



Libertad y Orden

**INSTITUTO COLOMBIANO DE GEOLOGÍA Y MINERÍA
INGEOMINAS**

**GEOLOGÍA DE LA PLANCHA 410 LA UNIÓN
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

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 LA PLANCHA 410 LA UNIÓN
DEPARTAMENTO DE NARIÑO**

ESCALA 1:100.000

MEMORIA EXPLICATIVA

Por

**Armando Murcia Leal
Héctor Cepeda Vanegas**

Bogotá, 1991



REPÚBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGÍA



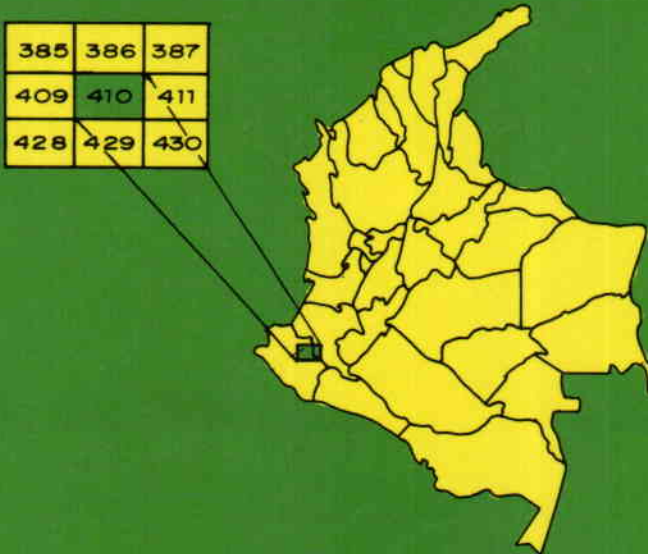
Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química

INGEOMINAS

MAPA GEOLOGICO DE COLOMBIA

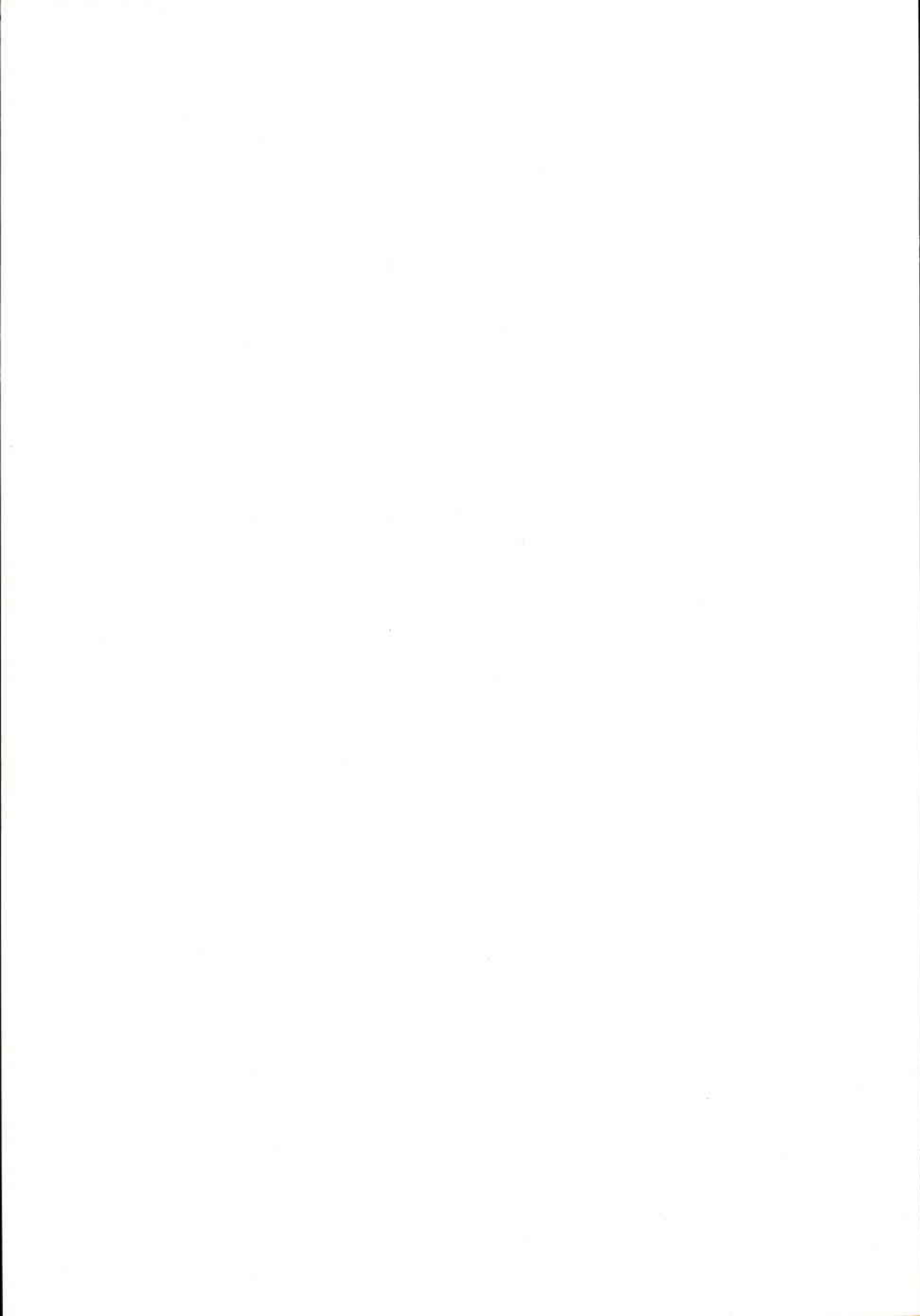
PLANCHA 410 - LA UNION

Escala 1:100.000

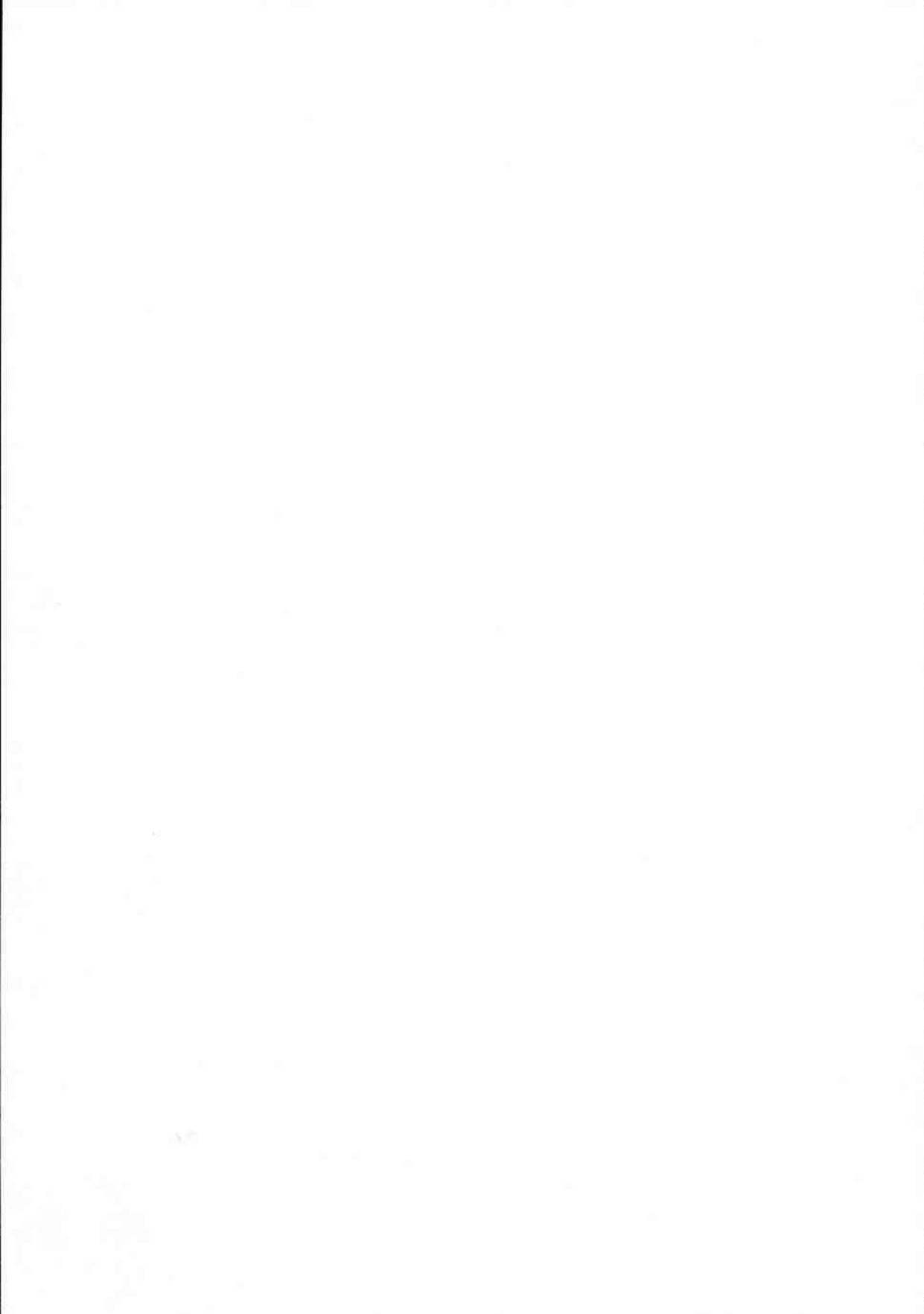


MEMORIA EXPLICATIVA

1991







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

INGEOMINAS

MAPA GEOLOGICO DE COLOMBIA

**PLANCHA 410 - LA UNION
(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

	<u>Página</u>
1. INTRODUCCION	4
2. ESTRATIGRAFIA	4
2.1. ERA PALEOZOICA	4
2.1.1. SECUENCIA METAMORFICA DE BUESACO (Pz?b)	4
2.2. ERA MESOZOICA	5
2.2.1. GRUPO DAGUA (Kmsv)	5
2.2.2. GRUPO DIABASICO	6
2.2.2.1. Conjunto Kv	6
2.2.2.2. Conjunto Kvd	7
2.2.2.3. Conjunto Kvs	7
2.2.3. FORMACION QUEBRADAGRANDE (Ksv)	8
2.2.4. GABRO DE GRANO FINO (Kg)	9
2.2.5. ROCAS ULTRAMAFICAS (Ku)	9
2.3. ERA CENOZOICA	10
2.3.1. ROCAS INTRUSIVAS (Tic)	10
2.3.2. FORMACION MOSQUERA (TEOm)	10
2.3.3. FORMACION ESMITA (TMe)	11
2.3.4. ROCAS IGNEAS HIPOABISALES (Thd-Tha)	12
2.3.5. DEPOSITOS ASOCIADOS A ACTIVIDAD VOLCANICA ...	13
2.3.5.1. Flujos piroclásticos del río Mayo (TQvpm) .	13
2.3.5.2. Avalanchas ardientes y de escombros (TQva).	14
2.3.5.3. Ignimbritas (TQvi)	15
2.3.5.4. Lavas y cenizas (TQvlc)	15
2.3.5.5. Depósitos volcánicos no diferenciados (TQvsd)	16
2.3.5.6. Lahares y lavas (TQvll)	16
2.3.5.7. Lluvias de ceniza (Qvc)	16
2.3.6. DEPOSITOS GLACIARES Y FLUVIOGLACIARES (Qsgf) ..	17
2.3.7. DEPOSITOS DE TERRAZA (Qt)	17
2.3.8. DEPOSITOS COLUVIALES (Qc)	18
2.3.9. DEPOSITOS ALUVIALES (Qal)	18
3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL	18
4. GEOQUIMICA Y GEOLOGIA ECONOMICA	19
5. EVOLUCION GEOLOGICA	19
6. BIBLIOGRAFIA	20

* * *

1. INTRODUCCION

La Plancha 410 - La Unión, está localizada en la parte centro-oriental del Departamento de Nariño y abarca regiones de la Cordillera Occidental, del Valle del Patía y de la Cordillera Centro-Oriental. Existen varias vías de comunicación entre las que se destacan la Panamericana Pasto - Popayán y los carreteables La Unión - Pasto, El Tambo - El Peñol - Policarpa y Samaniego - Sotomayor; en la parte sur-central, área de Chachagüí, se encuentra el aeropuerto activo de Pasto. Además, de La Unión, se encuentran otras poblaciones importantes como Buesaco, Taminango, El Tablón, San José de Albán, El Tambo, El Peñol, Linares y Policarpa. La mayor actividad es la agricultura, en menor proporción la ganadería, y hacia la parte occidental existe minería en pequeña escala, relacionada con la explotación de oro diseminado y de filón.

La principal red de drenaje es la del río Patía, al cual desembocan los ríos Guáitara, Mayo y Juanambú. El río Patía nace en el Macizo Colombiano y dona sus aguas al Océano Pacífico. La topografía es abrupta, debido a la tectónica, a la actividad volcánica y a la fuerte erosión de los ríos que forman cañones profundos y estrechos en V. Las alturas varían entre 3.000 m (Alto de Granadillo, parte más SE del área) y 297 m (río Patía, extremo NW de la Plancha). La precipitación anual promedio es de 1.490 mm y las temperaturas oscilan entre 4 y 25°C.

Entre los rasgos morfológicos más sobresalientes se pueden mencionar los siguientes: en la Cordillera Occidental, el cambio brusco del río Patía (formando la Hoz de Minamá) y el foco volcánico extinguido de Linares. En la Depresión Interandina o Valle del Patía se puede observar el Complejo Volcánico de El Peñol, la caldera erosionada donde se localiza la población de San Lorenzo y las grandes planicies de Manchabajoy, Yunga, El Tablón de Gómez y Río Mayo, relacionadas con vulcanismo explosivo.

2. ESTRATIGRAFIA

2.1. ERA PALEOZOICA

2.1.1. SECUENCIA METAMORFICA DE BUESACO (Pz?b)

Aparece hacia la parte SE del área trabajada y se observan buenos afloramientos en los carreteables Buesaco - San José de Albán y Buesaco - El Tablón. Está conformada por intercalaciones de esquistos verdes, esquistos negros y cuarzo-micáceos, pizarras y algunas cuarcitas, atravesadas por venas de calcita y de cuarzo de segregación metamórfica; el metamorfismo es de la facies esquistos verde, posiblemente del tipo bárico. La secuencia tiene una dirección N20° E - N40° E, con inclinaciones variables debido a macro y microrreplegamientos. Se trata de un bloque tectónico limitado al E y al W por fallas del Sistema Rome-

ral, que lo ponen en contacto con rocas cretáceas de afinidad oceánica y con rocas sedimentarias; está intruida por rocas ígneas terciarias y se encuentra cubierta por depósitos volcánicos y fluvioglaciares del Terciario-Cuaternario.

No se ha podido establecer exactamente la edad de esta secuencia metamórfica, pero litológicamente se ha correlacionado con las rocas del Paleozoico inferior de los Grupos Cajamarca de Nelson (1962), Ayurá - Montebello de Botero (1963) y Valdivia de Hall *et al.* (1972). Sin embargo, existe la posibilidad de que la secuencia tenga una edad cretácea, debido a su estrecha relación con rocas toleíticas oceánicas cretáceas y a la presencia de rocas ultrabásicas, inmediatamente al oriente del área trabajada (área de San Bernardo).

Las rocas originales pre-metamórficas debieron estar constituidas por vulcanitas básicas y sedimentitas en un ambiente eugeosinclinal. Si es válida la correlación con las secuencias del Paleozoico inferior, el eugeosinclinal habría sido metamorfoseado en el Paleozoico medio, durante la Orogenia Caledoniana.

2.2. ERA MESOZOICA

2.2.1. GRUPO DAGUA (Kmsv)

Buenos afloramientos de esta unidad se observan en los carretables El Peñol - Puerto Rico, San Pedro - Linares - Tabiles, Sotomayor - La Llanada, y en los caminos Cumbitara - Sotomayor y Policarpa - Cumbitara.

Se pueden distinguir tres conjuntos litológicos en esta unidad, difíciles a veces de diferenciar debido a cambios laterales de facies. El conjunto "A" está conformado por metatobas aglomeráticas violáceas y metatobas verdes de grano fino, algunas redepositadas; localmente aparecen metabasaltos. Las metatobas están conformadas por fragmentos de lavas básicas y por fragmentos de cristales de plagioclasa, augita, hipersteno, prehnita y hornblenda; la matriz está constituida por cenizas y vidrio volcánico. Los metabasaltos amigdalares se componen de andesina, augita, ferroactinolita, prehnita y clorita. El conjunto "B" está conformado por intercalaciones de metalimolitas, metagrawacas, metachert y algunos niveles de pizarras verdes y rojo-violáceo. Dentro de los metacherts de la carretera El Peñol - Puerto Rico, Rodríguez (1981) encontró radiolarios, los cuales fueron datados como del post-Albiano, posiblemente Coniaciano (DUQUE, com. verb. in op. cit.). Las metalimolitas se componen de cuarzo, plagioclasa, prehnita, pumpellita, calcita y minerales arcillosos. Los clastos de las meta-arenistas incluyen fragmentos de lavas básicas, tobas y en menor proporción cuarcitas y esquistos micáceos. Se observa estratificación normal e inversa, estratificación paralela y laminación fina. El conjunto "C" presenta un contacto transicional con el anterior y se compone de intercalaciones de areniscas, arcillolitas y calizas, con algunos bancos de chert negro; se observa estratificación gradada, estratificación cruzada en pequeña escala y laminación paralela fina. Los clastos de las arenistas incluyen fragmentos de chert, filitas y esquistos; están ausentes los clastos de rocas volcánicas. El metamorfismo de los

conjuntos A y B es de las facies prehnita-pumpellita y esquistos verde, posiblemente del tipo bórico de presión intermedia-baja temperatura, descrito por Miyashiro (1973).

El análisis facial de la secuencia indica un vulcanismo submarino (dorsal oceánica o isla oceánica asociada) para el conjunto "A", turbiditas distales depositadas en una fosa oceánica para el conjunto "B" y turbiditas proximales depositadas en el pie de un talud continental para el conjunto "C". Dentro de la clasificación de Bouma (1962), las turbiditas corresponden a "secuencias truncadas del tipo Ta-c". Hubo aporte volcánico para las lavas y tobas, bioquímico para los cherts, limolitas silíceas y calizas, y terrígeno para las arcillolitas y areniscas; el área fuente para los fragmentos terrígenos, la constituyó la Cordillera Central. Parece que se trata de los mismos segmentos reconocidos por Etayo *et al.* (1983), al oeste de Toro (Departamento del Valle), en los cuales sugieren que son contemporáneos y que forman un apilamiento tectónico de facies heterópicas coetáneas.

Este bloque, de edad Cretáceo superior, está afectado por replegamiento y cataclasis; su límite oriental está dado por las Fallas Cauca - Patía y Aguada - San Francisco.

2.2.2. GRUPO DIABASICO

Se encuentra ampliamente distribuido en fajas de dirección N-NE y de acuerdo con la composición litológica, análisis petrográficos y químicos, se han diferenciado tres conjuntos litológicos informales, los cuales presentan metamorfismo de bajo grado y contactos geológicos tectónicos.

2.2.2.1. *Conjunto Kv.*- Es el más oriental de los bloques diferenciados y buenos afloramientos se observan en el carretable El Tambo - El Peñol, en la carretera Panamericana (sector El Tablón - Túnel Peñalisa), en el río Juanambú y en el área La Unión - Santa Cecilia - Peña Negra.

Se compone de lavas básicas, piroclastos y algunas intercalaciones sedimentarias. Los basaltos y diabasas están conformados por plagioclasa y piroxeno, presentándose como flujos masivos, diques y sills, y predominantemente como lavas almohadilladas, éstas últimas en posiciones normal e invertida y con ejes que sobrepasan un metro de longitud; en la carretera Panamericana, sector El Tablón - Alto de Chapungo, aparecen lavas picríticas, las cuales pueden corresponder a basaltos komatiíticos. Los piroclastos corresponden a tobas finamente estratificadas, compuestas por piroxeno, vidrio y clorita. Otros minerales importantes en las vulcanitas son ceolitas, calcita, cuarzo, pumpellita y prehnita, esta última abundante en venas y amígdalas. Espinosa (1980) reporta en este bloque, intercalaciones de radiolaritas hasta de 25 m de espesor en la quebrada Candicoz (sector El Tambo - Chuza). Las intercalaciones sedimentarias, que alcanzan unos 200 m de espesor, están compuestas por conglomerados poligénicos, areniscas verdes y rojizas, microbrechas, arcillolitas negras y limolitas silíceas.

El metamorfismo de las facies ceolita, prehnita-pumpellita y esquistos verde, es del tipo fondo oceánico. Las Fallas Ancuyá - El Peñol y del Sistema Romeral, son respectivamente los contactos occidental y oriental de este bloque tectónico.

2.2.2.2. *Conjunto Kvd.*- Buenos afloramientos de este bloque tectónico central se encuentran en los carretables San Pedro - río Guáitara y El Peñol - San Pedro y en el camino Chagraurco - San Pedro y al norte de El Peñol.

La secuencia está conformada esencialmente por basaltos y diabasas, con variaciones en el tamaño de cristales y muy esporádicas intercalaciones sedimentarias, no cartografiables; se observa metamorfismo cataclástico en las rocas, especialmente cerca del trazo de la Falla de La Yana. Los flujos básicos de grano grueso predominan y se presentan como diques y sills, alcanzando espesores hasta de 150 m; en menor proporción se encuentran estructuras pillow, en posiciones normal e invertida, hasta con 60 cm de longitud en su eje mayor. Las vulcanitas se componen de plagioclasa, clinopiroxeno, actinolita, pumpellita, prehnita (?), clorita y epidota. El metamorfismo se ubica en la facies prehnita-pumpellita y se debe a metamorfismo de fondo oceánico.

Este bloque tectónico está intruido por pequeños stocks dacíticos del Mioceno; al occidente está en contacto fallado con rocas del Grupo Dagua por medio de la Falla Cauca - Patía y al oriente la Falla Ancuyá lo pone en contacto con la Formación Esmita.

2.2.2.3. *Conjunto Kvs.*- Es el más occidental de los conjuntos diferenciados y los mejores afloramientos se encuentran al oeste de Cumbitara y en los carretables La Llanada - Bolívar - Samaniego, Tabiles - Linares, Sotomayor - río Guáitara y río Patía - Policarpa.

La litología incluye diabasas y andesitas porfiríticas, tobas aglomeráticas e intercalaciones de areniscas, calizas, limolitas y chert. Las lavas tienen fenocristales hasta de 2 mm, de piroxeno (augita principalmente), hornblenda y plagioclasa, en una matriz de plagioclasa, vidrio (a veces devitrificado) albita y clorita; algunas muestras presentan bastante actinolita, formada a partir del piroxeno. Las rocas piroclásticas tienen fragmentos de lavas porfiríticas, hasta de 3 cm, cristales rotos de piroxeno, plagioclasa y hornblenda; la matriz incluye vidrio, calcita y clorita. Además de los anteriores minerales, en las rocas volcánicas se encuentran sericita, prehnita, pumpellita, calcita y calcedonia, en venas, amígdalas o reemplazando minerales primarios. El metamorfismo es de la facies prehnita-pumpellita y esquistos verde, asociado a metamorfismo de fondo oceánico.

El bloque tectónico está relacionado con las Fallas La Llanada, Sotomayor - Policarpa y Cauca - Patía, que le imprimen un metamorfismo cataclástico.

Edades de 65 - 100 millones de años han sido reportadas por Espinosa (1980) en el área de El Tambo (Conjunto Kv), indicando una edad Cretáceo su-

perior para el vulcanismo básico. Los análisis químicos efectuados en vulcanitas del área corresponden a toleítas abisales, toleítas islándicas y toleítas de arco de islas, sugiriendo la presencia de diferentes ambientes marinos, los cuales pueden estar mezclados, oscureciendo las interpretaciones. Murcia y Cepeda (1984) han postulado que en el SW de Colombia pueden estar presentes ambientes de fosas oceánicas, arcos de islas y de dorsal oceánica, mezclados tectónicamente por fenómenos de acreción continental continuada, con procesos de subducción y obducción ocurridos en la era mesozoica, lo cual concuerda con la teoría de los Terrenos Cordilleranos (Cordilleran Suspect Terrains) de Coney *et al.* (1980); de acuerdo con el "Mapa de Terrenos Geológicos de Colombia", elaborado por Etayo *et al.* (1983), el Grupo Diabásico corresponde a los terrenos Cauca - Dagua y Cauca - Romeral.

2.2.3. FORMACION QUEBRADAGRANDE (Ksv)

Los afloramientos de esta unidad están restringidos a la parte más SE de la Plancha 410, sector Buesaco - Santa María - El Tablón.

La unidad está conformada por rocas con metamorfismo de muy bajo grado y corresponde a intercalaciones de metasedimentos y algunas metavulcanitas. Los metasedimentos incluyen metagrawacas, compuestas por cuarzo, plagioclasa, epidota y fragmentos de basaltos y rocas metamórficas; metalimolitas compuestas por cuarzo, minerales arcillosos, material carbonáceo y óxidos de hierro que, a veces, dan una coloración rojiza a las muestras, y algunos bancos delgados de metacalizas y metachert. Las metacalizas se presentan también en forma de lentejones, como en el sector de El Naranjal (al E de Buesaco), donde alcanzan 5 m de espesor por 8 m de longitud. Las metavulcanitas incluyen metabasaltos y metadiabasas amigdalares con plagioclasa, augita y pigeonita, y por metapiroclastitas (metatobas, metabrechas y meta-aglomerados) con litoclastos de vulcanitas y cristaloclastos de piroxeno y plagioclasa, en una matriz en estado de devitrificación. Existen, además, en las rocas del conjunto, otros minerales como sericita, calcita, clorita, cuarzo, ceolitas prehnita y pumpellita, en venas, amígdalas o reemplazando a minerales primarios. Es muy común la disyunción bolar en las meta-areniscas y como estructuras sedimentarias se pueden mencionar la estratificación gradada y rítmica y laminación paralela.

El análisis facial de los metasedimentos indica que corresponde a turbiditas proximales depositadas en la base de un talud continental (Turbiditas del tipo Ta-b en la secuencia de BOUMA, 1962), con aporte terrígeno de la Cordillera Centro-Oriental. Los análisis químicos de las vulcanitas indican que son toleítas pobres en potasio, originadas probablemente en un arco de islas.

Este bloque tectónico, orientado en dirección NE y localizado hacia el flanco occidental de la Cordillera Centro - Oriental, está relacionado con fallas del Sistema Romeral, que lo ponen en contacto con la Secuencia Metamórfica de Buesaco, al oeste; rocas asociadas al vulcanismo Plio-Cuaternario lo cubren discordantemente.

La Formación Quebradagrande fue definida por Botero (1963), en el flanco occidental de la Cordillera Central (Departamento de Antioquia), quien le asignó una edad cretácica superior, con base en el contenido de fósiles. Sin embargo, dataciones radiométricas reportadas por Espinosa (1980), en flujos básicos de la parte oriental del Valle del Patía, indican una edad cretácica inferior y, como quiera que las rocas de la Formación Quebradagrande hacen parte de esa misma faja, se asume esta misma edad para el bloque descrito; el vulcanismo que dio origen a la Formación Quebradagrande es mucho más antiguo que el vulcanismo que formó al Grupo Diabásico que conforma la Cordillera Occidental.

2.2.4. GABRO DE GRANO FINO (Kg)

Un pequeño cuerpo de gabro, de aproximadamente 1 km², de forma elongada y de dirección NE, aparece en la carretera Panamericana, sector El Tablón - Alto de Chapungo.

La roca es de grano fino, de color gris verdoso y está compuesta por plagioclasa, piroxeno y algo de anfíbol; los accesorios son apatito, esfena y opacos, y los de alteración corresponden a sericita, calcita y epidota. La roca está afectada por el metamorfismo cataclástico imperante en la zona.

A pesar de que el gabro está intruyendo en forma de dique a las rocas del Grupo Diabásico, se asume que su edad es contemporánea a la del vulcanismo básico submarino, o sea cretácica superior.

2.2.5. ROCAS ULTRAMAFICAS (Ku)

Hacia la parte SW del área trabajada, carreteable El Tambo - El Peñol, sector El Tambo - Potrerillo y camino Alto Carmelo - El Chilcal, aparece una serie de rocas ultrabásicas serpentinizadas, las cuales han sido exageradas en el mapeo geológico para relieves su importancia. Los mejores afloramientos se encuentran unos 2 km al NW de El Tambo, donde en un trayecto de 1 km aparecen 6 pequeños cuerpos de forma ovalada, separados entre si por distancias que varían entre 20 y 600 m. En algunos de los cuerpos cercanos a la quebrada El Arrayán se observan inclusiones de rocas de colores blanco y verde, en formas tabulares, elipsoidales o en boudinage.

Las rocas ultramáficas son wehrlitas de color verde oscuro a azulado y están compuestas por olivino, augita, clorita, plagioclasa, crisotilo, actinolita y magnetita; se encuentra bastante diaclasada, con relleno de talco en las fracturas. Sus relaciones con las rocas encajantes son netamente tectónicas y se puede observar una fuerte esquistosidad en los bordes de los cuerpos, lo cual comprueba el emplazamiento tectónico a lo largo de la Falla San Antonio.

Las inclusiones de las wehrlitas han sido estudiadas en detalle por Espinosa (1980), quien clasifica a las rocas claras como albititas cuárcicas y rodingitas a las inclusiones de color verde-gris. Los diques de las albititas pueden

corresponder a plagiogranitos formados a partir del mismo magma que dio origen a las rocas ultrabásicas y están representando los líquidos más diferenciados. Las rodingitas se pudieron haber formado por metasomatismo cálcico en las rocas ultrabásicas, lo cual explicaría los altos contenidos de CaO y H₂O.

El emplazamiento tectónico de las rocas ultrabásicas de El Tambo - El Chilcal es de edad cretácica superior - terciaria media, ya que las rocas encajantes corresponden a las toleitas del Grupo Diabásico (Cretaceo superior) y tonalitas del Eoceno, estas últimas datadas por De Sousa *et al.* (1984).

2.3. ERA CENOZOICA

2.3.1. ROCAS INTRUSIVAS (Tic)

Aparecen como stocks intruyendo a rocas de la Cordillera Occidental y del Valle del Patía y se pueden observar al S y E de Cumbitara (parte W de la Plancha trabajada), en la cercanías de la población de El Tambo, en el área San Lorenzo - Arboledas y en el sector de Buesaco - río Juanambú (parte SE de la Plancha 410).

Se trata de rocas intrusivas de composición tonalítica, holocristalinas y de grano medio, conformadas por cuarzo, plagioclasa (andesina), hornblenda verde, feldespato potásico (intersticial), biotita, clorita, circón y calcita. En el área de Cumbitara y La Llanada, están intruyendo a rocas cretácicas de afinidad oceánica, desarrollando aureolas de contacto; relacionada con estas intrusiones, en esa región existe explotación de oro disseminado y de filones. Cerca de la población de El Tambo las rocas están fuertemente meteorizadas y sirven de roca encajante a las rocas ultrabásicas.

Existen dataciones radiométricas en el área trabajada, que permiten fijar la edad de las rocas intrusivas en el Oligoceno, ya que una tonalita del Stock de Arboledas fue datada por Alvarez y Linares (1979) y arrojó una edad de 25 millones de años (K/Ar en hornblenda), mientras que en el área de El Tambo una tonalita fue datada en 26 millones de años, por el método K/Ar en biotita (DE SOUZA, ESPINOSA and DELALOYE, 1984).

2.3.2. FORMACION MOSQUERA (TEOm)

Corresponde a lo que Grosse (1935) designó como Eoterciario de Mosquera, en la margen derecha del río Timbío (Departamento del Cauca).

Los mejores afloramientos de esta unidad, en el área trabajada, aparecen en el sector El Tablón - Granada - Taminango y al NW de San José de Albán, donde se presentan como fajas alargadas en dirección NE-SW; hacia el sector San Pedro - El Peñol aparecen dos pequeños afloramientos, los cuales representan la ocurrencia más meridional de esta secuencia que está rellenando el Valle del Cauca - Patía.

En la plancha estudiada, la unidad está compuesta hacia la parte inferior y media por predominio de bancos gruesos de conglomerados y de cuarzo y areniscas silíceas (hasta 3 m de espesor) y, en menor proporción, por conglomerados poligénicos, especialmente en el sector de El Peñol, donde los basales incluyen cantos de rocas de los Grupos Dagua y Diabasásico. Hacia la parte superior predominan arcosas, subarcosas y ortocuarzitas, con intercalaciones de arcillolitas de colores verde, gris y rojo-violáceo; en el sector Granada - Taminango se observan intercalaciones de shales carbonosos, los cuales alcanzan unos 0.50 m de espesor. Asimismo, en el camino de El Peñol Nuevo - El Peñol Viejo aparecen delgados estratos de carbón, sin ningún interés económico. El espesor de la unidad varía entre unas decenas de metros, sector San Pedro - El Peñol, hasta 200 m, en el sector Granada - Taminango.

La Formación Mosquera, del Eoceno - Oligeno inferior, se depositó en un ambiente continental de aguas someras, posiblemente en abanicos aluviales, cerca de una línea de costa. La abundancia de cantos de cuarzo lechoso de areniscas silíceas indica que el área de aporte lo constituyó principalmente la Cordillera Central. La presencia local de cantos provenientes de los Grupos Dagua y Diabásico, puede indicar que durante ese período se comenzó a levantar la Cordillera Occidental.

De acuerdo con Grosse (1935), la Formación Mosquera es idéntica al Terciario Carbonífero del Valle del Cauca y a los dos pisos inferiores del Terciario Carbonífero de Antioquia.

2.3.3. FORMACION ESMITA (TMe)

Fue definida por León *et al.* (1973), en el río Esmita (S de Popayán) y corresponde a lo que Grosse (1935) denominó como el Medioterciario del Patía.

Las rocas de esta formación se encuentran en fajas de dirección NE-SW y sus mejores afloramientos pueden observarse en el sector río Mayo - La Unión - Cartago, La Unión - El Carmen - Arboledas, carretera Panamericana (sector río Mayo - El Tablón) y El Peñol - San Pedro - río Tamajoy. En este último sitio el ancho de la faja sedimentaria se va angostando hasta alcanzar 1.5 km, coincidiendo con la localización del pequeño graben de San Pedro - El Peñol.

La secuencia está compuesta, hacia la base, por arcillolitas con algunas intercalaciones de areniscas, en la parte media por areniscas que gradan a areniscas conglomeráticas, con algunas intercalaciones de lodolitas, y en la parte superior por bancos de conglomerados poligénicos, fanglomerados y lodolitas. El espesor medido de la secuencia, en el sector río Mayo - quebrada La Fragua - quebrada de Cusillo (NE de La Unión), es de 917 m; en las rocas sedimentarias se puede reconocer estratificación cruzada, estratificación cruzada de ángulo bajo, estratificación paralela fina, gradación normal, gradación inversa y calcos de carga. Las arcillolitas, ligeramente laminadas, son de color gris, verde, amarillo y rojo-violáceo; se pueden observar algunos estratos carbonosos, sin interés comercial, en las quebradas Pindiguará (N de El Peñol) y Hueco Lindo y Cu-

riaco (NE de Granada), los cuales no sobrepasan los 20 cm de espesor. Aparecen en las arcillolitas nódulos calcáreos fosilíferos y "bolsones" de areniscas rojizas de grano fino. Las areniscas son de color gris, verde y rojizo, tienen buen empaquetamiento, están regularmente seleccionadas y redondeadas, y presentan gradaciones a areniscas conglomeráticas, tanto en la base como en el techo de los bancos, que alcanzan espesores desde algunos centímetros hasta 5 m. La composición de las areniscas incluye cuarzo, plagioclasa, calcita, limonita, epidota y fragmentos líticos, los cuales tienen una composición similar a los bancos de conglomerados suprayacentes y son detritos de diabasas, basaltos, limolitas silíceas, chert, tonalitas, pórfidos dacítico-andesíticos y esporádicos cantos de esquistos cuarzo-micáceos; la parte superior de la zona conglomerática presenta influencia piroclástica. Existen areniscas calcáreas (en los sectores de la quebrada Pindinguará y en el camino Taminango - Puente Cumbitara), con fósiles de lamelibranquios y gasterópodos, los cuales han sido correlacionados por Royo y Gómez (1942) con la Formación La Cira, del Valle del Magdalena, de edad oligocena.

El ambiente de sedimentación fue marino de aguas someras para la parte inferior, llanuras de inundación y sedimentación lateral de canales para la parte media y abanicos aluviales en llanuras costeras para la parte superior. Durante su depositación, el área de aporte lo constituyó especialmente la Cordillera Occidental.

La Formación Esmita presenta contactos fallados con las secuencias cretáceas del Grupo Dagua y Grupo Diabásico, pero también se ha observado un contacto discordante con esas secuencias. El contacto con la infrayacente Formación Mosquera, de edad Eoceno - Oligoceno inferior, es fallado al N de San José de Albán pero erosivo en el área San Pedro - El Peñol. La Formación Esmita está intruida por stocks dacítico - andesíticos, los cuales han sido datados como del Mioceno medio (ALVAREZ *et al.* 1979). Con base en las consideraciones paleontológicas y radiométricas, se asume una edad Oligoceno superior - Mioceno medio para esta Formación y se correlaciona con la Formación Cartago de Rodríguez y Velandia (1980) y con la Formación Amagá (GONZALEZ, 1976), en el Departamento de Antioquia.

2.3.4. ROCAS IGNEAS HIPOABISALES (Thd-Tha)

Por lo general se trata de pequeños stocks, los cuales raras veces sobrepasan los 5 km² de área, a excepción del Stock de Minas, al NE de Chachagüí. Los principales afloramientos se encuentran en los sectores de La Unión, Granada - Taminango, San Lorenzo - El Empate - Arboledas, NE de Chachagüí y El Tambo - San Pedro - río Tamajoy. Merece destacarse el fuerte alineamiento y la forma elongada de los stocks de Santa Cecilia, El Carmen, La Jacoba, El Dinde y río Mayo, que siguen el trazo de la Falla Manchabajoy sin ser afectados por ella.

Las rocas hipoabisales tienen una composición andesítica y dacítica, son porfiríticas y holocristalinas, con matriz afanítica; en algunas muestras se observa una ligera orientación de los cristales, con texturas de flujo. El tamaño de los fenocristales varía desde algunos milímetros hasta alcanzar 1 cm de diámetro y son principalmente plagioclasa (oligoclasa-andesina), zonadas y macladas, hornblenda verde pleocroica, biotita con pleocroismo verde a pardo, y cuarzo bipiramidal. Los minerales de alteración son caolín, principalmente, sericita, calcita, y óxidos de hierro; es común la presencia de xenolitos, especialmente en el Stock del río Mayo. Dentro de un mismo cuerpo se observan variaciones de andesita a dacita, como por ejemplo en los stocks del SE de Taminango, en el de Minas y en El Dinde, al W del caserío La Caldera. No son muy notorias las aureolas de contacto en las rocas encajantes, las cuales corresponden a la secuencia metamórfica de Buesaco, al Grupo Diabásico, a la Formación Mosquera y a la Formación Esmita. Se encuentran mineralizaciones de cobre en el Stock de El Alumbral (brecha hidrotermal?), al SW de El Tambo, y de oro disseminado en el Stock de Minas; en otros cuerpos es común ver mineralizaciones de sulfuros, especialmente pirita, en forma disseminada y en vetillas.

No se tienen dataciones radiométricas de estas rocas en el área trabajada, pero inmediatamente al E, Alvarez *et al.* (1979), reportan una edad de 13 ± 3 m.a. (K/Ar en biotita), en un pórfido dacítico que está intruyendo claramente a la Formación Esmita. A un nivel más regional, Alvarez y Linares (1979) dataron el Stock de Minas, Departamento del Cauca, en 8 ± 3 m.a. (K/Ar en biotita) y Alvarez *et al.* (1978), reportan una edad de 6 ± 1 m.a. (K/Ar en hornblenda), en el Stock de Suárez, Departamento del Cauca. Estas dataciones están definiendo un episodio magmático durante el Mioceno medio - Mioceno tardío, anterior a la iniciación del extenso vulcanismo Plio-Cuaternario y coincidente con la fase tectónica de la Orogenia Andina.

El emplazamiento de las rocas hipoabisales presenta un claro control tectónico, relacionado con fallas pertenecientes a los Sistemas Romeral y Cauca; los stocks aprovecharon esas líneas de debilidad para ascender a la superficie y posteriores reactivamientos han fallado algunas rocas hipoabisales.

2.3.5. DEPOSITOS ASOCIADOS A ACTIVIDAD VOLCANICA

Están ampliamente distribuidos en la plancha y están asociados a actividad lávico-piroclástica de diferentes centros de emisión. Algunos de esos depósitos se relacionan con volcanes localizados fuera del área trabajada, tales como el Galeras, el Bordoncillo, el Morasurco y el Doña Juana. En la Plancha 410 se encuentra la caldera de San Lorenzo, el foco volcánico de Linares y el Complejo Volcánico El Peñol, los cuales están extinguidos y sus aparatos parcialmente destruidos.

Se han diferenciado los siguientes tipos de depósitos:

2.3.5.1. *Flujos piroclásticos del río Mayo (TQvpm).*- En la parte más NE del área estudiada se encuentra esta secuencia de origen volcánico, la cual está relleno el profundo

cañón del río Mayo; otros buenos afloramientos pueden observarse en la carretera Puente Mayo - Higueros - Sombrerillos y en la quebrada Honda, sitio este último donde Stutzner (1934), se refería a la presencia de rubíes y zafiros y posteriormente refutado por Grosse (1935), quien reconoció el carácter explosivo de algunos de estos depósitos.

La secuencia está cubriendo discordantemente a rocas cretácicas del Grupo Diabásico y a rocas terciarias de la Formación Esmita, formando extensas planicies. Está compuesta hacia la base por unos 200 m de depósitos de avalanchas ardientes, lahares y tobas de ceniza, suprayacidas por 90 m de flujos de pumita y ceniza; la parte superior consta de lluvias de ceniza, con espesores que varían entre algunos centímetros y 2 m, alcanzando un espesor total de 10 m. En las avalanchas ardientes y lahares son comunes los cantos de esquistos verdes, filitas, cuarcitas, anfibolitas con granates pequeños y quebradizos, eclogitas, piroxenitas y pórfidos dacíticos. En los flujos de pumita y ceniza, de composición dacítica, se observa gradación inversa y presencia de madera carbonizada. La pseudoestratificación de las lluvias de ceniza indica diferentes períodos de emisión.

Estudios realizados por Galvis y Cepeda (1982), en los depósitos de avalanchas ardientes hablan en favor de un pirometamorfismo en los xenolitos, ya que reportan redondeamiento de las aristas de los fragmentos piroclásticos y fusión parcial de algunos minerales, con presencia de vidrio en los contactos intercrystalinos.

La secuencia está relacionada con la actividad explosiva del Complejo Volcánico del Doña Juana, ubicado en la cima de la Cordillera Centro-Oriental. Como quiera que Murcia y Pichler (1987), reportan edades de 1.5 millones de años (K/Ar en biotita) en ignimbritas del mismo complejo volcánico, se asume que la secuencia piroclástica es contemporánea y se le asigna una edad Plio-pleistocénica.

2.3.5.2. Avalanchas ardientes y de escombros (TQva).- Se pueden observar buenos afloramientos en la carretera Panamericana, sector Aeropuerto - Túnel Peñalisa al NE de Chachagüí, en el cañón del río Juanambú, al NW de Granada (Alto El Lecheral) y en el sector de Taminango - Santa Cecilia, donde se encuentran asociados los lahares y lavas.

Son rocas compuestas principalmente por cantos centimétricos y decimétricos de lavas, y en menor proporción cantos de líticos y de pumitas; el material que compone las tobas aglomeráticas puede ser formado en el momento de una explosión o por colapsamientos de domos. Los fragmentos líticos están soldados dentro de una matriz de ceniza y vidrio, a veces de color rojizo, color dado por la presencia de óxidos de hierro sin eruptivo.

Los depósitos tienen formas tabulares, presentan morfologías abruptas de taludes verticales, están levemente inclinados y su aspecto es caótico, debi-

do al carácter turbulento y violento del flujo. En la carretera Panamericana, sector Aeropuerto - Túnel Peñalisa, se puede observar que son diferentes unidades (6 o más) separadas por cenizas.

Los depósitos están asociados a la actividad explosiva de los volcanes Galeras, Morasurco, Doña Juana y Complejo Volcánico de San Lorenzo. Se asume que estos depósitos se formaron durante la actividad volcánica del Pliopleistoceno.

2.3.5.3. *Ignimbritas (TQvi)*. - Se han reconocido estos depósitos piroclásticos en el área de El Tablón de Gómez (parte SE del área trabajada) donde están rellenando los cañones de los ríos Juanambú, Juanacatú y Quina.

Las coladas tienen formas tabulares, originando mesetas levemente inclinadas, presentan fracturamiento columnar desarrollando, prismas tetragonales de un metro de lado y los espesores sobrepasan los 100 m.

La secuencia está compuesta hacia la base por un flujo de ceniza arenosa sin soldar, de 1-2 m de espesor y luego comienzan a aparecer las ignimbritas soldadas en diferentes unidades de enfriamiento. Las ignimbritas son rocas livianas de color gris a morado, compuestas por fenocristales de cuarzo, plagioclasa, biotita, hornblenda y feldespatos potásico, en una matriz de vidrio de color verde, observándose devitrificación, desarrollo de shards y textura de flujo; contienen fragmentos de pumitas y de alóctonos del basamento, especialmente de las secuencias cretácicas y de metamórficas del Paleozoico (?).

De acuerdo con los análisis químicos realizados por Murcia y Pichler (1987) en estas ignimbritas, su composición es dacítica, lo cual contrasta con la composición riolítica de las ignimbritas localizadas más al norte, en los Departamentos de Huila y Cauca. Estos mismos autores dataron una ignimbrita del sector de El Tablón - Mesas y arrojó una edad de 1.5 ± 1 m.a. (K/Ar en biotita), es decir, son del Pleistoceno. Se asume su origen por colapsamiento caldérico, el cual formó magmas espumosos que avanzaron en estado líquido a grandes velocidades.

2.3.5.4. *Lavas y cenizas (TQvlc)*. - Se observan al sur de Tabiles, en el área de Santa Cruz de Robles, en el sector de Matituy, al E de Chachagüí y en el Alto de Granadillo (parte más SE del área trabajada).

Los depósitos son la continuación norte de los descritos por Murcia y Cepeda (1984), en el área inmediatamente más al sur (Plancha 429 - Pasto) y están conformados por predominio de lavas andesíticas que se hallan cubiertas por cenizas o tienen intercalaciones de ellas. Estos productos lávicos y piroclásticos están relacionados con la actividad de los volcanes Galeras, Morasurco y Bordoncillo, durante el Plio-Cuaternario.

2.3.5.5. *Depósitos volcánicos no diferenciados (TQv_{sd})*.- Debido al continuo cambio de facies y a la escala de la cartografía geológica, no se diferenciaron los depósitos volcánicos de la parte occidental del área trabajada. Las zonas comprenden el área de la Policarpa - Pisanda, el área de la población de El Peñol, el sector de Linares - Tabiles y la región de Samaniego - Bolívar.

La litología está conformada por lavas andesíticas, flujos de ceniza y dacíticos de pumita, lahares y tobas en diferentes proporciones.

2.3.5.6. *Lahares y lavas (TQv_{ll})*.- Afloran principalmente al W de Chachagüí (asociados al Volcán Galeras), en el cañón del río Juanambú (asociados al Doña Juana) y en el área Santa Cecilia - Tamirango (relacionados con el Complejo Volcánico de San Lorenzo). En los afloramientos del río Juanambú, al W de El Empate, se encuentran intercalados algunos depósitos de nubes ardientes.

La secuencia se compone de líticos heterométricos en una matriz arenosa, con algunas intercalaciones de lavas andesíticas no diferenciables a la escala trabajada. Presentan formas tabulares y están inclinados suavemente, indicando el lugar de origen.

De acuerdo con Murcia y Cepeda (1984), quienes describen estos productos en el área inmediatamente al sur (Plancha 429 - Pasto), los lahares son depósitos caóticos relacionados con actividad volcánica y formados por el avance de una avalancha sobresaturada en agua; los eventos que produjeron las lavas y piroclastos serían los responsables de la formación de estos depósitos. La edad corresponde a la actividad volcánica del Plio-Cuaternario.

2.3.5.7. *Lluvias de ceniza (Qvc)*.- Estos depósitos piroclásticos están ampliamente distribuidos en los Llanos de Manchabajoy, en el área de Chachagüí y al NW de Buesaco. Otros afloramientos, de menor extensión, se observan en el sector La Unión - El Carmen - Cartago y al sur de Buesaco.

Los depósitos alcanzan 10 m de espesor, son de composición dacítica y están compuestos fundamentalmente por vidrio, biotita, plagioclasa, hornblenda, cuarzo, feldespato potásico y fragmentos de pumita. En la carretera Panamericana, sector Chachagüí - Túnel de Peñalisa, las diferentes emisiones de lluvias de ceniza, provenientes del Galeras, forman pseudoanticlinales, con estructuras típicas de depósitos sedimentarios tales como gradación.

Los depósitos suavizan una paleotopografía existente, dando una morfología de lomas suaves y redondeadas, y a veces están separados por paleosuelos derivados de ellos mismos. Se notan efectos de neotectónica, con desplazamientos de 1.50 m en cenizas y paleosuelos, en la carretera Panamericana (sector Túnel La Yana - Chachagüí) y en el carreteable Nariño - El Tambo (sector El Zanjón), relacionados con la actividad de las Fallas Manchabajoy y Romeral.

Las lluvias de ceniza representan la actividad explosiva de diferentes volcanes que lanzan material finamente fragmentado a grandes distancias, son transportados por el aire y depositados por efecto de gravedad. De acuerdo a la morfología y grado de meteorización, se asigna una edad cuaternaria a estos depósitos, siendo del Holoceno - Reciente las secuencias con paleosuelos intercalados.

Tanto las lavas, como los piroclastos están relacionados con la actividad cenozoica de volcanes compuestos o estratovolcanes, algunos de ellos activos y otros extintos. Los análisis químicos y petrográficos de las vulcanitas y piroclastitas demuestran que pertenecen a la serie calcoalcalina de márgenes continentales activas y las vulcanitas andesíticas se formaron a partir de magmas originados en la placa subducente y en la cuña de manto sobre ellas, con contaminación más o menos importante (MURCIA y CEPEDA, 1984; CEPEDA, 1986).

2.3.6. DEPOSITOS GLACIARES Y FLUVIOGLACIARES (Qsgf)

Están restringidos a la parte SE del área estudiada y corresponden a la prolongación de los descritos por Murcia y Cepeda (1984) en el área de Villa Moreno (Plancha 429 - Pasto). Los mejores afloramientos se pueden observar en la carretera Villa Moreno - Buesaco, donde depósitos de lahares y lavas están cubiertos por depósitos morrénicos y fluvio-glaciares; se pueden apreciar pequeños valles en U provenientes de la región de Villa Moreno y algunos bloques estriadados.

Los depósitos se componen de bloques y gravas en una matriz de limo-arena, y los clastos se presentan en una forma caótica, sin ninguna clase de selección, ni de estratificación interna; algunos de los depósitos fluvio-glaciares están separados por lluvias de ceniza, lo cual involucra algún tipo de actividad volcánica que ayudó a fusionar el hielo. Las facies laháricas que se encuentran, indican un aumento en la actividad de los volcanes Bordoncillo y Morasurco, a los cuales están asociados estos depósitos.

Murcia y Cepeda (1984), han considerado una edad cuaternaria para estos depósitos, basados en algunas correlaciones regionales y en que se conserva bien la morfología glacial.

2.3.7. DEPOSITOS DE TERRAZAS (Qt)

En el área se destacan los asociados a los ríos Guáitara, Juanambú, Mayo y Patía, alcanzando en los dos últimos a diferenciarse hasta 5 niveles. Son potentes los depósitos de estos ríos (más de 80 m), conformados por gravas heterolitológicas, arenas con estratificación fina y ondulitas, y limos con laminación fina, algunas de las cuales corresponden a cenizas redepositadas.

Las terrazas han sido formadas por la acción erosiva de los ríos y los diferentes niveles se formaron por cambios en el curso de los ríos y/o por tectonismo; Murcia (1981) reporta actividad tectónica cuaternaria en las terrazas de los

ríos Mayo y Patía, asociada a reactivamiento de la Falla Cauca - Patía. Asimismo, describe que en la quebrada Saraconcho, cerca de su confluencia con el río Juanambú, se han formado 8 niveles de terrazas con un espesor total de 50 m, lo cual da una idea del nivel del levantamiento rápido de esa región.

2.3.8. DEPOSITOS COLUVIALES (Qc)

Los depósitos más importantes se localizan al norte de la caldera de San Lorenzo, en la carretera Panamericana, sector El Tablón - Remolino, en el área Samaniego - Bolívar y en el área El Peñol - San Francisco. Como estos depósitos se forman por origen gravitatorio y por remoción en masa, la composición dependerá de la litología imperante en cada sector. Los depósitos coluviales generalmente forman conos de deyección y algunos están asociados a traza de fallas (Ej: área El Peñol - San Francisco).

2.3.9. DEPOSITOS ALUVIALES (Qal)

Los depósitos recientes de origen fluvial se encuentran principalmente en los ríos Patía, Juanambú y Mayo, y en las quebradas Charguayaco, El Salado, Saraconcho y Guayambur. Se componen de gravas, arenas, limos y arcillas, asociadas a canales fluviales y áreas de inundación. La composición de los cantos depende de la litología de las diferentes unidades por donde drena la corriente.

3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

La geología estructural es algo complicada ya que al converger en la zona estudiada, la Cordillera Occidental, el Valle del Patía y la Cordillera Central, lo hacen también las megafallas que limitan a estas unidades geomorfológicas. Los principales rasgos estructurales comprenden fallas, pliegues y alineamientos, algunos de los cuales fueron interpretados a partir de imágenes Landsat. Se nota un tren predominante de dirección NE y otro, al parecer más antiguo, de dirección NW.

El Valle del Patía, originado por la acreción de la Cordillera Occidental, es una fosa asimétrica, está en contacto al E con la Cordillera Central, por medio del Sistema de Fallas de Romeral, y al W está en contacto con la Cordillera Occidental, por medio del Sistema de Fallas de Cauca - Patía. El Sistema Romeral es la expresión de una paleozona de subducción jura-cretácica, está separando cortezas oceánica y continental, mientras que las fallas del Sistema Cauca - Patía se originaron como fracturas tensionales, en la zona de flexión de la corteza oceánica subducida. Al Sistema Romeral pertenecen las Fallas Buesaco y Pasto, y al Sistema Cauca - Patía pertenecen las Fallas inversas denominadas La Llanada, Cumbitará, Sotomayor - Policarpa, Cauca - Patía, Aguada - San Francisco y Ancuyá - El Peñol; ésta última, junto con la Falla Yumbo, conforma el graben de San Pedro - El Peñol, donde se está adegalzando el relleno sedimentario terciario. La depresión interandina está cruzada por las Fallas Granada, que pone en contacto rocas cretáceas y terciarias, y La Yana, San Antonio, Tami-

nango y Manchabajoy, que parece son de edad pre-oligocena; a lo largo de la Falla Manchabajoy se han emplazado cuerpos hipoabisales, soldando el trazo. Las Fallas Patía - Guáitara y Pisanda han sido deducidas de imágenes Landsat, así como los alineamientos EW-NW de los ríos Mayo y Juanambú. Existen criterios para hablar de neotectónica en las Fallas Cauca - Patía, Ancuyá - El Peñol, Manchabajoy y traza más occidental del Sistema Romeral. Los criterios pueden observarse, respectivamente, en las terrazas de los ríos Patía y Mayo, en el sector del Peñol, en la carretera Nariño - El Tambo y en el área Chachagüí - Pasto.

Los replegamientos son comunes en el Grupo Dagua, especialmente cerca de la traza de las fallas. El relleno sedimentario del Valle del Patía forma un amplio sinclinorio, conformado por estructuras muy apretadas, algunas deducidas fotogeológicamente, tales como el sinclinal Alto de Mayo, anticlinal Alto de Mayo, sinclinal de Honda, anticlinal El Tablón y sinclinal Peña Negra, localizados al oeste de la Falla Taminango.

4. GEOQUIMICA Y GEOLOGIA ECONOMICA

La interpretación geoquímica de la Plancha 410 se realizó por métodos geoestadísticos (Factor Analysis) dentro del Convenio INGEOMINAS - Servicio Geológico de Estados Unidos. Se recogieron 768 muestras de sedimentos activos, los cuales fueron sometidos a análisis espectrográficos para 32 elementos, procesándose la información en el computador que, de acuerdo al programa establecido, graficó mapas de 5 coeficientes de correlación escogidos y mapas de contenidos de Ag, Mo, Zn, Pb (ppm) y Cu residual. Después de analizar la información y superponer los mapas de anomalías geoquímicas, aparecen 5 zonas que ameritan un estudio más detallado y se localizan al norte de Cumbitara, alrededores de Policarpa, norte de La Unión, área de Arboledas, norte de San José y SE de Buesaco. Actualmente hay explotación de oro de filón y diseminado en el sector La Llanada - Bolívar, área de Cumbitara y NW de Sotomayor, lo cual indica que también en esta zona se debe hacer un estudio geoquímico más detallado máxime cuando al W de La Llanada, fuera del área trabajada, se conoce también explotación de manganeso. Minas abandonadas, donde se explotaba gran cantidad de oro, se encuentran en el stock de Minas (NE de Chachagüí) y en el Cerro La Espada (SE de El Tambo), ésta última en actividad desde la época de la Colonia. Asociado a rocas hipoabisales existe el prospecto de cobre de El Alumbra (sur de San Pedro), el cual parece estar asociado a una brecha hidrotermal. Las ocurrencias de calizas en el área de Buesaco y de carbones en las regiones de El Peñol y Granada, no tienen interés comercial debido a su poco espesor y a su falta de continuidad.

5. EVOLUCION GEOLOGICA

La historia geológica del área comienza en el Paleozoico inferior con la depositación de rocas volcánicas y sedimentarias, en un ambiente oceánico eugeosinclinal, las cuales posteriormente fueron sometidas a metamorfismo re-

gional durante el Paleozoico medio (Orogenia Caledoniana). Durante el Cretáceo se forman y acrecionan al ancestral margen continental, secuencias originadas por actividad volcánica submarina y por material turbidítico depositado en el pie de un talud continental y cerca de una fosa oceánica.

El vulcanismo básico submarino estuvo asociado a arcos de islas, principalmente, a dorsales oceánicas y a fosas oceánicas. Las secuencias fueron acrecionadas por procesos de subducción y obducción y sus mayores efectos se manifiestan durante el Cretáceo superior - Terciario inferior, cuando finaliza la acreción de la Cordillera Occidental, se produce el metamorfismo cataclástico y se forman las megafallas que luego serán aprovechadas para dar forma a la depresión interandina del Cauca - Patía. Debido a la acreción continental, hubo un salto de la zona de subducción al oeste de la Cordillera Occidental (Fosa Pacífica), formándose rocas tonalíticas que intruyeron tanto a la Cordillera Occidental como al Valle del Patía; su emplazamiento duró hasta el Oligoceno.

Durante el Eoceno - Oligoceno hubo movimientos tectónicos que permitieron el emplazamiento de rocas ultrabásicas a lo largo de fallas y comenzó la depositación molásica en el Valle del Patía (Formación Mosquera), con aporte de la Cordillera Central. La Cordillera Occidental fue emergiendo paulatinamente, permitiendo en el Oligoceno superior - Mioceno medio la depositación de la Formación Esmita; la parte superior de esta formación representa el levantamiento definitivo de la Cordillera Occidental y señala la regresión definitiva del mar.

Durante el Mioceno medio se produce la Orogenia Andina, con acompañamiento de actividad ígnea hipoabisal y vulcanismo calcoalcalino andesítico; esta actividad ígnea se relaciona con un nuevo salto de la zona de subducción al oeste, en la Fosa Colombo - Ecuatoriana (actual zona de subducción).

Las rocas volcánicas fosilizan y modelan la mayoría de la topografía actual, la cual fue trabajada por acción glaciaria y acción fluvial reciente. Las ausencias de registro geológico se deben a la no depositación o retrabajamiento de un borde continental.

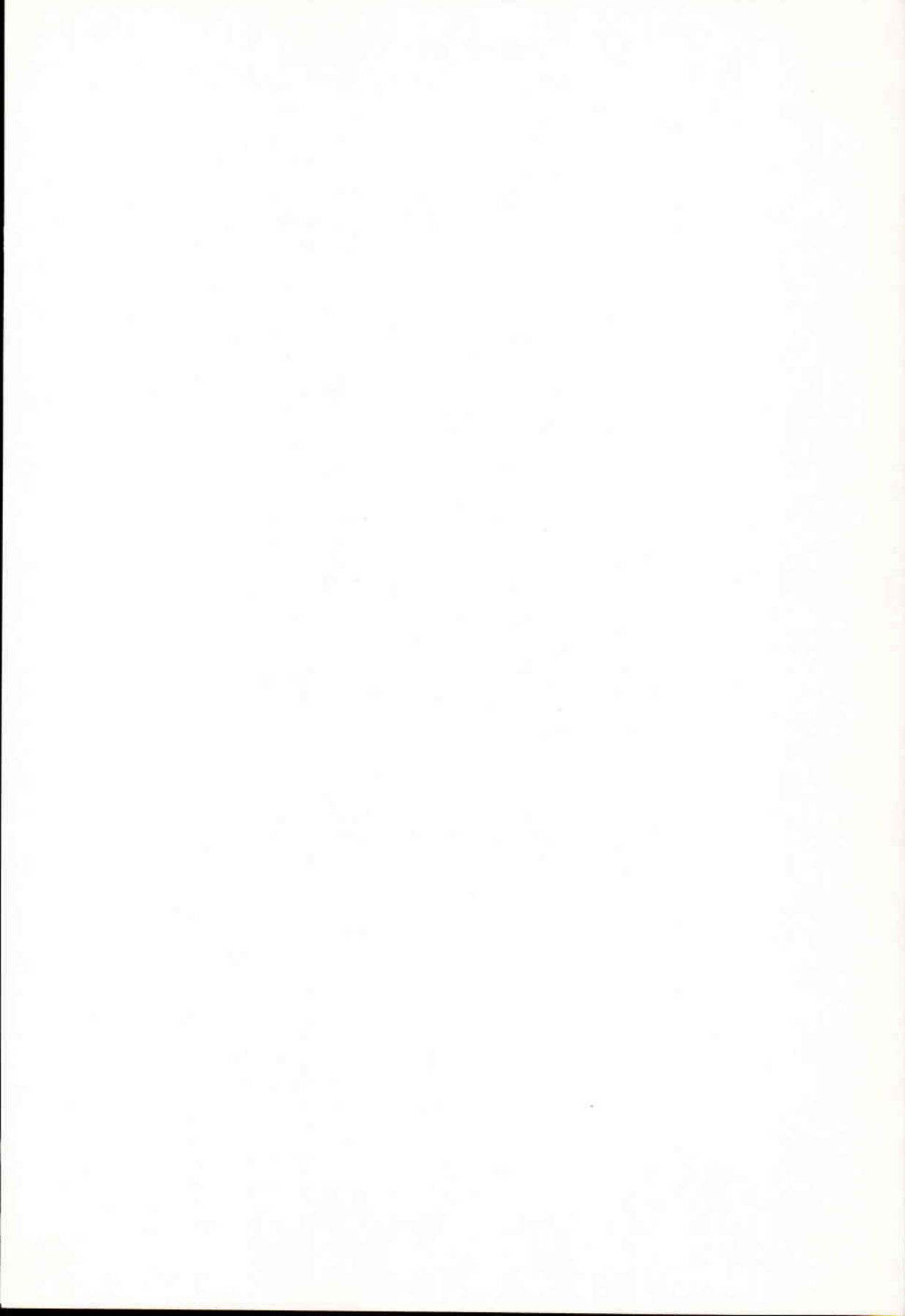
6. BIBLIOGRAFIA

- ALVAREZ, J. *et al.*, 1978.- *Determinación K/Ar del Stock de Suárez - Cauca. En: Geocronología del Occidente Colombiano. Bol. Ciencias de la Tierra, 5-6: 39-43.*
- ALVAREZ, J., *et al.*, 1979.- *Edad K/Ar del Stock de San Cristóbal, Nariño. En: Geocronología del Occidente Colombiano. Bol. Ciencias de la Tierra, 5-6: 79-82.*
- ALVAREZ, J. y LINARES, E., 1979.- *Edades K/Ar del Batolito de Piedrancha y el Stock de Arboledas - Nariño. En: Geocronología del Occidente Colombiano. Bol. Ciencias de la Tierra, 5-6:113-118.*
- BOTERO, G., 1963.- *Contribución al conocimiento de la geología de la zona central de Antioquia. Anales Fac. Minas, No. 57, 101 p. Medellín.*

- BOUMA, A. H., 1962.- *Sedimentology of some flysch deposits*. Elsevier, Amsterdam, 168 p.
- CEPEDA, H., 1986.- *Investigaciones petrológicas en el ambito 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 Suspects Terrains*. Nature, 228: 329-333.
- DE SOUZA, H., ESPINOSA, A. and DELALOYE, M., 1984.- *K/Ar ages of basic rocks in the Patía Valley, Southwest Colombia*. Tectonophysics, 107:123-145.
- ESPINOSA, A., 1980.- *Sur les roches basiques et ultrabasiques du bassin du Patía (Cordillere Occidentale des Andes Colombiennes)*. Etude geologique et petrographique. Thèse de la Fac. Sci. Université de Gêneve, 1970. Imp. Nac. Ginebra.
- ETAYO, F. et al., 1983.- *Mapa de Terrenos Geológicos de Colombia*. Ingeominas. Publ. Geol. Esp. No. 14-I: 1-235. Bogotá.
- ETAYO, F., PARRA, E. y RODRIGUEZ, G.I., 1982.- *Análisis facial del "Grupo Dagua" con base en secciones aflorantes al oeste del Toro (Valle del Cauca)*. Geología Norandina, 5:3-12. Bogotá.
- GALVIS, J. y CEPEDA, H., 1982.- *Pirometamorfismo en xenolitos de las vulcanitas cenozoicas del sur de Colombia*. Geología Norandina, 5:13-17. Bogotá.
- 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 la parte de los departamentos de Antioquia y Caldas (Subzona II-A)*. Bol. Geol. Ingeominas, 20 (1): 85 p. Bogotá.
- 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*. Wiley and Sons, 429 p. New York.
- NELSON, H. W., 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.
- MURCIA, A., 1981.- *Rasgos morfológicos de la neotectónica cuaternaria en el SW de Colombia*. Geología Norandina, 4:23-30. Bogotá.
- MURCIA, A. y CEPEDA, H., 1984.- *Memoria Geológica de la Plancha 429 - Pasto*. Ingeominas, 193 p. Popayán.
- MURCIA, A. y PICHLER, H., 1987.- *Geoquímica y dataciones radiométricas de las ignimbritas cenozoicas del SW de Colombia*. En: *Memorias del Simposio Internacional sobre Neotectónica y Riesgos Volcánicos*. Revista CIAF, Vol. 11, Tomo II (1-3), p.346-363. Bogotá.

- RODRIGUEZ, G.I., 1981.-** *Facies Prehnita-Pumpellita en rocas de los Grupos Diabásicos y Dagua en la parte central y sur de la Cordillera Occidental (Colombia).* *Geología Norandina*, 3: 3-10. 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.
- STUTZER, O., 1934.-** *Contribución a la geología del foso Cauca -Patía.* *Comp. Est. Geol. de Col., Tomo II, pp. 69-140.* Bogotá.

* * *







REPUBLICA DE COLOMBIA
MINISTERIO DE MINAS Y ENERGIA

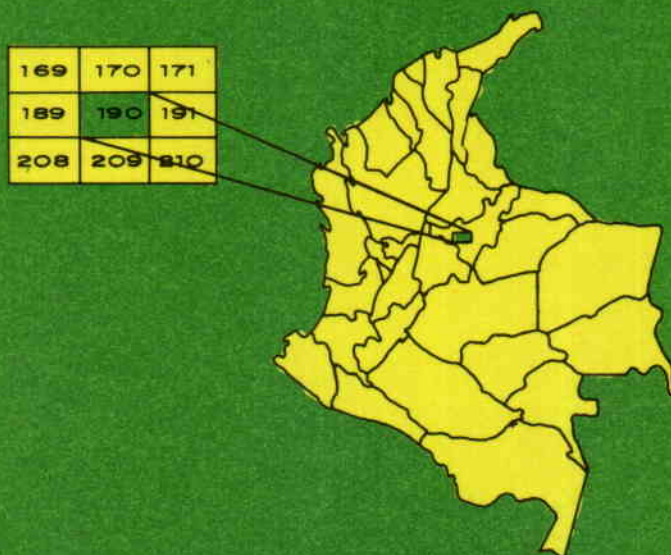


Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química

INGEOMINAS

MAPA GEOLOGICO DE COLOMBIA PLANCHA 190 - CHIQUINQUIRA

Escala 1:100.000



MEMORIA EXPLICATIVA

1991

