

**UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA DE GEOLOGÍA, MINAS Y GEOFÍSICA  
TRABAJO ESPECIAL DE GRADO**

**GEOLOGÍA DE LA ZONA DE CONOROPA, CAUCAGUA, ESTADO  
MIRANDA**

TUTORES ACADÉMICOS: Prof. Franco Urbani  
Prof. Ricardo Alezones

Presentado ante la ilustre  
Universidad Central de Venezuela  
Para optar al título de Ingeniero Geólogo  
Por los Brs. Otero A. Pedro L.,  
San Martín , Alberto

Caracas, Octubre 2002

# GEOLOGÍA DE LA ZONA DE CONOROPA, CAUCAGUA.

Pedro Luis OTERO & Alberto SAN MARTIN

U.C.V. Facultad de Ingeniería. Escuela de Geología, Minas y Geofísica.

Tutores: Franco URBANI y Ricardo ALEZONES.

## RESUMEN

Como parte de la actualización de las hojas geológicas de la Cordillera de la Costa se ha desarrollado la cartografía a escala 1:25.000 de una zona comprendida entre la quebrada Conoropa y Guacarapa al Noroeste de Cauagua, Estado Miranda. Se decidió estudiar esta zona por la duda sobre la misma validez como unidad de Conoropa. El área con algo más de 15 Km<sup>2</sup> se encuentra conformada por cuatro unidades metamórficas, que de norte a sur son:

<b>Unidad</b>	<b>Litología predominante</b>
Filita de Muruguata	Filitas grafitosa y marmol
Complejo Conoropa	Metatoba intercalada con filita grafitosa, metagabro
Filita de Paracotos	Mármol, metatoba, filita grafitosa.
Asociación Meta-volcanosedimentaria Villa de Cura	Filita grafitosa y cuarzo-grafitosa, metatoba y metagabro
Serpentinita	Serpentinitas

El análisis petrográfico permitió determinar que todas las unidades fueron metamorizadas en la facies de los esquistos verdes, zona de la clorita.

Se constata que existe una unidad bien definible y cartografiable que corresponde al Complejo Conoropa aclarando así la duda existente hasta el momento de si ésta unidad era distinguible en el campo.

La tendencia regional de la foliación es N70°E con buzamientos promedio de 42° al norte y 56° al sur. En todas las unidades dominan las estructuras plegadas cerradas (isoclinales) sobre las abiertas a pequeña escala, en el orden de mm a cm; desarrollándose pliegues de segunda generación (tipo kink), a nivel local. A su vez, todas ellas se encuentran formando parte de un gran estructura de napas de corrimiento con buzamiento sur, a nivel regional.

Se encontraron dos sistemas de fallas de corrimiento cuyas orientaciones son: E-W y N50°-60°E. El primero se encuentra representado en el de la unidad de rocas correspondiente a la Filita de Paracotos, pudiéndose establecer para este último una componente de rumbo dextral. Por su parte, el segundo forma parte del contacto discontinuo entre las rocas del Complejo Conoropa al Sur y las de la Filita de Muruguata al Norte.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	
1.1. ANTECEDENTES	14
1.2. OBJETIVOS Y ALCANCES DEL TRABAJO	15
1.2.1. Objetivo general	15
1.2.2. Objetivos específicos	15
1.2.3. Área de estudio	16
1.2.4. Vías de acceso	16
1.3. METODOLOGÍA	17
1.4. AGRADECIMIENTOS	18
2. GEOLOGÍA FÍSICA	20
2.1. GENERALIDADES	20
2.2. RELIEVE	20
2.2.1. Unidad 1	20
2.2.2. Unidad 2	21
2.2.3. Unidad 3	21
2.2.4. Unidad 4	21
2.3. EL DRENAJE	22
2.3.1. Unidad 1	22
2.3.2. Unidad 2	22
2.3.3. Unidad 3	22
2.3.4. Unidad 4	23
2.3.5. Unidad 5	23
2.4. CLIMA Y VEGETACIÓN	24
2.5. GEOMORFOLOGÍA	25
2.5.1. Procesos endogénicos	25
2.5.2. Procesos exogénicos	25
3. GEOLOGÍA REGIONAL	26
3.1. GENERALIDADES	26
3.1.1. Filita de Muruguata	26

3.1.2. Complejo Conoropa	28
3.1.3. Filita de Paracotos	31
3.1.4. Asociación meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura	34
4. GEOLOGÍA LOCAL	36
4.1. GENERALIDADES	36
4.2. ASOCIACIÓN META-VOLCANOSEDIMENTARIA DE VILLA DE CURA (SIN DIFERENCIAR)	36
4.2.1. Ubicación y extensión geográfica	36
4.2.2. Características de campo	36
4.2.3. Contactos	37
4.2.4. Tipos litológicos	37
4.2.5. Análisis petrográfico	38
4.2.5.1. Filitas	38
4.2.5.2. Petrografía	41
4.2.5.3. Metatobas	45
4.2.5.4. Petrografía	48
4.2.5.5. Metagabro cuarcífero	51
4.2.5.6. Petrografía	52
4.3. FILITA DE PARACOTOS	54
4.3.1. Ubicación y extensión geográfica	54
4.3.2. Características de campo	54
4.3.3. Contactos	54
4.3.4. Tipos litológicos	55
4.3.5. Análisis petrográficos	55
4.3.5.1. Metatobas	55
4.3.5.2. Petrografía	56
4.3.5.3. Mármol	59
4.3.5.4. Petrografía	60
4.3.5.5. Esquisto Cuarzo-grafitoso-muscovítico	63
4.3.5.6. Petrografía	63

4.4.	COMPLEJO CONOROPA	65
4.4.1.	Ubicación y extensión geográfica	65
4.4.2.	Características de campo	65
4.4.3.	Contactos	65
4.4.4.	Tipos litológicos	66
4.4.5.	Análisis petrográfico	68
4.4.5.1.	Metatobas	68
4.4.5.2.	Petrografía	71
4.4.5.3.	Filitas	76
4.4.5.4.	petrografía	76
4.4.5.5.	Esquisto cuarzo-micáceo	78
4.4.5.6.	Petrografía	78
4.4.5.7.	Esquisto carbonático	80
4.4.5.8.	Petrografía	80
4.4.5.9.	Esquisto anfibólico	82
4.4.5.10.	Petrografía	82
4.4.5.11.	Mármol	84
4.4.5.12.	Petrografía	84
4.4.5.13.	Metaltrondhemíta	86
4.4.5.14.	Petrografía	86
4.4.5.15.	Metatrondhemíta	89
4.4.5.16.	Petrografía	89
4.4.5.17.	Metagabro	91
4.4.5.18.	Petrografía	94
4.4.5.19.	Granofel	98
4.4.5.20.	Petrografía	99
4.5.	FILITA DE MURUGUATA	102
4.5.1.	Ubicación y extensión geográfica	102
4.5.2.	Características de campo	102
4.5.3.	Contactos	103
4.5.4.	Tipos litológicos	103

4.5.5. Análisis petrográfico	104
4.5.5.1. Filita	104
4.5.5.2. Petrografía	104
4.6. Serpentinita	106
4.6.1. Ubicación y extensión geográfica	106
4.6.2. Características de campo	106
4.6.3. Contactos	106
4.6.4. Tipos litológicos	106
4.6.5. Análisis petrográfico	107
4.6.5.1. Serpentinita	107
4.6.5.2. Petrografía	107
5. METAMORFISMO	110
5.1. ASOCIACIÓN META-VOLCANOSEDIMENTARIA VILLA DE CURA (SIN DIFERENCIAR)	110
5.2. FILITA DE PARACOTOS	114
5.3. COMPLEJO CONOROPA	116
5.4. FILITA DE MURUGUATA	119
6. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL	124
6.1. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL REGIONAL	124
6.2. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL LOCAL	127
6.2.1. Foliación	127
6.2.2. Plegamiento	133
6.2.3. Fallamiento	135
7. CONCLUSIONES	139
7.1. LITOLOGÍA	139
7.2. METAMORFISMO	141
7.3. ESTRUCTURAS	142
8. BIBLIOGRAFÍA	146
9. ANEXOS	



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Mapa de ubicación de la zona de estudio	16
<b>Figura 2.</b> Aspecto de la filita cuarzo-grafitosa, muestra # 2	40
<b>Figura 3.</b> Fotomicrografía de filita grafitosa, muestra número 3	42
<b>Figura 4.</b> Grafico composicional de las filitas de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura	45
<b>Figura 5.</b> Aspecto de la metatoba de la Asociación Meta-volcanosedimentaria Villa de Cura, muestra #23	46
<b>Figura 6.</b> Clasificación de tobas según su composición	47
<b>Figura 7.</b> Fotomicrografía de metatoba lítica grosera híbrida de la asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura, en nícoles cruzados, muestra#35	48
<b>Figura 8.</b> Grafico composicional de la Metatoba de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura	51
<b>Figura 9.</b> Fotomicrografía de cristal de ortopiroxeno en metagabro cuarcífero de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura, muestra #36	52
<b>Figura 10.</b> Gráfico composicional de metagabro cuarcífero de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura	53
<b>Figura 11.</b> fotomicrografía de metatoba grosera en nícoles cruzados, muestra #21, de la Filita de Paracotos	58
<b>Figura 12.</b> Grafico composicional de las metatobas de la Filita de Paracotos	58
<b>Figura 13.</b> Grafico composicional de mármoles de la Filita de Paracotos	62
<b>Figura 14.</b> Grafico composicional de los esquistos cuarzo-grafitoso-muscovítico de la Filita de Paracotos	64
<b>Figura 15.</b> Aspecto de una metatoba lítica grosera híbrida, muestra # 44, del Complejo Conoropa	71
<b>Figura 16.</b> Fotomicrografía de clinozoisita asociada a plagioclasa y clorita en metatoba híbrida del Complejo Conoropa, muestra # 11	73
<b>Figura 17.</b> Grafico composicional de las metatobas del Complejo Conoropa	75

<b>Figura 18.</b> Grafico composicional de las filitas del Complejo Conoropa	77
<b>Figura 19.</b> Fotomicrografía de cristal de granate con sombras de presión en listones de muscovita, esquistos cuarzo-micáceos, muestra #15, Complejo Conoropa	79
<b>Figura 20.</b> Grafico composicional de esquistos cuarzo-micáceos del Complejo Conoropa	80
<b>Figura 21.</b> grafico composicional del esquistos carbonáticos del Complejo Conoropa	81
<b>Figura 22.</b> Fotomicrografía del clivaje de crenulación en esquistos anfibólicos, en nícoles cruzados, muestra #32, Complejo Conoropa	83
<b>Figura 23.</b> Grafico composicional del esquistos anfibólicos del Complejo Conoropa	84
<b>Figura 24.</b> Grafico composicional del mármol del Complejo Conoropa	85
<b>Figura 25.</b> Fotomicrografía de metaleucogranito donde se observa clorita acicular radial, muestra #12, Complejo Conoropa	87
<b>Figura 26.</b> Fotomicrografía en nícoles cruzados de metagranito del Complejo Conoropa, muestra # 39	90
<b>Figura 27.</b> Grafico composicional de rocas graníticas del Complejo Conoropa	91
<b>Figura 28.</b> Aspecto del metagabro del Complejo Conoropa, muestra #18	92
<b>Figura 29.</b> Fotomicrografía en nícoles cruzados de cristal de piroxeno alterando en sus bordes a anfíbol, muestra # 18, metagabro del Complejo Conoropa	96
<b>Figura 30.</b> Grafico composicional de metagabros del Complejo Conoropa	98
<b>Figura 31.</b> Fotomicrografía en nícoles cruzados de granofel del Complejo Conoropa, muestra #38	100
<b>Figura 32.</b> Grafico composicional de granofels del Complejo Conoropa	101
<b>Figura 33.</b> Grafico composicional de filita grafitosa-cuarzosa de la Filita de Muruguata	105
<b>Figura 34.</b> Grafico composicional de serpentinitas del Complejo Conoropa	109
<b>Figura 35.</b> Diagrama de presión – temperatura mostrando los campos de varias facies metamórficas	115

<b>Figura 36.</b> Las cuatro divisiones del grado metamórfico: grado muy bajo, bajo, intermedio y alto	120
<b>Figura 37.</b> Proyecciones de todas las medidas de foliación (40 medidas) en redes equiareales, diagramas de concentración de polos y rosetas de foliación de la toda la zona de estudio	127
<b>Figura 38.</b> Proyecciones de todas las medidas de foliación (12 medidas) en redes equiareales, diagrama de concentración de polos y rosetas de polos de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura	128
<b>Figura 39.</b> Proyecciones de todas las medidas de foliación (11 medidas) en redes equiareales, diagramas de concentración de polos y rosetas de polos, de la Filita de Paracotos	129
<b>Figura 40.</b> Proyecciones de los polos de los planos de foliación (13 medidas) en redes equiareales, diagramas de concentración de polos y rosetas de polos, del Complejo Conoropa	130
<b>Figura 41.</b> Proyecciones de todas las medidas de foliación (3 medidas) en redes equiareales, diagramas de concentración de polos y rosetas de polos de la Filita de Muruguata	131

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Cuadro resumen de la Filita de Muruguata	26
<b>Tabla 2.</b> Cuadro resumen del Complejo Conoropa	28
<b>Tabla 3.</b> Cuadro resumen de la Filita de Paracotos	31
<b>Tabla 4.</b> Cuadro resumen de la asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura	34
<b>Tabla 5.</b> Tipos de rocas pertenecientes a la Asociación Meta-volcanosedimentaria Villa de Cura (sin diferenciar)	38
<b>Tabla 6.</b> Composición mineralógica (%) de las filitas de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura	44
<b>Tabla 7.</b> Clasificación de rocas piroclásticas en base al tamaño y forma de los granos	47
<b>Tabla 8.</b> Composición mineralógica (%) de las metatobas de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura	50
<b>Tabla 9.</b> Composición mineralógica (%) del metagabro cuarcífero de la Asociación meta-volcanosedimentaria Villa de Cura	53
<b>Tabla 10.</b> Tipos de roca pertenecientes a la Filita de Paracotos	55
<b>Tabla 11.</b> Composición mineralógica (%) de las metatobas de la Filita de Paracotos	58
<b>Tabla 12.</b> Composición mineralógica (%) de los mármoles de la Filita de Paracotos	62
<b>Tabla 13.</b> Composición mineralógica (%) del esquisto Cuarzo-grafitoso-muscovitico de la Filita de Paracotos	64
<b>Tabla 14.</b> Tipos de rocas pertenecientes al Complejo Conoropa	67
<b>Tabla 15.</b> Composición mineralógica (%) de las metatobas del Complejo Conoropa	75
<b>Tabla 16.</b> Composición mineralógica (%) de las filitas cuarzo micáceas del Complejo Conoropa	77
<b>Tabla 17.</b> Composición mineralógica (%) del esquisto cuarzo micáceo del Complejo Conoropa	79

<b>Tabla 18.</b> Composición mineralógica (%) del esquisto carbonático del Complejo Conoropa	81
<b>Tabla 19.</b> Composición mineralógica (%) del esquisto anfibólico del Complejo Conoropa	83
<b>Tabla 20.</b> Composición mineralógica (%) del mármol del Complejo Conoropa	85
<b>Tabla 21.</b> Composición mineralógica (%) de las metatromdhjemítas del Complejo Conoropa	91
<b>Tabla 22.</b> Composición mineralógica (%) de los metagabros del Complejo Conoropa	98
<b>Tabla 23.</b> Composición mineralógica (%) del granofels del Complejo Conoropa	101
<b>Tabla 24.</b> Rocas pertenecientes a la Filita de Muruguata	103
<b>Tabla 25.</b> Composición mineralógica (%) de la filita grafitosa-cuarzosa de la Filita de Muruguata	105
<b>Tabla 26.</b> Tipo de roca perteneciente a la unidad de serpentinitas	106
<b>Tabla 27.</b> Composición mineralógica (%) de la serpentinita	109
<b>Tabla 28.</b> Asociaciones mineralógicas características de las rocas pelíticas a partir de zonas Barrovianas de altos terrenos escoceses	112
<b>Tabla 29.</b> Asociaciones minerales o sub-asociaciones diagnósticas de la facies metamórfica de los esquistos verdes	113
<b>Tabla 30.</b> Resumen de las condiciones metamórficas de las unidades del área de estudio	121

## 1. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Antecedentes

La Cordillera de la Costa del Norte de Venezuela esta caracterizada por la presencia de un gran cinturón metamórfico de cientos de kilómetros de longitud, y a decenas de km de anchura. Hacia su parte occidental, el mismo se encuentra conformado por la Serranía del Litoral al norte y la Serranía del Interior al sur; ambas separadas por los valles intermedios controlados por el sistema de fallas de La Victoria.

Los primeros investigadores en efectuar un reconocimiento geológico de la región fueron AGUERREVERE & ZULOAGA (1937). Posteriormente y con el objeto de conocer un poco más acerca de las diferentes etapas o procesos evolutivos de una cadena montañosa de este estilo, cierto grupo de geólogos pertenecientes a la Universidad de Princeton, dirigidos por H. H. HESS, se encargaron de realizar estudios regionales en un número de zonas; entre Caucagua (Miranda) y El Tinaco (Cojedes).

En ese sentido, SEIDERS (1965) es el primero en reconocer la zona específica de Caucagua-Santa Lucia, quien estudia una serie de unidades metavolcánicas y metasedimentarias, entre otras las “Rocas de Conoropa”. De igual forma, MENÉNDEZ (1966), interpreta la presencia en ésta zona de una secuencia volcánica-sedimentaria Cretácica ligeramente metamorfizada, la cual suprayace rocas del basamento pertenecientes al Gneis de La Aguadita. Dicho autor coloca esta secuencia en la base de las formaciones post-grupo Caracas, al sur del sistema de fallas de La Victoria. Por su parte, GONZÁLEZ DE JUANA *et al.* (1980: 340-341) presentan un resumen utilizando el término informal de Rocas de Conoropa sobre la zona donde recopila la información conocida hasta el momento; para qué, finalmente, URBANI (2000) proponga el cambio de nombre de Rocas de Conoropa a Complejo de Conoropa.

Por las incógnitas planteadas en la literatura sobre las unidad de Conoropa, se considero necesario estudiar su localidad tipo así como las diversas unidades litológicas presentes en el área.

## **1.2. Objetivos y alcances del trabajo**

### **1.2.1. Objetivo general**

Con el presente trabajo se pretende realizar la cartografía geológica de las rocas aflorantes al Oeste - Noroeste de la población de Caucagua (figura), con un área de aproximadamente 15 km<sup>2</sup>.

#### **1.2.1.1. Objetivos específicos**

Cartografiar geológicamente el área a escala 1:25.000, con énfasis en el aspecto estructural, y levantamiento de secciones geológicas.

Determinación de las características litológicas (mineralógico-texturales) de los diversos cuerpos de rocas.

Interpretación de las relaciones entre las unidades tomando en cuenta tipos de contactos y estructuras.

### 1.2.2. Área de estudio

El área de estudio se encuentra ubicada entre los 10°15' y 10°20' de latitud Norte, y los 66°22' y 66°30' de longitud; estando localizada al Oeste - Noroeste de la población de Caucagua, y al Norte de la carretera vía Aragüita (figura 1)



**Figura 1.** Mapa de ubicación de la zona de estudio, estado miranda.

### 1.2.3. Vías de acceso

La principal vía de acceso a la zona es la carretera nacional que va desde La Encrucijada de Caucagua hacia la población de Aragüita y Güatopo. Desde aquella se puede acceder a cualquiera de las quebradas ya sea por caminos o picas de tierra. El único camino interno disponible es a lo largo de la cresta de la fila mayor; con dirección hacia los caseríos de “Chupadero” y “El Latón”. Por esos lugares, el acceso a las nacientes de los ríos se logra solamente a través de picas hechas con ayuda de baquianos.

### **1.3. Metodología**

El trabajo se subdividió en las siguientes etapas:

1. Etapa pre-campo: Recopilación bibliográfica, adquisición de mapas fotografías aéreas, interpretación de las fotos aéreas, desarrollo de la logística adecuada para afrontar el trabajo de campo.
2. Etapa de Campo: Ubicación y descripción detallada de los afloramientos y tipos de rocas, recolección de muestras de los diversos tipos litológicos, medición y descripción de los diversos elementos estructurales presentes.
3. Etapa post-campo: Análisis petrográfico detallado de las muestras de campo, interpretación de los datos obtenidos, generación del mapa geológico definitivo de la zona y desarrollo del informe final.

#### 1.4. AGRADECIMIENTOS

A la gloriosa Universidad Central de Venezuela por formarnos para la vida, como profesionales de la Ingeniería.

A la Escuela de Geología, Minas y Geofísica, la cual nos ofreció todo su conocimiento y apoyo.

Al Prof. Franco Urbani, quién nos dio la oportunidad de llevar a cabo nuestro Trabajo Especial de Grado; además de brindarnos su apoyo y conocimientos.

Al Prof. Ricardo Alezones, quién siempre estuvo dispuesto a dar lo mejor de sí para que nuestro trabajo llegara a feliz termino.

A todo el resto de profesionales que integra la escuela de Geología y que de uno u otro modo han sido parte importante de nuestra formación, especialmente el Prof. Omar Rojas; quién en vida fuera un ser humano ejemplar con el cual siempre fue posible contar.

AL Ing. Miguel Belfort, por haberse prestado desinteresadamente para la elaboración del mapa geológico de la zona.

A todos nuestros amigos con los cuales compartimos momentos buenos y malos.

Alberto San Martín

- A Dios por darme la oportunidad de vivir y ser todo lo que soy.

- A mis Padres, quiénes sufrieron mucho para verme alcanzar esta importante meta; sencillamente, son maravillosos y siempre estarán conmigo en mi corazón.
  
- A Mariana Vezza, mi novia, quién es alguien sumamente especial con la cual he podido contar siempre, incondicionalmente, para lo que fuera; te amo, gracias por todo tu apoyo...
  
- A Luis Melo, por darme una mano cuando la necesité.
  
- A Erika S., por ser la persona que me incito y ayudo a cursar estudios en tan insigne casa.
  
- A todos mis amigos más cercanos, tanto de la Universidad como no; ustedes saben quiénes son, no tengo ni que nombrarlos.

Pedro Luis Otero:

Agradezco a el Amor de Dios, verdad única del universo y del Ser. Agradezco a mis Padres Lourdes y Antonio, seres encargados de traerme a éste mundo y orientarme en él mediante un amor que solo los Padres conocen y paciencia infinita. A mis hermanos Josean, Naty y Any que aprendieron a educar mientras me educaban y apoyaban contundentemente en todo momento, a Miguel B., Luis C. Y Sandra L. por hacer felices a mis hermanos e integrarse a la familia, además de su apoyo directo e importante hacia mí.

Agradezco a mis Tíos por la orientación y el amor que me brindan.

Agradezco a Katy por su amor y compañía infinita.

Agradezco al profesor Ricardo Alezones por su dedicación, amor a la docencia, esmero y ser el mejor ejemplo de lo que significa ser un Profesor universitario, ¡por tu amistad!

Agradezco a Eduardo Rojas por compartir conmigo la autentica y profunda experiencia de la amistad del alma humana.

Agradezco a Akelia por amarme y apoyarme durante 4 importantes años de mi carrera.

Agradezco a las personas que con su amistad sincera me apoyaron y acompañaron durante mi carrera: Cesar, Fernando, Alfonso, El Italiano, Gustavo, Slowly, Koala, Gilberto, Lenin, Aitor, Nataly, Luis Camposano & Nahysa, Mariana, Ruth, Maria Luz, Tundidor, Eduardo García, Forrest, La Catira, Rosita, Kuki, Luiraima, Claudia, Alonzo, El Mounstruo Melo, Mariela N., El Clon Jesús, Jesús (charly) Padilla, Raymi, Lorena, Pablo G., Juan Carlos (azul), El Sr. Cara de papa (Juan), El flaco Rondon, Nancy, al Tal Iván y muchos otros...

Agradezco a mis Maestros por alumbrarme el camino...

## 2. GEOLOGÍA FÍSICA

### 2.1. Generalidades

La zona de estudio se ha subdividido en tres unidades fisiográficas; basado en las diferencias observadas en el relieve, los drenajes y la vegetación. La unidad 1 se encuentra ubicada en la parte más septentrional de la zona de estudio, la unidad 2 se encuentra ubicada de forma adyacente a la unidad anterior en la parte Sur de la misma, mientras que la unidad 3 se localiza en la parte central de la zona de estudio, paralelamente dispuesta a la unidad 2; la unidad 4 se encuentra en la parte meridional del área, se extiende hacia la parte más al Oeste de la zona por las adyacencias de la carretera vía Aragüita. Éstas unidades mencionadas anteriormente se observan como franjas orientadas según la dirección N75°E.

### 2.2. Relieve

#### 2.2.1. Unidad 1

Esta unidad se caracteriza por el predominio de relieves abruptos y altos, con la presencia de largas filas orientadas en una dirección preferencial aproximada E-W con estribos que varían entre las direcciones N20°W y N20°E. Sus laderas tienden a ser simétricas, con pendientes bastante pronunciadas de 20° a 25° en los flancos Norte y de 30° a 40° en los flancos del Sur. Las crestas se presentan como filas ligeramente redondeadas, las cuales son utilizadas por el hombre para trazar picas por donde transitan vehículos rústicos. Las máximas alturas se alcanzan entre los 500 y 600 msnm.

### 2.2.2. Unidad 2

Esta unidad se caracteriza por la presencia de relieves abruptos y altos, los cuales muestran estribos que se encuentran alineados de forma subparalela en dirección N30°-40°W. Sus laderas tienden a ser simétricas, con pendientes bastante pronunciadas, las cuales tienden a arrojar valores de 30° a 35° en los flancos Sur, y 20° a 25° en los Norte. Las crestas se observan en forma redondeada; con formación de filas. Las máximas alturas se alcanzan entre los 400 y 480 msnm.

### 2.2.3. Unidad 3

La misma se reconoce por la ocurrencia de relieves igualmente abruptos, en forma de cerros, con alturas comprendidas entre los 200 y 300 msnm, los cuales no presentan orientación preferencial; siendo evidente la diversidad de disposiciones. Las laderas de los relieves son un tanto asimétricas con pendientes de bajo grado, las cuales oscilan entre los 20° y 25° en los flancos Norte y 12° a 15° en los Sur; las crestas son redondeadas, y el drenaje que las corta es medianamente denso.

### 2.2.4. Unidad 4

Esta última unidad se caracteriza por poseer un relieve muy tenue el cual alcanza alturas promedio del orden de los 100 msnm; con formación de lomas de baja altura, redondeadas, de pendientes de muy bajo grado, y cuyas formas o elementos del paisaje no presentan ningún tipo de orientación. El patrón de drenaje es netamente dendrítico y con tope redondeado.

## 2.3. El Drenaje

### 2.3.1. Unidad 1

Esta unidad se caracteriza por presentar un drenaje consecuente, desarrollado sobre una pendiente topográfica original, el cual presenta una etapa de desarrollo juvenil con madurez incipiente, siendo posible observar valles con forma de V donde la corriente desarrolla actividad de erosión vertical en algunas partes así como también en otras partes la corriente fluye en un cauce bien definido y con meandros desarrollando la capacidad de erosionar lateralmente después de haber alcanzado lo que se conoce como perfil de equilibrio. El patrón de drenaje es enramado donde los drenajes principales se observan orientados en dirección aproximada E-W y los drenajes tributarios forman ángulos entre los 60° y 90° con respecto al drenaje principal y de forma sub-paralela entre sí.

### 2.3.2. Unidad 2

Se caracteriza por mostrar un drenaje consecuente, desarrollado sobre una pendiente topográfica original, el cual representa cierta etapa de desarrollo juvenil; siendo posible observar valles con forma de V en donde la corriente desarrolla su actividad de erosión vertical, con la consecuente generación de caídas de agua y rápidos. El patrón de drenaje es claramente enramado y los tributarios se disponen formando ángulos de aproximadamente 45° con respecto a los cauces principales; los cuales se orientan en dirección preferencial de N30°W, en forma sub-paralela.

### 2.3.3. Unidad 3

Esta unidad se caracteriza por presentar de igual manera un drenaje consecuente, desarrollado sobre una pendiente original, en donde se observa una

etapa de desarrollo juvenil; teniendo los valles forma de V, y produciéndose trabajo erosivo descendente, con desarrollo de rápidos. El patrón de drenaje se mantiene dendrítico, así como la orientación de los cauces principales. Los ríos subsidiarios confluyen con las corrientes principales en ángulos muy variados.

#### 2.3.4. Unidad 4

Esta última unidad se caracteriza por presentar un drenaje consecuente, desarrollado sobre una pendiente original, con desarrollo de una etapa comprendida entre juvenil y madura temprana; con zonas de planicie de inundación y meandros. El patrón de drenaje presente es claramente dendrítico.

#### 2.3.5. Correlación

En base al análisis de la geología física de la zona se pudo establecer las siguientes relaciones entre las unidades anteriormente descritas y las unidades litológicas presentes en la zona: La unidad 1 corresponde a la unidad litológica de la Filita de Muruguata, la unidad 2 corresponde a la unidad litológica del Complejo Conoropa, unidad 3 corresponde a las unidades litológicas de la Filita de Paracotos y Asociación Metavolcanosedimentaria Villa de Cura, la unidad 4 corresponde a las unidades litológicas sedimentarias de la Formación Caucagua, la Formación Aramina, Miembro Cumaca y sedimentos del Cuaternario.

## 2.4. Clima y vegetación

Según la clasificación botánica de climas enunciada por KÖPPEN, la vegetación de la zona de trabajo se conoce como megatermos. Esta se caracteriza por presentar un tipo de clima de bosque tropical, con una temperatura media de 24°C, la precipitación anual es de 1.200 a 1.600 mm, donde las precipitaciones pluviales ocurren durante la estación lluviosa que tiene una duración aproximada de 4 meses; siendo las precipitaciones un tanto esporádicas durante la estación seca lo cual permite una asimilación continua, que trae consigo el desarrollo exuberante de la vegetación. La lucha por la luz establece una especie de gradación muy notable; impone a los vegetales arborescentes una arquitectura particular. Los troncos, como en el caso de las palmeras, lanzan a grandes alturas un ramo de inmensas hojas, o levantan sus ramas en forma de candelabros. Otras buscan la luz trepando por los árboles, como las lianas, o son epífitas u parásitas sobre los troncos y las ramas; como las orquídeas y las bromeliáceas.

## **2.5. Geomorfología**

### **2.5.1. Procesos endogénicos**

Producto de los esfuerzos tectónicos, los bloques de roca sufren fallamientos. La generación de éstos constituye el desarrollo de planos de debilidad, puesto que el movimiento de un bloque con respecto al otro, produce el trituramiento de la roca. Dichos planos de debilidad se van a reflejar directamente en la morfología de la zona ya que en ellos se desarrollara una meteorización mucho más avanzada con relación al resto de las zonas aledañas, no falladas.

### **2.5.2. Procesos exogénicos**

Entre los más notables se encuentra la meteorización mecánica en donde la presencia de fracturas puede ser adjudicada a varias causas: la enorme presión litostática ejercida por la columna de materiales suprayacentes sobre un bloque de roca ubicado a gran profundidad, al erosionarse por efecto de la denudación la parte superior de la columna, la presión disminuirá y el bloque se podrá adaptar a la falta de carga por medio de una expansión, hacia arriba, la cual producirá un efecto de fracturamiento. Meteorización mecánica ejercida por la actividad orgánica, ocurre debido a que las raíces de las plantas en crecimiento actúan como cuñas, las cuales abren las diaclasas en las rocas; las raíces alcanzan profundidades de decenas de metros, lo que las hace suponer como un factor importante en la desintegración física de las rocas. La actividad climática, éste factor se caracteriza por presentar condiciones húmedo tropicales en donde la temperatura media es de 24°C y la pluviosidad es de 1.200 a 1.600 mm al año y constante durante 4 ó 5 meses; lo cual genera un efecto de meteorización en la roca, tanto mecánico como químico, con el subsecuente arrastre de los fragmentos aguas abajo. Este proceso y su interacción con otras variables, tal como la competencia de las rocas aflorantes, controlara la morfología de la zona de estudio.

### 3. GEOLOGIA REGIONAL

#### 3.1. GENERALIDADES

Los aspectos más relevantes acerca de la geología a nivel regional han sido resumidos en las siguientes tablas, las cuales fueron elaboradas a partir de SEIDERS (1965).

Tabla 1. Cuadro resumen de la Filita de Muruguata, modificado de SEIDERS (1965).

Aspectos Históricos	Según SEIDERS (1965:312) sus "Formaciones Post-Grupo Caracas", son las siguientes: Urape, Muruguata y Paracotos; estando las dos primeras incluidas dentro de la faja de Caucaagua-El Tinaco y la última en la de Paracotos (MENÉNDEZ 1966). El primer autor es quién define a esta unidad por primera vez. Por debajo de estas rocas reconoce la presencia de sus Rocas de Conoropa.
Localidad tipo	Quebrada Muruguata a 5 km al noroeste de Caucaagua, estado Miranda.
Tipos litológicos	Predominantemente filitas no calcáreas, así como rocas metavolcánicas menores.
Descripción litológica	Las filitas son de color oscuro y no calcáreas; con cantidades subordinadas de filitas de color verde claro y gris verdoso, caliza gráfita finamente cristalina y foliada en tonos de gris y arenisca pura feldespática calcárea de color gris claro. Las metavolcánicas constan de capas tobáceas en cantidades escasas, con volcánicas de color gris claro o verde claro y en menor proporción gris o verde oscuro; lavas no foliadas.

Metamorfismo	Facies de los esquistos verdes, zona de la clorita.
Estructuras	<p>Las actitudes estructurales son poco variables y regulares.</p> <p>Los buzamientos de los planos son suaves a pronunciados hacia el sur.</p> <p>Los ejes de los pliegues pequeños son sub-horizontales.</p> <p>Las lineaciones en promedio tienen declives suaves y rumbos promedio de N70°E.</p>
Edad	No hay fósiles reportados, por lo que se atribuye con cierta incertidumbre una edad de Cretácico Tardío.
Correlaciones	Según Léxico Estratigráfico de Venezuela, 2da. Ed, 1980, p. 346, la Filita de Muruguata es parcialmente equivalente a la de Tucutunemo, algo poco probable con la edad paleozoica aceptada actualmente para Tucutunemo.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Se encuentran buenos afloramientos de estas rocas en el río Merecure y en la quebrada Araguaita.</li> <li>-Esta unidad se encuentra caracterizada más que por su litología, la cual abunda en el resto de las rocas de la Costa, por su posición estratigráfica.</li> <li>-La unidad es concordante sobre la Formación. Urape en la parte este-central de la zona de trabajo de SEIDERS(1965).</li> <li>-Su contacto superior ha sido eliminado por fallamiento.</li> </ul>

Tabla 2. Cuadro resumen del Complejo Conoropa, modificado de SEIDERS (1965),

Aspectos históricos	<p>Según SEIDERS (1965) desde Miranda central hasta el Complejo de El Tinaco se observa una faja discontinua de rocas del basamento sobre la cual ocurren dos secuencias Cretácicas metamorizadas. La más antigua (Cretácico temprano) se encuentra caracterizada por un conjunto de sedimentos mineralógicamente maduros mientras que la joven (Cretácico tardío) presenta un contenido importante de detritos volcánicos inmaduros en asociación directa con lavas de composición básica.</p> <p>Es de esa manera como éste define a la segunda secuencia dentro de las "Formaciones Post-Grupo Caracas". MENÉNDEZ (1966) sugiere que la parte basal de ese grupo en Miranda central se encuentre conformada por la fracción volcánica de las "rocas de Conoropa" de SEIDERS.</p> <p>Este último piensa que su conjunto de rocas, el más antiguo presente sobre el basamento en el área de Miranda central, al sur del sistema de fallas de La Victoria, se encuentra discordante sobre el Gneis de La Aguadita y por debajo de un distintivo metaconglomerado de cuarzo negro (Conglomerado de Charallave).</p> <p>Nuevamente el autor hace referencia a dicho metaconglomerado señalando que se encuentra suprayacente a cierta sección volcánica de edad Cretácico Tardío (Miembro Los Naranjos), en su localidad tipo; pero estableciendo la posibilidad de que sea alóctono.</p> <p>Aún así considera sin duda alguna, que se encuentra ubicado en el tope de sus rocas pero piensa que las del basamento podrían ser mejores para dilucidar la secuencia estratigráfica. MENÉNDEZ (1966) más tarde se encargaría de sacar el Conglomerado de Charallave de las "Rocas de Conoropa", por considerarlo alóctono y suprayacente únicamente al de Los Naranjos.</p>
Localidad tipo	Quebrada Conoropa al oeste de Caucagua, estado Miranda.
Tipos litológicos	Rocas metavolcánicas, entre las que destacan: las metalavas y metatobas; así como filitas y marmoles, además de cuerpos metaconglomeráticos líticos menores.
Metamorfismo	<p>Se presentan dos conjuntos mineralógicos característicos, en estas rocas:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- cuarzo-albita-clorita-muscovita-actinolita-epidoto-pumpellitita-calcita.</li> <li>2.- cuarzo-albita-clorita-muscovita-actinolita.</li> </ol>

Continuación de la Tabla 2

Descripción litológica	<p>Las metalavas son de color verde-amarillo claro a oscuro, algunas veces con tonos de gris verde oscuro. Presentan estructura maciza a débilmente foliada. Algunas contienen mechones y trazas de material más oscuro. Se visualizan vetas de cuarzo y calcita. El accesorio principal es piritita, aunque localmente se encuentra leucoxeno y pumpellitita en la matriz.</p> <p>Las metatobas son de dos tipos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Rocas de color verde grisáceo claro a oscuro, con una característica laminación alternante de color gris oscuro y verde mediano. Se muestran afaníticas con laminación fina a estratificación gruesa.</li> <li>2.- Otras metatobas presentan color verde-amarillo claro. La roca es bandeada a escala de 1 a varios cm, en capas alternantes de metatoba verde oscura o filita grafitica negra.</li> </ol> <p>Las filitas son calcáreas con gradaciones entre ellas y mármoles argiláceos. El marmol es de color negro con foliación desarrollada y vetas de calcita paralelamente orientadas con respecto a ésta; se observa cierta laminación característica, aún cuando la roca tiende a ser maciza.</p> <p>Los metaconglomerados son líticos y de dos tipos:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Metaconglomerado con fragmentos provenientes del Gneis de La Aguadita. Presenta guijarros de subangulares a redondeados, entre 2-8 cm; algunos peñones con 45 cm de diámetro. La matriz es de metaarenisca gruesa foliada y excede en volumen a los guijarros gruesos. Los fragmentos líticos constan de rocas de cuarzo-plagioclasa y anfíbolitas.</li> <li>2. Metaconglomerados cuarzo-feldespáticos. Esta roca contiene fragmentos angulares de cuarzo, feldespeto y granito. La matriz es de grano fino. El tamaño de grano es más reducido teniendo entre varios mm y 8 cm de diámetro. La matriz constituye la tercera parte de la roca.</li> </ol>
Estructuras	<p>Las estructuras tienen rumbos en promedio este-oeste, con buzamientos suaves. Los pliegues isoclinales siguen siendo los rasgos estructurales más comunes del área.</p>
Edad	<p>El inicio de la actividad volcánica responsable del aporte de lavas y tobas basálticas, tanto de las rocas de Conoropa, probablemente haya comenzado a principios del Cretácico Tardío.</p>

Continuación de la Tabla 2.

Correlaciones	Según SHAGAM (1960) parte del miembro inferior-medio de la Filita de Paracotos originalmente definida por SMITH, equivale al Complejo Conoropa y al miembro inferior de la Filita de Tucutunemo.
Observaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Las brechas de flujo se componen de fragmentos alargados, angulares, con colores y texturas uniformes, los cuales se encuentran moldeados junto con sus vecinos entre poca matriz.</li> <li>-Las metalavas almohadilladas se caracterizan por el fuerte alargamiento de sus almohadillas, el cual no se sabe con certeza si es producto de deformación tectónica o característica primaria.</li> <li>-Cierta número de metavolcánicas se caracterizan por presentar vetas, nidos y manchas de minerales metamórficos, entre los que se incluyen: calcita, albita, epidoto, clorita, cuarzo y pumpellita.</li> </ul>

Tabla 3. Cuadro resumen de la Filita de Paracotos, modificado de SEIDERS (1965).

Tipos litológicos	Metalutita filítica y fillitas. Marmoles y algo de metaarenisca, metaconglomerado y metalimolitas. En menores proporciones se encuentran rocas volcánicas ferromagnésicas y chert gris.
Localidad tipo	Su autor original no establece o fija una localidad en particular sino por lo contrario existen varias zonas en la Cordillera de la Costa.
Aspectos históricos	<p>Según SMITH (1953, 52) estas rocas son discordantes sobre las Formaciones Grupo Caracas, pero para SHAGAM (1960, 278) en cambio, sólo el miembro superior es discordante.</p> <p>Es de esa manera como SHAGAM (1960) redefine la faja de Paracotos, asignándole una edad de Cretácico Tardío al miembro superior de SMITH; dicho criterio fue aceptado por autores posteriores.</p> <p>Para SEIDERS (1965) las rocas de la Filita de Paracotos desaparecen hacia el este por debajo de los sedimentos terciario-cuaternarios de la Cuenca del Tuy.</p>

Continuación de la Tabla 3

<p>Descripción litológica</p>	<p>Las primeras son rocas de color gris oscuro a mediano o verde pálido, las cuales en ciertas partes tienden a ser calcáreas y muchas veces contienen una fracción limolítica significativa.</p> <p>Los mármoles gradan, desde abajo, de colores verde claro-verde grisáceos, localmente gris claro o rojo grisáceo, en capas de varios milímetros a más de 1 m de espesor, a gris claro-mediano, en capas de 30 m de espesor interestratificadas en ciertas partes con filita, e inclusive a gris oscuro en capas de mármol localmente fanítica. Los primeros mármoles contienen pocos y pequeños granos interpenetrados de cuarzo y plagioclasa, así como algo de grafito, mica y piritita.</p> <p>Los metaconglomerados son de color gris oscuro a verdoso con clastos de hasta 50 cm de diámetro. Los guijarros se encuentran constituidos por fragmentos de metalava basáltica, cuarzo, mármol, fanita y granofel cuarzo-albítico. Otros metaconglomerados son de color gris verdoso con fragmentos de roca altamente constituidos por micas, y guijarros volcánicos.</p> <p>Se aprecian cuerpos de metaarenisca pura de color gris oscuro y estratificación gruesa, intercalados con los metaconglomerados anteriores; el escojimiento es moderado a bueno y los granos son redondeados a angulares.</p> <p>En donde ocurre la filita se observan escasos afloramientos de metaarenisca pura y metalimolita feldespática calcárea, con tamaño de grano fino.</p> <p>En ciertas localidades se encuentra interestratificada la metalava de Paracotos, principalmente almohadillada y en forma de flujos brechados con la filita negra.</p>
<p>Estructuras</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Plegamientos de arrastre inarmónicos en mármoles.</li> <li>-Estructuras concordantes con la Metatoba de El Caño y de buzamiento sur.</li> <li>-Intenso cizallamiento de la filita cerca del contacto con la Metatoba de El Caño.</li> <li>-La mayor parte de las lineaciones presentan declives hacia el suroeste.</li> <li>-Las lineaciones de los micropliegues en roca filítica no se encuentran en todos lados.</li> <li>-Los contactos norte y sur de la unidad son de falla.</li> </ul>

Continuación de la Tabla 3

<p>Descripción litológica</p>	<p>Las primeras son rocas de color gris oscuro a mediano o verde pálido, las cuales en ciertas partes tienden a ser calcáreas y muchas veces contienen una fracción limolítica significativa.</p> <p>Los mármoles gradan, desde abajo, de colores verde claro-verde grisáceos, localmente gris claro o rojo grisáceo, en capas de varios milímetros a más de 1 m de espesor, a gris claro-mediano, en capas de 30 m de espesor interestratificadas en ciertas partes con filita, e inclusive a gris oscuro en capas de mármol localmente fanítica. Los primeros mármoles contienen pocos y pequeños granos interpenetrados de cuarzo y plagioclasa, así como algo de grafito, mica y piritita.</p> <p>Los metaconglomerados son de color gris oscuro a verdoso con clastos de hasta 50 cm de diámetro. Los guijarros se encuentran constituidos por fragmentos de metalava basáltica, cuarzo, mármol, fanita y granofel cuarzo-albítico. Otros metaconglomerados son de color gris verdoso con fragmentos de roca altamente constituidos por micas, y guijarros volcánicos.</p> <p>Se aprecian cuerpos de metaarenisca pura de color gris oscuro y estratificación gruesa, intercalados con los metaconglomerados anteriores; el escojimiento es moderado a bueno y los granos son redondeados a angulares.</p> <p>En donde ocurre la filita se observan escasos afloramientos de metaarenisca pura y metalimolita feldespática calcárea, con tamaño de grano fino.</p> <p>En ciertas localidades se encuentra interestratificada la metalava de Paracotos, principalmente almohadillada y en forma de flujos brechados con la filita negra.</p>
<p>Estructuras</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Plegamientos de arrastre inarmónicos en mármoles.</li> <li>-Estructuras concordantes con la Metatoba de El Caño y de buzamiento sur.</li> <li>-Intenso cizallamiento de la filita cerca del contacto con la Metatoba de El Caño.</li> <li>-La mayor parte de las lineaciones presentan declives hacia el suroeste.</li> <li>-Las lineaciones de los micropliegues en roca filítica no se encuentran en todos lados.</li> <li>-Los contactos norte y sur de la unidad son de falla.</li> </ul>

Tabla 4. Cuadro resumen de la Metatoba de El Caño, modificado de SEIDERS (1965)

Aspectos históricos	<p>SHAGAM (1960, 257) divide a la Asociación Metavolcanosedimentaria de Villa de Cura en cuatro formaciones, que de más antigua a joven, son: El Caño, El Chino, El Carmen y Santa Isabel.</p> <p>Para SEIDERS (1965) la secuencia podría ser inversa no sólo en Miranda central sino también a nivel regional; prueba de ello lo constituye el hecho de encontrar mineralogía de esquistos verdes únicamente en Santa Isabel, mientras que el resto contendrían conjuntos de pumpellita y lawsonita.</p> <p>Más tarde, NAVARRO (1983) tomando en cuenta la secuencia establecida por SEIDERS establece que las rocas de El Caño y El Chino no son cartográficas independientemente, debiendo ser incluidas dentro de una misma unidad llamada: "Unidad de Metatobas".</p> <p>Para MENÉNDEZ (1966) la falla de Agua Fría, la cual pone en contacto a la Filita de Paracotos con la parte septentrional de la Metatoba de El Caño, es de estratificación, a partir de lo cual infiere que todas las rocas pertenecientes a dicha asociación forman parte de un bloque de procedencia alóctona.</p>
Localidad Tipo	Río el Caño, afluente del río El Pao, a unos 6 km al noroeste de San Sebastián, distrito Zamora, estado Aragua.
Tipos litológicos	Metatobas y metalavas ferromagnéticas.

Continuación de la Tabla 4

Descripción litológica	<p>La metatoba es afanítica y de laminación finamente destacada. Por su parte las metalavas presentan dos variedades:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1.- Una de ellas caracterizada por fenocristales anhedrales de clinopiroxeno en una matriz igualmente de clinopiroxeno prismático a granular, y de otros minerales microcristalinos.</li> <li>2.- La segunda variedad contiene fenocristales de plagioclasa (sausuritizados) en una matriz subofítica de plagioclasa y augita.</li> </ol>
Estructuras	<p>Plegamiento isoclinal en pequeña escala de milímetros a centímetros. Estructuras concordantes con la Filita de Paracotos y de buzamiento sur.</p>
Metamorfismo Alcanzado	<p>Según Shagam (1960) estas rocas fueron metamorfozadas en la facies de los esquistos verdes, pero el autor demuestra que no se llegó a este grado sino más bien a conjuntos de grados inferiores; constituidos por pumpellita y lawsonita.</p>
Edad	<p>Se interpreta como Jurásico – Cretácico, de igual manera que el resto de la asociación.</p>
Observaciones	<p>-La relación estratigráfica de estas rocas con relación al resto de las observadas en la Cordillera de la Costa es muy complicada, ya que probablemente sean alóctonas en su posición actual. -Esta unidad es la más joven dentro de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura.</p>

## **4. GEOLOGÍA LOCAL**

### **4.1. Generalidades**

Dentro del área de estudio se cartografiaron cuatro unidades o franjas las cuales se disponen a todo lo largo de la misma con contactos subparalelos entre sí, de más joven a antigua se enumeran a continuación:

- . Unidad 1 (Filita de Muruguata).
- . Unidad 2 (Filita de Paracotos).
- . Unidad 3 (Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura).
- . Unidad 4 (Complejo Conoropa).

También se definió una Unidad 5, de cuerpos serpentiniticos que afloran por toda la zona con forma de lentes de hasta 100 m de espesor.

### **4.2. Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura**

#### **4.2.1. Ubicación y extensión geográfica**

Las rocas pertenecientes a esta unidad se encuentran localizadas en la parte sur de la zona de estudio; se extienden desde el caserío de Aragüita al suroeste hasta Caucagua al este, ocupando el 25% del área de estudio.

#### **4.2.2. Características de campo**

La secuencia de rocas predominantemente metavolcánicas (tobas) que se encuentran intercaladas con rocas metasedimentarias (filitas) en forma de bandas que oscilan entre ½ cm y varios metros de espesor. Las primeras conforman una serie de cuerpos afaníticos con laminación fina destacada, siendo sus colores de meteorización verdes oscuros mientras que los colores frescos son característicamente verde claro. Los metasedimentos muestran un desarrollo pronunciado de la foliación, siendo sus colores grises bastante oscuros en general, con tendencia a fracturarse en forma de lajas, paralelamente con respecto los planos de debilidad. Esta faja desaparece hacia el Este por debajo de

los sedimentos cuaternarios de la cuenca del Tuy; tiene elevaciones entre los 200 y 300 msnm, siendo sus quebradas estrechas y asimétricas. La topografía en general es suavemente inclinada.

#### **4.2.3. Contactos**

Las rocas de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura infrayacen sedimentos terciarios y cuaternarios hacia el sureste. En la localidad # 33, ubicada a pocos metros de distancia de la carretera que va hacia la población de Aragüita, en la parte más baja de la quebrada Casupo, es posible observar rocas sedimentarias que forman parte del margen occidental de la cuenca Terciaria del Tuy, siendo muy difícil determinar la naturaleza del contacto entre éstas y las primeras rocas metamórficas localizadas varias decenas de metros hacia el Norte.

Un poco más al Norte es factible identificar, no solo en la quebrada Casupo sino también en la quebrada Conoropa, un cambio litológico marcado por la desaparición o por lo menos disminución de los afloramientos de metatobas, para dar preponderancia a las rocas filíticas intercaladas con lentes de mármol, cerca de la zona de contacto parecieran mantenerse las tendencias, no siendo posible la determinación del tipo de contacto existente entre ambas unidades.

#### **4.2.4. Tipos litológicos**

- Filita micácea.
- Filita cuarzo grafitosa.
- Filita grafitosa calcárea.
- Filita micáceo cuarzosa.
- Metatoba híbrida.
- Metatoba lítica grosera híbrida.
- Metagabro cuarcífero.

**Tabla 5.** Tipos de rocas pertenecientes a la Asociación Meta-volcanosedimentaria Villa de Cura (sin diferenciar).

Roca Metamórfica	Aspecto	Litotipo	# de Muestra	Facies Metamórfica	Protolito (probable)
Filita	Firmemente endurecida, laminada	-Filita micácea -Filita cuarzo grafitosa -Filita grafitoso carbonática -Filita micáceo cuarzosa	1 4-B/ 2/34  3-A  4-A	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Lutita, Argilita, rocas tobáceas y otras de grano fino
Metatoba	Laminada y/o bandeada	-Metatoba híbrida -Metatoba lítica grosera híbrida	23 35	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Rocas piroclásticas, sedimentos mixtos
Metagabro cuarcífero	Masiva con textura fanerítica		36	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Roca ígnea máfica

#### 4.2.5. Análisis petrográficos

##### 4.2.5.1. Filitas

###### Aspecto general:

Predominantemente son rocas micáceas de grano muy fino en los cuales se aprecia cierto lustre satinado sobre las superficies de foliación. Su color es bastante oscuro con tonos que varían entre el gris y el negro; es muy conspicuo su abundante contenido de grafito. En cuanto a su textura se aprecia un claro dominio de los minerales a orientarse u alinearse (textura lepidoblástica), aún cuando existen zonas en donde el contenido de cuarzo es dominante. Con relación al tamaño de grano y mineralogía se encuentran situados entre las filitas y

los esquistos, siendo característico en ellas la notable orientación de sus minerales.

Algunas variedades ricas en micas presentan colores verde claros con cierta orientación de trazas discontinuas de minerales oscuros, característicamente plegadas según un patrón bastante suavizado de formas. El agregado como tal se encuentra conformado por una serie de micas (muscovita) yuxtapuestas de hábito lamelar, en el interior de las cuales se aprecia un tipo particular de mineral opaco (pirita) de grano muy fino el cual se encuentra en proporciones apreciables. Producto de la alteración de estos cuerpos se observa un satinado blancuzco el cual le confiere a las superficies de foliación cierto lustre craso o resinoso.

Otras muestras de mayor tamaño de grano y contenido de cuarzo se presentan más masivas y característicamente atravesadas por trenes de minerales oscuros del orden de varios milímetros, los cuales originalmente se encontraban paralelamente dispuestos con respecto a la foliación y posteriormente fueron deformadas según patrones de plegamientos que van de cerrados a isoclinales.

Las variedades más ricas en grafito son oscuras a negras, masivas, con tamaños de grano muy finos, encontrándose característicamente bandeadas junto con bandas de metatobas verde claras en el orden de varios centímetros e incluso metros de espesor (figura 2). Dichas bandas son de color verde claro característico (cuarzo y minerales verdes) y negro (cuarzo y grafito); siendo las primeras, las de mayor ocurrencia a nivel de afloramiento y/o campo. En el seno de las filitas ocurren cristales de pirita así como una serie de vetas de cuarzo de un milímetro de anchura las cuales cruzan diagonalmente la foliación.

Dentro de las variedades de filita cuarzosa-grafitosa se encuentran algunas sumamente plegadas y fracturadas, caracterizadas por la presencia de bandas oscuras (grafito) de aproximadamente 1 mm, y claras en tonos de gris (cuarzo y mica) del orden de varios mm de espesor; a sí mismo se observan cierto tipo de

bandas discontinuas manchadas de óxido de color marrón-rojizo a nivel local, las cuales le imparten cierto aspecto moteado característico a estos cuerpos.

Las variedades más ricas en carbonatos se presentan de color negro, compactas, y con tamaño de grano muy fino; encontrándose caracterizadas por el excelente desarrollo de sus planos de foliación, así como por la presencia de gran cantidad de vetas de calcita de aproximadamente  $\frac{1}{2}$  cm de espesor las cuales se disponen tanto paralela como perpendicularmente con respecto a éstos.

Mineralógicamente se aprecian granos alargados de cuarzo tanto en lentes e hilos de segregación como en forma de vetas. Por otro lado se observan variedad de micas entre las cuales destacan la muscovita, sericita y/o clorita (filosilicato); todas ellas dispuestas en forma de hojuelas paralelamente entre sí. A nivel de afloramiento se cuentan numerables cortes, plegamientos bastante suaves e irregulares, grietas de tracción, etc. Estas estructuras se presentan marcadas por segregaciones de cuarzo grueso y/o mica así como por vetas de carbonatos (calcita), las cuales cruzan a las rocas.



**Figura 2.** Aspecto del bandeamiento entre la filita grafitosa y la metatoba, muestra # 2.

#### 4.2.5.2. Petrografía

##### Matriz:

La matriz cuarzo-feldespática de estas rocas consta de un agregado con tamaño de grano muy fino en el cual resulta posible observar cierto número de características:

- El tamaño de grano promedio es de 0,15 mm de diámetro, los granos se presentan ligeramente alargados con contactos intergranulares apretados y suturados. La fracción de grano más gruesa presente en la matriz de cuarzo contiene cristales de albita con hábito de subhedrales a anhedrales, y maclado polisintético deformado.

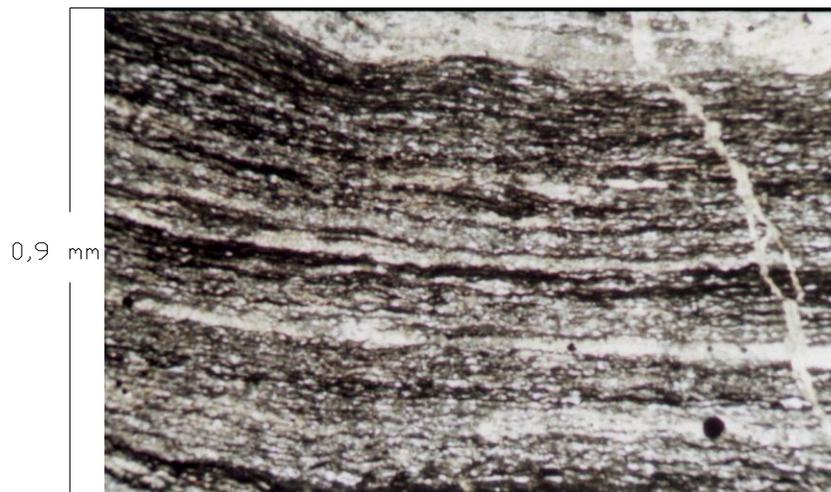
- Gran parte del cuarzo tiene extinción ondulatoria. Su proporción supera más del 50%. A nivel local, se aprecian grupos de agregados de cuarzo de mayor tamaño los cuales tienen extinción completa y contactos con geometría de “punto triple”; con cierta tendencia a la poligonización de los cristales. Además de estos cristales se reconoce la presencia de feldespatos sumamente alterados a micas, con maclado simple; plagioclasas (albita) macladas polisintéticamente, en menores proporciones.

- Alrededor de la mica ocurre cierto agregado translúcido a opaco de grafito el cual se encuentra alterado. El grafito es muy abundante en este tipo de rocas, con un porcentaje de ocurrencia mayor al 10 %.

- Algunas rocas muestran una matriz estructuralmente conformada por un conspicuo bandeamiento de materiales claros y oscuros; estando los primeros constituidos únicamente por cuarzo y los últimos, nuevamente, además de cuarzo, por lo que pareciera ser esfena y grafito. Perpendicularmente con respecto a la foliación se observan pequeñas vetas de carbonato. En otras las bandas son irregulares, algo plegadas y hasta fracturadas, con espesores de 0,1 a 2,2 mm;

estando conformadas por cuarzo blanco de grano muy fino y uniforme, pequeños listones de sericita, aleatoriamente dispuestos con respecto a éste, y grafito de color marrón oscuro.

- En el interior de ciertos agregados es posible observar clorita en tonos de verde claro, con colores de interferencia anómalos, la cual se dispone como producto de alteración en la periferia de ciertos cristales prismáticos grandes y rotados de muscovita. De igual manera ocurre un contenido muy importante de mica (sericita) la cual genera una foliación lepidoblástica bastante marcada. Entre ella se encuentran proporciones significativas de grafito y opacos (varios). El epidoto esta representado por cristales de hábito columnar.



**Figura 3.** Fotomicrografía de filita grafitosa, nícoles cruzados, muestra # 3

**Cuarzo:**

Presenta tamaño de grano bastante uniforme de 0,1 mm y extinción ondulatoria, se encuentra asociado en ciertas bandas con pequeños listones de mica sericita.

**Sericita:**

Se aprecia interbandeada con el cuarzo de la matriz y en promedio se encuentran cantidades importantes de escamas (tabla #6) de la misma en forma de agregados y/o listones (textura lepidoblástica). Dichas fibras minerales generan bandas contorneadas alrededor de los granos de cuarzo las cuales se disponen

alternadamente de forma poco concordante a la foliación. Los colores de absorción son bastante claros en tonos de amarillo; sin presencia de pleocroismo. Los colores de interferencia son amarillos, rojos y azules muy vívidos de segundo o tercer orden. La sericita se diferencia de la muscovita en éste tipo de rocas por su tamaño de grano muy fino y su alta birrefringencia.

#### Clorita:

De hábito escamoso a irregular, presente en menos de la mitad de las muestras, con un bajo promedio de ocurrencia, se caracteriza por enseñar tonos verdes, ligeramente pleocroicos, así como colores de interferencia marrones oscuros de bajo orden; un tanto característicos.

#### Epidoto:

Se presenta como mineral accesorio en forma de cristales prismáticos (secciones longitudinales) con extinción prácticamente paralela y en nícoles cruzados colores azules, amarillos y verdes con parches amarillo-rojizos; relieve moderado a alto.

#### Grafito:

Es bastante abundante en este tipo de rocas, sus tonos son oscuros, encontrándose dispuesto aleatoriamente a todo lo largo y ancho de la sección, con diafanidad de opaco a translucido. Algunas veces se concentra a lo largo de delgadas bandas de color marrón característico.

#### Carbonato:

Se aprecia con su típico clivaje rombohédrico y incoloro en nícoles paralelos, alta birrefringencia en tonos verde rojizos brillantes.

#### Piroxenos:

En una sola muestra de filita micácea (muestra # 1) se observan ciertas secciones basales anhedrales de clinopiroxeno (diopsida). Los colores de

interferencia son amarillo-naranja-rojizos, mientras que los de absorción son verde-marrones claros invariables. Las secciones longitudinales de hábito prismático presentan extinción de unos 28°; con colores amarillos, rojos, azules y naranjas (vivididos) de segundo orden. Algunos cristales tienen bordes de alteración (clorita/actinolita-tremolita) de color marrón claro (nícoles cruzados); apreciándose el desarrollo de sombras de presión.

Accesorios:

Entre los accesorios se encuentra el epidoto, y entre los opacos destaca la pirita.

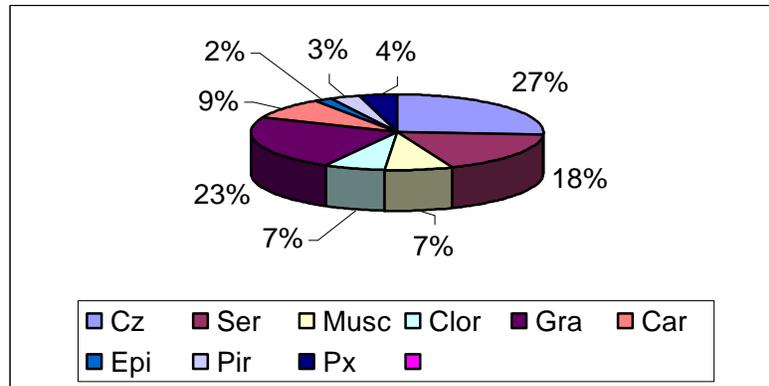
Vetas posteriores:

Se presentan numerables vetas de calcita, tanto concordantes como no a la foliación, cuyos espesores resultan bastante variables entre 1 a 10 mm, conformando una especie de mosaico “vitral” de formas, en el interior de las vetas.

El porcentaje composicional se presenta en detalle en la tabla # 6 y en la figura # 4.

**Tabla 6.** Composición mineralógica (%) de las filitas de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura. Abreviaturas: Cz: cuarzo, Ser: sericita, Mus: muscovita, Clor: clorita, G: grafito, Car: carbonato, E: epidoto, Pir: pirita, B: biotita, Px: piroxeno.

Muestra #	Cz	Ser	Mus	Clor	G	Car	E	Pir	Px
1	20	40	10	15			5		10
2	52				40	2	1	5	
4-B	50	17	3	6	20		2		2
34	60	10			30				
3-A	20				50	25		5	
4-A	35	40	20					5	
Promedio	39	27	11	10	35	14	3	5	6
Máx.	60	40	10	15	50	25	5	5	10
Min.	20	10	3	6	20	2	1	5	2

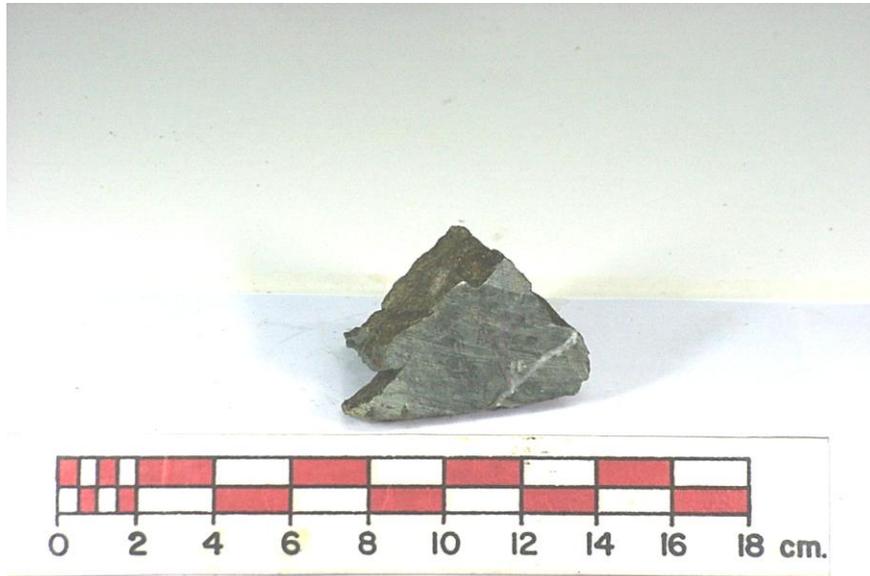


**Figura 4.** Gráfico composicional de las filitas de la Asociación Metavolcanosedimentaria de Villa de Cura.

#### 4.2.5.3. Metatobas

##### Aspecto general:

La toba presenta una textura marcadamente granular, bien consolidada y de estructura masiva, con un tamaño de grano extremadamente fino. Su color es bastante claro en tonos de verde y gris (figura 5). En algunas se aprecia la ocurrencia de vetas translúcidas de cuarzo del orden de 2 ó 3 mm de espesor, las cuales se disponen aleatoriamente a través del agregado. Este se encuentra conformado de igual manera por una matriz de grano muy fino en donde es posible apreciar grandes cristales de pirita. Estas rocas se encuentran interbandeadas de manera muy irregular en el orden de milímetros a centímetros e incluso metros, con lo que parecen ser filitas grafitosas no calcáreas. Su composición tiende a ser entre intermedia. La ocurrencia entremezclada de estas rocas con la filita es muy característica, siendo perfectamente concordantes con la foliación de la misma. Existen zonas preferenciales para el afloramiento de la toba del orden de las decenas de metros en donde se aprecia a la filita incluida o embebida en ella, y viceversa. Resulta un poco difícil establecer la abundancia relativa entre ambos tipos litológicos.



**Figura 5.** Aspecto de la metatoba de la Asociación meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura, muestra #23.

En la zona de estudio se hallaron un significativo número de rocas piroclásticas metamorizadas, HEINRICH (1956) plantea una clasificación para estas rocas piroclásticas basada principalmente en el tamaño de grano y forma de los mismos (Tabla 7), también las tobas se clasifican en base a la naturaleza de sus partículas (Figura 6) las cuales se pueden denominar como:

- 1.- Vítreas, las que contienen predominantemente partículas de vidrio.
- 2.- Líticas, las que contienen predominantemente fragmentos de roca.
- 3.. Cristalinas, las que contienen predominantemente trozos de cristal.

Se utiliza el término de tobas híbridas a las tobas que han sido erosionadas, retransportadas y vueltas a depositar por las corrientes de agua, contienen generalmente materiales sedimentarios adicionales en proporciones varias tales como: cuarzo detrítico, arcilla o ambos.

**Tabla 7.** Clasificación de rocas piroclásticas en base al tamaño y forma de los granos según HEINRICH (1956).

Tamaño del grano en mm (t)	No consolidadas	Consolidadas
$t > 32$	Bombas Bloques (angulosos) Bloques + cenizas	Aglomerados Brechas volcánicas Brechas tobáceas
$4 < t < 32$	Lapilli Cenizas (vesiculares)	Tobas de lapilli Tobas ceneríticas de lapilli
$1/4 < t < 4$	Cenizas gruesas	Tobas groseras
$T < 1/4$	Cenizas o polvo volcánico	Tobas



**Figura 6.** Clasificación de tobas según su composición, tomado de Heinrich (1956)

#### 4.2.5.4. Petrografía



**Figura 7.** Fotomicrografía de metatoba lítica grosera híbrida de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura, en nicoles cruzados, muestra #35.

##### Matriz:

La matriz de estas rocas se encuentra conformada por un agregado microcristalino de cuarzo, escamas de mica sericita, aleatoriamente dispuestas, esfena, grafito y carbonatos. La estructura en forma de bandeamiento pone en contacto capas de minerales claros (cuarzo y carbonatos minoritarios) con capas oscuras constituidas por grafito, esfena, opacos varios y cuarzo minoritario (figura 7). Dicha matriz se encuentra atravesada por una variedad de vetas de cuarzo. Las fracturas mayores se encuentran revestidas ortogonalmente por cuarzo, que gradan hacia las partes centrales a granos de cuarzo y plagioclasa entrelazados. Los cuarzos presentan bordes irregulares (aserrados) e interpenetrados. Los granos minerales se observan deformados, mostrando fuerte extinción ondulatoria.

##### Cuarzo:

Los granos subhedrales-anhedrales de cuarzo incoloro en nicoles paralelos, con extinción ondulatoria, de aproximadamente  $\frac{1}{2}$  mm y colores de interferencia en tonos grises del primer orden, se presentan con inclusiones de agujas de actinolita de colores verde claros brillantes.

### Albita-oligoclasa:

Se presenta en la matriz de una de las muestras (#23) y se observan bastante alteradas a agregados de mica sericita, la cual tiende a orientarse en bandas aleatoriamente dispuestas alrededor de los conjuntos microcristalinos presentes en ésta o en la periferia de cierto grupo de cristales de cuarzo, de mayor tamaño. Paralelamente dispuestas con respecto a las micas se tienen vetas y agregados de carbonatos, aparentemente calcita, muchos de los cuales aparecen como productos de alteración de las mismas plagioclasas. Resulta común encontrar fragmentos de albita muy alterados, tal y como se ha mencionado con anterioridad, y rotados, lo cual promueve el desarrollo de sombras de presión alrededor de los granos. Éstos, inclusive, presentan inclusiones no orientadas de epidoto.

De igual manera la albita-oligoclasa ocurre en forma de cristales prismáticos (subhedrales) de aproximadamente 2 mm con lados irregulares, presentando tanto maclado simple como polisintético (ley de la Albita). Sus colores de interferencia son los típicos grises claros a oscuros de primer orden; presentándose numerables inclusiones de pequeños cristales prismáticos de clinozoisita/epidoto, en el interior de estos feldespatos.

### Sericita:

Se aprecian zonas en forma de parches, con cristales de mica muscovita en su variedad sericita de tamaño de grano extremadamente fino, con colores de interferencia en tonos amarillo y anaranjados del segundo al tercer orden. Hacia otras áreas se observan cristales prismáticos y disgregados de muscovita de aproximadamente 0,2 mm de longitud.

### Clorita:

Aparece de color verde claro en nícoles paralelos, siendo evidentemente pleocroica, se encuentra asociada íntimamente junto con cuarzo y grafito. Este filossilicato puede provenir en parte de la alteración de la biotita.

Epidoto:

Ocurre como accesorio. Se presenta como de agregados fino y de hábito que tiende a ser prismático, con bordes subhedrales. Los colores de interferencia son amarillos opacos. En los cristales de mayor tamaño se presenta tanto secciones basales de seis lados, cuyas formas son de euhedrales a subhedrales, como longitudinales elongadas de hábito columnar. La mayoría de los agregados tienen colores de interferencia amarillo pálidos, similares a los observados en los piroxenos, aunque se aprecian tonos gris azulado pálidos. En ciertas secciones es posible observar tonos azules, rojos y amarillos bastante fuertes.

Pirita:

Entre los opacos destacan los cristales cúbicos de lustre dorado de Pirita, los cuales como bien se dijo pueden ser observados a simple vista en muestra de mano.

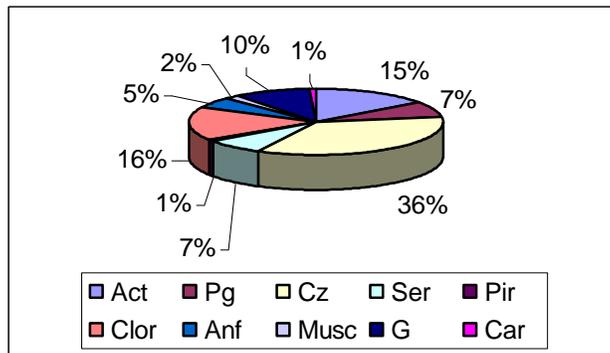
Grafito:

De diafanidad opaca a translúcida y color marrón en nícoles paralelos, en agregados microcristalinos.

La composición porcentual de éste tipo de rocas se presenta en la figura #3 y la tabla #8.

**Tabla 8.** Composición mineralógica (%) de las metatobas de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura. Abreviaturas: Plag: plagioclasa, Cz: cuarzo, Ser: sericita, Pir: pirita, Clor: clorita, Anf: anfíbol, Mus: muscovita, G: grafito, Act: actinolita, Cal: calcita.

# de Muestra	Cz	Plag	Ser	Anf	Mus	Clor	Act	G	Pir	Cal
23	49	10	11		3		20	5	1	1
35	45		10	7		22		20	1	
Promedio	47	10	10	7	3	22	20	13	1	1
Máx.	49	-	11	-	-	-	-	20	1	-
Min.	44	-	10	-	-	-	-	5	1	-



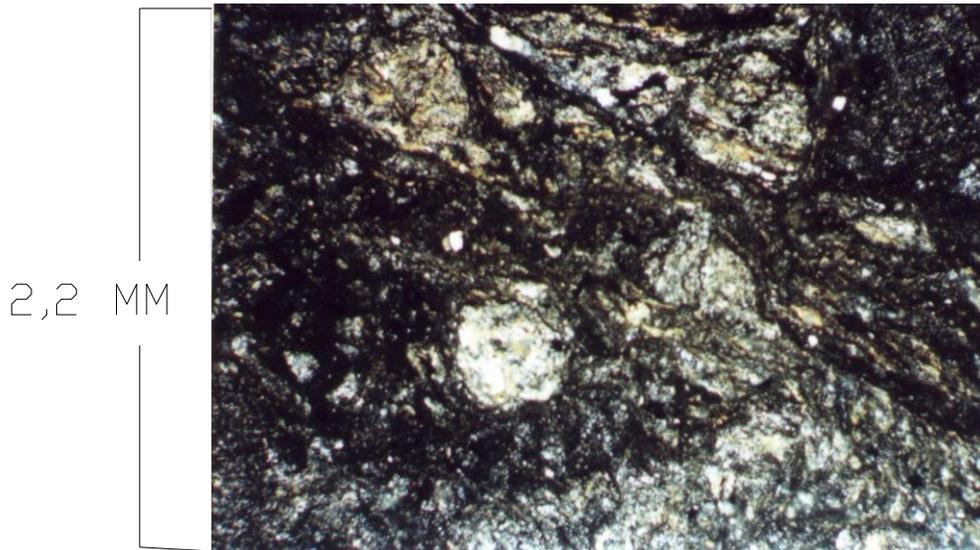
**Figura 8.** Grafico composicional de la Metatoba de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura.

#### 4.2.5.5. Metagabro cuarcífero

##### Aspecto general:

Roca de estructura masiva y textura fanerítica en la cual destacan minerales verde claros de hábito prismático-tabular/columnar (textura nematoblástica), así como otros un poco más oscuros en tonos de gris; llegándose a desarrollar cierto tipo de zonaciones metamórficas en forma de bandeamientos irregulares de varios centímetros de espesor.

#### 4.3.5.6. Petrografía



**Figura 9.** Fotomicrografía de cristal de ortopiroxeno en metagabro cuarcífero de la Asociación Meta-volcanosedimentaria Villa de Cura, muestra #36.

#### Augita:

Se presenta en grandes cristales, con hábito prismático, no es pleocroico y tiene colores de interferencia amarillo pálidos de primer o segundo orden. Las secciones basales se muestran con clivaje prácticamente rectangular, en dos direcciones.

#### Ortopiroxeno:

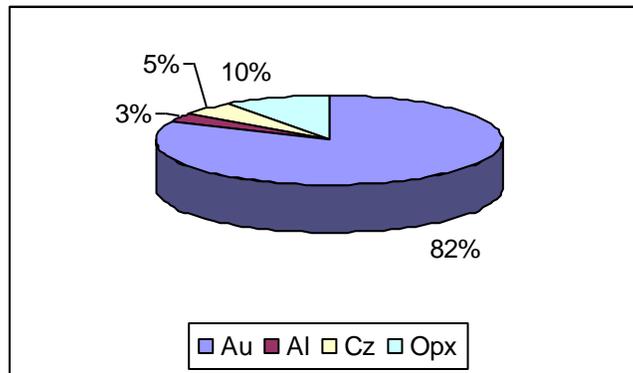
Se diferencia de la augita por presentar secciones longitudinales de hábito prismático (figura 9).

Ambos tipos de piroxeno se encuentran íntimamente asociados entre sí presentándose los cristales de ambos minerales en contacto mutuo, estando la augita presente en mucha mayor cantidad que el otro, junto con algo de cuarzo ondulatorio secundario y cristales maclados (deformados) de plagioclasa.

Para ver la composición porcentual de ésta roca ver tabla #9 y la figura #4.

**Tabla 9.** Composición mineralógica (%) del metagabro cuarcífero de la Asociación meta-volcanosedimentaria Villa de Cura. Abreviaturas: Al: albita-oligoclasa, Cz: cuarzo, Opx: ortopiroxeno, Au: augita.

# de Muestra	Cz	Al	Au	Opx
36	5	3	82	10



**Figura 10.** Gráfico composicional de metagabro cuarcífero de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura.

### **4.3. Filita de Paracotos**

#### **4.3.1. Ubicación y extensión geográfica**

Esta unidad se encuentra ubicada al Norte de la falla de Casupo donde tiene el contacto con la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura y al Sur de la falla de Conoropa donde tiene contacto con el Complejo Conoropa. La misma se muestra en el mapa ocupando un 15% de su área en forma casi continua por una distancia de unos 7 km, con una anchura máxima 1 km.

#### **4.3.2. Características de campo**

Litológicamente se aprecia un dominio de las rocas filíticas con tamaño de grano fino y color gris bastante oscuro a negro, tanto de meteorización como fresco, observándose gradaciones a filitas carbonáticas compactas junto con mármoles afaníticos grises. Estos cuerpos persisten sin cambios esenciales a través de la faja; las elevaciones de las colinas oscilan entre los 200 y 300 msnm, teniendo sus laderas pendientes del orden de 20° a 25° en los flancos Norte y 12° a 15° en los Sur.

#### **4.3.3. Contactos**

Las rocas de la Filita de Paracotos desaparecen hacia el Este, por debajo de los sedimentos de la cuenca Terciaria del Tuy (SEIDERS 1965). A partir del estudio de las fotografías aéreas del área se determina el Norte de ésta unidad un contacto de falla con la unidad del Complejo Conoropa, dicha falla se denomina como falla de Conoropa, al Sur de ésta unidad se determina un contacto de falla con la unidad de las Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura dicha falla se denomina como falla de Casupo. En la traza de la falla se observan cuerpos serpentínicos que se asocian a ésta.

#### 4.3.4. Tipos Litológicos

- Metatoba híbrida grosera.
- Metatoba grosera.
- Mármol.
- Mármol foliado.
- Esquisto cuarzo grafitoso.

**Tabla 10.** Tipos de roca pertenecientes a la Filita de Paracotos.

Roca Metamórfica	Aspecto	Litotipos	# de Muestra	Facies Metamórfica	Protolito (probable)
Metatoba	Laminada y/o bandeada con estructura fragmentaria	-Metatoba híbrida grosera -Metatoba grosera	5+300 21	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Rocas piroclásticas; sedimentos mixtos
Mármol	Granoblástica y localmente foliada	-Mármol -Mármol foliado	13-A/22 13-B/ 8	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Calizas impuras o margas
Esquisto	Esquistosidad pronunciada	-Esquisto cuarzo grafitoso muscovítico	20	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Arenas impuras con mezcla de materia orgánica

#### 4.3.5. Análisis petrográficos

##### 4.3.5.1. Metatobas

###### Aspecto general:

Las metatobas híbridas presentan colores que van del verde oscuro al negro con estructura maciza, donde se aprecian granos de cuarzo del orden de los 2 mm aleatoriamente dispuestos, sin orientación, en una matriz de grano muy fino.

Por su parte las metatobas groséras presentan colores grises más oscuros, observándose cierta orientación de granos aplastados de lo que parece ser cuarzo o incluso plagioclasa, con ejes mayores en el orden de 1 a 5 mm, así como el desarrollo efectivo de planos de debilidad (foliación). Se aprecian además algunas amígdalas con dimensiones de 1 ½ a 4 mm y fragmentos de roca angulosos de cuarzo negro (chert), con eje mayor de un poco más de medio cm. (tabla #10).

Para determinar los nombres de este tipo de rocas se utilizó la clasificación expuesta en la tabla #7 y la figura # 6.

#### 4.3.5.2. Petrografía

##### Cuarzo:

Se presenta anhedral y con contactos suturados (apretados), encontrándose tanto en vetas como en la matriz microcristalina; estando asociado con la albita.

En la metatoba híbrida grosera (figura 11) aparece incoloro y con extinción ondulatoria, en forma de microcristales tanto en fragmentos de roca metasedimentarios como en la matriz; estando sus caras pobremente desarrolladas (anhedrales).

##### Feldespató potásico:

Se presenta en la matriz como microcristales anhedrales asociados con cuarzo. El microclino se muestra incolora bajo nícoles paralelos, con colores de birrefringencia en tonos grises de bajo orden y extinción recta (completa); además de estar asociada con el cuarzo de la matriz, se encuentra incluida dentro de los fragmentos de rocas metasedimentarias.

##### Albita:

Con maclado polisintético se presenta distribuida de manera irregular en la sección. Los cristales con formas tabulares (anhedrales). Este mineral se encuentra igualmente presente en ciertos fragmentos de roca de similar composición.

Muscovita:

Se observa incolora en nícoles paralelos por su parte, se caracteriza por presentarse en pequeños agregados de cristales de hábito micáceo, con textura “ojo de pájaro” y colores de interferencia amarillo rojizos de 1er y 2do orden; de igual manera su distribución en la sección es un tanto irregular, sin presentar orientación preferencial.

Epidoto:

Se presenta en la matriz como un grupo de agregados de pequeños cristales de granulares a tabulares, los cuales presentan colores verde amarillentos a incoloros, relieves bastante altos y birrefringencia moderada con colores de 2do orden; sólo fue observado en la muestra #5+300.

Esfena:

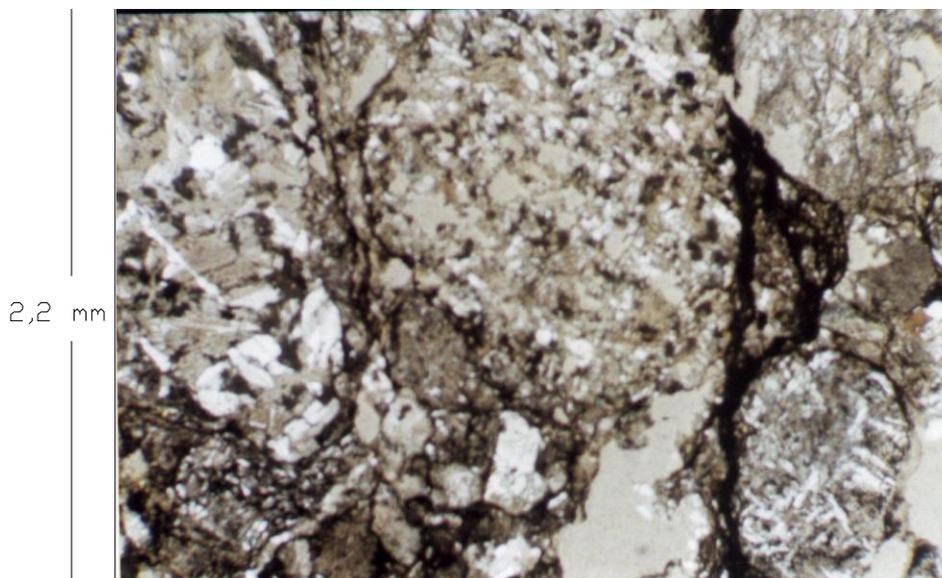
Marrón a verde pálida ocurre de manera un tanto irregular dentro de una de la sección #5+300, presentando cristales euhédricos con hábito rómbico alargado los cuales tienen relieves altos y birrefringencia moderada, con colores de interferencia del segundo orden.

Pirita:

Éste mineral opaco ocurre en forma de pequeños pero a la vez resaltantes cristales dorados (luz reflejada) de hábito cúbico.

Grafito:

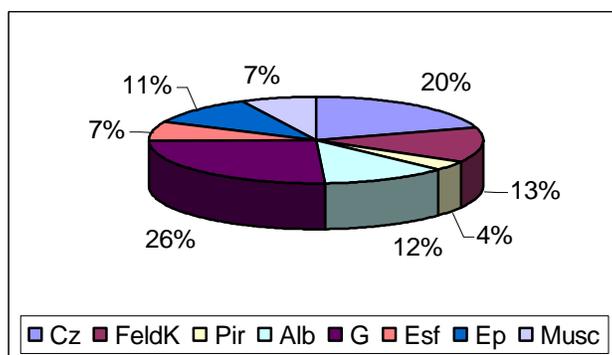
Por su parte se presenta en la muestra #21 en forma de lajas prácticamente opacas (marrón oscuro), las cuales tienden a acumularse hacia el interior de las grietas.



**Figura 11.** Fotomicrografía de metatoba grosera en nícoles cruzados, muestra #21, de la Filita de Paracotos.

**Tabla 11.** Composición mineralógica (%) de las metatobas de la Filita de Paracotos. Abreviaturas: Alb: albita, Cz: cuarzo, FeldK: feldespato potásico, Pir: pirita, Clor: clorita, G: grafito, Esf: esfena, E: epidoto, Mus: muscovita.

# de Muestra	Cz	FeldK	Alb	Mus	Esf	E	G	Pir
5+300	30	15	15	10	10	15		5
21	25	20	20				35	
Promedio	28	18	17	10	10	15	35	5
Máx.	30	20	15	10	10	15	35	5
Min.	25	15	20	10	10	15	35	5



**Figura 12.** Grafico composicional de las metatobas de la Filita de Paracotos

### 4.3.5.3. Mármol

#### Aspecto general:

Es una roca con estructura masiva, finamente cristalina (sacaroidea). Aún cuando su textura es claramente granoblástica, se encuentran zonas a nivel local en donde se aprecia un fuerte desarrollo de planos de foliación (laminación); los cuales varían entre 1 a 10 mm de espesor. La coloración de las rocas es clara con tonos que cambian entre el gris y el azul (parches). Inclusive se encuentran cuerpos de mármol con tonalidades verdes, en quebrada Casupo.

Las variedades de textura masiva o zonada, con tamaño de grano que varia de fino a medio, muestran granos de cuarzo subredondeados de 1 a 2 mm, estando sus estructuras conformadas por un conjunto de agregados microcristalinos de carbonatos (mármol sacaroideo). La muestra #22 se observa negra y afanítica, con tamaño de grano muy fino; aleatoriamente atravesada por vetas de cuarzo, de varios mm de espesor.

La muestra #8 que presenta planos de foliación bien desarrollados se encuentra compuesta por cantidades importantes de grafito (tabla #12). Así mismo, se aprecian vetas de materiales carbonáticos orientadas tanto paralela como perpendicularmente con respecto a sus planos de debilidad.

La muestra 13-b se aprecia con una estructura netamente esquistosa. Sus colores son grises azulados, con buen desarrollo de texturas nematoblásticas; apreciándose vetas de cuarzo entre 1 mm y ½ cm de espesor, tanto paralela como perpendicularmente dispuestas con respecto a la foliación. En una localidad adyacente ocurre en tonos verdes, más masivas y con estructura foliada incipiente; apreciándose cierta gradación de textura granoblástica a diablástica.

En cuanto a su distribución se refiere, son rocas muy heterogéneas en toda la región. Por lo general, se presentan en forma de delgadas intercalaciones y/o lentes de pocos metros de espesor, aún cuando su ocurrencia puede ser del orden de varias decenas de metros en forma de largas masas.

#### 4.3.5.4 Petrografía

##### Matriz:

Probablemente como producto directo de la recristalización de sedimentos carbonáticos y/o micríticos. En ciertas partes se aprecian granos de calcita de mayor tamaño, lo suficientemente fracturados y rotados como para suponer la acción de procesos metamórficos.

##### Cuarzo:

Incoloro en nícoles paralelos, con cristales anhedrales y extinción ondulatoria, se encuentra distribuido de forma irregular en la sección, estando asociado con los feldespatos.

##### Feldespato potásico:

Ocurriendo con caras cristalográficas mal definidas e incluso corroídas (anhedrales), tenuemente alterado, se encuentra distribuido de forma muy irregular junto con el cuarzo, ocurriendo en cantidades accesorias.

##### Albita-oligoclasa:

Se muestra con hábito tabular a anhedral, presentando maclado polisintético característico.

##### Muscovita:

Se distribuye en forma de agregados cristalinos de hábito micáceo paralelamente con respecto a la foliación, siendo incolora bajo nicoles paralelos y presentando birrefringencia moderada con colores de interferencia de 1er y 2do orden; únicamente ocurre en la muestra #13-b.

### Carbonato:

Los colores de absorción son bastante claros con tonalidades que varían entre el rojo, verde y amarillo pálido del 3ro y 4to orden; el pleocroismo es de muy débil a nulo. Las muestras se encuentran compuestas por un mosaico (vital) entrelazado de pequeños cristales orientados de carbonato, con colores de interferencia bastante vivos. El carbonato con contactos intergranulares suturados, presenta cristales incoloros, anhedrales, con exfoliación romboédrica característica y birrefringencia del máximo nivel permitido por esta especie. En el seno del mosaico y de manera muy esporádica ocurren cristales microgranulares de materia cuarzo-feldespática. Estos fragmentos presentan colores de interferencia claros en tonos crema y amarillo pálido, con cierto desarrollo de las caras (subhedral) pero manteniendo hábito granular; las extinciones son algo irregulares. De igual forma se aprecian vetas de calcita tanto concordantes como no a la foliación en donde resulta muy simple identificar el clivaje rómbico y longitudinal característico de éstos minerales; las vetas que se disponen perpendicularmente a la foliación presentan un espesor mucho más variable y mayor que el resto, así como un incremento en el tamaño de grano.

### Grafito:

Ocurre interbandeado con el carbonato de manera bastante homogénea, como masas foliadas o diminutas laminas aisladas de grafito las cuales se disponen en ciertos niveles levemente plegados; asociadas con algo de sericita. Su color es muy oscuro con tonos que varían entre el marrón pálido y el negro; sin llegar a extinguirse por completo bajo nícoles cruzados. No presenta alteración visible.

### Accesorios:

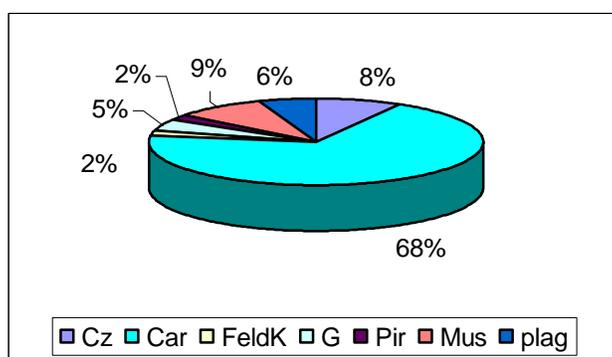
Se encuentran trenes de minerales opacos entre los que destacan la pirita y la ilmenita.

Pirita:

Se presenta opaco, de hábito cúbico, brillo metálico y color dorado bajo luz reflejada; es el opaco mayoritario en las distintas rocas de la unidad (tabla #12)

**Tabla 12.** Composición mineralógica (%) de los mármoles de la Filita de Paracotos. Abreviaturas: Cz: cuarzo, Car: carbonato, FeldK: feldespato potásico, G: grafito, Pir: pirita, Mus: muscovita, Al: albita -oligoclasa.

# de Muestra	Cz	FeldK	Al	Mus	Car	G	Pir
13-A	6	2	2	-	88	1	1
22	18	-	18	-	58	3	3
13-B	8	1	1	10	78	1	1
8	4	-	1	-	80	15	1
Promedio	9	2	6	10	76	5	2
Máx.	18	2	18		88	15	3
Min.	4	1	1		58	1	1



**Figura 13.** Gráfico composicional de mármoles de la Filita de Paracotos.

#### 4.3.5.5. Esquisto Cuarzo-grafitoso-muscovítico

##### Aspecto general:

Roca de color oscuro en tonos de gris, con tamaño de grano muy fino. Su estructura es un tanto masiva pero al fin y al cabo esquistosa, llegándose a desarrollar buenas lineaciones. Perpendicularmente con respecto a la foliación se aprecia un despliegue de bandas de color gris claro (cuarzo) bastantes irregulares y plegadas entre las cuales se asientan niveles de grafito de grafito.

#### 4.3.5.6. Petrografía

##### Cuarzo:

Se presenta en granos finos anhedrales, los cuales se concentran en niveles paralelos a la foliación, siendo el mineral más abundante en asociación con albita y carbonatos. Bajo nícoles paralelos no presenta color mientras que al cruzarlos despliega los típicos tonos grises de primer orden; su extinción es marcadamente ondulatoria.

##### Albita-oligoclasa:

Se encuentra como cristales anhedrales, incoloros en nícoles paralelos, asociados con el cuarzo, se observan pequeñas inclusiones de epidoto dentro de los cristales.

##### Muscovita:

Presenta hábito micáceo y se encuentra orientada aproximadamente de forma paralela con respecto a la foliación, encontrándose ligeramente plegada; en asociación con grafito. Bajo nícoles paralelos es totalmente incolora pero al cruzarlos, despliega ciertos tonos amarillo-naranjas que ascienden hasta el segundo orden.

Carbonato:

Ocurre principalmente en vetas y presenta cristales anhedrales, incoloros en nícoles paralelos, con exfoliación rombohédrica y birrefringencia del máximo orden; siendo también visible en pequeños cristales en la matriz.

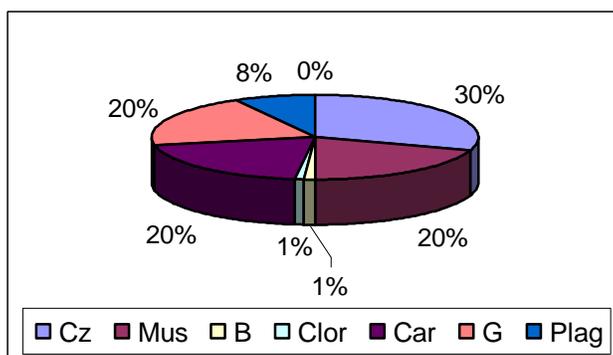
Grafito:

De diafinidad opaco a translúcido se encuentra asociado con la muscovita.

La composición y el porcentaje de éste tipo de rocas se presenta en la tabla 13 y la figura 14.

**Tabla 13.** Composición mineralógica (%) del esquisto cuarzo grafitoso muscovítico de la Filita de Paracotos. Abreviaturas: Cz: cuarzo, Mus: muscovita, B: biotita, Clor: clorita, Car: carbonato, G: grafito, Plag: plagioclasa, Pir: pirita, E: epidoto.

# de Muestra	Cz	Mus	B	Clor	Car	G	Plag	Pir	E
20	30	20	1	1	20	20	8	<1	<1



**Figura 14.** Gráfico composicional de los esquistos cuarzo-grafitoso-muscovíticos de la Filita de Paracotos.

## **4.4. Complejo Conoropa**

### **4.4.1. Ubicación y extensión geográfica**

El Complejo Conoropa define la zona Norte del área de estudio y se extienden desde el caserío Conoropa al Oeste, hasta la intersección de la carretera nacional vía Araguaita y Guatopo con la encrucijada de Caucagüa al Este; ocupando el 30% del área del mapa.

### **4.4.2. Características de campo**

Caracterizada por la presencia de rocas metasedimentarias tanto pelíticas como carbonáticas de colores grises claros a pálidos, y por la ocurrencia de rocas metavolcánicas de composición intermedia, de colores frescos en tonos verde claro; localmente, se observan intervalos de metaconglomerado lítico (chert), los cuales se encuentran interestratificados con delgadas capas de metaarenisca limolítica. Dentro del conjunto ocurren diversos bloques de rocas metaígneas de grano grueso a intermedio entre los que destaca el metagabro. Estos cuerpos pudieron haber sido emplazados en forma de intrusiones superficiales; aún cuando no es posible identificar aureolas de metamorfismo en las rocas aledañas. Asociados a ellos y a nivel local, se aprecian pequeños lentes de serpentinita masiva y de color verde oscuro a negro. Las máximas alturas alcanzadas en la unidad se encuentran en el orden de los 400 y 480 msnm.

## **4.3. Contactos**

Hacia el Este las metavolcánicas se encuentran infrayaciendo sedimentos cuaternarios de la cuenca del Tuy, mientras que hacia el Norte se manifiesta un contacto de falla con la unidad de la Filita de Muruguata por medio de la denominada falla de Chupadero. En su parte Sur ésta unidad presenta un contacto

de falla con la unidad de la Filita de Paracotos por medio de la denominada Falla de Conoropa.

#### 4.4.4. Tipos Litológicos

- Metatoba híbrida.
- Metatoba cristalina híbrida.
- Metatoba grosera híbrida.
- Metatoba lítica grosera híbrida.
- Metatoba cristalina.
- Metatoba cristalina grosera.
- Metatoba lítica.
- Metatoba cenirítica de lapilli lítica.
- Filita cuarzo micácea.
- Esquisto cuarzo micáceo.
- Esquisto carbonático.
- Esquisto anfibólico.
- Mármol.
- Metatrondhemita.
- Metatrondhemita.
- Metagabro.
- Metagabro cuarcífero.
- Granofels félsico.

**Tabla 14.** Tipos de rocas pertenecientes al Complejo Conoropa.

Rocas Metamórficas	Aspecto	Litotipos	# de Muestra	Facie Metamorfica	Protolito (probable)
Metatobas	Tanto masivas como laminadas	-Metatoba grosera híbrida -Metatoba cristalina -Metatoba lítica -Metatoba cristalina grosera -Metatoba híbrida -Metatoba cenerítica de lapilli lítica -Metatoba cristalina híbrida -Metatoba lítica grosera híbrida	11 17-A1 17-B 31 19 28 37/ 40 44	Esquistos Verdes (zona de la clorita)	Interestratificados de rocas piroclásticas y sedimentos mixtos
Filitas	Firmemente compactas, laminadas; exfoliación filítica	Filita cuarzo micácea	41/ 10	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Lodolitas, lutitas, rocas tobáceas y otras de grano fino
Esquistos	Exfoliación esquistosa	-Esquisto cuarzo micáceo -Esquisto carbonático -Esquisto anfibólico	15 43 32	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Lutitas, Lodolitas, areniscas impuras, ígneas félsicas Sedimentos de mezcla (carbonáticos) Rocas ígneas máficas, sedimentos portadores de hierro y calcio
Mármol	Granoblástico; localmente orientado	Mármol	16	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Calizas puras e impuras

Metaígneas (félsicas)	Faneríticas masivas y	-Meta trondhemíta	12 39	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Rocas ígneas plutónicas de composición granítica
Metaígneas (máfica)	Faneríticas masivas y	- Metagabro  - Metagabro cuarcífero	9/ 25-A/ 25-B/ 27 18	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Rocas ígneas plutónicas a intermedias de composición máfica
Granofels	Foliación marcada	Granofels félsico	38	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Trondhemita

#### 4.4.5. Análisis Petrográfico

##### 4.4.5.1. Metatobas

###### Aspecto general:

Este amplio conjunto de rocas piroclásticas, el de mayor ocurrencia dentro del Complejo Conoropa junto con el de las metasedimentarias, presenta gran variedad de características a nivel de afloramiento, entre las que se mencionan:

En general son masivas pero al mismo tiempo muestran orientación marcada por la presencia de niveles de minerales oscuros, como el grafito y otros opacos, paralelamente dispuestas a lo largo de los planos de foliación. Así por la ocurrencia de trenes compuestos por granos de cuarzo de 1 mm, los cuales se agrupan o no para formar bandas de segregación orientadas concordantemente con respecto a la foliación; del orden de varios mm de espesor.

La metatoba grosera híbrida se aprecia como rocas de color verde claro homogéneo con textura masiva y afaníticas las cuales presentan fracturas bastante irregulares.

La metatoba cristalina se presenta estructuralmente masiva, con tonos variables en verde. Se aprecia cierta orientación de fragmentos al parecer de cuarzo cuyos diámetros se encuentran por debajo de los 4 mm, los cuales tienden a agruparse en bandas irregulares de segregación de varios mm a un poco más de 1/2 cm de espesor. Así mismo, la matriz despliega otro bandeamiento un tanto más irregular y de mayor espesor que el primero el cual pareciera ser concordante con aquel; estando profusamente atravesado diagonalmente por largas vetas de cuarzo de aproximadamente 2 mm de espesor.

La metatoba lítica son rocas masivas y de colores gris a verde oscuros, las cuales presentan aspecto de brechas. Los agregados se muestran como masas sin estructura en donde se aprecian fragmentos de cristal de cuarzo anguloso que oscilan entre varios mm y 2 ½ cm de eje mayor; alrededor de los cuales se disponen una especie de “microlitos” o listones delgados de aparente cuarzo y/o plagioclasa, subparalelamente alineados con relación a los ejes mayores de los fragmentos metavolcánicos.

La metatoba cristalina grosera se aprecian como rocas estructuralmente compuestas por una interestratificación de laminas y bandas que oscilan entre 1 y 2 mm de espesor. Perpendicularmente con respecto a la foliación se observa un entramado caótico o fragmentario en donde se mantiene cierta disposición a la orientación. A pesar de la presencia de buenos planos de foliación la fractura no tiende a ser fácilmente deleznable a lo largo de éstos, lo que evidencia el alto grado de compactación al que fueron llevados dichos cuerpos.

En una de las muestras de metatoba híbrida (muestra #11) a nivel local se pudo constatar el desarrollo de una textura sacaroidea en la cual ocurre un entramado entrecruzado de grano muy fino; siendo posible la observación de micas claras en forma de lajas, aún cuando no existe una clara tendencia hacia la orientación.

La metatoba cenerítica de lapilli se presenta en varios afloramientos y se aprecia como una roca de color verde claro a gris oscuro, la cual se encuentra clara e irregularmente bandeada en el orden de mm a cm de espesor. Estas bandas son de color verde claras y negras, en alternancia monótona; siendo posible la identificación de granos o fragmentos angulosos de roca metasedimentaria de color verde claro, con tamaños promedio de 1 mm de diámetro, los cuales le otorgan cierto aspecto brechoide o de agregado caótico a la roca.

La metatoba cristalina híbrida ocurre a nivel local y se observa como una roca foliada de color blanco grisáceo a verde claro e incluso gris oscuro. Estructuralmente se aprecia el desarrollo de una foliación marcada por la tendencia de filosilicatos (clorita) de hábito lamelar o planar, cuyos tamaños de grano son muy finos, a orientarse y generar una textura netamente lepidoblástica. Perpendicularmente con respecto a la foliación se constata la presencia de texturas de flujo las cuales se encuentran englobando a la matriz según un patrón un tanto ramificado o en forma de abanico.

La metatoba lítica grosera híbrida (figura 15) se observa a nivel local como rocas con orientación incipiente las cuales muestran una matriz conformada por agregados de cuarzos translúcidos de hábito granular, siendo su fractura un tanto irregular a lo largo de planos, con bordes pronunciados y/o angulosos.



**Figura 15.** Aspecto de una metatoba lítica grosera híbrida, muestra # 44, del Complejo Conoropa.

#### 4.4.5.2. Petrografía

##### Matriz:

Se encuentra conformada por un entramado de cristales de cuarzo anguloso, los cuales mantienen un patrón de acomodamiento desordenado. El cuarzo se presenta en forma de microcristales en la mayoría de las muestras y como cristales anhedrales de extinción ondulatoria en el interior de los fragmentos de roca metasedimentaria a nivel local.

Algunas metatobas líticas e híbridas presentan agregados de grano fino que se encuentran compuestos por conjuntos de cristales de cuarzo, albita, anfíbol y fragmentos de rocas (básicamente de tobas); todos ellos embebidos en una masa rica en grafito de color marrón translúcido. Se observa el desarrollo de cierta foliación u orientación preferencial incipiente; apreciándose cantidad de vetas de cuarzo-feldespatos así como lajas dispersas de micas (muscovita), un tanto alteradas.

La matriz de las metatobas híbridas es de tamaño más fina al resto de las otras y se encuentra compuesta principalmente por cuarzo, clorita de color marrón oscuro en nícoles cruzados, carbonatos e impurezas de tipo volcánico.

Cuarzo:

Se presenta como cristales anhedrales incoloros en nicoles paralelos, con extinción ondulatoria y pobre birrefringencia, en tonos grises de primer orden.

Albita-oligoclasa:

Maclado polisintético y ocurren como cristales anhedrales de hábito tabular, algunos cristales anhedrales presentan extinción completa, con colores de interferencia grises de 1er orden. Se observan bastante alteradas e incluidas por epidoto y clorita.

Mica sericita / muscovita:

Se encuentran distribuidas de manera irregular en el interior de las metatobas híbridas. Sus cristales son anhedrales y de hábito micáceo. La sericita con cristales en forma de pequeñas lajas es incolora bajo nicoles paralelos.

Clorita:

Presenta colores amarillo cremosos claros un tanto pálidos en nicoles paralelos, sin pleocroismo; siendo su hábito escamoso a micáceo. Los colores de interferencia son verde marrones de bajo orden. El mineral se encuentra asociado con cristales granulares e incluso columnares de epidoto, los cuales se presentan incoloros a verde amarillentos, ligeramente pleocroicos; el relieve es alto, siendo su birrefringencia moderada con colores verdes, amarillos, azules y rojos bastante vívidos.

Hornblenda:

Se encuentra distribuida irregularmente en la muestra # 17-B, con secciones basales de clivaje en dos direcciones y ángulos aproximados de 54°-126°. El marcado pleocroismo así como la moderada birrefringencia con tonos grises de 1er orden, son característica diagnóstica.

Anfíboles:

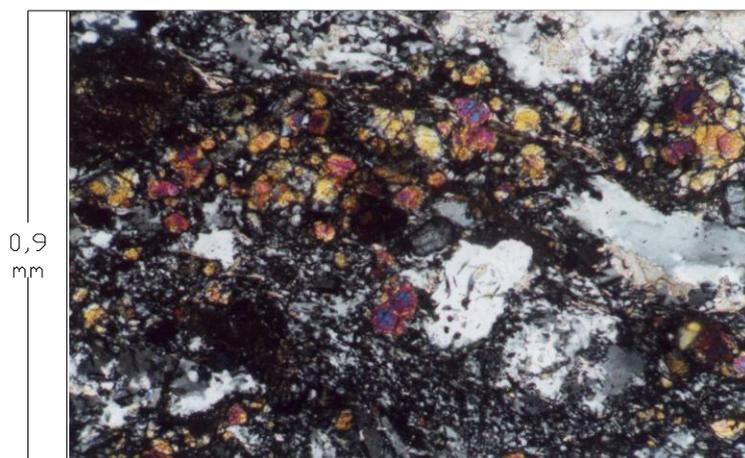
Hay un segundo tipo de anfíbol, probablemente actinolita que ocurren como cristales anhedrales en el interior de los fragmentos de roca metasedimentaria y en la matriz de las metatobas híbridas. Sus colores son verdes amarillentos con pleocroísmo débil, presentan alto relieve y birrefringencia moderada con colores de interferencia del 2do orden.

Piroxeno:

Se encuentran microcristales anhedrales de piroxeno detrital (reliquia), homogéneamente distribuidos en la muestra #17-A<sub>1</sub>. Bajo nícoles paralelos se aprecia incoloro a pardusco. Algunas secciones (basales) muestran clivaje en dos direcciones, con ángulos promedio entre 87° y 93°.

Epidoto:

Se observa en agregados incoloros en nícoles paralelos, de cristales granulares, los cuales se encuentran distribuidos irregularmente en la sección (figura 16). Sus colores verdaderos varían de incoloro a amarillo, siendo su relieve alto y birrefringencia moderada, con colores de interferencia entre el 2do y 3er orden.



**Figura 16.** Fotomicrografía de clinozoisita asociada a plagioclasa y clorita en metatoba híbrida del Complejo Conoropa, muestra # 11.

Carbonato:

Se presenta distribuido de forma irregular en la sección y pareciera formarse como producto de alteración secundario. Los cristales son anhedrales con exfoliación romboédrica y colores de interferencia en tonos varios, los cuales alcanzan el 4to orden.

Serpentina:

Ocurre como agregados de cristales tabulares de color verde pálido en nícoles paralelos y birrefringencia pobre, con colores de interferencia en tonos grises del primer orden; únicamente en la muestra # 31 y a nivel local.

Esfena:

De alto relieve se observa distribuida en cantidades accesorias, de manera irregular en la muestra # 17-A<sub>1</sub>. Se presenta en forma de cristales anhedrales de hábito romboédrico y de color pardo rojizo en nícoles paralelos, la birrefringencia se ve oscurecida por el efecto de reflexión total.

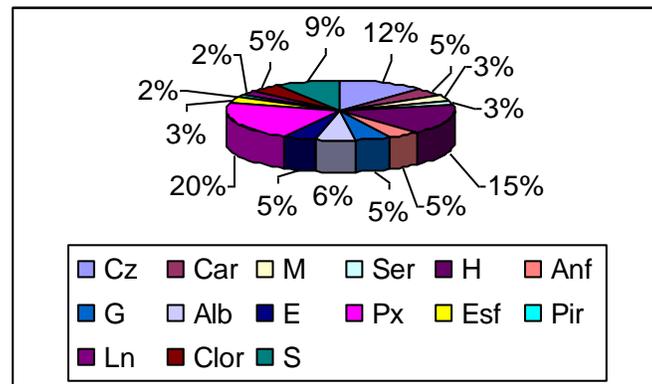
Grafito:

Ocurre en algunas metatobas líticas e híbridas acumulándose en ciertos niveles paralelamente dispuestos con respecto a la foliación.

La composición porcentual de las metatobas se pueden observar con detalle en la tabla #15 y la figura #17.

**Tabla 15.** Composición mineralógica (%) de las metatobas del Complejo Conoropa. La muestra #19 presenta un tamaño de grano sumamente pequeño por lo que resulta difícil estimar un porcentaje. Abreviaturas: Cz: cuarzo, Car.-carbonato, M: muscovita, Ser: sericita, H: hornblenda, Anf: anfíboles, G: grafito, Alb: albita-oligoclasa, E: epidoto, Px: piroxeno, Esf: esfena, Pir: pirita, Ln: limonita, Clor: clorita, S: serpiente.

# de Muestra	Cz	Alb	M	Ser	Clor	H	Anf	Px	E	Car	Esf	Pir	G	Ln	S
11	25	15	5	10	5		5		15	15			5		
17-A1								60	20		10	5		5	
17-B	30	20				30							20		
19	I	N	C	A	-	L	C	U	L	A	B	L	E	-	
28	30	25	5	5	5		20		10						
31	20	5			5	55					5				10
37	35		10		35								20		
40	48	5			25				7	15					
44	40	20		10	5				15	5			5		
Promedio	33	15	7	8	13	43	13	60	13	12	8	5	13	5	10
Máx.	48	25	10	10	35	-	20	-	20	15	10	-	20	-	
Min.	20	5	5	5	5	-	5	-	7	10	5	-	5	-	



**Figura 17.** Gráfico composicional de las metatobas del Complejo Conoropa.

#### 4.4.5.3. Filitas

##### Aspecto general:

Rocas con tonos de gris y verde en las cuales se aprecia el desarrollo de planos de foliación prominentes, ligeramente plegados, marcados por la ocurrencia de filosilicatos de hábito micáceo (mica clara y clorita). Superpuesto a éstos se observa la presencia de un bandeamiento de color gris claro a oscuro, de varios mm de espesor; localmente se observan porfidoblástos de pirita.

#### 4.4.5.3. Petrografía

##### Cuarzo:

Se presenta en forma de microcristales en el interior de la matriz, de manera bastante regular, siendo incoloro bajo nícoles paralelos y en tonos grises del 1er orden bajo nícoles cruzados, de extinción ondulatoria. Se encuentra concentrado en niveles paralelamente dispuestos con respecto a la foliación, con contactos suturados, relieves bajos y birrefringencia pobre; de igual manera ocurre como fenocristales anhedrales.

##### Sericita:

De manera similar a como lo hace el cuarzo, su forma es la de un agregado cristalino de hábito micáceo, incoloro a verde pálido bajo nícoles paralelos, con relieve bajo y birrefringencia moderada en tonos amarillo-rojizos superiores al 2do orden; en algunas partes muestra textura “Ojo de Pájaro”.

##### Clorita

Se observa en forma de microcristales anhedrales de color verde pálido en nícoles paralelos y birrefringencia moderada en tonos marrón oscuros de 1er orden. Éste mineral se encuentra presente en la muestra #10 únicamente.

Grafito:

De diafanidad casi opaca presenta un color marrón terroso, asociado junto con la clorita.

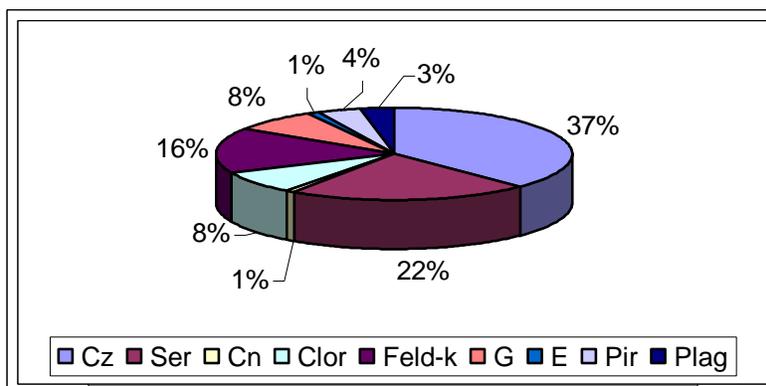
Pirita:

De brillo dorado bajo luz reflejada, se presenta distribuido de manera irregular dentro de la muestra #10, presentando cristales euhedrales de hábito cúbico.

El porcentaje composicional de las filitas se pueden observar a detalle en la tabla #16 y la figura # 18.

**Tabla 16.** Composición mineralógica (%) de las filitas cuarzo micáceas del Complejo Conoropa. Abreviaturas: Cz: cuarzo, Ser: sericita, Cn: circón, Clor: clorita, Feld-k: feldespato potásico, Plag: plagioclasa, G: grafito, E: epidoto, Pir: pirita.

# de Muestra	Cz	Feld-k	Plag	Ser	Clor	G	E	Pir	Cn
41	65			35					
10	30	20	4	20	10	10	1	5	1
Promedio	48	20	4	28	10	10	1	5	1
Máx.	65	-		35	-	-	-	-	-
Min.	30	-		24	-	-	-	-	-



**Figura 18.** Gráfico composicional de las filitas del Complejo Conoropa.

#### 4.4.5.4. Esquisto cuarzo micáceo

##### Aspecto general:

Roca de color variable en tonos de gris oscuro, lo cual dependerá fuertemente del tipo de mica dominante. Por lo general es un tanto gris o hasta incipientemente plateada (mica tipo muscovita); con textura tanto granoblástica como lepidoblástica, frecuentemente con bandas alternas. El tamaño de grano es muy variable, siendo la esquistosidad característica evidente. Perpendicularmente con respecto a ésta se aprecian vetas de cuarzo de aproximadamente 1 mm de espesor.

#### 4.4.5.5. Petrografía

##### Cuarzo:

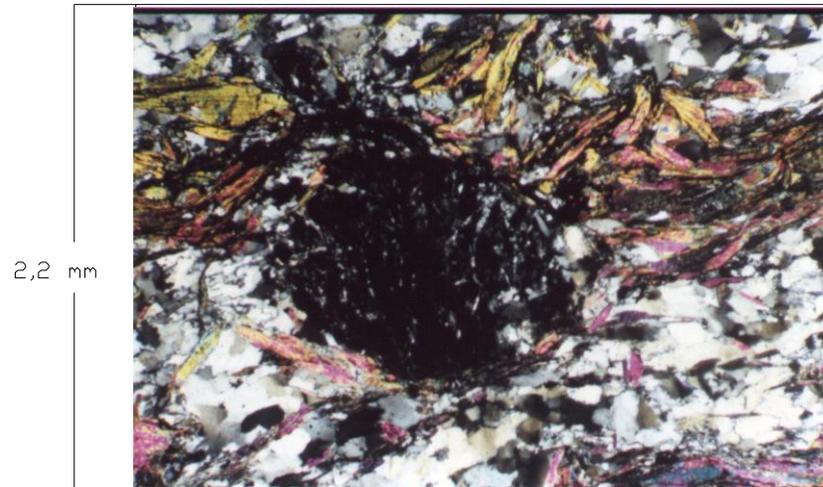
De hábito granular, se presenta aplastado con extinción ondulatoria.

##### Muscovita:

Ocurre en forma de largos listones con colores variados como el rojo, naranja, amarillo, azul, violeta y verde claro brillante; todos muy vividos, los cuales se encuentran marcando la foliación, alrededor de los granos de cuarzo.

##### Granate:

De composición no determinada y 1 mm de diámetro ocurren sumamente alterados, isotrópico, presentando textura rotacional (figura 19).



**Figura 19.** Fotomicrografía de cristal de granate con sombras de presión en listones de muscovita, esquistos cuarzo-micáceo, muestra #15, Complejo Conoropa.

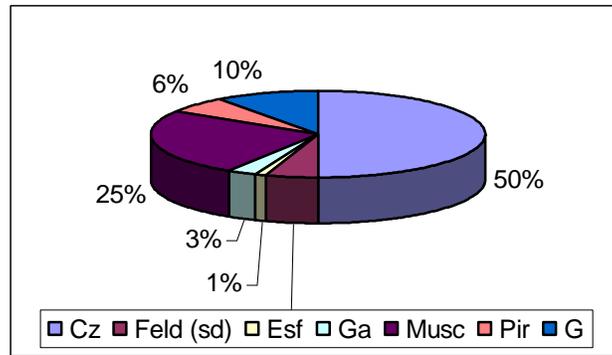
Grafito:

Se presenta en cantidades accesorias con su típico color marrón terroso en tonos oscuros.

El porcentaje composicional del esquistos cuarzo-micáceo se puede observar detalladamente en la tabla #16 y la figura #10.

**Tabla 17.** Composición mineralógica (%) del esquistos cuarzo micáceo del Complejo Conoropa. Abreviaturas: Cz: cuarzo, Feld (sd): feldespato sin diferenciar, Esf: esfena, Ga: granate (almandino), Mus: muscovita, Pir: pirita, G: grafito.

# de Muestra	Cz	Feld (sd)	Mus	Esf	Ga	Pir	G
15	50	5	25	1	3	6	10



**Figura 20.** Gráfico composicional de esquistos cuarzo-micáceos del Complejo Conoropa.

#### 4.4.5.6. Esquisto carbonático

##### Aspecto general:

Roca de color gris claro a oscuro en donde se muestra una foliación bastante distorsionada con respecto a la cual y de manera concordante se disponen bandas de minerales claros (cuarzo-feldespáticas) de aproximadamente 1 cm de espesor.

#### 4.4.5.7. Petrografía

##### Cuarzo:

Se presenta con contactos suturados en forma de cristales y microcristales anhedrales, distribuyéndose paralelamente con respecto a la foliación a lo largo de niveles. Tiene extinción ondulatoria y colores de interferencia grises de primer orden.

##### Sericita:

De hábito micáceo se encuentra distribuida de manera muy irregular en la sección, apreciándose un tanto alterada y con colores de interferencia amarillo pálidos de 2do orden.

Carbonatos:

De exfoliación romboédrica, se presentan como cristales anhedrales dispuestos en niveles paralelos a la foliación. Bajo nícoles paralelos se aprecian un tanto incoloros pero al cruzar los mismos se observan una variedad de tonos, los cuales llegan a alcanzar el 4to orden (birrefringencia extrema).

Grafito:

Se presenta distribuido paralelamente con respecto a la foliación y ocurre en forma de pequeñas lajas, con tonos opacos de marrón terroso.

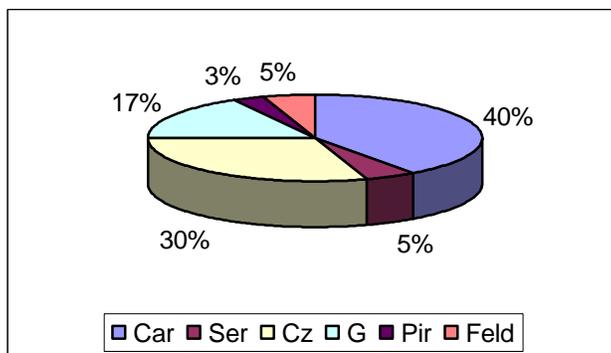
Pirita:

De brillo dorado y hábito cúbico es el único opaco presente en la sección.

El porcentaje composicional detallado del esquisto carbonático puede observarse en la tabla # 18 y la figura # 21.

**Tabla 18.** Composición mineralógica (%) del esquisto carbonático del Complejo Conoropa. Abreviaturas: Car: carbonato, Ser: sericita, Cz: cuarzo, G: grafito, Pir: pirita, Feld-al: feldespato alcalino.

# de Muestra	Cz	Feld-al	Ser	Car	G	Pir
43	30	5	5	40	17	3



**Figura 21.** Gráfico composicional del esquisto carbonático del Complejo Conoropa.

#### 4.4.5.7. Esquisto anfibólico

##### Aspecto general:

En campo se aprecian colores un tanto oscuros en tonos de verde, frecuentemente en forma de parches con un poco de blanco intercrystalino. La estructura, por lo general, es bastante masiva aún cuando se observan zonas algo bandeadas con cierto desarrollo de texturas lepidoblásticas y/o nematoblásticas.

#### 4.4.5.8. Petrografía

##### Matriz:

Se encuentra caracterizada por la presencia de agregados de listones orientados de anfíbol (hornblenda), con fuerte desarrollo de esquistocidad (textura nematoblástica) y generación de clivaje secundario (crenulado) producto de deformación (figura 22). Interbandeada con dichos listones se aprecian importantes cantidades de cuarzo microcristalino.

##### Cuarzo:

Se observa acumulado por niveles de abundancia, en microcristales de extinción ondulatoria y birrefringencia en tonos grises del primer orden.

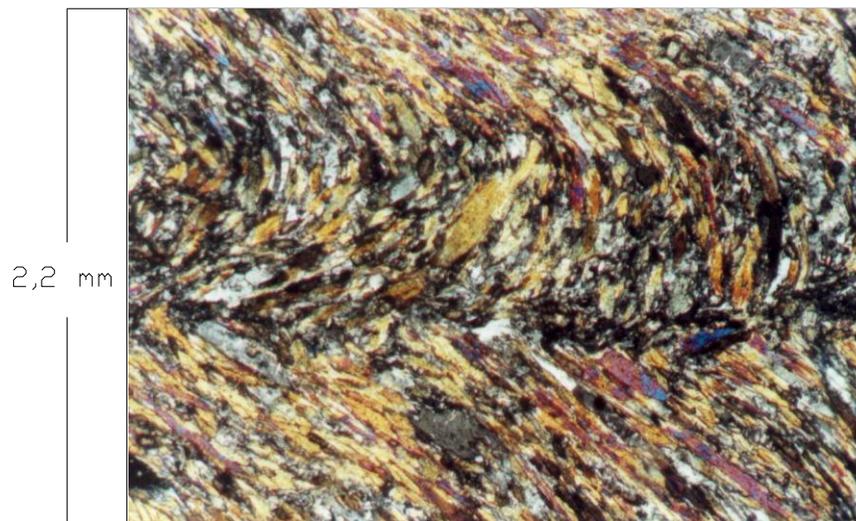
##### Feldespatos potásicos:

Destacan algunos cristales de microclino de gran tamaño con su maclado entrecruzado característico, los cuales se encuentran sumamente alterados a agregados de mica sericita; de igual forma ocurre con la mayoría de las plagioclasas.

Hornblenda:

Presenta cristales con colores que varían entre el verde y el marrón claro (secciones longitudinales); en secciones transversales se aprecian tonos en marrón un poco más opacos los cuales cambian a colores verdes. El pleocroismo es fuerte y característico. Las secciones longitudinales tienen hábito prismático con formas subhedrales a euhedrales. Este anfíbol se encuentra distribuido de manera irregular en el agregado, se encuentra alterando a clorita.

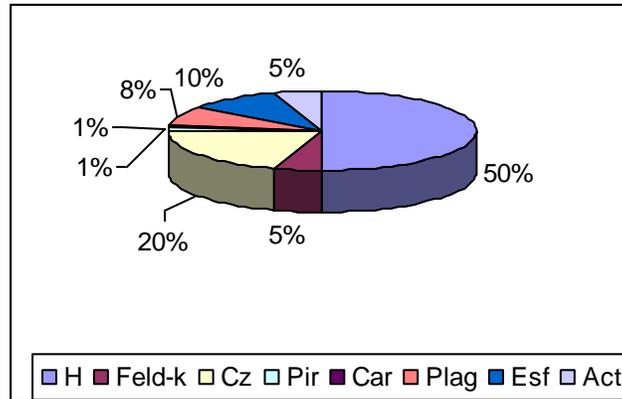
El porcentaje composicional detallado del esquisto anfibólico se puede observar en la tabla #19 y la figura #23.



**Figura 22.** Fotomicrografía del clivaje de crenulación en esquisto anfibólico, en nícoles cruzados, muestra #32, Complejo Conoropa.

**Tabla 19.** Composición mineralógica (%) del esquisto anfibólico del Complejo Conoropa. Abreviaturas: H-hornblenda, Feld-k: feldespato potásico, Cz: cuarzo, Pir: pirita, Car: carbonato, Plag: plagioclasa, Esf: esfena, Act: actinolita.

# de Muestra	H	Feld-k	Cz	Pir	Car	Plag	Esf	Act
32	50	5	20	1	1	8	10	5



**Figura 23.** Gráfico composicional del esquistó anfibólico del Complejo Conoropa.

#### 4.4.5.9. Mármol

##### Aspecto general:

Estas rocas presentan colores claros en tonos de gris y verde (parches); siendo su textura granoblástica. Algunos mármoles muestran estructura masiva o zonada con tamaño de grano variable de muy fino a grueso.

#### 4.4.6.0. Petrografía

##### Matriz:

Se observan con gran cantidad de fragmentos anhedrales de cuarzo ondulatorio con tamaño promedio de 0,1 mm; todos ellos presentan tonos un tanto amarillentos los cuales llegan incluso a tornarse rojo brillantes, en los granos de mayor tamaño.

##### Carbonato:

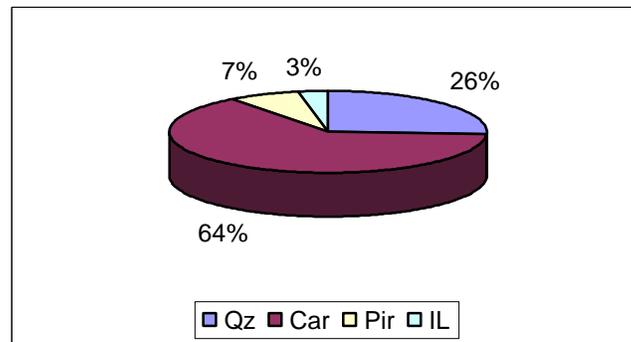
Se aprecia en forma de agregados granulares bastante angulares, con tamaño promedio de unos 0,3-0,5 mm. Los colores de absorción son claros (en tonos crema), sin observarse pleocroismo, mientras que los de interferencia despliegan sobre un fondo gris pálido brillante tonos de rosado y verde, los cuales

al ser rotados producen el efecto de un “vitral”; no solo se tienen cristales maclados polisintéticamente sino también con la clásica macla de romboedros.

El porcentaje composicional detallado del mármol se puede observar en la tabla # 20 y la figura #24.

**Tabla 20.** Composición mineralógica (%) del mármol del Complejo Conoropa. Abreviaturas: Cz: cuarzo, Car: carbonato, Pir: pirita, IL:ilmenita.

# de Muestra	Cz	Car	Pir	IL
16	26	64	7	3



**Figura 24.** Gráfico composicional del mármol del Complejo Conoropa.

#### 4.4.6.1. Metatrondhjemita

##### Aspecto general:

Se presenta en tonos opacos que varían entre el gris claro y oscuro, hasta llegar a un color verde característico; dicho color puede deberse a la alteración meteórica sufrida por estas rocas. La estructura es masiva aún cuando se aprecia cierta orientación de los granos. El tamaño promedio de los cristales oscila entre 1 y 5 mm pero algunos fenocristales sobrepasan los 5 mm.

La roca es particularmente rica en minerales de color claro (cuarzo, plagioclasa), con fábrica que varía entre hipidiomórfica y xenomórfica (granular). Entre éstos se observan largos cristales de plagioclasa los cuales le imparten a la roca la apariencia típica de la textura blastoporfidica. La pasta en la cual se encuentran inmersos los cristales es un tanto heterogénea mostrando brillo y ocurrencia de micas (muscovita, biotita)

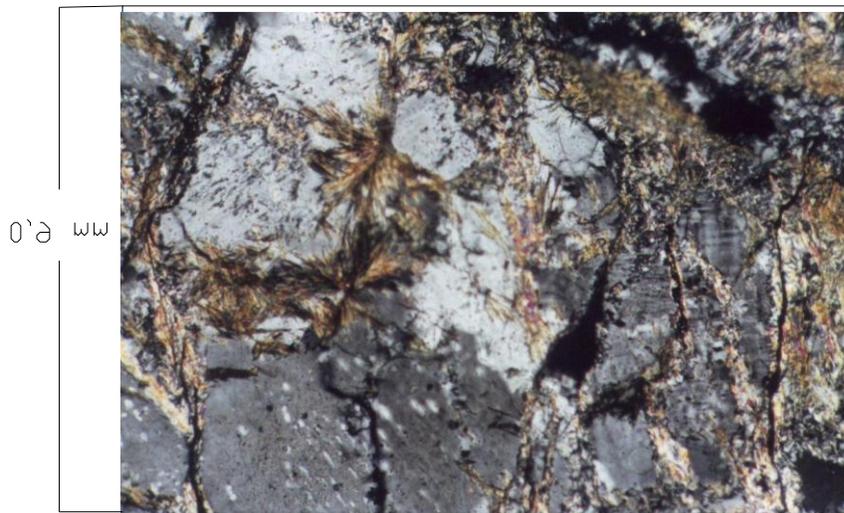
De acuerdo al aspecto que presenta en el afloramiento, así como a otras evidencias texturales tomadas en consideración, este tipo de roca pudiera estar asociado a una zona altamente tectonizada en la cual fuese posible el resquebrajamiento y deformación de los granos minerales constitutivos. En campo se aprecia un contacto abrupto (discordante) con relación a la roca foliada regional; no fue posible ubicar estrías de falla o estructuras asociadas.

#### 4.4.6.2.7. Petrografía

##### Matriz:

Se presenta intergranular compuesta por un agregado de listones de mica muscovita (sericita), con algo de clorita, y microcristales de cuarzo y plagioclasas. Se encuentra orientada alrededor de los diversos tipos de fragmentos cizallados presentes en la muestra. Éstos se encuentran conformados por un agregado de granos interpenetrados de plagioclasa (albita-oligoclasa), feldespato potásico

(microclino-ortosa) y cuarzo minoritario; claro dominio del feldespato potásico perfitico (microclino) con relación a la albita y el cuarzo. Se desarrollan texturas porfidoclasticas. Los fragmentos en conjunto se encuentran altamente fracturados como consecuencia de la aplicación de esfuerzos. Se aprecian fragmentos de roca de similar composición tanto fracturados como rotados, con posterior desarrollo de sombras de presión, lo cual es evidencia de dos eventos metamórficos. En éstas ocurren blastos de mica sericita, clorita y materiales cuarzo-feldespáticos microcristalinos, embebidos en la matriz, alrededor de fragmentos mayores de plagioclasa y cuarzo con disposición aleatoria.



**Figura 25.** Fotomicrografía de metatronhjemita donde se observa clorita acicular radial, muestra #12, Complejo Conoropa.

### Cuarzo:

Se presenta como fragmentos alargados, claramente deformados, lo que genera una extinción ondulatoria característica. Los bordes son irregulares aún cuando tienden a la rectitud. Las caras tienen formas poco desarrolladas (subhedral). La mayoría del cuarzo presente en la sección es de hábito granular con un tamaño promedio del orden de 0,8 mm.

Éste se encuentra asociado con el feldespato potásico en forma de interdigitación (textura mirmekítica). Además se puede hallar en forma de agregado microcristalino en la matriz, de manera regular.

Albita-oligoclasa:

Se presentan con poco desarrollo de sus caras (subhedral). Sus bordes son irregulares y no tienen el típico hábito laminar de su clase. El maclado polisintético clásico regido por la ley de la Albita es el rasgo característico que sirve para estimar un ángulo de extinción del orden de los 23 a 27 grados (Oligoclasa).

Feldespatos potásicos:

Se encuentran muy alterados a minerales micáceos (muscovita), e interpenetrados con las plagioclasas; se desarrollan texturas de intercrecimiento (pertitas). Los granos de feldespato potásico presentan caras medianamente desarrolladas (subhedral) las cuales se encuentran atravesadas por fracturas rellenas con materiales microgranulares de cuarzo, plagioclasas y muscovitas; algunas bandas se encuentran conformadas por materiales opacos, entre los que destaca la pirita. La extinción de los feldespatos potásicos es completa, sin presencia de maclado.

Epidoto:

Tiene colores de absorción blancos; posiblemente sea del tipo clinzoisita. Las secciones basales presentan hábito granular con formas subhedral a euédricas. Éstas se caracterizan por tener altos colores de interferencia (anómalos). No se evidencia un notorio pleocroismo, si no un continuo color amarillo grisáceo bastante claro el cual se mantiene invariable. Las secciones longitudinales se caracterizan por su hábito columnar y caras bien definidas (euédricas). Se aprecia el clivaje perfecto en una (1) dirección; extinción paralela.

Accesorios:

Se aprecian ciertos cristales euédricos de Pirita, algo de Biotita hidrotermal, Clorita (figura 25) y Apatito.

#### 4.4.6.3. Metatrondhemita

##### Aspecto general:

Roca granítica con fenocristales de albita-oligoclasa en una matriz microcristalina de tonos blanco grisáceos y verde oscuros; profusamente atravesada por vetas de mineral marrón según un patrón rectangular.

#### 4.4.6.4. Petrografía

##### Cuarzo:

Se presenta en forma de fenocristales anhedrales con contactos suturados e igualmente como microcristales en la matriz (figura 26). Se reconoce fácilmente por su falta de color bajo nícoles paralelos, extinción ondulatoria característica y birrefringencia pobre con colores de interferencia en tonos de gris de primer orden.

##### Feldespatos potásicos:

Incoloro bajo nícoles paralelos y en forma de fenocristales anhedrales, bastante alterados, se caracteriza por presentar entre otras cosas contactos suturados, inclusiones de mica, maclado simple, birrefringencia pobre, colores de interferencia de bajo orden en tonos de gris y extinción recta.

##### Albita-oligoclasa:

Presenta características similares al resto de los feldespatos, diferenciándose por su maclado polisintético de la ley de Albita.

##### Sericita:

Distribuida de manera irregular en la sección se caracteriza por su incoloridad bajo nícoles paralelos, hábito micáceo, con cristales de tamaño fino, alta birrefringencia y colores amarillo rojizos de 3er orden.

Clorita:

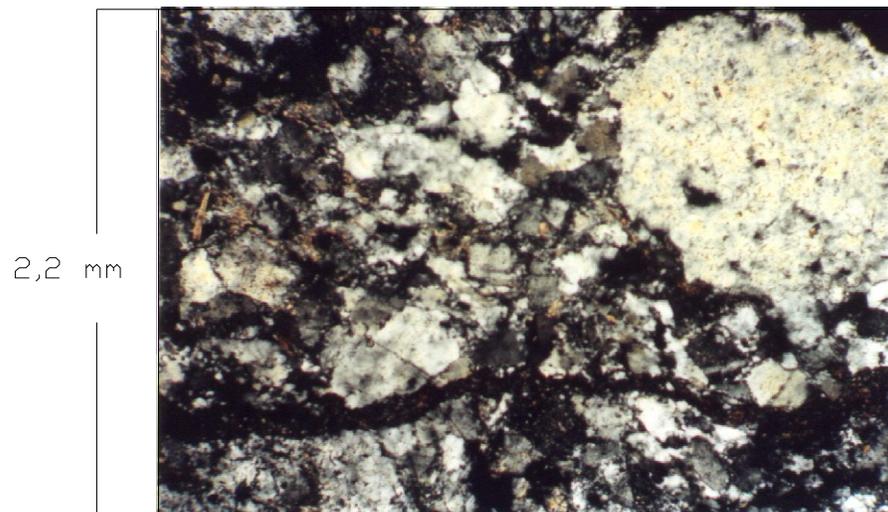
Se encuentra distribuida de manera irregular en la sección presentando bajo nicoles cruzados el típico azul de prusia (anómalo). Por lo general los cristales son anhedrales de color verde pálido en nicoles paralelos y débil birrefringencia, con colores de interferencia de primer orden.

Clinozoisita / Epidoto:

De alto relieve y ciertos cristales de hábito tabular, se presenta como en agregados granulares distribuidos de manera irregular en la sección, mostrando colores verde-amarillos en nicoles paralelos y birrefringencia moderada; con colores de interferencia del 2do orden.

Allanita:

Variedad de mineral perteneciente al grupo del epidoto, irregularmente distribuida en la sección, se caracteriza por su color castaño pleocroico en nicoles paralelos y por su birrefringencia enmascarada por el verdadero color natural del cristal.

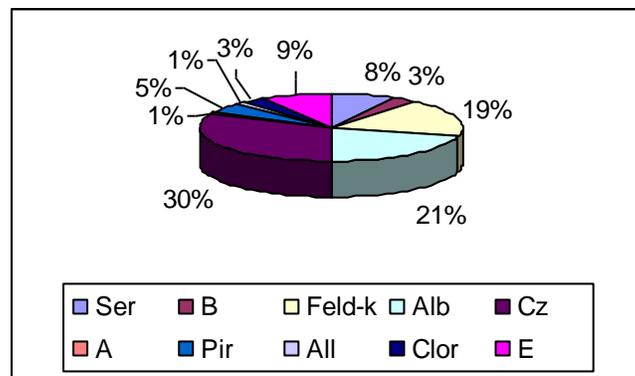


**Figura 26.** Fotomicrografía en nicoles cruzados de metatrondhjemita del Complejo Conoropa, muestra # 39.

El porcentaje composicional detallado de las rocas metagraníticas se presenta en la tabla #21 y en la figura #27.

**Tabla 21.** Composición mineralógica (%) de las rocas graníticas del Complejo Conoropa. Abreviatura: Ser: sericita, B: biotita, Feld-K: feldespato potásico, Alb: albita-oligoclasa, Cz: cuarzo, A: apatito, Pir: pirita, All: allanita, Clor: clorita, E: epidoto.

# de Muestra	Cz	Feld-K	Alb	B	Ser	Clor	A	Pir	All	E
12	30	20	25	3	15	1	1	5		
39	40	22	20		2	5			1	10
Promedio	35	21	23	3	9	3	1	5	1	10
Máx.	40	22	25	3	15	5	1	5	1	10
Min.	30	20	20	3	2	1	1	5	1	10



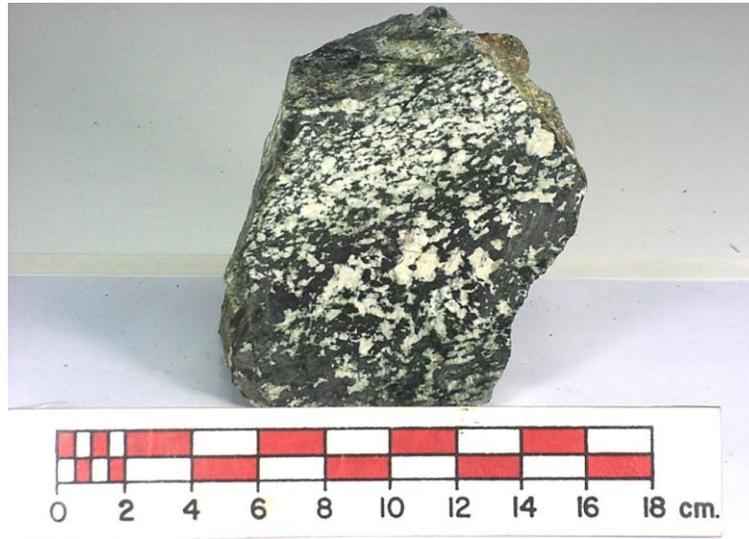
**Figura 27.** Gráfico composicional de metatrondhjemitas del Complejo Conoropa.

#### 4.4.6.5. Metagabro

##### Aspecto general:

Estas rocas presentan índices de color que varían entre 40 y 70 %. Textualmente hablando pudiera tratarse de cuerpos plutónicos (garbos o dioritas). La textura más frecuente es la fanerítica, aún cuando a nivel de la masa blanquecina de plagioclasa se esperaría la presencia de texturas ofíticas o subofíticas; éstas se caracterizan por la ocurrencia de listones de plagioclasa en el

interior o la periferia de cristales columnares de piroxeno, respectivamente. En definitiva, dichos cuerpos rocosos se caracterizan por su textura fanerítica y estructura granular, bastante masiva, algunas veces con fisuramiento columnar y fractura concoidea (figura 28). Dependiendo del tamaño y abundancia de tipos específicos de granos, así como de la ocurrencia de procesos de asentamiento gravitacional, es posible la segregación de capas composicionales entre minerales oscuros (máficos) y claros (félsicos); visible únicamente a nivel local.



**Figura 28.** Aspecto del metagabro del Complejo Conoropa, muestra #18.

Todas las muestras con excepción de la muestra # 25-B se presentan con textura fanerítica. Siendo posible la observación de megacristales verdes de hábito tabular de aproximadamente  $\frac{1}{2}$  cm de longitud inmersos en un agregado granular de color blanco, con tamaño promedio de 0,3 mm. La roca se encuentra segmentada por un conjunto de lineaciones visibles a simple vista según un patrón rectangular de acomodamiento.

En la muestra #25-B con color verde claro brillante homogéneo se encuentran igualmente megacristales prismáticos de anfíbol o piroxeno de  $\frac{1}{2}$  cm de longitud; apreciándose sobre su superficie una serie de dendritas de pirolusita negra (óxido de manganeso), como producto de acción secundaria de fluidos hidrotermales.

En cuanto a su mineralogía se refiere, se aprecia un entramado de cristales con tonos verde claros a oscuros (máficos), entre los cuales destacan: minerales con hábito prismático a granular; opacos a translúcidos, tomando en cuenta su diafanidad; dureza comprendida entre 3-4 a 5-6 y lustres vítreos a resinosos. Quizás estemos hablando de ciertos miembros de series de solución sólida, tales como la augita (clinopiroxeno) o la diopsida (ortopiroxeno). No se descarta la presencia de anfíboles, producto de la alteración directa de piroxenos, entre los que se destaca el miembro intermedio de la serie tremolita – actinolita. De igual manera, se infiere la ocurrencia de un pequeño grupo de micas de hábito lamelar, con clivaje perfecto y comportamiento frágil (clorita y/o antigorita – grupo de la serpentina).

Por otro lado, el resto de la roca se encuentra compuesta por un agregado de color gris claro, el cual pareciera estar embebiendo a los cristales (textura blastoporfídica). Éste pudiera estar conformado por un agregado de cristales tabulares de varios mm. de largo; algunos granos.

Como minerales accesorios resaltan los opacos de lustre metálico, comúnmente, con colores de bronce a amarillo, hábito granular a mamilar (1-3 mm) y película iridiscente. Posiblemente se trate de pirita o calcopirita.

En cuanto a la ocurrencia en campo, se encuentran intercalados de manera ocasional con relación a las rocas circundantes (dominantes). Afloran formando parte del cauce principal de las quebradas así como de sus laderas. En ellas las meta-ígneas se observan discordantes con relación a la roca circundante. Resulta difícil establecer los contactos debido a la alta meteorización de las rocas y a lo intrincado de la vegetación. En ciertas localidades se pueden inferir contactos un tanto abruptos sin la presencia de aureolas de contacto en la roca regional metamórfica.

Establecer la geometría de los cuerpos es una tarea difícil por las mismas razones anteriormente mencionadas; los espesores de éstos varían en el orden de las decenas de metros.

#### 4.4.6.6. Petrografía

##### Matriz:

Consta de un agregado microcristalino de zoisita, epidoto, albita, sericita, calcita y zeolitas; desarrollados como producto de alteración de los cristales de plagioclasa originales (saussuritización) de mayor contenido anortítico.

##### Cuarzo:

En la muestra #18 se aprecia aproximadamente 10% de Cuarzo, lo que implicaría el uso del término “cuarcífero” al momento de la clasificación de la misma. Este se presenta bastante deformado y en varios casos hasta alterado. Las caras tienen forma anhedral con bordes marcadamente irregulares y hábito granular característico; la extinción es fuertemente irregular.

##### Plagioclasa:

Se muestran como grandes cristales con formas subhedrales y hábito lamelar los cuales ocurren en todas las muestras; aún cuando se observan secciones con cantidades apreciables de matriz producto de la saussuritización de éstas plagioclasas. Su composición es netamente sódica con rango que varía entre An15-An30 (oligoclasa-andesina), lo que indica una alteración total o parcial de la plagioclasa cálcica original; cierta clase de minerales pertenecientes al grupo del epidoto pueden haberse formado como consecuencia de dicho proceso de transformación, por lo tanto posiblemente su composición original fue mayor de un 50% de anortita.

##### Clinopiroxeno:

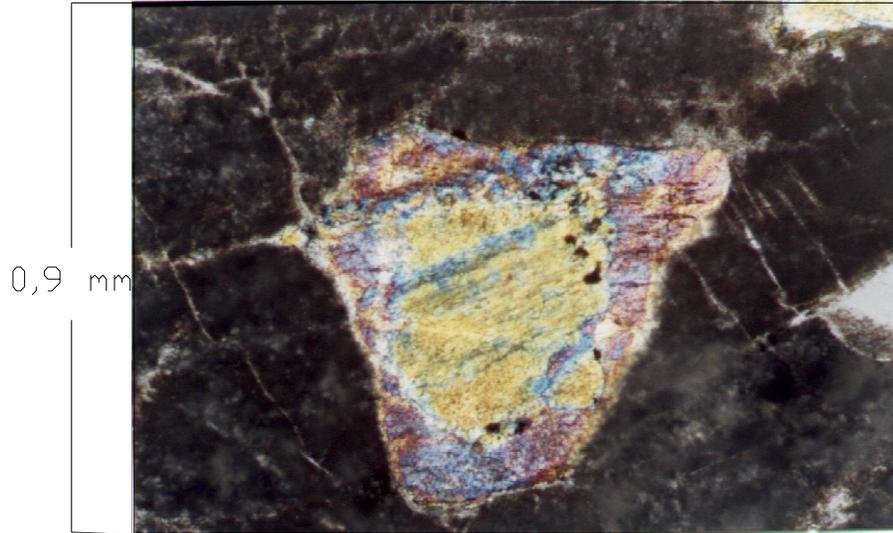
Son de color marrón pálido constante (no pleocroico). Sus caras presentan formas tanto subhedrales como anhedrales con bordes un tanto irregulares. Las secciones transversales tienen hábito pseudohexagonal o al menos de cuatro lados, mientras que las longitudinales son prismáticas. Dichos cristales (augita) se encuentran alterando a algún tipo de anfíbol, ya sea: hornblenda o tremolita-actínolita.

Los piroxenos se presentan íntimamente asociados con las plagioclasas en proporciones apreciables; se generan texturas subofíticas en donde se observan cristales de piroxeno alrededor (periferia) de listones de plagioclasa.

En algunas muestras y embebiendo los fenocristales de clinopiroxeno se observa una masa de agregados granulares y/o columnares de epidoto, los cuales se forman como producto de alteración de la plagioclasa cálcica original, sin generación de albita u oligoclasa. Los colores de absorción varían de incoloros a verde amarillentos, poco uniformes y ligeramente pleocroicos; mientras que los de interferencia son algo más vivos en tonos de amarillo, verde e incluso rojo (2° orden).

#### Anfíbol:

Se presentan algunas veces como porfidobláastos embebidos en la matriz; gran parte de la cual se encuentra constituida por éstos. El hábito de las secciones longitudinales es prismático, con colores de interferencia que varían entre gris y amarillo pálido de bajo orden. Se les aprecia únicamente clivaje longitudinal con ángulos de extinción superiores a los 30°. Cabe destacar que éstos cristales se forman como producto de alteración de los piroxenos originales (figura 29), los cuales sufrieron un proceso de uralitización durante el metamorfismo. Este mineral corresponde a un anfíbol (actinolita).



**Figura 29.** Fotomicrografía en nícoles cruzados de cristal de piroxeno alterando en sus bordes a anfíbol, muestra # 18, metagabro del Complejo Conoropa.

#### Hornblenda:

Se presenta como fenocristales anhedrales de color verde a pardo grisáceo, fuertemente pleocroíca, y distribuida de manera aleatoria en la muestra, junto al clinopiroxeno. Sus secciones basales tienen exfoliación en dos direcciones, formando ángulos de  $56^\circ$  y  $124^\circ$ , así como alto relieve y birrefringencia moderada con colores de interferencia pálidos de 2do orden.

#### Actinolita:

Ocurre como fenocristales anhedrales o agujas fibrosas distribuidas de manera bastante irregular sobre la superficie de la sección # 27. Es de color verde claro bajo nícoles paralelos, con colores de interferencia de 2do orden en tonos más oscuros, presentando un débil pleocroismo, exfoliación paralela en secciones longitudinales, y recta en basales.

#### Clorita:

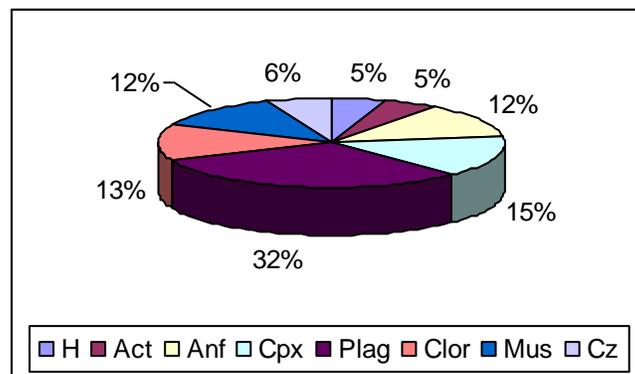
Ocurre en cristales anhedrales con forma de agregados. Es prácticamente incolora a ligeramente verdosa en nícoles paralelos, mientras que su color de

interferencia característico es un amarillo claro de muy bajo orden e incluso un azul de Prusia (anómalo). Ésta resulta como producto de alteración de algún tipo de piroxeno (augita), puesto que no se aprecia absolutamente nada de olivino en las muestras.

El porcentaje composicional detallado de los metagabros se puede observar en la tabla #22 y el porcentaje general en la figura #30.

**Tabla 22.** Composición mineralógica (%) de los metagabros del Complejo Conoropa. Abreviaturas: Mus: muscovita, H: hornblenda, An: anfíbol sin diferenciar, Cpx: clinopiroxeno, Plag: plagioclasa, Cz: cuarzo, Act: actinolita, Serp: serpentina, Pir: pirita, Clor: clorita, Lx: leucoxeno.

# de Muestra	Cz	Plag	Mus	Clor	H	An	Act	Cpx	Pir	Lx
9		65				35				
18	10	40	20	10		5			5	
25-A		30		50				20		
25-B		60		10				30		
27		57			8		9	25		1
Promedio	10	51	20	23	8	20	9	25	5	1
Máx.		59		50		35		30		
Min.		30		10		5		25		



**Figura 30.** Gráfico composicional de metagabros del Complejo Conoropa.

#### 4.4.6.9. Granofel

##### Aspecto general:

Roca con tamaño de grano fino a medio en la cual se aprecia una segregación de bandas de colores grises claros azulados y oscuros, del orden de varios mm de espesor. Localmente y a lo largo de la foliación se observa un moteado de color marrón rojizo el cual probablemente sea producto directo de la oxidación de minerales de hierro.

#### 4.4.7.0. Petrografía

##### Matriz:

Se encuentra caracterizada por la ocurrencia de un agregado microcristalino de cuarzo de grano muy fino, bastante homogéneo, el cual se observa asociado junto con los fragmentos de feldespato potásico de mayor tamaño, sumamente alterados y con inclusiones de diminutas lajas de sericita (figura 31).

##### Cuarzo:

Se presenta en forma de cristales anhedrales incoloros bajo nícoles paralelos, con extinción ondulatoria y birrefringencia pobre. De igual manera ocurre en la matriz de menor tamaño de grano, siendo sus colores un tanto grisáceos de bajo orden y estando asociado con los feldespatos potásicos.

##### Feldespato potásico:

Ocurren en forma de fenocristales anhedrales; presentándose sumamente alterado y con gran cantidad de inclusiones de mica (sericita). Son incoloros bajo nícoles paralelos y muestran colores grises de 1er orden, apreciándose ciertos granos zonados. Ocurren en el interior de la matriz como microcristales con contactos suturados en asociación a cuarzo.

##### Albita-oligoclasa:

Se presenta en forma de cristales prismáticos y de hábito granular, con caras mal desarrolladas; producto de la alteración con la mica. Los fragmentos más grandes tienen aproximadamente 0,3 mm de longitud mientras que el resto se mantiene por el orden de 1 mm. Sus contactos se aprecian apretados (sudurados) con los cristales de cuarzo.

Muscovita:

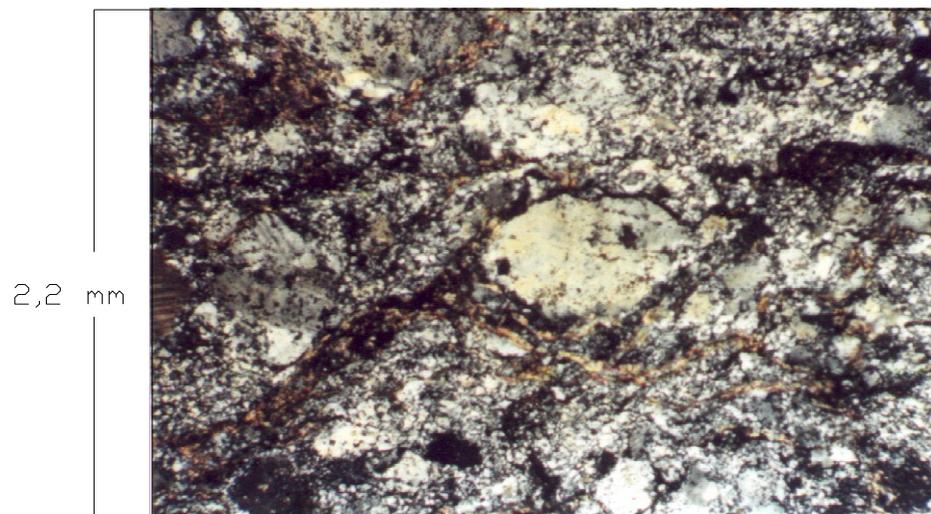
Se presenta en forma de agregados cristalinos de hábito micáceo los cuales generan cierta foliación incipiente a nivel de la matriz. Es incolora bajo nícoles paralelos y verde brillante a roja amarillenta con cruzados; colores de interferencia de 2do orden y alta birrefringencia.

Epidoto:

Se aprecian ciertos cristales de epidoto de cuatro lados, en forma de agregados con colores verde naranja pálidos discontinuos; lávilmente pleocroicos y de relieves altos. Los cristales se encuentran fragmentados como con particiones, las cuales son consecuencia de la deformación imperante; incoloros bajo nícoles paralelos y con birrefringencia pobre a moderada, con colores de interferencia de 2do orden.

Circón:

De relieve bastante alto, se aprecia distribuido de manera irregular en la sección con cristales anhedrales de hábito rómbico y color pálido bajo nícoles paralelos; estando su birrefringencia oscurecida por la reflexión total.

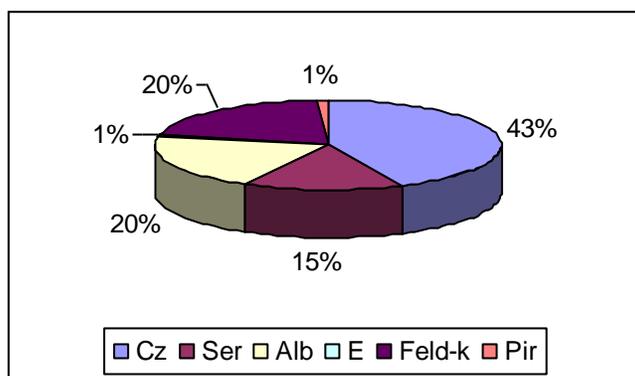


**Figura 31.** Fotomicrografía en nícoles cruzados de granofel del Complejo Conoropa, muestra #38.

El porcentaje composicional detallado del granofels se presenta en la tabla # 23 y en la figura # 32.

**Tabla 23.** Composición mineralógica (%) del granofels del Complejo Conoropa. Abreviaturas: Cz: cuarzo, Ser: sericita, Alb: albita-oligoclasa, E: epidoto, Feld-k: feldespato potásico, Pi: pirita.

# de Muestra	Cz	Alb	Feld-k	Ser	Pi	E
38	43	20	20	15	1	1



**Figura 32.** Gráfico composicional de granofels del Complejo Conoropa.

## **4.5. Filita de Muruguata**

### **4.5.1. Ubicación y extensión geográfica:**

Esta Unidad se encuentra ubicada en la parte septentrional del área de estudio, al Norte de las rocas del Complejo Conoropa. Aflora en una franja de unos 8 km de largo y aproximadamente 2 km de ancho, entre el caserío de El Latón y Caucagua, estado Miranda.

### **4.5.2. Características de campo:**

Esta unidad predominantemente filítica aflora en las cabeceras o nacientes de los principales ríos del área (Conoropa, Casupo), así como en cortes de carretera a lo largo de la fila maestra, a más de 500 msnm, siendo sus formas enfiladas y/o acolinadas, con vertientes bastante asimétricas y pronunciadas.

Tanto en la cuenca alta de la quebrada Casupo como en la propia quebrada Muruguata y especialmente sobre su ladera Sur, aparecen únicamente cuerpos de filita grafitosa no calcárea de color muy oscuro profusamente atravesados por vetas de cuarzo y calcita, a nivel local; en ciertos puntos dentro de la quebrada Muruguata, se observan lentes de mármol gris, finamente cristalinos, intercalados con la filita.

La filita se presenta por lo general bastante plegada de forma algo apretada (isoclinal), y en donde ocurren vetas de cuarzo o calcita igualmente deformadas pueden identificarse a nivel local, ciertas fallas menores que las desplazan a ambos lados de las mismas.

Cuando esta filita se meteoriza presenta colores grises con tonos de azul, sumamente disgregada y manteniendo su estructura laminada fina, la cual en ciertas partes pareciera llegar a ser más esquistosa.

### 4.5.3. Contactos

Según SEIDERS (1965) esta unidad se encuentra concordante por encima de la Filita de Urape en Miranda este-central, pero en la zona de estudio aparece aparentemente en contacto de falla al Sur con las rocas del Complejo Conoropa por medio de la falla denominada Falla de Chupadero, desconociéndose la naturaleza del mismo tanto al norte como al oeste.

### 4.5.4. Tipos litológicos:

- Filita grafitosa no calcárea.
- Mármol microcristalino.

**Tabla 24.** Rocas pertenecientes a la Filita de Muruguata

Roca Metamórfica	Aspesto	Litotipo	# de Muestra	Facie metamórfica	Protolito (aparente)
Filita	Laminación fina a esquistosidad delgada	Filita grafitosa no calcárea	36	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Areniscas impuras con sedimentos orgánicos
Mármol	Microgranular con foliación incipiente	Mármol	37	Esquistos verdes (zona de la clorita)	Calizas impuras

### 4.5.5. Análisis petrográfico

#### 4.5.5.1. Filita

##### Aspecto general:

Se presenta de color gris oscuro a negro con lustre satinado, con marcada foliación y tamaño de grano muy fino, se observan vetas rellenas por cuarzo o carbonáto, predominantemente micácea se observa la abundancia de grafito. En cuanto a su textura se aprecia un claro dominio de los minerales a orientarse u alinearse (textura lepidoblástica). Con relación al tamaño de grano y mineralogía se clasifican como filitas.

#### 4.5.5.2. Petrografía

##### Cuarzo:

Se presenta de tamaño de grano muy fino agrupándose en niveles de mayor concentración, en cristales anhedrales, paralelamente orientados a la foliación. Es incoloro en nícoles paralelos y con birrefringencia en tonos grises de primer orden, extinción ondulatoria.

##### Muscovita-sericita:

Se observa distribuida de forma irregular en la sección, formando planos de foliación. Es incolora en nícoles paralelos, con birrefringencia en colores del 2do al 3er orden y de habito micáceo.

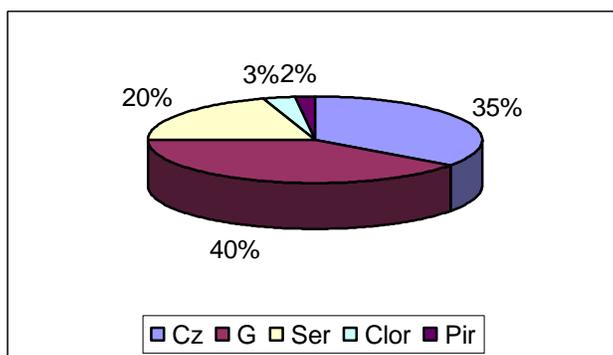
##### Grafito:

Opaco a marrón oscuro con tamaño de grano muy fino y se agrupa en niveles paralelamente dispuestos a la dirección de la foliación.

El porcentaje composicional detallado de la filita se puede observar en la tabla # 25 y la figura # 33.

**Tabla 25.** Composición mineralógica (%) de la filita grafitosa-cuarzosa de la Filita de Muruguata; Abreviaturas: Cz: cuarzo, Ser: sericita, Mus: muscovita, Clor: clorita, G: grafito, Pi: pirita.

# de Muestra	Cz	Ser/mus	Clor	G	Pi
46	35	20	3	40	2



**Figura 33.** Gráfico composicional de filita grafitosa-cuarzosa de la Filita de Muruguata.

## 4.6. Serpentinita

### 4.6.1. Ubicación y extensión geográfica:

La serpentinita aflora a manera de lentes de no más de 150 m de espesor, dichos lentes se observan en afloramientos de la quebrada Conoropa y Casupo. El área que ocupa es de aproximadamente 1,5 km<sup>2</sup>.

### 4.6.2 Características de campo

La serpentinita se caracteriza por presentar un color muy oscuro con diminutas vetas de 1 mm de espesor de color verde, ocurren como cuerpos masivos bastante alterados por la meteorización.

### 4.6.3. Contactos

Los lentes de serpentinita se encuentran asociados a las fallas de Conoropa y Casupo, aflorando precisamente en las zonas por donde dichas fallas se ubican.

### 4.6.4. Tipos litológicos:

**Tabla 26.** Tipo de roca perteneciente a la unidad de serpentinitas.

Roca metamórfica	Aspecto	Litotipo	# de muestras	Facies metamórfica	Protolito (aparente)
Metaígneas (ultramáficas)	Tanto masiva como lamelar. Foliación incipiente	Serpentinita	17-A2/ 24		Rocas plutónicas ultramáficas

#### 4.6.5. Análisis petrográfico

##### 4.6.5.1. Serpentinita

###### Aspecto general:

Estas rocas presentan colores que van del verde oscuro al negro lo que pudiera estar indicando un mayor contenido de hierro de los minerales máficos originales. Las texturas varían entre la lamelar (fibrosa) a la celular con ocurrencia de venas distintivas de crisotilo. Aún cuando la roca es bastante masiva en su estructura tiene un comportamiento reológico un tanto blando. Mineralógicamente se encuentra compuesta en su totalidad por minerales del grupo de la serpentina, tales como: antigorita en hojuelas y lizarditas. Como accesorios se observan vetas de crisotilo, clorita y tremolita-actínolita.

En campo los cuerpos ocurren como inyecciones visco-plásticas, con espesores promedio en el orden de las decenas de metros.

##### 4.4.6.8. Petrografía

###### Antigorita:

Más del 50% de estas rocas se encuentra compuesto por Antigorita. Bajo nícoles paralelos presenta colores muy claros en amarillo pálido, con tonalidades verdes y rosadas; pleocroismo lavil. Ocurre en forma de entramado fibroso a ligeramente columnar o listoneado, con un fuerte entrelazamiento (crenulación) de sus cristales. Las fibras tienen bordes muy rectos según patrones apretados de acomodamiento. Este mineral pudiera ser en parte un pseudomorfo después de piroxeno (bastita). La muestra # 17-A<sub>2</sub> presenta alteración significativa a algo desconocido, al mismo tiempo que se encuentran un tanto deformadas.

En la muestra # 24 ocurre en cristales con forma anhedral los cuales presentan colores amarillo-grisáceos de muy bajo orden. El crisotilo de estructura

fibrosa fina se encuentra en forma de venas ya sea delimitando los retículos de los cristales o atravesándolos. Los agregados de antigorita en general se muestran como producto de alteración de minerales previos, suposición ésta que surge de la ocurrencia de clivaje en dos direcciones (relicto) en ciertos granos reliquia.

#### Muscovita:

Se aprecian pequeños cristales de muscovita de hábito micáceo y relieve bastante alto en una de las secciones, los cuales contrastan con los de la antigorita (muy bajos) de manera muy resaltante. Los colores bajo nícoles paralelos en tonos que varían entre el verde y el marrón pálido, bajo nícoles cruzados la birrefringencia ocurre en tonos entre el segundo y tercer orden, presentan estructura ojo de pájaro.

#### Carbonato:

Presenta colores en tonos de marrón bajo nícoles paralelos con maclas azules, violetas, naranjas, verdes y rosadas bastante brillantes; las cuales al rotar la platina cambian característicamente de color (pleocroismo). En nícoles cruzados se observan tonos marrones pálidos los cuales se extinguen alternadamente con relación a los planos de maclas (polisintéticas); igualmente, ocurren buenos ejemplos de maclado rómbico en el seno de las vetas de 2,2 mm de espesor máximo, aleatoriamente dispuestas.

#### Magnetita:

Se presenta negra y con lustre metálico (luz reflejada). Algunos cristales constan de caras bastante rectas con formas de subhedrales a euhedrales y hábito octaédrico. Su distribución es bastante homogénea en la muestra # 17-A<sub>2</sub>, en forma de patrones continuos ubicados entre los flancos de las hojuelas plegadas de antigorita.

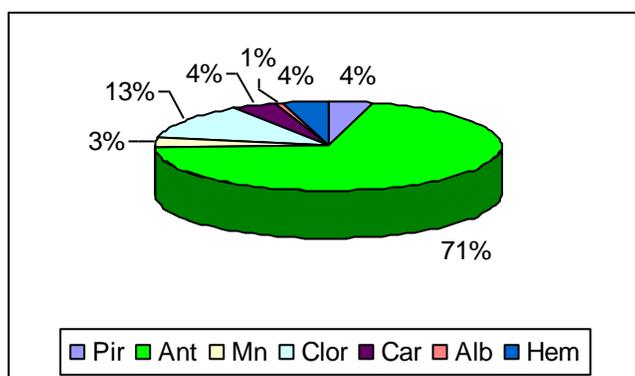
Accesorios:

Se encuentra el crisotilo en forma de vetas delgadas de minerales asbestiformes, las cuales se disponen de manera irregular en la muestra # 24 secciones. La clorita se presenta en la misma muestra en forma de minúsculos agregados con colores verde claros en nícoles paralelos y un distintivo tono en marrón con baja birrefringencia.

El porcentaje composicional de las serpentinas puede observarse a detalle en la tabla # 27 y el porcentaje general en la figura # 34

**Tabla 27.** Composición mineralógica (%) de la serpentinita. Abreviaturas: Pir: pirita, Ant: antigorita, Mn: magnetita, Clor: clorita, Carb: carbonato, Alb: albita-oligoclasa, Hem: hematita.

# de Muestra	Alb	Clor.	Ant.	Mn.	Carb.	Hem.	Pir.
17-A2	1		90	4	5		
24		15	70		5	5	5
Promedio	1	15	80	4	5	5	5
Máx.	-	-	90	-	15	-	
Min.	-	-	70	-	5	-	



**Figura 34.** Gráfico composicional de serpentinitas.

## 5. METAMORFISMO

### 5.1. Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura (sin diferenciar)

La presencia de minerales como clinozoisita/epidoto, clorita y actinolita en las rocas de esta unidad, sugiere transformaciones metamórficas que pueden estar enmarcadas dentro de la zona de más baja temperatura del grado bajo del metamorfismo regional pueden establecerse un conjunto de reacciones las cuales definirán los límites de estabilidad del mineral o grupo de minerales índices, en un campo determinado de presión y temperatura será pertinente conocer la distribución de las fases minerales en el conjunto de rocas expuestas en la franja de afloramientos para establecer las condiciones del evento(s) metamórfico que actuó a través de las mismas.

#### Asociaciones Mineralógicas

Las asociaciones características presentes en estas rocas, son los siguientes:

#### Metatobas

- (1) Cuarzo – albita – sericita – actinolita – clinozoisita/epidoto
- (2) Cuarzo – sericita – clorita – grafito - pirita

#### Filita

- (1) Cuarzo – clorita – sericita – grafito – piroxeno – espinela – pirita
- (2) Cuarzo – clorita – sericita – plagioclasa – pirita

(3) Cuarzo – clorita – sericita – plagioclasa – clinozoisita/epidoto – grafito – piroxeno (residual) – pirita

(4) Cuarzo – feldespato potásico – calcita – clinozoisita/epidoto - grafito – pirita

(5) Cuarzo – feldespatos (SD) – calcita – grafito – pirita

#### Metaígneas máficas

(1) Cuarzo – oligoclasa – clinopiroxeno - ortopiroxeno

A partir de las asociaciones mineralógicas presentes en las rocas metapelíticas podemos establecer que los minerales de más amplia distribución dentro de la unidad son: clorita, sericita y cuarzo; con cantidades variables de minerales del grupo del epidoto. Además de éstos, se observan proporciones significativas de albita y algo de calcita; el feldespato potásico está presente en menores cantidades únicamente a nivel local. La plagioclasa está presente no solo en rocas de bajo grado metamórfico sino también muy bajo grado, siendo frecuente las de mayor grado en donde generalmente sustituyen a la muscovita.

La mayoría de dichas asociaciones son típicas de la zona de la clorita de BARROW, definida en su clásico esquema para altos terrenos escoceses (tabla 27), enmarcada dentro de la facies de los esquistos verdes.

**Tabla 28.** Asociaciones mineralógicas características de las rocas pelíticas a partir de zonas Barrovianas de altos terrenos escoceses. (compilado principalmente de ATHERTON 1977, CHINNER 1965 y HARTE & HUDSON 1979). Modificado de YARDLEY 1993.

ZONA	ASOCIACIÓN TÍPICA
Clorita	Clorita + muscovita fengítica + cuarzo + albita +/- calcita +/- estilpnomelana +/- aragonito
Biotita	Biotita + clorita + muscovita fengítica + cuarzo + albita +/- calcita
Accesorios	Ilmenita, magnetita, pirita, circón, grafito

La mayoría de estos minerales pueden representarse de forma gráfica en un diagrama AFM, como el que se muestra en la figura 1 (tabla 4.1), con condiciones P y T establecidas en la figura 2.8. La asociación (1) de las metatobas muestra la coexistencia de actinolita y clinozoisita/epidoto, con algo de albita y cuarzo, éste conjunto es característico de la zona de la clorita y biotita en la facies de los esquistos verdes (tabla 28).

**Tabla 29.** Asociaciones minerales o sub-asociaciones diagnósticas de la facies metamórfica de los esquistos verdes. Modificado de YARDLEY (1993).

<b>Facies</b>	<b>Rocas metabásicas*</b>	<b>Rocas pelíticas (con cuarzo)</b>
Esquistos verdes	Actinolita + epidoto +/- albita +/- clorita +/- estilpnomelana (zona de más baja temperatura). Hornblenda +/- actinolita + albita + clorita + epidoto +/- granate (zona de más alta temperatura)	Clorita + muscovita + albita (zona de más baja temperatura). Clorita + muscovita + biotita + albita. Granate + clorita + muscovita + biotita + albita (zona de más alta temperatura). Cloritoide paragonito + muscovita + albita.

\*Rocas de composición máfica. Aquellas de composición intermedia presentan conjuntos muy similares a los mencionados en esta tabla.

## 5.2. Filita de Paracotos

Dentro de esta estrecha franja de afloramientos se aprecia que las asociaciones mineralógicas presentes en las rocas volcánicas o volcanoclásticas resultan poco diagnósticos al mostrar, de manera un tanto aislada, especies tales como el epidoto y la albita. Por otro lado, las rocas esquistosas del área muestran asociaciones minerales más ricas en las cuales ocurren fases íntimamente agrupadas entre sí. En ese sentido, se observa a la biotita junto con clorita y muscovita, además de importantes cantidades de cuarzo, albita, y feldespato alcalino en menores proporciones.

### Asociaciones Mineralógicas

#### Metatobas

- (1) Cuarzo – albita – clinozoisita/epidota – muscovita – esfena - pirita
- (2) Cuarzo – albita – feldespato potásico – grafito

#### Mármol

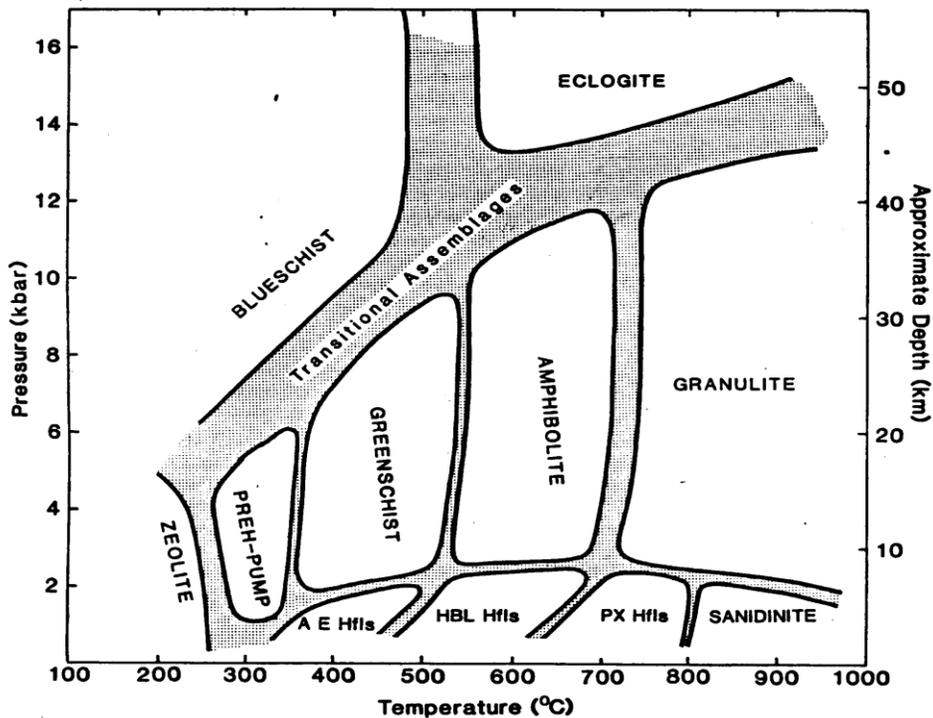
- (1) Carbonato – cuarzo – grafito - pirita
- (2) Carbonato – cuarzo – albita – pirita – grafito
- (3) Carbonato – cuarzo – albita – muscovita – pirita - grafito

#### Esquistos

- (1) Cuarzo – albita – muscovita – clorita – grafito - calcita

Basándose en el estudio de asociaciones mineralógicas provenientes del metamorfismo de rocas pelíticas en donde no se aprecian minerales como el epidoto/clinozoisita o la actinolita, se puede inferir que la sola presencia o ausencia de biotita + muscovita evidencia un rango de condiciones físicas localizado en la parte de más baja temperatura y presión del metamorfismo de bajo grado, específicamente, entre la zona de la clorita de Barrow (tabla 3.1).

En ese sentido, resulta diagnóstico observar paragénesis compuestas por minerales tales como: muscovita, albita, clorita, cuarzo y carbonato; en donde además pueden coexistir clinozoisita/epidota, feldespato potásico, entre otros. Todos ellos pertenecientes a la facie de los esquistos verdes (tabla 4.1), con condiciones de P y T basadas en el gráfico de la figura 2.8 (TURNER 1981).



**Figura 35.** Diagrama de presión – temperatura mostrando los campos de varias facies metamórficas. Abreviaturas: HfIs=hornfels, AE<sub>x</sub>=albita – epidoto, HBL=horblenda, PX=piroxeno, PREH – PUMP=prehita – pumpelita. Modificado de YARDLEY 1993.

### 5.3. Complejo Conoropa

Dentro del área de afloramiento de estas rocas se encuentran una diversidad de conjuntos mineralógicos en cuerpos de composición química definida. A groso modo se aprecia la presencia de hornblenda y/o actinolita en tipos litológicos diversos, tales como: metatobas, metaígneas y esquistos. En contraposición a éstos la epidota y la clorita siguen en orden de importancia, en cuánto a ocurrencia se refiere, apareciendo no solo en aquellas unidades litológicas citadas anteriormente sino también en la mayoría de las filitas presentes a todo lo largo y ancho de la faja de rocas correspondientes.

#### Asociaciones Mineralógicas

Entre estas, se encuentran:

#### Metatobas

- (1) Cuarzo – albita – muscovita – clinozoisita/epidoto – anfíbol (actinolita) – clorita – grafito - calcita
- (2) Clinozoisita/epidoto – limonita – esfena – piroxeno
- (3) Cuarzo – albita – hornblenda – actinolita - grafito
- (4) Cuarzo – feldespato (SD)– clorita – grafito - calcita

#### Metaígneas (máficas)

- (1) Plagioclasa (albita-oligoclasa) – feldespato – hornblenda – clinopiroxeno
- (2) Plagioclasa – clinopiroxeno - clorita
- (3) Plagioclasa – hornblenda/actinolita – clinopiroxeno - clorita

### Esquistos

- (1) Cuarzo – muscovita – granate – albita – grafito
- (2) Cuarzo – albita – hornblenda – actinolita – calcita
- (3) Cuarzo – albita – clorita – hornblenda – actinolita – serpentina

### Filitas

- (1) Cuarzo – albita – feldespato potásico – sericita – clorita – clinozoisita/epidoto – grafito
- (2) Cuarzo – sericita

### Mármol

- (1) Cuarzo – calcita – grafito

### Metaígneas (félsicas)

- (1) Cuarzo – plagioclasa (albita-oligoclasa) – feldespato potásico (microclino) – muscovita - biotita
- (2) Cuarzo – plagioclasa (albita) – feldespato potásico – sericita – clorita

### Serpentinita

- (1) Antigorita – clorita – calcita
- (2) Antigorita – calcita

### Granofel

- (1) Cuarzo – albita – feldespato potásico - sericita – clinozoisita/epidoto

La plagioclasa con bajo/muy bajo contenido de componente anortítico (albita – oligoclasa) puede considerarse una fase en exceso en la mayoría de las asociaciones mencionadas arriba.

De los ensamblajes mineralógicos presentes en las rocas del Complejo Conoropa, podemos sacar las siguientes observaciones:

Teniendo en cuenta que los conjuntos mineralógicos observados en rocas metavolcánicas (tobas) de composición máfico/intermedia son bastante similares. Los correspondientes ensamblajes metamórficos presentes en ellas serán un tanto parecidos en la medida en que se hallen sometidos a las mismas condiciones físicas del metamorfismo; en este caso, parte de más baja temperatura del grado bajo de metamorfismo.

Los esquistos verdes derivados del metamorfismo de este tipo de rocas contienen cantidades significativas de actinolita y clorita; siendo dominante la clinzoisita/epidoto; en vez de hornblenda, la cual estará poco representada. Además de estos minerales se aprecian albita y cuarzo, con algo de muscovita y calcita. Estas rocas se distinguen de las metapelítas en su menor contenido de cuarzo y sericita, mayor porcentaje de clorita, albita, epidota; y por la presencia de actinolita. Por lo tanto, dichas rocas pertenecerán al intervalo de temperaturas de bajo grado en el cual se encuentra la zona de la clorita – albita – epidoto – actinolita (tabla 28).

Las rocas metapelíticas de la unidad presentan conjuntos simples los cuales pertenecen a la zona de menor temperatura de las fácies de los esquistos verdes.

Por su parte, los esquistos, en particular aquellos de composición anfibolítica se caracterizan por la ocurrencia de grandes cristales de hornblenda en asociación con agujas de actinolita y cantidades importantes de cuarzo y albita. Ambos tipos de anfíboles pueden coexistir por debajo de la temperatura de aparición del primero ( 500°C), dentro de la facies de los esquistos verdes (tabla 28 y figura 34).

#### 5.4. Filita de Muruguata

Dentro de esta unidad afloran principalmente rocas filíticas grafitosas no calcáreas intercaladas con ciertos lentes de mármol microgranular; siendo las asociaciones minerales muy simples.

##### Asociaciones Mineralógicas

La única asociación reportada en esta unidad fue obtenido del análisis de ciertas muestras de filita grafitosa oscura.

##### Filita

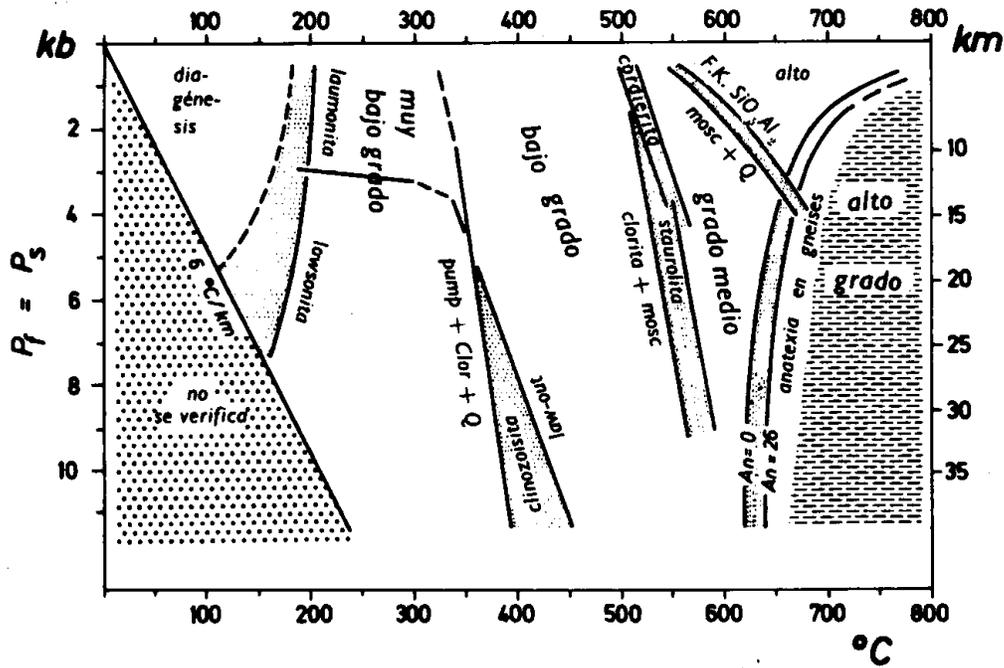
Cuarzo – albita – clorita - sericita – grafito

Las metapelíticas son de grano fino con bastante grafito y compuestas además por ciertos accesorios entre los que destaca la pirita, algo de calcita a nivel local. El conjunto (1) es típico de las facies de los esquistos verdes, específicamente la zona de la clorita ( tabla 27).

##### Discusión General

En la zona de estudio no se identificó la presencia de conjuntos mineralógicos en los cuales se encuentre algo de lawsonita, prehnita y/o pumpellita. Por el contrario, se observa la ocurrencia de clinozoisita primaria con un poco de clorita en asociación mineral (contactos mutuos) e incluso actinolita, en alguno que otro grupo de rocas metavolcánicas (tobas) y metasedimentarias (ciertas pelitas, grauvacas).

Esto nos ubica por encima del limite entre metamorfismo de muy bajo y bajo grado (figura 35), en particular dentro de la zona de la clorita de Barrow perteneciente a las facies de los esquistos verdes.



**Figura 36.** Las cuatro divisiones del grado metamórfico: grado muy bajo, bajo, intermedio y alto. Los datos P, T que se indican gráficamente se basan en la condición  $P_s$  aproximadamente igual a  $P$  agua. Tomado de Winkler (1978).

**Tabla 30.** Resumen de las condiciones metamórficas de las unidades del área de estudio. Abreviaturas: Qz-cuarzo, Ser-sericita, Mus-muscovita, Car-carbonato, Cal-calcita, Clor-clorita, Px-piroxeno, Au-augita, Opx-ortopiroxeno, Cpx-linopiroxeno, Anf-anfíbol (s.d.), H-hornblenda, Act-actinolita, Plag-plagioclasa, Alb-albita, Feld-K-feldespatos potásico, G-grafito, Pir-pirita, E-clinozoisita/epidoto, Ant-antigorita, Hem-hematita, Serp-serpentina, A-apatito, All-allanita, B-biotita, Ga-granate.

Unidad	Tipos litológicos	Protolito estimado	Ensamblajes mineralógicos presentes	Facies metamórfica según Seiders (1965)	Facies metamórfica interpretada	
Filita de Muruguata	Filita grafitosa no calcárea	Areniscas impuras con sedimentos orgánicos	Qz – Ser/Mus – Clor – G - Pi	Facies de los esquistos verdes. Seki (1961, p. 421) propone el término facies de la clorita	Facies de los esquistos verdes, zona de la clorita	
Complejo Conoropa	-Metatoba híbrida grosera	Interestratificados de rocas piroclásticas y sedimentos mixtos	Qz – Plag – Mus/Ser – Clor – Anf – E – Car - G	Condiciones transicionales entre la facies de los esquistos verdes de Fyfe <i>et al</i> (1958) y alguna de menor grado (parte de grado más alto de los conjuntos de sub-facies de esquistos verdes de Seki (1961, véase p. 359))	Facies de los esquistos verdes, zona de la clorita	
	-Metatoba cristalina		Px – E – Esf – Pir - Ln			
	-Metatoba lítica		Qz – Plag – H - G			
			-----			
	-Metatoba híbrida					
	-Metatoba cenirítica de lapilli lítica		Qz – Plag – Mus/Ser – Clor – Anf - G			
	-Metatoba híbrida cristalina		Qz – Plag – Clor – E - Car			
	-Metatoba lítica grosera híbrida		Qz – Plag – Ser – Clor – E – Car - G			
	Filita cuarzo micácea					Qz – Feld-K – Plag – Ser – Clor – G – E – Pir - Cn
	Esquisto cuarzo micáceo		Lutitas, lodolitas, areniscas impuras e ígneas félsicas			Qz – Feld (s.d.) – Mus – Esf – G – Pir - Ga

	Esquisto carbonático	Sedimentos de mezcla (carbonáticos)	Qz – Ser – Car – G - Pir		
	Esquisto anfibólico	Rocas ígneas máficas, sedimentos portadores de hierro y calcio	Qz – Feld-K – H – Pir – Car – Plag – Esf - Act		
	Mármol	Calizas puras e impuras	Qz – Car – Pir - IL		
	Metatrondhjemita	trondhjemitas	Qz – Feld-K – Plag – B – Ser – Clor – A - Pir		
	Metatrondhjemita		Qz – Feld-K – Plag – Ser – Clor – All - E		
	Metagabro	Rocas ígneas plutónicas e intermedias de composición máfica	1.- Qz – Plag – Mus – Anf – Serp – Pir 2.- Plag – Clor - Cpx		
	Serpentinita	Rocas plutónicas ultramáficas	Clor – Ant – Car – Hem - Pir		
	Granofels félsico	trondhjemita	Qz – Plag – Feld-K – Ser – Pir - E		
Filita de Paracotos	Metatoba híbrida grosera	Rocas piroclásticas; sedimentos mixtos	Qz – Alb – Mus – Esf – E - Pir	Seki (1961, p. 421) propone el termino facies de la clorita para los conjuntos encontrados en meta-pelitas. En las meta-volcánicas propone el termino de facies de la pumpellita - clorita	Facies de los esquistos verdes, zona de la clorita
	Metatoba grosera		Qz – Alb - G		
	Mármol	Calizas impuras o margas	Qz – Plag – Car – G - Pir		
	Mármol (foliado)		Qz – Feld-K – Plag – Mus – Car – G – Pir		
	Esquisto cuarzo grafitoso muscovítico	Arenas impuras con mezcla de materia orgánica	Qz – Mus – B – Clor – Cal – G – Plag – Pir - E		

METAMORFISMO

Asociación Volcanosedimentaria de Villa de Cura (s.d.)	Filita micácea	Lutitas, argilitas, rocas tobáceas y otras de grano fino	Qz – Ser/Mus – Clor – E – Px (residual)	No hay una designación de facies de amplia aceptación para los conjuntos minerales de esta unidad	Facies de los esquistos verdes, zona de la clorita
	Filita cuarzo grafitosa		Qz – Ser – G – Px (residual)		
	Filita grafitoso carbonática		Qz – G – Car – Pir		
	Filita micáceo cuarzosa		Qz – Ser/Mus – Pir		
	Metatoba híbrida	Rocas piroclásticas; sedimentos mixtos	Qz – Plag – Ser/Mus – Act – G – Pir – Cal		
	Metatoba lítica grosera híbrida		Qz – Ser – Clor – G – Pir – Px		
	Metagabro cuarcífero	Roca ígnea máfica	Qz – Plag – Ant – Opx		

## 6. GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

### 6.1. Geología estructural regional

La zona de estudio se encuentra caracterizada, en general, por una secuencia de rocas metavolcánicas y metasedimentarias las cuales mantienen relaciones aproximadamente paralelas entre sus planos de foliación. A pesar de ello, se observan excepciones a nivel local en donde se aprecian planos de foliación paralelamente dispuestos con relación a los planos axiales de pliegues pequeños. Dicho de otra manera, las estructuras presentes en las diversas formaciones rocosas son generalmente concordantes, con rumbos bastante cercanos a la E-W, y presentan buzamientos hacia el sur. El plegamiento en pequeña escala, de milímetros a centímetros, es rasgo común, apreciándose un dominio de las estructuras muy cerradas (isoclinales) sobre las suavizadas o abiertas.

Según MENÉNDEZ (1966) la zona de estudio se encuentra incluida hacia el norte, dentro de lo que él llama: "Faja Estructural Sur-Central", definiendo su límite sur en el contacto (de falla) entre la Filita de Muruguata y el Complejo Conoropa. En esta zona se presentan actitudes estructurales menos variables que las reportadas por dicho autor hacia el norte (formaciones Post-grupo Caracas). Por otro lado, SHAGAM (1960) establece que las fallas de Santa Rosa y Agua Fría, cuyas trazas se disponen paralelamente entre sí en forma de lineaciones, según la dirección E-W, observadas a partir del análisis de las fotografías aéreas de la zona de estudio, representan los límites físicos de la faja de Paracotos al norte y al sur, respectivamente. En ambas fallas ocurren cuerpos delgados de serpentinita cizallada, sobre todo en la primera. Para MENÉNDEZ (1962: 223-224) la falla de Santa Rosa es de movimiento preferencialmente normal, y fue formada por efectos de ajustes sobre la corteza, posteriores a la época de emplazamiento del bloque Villa de Cura e indica que las estructuras en la filita de Paracotos y la Metatoba de El Caño se mantienen generalmente concordantes y con buzamiento

al sur, siendo su contacto una superficie plegada de corrimiento de ángulo bajo (Agua Fría).

DENGO (1953: 33) señala la presencia de cuatro pliegues principales en la región de Caracas, cuyos rumbos axiales promedio mantienen dirección de N75°E. Por otro lado, SEIDERS (1965: 396) identifica dentro de su zona de estudio ubicada en Miranda central, el flanco sur del pliegue más meridional (MENÉNDEZ 1966). Este último corresponde al anticlinal de Baruta el cual presenta su flanco sur con buzamiento pronunciado en la misma dirección (volcado); al lado de la zona de fallas de La Victoria (SEIDERS 1965: 400). Las rocas que forman parte de dicho flanco, al sur de las fallas de Pichao y Cupo, consisten de una masa autóctona: Gneis de La Aguadita y Complejo Conoropa, y de dos mantos alóctonos: Esquisto de Chuspita, asociación post-grupo Caracas y Asociación meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura; las dos primeras pudieron haberse derivado del tope de la estructura anticlinoide de rumbo N60°-75°E (SEIDERS 1965).

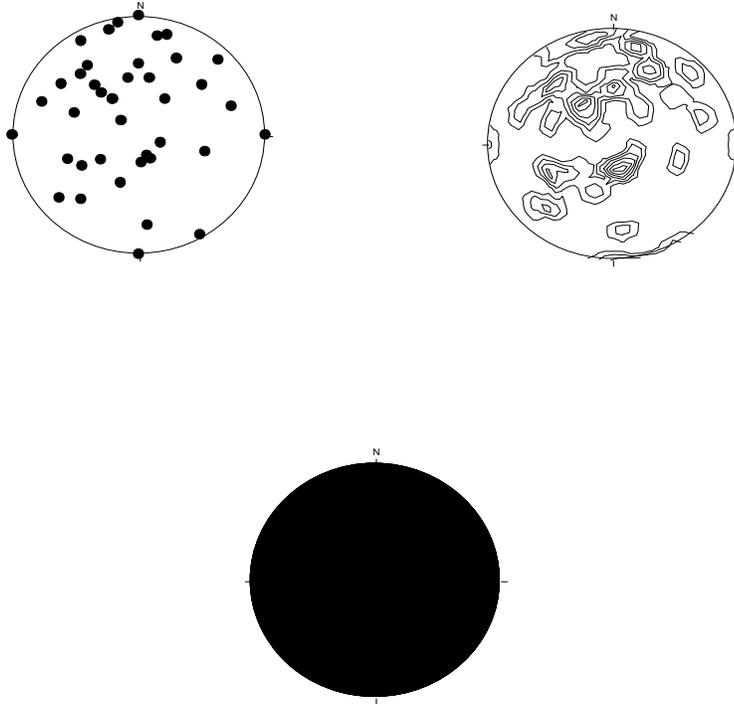
## 6.2. Geología estructural local

### 6.2.1 Foliación

El rasgo estructural más característico de la zona de trabajo es sin duda alguna la foliación. La misma se desarrolla notoriamente en rocas filíticas y tobáceas de bajo grado metamórfico, las cuales afloran de manera prácticamente continua a todo lo largo y ancho de las unidades correspondientes; la composición de la roca precursora es la única responsable en el desarrollo y abundancia de minerales micáceos, aciculares y/o prismático-tabulares, los cuales al ser orientados a lo largo de superficies discretas en cualquier dirección definirán sendos planos de debilidad en las rocas.

Algo resaltante por demás es el hecho de que la foliación ocurre o se desarrolla de manera perpendicular a la mayoría de los planos axiales de los pliegues que gradan de abiertos a apretados. No obstante es posible encontrar a nivel local el desarrollo de pliegues de segunda generación, los cuales por lo general desarrollan estructuras cilíndricas del tipo Kink; verificándose una clara distorsión de la foliación plana inicial en torno a la envolvente de éstos.

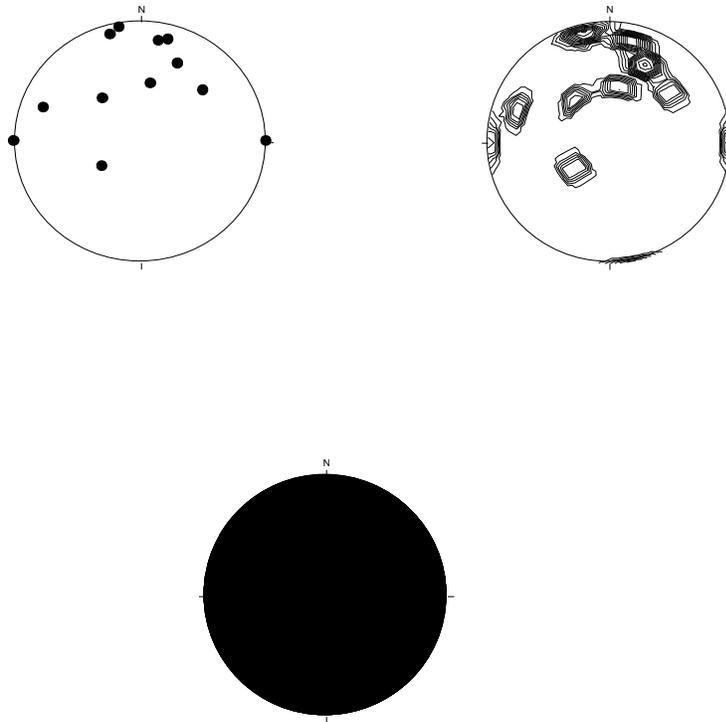
A partir de la roseta de foliación de toda la zona (figura 37) se logra corroborar lo dicho por SEIDERS (1965), quién llega a la conclusión de que la tendencia regional de la foliación es de aproximadamente N70°E.



**Figura 37.** Proyecciones de todas las medidas de foliación (40 medidas) en redes equiareales, diagramas de concentración de polos y rosetas de planos foliación de la toda la zona de estudio.

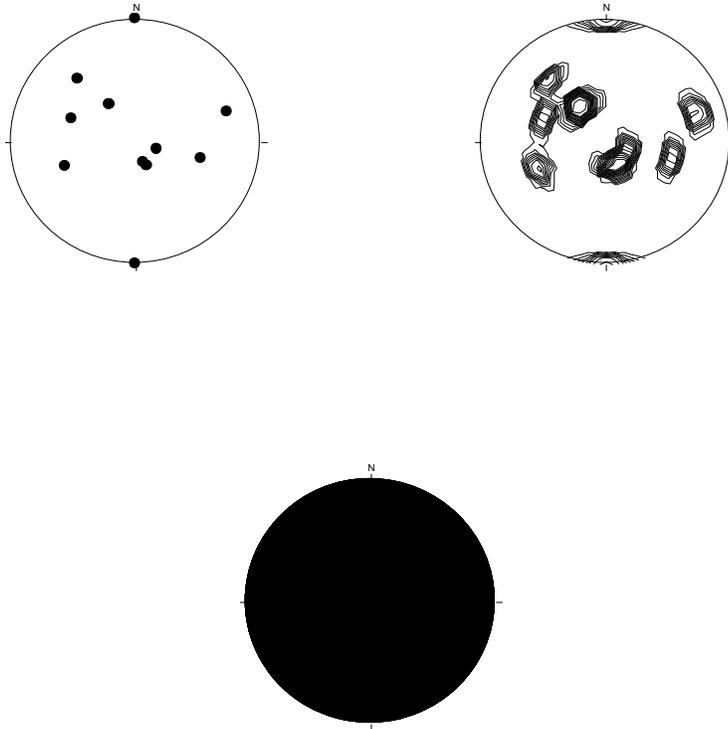
De igual manera a partir del análisis de los diagramas de concentración de los polos de los planos de foliación de la zona, entre otros, se han podido hacer ciertas observaciones:

Las rocas de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura presentan tres tendencias promedio en cuanto a la disposición de sus planos de foliación se refiere. La primera de ellas, representando un 55% del total de las medidas efectuadas, es de rumbo  $N68^{\circ}W$  con  $61^{\circ}$  de buzamiento sur; mientras que la segunda (36%) y la última (9%) presentan orientaciones de  $N56^{\circ}E$   $68^{\circ}S$  y  $N35^{\circ}W$   $30^{\circ}N$ , respectivamente.



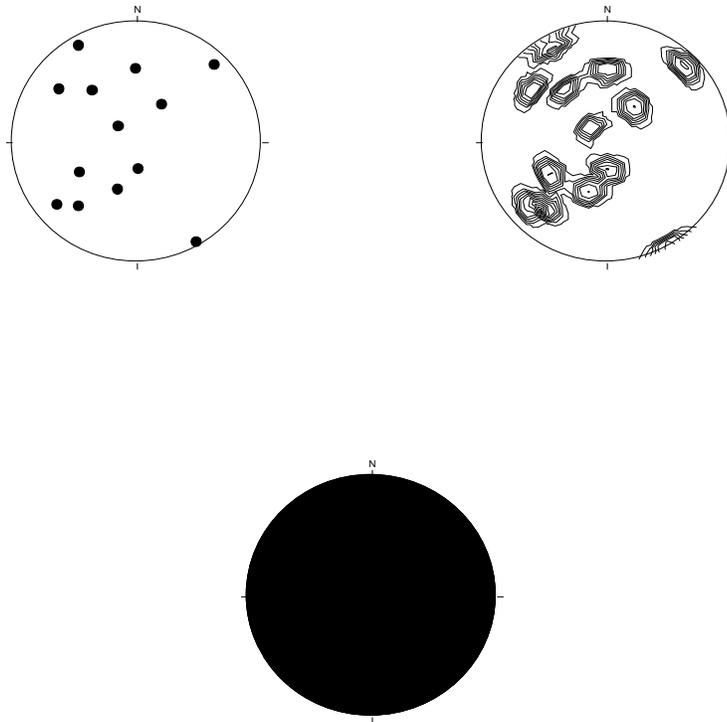
**Figura 38.** Proyecciones de todas las medidas de foliación (12 medidas) en redes equiareales, diagrama de concentración de polos y rosetas de planos de foliación de la Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura.

La estrecha franja de la Filita de Paracotos por su parte presenta cuatro tendencias de planos de foliación en donde las dos primeras:  $N53^{\circ}E\ 41^{\circ}S$  y  $N43^{\circ}E\ 23^{\circ}N$ ; representan cada una el 36% del total de las medidas llevadas a cabo dentro de la formación y las dos últimas:  $N18^{\circ}W\ 66^{\circ}S$  y  $N20^{\circ}W\ 50^{\circ}N$ ; el 9% de las mismas, respectivamente.



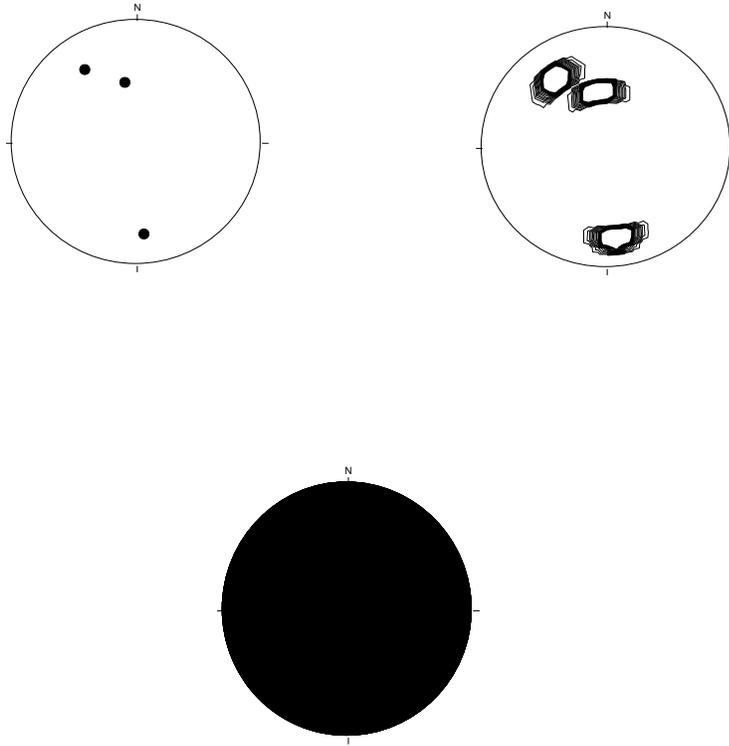
**Figura 39.** Proyecciones de todas las medidas de foliación (11 medidas) en redes equiareales, diagramas de concentración de polos y rosetas de planos de foliación, de la Filita de Paracotos.

El Complejo Conoropa tiene igualmente cuatro tendencias de planos de foliación. Las dos primeras son de:  $N46^{\circ}E\ 51^{\circ}S$  y  $N48^{\circ}W\ 52^{\circ}N$ ; representando, cada una, el 33% del total de las mediciones realizadas. Mientras que las dos últimas son de:  $N73^{\circ}E\ 53^{\circ}N$  y  $N50^{\circ}W\ 54^{\circ}S$ ; las cuales representan el 17% restante, respectivamente.



**Figura 40.** Proyecciones de los polos de los planos de foliación (13 medidas) en redes equiareales, diagramas de concentración de polos y rosetas de planos de foliación, del Complejo Conoropa.

Finalmente, se aprecia que en más de la mitad de las medidas llevadas a cabo en los planos de foliación de las filitas de la Filita de Muruguata, se mantiene un rumbo promedio de  $N68^{\circ}E$  y  $50^{\circ}$  de buzamiento hacia el Sur.



**Figura 41.** Proyecciones de todas las medidas de foliación (3 medidas) en redes equiareales, diagramas de concentración de polos y rosetas de polos de la Filita de Muruguata.

### 6.2.2. Plegamiento

La mayoría de las estructuras que se aprecian en rocas de textura principalmente filítica, corresponden a plegamientos cuyos ángulos interlimbares oscilan entre los  $0^\circ$  y  $120^\circ$ ; observándose buenos ejemplos de pliegues isoclinales a nivel local.

Más raro aún resulta encontrar, en contraste con aquellos pliegues de estilo similar formados durante el metamorfismo, otras clases de estructuras plegadas formadas durante estadios posteriores de deformación, las cuales tienden a tener estilos concéntricos, intermedios entre concéntricos y similares o hasta del tipo Kink.

A pequeña escala (sección fina) es posible observar el desarrollo de micropliegues a lo largo de clivajes de crenulación, los cuales se forman en rocas esquistosas con altos contenidos de mica.

Dentro de la Asociación Metavolcanosedimentaria de Villa de Cura el patrón de plegamiento es un tanto variable, observándose muy buenos ejemplos de pliegues isoclinales en roca filítica y esquistosa. En ese sentido es posible discernir dos tendencias de pliegues, en cuanto a la disposición de sus planos axiales se refiere: una con orientación  $N65^\circ W$   $45^\circ N$ , y otra con rumbo  $N70^\circ E$  y  $60^\circ S$  de buzamiento; característica particular es la generación de pliegues abiertos, definidos por la deformación de las vetas de calcita y/o cuarzo que ocurren en muchas de las rocas esquistosas del área.

En la Filita de Paracotos se siguen observando pliegues del orden de centímetros a decímetros sobre todo en las vetas de calcita de las rocas filíticas; apreciándose una variabilidad similar a la mostrada por los planos axiales de las

estructuras plegadas de la unidad anterior. Ciertamente, la ocurrencia de estas es un poco más limitada en esta unidad.

El Complejo Conoropa se caracterizan por presentar muy pocos ejemplos de estructuras de este tipo, todas ellas con ejes subhorizontales; a nivel local se logran observar ciertas estructuras sigmoidales de tensión en vetas de rocas filíticas, las cuales pudieran dar alguna pista con respecto al campo de esfuerzos prevalecientes durante la deformación de las mismas.

A nivel de la zona adyacente a la Filita de Muruguata se vuelve a apreciar un cambio no solo litológico sino también estructural en donde se comienza a observar una filita grafitosa de color muy oscuro, la cual se presenta sumamente plegada y replegada; siendo realmente característico el plegamiento de tipo isoclinal.

De igual manera es importante tener en cuenta la posibilidad de ocurrencia de pliegues mayores del orden de varios metros en rocas de igual litología, los cuales pudieran estar formando parte de alguna envolvente mayor. En ese sentido se sabe que a nivel regional, en base a lo interpretado de los cortes estructurales de la zona (figura 42), la estructura tiende a mostrarse como un gran pliegue homoclinal con vergencia sur.

### 6.2.3. Fallamiento

El patrón de fallamiento del área de estudio ha sido identificado únicamente a partir del análisis de las fotografías aéreas y del uso del ortofotomapa correspondiente.

Aún cuando fue posible inferir la presencia y orientación de ciertos contactos en campo no pudo ser establecida la naturaleza de los mismos debido a la falta de afloramientos en los sitios precisos donde por fotointerpretación deberían estar las trazas de las fallas.

Dentro de la zona se cuenta con dos patrones de fallamiento, los cuales son:

(1) E-W

(2) N50°-60°E

#### Fallas con orientación E-W

Dicho patrón se encuentra representado por dos estructuras las cuales delimitan claramente tanto al norte como al sur la angosta faja de afloramientos de la Filita de Paracotos; y cuyas trazas ostentan cierta tendencia sinuosa e irregular, pero manteniéndose paralelamente dispuestas entre sí a todo lo largo de la zona según la dirección E-W.

En campo se encuentran cuerpos de roca serpentinitica, algunos de ellos cizallados, los cuales afloran en varias localidades adyacentes a todo lo largo de las trazas de las fallas; sobre todo en la sur, donde parecieran estar indicando la presencia de una superficie de despegue o corrimiento.

Para la falla norte se estima una componente de rumbo dextral debido a la evidencia observada a nivel de la parte occidental de la faja de Paracotos, donde ocurre el desvío del cauce principal de la quebrada Conoropa según la dirección N50°E; el cual posteriormente aguas arriba (Complejo Conoropa), vuelve a reorientarse hacia el norte.

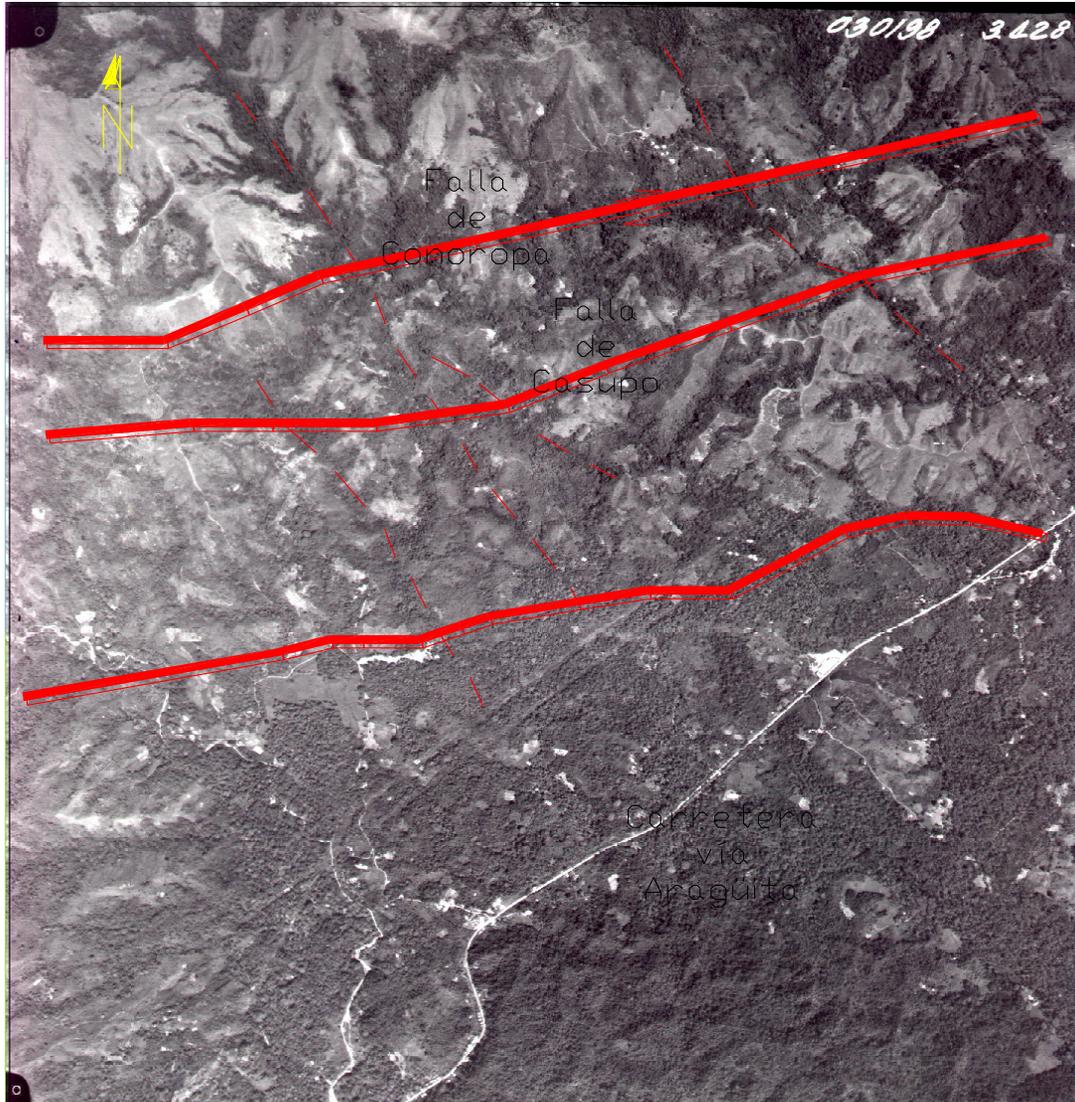
#### Falla con orientación N50°-60°E

En la zona septentrional del área de estudio aflora la traza de cierta falla la cual pone en contacto a la Filita de Muruguata al norte con las metavolcánicas de Conoropa al sur. La misma mantiene rumbo aproximado de N50°-60°E en la parte occidental de la franja del Complejo Conoropa, el cual varía hacia el este a medida que atraviesa ésta. En la localidad Oeste la zona de falla se encuentra caracterizada por la ocurrencia de un par de trazas paralelamente dispuestas entre sí, las cuales se unen para formar una única traza varios metros al este de la quebrada Casupo para, posteriormente, continuar hacia la parte oriental; manteniendo la misma tendencia observada a nivel regional.

#### Lineaciones

La mayoría de los cauces principales de las quebradas más importantes del área se encuentran controladas tanto estructural como litológicamente; ello es debido en primer caso a la ocurrencia de fracturas discontinuas que en conjunto confieren un aspecto lineal conspicuo, fácilmente observable en fotografías aéreas y ortofotomapas, a lo largo de las cuales los ríos drenan aguas abajo con menor resistencia, y en segundo término al hecho de que los mismos cortan a través de los materiales que le permiten socavar con mayor facilidad como es el caso de las tobas y filitas.

Dichas lineaciones se presentan controlando el cauce de las quebradas Conoropa y Casupo en donde se disponen prácticamente paralela una con otra según la dirección N10°-20°E, pero en su recorrido no se nota evidencia de fallas en esta dirección.



**Figura 42.** Croquis estructural del área de estudio.

## 7. CONCLUSIONES

### 7.1. Litología

1.- La zona de estudio se encuentra conformada por un conjunto de unidades integradas por rocas metaígneas y metasedimentarias. A partir de las características mineralógicas, texturales, ubicación geográfica, geomorfología, etc.; fue posible agrupar las rocas en cuatro unidades, que de Norte a Sur son:

A.- Filita de Muruguata.

B.- Complejo Conoropa.

C.- Filita de Paracotos.

D.- Asociación Metavolcanosedimentaria de Villa de Cura.

Y una quinta unidad correspondiente a los cuerpos serpentínicos aislados distribuidos en distintas partes de la zona de estudio.

#### 2.- Filita de Muruguata

Se encuentra caracterizada por la ocurrencia de metasedimentos muy oscuros, ricos en grafito; con cantidades menores de cuerpos discretos de mármol microcristalino de color azul grisáceo. Su protolito de grano muy fino se acumuló en ambientes bajos en oxígeno, en los cuales fue posible la preservación de la materia orgánica. Esta unidad presenta una asociación mineral muy simple correspondiente a las facies de los esquistos verdes, típica de la zona de la clorita.

#### 3.- Complejo Conoropa

Se afirma como unidad perfectamente cartografiable, litológicamente constituida por cantidades dominantes de metasedimentarias oscuras (filitas), y metavolcanoclásticas verde claro de composición intermedia (tobas); las cuales se encuentran interbandeadas en el orden de mm a varios centímetros e incluso metros, así como cantidades minoritarias de otros tipos de rocas. Los tipos litológicos se resumen a continuación:

a.- Mayormente la unidad está constituida por metatobas híbridas que resultan de un interestratificado de material piroclástico y sedimentos finos. El material primario volcánico corresponde fundamentalmente a la fracción de tamaño de cenizas y lapilli así como de cristales de cuarzo volcánico. Las filitas cuarzo micáceas, subordinadas a las anteriores y con las cuales se encuentran intercaladas, provinieron del metamorfismo de bajo grado de lutitas y otras rocas de grano fino. El hecho de que encontremos rocas híbridas (formadas de la mezcla de material piroclástico de grano fino con sedimentos ricos en materia orgánica) nos demuestra que en la cuenca de ambiente anóxico donde se depositaban los sedimentos de grano fino (arcillas), se producían frecuentes aportes piroclásticos que por efecto de las corrientes se depositaron intercalados y entremezclados. Las asociaciones minerales pertenecen a la facie de los esquistos verdes, zona de la clorita.

Los cinco tipos de rocas que siguen muy minoritarios arealmente:

b.- Lentes de mármol de centímetros a decenas de metros de espesor con colores grises claros y textura microgranular.

c.- Rocas esquistosas de varios tipos: esquistos cuarzo-micáceos, esquistos carbonáticos y esquistos anfibólicos. Todas estas con colores variables en tonos de claro a pálido. Los esquistos presentan varias clases de protolitos dependientes de la composición. Los esquistos cuarzo-micáceos provienen del metamorfismo de bajo grado de areniscas impuras, mientras que los esquistos carbonáticos de areniscas calcáreas. Los esquistos anfibólicos pudieran deber su origen al metamorfismo de rocas ígneas máficas, probablemente algún dique.

d.- Metagabro. Texturalmente se presentan con un entramado entrecruzado de grano grueso y colores claros (plagioclasa, algo de cuarzo a nivel local) a verde oscuros/medios (píroxenos y/o anfíboles). Aparecen como cuerpos aislados de dimensiones de hasta 200 mts de espesor, sus contactos con las rocas adyacentes no están expuestos por tanto no está claro si corresponden a cuerpos originalmente intrusivos o bloques incorporados en la secuencia sedimentaria.

e.- Rocas metaígneas de composición granítica. Se presentan masivas y con textura fanerítica. Sus colores son variables en tonos claros (gris, blanco) a oscuros, siendo posible la identificación megascópica de los minerales félsicos (plagioclasa, feldespato potásico, cuarzo) y máficos (biotita, anfíbol). Aquí cabe la misma aclaratoria que se expuso en los gabros, en cuanto a la dificultad de conocer sus relaciones iniciales.

f.- Rocas del tipo granofel félsico. Se presenta con bandeamiento de colores gris claro y oscuro de varios mm de espesor, con tamaño de grano medio. Los granofels son rocas que probablemente provienen del metamorfismo de areniscas feldespáticas o arcosas o trondhjemitas.

g.- Intercalaciones de varios cm de espesor de metaconglomerado de cuarzo (claro) y chert con metalimolitas / metalutitas.

Todos estos cuerpos así como el resto de la unidad fueron metamorfizados en las facies de los esquistos verdes, zona de la clorita.

#### **4.- Filita de Paracotos**

Se caracteriza por presentar rocas metatobáceas de color verde claro intercaladas con filitas grafitosas oscuras a nivel local, así como por la ocurrencia de cuerpos de mármol de estructura tanto granular como foliada y esquistos cuarzo-grafitoso-muscovítico en menores proporciones. Los tipos litológicos son:

a.- Las metatobas provienen de la acumulación de sedimentos piroclásticos y de mezcla posiblemente retrabajados.

b.- Los mármoles de colores claros en tonos de gris en particular la variedad foliada, debe su origen al metamorfismo de bajo grado de calizas argiláceas o margas.

c.- Los esquistos cuarzo grafitosos muscovíticos son de origen sedimentario (lutitas).

Todas las rocas de esta unidad fueron metamorfizadas en la zona de la clorita, de la facies de los esquistos verdes.

### **5.- Asociación Meta-volcanosedimentaria Villa de Cura (sin diferenciar)**

Se caracteriza por la ocurrencia de rocas metatobas y metasedimentarias (filitas) interbandeadas en el orden de mm a cm e incluso m; en proporciones bastante similares. Los tipos litológicos son:

a.- Las metatobas, sus protolitos corresponden a tobas piroclásticas, volviendo a observarse fragmentos de roca metasedimentarios.

b.- Las filitas de color gris oscuro a negro son básicamente cuarzo-micáceas con y sin grafito; algo de carbonato a nivel local. Sus protolitos son netamente sedimentarios (lutitas, limolitas areniscas).

c.- A nivel local se encontró un cuerpo ígneo máfico (metagabro cuarcífero) de color muy oscuro, que es de espesor discreto y textura masiva.

Todas estas rocas presentan conjuntos mineralógicos característicos de la facies de los esquistos verdes, zona de la clorita.

### **5.- Serpentinita**

Es oscura de textura lamelar (fibrosa) las cuales llegan a ser bastante masivas en ciertas partes. Se encuentran asociadas en menor proporción a los metagabros, por lo general, ocurren como cuerpos discretos de pocos m de espesor y de hasta 150 m de largo asociadas a los contactos estructurales entre las unidades; particularmente entre el Complejo Conoropa y la Filita de Paracotos.

Las serpentinitas resultan del metamorfismo (metasomatismo) de ultramáficas, probablemente peridotitas.

## **7.2. Metamorfismo**

1.- Dentro del Complejo Conoropa abundan diversos tipos de metatobas los cuales contienen cantidades significativas de actinolita y clorita, siendo dominante la clinozoisita/epidoto, también abundan las metapelíticas que presentan significativas cantidades de sericita, clorita, albita, epidoto y actinolita. Por lo tanto

dichas rocas fueron metamorfizadas en la facies de los esquistos verdes, zona de la clorita.

2.- Las rocas meta-volcánicas de la Asociación Meta-volcanosedimentaria Villa de Cura (sin diferenciar) y la Filita de Paracotos, muestran conjuntos conformados por la presencia de cuarzo, albita, clinozoisita/epidoto, sericita y algo de clorita a nivel local; los cuales representan condiciones de temperatura superiores a las del metamorfismo de grado muy bajo (desaparición de la lawsonita o pumpellita, por encima de los 350°C de temperatura).

3.- La ausencia de biotita + muscovita en la mayoría de los conjuntos meta-pelíticos de las diversas unidades, dentro del área de estudio, apunta definitivamente hacia condiciones por debajo de los 450°C de temperatura (grado bajo del metamorfismo, en la zona de la clorita de Barrow). Se concluye que todas las unidades de la zona estudiadas fueron metamorfizadas en las facies de los esquistos verdes, zona de la clorita.

### 7.3. Estructuras

1.- Las estructuras de fallas de la zona presentan rumbos generalizados cercanos a la E-W y buzamientos al Sur. El plegamiento a pequeña escala de mm a cm es rasgo característico con estructuras cerradas (tipo isoclinal) que dominan sobre las abiertas; siendo sus planos axiales paralelos a los de foliación. A nivel local, se aprecia el desarrollo de pliegues de segunda generación (estructuras cilíndricas del tipo kink), así como de micropliegues a lo largo de clivajes de crenulación (rocas esquistosas con alto contenido de micas).

2.- A partir de la roseta de foliación de la zona se aprecia que la tendencia regional es del orden de N70°E. Los diagramas de concentración de polos de las unidades muestran varias tendencias, tal y como se menciona a continuación:

I.- Filita de Muruguata: N68°E 50°S

Mediciones (100%)

II.- Complejo Conoropa: - N64°E 51°S	33%
- N48°W 52°N	33%
- N73°E 53°N	17%
- N50°W 54°S	17%
	Mediciones (100%)
III.- Filita de Paracotos: - N53°E 41°S	36%
- N43°E 23°N	36%
- N18°W 66°S	9%
- N20°W 50°N	9%
	Mediciones (100%)
IV.- Asociación Meta- volcanosedimentaria - N68°W 61°S	55%
de Villa de Cura: - N56°E 68°S	36%
- N35°W 30°N	9%

3.- Las filitas grafitosas de la Filita de Muruguata se presentan sumamente plegadas de manera muy apretada (pliegues isoclinales).

4.- Las rocas pertenecientes al Complejo Conoropa se presentan poco plegadas siendo las estructuras un tanto abiertas en relación al resto de las unidades con ejes subhorizontales.

5.- La Filita de Paracotos presenta la menor ocurrencia de pliegues de cualquier tipo, siendo visibles únicamente en escala de cm a m en las vetas de carbonato de ciertas filitas.

6.- La Asociación Meta-volcanosedimentaria de Villa de Cura (sin diferenciar) presenta un patrón de plegamiento variable con dos tendencias de planos axiales: N56°W con 45°N y N70°E con 60°S de buzamiento.

7.- El patrón de fallamiento de la zona presenta dos tendencias de estructuras, subparalelamente dispuestas entre sí:

1.- E-W

## 2.- N50°-60°E

8.- En el contacto de falla establecido entre las unidades correspondientes al Complejo Conoropa y la Filita de Paracotos, se logra inferir una componente de rumbo dextral debido al desvío del cauce principal de la quebrada Conoropa en dirección N50°E,

9.- Los cauces de las principales quebradas de la zona (Conoropa, Casupo, El Salto) presentan controles estructurales con el desarrollo de lineaciones con rumbo N10°-20°E, estas son muy visibles en las fotografías aéreas, más en en campo no hay evidencia alguna de que sean debidas a fallas, por lo cual se optó en clasificarlas como lineaciones, y es probable que sean debidas a zonas más fracturadas y diaclasadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- EHLERS E. & H. BLATT. 1982. *Petrology: igneous, sedimentary and metamorphic*. W.H. Freeman and Company, San Francisco, 732 p.
- FISHER R.V. & SCHMINCKE H.U. 1984. *Pyrocastic rocks*, Spriner-Velarg, Berlin.
- GONZÁLEZ DE JUANA C., J. ITURRALDE DE & X. PICARD. 1980. *Geología de Venezuela y de sus Cuencas Petrolíferas*. Caracas, Ed. Foninves, 2 tomos. 1021p.
- HEINRICH. E. 1956. *Petrografía microscópica*, Mcgraw-hill book company, inc. universiti of Michigan.
- MENÉNDEZ A. 1966. Tectónica de la parte central de las montañas occidentales del Caribe, Venezuela. *Bol. de Geol.* 8(15):154-155.
- NAVARRO E., M. OSTOS Y F. YORIS. 1988. Revisión y redefinición de unidades litoestratigráficas y síntesis de un modelo tectónico para la evolución de la parte nortecentral de Venezuela durante el Jurásico medio – Paleógeno. *Acta Científica Venezolana*, 39: 427-436.
- OSTOS. M. 1990. *Evolución tectónica del margen Sur-Central del caribe basado en datos geoquímicos*, *Geos*, UCV, Caracas (30): 1-295
- \_\_\_\_\_. y E. Navarro. 1986. Faja de Villa de Cura. ¿Realmente un complejo de arco de isla alóctono?. *Mem. VI Congreso Geológico Venezolano*, Caracas, 10: 6615-6637.
- SEIDERS V. 1965. Geología de Miranda central, Venezuela. *Bol. Geol.*, Caracas, 6(12):298-461.
- SINGER A. 1977. Síntesis regional de la evolución geomorfológica de la Cordillera de la Costa. *V Congreso Geol. Venez.* Guía de excursión N° 1, Caracas, 8 p.
- TAKAGI H. 1986. *Implication of mylonitic microstructures for the geotectonic evolution of the median tectonic live central Japan*. *Journal of Structural Geology*, 8 (1): 3-14
- TALUKDAR S. & D. LOUREIRO. 1982. Geología de una zona ubicada en el segmento norcentral de la Cordillera de la Costa, Venezuela: metamorfismo y deformación. Evolución del margen septentrional de Suramérica en el marco de la tectónica de placas. *Geos*, Caracas, (27): 15-76.

URBANI F. 2000. Revisión de las unidades de rocas ígneas y metamórficas de la Cordillera de la Costa, Venezuela. *Geos*, UCV, Caracas (33): 1-170.

YARDLEY B. 1978. *An introduction to metamorphic petrology*. Harlow, Logman S. & T., 248p.

VILLAVICIENCIO. J.M. 1983. *introducción A la geomorfología*, ediciones del autor,UCV, Caracas.