta el rio Seguengue.El reconocimiento del caracter linear 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 linear ya que se desarrollan longitudinalmente a los plegamientos.Es notable que aun en trayectos ondulosos del semiplano del Carbon,como en el que asciende geológicamente desde el rio Lile hacia la region al Oeste de Yumbo,la estructura linear 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 linear 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 Canoa(frente a Buga).Este tipo linear 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 Central, los elementos lineares menores solo se destacan en cortos trayectos debido al caracter onduloso prevalente que tiene la tectónica. Los cordones de Buenos Aires y de La Chapa que ascienden desde la cuenca de Cali hacia el promontorio de Popayan representan trayectos de anticlinales complejos, entre los cuales el de Buenos Aires es estrecho y probablemente se halla sobrescurrido mientras el de La Chapa se distingue por una zona axial ámplia 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 La Chapa y La Vetica es notablemente contraido y al mismo tiempo muy ondulose. El desarollo 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. Sinembargo por la analogia 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 a asomar 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 Caldequera, 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 suposicion 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 lineor compleja que en los pormenores se presenta ciertamente muy ondulosa pero es probable que estas ondulaciones se realicen sobre plegamientos lineares. Ademas 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 tambien asciende hacia el Sur y se confunde en el borde occidental del promontorio de 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 construccion linear en la tectónica del piso de Combia que forma el subsuelo y en parte la superficie del semiplano de Iberia. A traves de las múltiples ondulaciones cortas y ámplias 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 determinacion de las estructuras lineares. Sinembargo los contrastes litológicos que existen entre la serie de Saldequera (rocas volcánicas) y el grupo de Barragan (sedimentos) y ademas 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 Saldequera que se desarrolla al Oeste del volcan de Puracé en la faja coconuceña del rio 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 Saldequera cerca del puente Uribe Uribe sobre el rio 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 Coconuco 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 ondu-loso.El caracter anticlinal se define hasta cierto punto en la re-gion 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 Nuroriente(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 ámpliamente con el piso de Popayan,pero todavia en el rio Ovejas, al Norte del caserio de Ovejas,asoma el grupo de Barragan.Este vuelve a aflorar ámpliamente 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 Cocomucos 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 superposi-cion del grupo filítico del grupo de Barragan sobre los neises y por el declive que tiene el grupo de Barragan hacia el rio Jambaló

con las estructuras que siguen al Este del páramo de Moras,en el flanco oriental de la Cordillera Central,es muy llamativo el anticlinal amplio del rio Paez.Al interior de este anticlinal está formado del macizo granodiorítico del Paez,en cuyo lado oriental (al W del puente del Arvaez)pasa una dislocacion que probablemente coincide con el sobrescurrimiento que Grosse determina en la misma estructura al Este de La Plata.Al Sur de la línea Coetando-Potrerillos el interior del anticlinal está formado de filitas que consideramos ahí paleozóicas en vista de que van superpuestas por el cretáceo alterado (barremiano bajo o hauteriviano alto),segun se desprende del ascenso desde Coetando hacia Potrerillos.El flanco oriental de este anticlinal va superpuesto en el puente del Arvaez(cerca de Betaga) por sedimentos liásticos que corresponden a niveles del tureniano y que luego traspasan a los sedimentos senonienos comunes(conjunto superior del piso de Guadalupe),sustituidos hacia Cerniegrima por materiales

rio Lile hacia laparte alta del monopromontorio de Cali y tambien 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 formacion 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. (Construccion orgánica).

En el cuadro de introduccion se ha expuesto el esquema de la construccion orgánica, caracterizada por la sucesion alternativa de cúpulas (o nudos) y artesas (o cuencas) que se forman sobre la base de los movimientos axiales y de la compensacion isostática en un sistema de plegamientos y que se conectan entre sí por los terrenos de transicion o de virgacion.

En el cuadro Nº 1 del Anexo se halla expuesto el desarrollo del principio orgánico en el NW de Suramérica y en relacion con el orógeno andino, es decir a la mayor escala posible. En la seccion del Ecuador hasta el mar Caribe se observa la mayor regularidad en el desarrollo del principio orgánico y este desarrollo está caracterizado por la sucesion: nudo Ecuatoriano, transicion o virgacion Colombiana y cuenca Caribe. El nudo y la cuenca son los elementos circulares, mientras la transicion 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 Andes hacia los extremos de América y las variaciones de la expresion regular que sufren ahí se deben a la variabilidad de la intensidad tectónica. Ademas, 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 Magua.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 trapaso 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 Darien. 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,se vuelven 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 resúmen se vé que en el nudo Ecuatoriano,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.De ahí 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 o virgacion Boyacense,nudo Santandereano-transicion o virgacion Nortesantandereana-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 Méjico 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 contínuo 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 Paita-Talara, de la costa del Ecuador y los de California. Los del Occidente de Colombia como tambien los de Alasca y Magallanes aun no han sido investigados prácticamente.

De acuerdo con esta reparticion del petróleo y del carbon en la seccion andina de los mesoidos, tambien en la seccion eurasiática de los mesoidos la mayor riqueza petrolífera y carbonífera 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 porcientaje 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 uarez) 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 uarez hacia el Oriente y que tambien se observa en el mismo 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 ondulosos,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 Inguitó-rio Dinde(Playon-Mangó)..	32 500 000 t
TOTAL.....	406 500 000 t

Las existencias calculadas para la region de Cali pueden considerarse probables en vista de que 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 conglomeradosdel piso de Combia. En ellas es difícil recoleccionar una tonelada del mineral.

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

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

Las determinaciones sobre minerales de orígen 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. Sinembargo 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 razon de ser en el sitio donde estan. En nuestro concepto la sistemática de los minerales (eruptivos y sedimentarios) es una funcion estrecha de la ~~tectónica y~~ sistemática de la tectónica y de la evolucion des esta sistemática.

En las apreciaciones que siguen tratamos de demostrar que tambien en Colombia se reconoce la reparticion 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 evolucion. Para la demostracion se presta sobre todo la reparticion del platino, metal que es característico para las rocas ultrabásicas. Las rocas ultrabásicas por su parte tienen una vasta extension en el Occidente de Colombia y su ascenso se deja motivar por el desarrollo de la fase geosinclinal en esa parte del pais. Este desarrollo explica al mismo tiempo porqué las rocas ultrabásicas no son platiníferas en toda la extension del terreno en que aparecen y es de suponer que en la faja especial 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 mas 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 reparticion 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 espectativas.

Como base para la apreciacion 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 pais, siendo entendido que el cuadro es incompleto.

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; período activo.	Terciario Sup.	Andesitas y basaltos	Andesitas intrusivas (y dioritas, encubiertas) (Minerales sulfúricos, varios.)	Relativa quietud magmática (?apomagmatismo)	
FASE DEL TRASPASO EMERSIVO, del geosinclinal al geoanticlinal	Terciario Medio (Tm)				
	Traspaso Ti a Tm	No se conocen	Tonalitas (magma granodiorít.) (Pirita aurífera)		
	Terciario Inf. (Ti)	"			
	Traspaso Cs a Ti Paroxismo fuerte en Occid.	"	Granito tipo Amagá. Minerales no determinados.		
FASE GEOSINCLINAL, en el cretáceo	Cretáceo Sup. (Cs) y Medio (Parox. intercretáceos W)	Piritas (Platino, cromita, mineral de niquel, asbesto, etc)	Peridotitas Piroxenitas (Cobre nativo,	Granodioritas (Minerales sulfúricos, varios)	Porfiritas (y diabasas)
	Cretáceo Inferior (Parox. intercretáceos W)	Diabasas	Diabasas intrusivas y gabros Minerales no determinados.		

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

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 ortstein. El ortstein ocurre en la cercania de rocas ferrujinosas, como las diabasas y se ha observado por en la salida del rio Amaime de la Cordillera Central, pero tambien se presenta en la region néisica del lomaje de La Ceja, al Sur del volcan de Puracé. Esta capa impermeable y dura es un impedimento para el crecimiento de las plantas que no pueden atravesarla. Se halla generalmente a mas de 1m de profundidad y por este motivo resulta difícil removerla.

Una descripcion mas 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