

DEFINICION DEL DENOMINADO COMPLEJO IGNEO BASICO EN COLOMBIA Y PETROGENESIS DE SU PARTE MERIDIONAL

Luis Armando Murcia ¹

ABSTRACT

The Colombian Basic Igneous Complex is restricted at Colombian Western and it is composed by volcanic tholeiitic flows with some sedimentary rock intercalations. The age of that sequence ranges from Cretaceous through Tertiary and exhibits regional low grade metamorphism with zeolites and prehnite-pumpellyite facies; the east edge is associated with continental plate deposits and related with the Romeral Fault System. The Complex exhibits basic and ultrabasic plutonism.

There are two tectonic events in the geologic evolution of the complex; one of them is of Early Cretaceous time related to the interaction of oceanic and continental plate and the other is Later Cretaceous-Early Tertiary related with the collision of the island arc formed on the descendent oceanic plate. The development of ultramafic rocks seems different in each event, they go from Alpine type to Zoned with cumulated and graded textures. Oceanic plagiogranites exists like tectonic inclusions within ultramafic rocks.

1. Ingeominas (regional Popayán)
Calle 5 No. 8-77
Popayán, Colombia

The Colombian Basic Igneous Complex is related with South America Northwestern Andean segment with different characteristics to the geological environment of the Central and Southern segments and could imply a different tectonic setting.

RESUMEN

El Complejo Igneo Básico en Colombia está restringido al Occidente Colombiano y está compuesto por derrames volcánicos de afinidad toleítica con algunas intercalaciones de rocas sedimentarias. La edad de esta secuencia es Cretáceo-Terciario; presenta metamorfismo regional de bajo grado en las facies prehnita-pumpellyita y su contacto oriental con depósitos de la placa continental por lo general está asociado al sistema de Fallas de Romeral. El complejo presenta plutonismo básico-ultrabásico.

Dos fases tectónicas se pueden reconocer en la evolución geológica de este Complejo; una de edad Cretáceo Inferior asociada al choque de la placa oceánica con la placa continental y la otra de edad Cretáceo Superior-Terciario y asociada con la colisión de un arco de isla formado sobre la placa oceánica. El desarrollo de rocas ultramáficas parece haber sido diferente en cada evento, variando del tipo Alpino a Zonadas con estructuras cúmulo y gradada. Hay presencia de plagiogranitos oceánicos en forma de inclusiones tectónicas dentro de las rocas ultramáficas.

El Complejo Igneo Básico de Colombia hace parte del segmento NW Andino con características bastantes diferentes de los Andes Centrales y Meridionales de Suramérica lo cual puede implicar un ambiente tectónico distinto de formación.

1. INTRODUCCION

El nombre del Complejo Igneo Básico fué dado por GOOSSENS & ROSE, Jr. (1973) a una secuencia de edad Cretáceo-Terciario compuesta por rocas volcánicas de afinidad toleítica con intercalaciones de rocas sedimentarias y rocas ígneas máficas-ultramáficas asociadas que componen el Occidente Ecuatoriano. Como esta asociación se prolonga en el Occidente Colombiano, en este trabajo se intenta diferenciar lo que sería el Complejo Igneo Básico en Colombia (Fig. 1) y con la presentación de nuevos datos discutir el significado tectónico y la evolución geológica de este complejo.

2. RESUMEN GEOLOGICO

En este trabajo se toma como Occidente Colombiano el sector localizado del eje de la Cordillera Central hacia el Oeste. En esta zona diferentes autores han definido secuencias volcánicas y volcano-sedi-

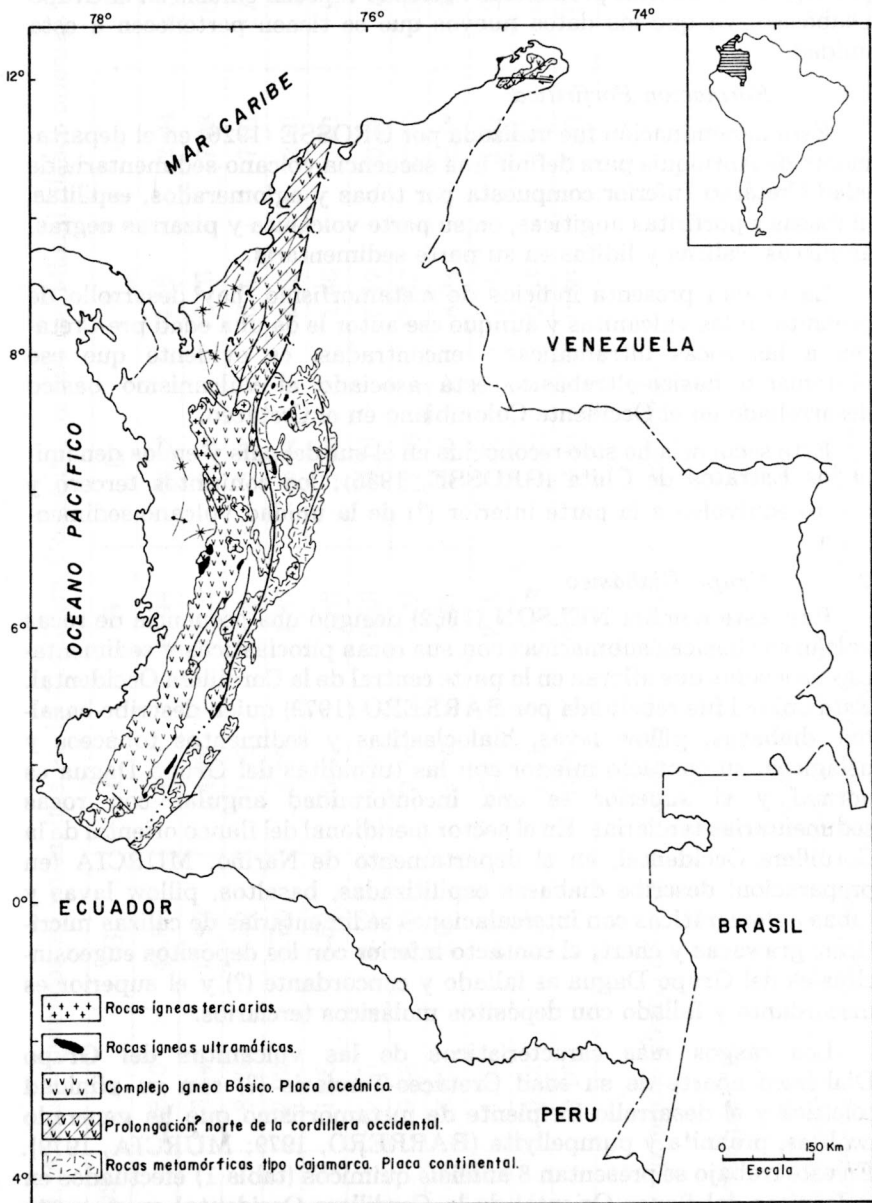


FIGURA 1: Complejo Igneo Básico en Colombia

mentarias de edad Cretáceo que se podrían agrupar bajo el nombre de Complejo Igneo Básico de Colombia. A continuación se describen las principales secuencias propuestas haciendo especial énfasis en el Grupo Diabásico, ya que los datos nuevos que se tienen pertenecen a esta unidad.

2.1 *Formación Porfirítica*

Esta denominación fué utilizada por GROSSE (1926) en el departamento de Antioquia para definir una secuencia volcano-sedimentaria de edad Cretáceo Inferior compuesta por tobas y aglomerados, espilitas, diabasas y porfiritas augíticas, en su parte volcánica y pizarras negras, areniscas, calizas y liditas en su parte sedimentaria.

La unidad presenta indicios de metamorfismo, hay desarrollo de prehnita en las vulcanitas y aunque ese autor le da una edad pre-Cretácea a las rocas ultramáficas encontradas, es evidente que ese plutonismo básico-ultrabásico está asociado al vulcanismo básico desarrollado en el Occidente Colombiano en el Cretáceo.

Esta secuencia ha sido reconocida en el sur del país y en los denominados Estratos de Chita (GROSSE, 1935); los conjuntos tercero y cuarto equivalen a la parte inferior (?) de la unidad volcano-sedimentaria.

2.2 *Grupo Diabásico*

Bajo este nombre NELSON (1962) designó una secuencia de rocas volcánicas básicas submarinas con sus rocas piroclásticas y sedimentarias asociadas que afloran en la parte central de la Cordillera Occidental. Esta unidad fué redefinida por BARRERO (1979) quien describe basaltos, diabasas, pillow lavas, hialoclastitas y sedimentos tobáceos y pelágicos; su contacto inferior con las turbiditas del Grupo Dagua es normal y el superior es una inconformidad angular con rocas sedimentarias terciarias. En el sector meridional del flanco oriental de la Cordillera Occidental, en el departamento de Nariño, MURCIA (en preparación) describe diabasas espilitizadas, basaltos, pillow lavas y tobas aglomeráticas con intercalaciones sedimentarias de calizas micríticas, grawacas y chert; el contacto inferior con los depósitos eugeosinclinales del Grupo Dagua es fallado y concordante (?) y el superior es discordante y fallado con depósitos molásicos terciarios.

Los rasgos más característicos de las vulcanitas del Grupo Diabásico aparte de su edad Cretáceo-Terciaria (?) son su afinidad toleítica y el desarrollo incipiente de metamorfismo que ha generado ceolitas, prehnita y pumpellyita (BARRERO, 1979; MURCIA, 1979). En este trabajo se presentan 8 análisis químicos (tabla 1) efectuados en vulcanitas del flanco Oriental de la Cordillera Occidental en su parte más meridional y sus resultados se comprarán con algunos obtenidos en otras fajas volcánicas (tablas 2 y 3). Aunque estas secuencias geográfi-

Tabla 1. Análisis químicos en vulcanitas en la Cordillera Occidental, región meridional, flanco oriental.

OXIDOS	A	B	C	D	E	F	G	H
SiO ₂	46.10	45.88	44.84	46.44	44.42	44.16	42.04	47.20
Al ₂ O ₃	16.34	17.62	14.28	17.12	13.19	12.66	17.98	6.83
FeO	8.03	8.47	1.79	7.39	6.93	6.85	7.01	17.56
Fe ₂ O ₃	2.92	1.60	6.30	1.87	3.85	2.79	2.61	2.79
TiO ₂	1.46	0.59	0.49	0.68	1.58	1.46	1.61	1.37
MnO	0.15	0.12	0.15	0.13	0.19	0.17	0.18	0.17
CaO	9.68	8.70	9.38	7.94	12.36	13.42	12.20	10.98
MgO	8.63	9.09	9.81	8.31	5.60	8.08	6.48	4.28
Na ₂ O	1.75	2.48	2.18	2.70	3.46	2.70	1.51	2.10
K ₂ O	0.22	0.07	1.51	1.18	0.70	0.54	1.24	0.73
P ₂ O ₅	0.16	0.28	0.64	0.62	0.48	0.60	0.51	0.59

Análisis químicos efectuados por el Laboratorio Químico del Ingeominas.

Métodos empleados:

Sílice y Aluminio:	Gravimetría
Sodio, Potasio y Manganeso:	Absorción atómica
Hierro férrico, Calcio y Magnesio:	Volumetría y absorción atómica
Hierro ferroso:	Volumetría

Tabla 2. Comparación de análisis químicos de óxidos en vulcanitas, de Colombia, Ecuador y Costa Rica.

OXIDOS	1	2	3	4	5	6	7
SiO ₂	45.80-49.44	42.04-47.20	46.02-54.87	48.70-52.45	47.16-50.26	47.04-50.98	50.3 -57.1
Al ₂ O ₃	12.03-14.67	12.66-17.98	13.60-19.06	14.50-15.05	13.30-16.23	13.11-14.40	12.3 -17.7
Fe ₂ O ₃	1.42- 5.14	1.60- 6.30	2.90- 8.77	3.10- 3.85	2.81- 7.03	2.36- 3.79	Hierro total en FeO
FeO	7.37- 9.79	1.79- 8.47	3.47-11.21	8.15- 8.20	6.90-10.03	7.81-10.00	6.9 -14.3
MgO	5.31-10.31	4.28- 9.81	2.90- 5.50	4.37- 8.02	6.90- 9.12	6.65- 8.83	5.3 -10.2
Na ₂ O	1.56- 4.72	1.51- 2.70	1.86- 6.05	1.97- 2.43	1.87- 5.04	0.95- 2.91	1.7 - 4.0
K ₂ O	0.02- 0.20	0.07- 1.51	0.13- 1.84	0.18- 1.05	0.11- 1.74	0.08- 0.56	0.1 - 0.8
TiO ₂	1.00- 3.09	0.49- 1.61	0.20- 1.74	1.03- 1.26	0.77- 1.71	0.62- 1.27	0.6 - 2.2
P ₂ O ₅	0.05- 0.09	0.16- 0.64	0.00- 0.24	0.20- 0.43	0.01- 0.16	0.08- 0.14	-----
MnO	0.16- 0.22	0.12- 0.19	0.10- 0.17	0.21- 0.21	0.07- 0.24	0.17- 0.24	0.1 - 0.2
CaO	7.49-12.54	8.70-13.42	4.92- 8.88	8.00-11.15	7.04-12.33	10.14-13.43	7.5 - .12

Datos tomados de:

- 1) BARRERO. 1979. Grupo Diabásico (13).
- 2) Este trabajo. Grupo Diabásico (8).
- 3) GONZALEZ. 1976. Fm. Quebrada grande (9).
- 4) GOOSSENS y ROSE, Jr. 1973. Complejo Igneo Básico del Ecuador (2).
- 5) GOOSSENS y ROSE, Jr. 1973. Complejo de Nicoya. Costa Rica (9).
- 6) HORMANN. 1979. Grupo Diabásico (5).
- 7) GOOSSENS, ROSE, Jr. & FLORES. 1977. Serranía del Baudó. (15).

Nota: Los números entre paréntesis indican el número de análisis realizados.

Tabla 3. Principales rasgos petrológicos en vulcanitas de Ecuador, Colombia y Costa Rica.

	Al ₂ O ₃		TiO ₂		Na ₂ O+K ₂ O	
	>17	<17	>1.75	<1.75	> 4	<4
1) Grupo Diabásico		X		X		X
2) Grupo Diabásico		X		X		X
3) Fm. Quebrada grande		X		X	X	
4) Complejo Igneo Básico del Ecuad.		X		X		X
5) Complejo de Nicoya Costa Rica		X		X		X
6) Grupo Diabásico		X		X		X
7) Serranía del Baudó		X		X		X

x Indica porcentaje promedio de óxidos.

(Las referencias son las mismas de la tabla 2)

camente se encuentran bastante distantes, se nota una similitud en los valores Al₂O₃, TiO₂ y Na₂O+K₂O lo cual podría indicar su formación en un ambiente tectónico parecido, máxime cuando pertenecen al Cinturón Circum-Pacífico.

Rocas máficas y ultramáficas han sido mencionadas por diversos autores en el Sur Colombiano (PARIS & CEPEDA 1978; PARIS y MURCIA 1979.) asociadas a rocas del Grupo Diabásico y a rocas metamórficas del tipo Cajamarca, pertenecientes a las placas oceánica y continental respectivamente.

Existen algunos rasgos en estas rocas que merecen ser destacados:

a) Hay un mayor número de ocurrencias hacia el flanco occidental de la Cordillera Central y Valle Interandino Cauca-Patía, que en la Cordillera Occidental.

b) Además de rocas máficas-ultramáficas del Tipo Alpino que han sido emplazadas tectónicamente, existen complejos ultramáficos zonados y estratificados (Bolívar, Valle) cuyo origen ha sido postulado como emplazamiento diapírico y a lo largo de fallas (BARRERO 1979). Es muy posible que el Complejo Zonado de Guayabillas (Cauca) con texturas cúmulo y gradada y presencia de rodingita y fuchsita (?) tenga un origen similar.

c) La supuesta presencia de plagiogranitos (en el sentido de COLEMAN & IRWIN 1974) en el ultramáfico de El Tambo, Nariño (MURCIA 1979) ha sido confirmada por medio de análisis químicos (tabla 4) y pertenecen a la familia de las Trondjemitas (ESPINOSA 1980, com. esc.) lo que implica desarrollo de cuerpos leucocráticos a partir del mismo magma máfico.

d) La existencia de esquistos de glaucofano en el flanco occidental de la Cordillera Central asociados a rocas metavolcánicas y matasedimentarias (ORREGO, CEPEDA & RODRIGUEZ 1977) indica que secuencias volcanosedimentarias (Grupo Diabásico) sufrieron metamorfismo en una zona de subducción durante el choque de placas oceánica y continental en el Cretáceo. Es posible que sedimentos de esa secuencia que se encontraban hacia el borde de la placa oceánica desarrollaron minerales micáceos a causa del metamorfismo dinámico y en algunas partes sea imposible separarlos de las rocas metamórficas del Tipo Cajamarca (Paleozoico) que representan la placa continental.

Solo se conoce una edad radiométrica en las vulcanitas del Grupo Diabásico y es la reportada por BARRERO (1977) para un basalto toleítico ligeramente metamorfoseado con un contenido bajo en Potasio cuyo resultado fué de 136 ± 20 m.a (K/Ar en roca total). En este trabajo se presentan los resultados de 6 dataciones radiométricas efectuadas en Vulcanitas del Grupo Diabásico, de la región de El Tambo (Nariño) por el método Potasio-Argón en roca total (ESPINOSA 1980, comunicación escrita):

160 AEB	68.0 ± 11 m.a.
161 AEB	78.1 ± 25 m.a.
171 AEB	71.0 ± 9 m.a.
836 AEB	77.5 ± 20 m.a.
144 AEB	40.0 ± 4 m.a.
177 AEB	46.0 ± 5 m.a.*

correspondiendo las 4 primeras edades al rango Cretáceo Superior-Terciario (Santoniano-Paleoceno) y las 2 últimas al Eoceno, según la escala de tiempo de VAN EYSSINGA (1975). Sin embargo se debe tener cuidado en la interpretación de las 2 últimas edades ya que se podrían explicar por la pobreza en Argón. Más hacia el Sur, en la República del Ecuador se conocen edades de basaltos que hacen parte de la misma faja (Complejo Igneo Básico) y las edades varían entre 110-15 m.a y 45 - 5 m.a. por el método Potasio-Argón en plagioclase y en roca total (GOOSSENS Y ROSE 1973).

* Mientras este trabajo estaba en prensa, apareció publicada la Tesis de Doctorado de Armando Espinosa, titulada: "Sur les roches basiques et ultrabasiques du Bassin du Patia", en la cual se encuentran los resultados de todas las dataciones radiométricas efectuadas por este autor en su área de estudio (N. del A.)

Tabla 4. Análisis químico de plagiogranitos en El Tambo, Nariño

N° CAMPO	Si O ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	FeO	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	MnO	P ₂ O ₅	H ₂ O	CO ₂	Total
AEB 201	77.95	13.15	0.03	0.49	0.01	0.60	1.16	5.34	0.19	0.02	0.01	0.43	0.39	99.77
AEB 206	78.03	13.07	0.08	0.81	0.05	0.49	0.59	5.64	0.54	0.02	0.04	0.62	0.51	100.45
AEB 627	78.02	12.53	0.03	0.94	0.07	0.41	0.71	5.77	0.41	0.02	0.02	0.77	0.01	99.70
AEB 628	74.36	12.92	0.08	0.63	0.05	0.53	0.34	5.59	0.54	0.02	0.04	4.38	0.01	99.48
AEB 630	78.32	12.65	0.09	0.84	0.01	0.25	0.45	5.82	0.10	0.02	0.04	0.89	0.01	99.48

La edad de los fósiles en los sedimentos asociados al Grupo Diabásico varía entre Cenomaniano y Campaniano-Maestrichtiano (BARRERO, 1979, NELSON, 1962, ORREGO, ROSSMAN & PARIS 1976) o sea Cretáceo Superior.

En cuanto a la edad de los cuerpos máficos-ultramáficos asociados a esta secuencia, BARRERO (1979) propone para el Complejo Zonado Ultramáfico de Bolívar, una edad Cenomaniano-Turoniano para su formación y Coniaciano-Santoniano para su emplazamiento, basado en dataciones radiométricas efectuadas en pegmatitas y hornfelsita, que dieron edades de 106 ± 18 m.a. y 88 ± 13.8 m.a. (K/Ar en hornblenda). Es posible que el Complejo Ultramáfico de Guayabillas (Cauca) zonado y estratificado, tenga esta misma edad.

Por último, la edad de los esquistos de glaucofona ha sido determinada en 125 ± 15 m.a. en base al método Potasio-Argón en mica blanca (ORREGO, 1980, comunicación oral) o sea Cretáceo Inferior.

2.3 Formación Quebradagrande

Bajo esta denominación BOTERO (1963) agrupó una secuencia volcano sedimentaria de edad Cretáceo que aflora en la parte septentrional del occidente Colombiano con rocas ígneas máficas-ultramáficas asociadas. La parte volcánica está compuesta por espilitas principalmente, basaltos y diabasas, con menores porcentajes de brechas de flujo y tobas, y además intercalaciones locales de chert negro lenticular y la parte sedimentaria está formada por lutitas, pizarras silíceas, chert negro, grawacas, conglomerados polimícticos intraformacionales e intercalaciones de derrames volcánicos (ALVAREZ 1979).

Análisis químicos de óxidos efectuados en vulcanitas de la Formación Quebradagrande sugieren un carácter toleítico de éstas con algunas variaciones locales hasta andesítico (GONZALEZ 1976 y BOTERO 1963) y los análisis petrográficos indican la presencia de minerales de metamorfismo de las facies ceolitas y prehnita-pumpellyita (GONZALEZ. 1976, NUÑEZ y MURILLO 1978 & RESTREPO, TOUSSAINT, ZULUAGA & HOYOS 1979).

Además de las rocas ígneas máficas-ultramáficas asociadas a esta unidad y a rocas metamórficas paleozoicas (?) han sido reportadas rocas de alta presión (esquistos de glaucofana) emplazadas dentro de metadiabasas de la Formación Quebradagrande, en el flanco Occidental de la Cordillera Central (NUÑEZ & MURILLO, 1978).

En cuanto a edad de esta unidad, dataciones radiométricas indican que las vulcanitas pertenecen al intervalo Albiano-Cenomaniano (RESTREPO, TOUSSAINT, ZULUAGA & HOYOS. 1979) y las edades de las rocas máficas intrusivas son 131 ± 9 m.a. y 92.5 ± 4.2 m.a.

en gabros por el método Potasio-Argón en hornblenda y plagioclasa. La edad de los fósiles encontrados abarca todo el Cretáceo con presencia de fósiles planctónicos del Cretáceo Superior y fauna bentónica del Cretáceo Inferior en la misma faja volcánica (ALVAREZ 1979).

2.4 *Formación Barroso*

En la parte septentrional de la Cordillera Occidental IRVING (1971) agrupó bajo el nombre de Grupo Cañasgordas, a todos los depósitos sedimentarios y volcánicos de edad Cretáceo que conforman el núcleo de la Cordillera Occidental. Posteriormente las dos secuencias fueron divididas en Formación Barroso que comprende las rocas volcánicas básicas cretáceas con sus intrusivos máfico-ultramáficos asociados y Formación Penderisco que corresponde a la secuencia sedimentaria tipo "flysch" de edad Cretáceo Terciario (?) que rellena el eugeosinclinal del Occidente Colombiano (RESTREPO, TOUSSAINT, ZULUAGA y HOYOS. 1979)

La Formación Barroso es un complejo volcánico y volcano-sedimentario compuesto por diabasas, basaltos y menos frecuentemente por espilitas con intercalaciones de lavas almohadilladas con hyaloclastitas, tobas, brechas, vítreo líticas y aglomerados; ocasionalmente se presentan lentes irregulares de rocas sedimentarias (ALVAREZ 1979).

La Formación Barroso equivale a la Formación Quebradagrande definida también en la parte septentrional de la Cordillera Occidental, su carácter es toleítico y su edad Cretáceo Inferior-Cretáceo Medio está basada en dataciones radiométricas de cuerpos ígneos que intruyen a las rocas básicas y sus edades están comprendidas dentro del rango Albiano-Cenomaniano (RESTREPO, TOUSSAINT, ZULUAGA & HOYOS 1979).

Existen otros nombres propuestos para denominar las secuencias volcánicas cretácicas y su plutonismo básico-ultrabásico asociado en la parte septentrional de la Cordillera Occidental. Así por ejemplo el Complejo ofiolítico del Cauca está compuesto por las rocas del vulcanismo básico y plutonismo básico-ultrabásico que conforma la Cordillera Occidental (RESTREPO & TOUSSAINT 1973), el Arco de Altamira está conformado por rocas básicas del flanco Oriental de la Cordillera Occidental que se pudieron haber formado sobre el Complejo ofiolítico del Cauca (RESTREPO, TOUSSAINT, ZULUAGA & HOYOS 1979) y el Complejo Ofiolítico del Alto Nechí representaría un segmento fósil de una zona de subducción, compuesto de oriente a occidente por conglomerado parálico de borde continental, sedimentos de fosa con turbiditas, secuencia ofiolítica y zona de imbricación tectónica tipo alpino, además de gabros intrusivos zonados, gabros

anortosíticos y trondhjemitas. Este segmento estaría situado en ese lugar por movimientos tectónicos de desplazamiento lateral (ESTRADA 1974).

2.5 *Complejo Ofiolítico de Gorgona*

Nombre informal usado en este trabajo para designar a una secuencia de rocas ígneas básicas-ultrabásicas, asociadas a diabasas y basaltos con estructuras pillow-lava, de afinidad toleítica. El rasgo más importante de esta secuencia es la presencia de komatiitas (ECHEVERRÍA & PARIS 1979) ya que es uno de los pocos lugares del mundo donde se han reportado estos flujos ultrabásicos con textura espinifex bien desarrollada y además el hecho de estar estas lavas ultrabásicas en una faja de edad Cretáceo Superior-Terciario (?) le da una mayor importancia pues se creía que estaban asociadas solamente a terrenos precámbricos. Es posible que se encuentren Komatiitas en la Serranía del Baudó si se piensa que ésta es la prolongación hacia el norte del Complejo Ofiolítico de Gorgona.

2.6 *Cinturón de San Jacinto*

Bien hacia el norte, las cordilleras Central y Occidental van desapareciendo paulatinamente bajo los grandes espesores de los sedimentos costaneros y de ahí que su estudio se haga más difícil. En su prolongación más septentrional, DUQUE (1977) divide la región Occidental en 2 secuencias, una denominada Cinturón del Sinú conformada por depósitos turbidíticos de edad post-Oligoceno Medio y Cinturón de San Jacinto compuesto estructuralmente por un anticlinorio, ubicado al este del Cinturón del Sinú y formado por rocas pelágicas con intercalaciones de diabasas y basaltos y rocas intrusivas máficas-ultramáficas asociadas; la edad de esta secuencia varía del Cretáceo Superior a Eoceno y su contacto oriental está asociado con el lineamiento de Romeral. Este mismo autor considera a esta secuencia como una posible unidad tectónica separada de la Cordillera Occidental.

2.7 *Grupo Bahía Honda*

Aunque esta secuencia se encuentra descrita en la península de la Guajira, región más NE de Colombia, el autor cree que es un bloque tectónico de la parte más septentrional del Occidente Colombiano que mediante diferentes juegos de fallas fué llevado a ese sitio donde sufrió metamorfismo. Esta secuencia de edad Aptiano-Maestrichtiano está formada por filitas, cuarcitas, esquistos, chert y rocas metavolcánicas,

con serpentinitas y eclogitas asociadas (ALVAREZ 1971) y en análisis petrográfico de rocas de la formación Parauinkrein que hace parte del Grupo Bahía Honda se han encontrado minerales de la facies ceolitas y prehnita-pumpellyita (MAC DONALD 1964) lo cual concuerda con las secuencias descritas en el Occidente Colombiano. Es muy difícil definir el carácter toleítico de las vulcanitas mediante análisis químicos debido al metamorfismo que han sufrido. La presencia de rocas metavolcánicas y metasedimentarias con minerales de las facies prehnita-pumpellyita, su asociación con rocas ultramáficas especialmente eclogitas y la existencia de un metamorfismo retrógrado, podrían llevar a pensar en que el metamorfismo de esta secuencia fué de alta presión y que la diafóresis degradó los minerales típicos de estas facies.

Otro argumento a favor de una antigua relación entre la Guajira y los Andes Occidentales, es el de que presenta en el Cretáceo depósitos eugeosinclinales del lado oceánico (Grupo Bahía Honda) en contacto por lo general fallado con depósitos miogeosinclinales del lado continental (Cocinas Through).

Las anteriores secuencias volcano-sedimentarias han sido agrupadas bajo el nombre de Complejo Igneo Básico y su ubicación geológica y geográfica está restringida al Occidente Colombiano (Fig. 1) a excepción de Grupo Bahía Honda en la península de la Guajira, que se piensa sea un bloque alóctono de los Andes Occidentales. Las secuencias que forman este Complejo presentan los siguientes rasgos:

- 1) Son depósitos asociados a placas oceánicas.
- 2) Su edad es Cretáceo-Terciario.
- 3) El vulcanismo es de afinidad toleítica.
- 4) Presenta indicios de metamorfismo regional de bajo grado como espilitización y desarrollo de minerales de las facies ceolitas y prehnita-pumpellyita.
- 5) Existen rocas ígneas intrusivas máficas-ultramáficas asociadas al vulcanismo básico.
- 6) Su contacto oriental está relacionado con el sistema de Fallas de Romeral que pone en contacto la placa oceánica con la placa continental.

3. PETROLOGIA Y ORIGEN

Los rasgos más característicos de las vulcanitas del flanco oriental de la Cordillera Occidental en el departamento de Nariño, son sus valores bajos en SiO_2 , Al_2O_3 y TiO_2 además de las variaciones en los contenidos de Na_2O , K_2O y CaO (tabla 1) causados seguramente por metamorfismo de bajo grado reflejado en la espilitización de las vulcanitas lo cual implica una introducción metasomática de Na con relevo simultáneo de Ca y disminución en el contenido de K.

En los diagramas $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ vs. $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$ que se utilizan para visualizar la migración de los álcalis, las muestras ploteadas están localizadas bajo la curva V-V (Figs. 2y3) la cual representa el máximo valor en la relación $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ para rocas volcánicas frescas Cuaternarias (MIYASHIRO 1975). En el diagrama $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$ vs SiO_2 (Fig. 4) se nota que la mayoría de las rocas tienden hacia una afinidad alcalina mientras que en los ploteos de las figuras 3, 5 y 6 se refleja un carácter toleítico en las vulcanitas. Aunque el diagrama de la figura 3 se debe utilizar con cierta reserva ya que fué establecido para rocas volcánicas de Hawaii, esta aparente contradicción se podría explicar como el reflejo de un magma toleítico que ha sufrido diferenciación y/o metaforfismo regional de bajo grado (espilitización) lo cual está apoyado por análisis petrográficos. En el diagrama de la Fig. 6 se advierte que las rocas ploteadas estan dentro del campo toleítico pero muy cerca al límite Ca-TH guardando cierto paralelismo con éste lo que implica una concentración baja en Fe y/o un fraccionamiento de la serie; la concentración baja en Fe se puede visualizar mejor en los diagramas triangulares de la Fig. 7 donde se observa también el bajo contenido en K, situación que puede llevar a pensar en la diferenciación de la serie con pérdida de K, caso común en la formación de arcos de islas inmaduros lo cual concuerda con los ploteos en los diagramas $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O}$ vs $\text{Na}_2\text{O} - \text{K}_2\text{O}$ (Fig. 3). Estas consideraciones sumadas a la comparación de análisis químicos de toleitas de arcos de isla (MIYASHIRO 1975) permiten pensar en la formación de un arco de isla inmaduro en la Cordillera Occidental, en el Cretáceo Superior a partir de un magma toleítico con diferenciación a andesítico. Este arco de isla se formó sobre corteza oceánica de edad Cretáceo Inferior.

En cuanto a los plagiogranitos oceánicos, los principales rasgos químicos son su alto contenido en SiO_2 , bajo a moderado en Al_2O_3 y muy bajo en K_2O y TiO_2 (tabla 4). Aparecen como inclusiones tectónicas dentro de rocas ultramáficas serpentinizadas y representan el final de la diferenciación del magma toleítico. Su presencia puede estar relacionada con una rata muy lenta de expansión en las dorsales oceánicas que permite una gran diferenciación (COLEMAN & PETERMAN 1975). Un estudio más detallado de estas rocas es muy importante porque nos puede dar información sobre la acreción de corteza oceánica especialmente en zonas de fallas de transformación (OHNENSTETTER, M., y OHNENSTETTER, D., 1979).

4. DISCUSION

De acuerdo a los pocos datos conocidos se pueden establecer 2 fases tectónicas importantes en la evolución geológica del Complejo Igneo Básico en Colombia. La primera de éstas, documentada por algunas

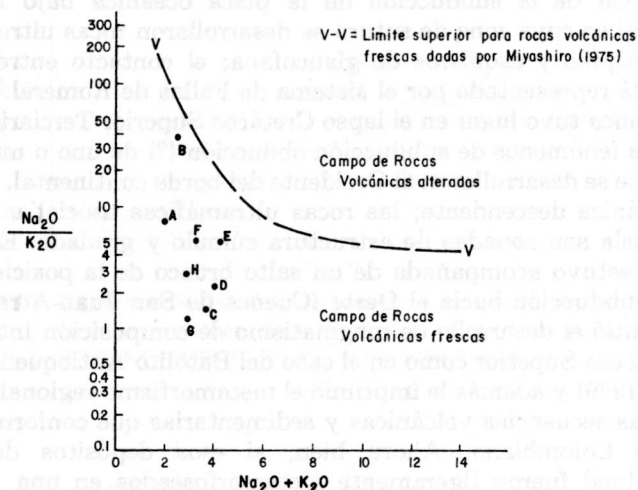


FIGURA 2: Diagrama de las relaciones Na_2O/K_2O vs Na_2O+K_2O para rocas volcánicas de la cordillera occidental, parte meridional. Provincias tomadas de MIYASHIRO, AKIHO, 1975, p.260.

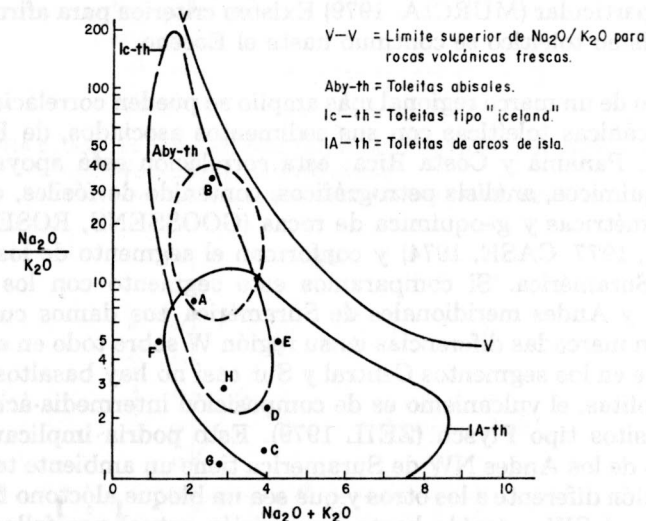


FIGURA 3: Diagrama de las relaciones Na_2O/K_2O vs Na_2O+K_2O para rocas volcánicas de la cordillera occidental, parte meridional. Provincias tomadas de MIYASHIRO, AKIHO, 1975, p.260.

dataciones radiométricas, se desarrolló en el Cretáceo Inferior como consecuencia de la subducción de la placa oceánica bajo la placa continental en cuya zona de sutura se desarrollaron rocas ultramáficas del tipo Alpino y esquistos de glaucofana; el contacto entre esas 2 placas está representado por el sistema de Fallas de Romeral. La otra fase tectónica tuvo lugar en el lapso Cretáceo Superior-Terciario y está asociado a fenómenos de subducción-obducción (?) de uno o más arcos de islas que se desarrollaron al Occidente del borde continental, sobre la placa oceánica descendente; las rocas ultramáficas asociadas a estos arcos de isla son zonadas de estructura cúmulo y gradada. Esta fase tectónica estuvo acompañada de un salto brusco de la posición de la zona de subducción hacia el Oeste (Cuenca de San Juan-Atrato ?) lo cual permitió el desarrollo de magmatismo de composición intermedia en el Cretáceo Superior como en el caso del Batolito Antioqueño (RES-TREPO 1979) y además le imprimió el metamorfismo regional de bajo grado a las secuencias volcánicas y sedimentarias que conformaban el Occidente Colombiano. Ahora bien, si esos depósitos de facies eugeosinclinal fueron ligeramente metamorfoseados en una zona de subducción las condiciones debieron ser las del tipo bórico alta presión-baja temperatura y es posible que procesos posteriores de diafóresis hayan alterado los minerales típicos de estas facies y solo se observen los correspondientes a las facies ceolitas, prehnita-pumpellyita y esquistos verdes, sin poder referirse a ningún tipo bórico de metamorfismo en particular (MURCIA 1979) Existen criterios para afirmar que el vulcanismo toleítico se continuó hasta el Eoceno.

Dentro de un marco regional más amplio se pueden correlacionar las rocas volcánicas toleíticas con sus sedimentos asociados, de Ecuador Colombia, Panamá y Costa Rica; esta correlación está apoyada por análisis químicos, análisis petrográficos, contenido de fósiles, dataciones radiométricas y geoquímica de rocas (GOOSSENS, ROSE, Jr., y FLORES, 1977. CASE, 1974) y conforman el segmento de los Andes NW de Suramérica. Si comparamos este segmento con los Andes Centrales y Andes meridionales de Suramérica nos damos cuenta de que tienen marcadas diferencias en su región W sobre todo en el Cretáceo ya que en los segmentos Central y Sur casi no hay basaltos toleíticos ni ofiolitas, el vulcanismo es de composición intermedia-ácida y no hay depósitos tipo Flysch. (ZEIL 1979). Esto podría implicar que el segmento de los Andes NW de Suramérica tiene un ambiente tectónico de formación diferente a los otros y que sea un bloque alóctono formado más hacia el SW y traído hasta su posición actual por fallas transcurrentes (strike-slip-fault), en este caso la falla de Romeral, tal como ha sido postulado por SILLITOE (1978)

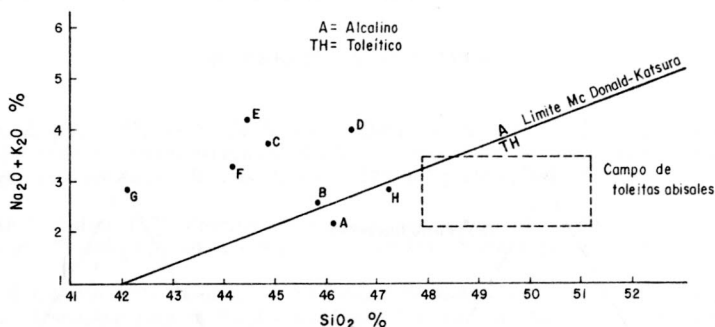


FIGURA 4: Diagrama de $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ vs SiO_2 para rocas volcánicas de la cordillera occidental parte meridional. Se ha tomado como limite entre series toleíticas y alcalinas, el establecido por Mc Donald-Katsura (1964).

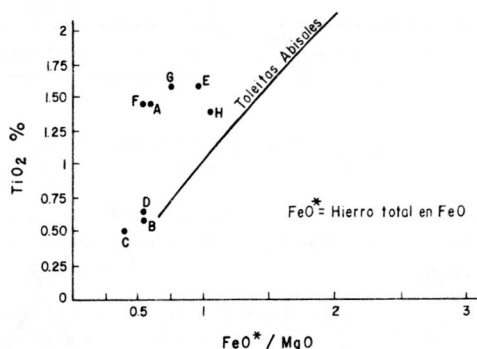


FIGURA 5: Diagrama de las relaciones TiO_2 vs FeO^*/MgO para rocas volcánicas de la cordillera occidental, parte meridional. Provincias tomadas de MIYASHIRO, AKIHO, 1975, p 251.

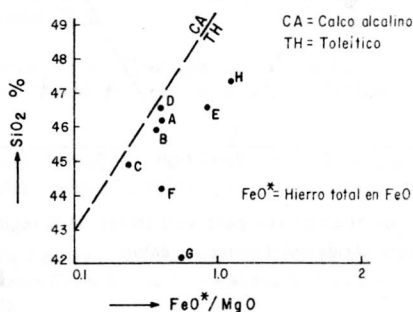


FIGURA 6: Variación composicional para rocas volcánicas de la cordillera occidental, parte meridional, con incremento en la relación FeO^*/MgO . Provincias tomadas de MIYASHIRO, AKIHO, 1975, p 269.

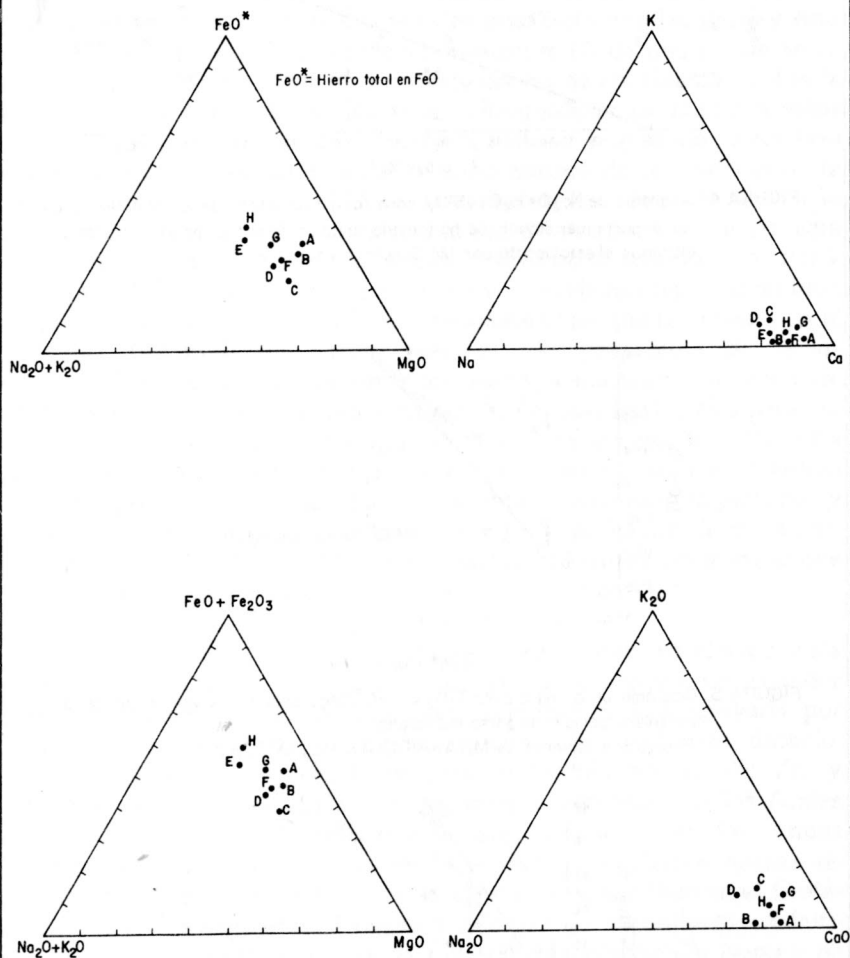


FIGURA 7: Diagramas triangulares para vulcanitas de la región meridional de la cordillera occidental (flanco oriental).

REFERENCIAS CITADAS

ALVAREZ, Jairo. 1979. Geología de la Cordillera Central y el Occidente Colombiano y Petroquímica de los intrusivos granitoides Meso-Cenozoicos. Bogotá, Instituto Nacional Investigaciones geológico-Mineras, informe 1773. 359 p. (Mecanografiado)

ALVAREZ, Walter. 1971. Fragmented Andean Belt, Colombia. Caribbean Geophysical Tectonic and Petrologic Studies. Geol. Soc. of Am. Bull., Memoir 130. p. 77-96.

BARRERO, Darío. 1979. Geology of the Central Western Cordillera. West of Buga and Roldanillo, Colombia. Bogotá. Publ. Geol. Esp N°. 4 Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. 75 p.

BOTERO, A., Gerardo. 1973. Contribución al conocimiento de la geología de la zona Central de Antioquia. Medellín. Anales Fac. de Minas, N°. 57. 106 p.

CASE, James. 1974. Oceanic crust from basement of Eastern Panamá. Geol. Soc. of Am. Bull., 84(4): 645-652.

COLEMAN, R. and IRWIN, W. 1974. Ophiolites and ancient continental margins. In Geology of Continental Margins. New York. Burk, C., A. and Drake, C., L., ed. p. 921-932.

COLEMAN, R. and PETERMAN, Z. 1975. Oceanic plagiogranite. Journal of Geophysical Research, 80(8): 1099-1108.

DUQUE, Hermann. 1977. Major structural elements and evolution of Northwestern Colombia. Bogotá. Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras, informe I-4dito. 33 p. (Mecanografiado).

ECHEVERRI, Lina María y PARIS, Gabriel. 1979. Tertiary Komatiites of Gorgona Island, Colombia. Popayán. Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. 16 p. (Mecanografiado).

ESPINOSA, Armando. 1980. Comunicación escrita de Enero 14.

ESTRADA, Armando. 1974. Complejo Ofiolítico del Alto Nechí. Medellín. Simposio sobre ofiolitas. Resúmenes. 75 p.

GONZALEZ, Humberto. 1976. Geología del Cuadrángulo J-8 Sonsón. Medellín. Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras, informe 1704. 421 p. (Mecanografiado).

GOOSSENS, Pierre and ROSE, Jr., William. 1973. Chemical Composition and age determination of tholeiitic rocks in the Basic Igneous Complex, Ecuador. Geol. Soc. Am. Bull., 84(3): 1043-1052.

GOOSSENS, Pierre, ROSE, Jr., William and FLORES, Decio. 1977. Geochemistry of tholeiites of Basic Igneous Complex of Northwestern South América. Geol. Soc. of Am. Bull., 88(12): 1711-1720.

GROSSE, Emil. 1926. Estudio Geológico del Terciario Carbonífero de Antioquia. Berlín. Dietrich Reimer. 361 p.

GROSSE, Emil. 1935. Acerca de la Geología del Sur de Colombia. Bogotá, Imprenta Nacional. Compilación de los estudios geológicos oficiales en Colombia, tomo III. p. 139-231.

HORMANN, Paul and PICHLER, Hans. 1979. Colombian-German Scientific Programs on Volcanic Rocks. Mineralogisch-Petrographisches Institut Der Universität Tübingen. 13 p. (Mecanografiado).

IRVING, Earl. 1971. La Evolución Estructural de los Andes más Septentrionales de Colombia. Bogotá. Boletín Geológico, 19(2): 90 p.

MAC DONALD, William. 1964. Geology of the Serranía de Macuira Area, Guajira Peninsula, Colombia. Tesis PH.D. Princeton University. 167 p.

MIYASHIRO, Akiho. 1975. Classification, characteristics, and origin of ophiolites. Journal of Geology. Vol. 83, p. 249-281.

MURCIA, Armando. 1979. Facies Metamórficas en el Sur-Occidente Colombiano. Popayán. Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. 16 p. (Mecanografiado).

MURCIA, Armando. 1980. Geología de la plancha 410-La Unión. (en prep.) Ingeominas, Popayán.

NELSON, Wolfgang. 1962. Contribución al conocimiento de la Cordillera Occidental, sección Cali-Buenaventura. Bogotá. Boletín Geológico, 10(1-3): 81-108.

NUÑEZ, Alberto y MURILLO, Alvaro. 1978. Esquistos de Glaucófana en el Municipio de Pijao, Quindío (Colombia). Ibagué. Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. 18 p. (Mecanografiado).

OHNENSTETTER, M. and OHNENSTETTER, D. 1979. Comparison between Corsican Ophiolitic Albitites and Oceanic Plagiogranites. Ginebra, Suiza. Simposio Internacional sobre Ofiolitas. Resúmenes.

ORREGO, Abigail, ROSSMAN, Darwin y PARIS, Gabriel, 1976. Geología del Cuadrángulo N-6 Popayán. Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras, informe 1711, 135 p. (Mecanografiado).

ORREGO, Abigail, CEPEDA, Héctor y RODRIGUEZ, Gloria Inés. 1977. Esquistos Glaucofánicos en el Area Jambaló, Cauca (Colombia). Popayán. Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras, informe 1729. 14 p. (Mecanografiado).

PARIS, Gabriel y CEPEDA, Héctor. 1980. Algunos Complejos ultramáficos en los departamentos de Cauca y Nariño. Colombia. Popayán. Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. 19 p. (Mecanografiado).

PARIS, Gabriel y MURCIA, Armando. 1979. Generalidades acerca de la Geología del Sur-Occidente de Colombia. Popayán. Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. 18 p. (Mecanografiado).

RESTREPO, J., Julián y TOUSSAINT, Francois, 1973. Obducción Cretácea en el Occidente Colombiano (informe preliminar). Medellín. Publicación Especial N°. 3, Facultad de Minas. 26 p.

RESTREPO, J.J., TOUSSAINT, J.F., ZULUAGA, J. y HOYOS, P. 1979. Algunas consideraciones sobre la Geología de la parte Septentrional de la Cordillera Occidental. Medellín. Publicación Especial Geología N°. 20. Facultad de Ciencias. 26 p.

SILLITOE, Richard. 1978. An appraisal of porphyry copper prospects in Colombia. Bogotá. Instituto Nacional de Investigaciones Geológico-Mineras. 58 p. (Mecanografiado).

VANEYSINGA, F. 1975. Geological Time Table. Ed. Elsevier.

ZEIL, Werner 1979. The Andes, A Geological-Review. Berlin-Stuttgart. Gebruder Borntraeger. 260 p.

Fe de erratas.

(Trabajo Jairo Mojica)

<u>Pág. (renglón)</u>	<u>Dice</u>	<u>Debe decir</u>
69 (33)	estratégico	estratigráfico
86 (27)	ESCORCE, B...	ESCORCE, E.(1977): Mineralización tipo pórfido cuprífero (Area de Mocoa, Putumayo).- Informe de Progreso, 1-18, 5 Figs., Ingeominas, Bogotá.

Nótese además que la explicación a las figuras se encuentra en las páginas 68 y 69, y que, a pesar de carecer de numeración, aparecen en el mismo orden de la explicación.

Nueva dirección: Departamento de Geociencias, Univ. Nal. Apartado 14490, Bogotá, Colombia.