

GENERALIDADES SOBRE LA GEOLOGIA DEL NORTE DEL VALLE DEL PATIA

María Patricia Torres H.
Diego Gerardo Ibáñez A.
Edgar José Vásquez A.
Geólogos

RESUMEN

Este trabajo constituye la fase básica del proyecto Estudio Hidrogeológico en el Valle del Patía, realizado en convenio celebrado entre la Corporación para el Desarrollo del Cauca, CRC y el Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química, INGEOMINAS, y orientado a la exploración de aguas subterráneas para el desarrollo agrícola y consumo humano.

Las investigaciones hidrogeológicas requieren de diferentes fases básicas para obtener los resultados propuestos. La cartografía geológica del área a estudiar es la primera fase y constituye el fundamento para etapas posteriores de investigación; por tal motivo, se realizó la cartografía geológica a escala 1: 25.000 de la parte norte del Valle del Patía, correspondiente a un área de 290 Km² ubicada entre los piedemontes de las cordilleras Central y Occidental y las localidades de La Fonda y El Estrecho.

En el área de investigación afloran unidades litológicas de edades comprendidas entre el Cretáceo y el presente. Las rocas del Cretáceo son volcano-sedimentarias de afinidad oceánica y afloran en el flanco Oriental de la cordillera Occidental. El terciario está representado por rocas sedimentarias de la Formación Mosquera y de la Formación Esmita, que incluyen conglomerados, areniscas líticas, feldespáticas

y arcillolitas y conforman el flanco occidental de la cordillera Central. Las rocas y depósitos del Terciario Superior - Cuaternario y del Cuaternario se localizan en la planicie del Valle del Patía y son rocas volcano-sedimentarias y depósitos coluviales y fluviales respectivamente.

El área está limitada longitudinalmente por los sistemas de fallas del río Patía y Romeral, situados al occidente y al oriente del valle del Patía respectivamente, con dirección general aproximada N35°E. Existe un tercer sistema de fallas, con dirección aproximada N75°W, transversal a los dos primeros sistemas y cuya expresión geomorfológica es evidente al oriente del valle del Patía, en rocas sedimentarias de la Formación Esmita.

1. INTRODUCCION

Con el fin de promover el desarrollo agrícola y abastecer de agua potable a los pobladores del Valle del Patía, la Corporación para el Desarrollo del departamento del Cauca (C.R.C) y el Instituto de Investigaciones en Geociencias, Minería y Química (INGEOMINAS), llevaron a efecto un convenio para realizar una investigación hidrogeológica y delimitar zonas acuíferas de importancia en el valle geográfico del Patía. El trabajo consta de varias fases; la

fase inicial de la investigación es la cartografía geológica del área, cuyos resultados preliminares son presentados en éste trabajo.

En el área de investigación, hacia el flanco oriental de la cordillera Occidental, afloran rocas básicas de afinidad oceánica, correlacionables con el grupo diabásico de Nelson (1962). En el flanco occidental de la cordillera Central se observan rocas sedimentarias de la Formación Esmita y en el valle del Patía rocas volcano-sedimentarias del Terciario-Cuaternario y depósitos aluviales del Cuaternario.

La presencia de rocas sedimentarias, volcano-sedimentarias y depósitos recientes poco consolidados permite suponer que existen zonas donde se ha almacenado agua subterránea de gran utilidad para el uso agrícola y humano, que mitigarían su escasez en épocas de sequía prolongadas, continuamente registradas en el valle. Las unidades de rocas que, de acuerdo a la geología de superficie, constituyen potenciales unidades acuíferas y de recarga, se corroboraron en las etapas subsiguientes de investigación; las cuales fueron: la hidrogeología, el inventario sistemático de puntos de agua, la prospección geoeléctrica, la hidrogeoquímica y la hidrogeología.

1.1 LOCALIZACION GEOGRAFICA

El área de estudio está ubicada aproximadamente a 75 km al sur de la ciudad de Popayán, en el departamento del Cauca (Figura 1).

La zona de investigación corresponde a la parte norte del valle geográfico del río Patía, tiene una forma poco más o menos rectangular y cubre un área de 290 Km². Se extiende desde la población de El Bordo al norte, hasta la inspección de policía de Galíndez al sur; al occidente limita con las estribaciones orientales de la cordillera Occidental y al oriente con las estribaciones occidentales de la cordillera Central.

Las principales poblaciones de la zona son La

Fonda, Las Tallas y Olaya ubicadas al occidente; al oriente se encuentra la vereda El Salado de Méndez y sobre la vía Panamericana las inspecciones de policía de Chondural, El Patía, El Estrecho y Galíndez.

Las rocas del área de estudio ocupan parte de cinco planchas topográficas a escala 1:25.000 del Instituto Geográfico Agustín Codazzi. Estas planchas corresponden a los números 363 IV D, 364 III C, 386 II B, D y 387 I A.

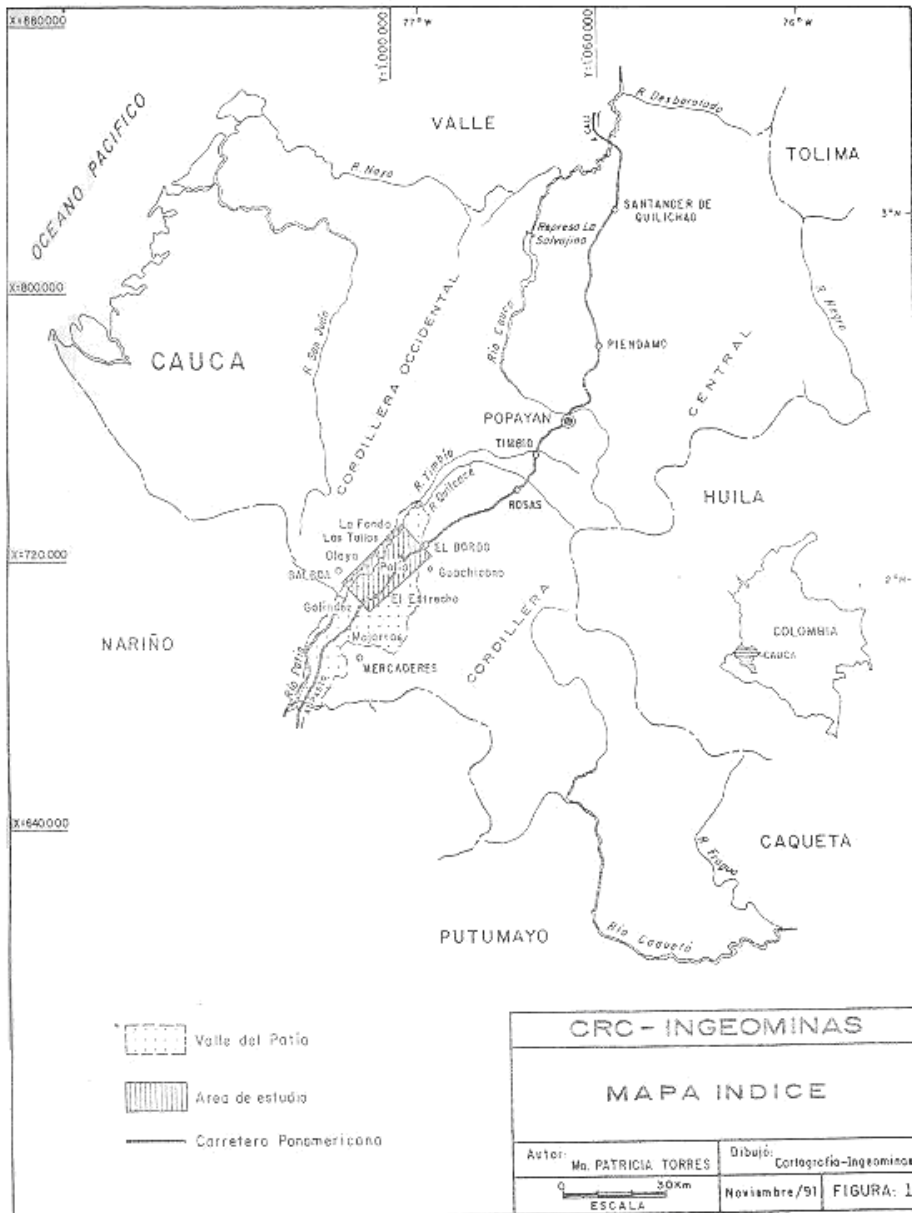
1.2 VIAS DE COMUNICACION

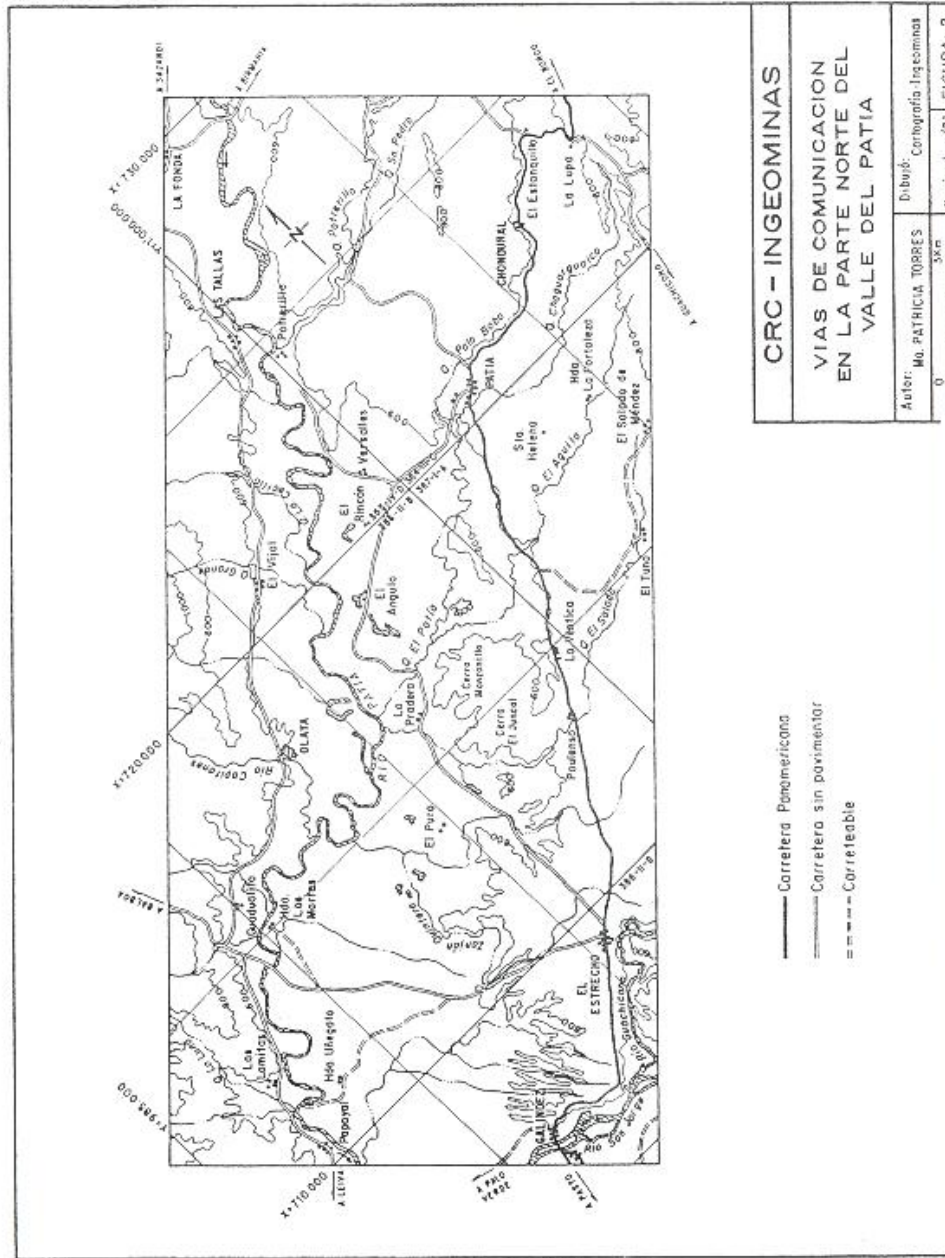
El valle geográfico del río Patía está atravesado por una importante red de carreteras, carretables y caminos que pasan en diferentes direcciones. La vía más importante es la Panamericana, que conecta las ciudades de Popayán y Pasto y en el área de trabajo une las poblaciones de El Bordo, El Patía, El Estrecho y Galíndez. De la Panamericana se desprenden vías secundarias sin pavimentar que cruzan el valle de sur a norte y de oriente a occidente; estas son La Fonda-El Estrecho, recostada contra el extremo occidental del valle y la Lupa-Guachicono al oriente; ambas atraviesan el área de estudio de sur a norte.

Otras vías anexas a la Panamericana que cruzan transversalmente la zona de trabajo son: Panamericana-La Fonda, Panamericana-Potreriño, Patía-El Angulo, El Estrecho-Guadalito y Galíndez-Palo Verde, todas ubicadas al occidente; al oriente la más importante es la Panamericana-El Salado de Méndez (Figura 2).

1.3 CLIMA Y VEGETACION NATURAL

El valle del Patía posee en términos generales un clima cálido y seco, presentando variaciones regionales notables en la precipitación, denotándose áreas muy áridas y áreas relativamente lluviosas. Según datos de la estación meteorológica de Dos Ríos, localizada en la población de Galíndez a 780 m s.n.m. y que puede considerarse representativo para la región, la temperatura media anual es de 28.1°C,

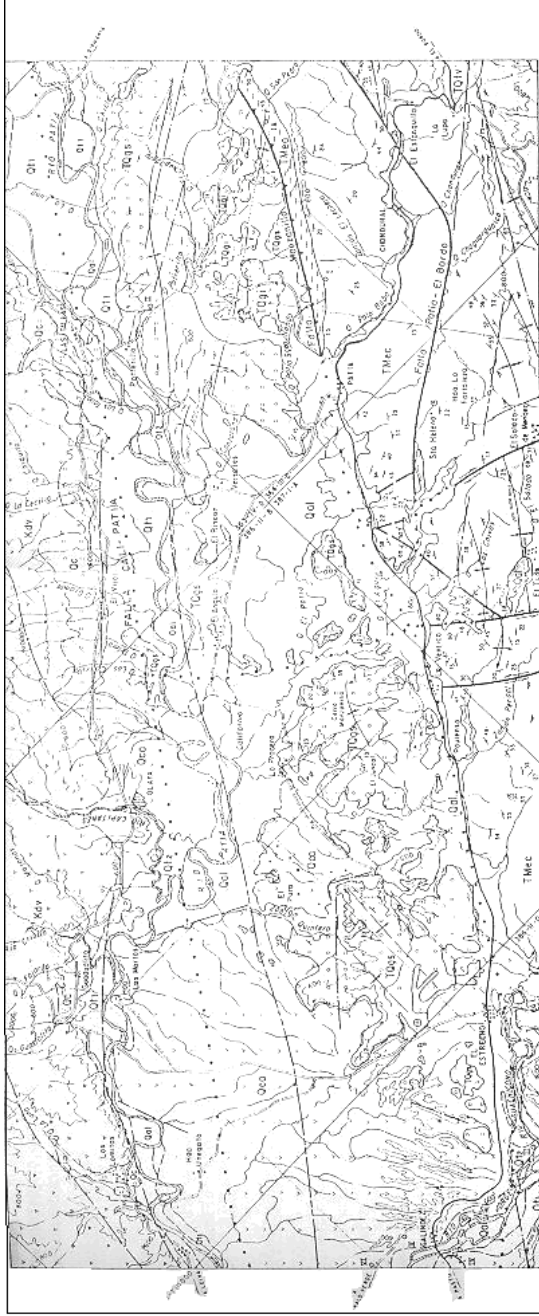




CRC - INGEOMINAS

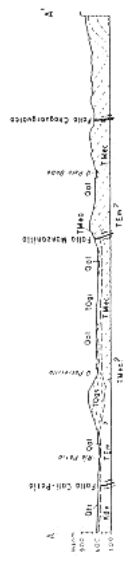
**VIAS DE COMUNICACION
EN LA PARTE NORTE DEL
VALLE DEL PATIA**

Autor: Mo. PATRICIA TORRES	Dibujó: Cartografía Ingeominas
0 3.6 7.2	Noviembre/31 FIGURA - 2



LEYENDA

- ROCAS ESTRATIFICADAS**
- Ohi - Depósitos de lodos aluviales
 - Ooi - Depósitos de lodos aluviales
 - Ooc - Depósitos de lodos aluviales
 - Oi - Terrazas
 - Oca - Abanicos cónicos
- Formación Galeson**
- Depósitos llovizneados de lodo con depósitos aluviales
 - El Borco
- Formación Esmita, Conjunto conglomerático**
- Paquetes de conglomerados intercalados con areniscas, arcillitas y limonitas, material volcánico
- Formación Esmita, Conjunto areniceo**
- Paquetes de limonitas intercalados con areniscas de grano fino
- Formación Vozalera**
- Unico de lujos carboníferos y sedimentarios



CONVENCIONES

- CONTACTOS GEOLOGICOS**
- Delimitado
 - Faltado
 - Faltado en el campo
- FALLAS GEOLOGICAS**
- Inversas
 - de rumbo con dirección del movimiento referida a izquierda
 - de rumbo con dirección del movimiento referida a derecha
 - de rumbo con dirección del movimiento referida a izquierda
 - de rumbo con dirección del movimiento referida a derecha
 - de rumbo con dirección del movimiento referida a izquierda
 - de rumbo con dirección del movimiento referida a derecha
- ESTRUCTURAS**
- Anticlinal simétrico con oeste
 - Anticlinal intrínseco
 - Sinclinal simétrico
 - Sinclinal asimétrico
 - Sinclinal intrínseco
- RUMBOS Y BIZAMIENTOS**
- Inclinado, medido en el campo
 - Fotogeológico (10°-20°)
 - Fotogeológico (20°-40°)
 - Fotogeológico (40° > 1)
 - Estrechos horizontales
- OTROS**
- Casca/roca
 - Acidulado lavadero
 - Sitio de levantamiento de columnas estratigráficas

CRC - INGEOMINAS

ESTUDIO GEOLÓGICO DEL VALLE DEL PATIA

MAPA GEOLOGICO

Autores: JAMES W. VAHREN
 MARIO E. GIL
 Corresponsal: Ingenieros

0 200 400 600 800 1000

ESCALA

Noviembre/94

FIGURA 3

registrando máximas absolutas de 38,5°C en los meses de agosto y septiembre. El índice pluviométrico disminuye en dirección al sur y aumenta hacia el norte alcanzando valores de 2000 mm en la estación de Sajandí (La Fonda).

La vegetación natural en la región ha sufrido un dramático proceso de deforestación y está representada por pequeños reductos localizados generalmente a la orilla de los cursos de agua. El tipo fisionómico corresponde a un bosque seco montano bajo según la clasificación de Holdridge (1985). Este tipo de vegetación, de acuerdo a los remanentes existentes en la zona, alcanza una altura promedio de 20 m sobresaliendo algunos árboles de gran porte como Las ceibas (*Ceiba pentandra*) y los samanes (*Samanea saman*). El sotobosque está constituido por arbustos y hierbas espinosas típicamente xerofíticas.

Algunas especies arbóreas desprenden sus hojas durante el período seco dando al bosque un carácter semicaducifolio. Otras especies como el guázimo (*Guazuma ulmifolia*), permanecen siempre verdes durante todo el año y son usadas ampliamente como sombrío para el ganado.

1.4 METODO DE TRABAJO

Fue consultada la referencia básica del área de investigación y se elaboró un mapa fotogeológico; posteriormente se realizó el trabajo de campo para verificar este mapa. Se colectaron muestras para secciones delgadas y se llevó a cabo un muestreo manual con barreno para reconocer la litología y la estratigrafía de los depósitos aluviales del área.

1.5 ESTUDIOS ANTERIORES

Las primeras investigaciones estratigráficas del área fueron realizadas en 1935 por Grosse y consignadas en su estudio "Acerca de la Geología del Sur de Colombia". En este trabajo el Terciario del Patía es dividido en Eoterciario, Medioterciario y Neoterciario y se describe ampliamente el Cuaternario.

En la Compilación de los Estudios Geológicos Oficiales en Colombia (CEGOC), Royo y Gómez (1942) describen la geografía física y la geología de la subcuenca del río Juanambú, que hace parte de la cuenca del río Patía.

Posteriormente, León et al (1973) realizaron el estudio "Geología, Recursos Minerales y Geoquímica de la parte NE del Cuadrángulo 0-5 El Bordo", localizada al norte del área de trabajo. En esta investigación las rocas sedimentarias de la Formación Esmita se dividen informalmente en tres conjuntos.

En 1981 en la Vigésima Conferencia Anual de la Asociación Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo, Murcia et al reconocen la secuencia sedimentaria de la subcuenca del Alto Patía y se plantean las posibilidades petrolíferas del área.

Orrego & Acevedo en 1984 elaboran la geología de la plancha 364 Timbío, la cual incluye una pequeña parte del área de trabajo.

En 1988, Mejía et al, en el estudio de carbones en las áreas de El Hoyo, Baraya y Guanabanal, trabajan las rocas sedimentarias Terciarias de las Formaciones Mosquera y Esmita, que se extienden en la parte norte del área de investigación.

Murcia & Cepeda en 1991 en investigaciones de cartografía geológica de las planchas 410 La Unión y 429 Pasto, trabajaron varias de las unidades litológicas que afloran en el valle del Patía.

La compañía Sismocol en 1990 realizó estudios de geofísica para exploración de petróleo; los resultados no han sido aún publicados.

1.6 AGRADECIMIENTOS

Los autores del trabajo agradecen al geólogo Héctor Cepeda quien contribuyó para mejorar el mapa geológico y el manuscrito de la investigación; igualmente al personal de apoyo, a los habitantes de las distintas localidades del

área de trabajo y a todas aquellas personas que colaboraron de diferente manera para hacer posible la realización del trabajo.

2. GEOLOGIA GENERAL

Las unidades geológicas más importantes para la prospección de aguas subterráneas en el valle del Patía son las rocas volcano-sedimentarias de la denominada Formación Galeón de edad Terciario Superior-Cuaternario y los depósitos recientes, que conforman amplios sectores de la zona plana del Valle del Patía.

Otras unidades litológicas de consideración son las rocas sedimentarias terciarias representadas por rocas de la Formación Mosquera y de la Formación Esmita. Las primeras no afloran en el valle del Patía; posiblemente se encuentran al occidente de éste, cubiertas por depósitos recientes. Las segundas ocupan amplias extensiones dentro de la cuenca Patiana y forman numerosos pliegues.

Al occidente del área de investigación, en el flanco oriental de la cordillera Occidental, afloran rocas correspondientes a flujos basálticos y sedimentitas correlacionables con las rocas del Grupo Diabásico (Nelson, 1962).

2.1 UNIDAD DE FLUJOS BASALTICOS Y SEDIMENTITAS (Kdv)

Las rocas de esta unidad se correlacionan con las del Grupo Diabásico definido por Nelson en 1962 en la sección Buga- Buenaventura y con las rocas del Grupo Diabásico del Cretáceo Superior de Barrero (1979). Se compone de diabasas y gabros, basaltos con estructuras almohadilladas y basaltos amigdalares, intercalados con conglomerados polimícticos, grawacas, chert y, localmente, limolitas calcáreas.

En el área de investigación ésta unidad aflora al Occidente, en el flanco oriental de la cordillera Occidental (Figura 3). Corresponde

especialmente a basaltos, los cuales macroscópicamente poseen textura afanítica y color verde y generalmente están muy meteorizados formando una gruesa capa de arcilla de color anaranjado que dificulta muchas veces su identificación. En el piedemonte de la cordillera Occidental se encuentran altamente fracturados, aspecto que puede relacionarse con la presencia de las fallas del Sistema del río Patía y que se observa en la vía que comunica las inspecciones de policía, La Fonda y Olaya.

2.2 FORMACION MOSQUERA (TEm)

Las rocas de esta formación afloran al noroccidente y al oriente en zonas aledañas al área de investigación, en una faja casi continua en el flanco oriental de la cordillera Occidental y en el flanco occidental de la cordillera Central. En el Valle del Patía posiblemente se encuentran al occidente, discordantes sobre las rocas de la unidad de Flujos Basálticos y Sedimentitas (Kdv), cubiertas, a su vez, por rocas de la Formación Galeón y por depósitos recientes.

La Formación Mosquera fue definida por Grosse (1935) como Eoterciario de Mosquera. Está constituida por una secuencia de areniscas y conglomerados cuarzosos intercalados con arcillolitas grises ferruginosas y capas lenticulares de carbón, y tiene un espesor de 260 m (León et al, 1973). Espesores de hasta 1350 m en el sector de El Hoyo, 8 km al norte del área de trabajo, son reportados por Mejía et al (1988). Su edad por determinaciones palinológicas es Eoceno Superior (Sarmiento, 1991, comunicación oral).

2.3 FORMACION ESMITA (TMe)

Las rocas sedimentarias del Mioceno del valle del Patía, corresponden a lo que Grosse en 1935 denominó Medioterciario del Patía. El dividió el Medioterciario de acuerdo a sus características litológicas en Medioterciario Inferior y Medio terciario Superior y, a su vez, el Inferior lo dividió en tres conjuntos y el Superior en dos conjuntos.

Posteriormente, en 1973, León et al, asignaron el nombre de Formación Esmita, con la sección tipo a lo largo del río del mismo nombre, a las rocas del Medioterciario de Grosse, distinguiendo tres conjuntos litológicos con nombres informales: Conjunto Limolítico Fosilífero, Conjunto Arenáceo y Conjunto Conglomerático. Esta es la nomenclatura estratigráfica que usualmente se ha usado para las rocas sedimentarias del Mioceno en el valle del Patía. Sin embargo, no es claro si la Formación Esmita corresponde a todo el Medio Terciario de Grosse (Figura 4), o si solo conforma el Medioterciario Inferior y aún hace falta por determinar cual unidad litológica de la cuenca Patiana corresponde al Medio Terciario Superior de Grosse.

Los conjuntos de la Formación Esmita descritos por León et al, nunca han sido diferenciados en cartografías geológicas anteriores y su espesor tampoco ha sido establecido con claridad.

En el área de estudio se cartografiaron rocas correspondientes a los Conjuntos Arenáceo y Conglomerático de la Formación Esmita en el sentido de León et al.

2.3.1 Formación Esmita, Conjunto Arenáceo (TMca)

Las rocas sedimentarias de este conjunto ofrecen geofomas de montañas angulosas y contrapendientes suaves; sus alturas no sobrepasan los 700 m s.n.m. En el área de trabajo afloran formando una franja alargada y angosta que se extiende desde la parte media alta de las quebradas Patía Segundo Hondo y San Pedro, hasta la falla Manzanillo donde se acufian (Figura 3). La base del conjunto no se observó en el área de estudio pero, según León et al, el contacto entre el Conjunto Arenáceo y el Conjunto Limolítico que lo infrayace es concordante. Su contacto superior con las rocas del Conjunto Conglomerático de la Formación Esmita es concordante.

Las mejores secciones de este conjunto se observan en la quebrada San Pedro y en la

quebrada El Chupadero, afluentes de la quebrada Potrerillo.

Las rocas de este conjunto se caracterizan por estar constituidas por paquetes de areniscas de grano fino de color verde, intercalados con limolitas de color amarillo verdoso y violáceo, finamente laminadas.

Microscópicamente las limolitas presentan granos angulares de cuarzo, feldespatos y fragmentos de cuarcita y chert, en una matriz arcillo-sericitica. La cantidad de feldespato nunca es menor de aproximadamente el 20%, mientras que el contenido de cuarzo es mayor del 40%. Esta composición permite clasificar la roca como limolitas con composición de waca cuarzosa y variaciones a waca feldespática (León et al, 1973).

Los paquetes de limolitas poseen un espesor aproximado de 8 m cada uno y los de areniscas de 5 m (Figura 5). El espesor total calculado para este conjunto en el área de estudio es de 230 m, pero puede ser mayor si se tiene en cuenta que está interrumpido por la falla Manzanillo (Figura 3).

2.3.2 Formación Esmita, Conjunto Conglomerático (TMec)

El Conjunto Conglomerático de la Formación Esmita presenta contrapendientes fuertes, escarpadas y rugosas, y pendientes suaves que se extienden hacia el oriente de la zona de trabajo. Aflora desde la divisoria de aguas de la subcuenca de la quebrada Palo Bobo, al sur de la población de El Bordo, hasta el extremo oriental del área de investigación y del sur de la población de El Bordo hasta la inspección de policía de Gálvez (Figura 3).

Los mejores afloramientos se observan en la quebrada Palo Bobo; el zanjón El Lechero, al suroccidente de El Bordo; en la vía que comunica la Panamericana con la hacienda El Salado de Méndez; en la quebrada Chaguarguaico y en la quebrada Chondural, afluente de la anterior.

CONVENIO : CRC - INGEOMINAS (1991)
 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO EN EL VALLE DEL PATIA
**ESQUEMA ESTRATIGRAFICO DE LAS ROCAS DEL MIOCENO
 DEL VALLE DEL PATIA**

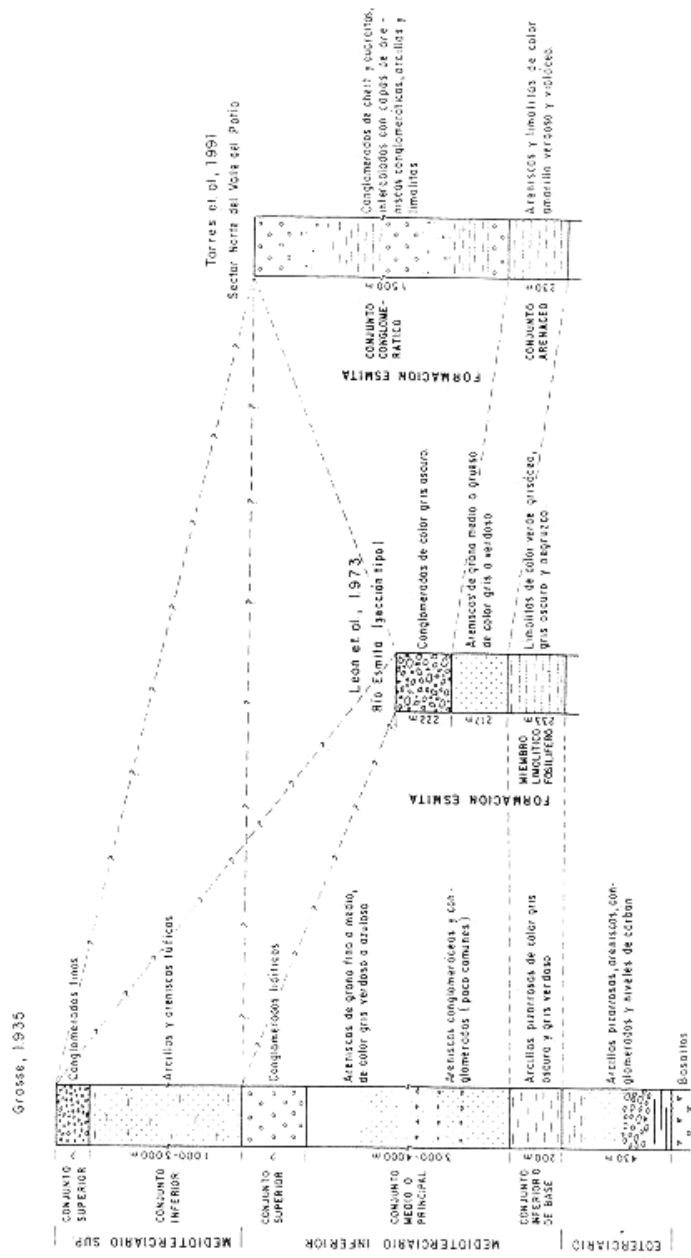


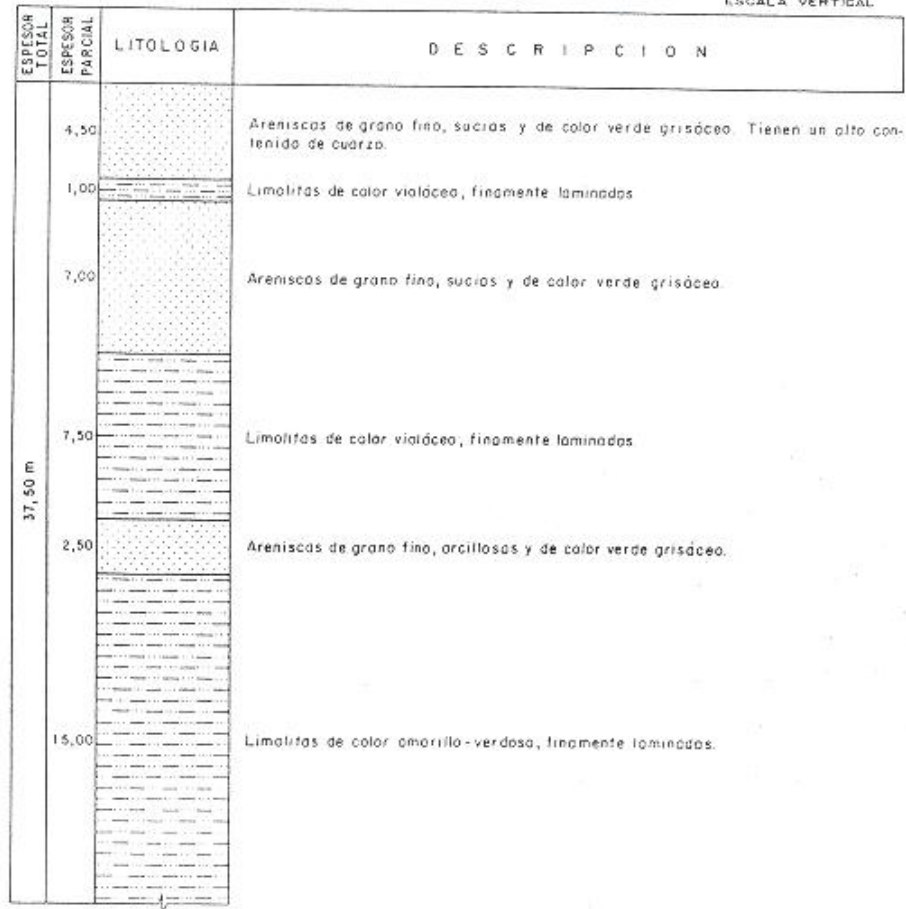
FIGURA 4

CONVENIO: CRC-INGEOMINAS (1991)
 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO EN EL VALLE DEL PATIA
 COLUMNA ESTRATIGRAFICA PARCIAL - 1A
 FORMACION ESMITA, CONJUNTO ARENACEO

Localización: Qda. San Pedro, veredo San Pedro.
 Autor: Ma. Patricia Torres

Plancha: 364-III-C del IGAC

0 4 8 m
 ESCALA VERTICAL



Areniscas Limolitas

FIGURA 5

El conjunto Conglomerático descansa concordantemente sobre una capa de limolitas de color verde del conjunto Arenacéo. Su base la constituye un paquete de conglomerados con 80% de chert negro y 5% de areniscas cuarzosas; el diámetro de los clastos varía entre 2 cm y 5 cm, su matriz es arenácea y presenta igualmente líticos de chert negro.

En términos generales, el Conjunto Conglomerático está constituido por paquetes de 20 m de espesor de conglomerados bien cementados, formados por chert de color negro y gris (80%), cuarcitas oscuras (10%) y areniscas cuarzosas (5%) (Figura 6). La matriz es arenácea, escasa, y de la misma composición que la de los clastos; están en capas de 3 m a 4 m de espesor. Como intercalaciones entre los conglomerados hay paquetes con unos 15 m. de espesor, de areniscas de grano medio, areniscas conglomeráticas, arcillolitas y limolitas. Las areniscas tienen un alto contenido de plagioclasa y líticos y las arcillolitas y limolitas son de colores verde y violáceo, cuando están frescas, y rojo ladrillo, amarillas y grises cuando están meteorizadas. Según Grosse (1935), el color violáceo se debe a la presencia de elementos ferruginosos.

Microscópicamente, las areniscas presentan granos angulares de cuarzo, plagioclasa bien conservada, anfíboles total o parcialmente cloritizados y fragmentos de rocas como cuarcita, chert y basaltos. Son comunes los minerales opacos, especialmente pirita y magnetita. La matriz es predominante y está constituida por minerales arcillosos, sericita y algunos granos de cuarzo. El cemento se ha observado en muy pocas muestras y está representado por limolita o calcita. Corresponde dentro de la clasificación de Williams (en León et al, 1973) al tipo de waca feldespática con variaciones a waca lítica.

Se observaron variaciones litológicas areales, hacia el oriente, a partir del llamado zanjón El Lechero. Allí aumentan los espesores de las capas de arcillolita-limolita y disminuyen los de las capas de conglomerado; también disminuye su grado de compactación y el

diámetro de los clastos.

Al oriente de la falla Patía-El Bordo las variaciones litológicas de las capas sedimentarias son más evidentes y las diferencias se denotan por la presencia de material volcánico. Los conglomerados presentan cantos subangulares de hasta 2 cm de diámetro de andesitas (50%), chert (15%), cuarzo (10%) y rocas metamórficas (5%), embebidos en una matriz arenácea de igual composición que los clastos. La selección de estas capas de conglomerados es mala, se observa gradación y en algunos sectores hay disminución en el contenido de la matriz. Los conglomerados están intercalados con capas de areniscas que a su vez se intercalan con arcillolitas y limolitas (Figura 7). Las areniscas son de grano medio, tienen estratificación cruzada, color amarillo y troncos de madera silicificada de hasta 50 cm de longitud y 20 cm de diámetro, como se observa en la quebrada Chaguarguaico. Es importante anotar que maderas silicificadas *in situ* se han encontrado también en rocas de la Formación Galeón, al norte del área de investigación sobre la vía Panamericana, en cercanía de la población de Párraga.

En la parte media de la quebrada Chaguarguaico se encuentran también niveles de 30 cm de espesor de carbón y de limolitas calcáreas y hacia el Salado de Méndez hay concentraciones locales de capas de areniscas de color blanco con alto contenido de pómez.

Las areniscas presentan niveles fosilíferos (turrítelas y bivalvos) en el sector de Santa Helena sobre la carretera que comunica la hacienda El Salado de Méndez con la inspección de policía de Patía.

Las capas sedimentarias del conjunto Conglomerático presentan una disposición estructural general de N30°E/35°SE y un espesor total aproximado de 1.500 m calculado hasta la falla Patía-El Bordo.

Su edad determinada por palinología, en muestras tomadas al norte del área de estudio,

CONVENIO: CRC-INGEOMINAS (1991)
 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO EN EL VALLE DEL PATIA
COLUMNA ESTRATIGRAFICA PARCIAL-I
FORMACION ESMITA, CONJUNTO CONGLOMERATICO

Localización: Qda. Palo Babo-Hacienda Cuerno de Vaca.
 Autor: Ma. Patricia Torres

Plancha: 364-III-C del IGAC

0 15 m
 ESCALA VERTICAL

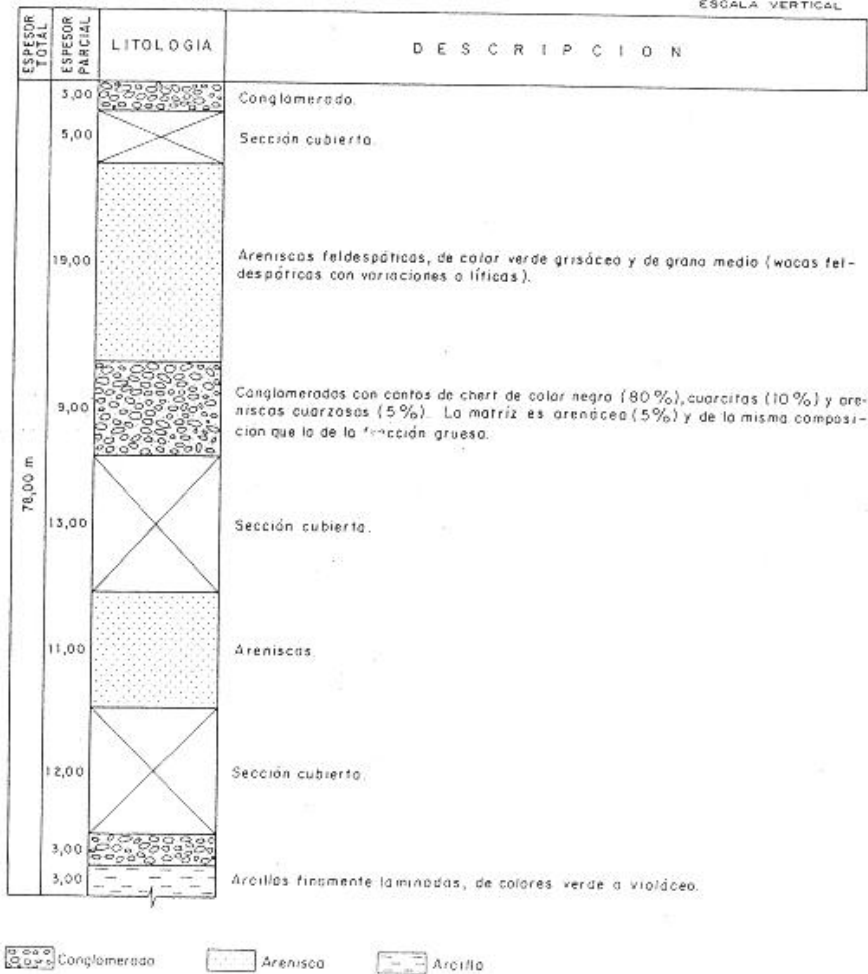


FIGURA: 6

CONVENIO: CRC-INGEOMINAS (1991)
 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO EN EL VALLE DEL PATIA
COLUMNA ESTRATIGRAFICA PARCIAL-I
FORMACION ESMITA, CONJUNTO CONGLOMERATICO

Localización: Qda. Palo Babo-Hacienda Cuerno de Vaca.
 Autor: Ma. Patricia Torres

Plancha: 364-III-C del IGAC

0 15 m
 ESCALA VERTICAL

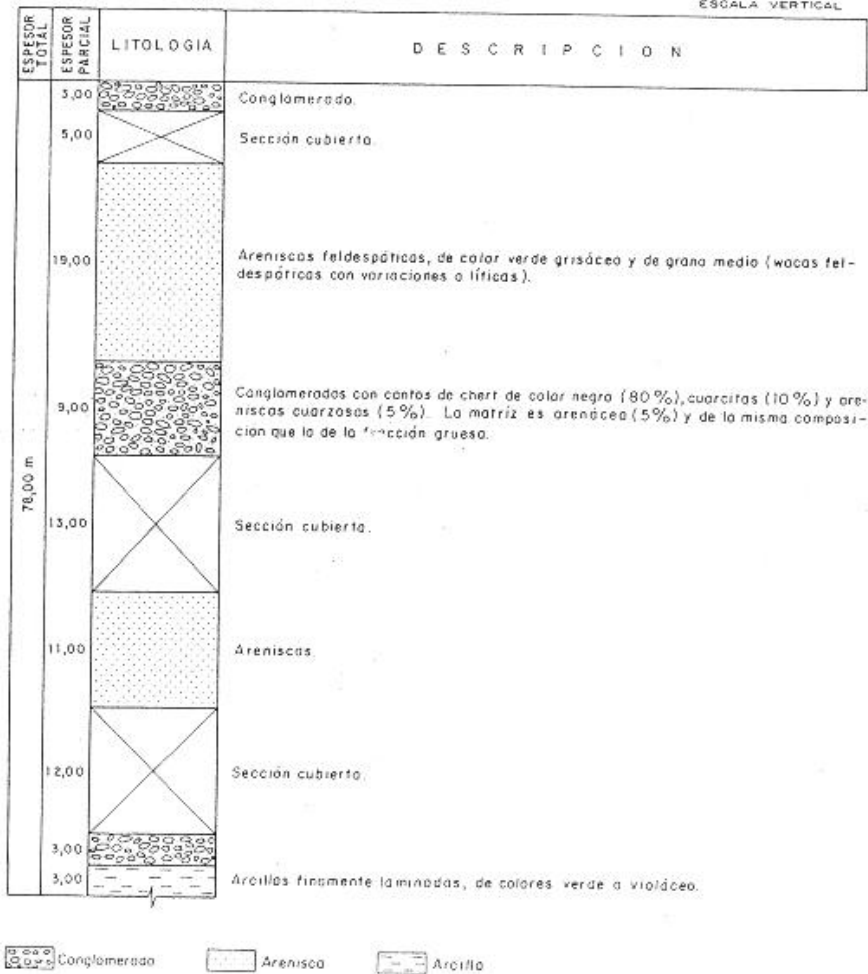


FIGURA: 6

es oligocénica–miocénica inferior (?) (Samiento, 1991, comunicación oral).

2.4 FORMACION GALEON (TQg)

Según el Léxico Estratigráfico Internacional de Deporta (1974), la Formación Galeón fue definida por Grosse (1935), quien inicialmente la denominó Neoterciario; posteriormente, Hubach, en 1957, la designó como Formación Pedregal y van der Hammen, en 1958, la llamó Formación Galeón. Grosse le asignó una edad Neoterciaria y Hubach la asoció al Mioceno Superior.

Las rocas de la Formación Galeón en el área de investigación se extienden desde el occidente de la falla Manzanillo hasta la margen oriental del río Patía, donde forman pliegues anticlinales y sinclinales, y desde el extremo norte del área, hasta la población de El Estrecho, al Sur (Figura 3).

Esta Formación se subdivide informalmente en dos conjuntos: el inferior y el superior.

2.4.1 Conjunto Inferior de la Formación Galeón (TQgi).

Las rocas de este conjunto afloran en la vereda Potrerillo, al norte del área, y en la localidad de El Angulo; presentan variaciones importantes con respecto a los depósitos del conjunto superior (TQgs). Se caracterizan por formar colinas bajas, suaves y onduladas que sobresalen solo 5 m sobre el valle y que pueden confundirse con terrazas. Están constituidas por intercalaciones de ceniza posiblemente retrabajada, arcillolitas blancas finamente laminadas, areniscas conglomeráticas, areniscas con pómez redondeadas cuyos diámetros varían entre 0.5 cm y 5 cm; conglomerados y capas de areniscas con piedra pómez. Cuando están frescas su color es blanco y muy meteorizadas presentan colores rosado o naranja. Generalmente se encuentran meteorizadas, mostrando una característica meteorización diferencial, motivo por el cual son deleznable. Se considera que son variaciones laterales de la parte media–basal de la Formación Galeón,

aunque la base propiamente no aflora en el área de trabajo.

2.4.2 Conjunto Superior de la Formación Galeón (TQgs).

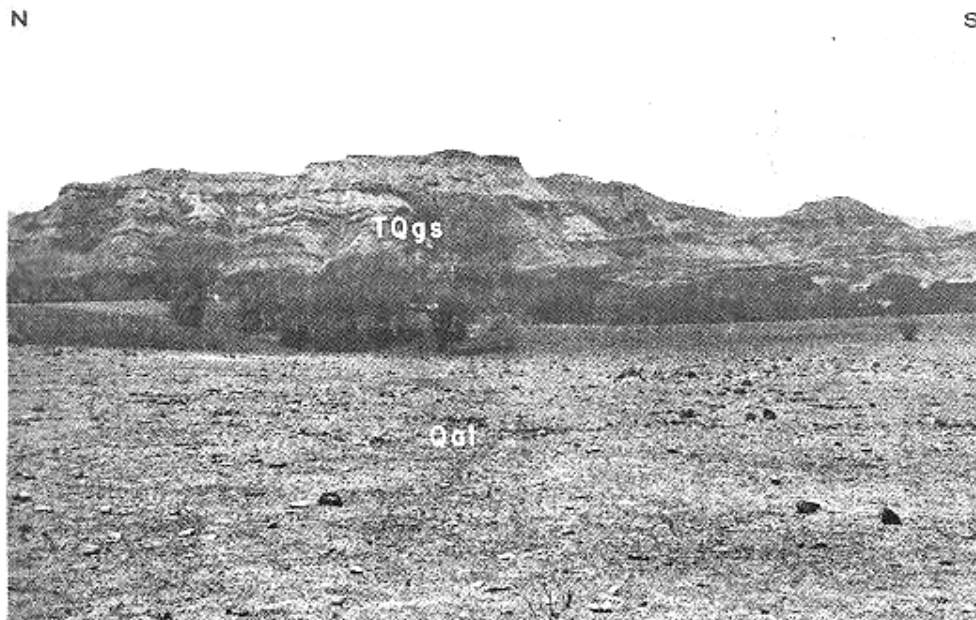
Las rocas de este conjunto constituyen cerros aislados con alturas que no sobrepasan los 850 m s.n.m. y que generalmente sobresalen en la planicie del valle (Figura 8).

Las mejores secciones se observan unos 1.000 m antes de la desembocadura de la quebrada Potrerillo en el río Patía; en alrededores de la hacienda Versailles; en el cerro Manzanillo y entre el puente sobre el río Patía y la hacienda Birmania, en la vía que de la Panamericana conduce a la población de La Fonda, fuera del área de investigación.

La Formación Galeón, conjunto superior, está compuesta por intercalaciones de paquetes de 10 m de espesor compuestos por depósitos de flujos piroclásticos y paquetes de epiclastitas con espesores de hasta 8 m, ambos con alta compactación.

Del examen macroscópico y microscópico se determinó que los paquetes de material volcánico están constituidos por fragmentos líticos (50%), en su gran mayoría de composición andesítica, con formas angulares y subangulares y diámetros que varían entre 1 cm y 50 cm, algunos de color rojizo. Estos líticos están distribuidos al azar en una matriz de color gris, arenácea de grano medio, con homblenda (15%), plagioclasa (30%) y líticos andesíticos (5%); en general muestran muy mala selección y alta compactación. Localmente se observan concentraciones de pómez redondeadas con diámetros que alcanzan los 2 cm, frecuentes hacia el techo de los paquetes.

Determinar en el análisis al microscopio si los paquetes de material volcánico son depósitos de flujos piroclásticos o si son depósitos de flujos piroclásticos retrabajados es difícil. En las secciones delgadas se observan aspectos que corroboran ambas posibilidades y permiten



suponer que hay mezcla de los dos eventos. Existen texturas de flujo, algunas pómez presentan vesículas ovaladas y hay cristales redondeados con bahías rellenas de polvo incorporado durante su transporte; igualmente, las plagioclasas están altamente fracturadas, sugiriendo que son depósitos piroclásticos, pero hay características que sugieren un posible retrabajamiento, como la existencia de cristales subredondeados distribuidos al azar y la ausencia de esquirlas de vidrio. Posiblemente el material volcánico de la Formación Galeón corresponde a depósitos de flujos piroclásticos poco consolidados que han sido retrabajados por corrientes fluviales torrenciosas incorporando en su recorrido fragmentos de los depósitos de flujos piroclásticos y lavado las esquirlas de vidrio.

Los paquetes de epiclastitas poseen espesores máximos de 8 m y los constituyen intercalaciones de niveles de conglomerados, areniscas y arcillolitas. Las areniscas son de tamaño grueso, medio y fino, bien cementadas y de color gris.

Están compuestas por hornblenda (30%), plagioclasa (35%), líticos de andesita (20%) y pómez redondeada (15%), común hacia el techo de los paquetes de areniscas. Se encuentran en capas de 1 a 2 m y en algunos niveles se aprecia estratificación cruzada e interestratificación de niveles de arena gruesa y media y areniscas finamente laminadas.

En los afloramientos algunos niveles de areniscas presentan diaclasas perpendiculares a la estratificación, las cuales generalmente están abiertas y no poseen relleno; sólo en pocas ocasiones están rellenas con material calcáreo, posiblemente travertino. Estas son poco frecuentes; se observan densidades entre 0 y 1 diaclasa por m². En la vía que de la Panamericana conduce a La Fonda es común observar los paquetes de epiclastitas y de flujos piroclásticos separados por una capa continua y endurecida de óxidos de hierro de color naranja, de 2 cm de espesor, posiblemente correspondiente a un paleosuelo. También es notable la meteorización diferencial presente en algunas capas.

Los paquetes de arcillolitas son de color blanco y son finamente laminados. Los paquetes de conglomerados están compuestos por clastos redondeados y subredondeados de andesitas, la matriz es escasa y constituye aproximadamente el 10%. De acuerdo a las columnas estratigráficas levantadas en el área de trabajo el conjunto superior tiene mayor contenido de epiclastitas hacia el techo (Figura 9) y un espesor total aproximado de 129 m.

2.5 DEPOSITOS FLUVIO-VOLCANICOS DE EL BORDO (TQfv)

Estos depósitos se extienden entre las localidades de El Bordo, Piedrasentada y El Hoyo. En el área de estudio sólo aflora una pequeña derivación al sur de la población de El Bordo y en la vía que une la Panamericana y la localidad de La Fonda.

Constituyen una planicie levemente inclinada hacia el occidente y altamente disectada, conformada por capas horizontales de material arenoso y material arenoso con líticos andesíticos que descansan discordantemente sobre rocas del Conjunto Conglomerático de la Formación Esmita; hacia el techo se observa un material arcilloso de color rojizo, probablemente derivado de la meteorización de ceniza volcánica.

De acuerdo al grado de disecación, meteorización y por su posición estratigráfica se consideran correlacionables con las rocas de la Formación Galeón.

2.6 OTROS DEPOSITOS CUATERNARIOS

2.6.1 Depósitos de abanicos aluviales (Qca)

En el área de investigación existen dos depósitos de éste tipo; el de Galíndez y el de Olaya, siendo el primero el más extenso.

El abanico aluvial de Galíndez está asociado genéticamente al río Guachicono; cubre un área aproximada de 40 Km² y se extiende desde el piedemonte occidental de la cordillera Central hasta la margen oriental del río Patía y,

en algunos sectores, la margen occidental de éste. Su límite norte se encuentra en la vereda El Puro y el sur fuera del área de trabajo, en la quebrada San Marcos (El Uvo) (Figura 3).

Presenta una morfología de planicie suave levemente inclinada hacia el occidente y fuertemente disectada; su patrón de drenaje es distributivo y su altura con respecto al nivel de los ríos Patía y San Jorge es aproximadamente de 15 m y 30 m, respectivamente.

Está compuesto por intercalaciones de capas de cantos angulares, ceniza de color blanco, arenas conglomeráticas y gravas arenosas. Las capas de bloques y cantos angulares están constituidas por andesitas (70%), esquistos y pizarras (20%) y dacitas (10%), distribuidos en una matriz arenosa de composición andesítica. Estos niveles están bien consolidados y compactos; poseen mala selección y sus espesores varían entre 1.50 m y 2 m.

Los niveles de gravas arenosas y arenas conglomeráticas poseen cantos redondeados con diámetros hasta de 30 cm y composiciones similares a los bloques y cantos angulares de los paquetes anteriores. Son altamente friables y esporádicamente contienen intercalaciones de niveles arenáceos con abundante piedra pómez, los cuales poseen diámetros entre 2 y 5 cm.

Las características texturales y litológicas de los diferentes niveles indican la existencia de varias condiciones de depositación involucradas en el emplazamiento de éste depósito, controladas por la afluencia de material volcánico así. Los niveles de bloques y cantos angulares posiblemente están relacionados con eventos de carácter torrencial; los niveles de gravas se pueden ligar con eventos de índole aluvial y las capas de ceniza a períodos de baja energía, relacionados con eventos de ceniza de caída eventualmente sedimentadas en medios acuosos tranquilos.

Los depósitos del abanico aluvial de Galíndez descansan discordantemente sobre las rocas

CONVENIO CRC-INGEOMINAS (1991)
 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO EN EL VALLE DEL PATIA
 COLUMNA ESTRATIGRAFICA- II
 FORMACION GALEON

Localización: Vereda Patrerillo, puente qdo. Patrerillo Plancha: 364-III-C del IGAC
 Edad: Terciaria superior-Cuaternario Autor: M^a Patricia Torres 0 10 20m
 ESCALA VERTICAL

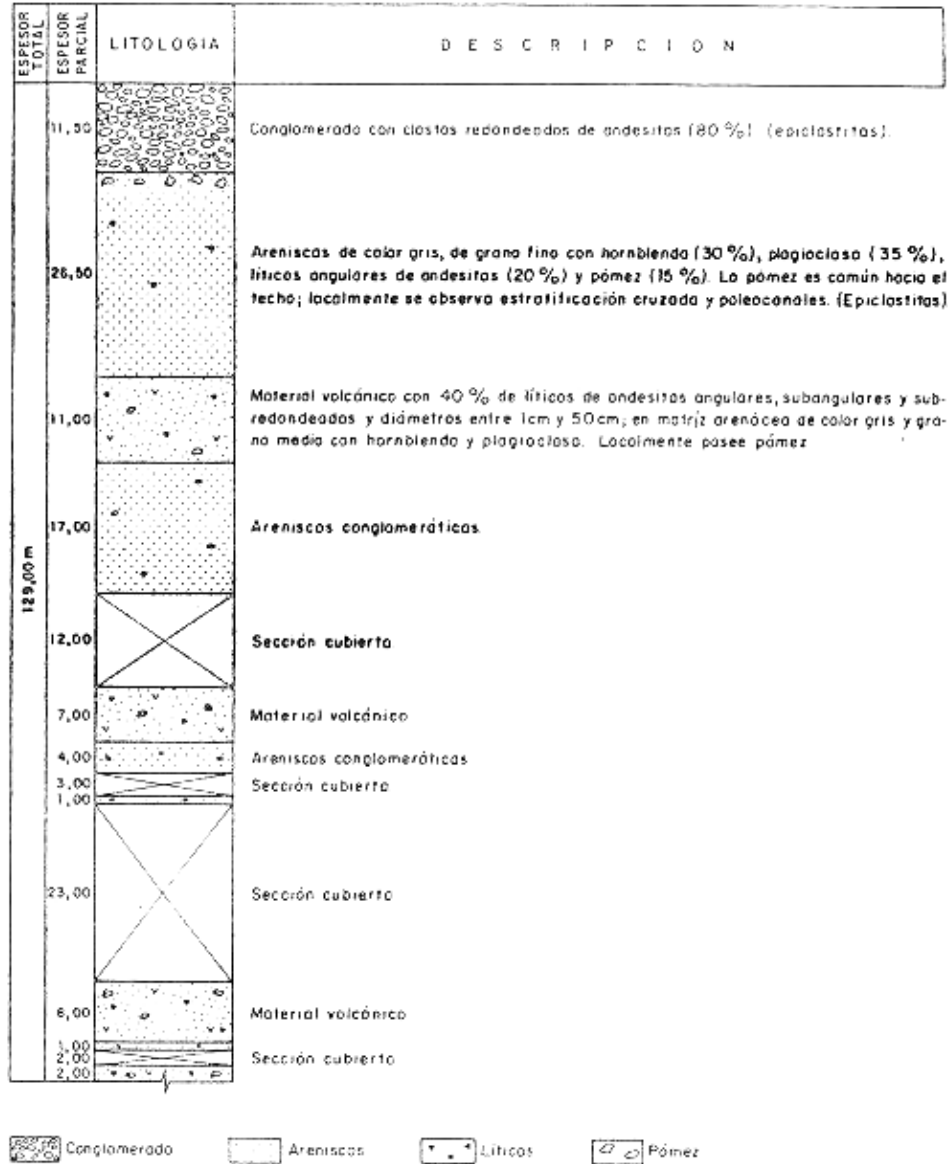


FIGURA: 9

CONVENIO - CRC - INGEOMINAS (1991)
 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO EN EL VALLE DEL PATIA
 COLUMNA ESTRATIGRAFICA - III
 ABANICO ALUVIAL DE GALINDEZ (Qca)

Localización: Confluencia ríos Guachicana-San Jorge.

Plancha: 388-II-D del IGAC

Edad: Cuaternario

Autor: Edgar J. Vásquez

0 6 12m
 ESCALA VERTICAL



Arcillas
 Arenas
 Líticos
 Pómez

de la Formación Galeón (Figuras 10, 11, 12 y 13) y su espesor total aproximado es de 45 m.

El abanico aluvial de Olaya se extiende alrededor de la población del mismo nombre y fue depositado por el río Capitanes. Lo conforman gravas con fragmentos de 2 cm a 6 cm de diámetros y bloques redondeados y angulosos con diámetros hasta de 30 cm de diabasas, dacitas y dioritas embebidos en una matriz areno-arcillosa de color amarillo; localmente presenta estratificación en capas de 2 m a 4 m de espesor. El espesor parcial medido sobre la carretera que une las localidades de Guadualito - Olaya, es de 9 m.

2.6.2 Depósitos coluviales (Qc).

Recostado al piedemonte oriental de la cordillera Occidental se extiende una faja de depósitos coluviales compuestos básicamente por fragmentos de diabasas, gabros y dioritas provenientes de la cordillera Occidental. Estos fragmentos están distribuidos en forma caótica dentro de una matriz arcillosa de color naranja. Es común observar en las partes distales de estos depósitos estratificación y en algunas zonas de la vía que comunica las poblaciones de La Fonda y Guadualito se observan bloques subredondeados a subangulares de diabasas con diámetros de hasta 2 m. El espesor aproximado de estos depósitos, medido sobre esta vía, es de 4 a 5 m. Los depósitos ofrecen geoformas de cerros redondeados con pendientes suaves al oriente.

2.6.3 Depósitos de llanuras aluviales y terrazas (Qal, QT).

Estos depósitos constituyen aluviones y terrazas relacionados a los principales ríos y quebradas. Los depósitos aluviales más importantes están relacionados a los ríos Patía, Guachicono, San Jorge y Capitanes, y a las quebradas Palo Bobo, El Chupadero, El Aguila y Las Tallas.

Están constituidos esencialmente por arenas, arcillas y gravas con cantos redondeados cuyos tamaños alcanzan hasta 30 cm de diámetro.

Las arenas son esencialmente de cuarzo, pero contienen también feldespato, anfíboles y minerales pesados dentro de los cuales se destaca la magnetita. Las gravas están compuestas por fragmentos líticos de andesitas, basaltos, diabasas, gabros, esquistos, chert, cuarzos y dacitas en menor proporción.

La parte más extensa de los depósitos aluviales se encuentra en la parte central y norte del área estudiada, formando la planicie del valle (Figura 3). Allí está relacionada a las quebradas El Chupadero, El Patía, El Aguila y Palo Bobo. Se compone de intercalaciones de arcillas, arenas y gravas. Las arcillas predominantes son de colores pardo, negro (materia orgánica) y gris, conteniendo, a veces, láminas de limolita. Se encuentran en capas hasta de 4.2 m de espesor. Las arenas son de color amarillo y pardo, grano fino a muy grueso, compuestas principalmente de cuarzo, pero contienen también fragmentos de andesitas, pumita y roca metamórfica; están en capas de 0.2 a 1.5 m de espesor. El material que constituye las gravas es redondeado, tiene hasta 10 cm de diámetro y se compone especialmente de cuarzo y andesita. Se encuentra en capas desde 0.2 m hasta 1.6 m de espesor.

El espesor parcial, medido para este depósito en la quebrada Chupadero, es de 12 m. Sin embargo, este espesor es variable, pues estos depósitos se encuentran sobre un paleorelieve de la Formación Galeón, siendo en general menos espeso al norte del área estudiada, en la vereda Potrerillo; su mayor espesor se localiza más en la parte central del depósito, entre la hacienda Versailles - Quebrada El Patía - Cerro Manzanillo. De su composición predominantemente arcillosa se deduce que el origen de este depósito tenga una amplia relación a ambientes lacustre y en menor proporción aluvial.

Las terrazas identificadas se relacionan a los ríos Patía, San Jorge y Guachicono. Se diferenciaron dos niveles: el más reciente, Qt1, con unos 2 m de espesor, y el antiguo, Qt2; ambos se componen esencialmente de arcillas y arenas.

CONVENIO CRC-INGEOMINAS (1991)
 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO EN EL VALLE DEL PATIA
COLUMNA ESTRATIGRAFICA-IV
ABANICO ALUVIAL DE GALINDEZ (Qca)

Localización: Río Guachicano, caserío El Pilón
 Edad: Cuaternario

Plancha: 386-11-D del IGAC

Autor: Edgar J. Vázquez

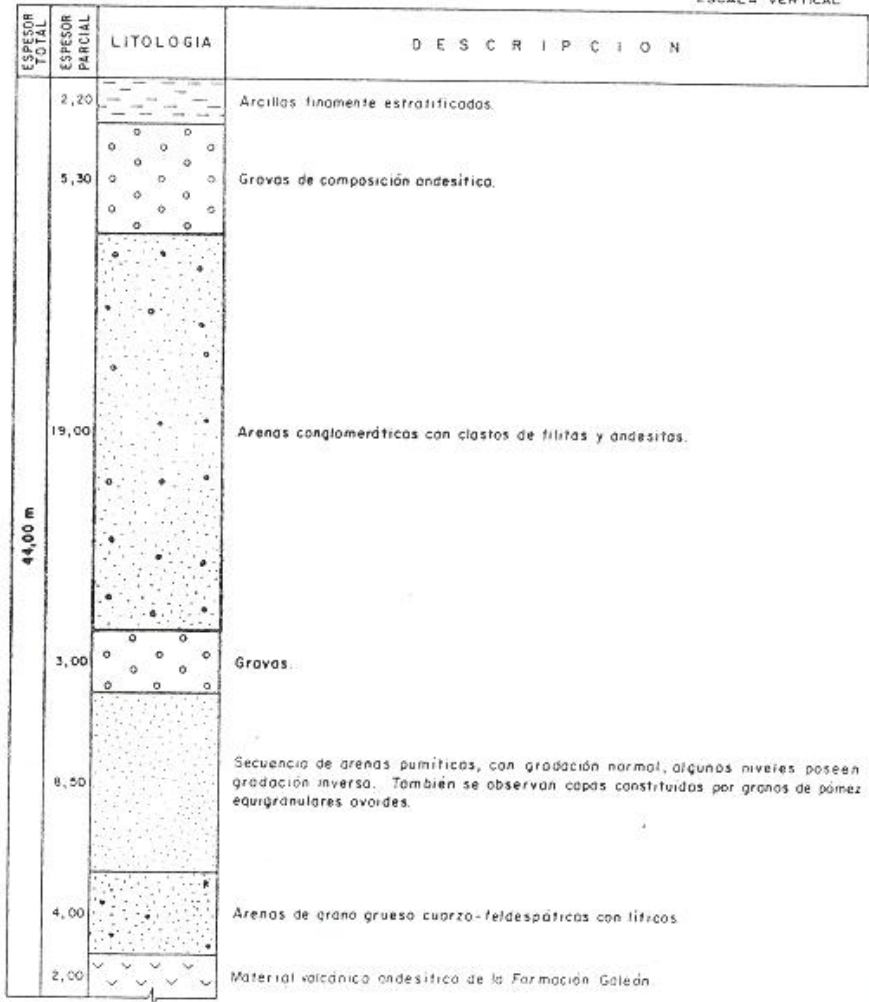
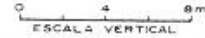


FIGURA 13

CONVENIO : CRC-INGEOMINAS (1991)
ESTUDIO HIDROGEOLOGICO EN EL VALLE DEL PATIA
COLUMNA ESTRATIGRAFICA - V
ABANICO ALUVIAL DE GALINDEZ (Qca)

Localización: entre Galindez y la hacienda Palo Verde. Plancha: 386-II-D del IGAC
 Edad: Cuaternario Autor: Edgar J. Vázquez

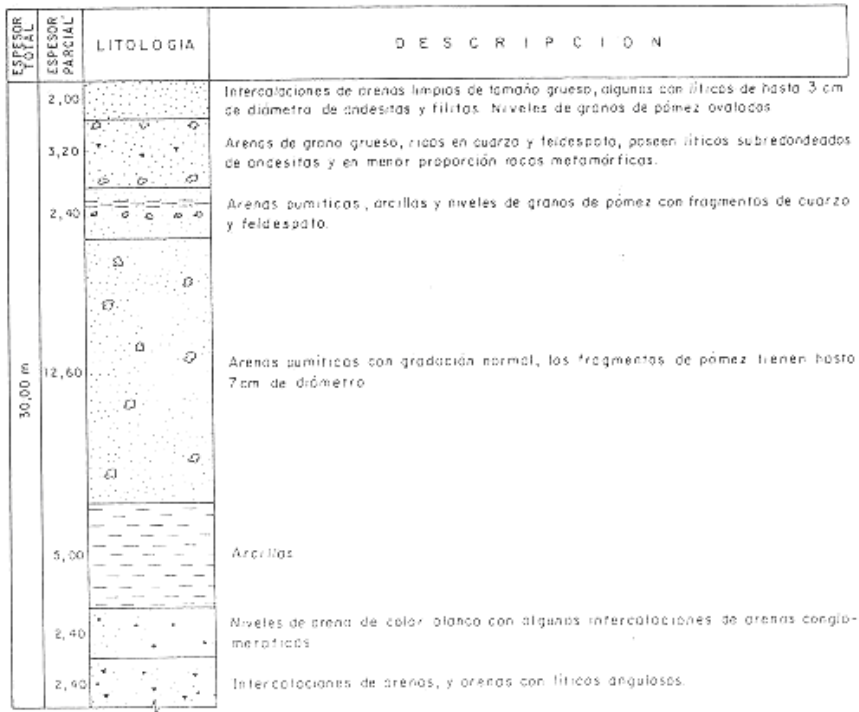
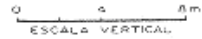


FIGURA: 12

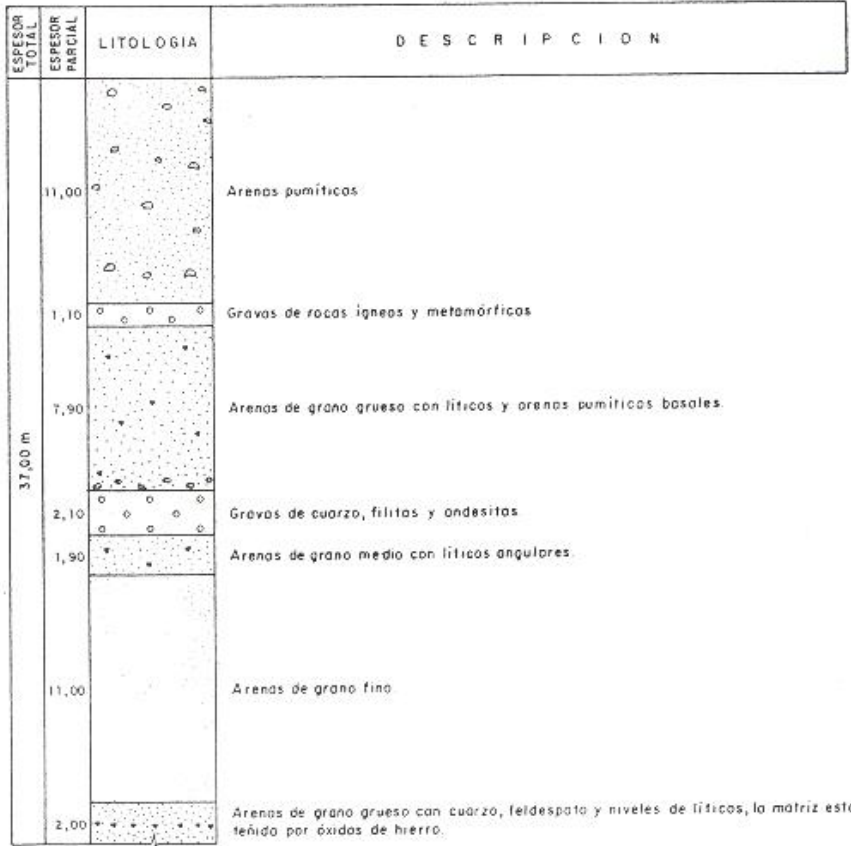
CONVENIO: CRC - INGEOMINAS (1991)
 ESTUDIO HIDROGEOLOGICO EN EL VALLE DEL PATIA
 COLUMNA ESTRATIGRAFICA-VI
 ABANICO ALUVIAL DE GALINDEZ (Qca)

Localización: Hacienda Galindez
 Edad: Cuaternario

Autor: Edgar J. Vásquez

Plancha: 386-II-D del IGAC

0 4 8 m
 ESCALA VERTICAL



Arenas Gravas Líticos Pómez

FIGURA: 13

3. GEOLOGIA ESTRUCTURAL

Las principales estructuras que afectan a las rocas en el valle del Patía corresponden a fallas y pliegues en rocas sedimentarias terciarias y en rocas volcánico-sedimentarias de edad terciario-cuaternaria. Existen también superficies de discordancia importantes entre las rocas de la Formación Galeón y las de la Formación Esmita, lo mismo que entre los depósitos recientes y las demás rocas presentes en el área.

Las rocas sedimentarias terciarias tienen un rumbo general N30°E y buzamientos que varían entre 35° y 45° al SE. Las rocas volcánico-sedimentarias terciario-cuaternarias tienen un rumbo general de N35°E.

3.1 FALLAS

Las fallas en el valle del Patía se pueden dividir en tres sistemas importantes, de acuerdo a su dirección y ubicación. Las fallas localizadas al occidente del río Patía pertenecen al Sistema del río Patía y su dirección general es N35°E; las situadas al oriente del río Patía corresponden al Sistema de Fallas de Romeral y su dirección es de N30°E. Existe también un sistema de fallas transversales con dirección aproximada N75°W, que contribuyen a la formación de bloques tectónicos.

3.1.1 Sistema de Fallas del Río Patía.

Se denomina así a las fallas ubicadas al occidente del río Patía, cuya dirección general es N35°E. Según Orrego & Acevedo (1984), estas fallas son de ángulo alto y se inclinan tanto al oriente como al occidente, pero, en general, tienen su bloque occidental levantado. La principal falla de este sistema es la denominada falla Cali-Patía, la que en esta investigación corresponde a la falla Baraya, ubicada fuera del área, al norte, y que pone en contacto rocas de la unidad de flujos basálticos y de sedimentitas con rocas sedimentarias de la Formación Mosquera; en el área de trabajo está cubierta

por depósitos recientes y su traza se dedujo por alineamiento del río Patía y de los zanjones Hondo, Yarumalito y Dos Montes.

3.1.2 Sistema de Fallas de Romeral

Las fallas del Sistema Romeral están ubicadas en el flanco occidental de la cordillera Central y en parte del valle del Patía.

Estas fallas son inversas, de ángulo alto, lo cual se determinó con base en caracteres geomorfológicos. Buzan al oriente y en algunos sectores parece que sus planos se inclinan al occidente; presentan importantes desplazamientos laterales posiblemente de derecha (París & Marín, 1989).

3.1.2.1 Falla Manzanillo. Está ubicada al oriente del río Patía; su dirección aproximada es N30°E. Es una falla inversa que pone en contacto rocas sedimentarias del Conjunto Arenáceo de la Formación Esmita, localizadas al oriente de esta falla, con rocas volcánico-sedimentarias de edad terciario-cuaternaria de la Formación Galeón, situadas al occidente de ella. Al norte del área afecta únicamente rocas de la Formación Galeón, lo que conlleva a suponer que esta falla comenzó su actividad en el Terciario y continúa en el Cuaternario.

3.1.2.2 Falla Patía-El Bordo. Afecta rocas sedimentarias del Conjunto Conglomerático de la Formación Esmita; su dirección es N60°E. Al norte, fuera del área de investigación, corta rocas de la Formación Popayán (Orrego & Acevedo, 1984).

3.1.3 Sistema de Fallas Transversales

Las fallas de este sistema se localizan al oriente del área de investigación y en el valle del Patía, según la geología de superficie, tienen dirección aproximada N75°W y afectan rocas del Conjunto Conglomerático de la Formación Esmita desplazando ejes de pliegues anticlinales y sinclinales y algunas fallas del Sistema Romeral.

Fallas con dirección NW y EW han sido reportadas por León et al (1973), Orrego & Acevedo (1984) y París & Marín (1989) al norte del área de estudio. Su edad es del Mioceno y posiblemente su actividad ha continuado en el Cuaternario.

La presencia de estas fallas bajo el relleno reciente se confirmó en la investigación geoelectrica. Según Angel 1991, al analizar las secciones geoelectricas, fue difícil correlacionar unidades geoelectricas en sentido longitudinal debido a la presencia de una serie de fallas transversales al valle, que dan origen a diferentes bloques. Esto se evidencia en los cambios bruscos de resistividad y espesores de las unidades.

3.2 PLIEGUES

Las rocas de la Formación Esmita forman un homoclinal entre las fallas de Manzanillo y Patía-El Bordo; de allí hacia el oriente existe una serie de anticlinales y sinclinales esencialmente simétricos y cuyos ejes con dirección preferencial NE-SW han sido desplazados por fallas transversales.

En las rocas de la Formación Galeón se aprecian sinclinales y anticlinales simétricos con dirección común NE-SW, cuyos flancos tienen buzamientos menores de 20°.

3.3 DISCORDANCIAS

En el área existen dos superficies de discordancia importantes; la primera es erosional angular y corresponde al contacto entre las rocas de la Formación Galeón, las de la Formación Esmita y posiblemente las de la Formación Mosquera. La segunda es la superficie de contacto entre los depósitos recientes y las demás unidades litológicas del área (Figura 3).

4. GEOLOGIA HISTORICA

La cuenca del Patía geomorfológicamente puede considerarse como una depresión intramontana limitada estructuralmente por los sistemas de fallas del Patía al occidente y el Romeral al

oriente. Al norte y sur está limitada por los altos paleogeomorfológicos de Popayán-El Tambo y el Nudo de Los Pastos, respectivamente (Pérez, 1980).

El desarrollo de la cuenca está asociado a procesos de subducción-acreción que permiten el proceso de formación del sistema Andín con sus cuencas intramontanas.

En el Cretáceo Superior Temprano se inicia el solevantamiento de la cordillera Occidental un magmatismo de composición intermedia que se extiende hasta el Oligoceno-Mioceno época durante la cual se desarrolló la cuenca Patiana. En el Eoceno-Oligoceno comienza la sedimentación molásica representada por la Formación Mosquera, constituida por una secuencia de areniscas y conglomerado claros cuarzosos dispuestos en bancos gruesos intercalados con arcillolitas grises y capas de carbón (León et al, 1973). Se considera que esta formación es el producto de un proceso dominadamente continental cuya principal fuente de aporte fue la cordillera Central.

La cordillera Occidental fue emergiendo paulatinamente, permitiendo en el Oligoceno Superior-Mioceno Medio la sedimentación 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 (Murcia & Cepeda, 1991).

Durante el Cenozoico Tardío, en el Mioceno Inferior se inicia el vulcanismo de composición intermedia, asociado a la subducción de la placa de Nazca, que subduce al occidente conformando un típico vulcanismo de borde continental activo, este vulcanismo se extiende hasta el Cuaternario. El volumen de material generado en este proceso fue considerable y creó las condiciones favorables necesarias para formar un notable proceso de sedimentación en la cuenca Patiana. Esta sedimentación está representada principalmente por la Formación Galeón, constituida por material volcánico intercalado con epiclastitas. El material que constituye los depósitos recientes es también en gran parte, material volcánico producto de

vulcanismo de la cordillera Central, como puede observarse en el abanico aluvial de Galíndez.

El abanico de Galíndez probablemente se generó a partir de varias fases explosivas del volcán Sotará y los productos volcánicos talvez represaron las aguas de los ríos Guachicono y San Jorge en su confluencia; después, al romperse la presa, el material fue redistribuido. Esta carga de sedimentos, a su vez, debió represar las aguas del río Patía formando una laguna y dando origen a los extensos depósitos ubicados al nororiente de la vereda El Puro, los cuales están constituidos en un alto porcentaje por material de tamaño fino, característico de depósitos de aguas tranquilas.

5. CONCLUSIONES

- Los depósitos aluviales, de abanicos aluviales y los del Conjunto Inferior de la Formación Galeón, de acuerdo a su textura y composición, constituyen importantes unidades acuíferas en el valle del Patía.
- El material volcánico proveniente del vulcanismo terciario y cuaternario de la cordillera Central representa un volumen considerable en el relleno total del valle del Patía.
- Los análisis al microscopio de secciones delgadas del material volcánico de la Formación Galeón muestran que probablemente corresponde a depósitos de flujos piroclásticos poco consolidados que fueron retrabajados por corrientes fluviales torrentosas y posteriormente constituyeron depósitos, involucrando así grandes fragmentos de los depósitos de flujos piroclásticos preexistentes. Esta hipótesis nos permite suponer que el material de la Formación Galeón tiene un origen compuesto.
- Las rocas de la Formación Galeón no afloran al oriente de la vía Panamericana debido a que la falla Manzanillo, localizada al Occidente de la vía, controló su depositación en el valle del Patía.

- La falla Cali-Patía no ofrece rasgos geomorfológicos relevantes en el valle del Patía, donde se encuentra cubierta por material aluvial. Su traza únicamente es posible de determinar por el alineamiento del río Patía y de los zanjones Hondo, Yarumalito y Dos Montes.

- El sistema de fallas transversales con dirección aproximada N75°W, define una tectónica de bloques en el valle del Patía que es determinante en la definición de los depósitos de aguas subterráneas en el área de investigación.

- Las rocas de la Formación Esmita forman un homoclinal, desde la falla Manzanillo hasta la falla Patía-El Bordo.

6. RECOMENDACIONES

- La revisión y definición de la nomenclatura estratigráfica de las rocas del Mioceno y del Terciario-Cuaternario del valle del Patía, contribuiría a aclarar problemas estratigráficos en la cuenca Patiana.

- La realización de una comparación estratigráfica entre las Formaciones Galeón y Popayán permitiría definir si constituyen formaciones independientes depositadas en un largo periodo de actividad volcánica. Este estudio también aclararía las fuentes y los procesos geológicos que las originaron.

- El estudio detallado del abanico aluvial de Galíndez proporcionaría elementos para determinar los procesos geológicos relacionados con su depositación y los posibles efectos en la evolución geomorfológica del valle del Patía.

- Existen evidencias estructurales de actividad tectónica cuaternaria en las fallas del sistema del río Patía (París & Marín, en preparación). Un estudio detallado de neotectónica en este valle ayudaría a comprobar si estas fallas tienen actividad reciente y a determinar el tipo de fallamiento, aspecto de vital importancia en la toma de decisiones para la realización de obras que mejoren la calidad de vida de la comunidad del valle del Patía.

BIBLIOGRAFIA

- ANGEL, C., 1991. Estudio Hidrogeológico en el valle del Patía. Informe 2148. Ingeominas. Bogotá.
- BARRERO, D., 1979. Geology of the Central Western Cordillera, West of Buga and Roldanillo, Colombia. Publ. Geol. Esp. N°4 Ingeominas, Bogotá.
- DEPORTA, J., 1974. Lexique Stratigraphique International Amerique Latine. Vol V. Fascículo 4B. Colombia.
- GROSSE, E., 1935. Acerca de la Geología del Sur de Colombia II. Comp. Est. Geol. Of. Col. Tomo III: 139-231.
- HOLDRIDGE, L., 1985. Diagrama para la clasificación de las zonas de vida o formaciones vegetales del mundo. Centro Científico Tropical. San José. Costa Rica.
- LEON, L. PADILLA, L. & MARULANDA, N., 1973. Geología, Recursos Minerales y Geoquímica de la parte NE del Cuadrángulo 0-5 El Bordo, departamento del Cauca, Ingeominas, Informe N°1652. Bogotá.
- MEJIA, L., TORRES, P. & ANGARITA, L., 1988. Estudio de los carbones en las áreas de El Hoyo, Baraya y Guanabanal (Cauca). Informe N°1-2066, Ingeominas, Bogotá.
- MURCIA, A. ORREGO, A., & PEREZ, G., 1981. XX Reconocimiento Geológico Extremo Sur de la Depresión Cauca-Patía. Asociación Colombiana de Geólogos y Geofísicos del Petróleo. Bogotá.
- MURCIA, A. & CEPEDA, H., 1991. Mapa Geológico de Colombia Plancha 410 La Unión, Memorias Explicativas. Ingeominas. Bogotá.
- . Mapa Geológico de Colombia Plancha 429 Pasto, Memorias Explicativas. Ingeominas. Bogotá.
- NELSON, H. W., 1962. Contribución al conocimiento de la cordillera Occidental, sección carretera Cali-Buenaventura. Bol. Geol. Serv. Geol. Nal. Informe N°1051, Bogotá.
- ORREGO, A. & ACEVEDO, P., 1984. Geología de la Plancha 364 Timbío. Informe sin número. Ingeominas, Popayán.
- PARIS, G. & MARIN, W., 1989. Marco Geológico de la Tectónica Cuaternaria en el SW del País. Informe sin número, Ingeominas, Cali.
- PEREZ, G., 1980. Evolución geológica de la subcuenca del Alto Patía, departamento del Cauca, Colombia, Geología Norandina N°2, p 3-10. Bogotá.
- ROYO & GOMEZ, J., 1942. La Cuenca Hidrográfica del Juanambú, Departamento de Nariño. Comp. Est. Geol. Of. Col. Tomo V: 213-235.
- SARMIENTO, G., 1991. Comunicación verbal sobre determinaciones polinológicas realizadas usando polen y esporas fósiles, en las Formaciones Mosquera y Esmita. División Estratigrafía. INGEOMINAS, Bogotá.