



Libertad y Orden

**INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
INGEOMINAS**

GEOLOGÍA DE LAS PLANCHA 429 - PASTO

ESCALA 1:100.000

MEMORIA EXPLICATIVA

Bogotá, 1991

República de Colombia
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA



**REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA
INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
INGEOMINAS**

GEOLOGÍA DE LAS PLANCHA 429 - PASTO

ESCALA 1:100.000

MEMORIA EXPLICATIVA

Por

**Armando Murcia Leal
Héctor Cepeda Vanegas**

Bogotá, 1991



REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA



Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química

INGEOMINAS

MAPA GEOLOGICO DE COLOMBIA

PLANCHA 429 - PASTO

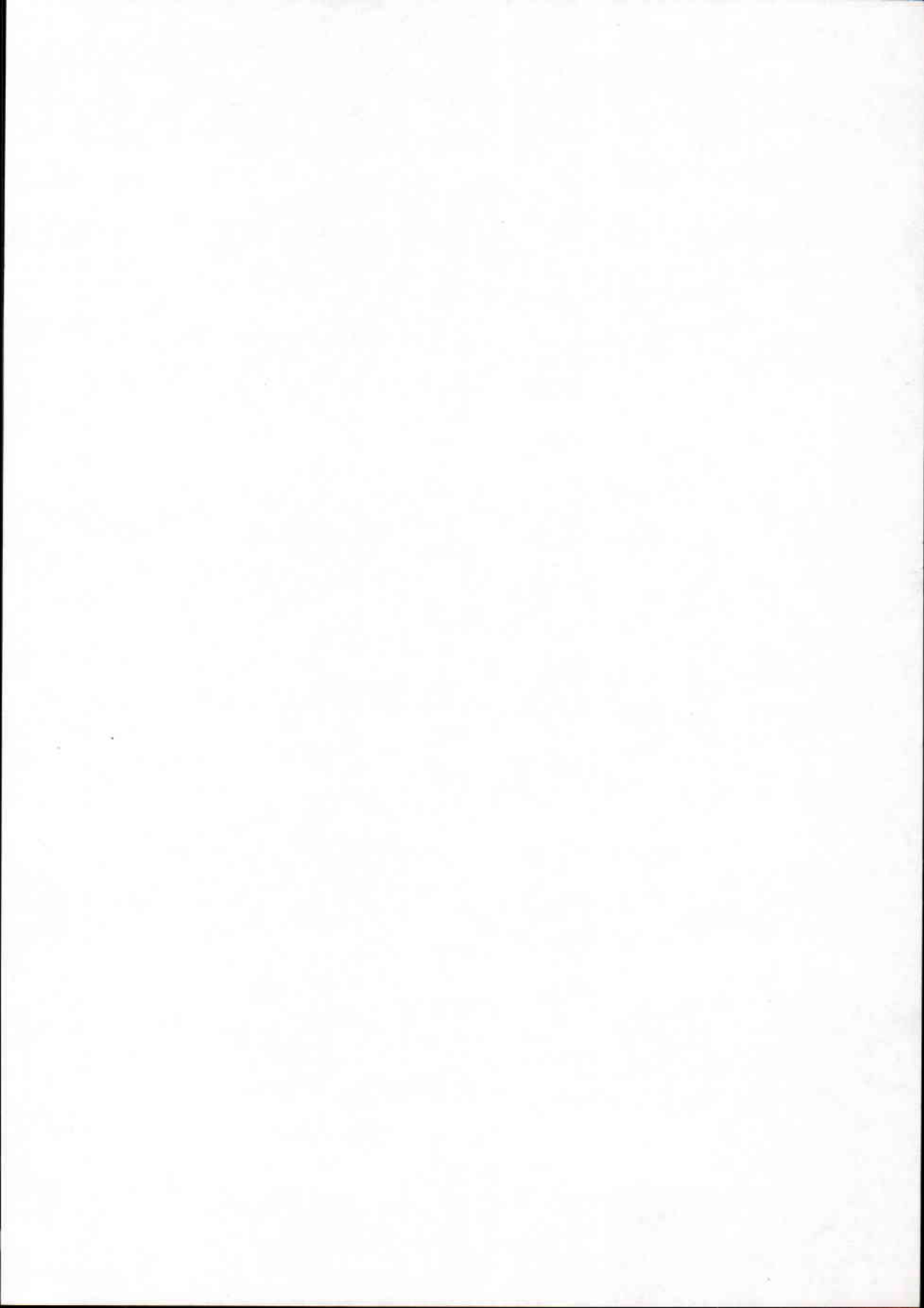
Escala 1:100.000

| | | |
|-----|-----|-----|
| 409 | 410 | 411 |
| 428 | 429 | 430 |
| 447 | 448 | 449 |



MEMORIA EXPLICATIVA

1991



REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES EN GEOCIENCIAS, MINERIA Y QUIMICA

INGEOMINAS

MAPA GEOLOGICO DE COLOMBIA

PLANCHA 429 - PASTO
(DEPATAMENTO DE NARIÑO)

Escala 1:100.000

Por:

ARMANDO MURCIA LEAL y HECTOR CEPEDA VANEGAS

1991

Derechos reservados por:

INGEOMINAS: Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química.

Diagonal 53 No. 34-53, A. A. No. 4865.

Bogotá, D. E., Colombia S. A.

Formato de publicación: 17 x 24 cm

Editor

ALBERTO VILLEGAS BETANCOURT

Geólogo

CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| 1. INTRODUCCION | 4 |
| 2. ESTRATIGRAFIA | 4 |
| 2.1. ERA PRECAMBRICA | 4 |
| 2.1.1. COMPLEJO MIGMATITICO DE LA COCHA - RIO TELLEZ (p ϵ mt) | 4 |
| 2.2. ERA PALEOZOICA (?) | 5 |
| 2.2.1. SECUENCIA METAMORFICA DE BUESACO (Pz?b) | 5 |
| 2.3. ERA MESOZOICA | 6 |
| 2.3.1. GRUPO DAGUA (Kmsv) | 6 |
| 2.3.2. FORMACION QUEBRADAGRANDE (Ksv) | 7 |
| 2.3.3. GRUPO DIABASICO (Kvs-Kvd-Kv) | 7 |
| 2.3.3.1. Conjunto Kvs | 7 |
| 2.3.3.2. Conjunto Kvd | 8 |
| 2.3.3.3. Conjunto Kv | 8 |
| 2.3.3.4. Edad, correlaciones y origen | 8 |
| 2.3.4. ROCAS ULTRAMAFICAS DEL CHACAGUAICO (Ku) | 9 |
| 2.4. ERA CENOZOICA | 9 |
| 2.4.1. FORMACION ESMITA (TMe) | 9 |
| 2.4.2. ROCAS IGNEAS HIPOABISALES (Th) | 10 |
| 2.4.3. CONJUNTO SEDIMENTARIO DE TAPIALQUER (TQst) | 11 |
| 2.4.4. VULCANITAS | 11 |
| 2.4.4.1. Conjunto Sedimentario - Volcánico de La Magdalena (TQsv) | 11 |
| 2.4.4.2. Lavas (TQvl) | 11 |
| 2.4.4.3. Avalanchas Ardientes y de Escombros (TQva) | 12 |
| 2.4.4.4. Ignimbritas Eutaxíticas (TQvi) | 12 |
| 2.4.4.5. Flujos de Ceniza, Pumita y Escoria (TQvf) | 12 |
| 2.4.4.6. Lavas y Cenizas (TQvlc) | 12 |
| 2.4.4.7. Lahares y Lavas (TQvll) | 13 |
| 2.4.4.8. Lahares y Piroclastos (TQvlp) | 13 |
| 2.4.4.9. Depósitos volcánicos sin diferenciar (TQvsd) | 13 |
| 2.4.4.10. Lluvias de Ceniza (Qvc) | 13 |
| 2.4.5. DEPOSITOS GLACIARES Y FLUVIO-GLACIARES (Qsgf) .. | 14 |
| 2.4.6. DEPOSITOS COLUVIALES Y ALUVIALES (Qcal) | 14 |
| 2.4.7. TERRAZAS (Qt) | 14 |
| 2.4.8. DEPOSITOS LACUSTRES (Ql) | 14 |
| 3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL | 15 |
| 4. GEOQUIMICA Y GEOLOGIA ECONOMICA | 16 |
| 5. EVOLUCION GEOLOGICA | 17 |
| 6. BIBLIOGRAFIA | 17 |

* * *

1. INTRODUCCION

La Plancha 429 - Pasto situada en el Departamento de Nariño, se extiende desde las estribaciones orientales de la Cordillera Occidental hasta las partes más altas de la Cordillera Centro-Oriental, y geomorfológicamente hace parte del denominado Nudo de Los Pastos o Mirador de Huaca, sitio donde comienzan a individualizarse las cordilleras colombianas. Las principales vías de comunicación son las carreteras Panamericana, Pasto - Mocoa y Pasto - Túquerres - Tumaco; Pasto cuenta con aeropuerto activo. Además de Pasto, se destacan como centros de actividad económica, Túquerres, Samaniego, Sandoná, El Encano y Funes; la principal actividad humana productiva es la agropecuaria.

La principal red de drenaje es la del río Guáitara que desemboca al río Patía y éste a su vez dona sus aguas al Océano Pacífico. El río Guamués que surte y drena a la laguna La Cocha, es tributario del Putumayo y éste del Amazonas que desagua en el Océano Atlántico. La topografía es abrupta, causada por el levantamiento de Los Andes mediante esfuerzos compresionales y por la actividad volcánica y la fuerte erosión causada por los ríos que labran valles muy profundos y estrechos en V; las alturas están comprendidas entre las cotas 940 m, en el río Guáitara al E de Ancuyá y 4.276 m, en la cumbre del Volcán Galeras; las precipitaciones anuales fluctúan entre 800 y 1.500 mm, siendo marzo - abril el lapso más lluvioso. Las temperaturas promedio varían dentro del rango 5 - 25°C.

2. ESTRATIGRAFIA

2.1. ERA PRECAMBRICA

2.1.1. COMPLEJO MIGMATITICO DE LA COCHA - RIO TELLEZ (p€mct)

La unidad se sitúa hacia el S y SE de la plancha y es pobre en afloramientos de roca fresca. Son principalmente rocas ígneas de composición granodiorítica, afectadas por el fenómeno de blastesis, y metamórficas, principalmente ortoneises, paraneises, granulitas y anfibolitas. En el cauce del río Tellez, al E de Funes, se observan rocas con estructuras estromáticas, diktioníticas, nebulíticas y schlieren; el paleosoma se compone de bandas de anfibolita y neises granodioríticos; el leucosoma, a veces, es pegmatítico. Aparecen también basaltos amigdalares epidotizados, con textura subofítica, y granulitas.

Las principales características petrográficas de estas rocas son: presencia de biotita roja, de cuarzo en mosaicos y con extinción ondulatoria, de microclina poikilítica, de anfíbol hastingsítico, a veces pasando a biotita, de plagioclasa zonada, de allanita (?), de texturas cataclásticas, crenulación, desarrollo de pertitas y mirmekitas, relictos de texturas sedimentarias (estratificación y redondeamiento de cuarzo, del circón y del apatito), e invasión de microclina.

Las rocas del Complejo Migmatítico de La Cocha - Río Téllez tienen una composición mineralógica aproximadamente uniforme, a pesar de la variedad de estructuras y texturas. La asociación mineralógica, la presencia de granulitas, el carácter peritítico de los feldespatos y los fuertes colores de la biotita y de la hornblenda, favorecen un metamorfismo de las facies granulita. Litológicamente, este complejo migmatítico es similar al Macizo de Garzón, de edad precámbrica, y se piensa que es su prolongación meridional. El Complejo Migmatítico de La Cocha - Río Téllez está limitado en su parte occidental por la Falla del río Guáitara, falla activa que hace parte del Sistema Romeral. Este bloque tectónico haría parte del cinturón granulítico postulado por Kroonenberg (1982), en la parte occidental del Escudo de Guayana y originado por la colisión continental de las rocas precámbricas andinas y las rocas precámbricas del Escudo Canadiense, durante la Orogenia Grenville.

2.2. ERA PALEOZOICA (?)

2.2.1. SECUENCIA METAMORFICA DE BUESACO (Pz?b)

Hacia la parte NE de la Plancha 429 - Pasto (NW de Villa Moreno), aparece un pequeño afloramiento de rocas metamórficas, las cuales pertenecen a la denominada Secuencia Metamórfica de Buesaco, de Murcia y Cepeda (1986). El afloramiento ha sido exagerado en el mapeo geológico, ya que se requiere relieves su posición, pues representa la prolongación más sur de la secuencia metamórfica que, al parecer, desaparece por pinchamiento a la altura del Complejo Volcánico de Galeras.

Se trata de intercalaciones de esquistos verdes y esquistos micáceos, atravesados por venas de cuarzo y calcita. Las rocas se alteran dando suelos arcillosos, amarillo-rojizo, y están cubiertas discordantemente por depósitos volcánicos cuaternarios. La composición mineralógica de las rocas metamórficas nos hace situar al metamorfismo dentro de las facies esquistos verde, posiblemente del tipo bórico.

Es un bloque tectónico limitado, al E y al W, por fallas del Sistema Romeral; las rocas buzcan entre N20°E y N40°E, con inclinaciones variables, tanto al E como al W, consecuencia de macro y microplegamientos.

Existen algunos problemas para determinar la edad de esta secuencia metamórfica, pero litológicamente se correlaciona con los Grupos Cajamarca de Nelson (1962), Ayurá - Montebello de Botero (1963) y Valdivia de Hall, *et al.* (1972), de edad Paleozoico medio. Sin embargo, existe la posibilidad de que tenga una edad cretácea debido a la presencia de rocas ultrabásicas, más al oriente del área trabajada, y a su estrecha relación con rocas toleíticas oceánicas cretácicas.

Si es válida la correlación con las secuencias del Paleozoico, las rocas originales, vulcanitas básicas y sedimentitas, se debieron depositar en un ambiente eugeosinclinal en el Paleozoico inferior, para luego ser sometidas a metamorfismo regional en el Paleozoico medio durante la Orogenia Caledoniana.

2.3. ERA MESOZOICA

Las secuencias que se asignan a esta era están conformadas por rocas volcánicas y sedimentarias cretáceas (depositadas sobre una corteza oceánica antigua), con metamorfismo de bajo grado, las cuales según sus rasgos estructurales, petrográficos y químicos, han permitido diferenciar varios bloques tectónicos, al parecer alóctonos. Rocas ultramáficas emplazadas tectónicamente se pueden observar en uno de estos bloques.

2.3.1. GRUPO DAGUA (Kmsv)

Localizado en el NW de la plancha, área de Puente Tierra - Samaniego, está compuesto por rocas metavolcánicas hacia la base, y metasedimentarias hacia el techo.

Los metabasaltos amigdalares y almohadillados, con metamorfismo cataclástico, se componen principalmente de plagioclasa (andesina), clinopiroxeno, ferroactinolita, epidota, mica blanca, vidrio, apatito, clorita, calcita, prehnita, cuarzo y opacos. Las metatobas y los meta-aglomerados se componen de plagioclasa zonada (labradorita-andesina) que cambia a clorita, sericita, carbonatos y prehnita, minerales máficos alterados a clorita y a carbonatos, prehnita y carbonatos asociados a fracturas, y fragmentos de andesitas y basaltos. Las metasedimentitas, las más abundantes del conjunto, son intercalaciones de metalimolitas, metachert y metagrawacas, que, a veces, alcanzan a desarrollar foliación; las metalimolitas son de color negro a gris verdoso oscuro, con clastos de cuarzo, plagioclasa (oligoclasa), minerales arcillosos, clorita, pumpellita, prehnita, muscovita, óxidos de hierro y magnetita; el metachert es de color negro y textura micro-cristalina; las grawacas, con ligera foliación, se componen de cristaloclastos de plagioclasa (andesina), débilmente sericitizada, clorita, cuarzo microcristalino y de litoclastos de basaltos, andesitas, cuarcitas y esquistos micáceos. El metamorfismo de la secuencia se sitúa en la facies prehnita-pumpellita y esquisto verde, posiblemente del tipo bórico de presión intermedia-baja temperatura, descrito por Miyashiro (1973).

El conjunto es un bloque tectónico afectado por replegamientos y cataclasis, lo que enmascara sus relaciones litológicas; en general, las rocas que lo conforman buzcan hacia el W con ángulos comprendidos entre 40 y 70 grados; la falla inversa Cauca - Patía, de dirección NE, es su contacto W, mientras que la Falla de La Aguada - San Francisco, de rumbo NE e inversa (?), es su contacto E; estas fallas hacen parte del Sistema Río Cauca.

Las características petrográficas y faciales, permiten inferir que la secuencia se originó por la depositación de corrientes de turbidez en una fosa oceánica, con aporte terrígeno, bioquímico y volcánico submarino; la edad de este conjunto es Cretáceo superior.

Esta unidad litológica fue denominada como los conjuntos tercero y cuarto de los Estratos de Chita por Grosse (1935) y correspondería a la Forma-

ción Cisneros del Grupo Dagua (BARRERO, 1979), si se tiene en cuenta que en la prolongación N del conjunto, se hallan intercalaciones de pizarras rojas y verdes, que se asume son las mismas que hacen de niveles guía de tal formación.

2.3.2. FORMACION QUEBRADAGRANDE (Ksv)

Aflora en la parte NE de la plancha y está conformada por metalimolitas con laminación fina, metagrawacas, compuestas principalmente por epidota, calcita, plagioclasa, cuarzo y fragmentos de diabasa, basaltos, metamorfitas paleozoicas y rocas hipoabisales; por metabasaltos, amigdalares y autoclásticos, y metadiabasas compuestas de plagioclasa epidotizada y pigeonita; por metapiroclastitas con litoclastos de vulcanitas y cristaloclastos de plagioclasa y pigeonita, en una matriz en estado de devitrificación; además, de los minerales mencionados, las rocas del conjunto presentan calcita, clorita, cuarzo, prehnita, pumpellita, sericita y ceolitas, en venas, amígdalas y/o reemplazando minerales primarios. El metamorfismo de bajo grado, facies ceolita, prehnita - pumpellita y esquisto verde, está asociado a un metamorfismo de fondo oceánico.

La secuencia litológica conforma un bloque tectónico, orientado aproximadamente N30° E, ubicado en el flanco occidental de la Cordillera Central y está afectado por metamorfismo dinámico. De acuerdo con Murcia y Cepeda (1986), más al norte del área trabajada se puede observar el contacto fallado entre la secuencia metamórfica de Buesaco y la Formación Quebradagrande. La Falla de Buesaco, que pone en contacto a las dos secuencias, hace parte del Sistema de Fallas de Romeral.

De acuerdo con los análisis químicos realizados (fluorescencia de Rayos X), las rocas volcánicas son toleítas abisales, originadas seguramente en un ambiente de arcos de islas, lo cual estaría apoyado también por la presencia de las rocas piroclásticas básicas y algunas brechas de flujo.

Botero (1963) asigna una edad Cretáceo superior a esta formación, con base en la presencia de fósiles, pero las dataciones radiométricas efectuadas por Espinosa (1980) en rocas de esta secuencia, más al norte del área trabajada, indican una edad Cretáceo inferior.

2.3.3. GRUPO DIABASICO (Kvs-Kvd-Kv)

Está distribuido hacia la parte NW de la plancha y está conformado, principalmente, por secuencias volcánico-sedimentarias de afinidad oceánica y con metamorfismo de bajo grado. De acuerdo con la composición litológica, análisis petrográficos y químicos, las rocas de esta secuencia han sido agrupada en tres conjuntos litológicos informales.

2.3.3.1. Conjunto Kvs.- Aflora en el NW de la plancha, al W del río Pacual y está compuesto principalmente por metabasaltos, algunos amigdalares, metadiabasas y metapiroclastitas; clinopiroxeno (pigeonita) y plagioclasa cálcica son los minerales esenciales de estas rocas y las metatobas,

además, contienen litoclastos de vulcanitas porfiríticas y amigdalares en matriz vítrica; fuera de los minerales nombrados, se presenta cuarzo, clorita, pumpellita, prehnita, sericita, clinozoicita y calcita conformando venillas o amígdalas y/o reemplazando a minerales primarios de las rocas del conjunto. El metamorfismo es de la facies prehnita-pumpellita y asociada a un metamorfismo de fondo oceánico.

Este conjunto metavolcánico conforma un bloque tectónico limitado en su parte E por la falla principal del Sistema Río Cauca que produce metamorfismo dinámico sobre él.

2.3.3.2. Conjunto Kvd.- Localizado en la parte NW de la plancha, área Indo - La Aguada - Río Guátara, está conformado principalmente por metabasaltos, algunos amigdalares o almohadillados, metadiabasas con variaciones texturales a gabros, metapiroclastitas y algunas intercalaciones de metapelitas; las metabasitas se componen de plagioclasa epidotizada y clinopiroxeno (pigeonita); las metapiroclastitas se componen de fragmentos de vulcanitas porfiríticas - amigdalares y cristales de plagioclasa y pigeonita, en matriz en proceso de devitrificación; las metapiroclastitas pueden variar a lavas autoclásticas; otros minerales importantes que componen las rocas del conjunto son calcita, clorita, clinozoicita, prehnita, pumpellita, ferroactinolita y sericita, rellenando fracturas y amígdalas y/o reemplazando a minerales primarios. El metamorfismo se ubica en la facies prehnita-pumpellita y se debe a metamorfismo de fondo oceánico.

2.3.3.3. Conjunto Kv.- Hace parte del basamento del Volcán Galeras y aflora en los ríos El Barranco y Chacaguaico. Está compuesto principalmente por metadiabasas y metabasaltos, algunos almohadillados o amigdalares, y en menor proporción por metapiroclastitas y por metasedimentitas; la plagioclasa y el clinopiroxeno (pigeonita) son los principales constituyentes minerales de las metabasitas, incluidas las metapiroclastitas que, además, poseen fragmentos de vulcanitas y vidrio; las metasedimentitas están representadas por metaconglomerados polimícticos con fragmentos de basaltos, diabasas, limolitas y chert, y por metalimolitas, formando una secuencia de casi 100 m de espesor; son también minerales importantes en las rocas del conjunto, calcita, clorita, cuarzo, ceolita y pumpellita. El metamorfismo de las facies ceolita y prehnita-pumpellita es del tipo fondo oceánico. El conjunto conforma un bloque con orientación NE, limitado por fallas, tanto al E como al W. Rocas ultramáficas emplazadas tectónicamente en este bloque, se encuentran en el río Chacaguaico.

2.3.3.4. Edad, correlaciones y origen.- El Grupo Diabásico fue definido por Nelson (1957) en la parte central de la Cordillera Occidental y de acuerdo a las dataciones reportadas en El Tambo (Nariño) por Espinosa (1980), y por Barrero (1979), en la vía Buga - Buenaventura, la edad es cretácica superior.

Con base en las características petrográficas, faciales y químicas (toleítas) que se conocen de las rocas cretáceas de la Plancha 429 - Pasto y sus corre-

lacionables, se obtiene como resultado que, tanto las volcánicas, como las sedimentarias, se formaron en ambientes marinos diferentes y mezclados que hacen oscurecer las interpretaciones; esto se puede deber a la presencia de ambientes de fosa oceánica, piso oceánico, arco de islas y de dorsal oceánica, mezclados tectónicamente por fenómenos de acreción continental continuada, mediante procesos de subducción y obducción ocurridos principalmente durante la Era Mesozoica.

Coney and Jones (1980) y Churkin and Eberlin (1977), han postulado la teoría de los Terrenos Cordilleranos (Cordilleran Suspect Terrains) para el NW de América del Norte y es posible que esta teoría pueda explicar el origen del occidente colombiano. De la cartografía geológica regional resultan unidades de roca cuyos contactos son generalmente fallados; al respecto Etayo, *et al.* (1983), elaboraron el "Mapa de Terrenos de Colombia", y la Plancha 429 - Pasto cubre parte de los Terrenos Cajamarca y Cauca - Romeral de dicho mapa.

2.3.4. ROCAS ULTRAMAFICAS DEL CHACAGUAICO (Ku)

Aparecen sobre el cauce del río Chacaguaico, al NE del Municipio de Sandoná; son tres pequeños cuerpos, no cartografiables a escala 1:100.000, pero dada su importancia se exageró su tamaño y aparecen en la cartografía. Son rocas gris verdosas, con buena foliación y microplegadas; se componen de agregados de antigorita y crisotilo y cristales alterados pseudomorfos de olivino lo que indica que la roca original pudo ser una dunita; es de anotarse la presencia de magnetita y venillas de carbonatos. Estos cuerpos se hallan asociados a una falla que sigue paralelamente el río Chacaguaico (N40°W a N70°W) y que se manifiesta por intensa cataclasis. Estos cuerpos ultramáficos, así como los otros del occidente colombiano, se hallan asociados principalmente a los Sistemas de Fallas Cauca - Patía y Romeral.

Las rocas ultramáficas se hallan encajadas tectónicamente en el conjunto anterior (Kv), de edad Cretácico superior, lo que indica que el emplazamiento de dichas rocas comenzó en el mismo Cretáceo superior o en el Terciario inferior; este emplazamiento pudo estar relacionado con la acreción de la Cordillera Occidental al continente.

2.4. ERA CENOZOICA

2.4.1. FORMACION ESMITA (TMe)

Pertenece a lo que Grosse (1935) denominó Medioterciario del Patía; la parte aflorante entre El Limonal y Ancuyá fue denominada por Hubach (1954) como Formación Limonal. La Formación Esmita, en el sentido de León *et al.* (1973), está representada en el área, principalmente por la alternancia de limolitas violáceas, areniscas conglomeráticas que gradan a conglomerados polimícticos, grawacas, y en menor proporción por areniscas cuarzo-fesl despáticas y limolitas grises. Son comunes la gradación normal, la estratificación cruzada, la estratificación lenticular y los calcos de carga que indican que la secuencia se

halla en posición normal. Las limolitas tienen mala selección y se componen de fragmentos líticos, calcita, cuarzo y calcedonia. Las areniscas conglomeráticas son de grano medio a grueso, los clastos son subredondeados y subelongados y se componen de diabasas, basaltos, chert, limolitas, pórfidos, cuarzo, micas y plagioclasa como principales; calcita, óxidos de hierro, magnetita, ilmenita y circón, como accesorios. Las areniscas grawáquicas son de color verde con granos de subredondeados a redondeados. Las areniscas cuarzo-feldespáticas son de color gris claro a marrón claro, de grano medio y sorteadas regularmente; se componen de cuarzo, plagioclasa y fragmentos líticos, como principales y calcita, limolita, clorita y epidota, como accesorios. La secuencia conforma una faja de orientación NNE, fallada por sus costados S y W. Los estratos se hallan inclinados hacia el E y hacen parte de los sedimentos terciarios del Valle del Patía que conforman un gran sinclinal (GROSSE, 1935), producido por tectónica compresiva. De acuerdo con la presencia de fósiles en los sedimentos y a dataciones radiométricas que intruyen a la secuencia, la edad es Oligoceno superior-Mioceno medio, previa al hiato regional del Mioceno medio, causado por el inicio de la Orogenia Andina. La Formación Esmita es correlacionable con la Formación Cartago (RODRIGUEZ y VELANDIA, 1980) y con la Formación Amagá (GONZALEZ, 1976).

De acuerdo con Pérez-Téllez (1980), la sedimentación de la Formación Esmita registra el retiro del mar cuando emerge la Cordillera Occidental, predominando la sedimentación lateral de canales y la sedimentación en llanuras de inundación, volviéndose conglomerática cuando hay desarrollo de microabanicos.

2.4.2. ROCAS IGNEAS HIPOABISALES (Th)

Afloran principalmente en la parte NW de la plancha, intruyendo al Grupo Diabásico y a la Formación Esmita. Son rocas con textura holocristalina, de porfirítica a levemente porfirítica, con variaciones en los tamaños de los fenocristales, entre los diferentes cuerpos; se componen de plagioclasa (oligoclasa-andesina) en fenocristales y en la matriz, hornblenda, cuarzo y biotita como minerales principales y magnetita, apatito y circón; los minerales de alteración son sericita, caolín, epidota, clorita y calcita. Dentro de un mismo cuerpo se observan cambios en composición mineralógica, y en los casos de los cuerpos de las quebradas San Juan y Careperro (E de Ancuyá), el mineral máfico dominante es piroxeno. Los tipos de roca dominantes son las dacitas hornbléndica y biotítica y las andesitas hornbléndica y piroxénica. Presentan mineralización de sulfuros y no son muy notorias las aureolas de contacto. El emplazamiento de estos cuerpos presenta un claro control tectónico y se localizan a lo largo de fallas conformantes de los Sistemas Cauca - Patía y Romeral. Un poco al N del área trabajada, Alvarez *et al.* (1979), reportan una edad de 13 ± 3 m.a. (K/Ar en biotita) en un pórfido dacítico que intruye a la Formación Esmita, por lo cual se asigna de modo general, una edad Miocénica media a las rocas hipoabisales.

2.4.3. CONJUNTO SEDIMENTARIO DE TAPIALQUER (TQst)

Se localiza en la parte sur-central de la plancha; buenos afloramientos aparecen en el camino Santander - Tangua y en el carreteable El Medio - Tapialquer - Paramillo. La litología consiste en intercalaciones de areniscas verdosas y rojizas, limolitas y conglomerados polimícticos; son comunes los deslizamientos y la remoción en masa en estos depósitos. Su ambiente de depositación parece corresponder a condiciones parálicas-continetales.

Existen problemas para asignar la edad, debido a la ausencia de fósiles y a su similitud litológica con los depósitos molásicos terciarios del Valle del Patía y jurásicos de la Cordillera Oriental. Como quiera que en los conglomerados polimícticos aparecen cantos de lavas andesíticas, levemente porfiríticas, similares a las emitidas durante el vulcanismo del Mioceno superior, se ha asignado tentativamente a este conjunto una edad plio-pleistocénica. Posteriores estudios estratigráficos y dataciones radiométricas de las vulcanitas, permitirán determinar mejor la edad de esta secuencia, localizada en el flanco occidental de la Cordillera Centro - Oriental.

2.4.4. VULCANITAS

Los depósitos relacionados con la actividad volcánica del Terciario - Cuaternario cubren un 75 % de la plancha geológica y están asociados a diferentes centros de erupción, localizados en el Altiplano Nariñense y en las Cordilleras Occidental y Centro - Oriental. Algunos de estos focos volcánicos se encuentran fuera de la plancha; se han detectado 36 de ellos (cráteres y calderas), dentro del área trabajada; de éstos últimos solamente el Volcán Galeras es activo y desde Febrero de 1989 abandonó su estado de reposo produciendo varias emisiones pequeñas de ceniza; los demás se consideran extintos y sus aparatos se encuentran total o parcialmente destruidos.

Se han diferenciado las siguientes unidades litológicas:

2.4.4.1. *Conjunto Sedimentario - Volcánico de La Magdalena (TQsv)*. - Localizado entre Tangua y el río Guáitara, fue mencionado por Royo y Gómez (1942) como "rocas tobáceas-volcánicas-lacustres que se prolongan hacia el S por el Valle del Guáitara". La parte sedimentaria del conjunto está representada por arcillas fosilíferas, limolitas, areniscas y delgados niveles de diatomitas; lavas andesíticas escoriáceas son el constituyente volcánico esencial. Se observan cambios faciales tanto en la vertical como en la horizontal, su edad es Plio-Pleistoceno y se formó en un ambiente volcano-sedimentario continental, con la presencia de pequeños lagos y/o represamiento de valles aluviales como consecuencia de colapsamientos caldéricos y/o de emisiones lávicas y piroclásticas que hacían crear las pequeñas cuencas y aportaban también con el material de relleno.

2.4.4.2. *Lavas (TQvl)*. - Afloran especialmente en el área del Complejo Volcánico del Galeras; se trata principalmente de flujos masivos de forma tabular y algunos escoriáceos, lavas aa' y lavas en bloques; general-

mente se hallan intercalados con otros materiales volcánicos; son rocas porfiríticas, con fenocristales que rara vez sobrepasan los 2 mm en su mayor diámetro y que presentan evidentes texturas de flujo. Son principalmente andesitas de dos piroxenos y plagioclasa cálcica y dacitas con anfíbol y plagioclasa sódica; además pueden presentar cuarzo microcristalino, olivino y biotita como accesorio o xenocristales; el vidrio se presenta en la matriz y/o rellenando vesículas en proporciones variables. Se ubican de preferencia en los campos 9*, 10* y 4 del Doble - Triángulo y Streckeisen (1972), correspondiendo a cuarzo-latiandesitas, cuarzo-andesitas y dacitas.

2.4.4.3. Avalanchas Ardientes y de Escombros (TQva).- Se presentan principalmente en los valles de los ríos Guáitara y Azufral, y en el Cerro Caballo Rucio; son rocas compuestas principalmente por fragmentos de material formado en el momento de la explosión o de fragmentos de un domo o lava que se colapsa; el color rojizo se debe a los óxidos de hierro sinérgicos. Los depósitos son caóticos, dado el carácter turbulento y violento de flujo, y pueden o no estar soldados, dependiendo del espesor. Inmediatamente al E de Sandoná pueden observarse los flujos provenientes del Volcán Galeras, soldados y con espesores mayores de 100 m.

2.4.4.4. Ignimbritas Eutaxíticas (TQvi).- Afloran principalmente en la región de Santa Bárbara - Los Angeles. Las coladas tienen forma tabular, presentan fracturamiento columnar, son soldadas en gran parte, presentan texturas de flujo y a veces, bandeamientos y son fácilmente reconocibles los fiammes o los fragmentos de pumita aplastados; se componen, a más de pumita, de cristaloclastos de biotita, oligoclasa y cuarzo, en una matriz vítrica con claras texturas de flujo; pueden presentarse, en baja proporción, litoclastos de vulcanitas o de otras rocas más antiguas. Son dacitas y/o rioclastos de los campos 3b y 4 del Doble - Triángulo de Streckeisen (1972). Se forman a partir de magmas espumosos que avanzan en estado líquido a grandes velocidades.

2.4.4.5. Flujos de Ceniza, Pumita y Escoria (TQvf).- Los mejores afloramientos de este tipo de depósitos se hallan en el sector de la desembocadura del río Bobo al río Guáitara, en la carretera Panamericana (Pasto - Ipiales) antes de Catambuco, y en los sectores Pasto - Jenoy y Pasto - Antena Inravisión, éstos últimos asociados al Volcán Galeras. Un cono de escoria puede observarse en la carretera Yacuanquer-Consacá, sector La Guala. Son depósitos sin soldar y caóticos compuestos primordialmente por fragmentos de pumita y/o escoria en matriz de ceniza o simplemente por clastos tamaño ceniza. Son principalmente dacitas (STRECKEISEN, 1972), y su origen es idéntico al de las ignimbritas eutaxíticas, pero el soldamiento es incipiente o no existe. Es común observar bandeamientos de escoria y de pumita en los piroclastos del Volcán Galeras, indicando mezcla de magmas.

2.4.4.6. Lavas y Cenizas (TQvlc).- Esta unidad está bastante distribuida en la plancha y está conformada por lavas y flujos y/o caídas de cenizas no diferenciables en la cartografía geológica a escala

1:100.000; generalmente hay predominio de lavas que se hallan cubiertas por cenizas o tienen intercalaciones de ellas.

2.4.4.7. *Lahares y Lavas (TQvll)*.- Afloran principalmente en el carretable Florida - El Ingenio, asociados al Complejo Volcánico del Galeras. Los lahares son depósitos caóticos asociados a actividad volcánica, formados a partir del avance de una avalancha sobresaturada en agua. Se componen de bloques heterolitológicos y heterométricos en una matriz fina. Los eventos que produjeron las lavas andesíticas intercaladas pudieron ser los responsables de la formación de los lahares.

2.4.4.8. *Lahares y Piroclastos (TQvlp)*.- Estos depósitos aparecen en el área de Sandoná y Olaya Herrera, asociados al Volcán Galeras, en el área de Villa Moreno y Rosal del Monte, derivados de la actividad de los Volcanes Morasurco y Bordoncillo, en el sector El Tambor-Tangua-Yacuanquer, derivados del Galeras y de focos extinguidos del SE de Pasto, y los del río Pasto, originados por los volcanes Morasurco y Galeras. La unidad está conformada por varios depósitos de lahares intercalados y separados por caídas de ceniza, no diferenciables a la escala trabajada, predominando los lahares.

2.4.4.9. *Depósitos volcánicos sin diferenciar (TQvsd)*.- Debido al continuo cambio de facies y a la escala de la cartografía geológica (1:100.000), existen zonas donde no se han diferenciado los depósitos volcánicos. Las zonas comprenden la parte superior del Complejo Volcánico Galeras, el sector del Volcán La Guaca y el sector La Horqueta - Río Curiaco, entre Tangua y Funes. Los depósitos incluyen lavas, nubes ardientes, avalanchas de escombros, lahares y cenizas, además, depósitos fluvio-glaciares.

2.4.4.10. *Lluvias de Ceniza (Qvc)*.- Representan la actividad explosiva de los diferentes focos volcánicos, están suavizando una morfología preexistente y modelan, en gran parte, la actual. Son importantes los depósitos del E de Pasto, los del sector de Bomboná y Yacuanquer y los de Imués y Funes. Presentan una morfología de lomas pequeñas y redondeadas, con estructuras típicas de depósitos sedimentarios como gradación.

Los depósitos se componen fundamentalmente de vidrio, biotita, plagioclasa, hornblenda, cuarzo, feldespato potásico y fragmentos de pumita. Predominan las composiciones dacítica y andesítica.

Origen.- La actividad volcánica cenozoica ha sido de tipo lávico-piroclástica, asociada principalmente a volcanes, compuestos. Las lavas del Terciario-Cuaternario se relacionan con focos volcánicos activos y extintos que, por lo general, se desarrollan en intersecciones de fallas. De análisis petrográficos y químicos, se puede concluir que la mayoría de estas lavas, predominantemente andesitas, pertenecen principalmente a la serie calcoalcalina de márgenes continentales activos, y fueron formadas a partir de magmas originados en la pla-

ca que subduce y en la cuña del manto sobre ella, con contaminación más o menos importante.

2.4.5. DEPOSITOS GLACIARES Y FLUVIO-GLACIARES (Qsgf)

La morfología glaciár más típica se presenta en el sector Peñas Blancas - La Aguada (SE de la plancha) y en el área del Volcán Galeras, donde se conservan muy bien circos, valles en U, lagunas represadas por morrenas de recesión y morrenas laterales terminales y de recesión. Los depósitos netamente glaciáres se hallan cubiertos totalmente por vegetación de páramo y sólo son distinguibles los del tipo fluvio-glaciár, representados por gravas y arenas principalmente. Partiendo de la base de que se conserva muy bien la morfología glaciár en el área y que las dataciones de depósitos glaciáres a nivel regional se restringen al Cuaternario, no hay bases para creer que los depósitos de este tipo en la plancha posean edad diferente.

2.4.6. DEPOSITOS COLUVIALES Y ALUVIALES (Qcal)

Los más importantes están localizados en la ciudad de Pasto, en el río El Barranco y en el área de San Ignacio. Los depósitos aluviales se componen de gravas, arenas, limos y arcillas asociadas a los canales fluviales y a los valles de inundación. Los depósitos coluviales forman generalmente conos de deyección y se componen de material no homogéneo en tamaños y, a veces ni en origen. Estos tipos de depósitos son cuaternarios y muchos de ellos están en proceso de formación.

2.4.7. TERRAZAS (Qt)

Se destacan en el área las asociadas a los ríos Guáitara y Téllez, en el sector El Pedregal - Pilcuán, y las del sector de Ancuyá. En las terrazas de El Pedregal - Pilcuán se midieron espesores totales hasta de 82 m para siete niveles de terraza: se componen principalmente de gravas con cantos de migmatitas y de vulcanitas modernas y de arenas y limos cuya composición revela un amplio aporte volcánico; se observan estratificación cruzada, laminación fina, lenticular y presencia de restos de vegetales. La terraza de Ancuyá alcanza 350 m de espesor y se compone principalmente de materiales cretáceos y volcánicos terciario-cuaternarios.

2.4.8. DEPOSITOS LACUSTRES (Ql)

Asociados principalmente a La Cocha, el embalse del río Bobo y zonas de pantanos. Son depósitos producidos por lagunas naturales y artificiales, y zonas pantanosas que sólo inundan en invierno y/o son relictos de antiguos dominios lacustres; son esencialmente limos de colores claros y oscuros, según el contenido de materia orgánica y las épocas de alta y baja o no lluviosidad. La edad de este tipo de depósitos debe ser Holoceno y se continúan formando en la actualidad.

3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La tectónica en la Plancha 429 - Pasto es muy complicada. Su reflejo es la convergencia de las tres cordilleras colombianas, junto con el estrechamiento y levantamiento de las depresiones interandinas del Valle del Magdalena y del Cauca - Patía. A partir de la interpretación de imágenes Landsat, se ha querido seguir el trazo de importantes megafallas, las cuales en el área trabajada desaparecen bajo los potentes depósitos volcánicos Terciario - cuaternarios. La actividad cuaternaria de estas fallas en algunos casos es evidente.

Los siguientes son los principales rasgos estructurales:

- Sistema de Fallas Río Cauca, conformado por una serie de fallas inversas orientadas en dirección $N10^{\circ}E$ a $N35^{\circ}E$, las cuales ponen en contacto a la Cordillera Occidental con la Depresión Cauca - Patía. A este sistema pertenecen las Fallas Cauca - Patía, Aguada - San Francisco y Ancuyá.
- Falla Yumbo, tiene una dirección $N30^{\circ}E$ y, junto con la Falla Ancuyá conforman una pequeña depresión, rellena por sedimentitas terciarias de la Formación Esmita, las cuales están plegadas suavemente.
- Sistema de Fallas de Romeral. Su trazo principal pasa por el Volcán Galearas, tiene una dirección $N45^{\circ}E$ y, hacia el sur, tiende a $N10^{\circ}E$, donde se continúa por el río Guátara. La Falla de Buesaco se asocia a este sistema; es común encontrar complejos caldéricos en el trazo de estas fallas.
- Sistema de Fallas del Río Magdalena. A nivel regional, este sistema limita la Cordillera Central con el Valle del Magdalena. En la Plancha 429-Pasto su dirección varía entre $E-W$ y $S60^{\circ}W$.
- Sistema de Fallas del Río Suaza. Tiene una dirección general $N40^{\circ}E$ y a nivel regional sirve de contacto al Valle del Magdalena con la Cordillera Oriental. Si es válida la interpretación dada en la Plancha 429, la región localizada entre las Fallas de los ríos Magdalena y Suaza (ej: Laguna La Cocha), representaría la prolongación sur del Valle del Magdalena, el cual se formó en el Jura-Triásico por procesos de "Rifting" continental.
- Falla de Afiladores. Definida como una falla de cabalgamiento, por Ponce (1979) más al sur, ejerce control tectónico sobre la Laguna La Cocha.
- Existen algunas fracturas de dirección $N40^{\circ}W$ a $N70^{\circ}W$ que se salen del tren regional, y pueden corresponder a fallas antiguas cretácicas.

En general, las estructuras tienen aproximadamente un rumbo $N10^{\circ}E$ a $N45^{\circ}E$ y se deben a los esfuerzos compresivos típicos en zonas de convergencia destructiva de placas litosféricas. En este caso, la orientación de las fallas es-

taría dada por la acción de la Placa de Nazca que subduce al Bloque Andino. El Sistema de Fallas de Romeral es la expresión morfológica de una paleozona de subducción jura-cretácica, mientras las fallas del Sistema del Río Cauca se originaron como fracturas tensionales, en la zona de flexión de esa corteza oceánica subducida.

4. GEOQUIMICA Y GEOLOGIA ECONOMICA

Los potentes depósitos volcánicos del Terciario-Cuaternario ocupan más del 75% de la Plancha 429 - Pasto, razón por la cual en el área trabajada solamente existe, en pequeña escala, explotación de lavas, cenizas y lapilli como material de construcción; no se conoce explotación de minerales metálicos y sólo se observó pirita asociada a los cuerpos hipoabisales.

La interpretación geoquímica de las Planchas 429-Pasto y 410-La Unión se ha hecho en conjunto por métodos geoestadísticos (Factor Analysis); para esta interpretación se recogieron en las quebradas 1.337 muestras de sedimentos activos, los cuales posteriormente fueron tamizados con una malla -80 y esa fracción fue sometida a análisis espectrográficos para 32 elementos. De las muestras recogidas, 569 pertenecen a la Plancha 429, lo que da un promedio de una muestra recogida por cada 2.1 km². Se elaboraron mapas de cada uno de los 5 coeficientes de correlación escogidos, mapas de cobre residual y mapas de contenido de Ag, Mo, Zn y Pb (ppm). Estos mapas fueron elaborados a partir del procesamiento de datos por computador y realizados dentro del Convenio Ingeominas — Servicio Geológico de los Estados Unidos. Después de analizar la información y superponer los mapas de anomalías geoquímicas, se detectaron tres zonas que pueden tener algún interés económico:

- 1) Indo - Ancuyá, localizada hacia la parte NW; se superponen los Factores 1 (Co, Sc, Fe, V, Cu, Cr, Ni) y 2 (Pb, Ga, Ba), además de las anomalías de Pb, Ag, Zn y Mo. Las rocas aflorantes en la zona corresponden a rocas volcano-sedimentarias cretácicas, rocas sedimentarias e hipoabisales terciarias y lavas y cenizas del Terciario - Cuaternario.
- 2) San Ignacio - La Palma, localizada en la parte más NE. Allí existen anomalías de Pb, Ag, Zn y Mo y, además, se superpone el Factor 3 (Be-La-B-Zn-Ba). Las anomalías se relacionan con rocas sedimentario-volcánicas cretácicas y con lavas y cenizas del Terciario - Cuaternario.
- 3) San Lorenzo, localizada al W del río Guáitara, en la parte SW. Allí se superponen las anomalías de plomo y cobre residual, además del Factor 5 (Zr y Ti). Las rocas aflorantes corresponden a lavas del Terciario - Cuaternario.

Existen, además, anomalías de plomo en el área de La Cocha y Cerro Guaca, de molibdeno en Samaniego, Providencia y E de Funes, y de zinc al sur

de Providencia y de Túquerres. Puede observarse fuerte alteración hidrotermal en el área del Volcán Galeras y en el sector Pasto - Chachaguí, asociada a los depósitos del Volcán Morasurco.

5. EVOLUCION GEOLOGICA

La historia geológica del área comienza con la formación de rocas, principalmente sedimentarias y volcánicas en el Precámbrico, sucedida seguramente en varias etapas, relacionadas con acreción continental y orogénesis sucesivas; posiblemente, durante el evento Orinoquense (1.200 m.a.), estas rocas fueron sometidas a metamorfismo de alto grado que produjo la migmatización y aparentemente conformó un cinturón granulítico en la parte occidental del escudo precámbrico. A principios del Paleozoico se deposita una secuencia volcano-sedimentaria en un ambiente eugeosinclinal que, luego es sometido, en el Paleozoico medio, a metamorfismo regional de tipo Abukuma. A partir del límite Jurásico-Cretáceo, se forman y acrecionan al continente suramericano secuencias volcano-sedimentarias de afinidad oceánica, por procesos de subducción y obducción sucesivos, cuyos mayores efectos se manifiestan en el límite Cretáceo - Terciario, cuando se finaliza la acreción de la Cordillera Occidental y se produce el metamorfismo dinámico; al tiempo, se forman los principales rasgos estructurales, especialmente megafallas, que luego serán aprovechados para dar forma a las depresiones interandinas y cordilleras andinas durante la Orogeña Andina, que se manifiesta fuertemente en el Mioceno medio. Luego de sedimentación molásica, se hace importante el plutonismo representado por la aparición de cuerpos calcoalcalinos de composición intermedia y carácter hipoabisal, y el vulcanismo calcoalcalino andesítico, relacionado con la actual zona de subducción, que con sus productos fosiliza a la gran mayoría de las rocas pre-existentes y modela los rasgos principales de la topografía actual, que fue trabada por la acción glaciaria y por la acción fluvial reciente. Las ausencias de registro geológico que aparecen a lo largo de la historia geológica del área se deben a la no depositación y/o retrabajamiento a que han sido sometidos el Escudo de Guayana y el borde continental del NW de Suramérica.

6. BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, J., *et al.*, 1979.- *Edad K/Ar del Stock de San Cristóbal, Nariño*. Fac. de Minas, Medellín. Publ. Esp. Geol., No. 18, 4 p.
- BARRERO, D., 1979.- *Geology of the Central Western Cordillera, West of Buga and Roldanillo, Colombia*. Ingeominas. Publ. Geol. Esp. 4:1-75. Bogotá.
- BOTERO, G., 1963.- *Contribución al conocimiento de la geología de la zona central de Antioquia*. Anales Fac. Minas, No. 57, 101 p. Medellín.
- CEPEDA, H., 1986.- *Investigaciones petrológicas en el ámbito de las Planchas 429 - Pasto y 410 - La Unión, con especial énfasis en el Complejo Volcánico del Galeras*. Ingeominas, 120 p. Medellín.
- CONEY, P.J., JONES, D.L., and MONGER, J.W.H., 1980.- *Cordilleran Suspect terranes*. Nature, 228: 329-333.

- CHURKIN, M. and EBERLEIN, O., 1977.- *Ancient borderland terranes of North American Cordillera: Correlations and microplate tectonics*. Geol. Soc. Am. Bull. 88:769-786.
- ESPINOSA, A., 1980.- *Sur les roches basiques et ultrabasiqes du bassin du Patía (Cordillere Occidentale des Andes Colombiennes). Etude geologique et petrographique*. Thèse de la Fac. Sci. Université de Gèneve, 1970. Imp. Nac. Ginebra.
- ETAYO, A., 1980.- *Sur les roches basiques et ultrabasiqes du bassin du Patía (Cordillere Occidentale des Andes Colombiennes). Etude geologique et petrographique*. Thèse de la Fac. Sci. Université de Gèneve, 1970. Imp. Nac. Ginebra.
- GONZALEZ, H., 1976.- *Geología del Cuadrángulo J-8 Sonsón*. Ingeominas. Informe 1740. 421 p. Bogotá.
- GROSSE, E., 1935.- *Acerca de la Geología del sur de Colombia*. CEGOC. T. III, p. 139-231. Bogotá.
- HALL, R., ALVAREZ, J. y RICO, H., 1972.- *Geología de parte de los departamentos de Antioquia y Caldas (Subzona II-A)*. Bol. Geol. Ingeominas, 20 (1): 85 p. Bogotá.
- HUBACH, E., 1954.- *Anotaciones a la geología entre Pasto y Ancuyá, Nariño*. Servicio Geológico Nacional, 6 p. Bogotá.
- KROONENBERG, S., 1982.- *A Grenvillian granulite belt in the Colombian Andes and its relation to the Guainía Shield*. Geologie en Mijnbouw, pp. 325-333.
- LEON, L. A., PADILLA, L. E., y MARULANDA, N., 1973.- *Geología y Recursos Minerales de la parte NE del Cuadrángulo O-5 (El Bordo)*. Ingeominas, Informe 1652. 125 p. Popayán.
- MIYASHIRO, A., 1973.- *Metamorphism and metamorphic belts*. Wilwy and Sons, 429 p. New York.
- MURCIA, A. y CEPEDA, H., 1986.- *Memoria geológica de la Plancha 410 - La Unión*. Versión resumida. Ingeominas. 25 p. Popayán.
- NELSON, H. W., 1957.- *Contribution to the geology of the Central and Western Cordillera of Colombia in the Sector between Ibagué and Cali*. Leidse Geol. Medl. Leiden. 22: 1 - 75.
- , 1962.- *Contribución al conocimiento de la Cordillera Central Sección entre Ibagué y Armenia*. Serv. Geol. Nal. Bol. Geol. Vol. 10 (1-3): 161-202. Bogotá.
- NUÑEZ, A. y MURILLO, A., 1978.- *Esquistos de Glaucofano en el Municipio de Pijao, Quindío (Colombia)*. II Congreso Colombiano de Geología. 18 p. Bogotá.
- PEREZ-TELLEZ, G., 1980.- *Evolución Geológica de la Subcuenca del Alto Patía*. Geología Norandina. 2: 3-10. Bogotá.
- PONCE, A., 1979.- *Anotaciones sobre la geología del suroccidente del Departamento de Nariño*. Ingeominas, Informe 1769, 53 p. Bogotá.
- RODRIGUEZ, J. L. y VELANDIA, J. Y., 1980.- *Evaluación de la Información Geológica y Geofísica de la Cuenca del Valle del Cauca*. Ecopetrol. Informe Geofísico No. 440. Bogotá.
- ROYO Y GOMEZ, J., 1942.- *Datos para la geología económica de Nariño y Alto Putumayo*. CEGOC, T., 2: 53-180. Bogotá.
- STRECKEISEN, A., 1972.- *Report of the Preliminary Meeting of the Subcomission*. 11-14. Berne.

* * *

