

PETROGRAFÍA DEL COMPLEJO ARQUÍA Y ROCAS ASOCIADAS EN LA FRANJA
CÓRDOBA-PIJAO-GÉNOVA (QUINDÍO, COLOMBIA).



JENNYFER PAOLA BECERRA PRADA
MARIA ALEJANDRA MOLINA GUEVARA

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FÍSICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA
OCTUBRE 2013

PETROGRAFÍA DEL COMPLEJO ARQUÍA Y ROCAS ASOCIADAS EN LA FRANJA
CÓRDOBA-PIJAO-GÉNOVA (QUINDÍO, COLOMBIA).



JENNYFER PAOLA BECERRA PRADA
MARIA ALEJANDRA MOLINA GUEVARA

PROYECTO DE GRADO PARA OBTENER EL TITULO DE:
GEOLOGO

DIRECTOR:
CARLOS ALBERTO GARCIA RAMIREZ
Geólogo, PhD

CODIRECTOR:
CARLOS ALBERTO RIOS REYES
Geólogo, PhD

UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE FISICO-QUÍMICAS
ESCUELA DE GEOLOGÍA
BUCARAMANGA
OCTUBRE 2013

DEDICATORIA

Dedico con mucho cariño y amor este trabajo:

Principalmente a Dios, por darme la vida y permitirme llegar a este momento tan importante de mi formación profesional.

A mis padres, Amparo Prada y Francisco Becerra, por ser el pilar más importante y por demostrarme siempre su apoyo y confianza. Sé que este momento es tan especial para ustedes como lo es para mí.

A Erick Patiño, por su apoyo incondicional, amor y cuyo vivir me ha mostrado que en el camino hacia la meta se necesita de la dulce fortaleza para aceptar las derrotas y del sutil coraje para derribar miedos.

A Julieth Becerra y a mi hermosa princesa María José Ruiz Becerra quién me ha hecho sentir la tía más feliz y más aun con sus ocurrencias, porque te amo infinitamente hermanita, en las buenas y en las malas.

A mis amigos, suegros y familiares que con tanta paciencia han esperado este momento y especialmente a Yenny Pacheco por su constante apoyo y amistad.

A mi compañera, María Alejandra porque sin el equipo que formamos, no hubiéramos logrado esta meta.

“La dicha de la vida consiste en tener siempre algo que hacer, alguien a quien amar y alguna cosa que esperar”. Thomas Chalmers

JENNYFER PAOLA BECERRA P.

DEDICATORIA

A Dios por llenarme de sabiduría durante estos años, a mi familia quienes han sido el motivo más importante en mi vida y a quienes debo hasta donde he llegado : Mis padres Esperanza y Pedro por su incondicional amor y apoyo en todo momento y quienes me enseñaron que la perseverancia de la mano del Todopoderoso ilumina el mejor camino y llena de fuerzas el alma y la mente , a mi hermano Alex que desde el cielo me cuida como el ángel más bello, mis hermanos que con su ejemplo y consejo me dieron siempre ánimo y me hicieron ver que los triunfos solo se obtienen con constancia, dedicación y esperanza, a linda y balto por su compañía y dulzura, a mis maestros, quienes con sus conocimientos me enseñaron a ver lo grandioso que es la Geología, a aquella persona especial que me brindo alegrías y amor e hizo de mi paso por la universidad un camino más ameno y a mis compañeros que estuvieron compartiendo momentos de mi vida universitaria y personal.

MARIA ALEJANDRA MOLINA G.

AGRADECIMIENTOS

Damos gracias primordialmente a Dios por darnos la inteligencia, sabiduría, paciencia, entendimiento y la capacidad para ejercer este proyecto.

Agradecemos al profesor Carlos Alberto García Ramírez, Geólogo PhD, director del proyecto, por depositar su confianza en dirigir nuestro proyecto de grado y por su constante colaboración y apoyo en el proceso de su realización de manera satisfactoria, a nivel personal y académico.

Agradecemos al profesor Carlos Ríos, Geólogo PhD, codirector del proyecto, por su supervisión y apoyo en el proceso de elaboración.

Agradecemos a la Vicerrectoría de Investigación y Extensión quien financió parte del trabajo de grado mediante el proyecto 5464 “Petrogénesis de las rocas metamórficas del Complejo Arquía en el sector Córdoba-Pijao-Génova, Departamento del Quindío, Cordillera Central, Colombia”.

A todos los docentes de la escuela de geología, que compartieron sus conocimientos, dentro y fuera de clase, haciendo posible que nuestra formación profesional se resume en satisfacciones académicas.

Por último a nuestras familias y seres más queridos, en especial nuestros padres por no perderse un sólo día de nuestras vidas, contribuyendo de manera satisfactoria, alegrándola con su particular modo de ver, de ser y hacer en su constante, difícil y poco reconocida labor de ser los mejores padres.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	19
1. OBJETIVOS	20
1.1 Objetivo General	20
1.2 Objetivos Específicos	20
2. GENERALIDADES.....	20
2.1 Localización del área de estudio.....	20
2.2 Clima y Relieve	21
3. METODOLOGÍA.....	22
3.1 Análisis bibliográfico	22
3.2 Preparación de muestras.....	22
3.3 Descripción macroscópica.....	26
3.4 Caracterización mineralógica y petrográfica.....	26
3.5 Integración de información, análisis e interpretación de resultados	27
3.6 Elaboración del informe final	27
4. ANTECEDENTES	28
5. MARCO GEOLOGICO	35
5.1 Marco geológico regional.....	35
5.2 Marco geológico local.....	38
6. PETROGRAFÍA.....	41
6.1 METABASITAS.....	42
6.1.1 Esquistos actinolíticos	42
6.1.2 Esquistos Cloríticos.....	45
6.1.3 Anfibolitas.....	49
6.1.4 Anfibolitas con granate	50
6.1.5 Esquistos anfibólicos con granate.....	52
6.1.6 Metabasalto.....	58

6.1.7 Eclogita.....	59
6.2 METAPELITAS	61
6.2.1 Esquistos muscovítico con grafito.....	62
6.2.2 Esquistos granatíferos con cianita.....	66
6.3 ROCAS CUARZO-FELDESPÁTICA.....	69
6.3.1 Cuarcita.....	69
6.4 ROCAS ASOCIADAS AL COMPLEJO ARQUÍA.....	70
6.4.1 Rocas ultramáficas.....	70
6.4.2 Rocas del Complejo Quebradagrande.....	72
7. METAMORFISMO.....	75
8. DISCUSION	81
9. CONCLUSIONES.....	83
BIBLIOGRAFÍA.....	85

RELACIÓN DE FIGURAS

	Pág
Figura 1. Localización del área de estudio (Córdoba, Pijao y Génova)..... 211	
<i>Figura 2. Diagrama de la metodología propuesta para el desarrollo del trabajo.....</i>	<i>222</i>
<i>Figura 3. Localización de las unidades pertenecientes al Complejo Arquía y sus Complejos adyacentes.....</i>	<i>377</i>
<i>Figura 4. Localización de la geología en la zona de estudio y ubicación de muestras.. .</i>	<i>400</i>
<i>Figura 5. Estructuras y texturas de esquistos actinolíticos y esquistos cloríticos.....</i>	<i>477</i>
<i>Figura 6. Texturas y carácter de los porfidoblóstos de granate en anfibolitas y esquistos anfibólicos con granate.</i>	<i>566</i>
<i>Figura 7. Textura y mineralogía del metabasalto..</i>	<i>59</i>
<i>Figura 8. Texturas y carácter de los porfidoblóstos de granate en la eclogita retrograda..</i>	<i>611</i>
<i>Figura 9. Texturas y estructuras de los esquistos muscovíticos con grafito.</i>	<i>655</i>
<i>Figura 10. Estructuras, mineralogía y carácter de los porfidoblóstos de granate en esquistos granatíferos con cianita.....</i>	<i>68</i>
<i>Figura 11 Textura y mineralogía de la cuarcita.</i>	<i>69</i>
<i>Figura 12. Mineralogía de la serpentinita..</i>	<i>711</i>
<i>Figura 13. Textura y estructura de la metatoba cristalina.....</i>	<i>733</i>
<i>Figura 14. Estructuras y texturas de las rocas sedimentarias asociadas..</i>	<i>744</i>
<i>Figura 15. Diagrama de facies metamórficas mostrando los diferentes picos metamórficos</i>	<i>800</i>

RELACIÓN DE TABLAS

	Pág
<i>Tabla 1. Listado de muestras de mano y secciones delgadas.</i>	254
<i>Tabla 2. Principales características de las unidades agrupadas en el Complejo Arquía de Norte a Sur.</i>	321
<i>Tabla 3. Edades de muestras del Complejo Arquía y de alta presión.</i>	344
<i>Tabla 4. Variedades de los diferentes litotipos de metabasitas y metapelitas propuestos en el trabajo.....</i>	411
<i>Tabla 5. Paragénesis de la etapa prógrada y etapa retrograda de las muestras metamórficas del Complejo Arquía y ultramáficas asociadas para el presente trabajo... ..</i>	79

ANEXOS

Pág

Anexo 1. Catalogo macroscópico de las muestras de mano.....	90
Anexo 2. Descripciones petrográficas.....	113

RESUMEN

TITULO: PETROGRAFÍA DEL COMPLEJO ARQUÍA Y ROCAS ASOCIADAS EN LA FRANJA CÓRDOBA-PIJAO-GÉNOVA (QUINDÍO, COLOMBIA).¹

AUTORES: Jennyfer Paola Becerra Prada & María Alejandra Molina Guevara.²

PALABRAS CLAVE: Complejo Arquía, Cordillera Central, Eclogitas.

El Complejo Arquía aflora en el flanco occidental de la Cordillera Central de Colombia desde el departamento de Antioquia hasta el departamento de Nariño, esta unidad se encuentra limitada tectónicamente al este por la Falla Silvia-Pijao y al oeste por la Falla Cauca-Almaguer. El área de estudio comprende los municipios de Córdoba, Pijao y Génova, al sur del departamento del Quindío y está constituido principalmente por dos de las diferentes unidades que componen el Complejo Arquía: el Grupo Bugalagrande constituido por metabasitas intercaladas con metapelitas y en menor proporción rocas cuarzofeldespáticas, alcanzando la facies epidota-anfibolita y el Complejo Rosario por metabasitas con un litotipo de anfibolitas con granate dominante, en las cuales se presume que las presiones fueron medias y se alcanzó la facies anfibolita; asimismo se encuentran rocas asociadas como ultramáficas serpentinizadas y rocas volcano-sedimentarias del Complejo Quebradagrande.

Las rocas pertenecientes al Complejo Arquía sufrieron un metamorfismo regional, sin embargo los bloques que se han identificado para este Complejo muestran una historia tectonometamórfica propia. Se identificó también un metamorfismo cataclástico o dinámico asociado a las principales fallas y fallas satélites, y el cual afectó las rocas a diferentes niveles estructurales.

De acuerdo con la petrografía realizada en el presente trabajo y el análisis paragenético, los litotipos se han agrupado de acuerdo con la presión así: Metabasitas de baja presión, que incluyen los esquistos actinolíticos, esquistos hornbléndicos, esquistos cloríticos y las anfibolitas, Metabasitas de presión media por su parte, comprende las anfibolitas granatíferas, Metabasitas de alta presión correspondiente a las eclogitas, las cuales son tratadas como una unidad litodémica diferente a los grupos Bugalagrande y Rosario, Metapelitas de baja constituidas por los esquistos moscovíticos con grafito y Metapelitas de media a alta presión que comprende los esquistos granatíferos con cianita.

¹ Proyecto de grado

² Facultad: Físico-químicas. Escuela: Geología. Director: Carlos Alberto García Ramírez.
Codirector: Carlos Alberto Ríos.

ABSTRACT

TITLE: PETROGRAPHY OF ARQUÍA COMPLEX AND ASSOCIATED ROCKS IN THE FRINGE CÓRDOBA-PIJAO-GÉNOVA (QUINDÍO, COLOMBIA).¹

AUTHORS: Jennyfer Paola Becerra Prada & María Alejandra Molina Guevara.²

KEY WORDS: Arquía Complex, Central Cordillera, Eclogites.

The Arquía Complex crops out along the western flank of the Colombian Central Cordillera from the department of Antioquia until the department of Nariño. The study area includes the municipalities of Córdoba, Pijao and Génova, south of the department of Quindío and consists mainly of two units belonging to the Arquía Complex: Bugalagrande Group consists of metapelites and metabasites intercalated with quartz- feldspar rocks in small amount, reaching the epidote-amphibolite facies and Rosario Complex consists of metabasites mainly amphibolite with garnet , in which it is assumed that the pressures were middle and reached the amphibolite facies, are also associated as serpentized ultramafic rocks and volcano-sedimentary rocks Quebradagrande Complex.

Rocks belonging to the Arquía Complex suffered regional metamorphism; however blocks have been identified for this Complex show a history tectonometamorphic own. We also observed cataclastic or dynamic metamorphism associated with major faults and satellite failures, and which affected the rocks at different structural levels.

According to petrography in this work and paragenetic analysis, the lithotypes have been grouped according to the pressure in: low-pressure metabasites, medium-pressure metabasites, high-pressure metabasites, low-pressure metapelites and medium-to-high pressure metapelites. Low-pressure metabasites include actinolitic schists, hornblende schists, chlorite schists and amphibolites. Medium- pressure metabasites includes amphibolites with garnet while high-pressure metabasites includes eclogites that are treated as a different lithodemic unit of Bugalagrande groups and Rosario. Low-pressure metapelites consist in muscovite-graphite schists while medium- to-high pressure metapelites includes kyanite-garnet schists.³

¹ Proyecto de grado

² Facultad: Físico-químicas. Escuela: Geología. Director: Carlos Alberto García Ramírez. Codirector: Carlos Alberto Ríos.

INTRODUCCIÓN

Las rocas del Complejo Arquía afloran en el flanco occidental de la Cordillera Central de Colombia, extendiéndose como una franja alargada y discontinua de rocas metamórficas, desde el departamento de Antioquia hasta el sur, en el departamento de Nariño. En el Complejo Arquía se han incluido las siguientes unidades: Esquistos de Sabaletas, Grupo Arquía, Esquistos de Lisboa-Palestina, Complejo Bolo Azul, Grupo Rosario, Grupo Bugalagrande, Esquistos de Barragán y Esquistos de Jambaló. En el área de estudio se han cartografiado los Grupos Bugalagrande y Rosario. Estas dos unidades son las que se han estudiado en el presente trabajo, así como las rocas asociadas a este Complejo como son las rocas ultramáficas serpentinizadas, las rocas volcano-sedimentarias del Complejo Quebradagrande y rocas ígneas del Stock de Córdoba.

Petrográficamente, se analizaron cuarenta y dos muestras en las cuales se identificaron esquistos actinolíticos, esquistos cloríticos, esquistos anfibólicos con granate, anfibolitas y anfibolitas granatíferas, pertenecientes a las metabasitas de baja y media presión y los esquistos muscovíticos con grafito y esquistos granatíferos con cianita incluidas en las metapelitas de baja presión y de media a alta presión para el caso de la variedad con cianita. Rocas de alta presión como las eclogitas y rocas cuarzo-feldespáticas como cuarcita. Las paragénesis minerales indican un metamorfismo prógrado que alcanzó las facies anfibolita y eclogita.

El presente trabajo de grado forma parte del proyecto de investigación interno 5464, financiado por la Vicerrectoría de Investigación y Extensión.

Algunos de los resultados obtenidos en este trabajo de grado fueron presentados en el XIV Congreso Colombiano de Geología.

1. OBJETIVOS

1.1 Objetivo General

- Realizar un estudio detallado de las características mineralógicas y petrográficas del Complejo Arquía en el sector Córdoba-Pijao-Génova y rocas asociadas.

1.2 Objetivos Específicos

- Realizar la caracterización mineralógica y petrográfica de las rocas del Complejo Arquía y rocas asociadas, definiendo sus rasgos: microestructurales, texturales, composición mineralógica y paragénesis minerales.
- Determinar los diferentes litotipos de rocas metamórficas que constituyen el Complejo Arquía.
- Contribuir en la comprensión de los procesos metamórficos, sugiriendo deducciones sobre los tipos de metamorfismo y la historia del metamorfismo del Complejo Arquía.

2. GENERALIDADES

2.1 Localización del área de estudio

El área de estudio se encuentra localizada al sur del Departamento del Quindío, en jurisdicción de los municipios Córdoba, Pijao y Génova, ubicados en el flanco Occidental de la Cordillera Central (Figura 1).

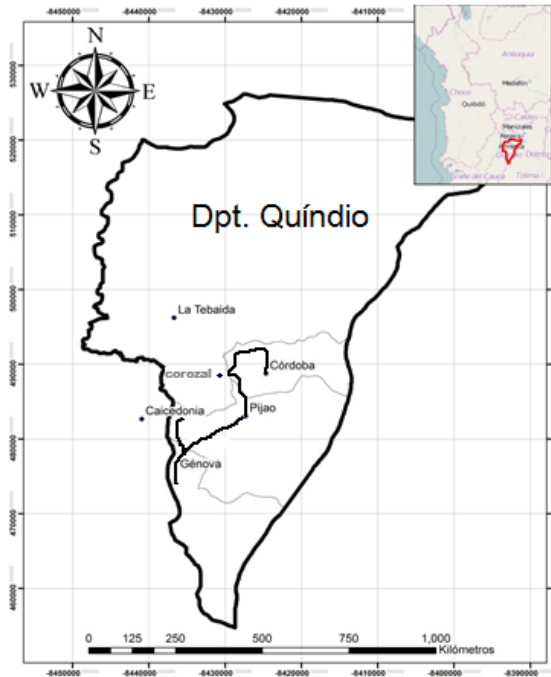


Figura 1. Localización del área de estudio (Córdoba, Pijao y Génova).

Las vías de acceso a la zona de estudio, corresponde a la vía que comunica a los Municipios de Génova con la vereda Campo Alegre al Occidente, al Oriente con el Municipio de Pijao y más hacia el norte con el Municipio de Córdoba en dirección NS.

2.2 Clima y Relieve

El clima de la zona corresponde a un sistema climático variado con temperatura promedio entre los 18°C y 21°C, las tierras están comprendidas en los pisos términos templado, frío y bioclimático páramo.

El sistema montañoso correspondiente al flanco occidental de la Cordillera Central, el cual se extiende en dirección sur – norte. El área de estudio, presenta pendientes entre moderadas a abruptas, muy relacionadas con la litología, en su mayoría rocas metamórficas, con alturas que oscilan entre 900 msnm y 4.750 msnm, en la franja más occidental de esta morfología abundan los valles profundos, caracterizándose el paisaje por cambios del nivel del relieve, tomando como representativo el valle del río Barragán al sur del departamento.

3. METODOLOGÍA

La metodología propuesta para llevar a cabo este trabajo consta principalmente de seis fases:

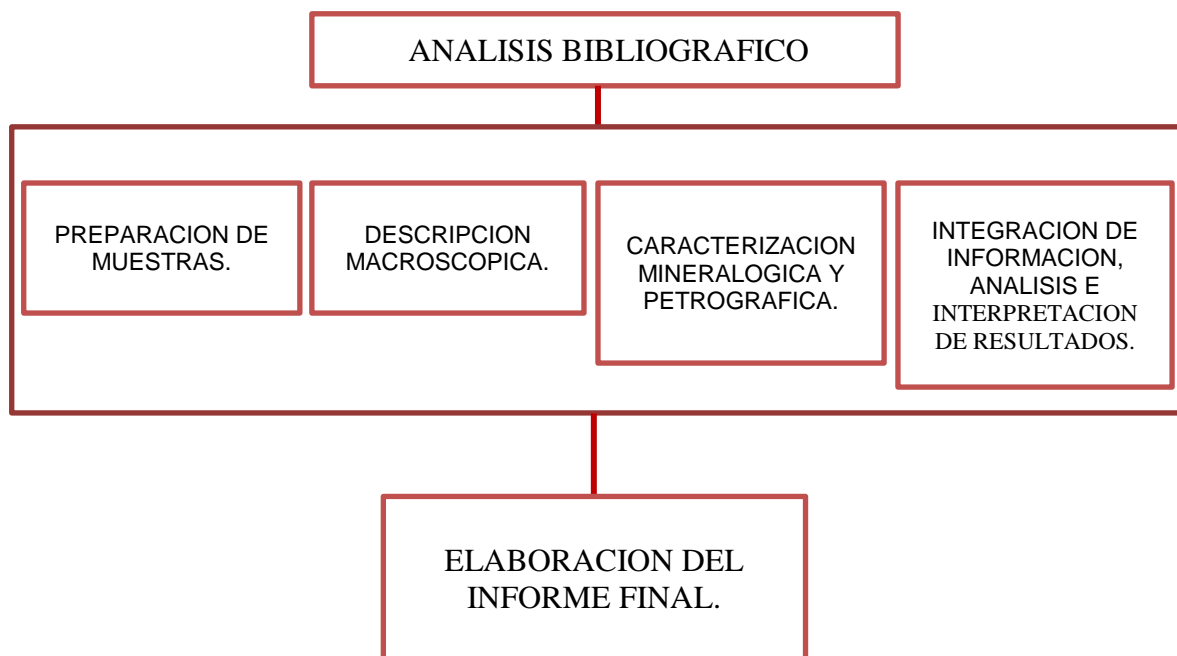


Figura 2. Diagrama de la metodología propuesta para el desarrollo del trabajo.

3.1 Análisis bibliográfico

Durante esta fase se consultaron las publicaciones del área de estudio y zonas donde aflora el Complejo Arquía. Se consultaron entre otras las bases bibliográficas de la Universidad Industrial de Santander como Science Direct, Springer, Web of Sciences; publicaciones especiales y mapas geológicos del INGEOMINAS, revistas especializadas como Boletín de Geología, Boletín Ciencias de la Tierra, Geología Colombiana, Geológica Acta, Journal of South American Earth Sciences

3.2 Preparación de muestras

El presente trabajo se desarrolló en muestras recolectadas en una salida de campo de la asignatura Petrología Metamórfica de la Escuela de Geología de la

Universidad Industrial de Santander en el año 2011; en secciones delgadas elaboradas por los estudiantes. Se localizaron las muestras en la plancha 243 en los cuadrantes IV-A y IV-C del Instituto Geográfico Agustín Codazzi.

En esta fase, inicialmente, se realizó la debida remarcación de las muestras. Posteriormente, se cortaron las muestras con el fin de obtener tabletas sobre cuyas superficies se aplicó aerosol transparente de manera que facilitara no solo la toma de fotografías sino también su análisis macroscópico. En la siguiente tabla se presenta el listado de muestras de mano y secciones delgadas.

MUESTRAS ARQUIA	Descripción Macroscópica	Descripción Microscópica
ARQ- 001	X	
ARQ- 002	X	X
ARQ- 003	X	
ARQ- 004	X	
ARQ- 005	X	X
ARQ- 006	X	X
ARQ- 007	X	
ARQ- 008	X	
ARQ- 009	X	
ARQ- 010	X	
ARQ- 011	X	X
ARQ- 012	X	
ARQ- 013	X	
ARQ- 014	X	X
ARQ- 015	X	
ARQ- 016	X	X
ARQ- 017	X	
ARQ- 018	X	
ARQ- 019	X	
ARQ-021	X	X
ARQ-022	X	
ARQ-023		X
ARQ-024	X	X
ARQ-027	X	
ARQ-026	X	
ARQ-029	X	X
ARQ-030	X	
ARQ-031	X	
ARQ-032	X	
ARQ-033	X	
ARQ-034	X	X
ARQ-035	X	X
ARQ-036	X	X
ARQ-037	X	
ARQ-038	X	X
ARQ-039	X	
ARQ-041	x	
ARQ-042	x	X
ARQ-043	x	

ARQ-044	x	
ARQ-046	x	
ARQ-047	x	X
ARQ-048	x	
ARQ-049	x	X
ARQ-050	x	X
ARQ-051	x	X
ARQ-052	x	X
ARQ-053	x	
ARQ-054	x	
ARQ-055	x	
ARQ-056	x	
ARQ-057	x	
ARQ-058	x	
ARQ-059	x	X
ARQ-060	x	
ARQ-061	x	X
ARQ-062	x	
ARQ-063	x	
ARQ-064	x	
ARQ-065	x	
ARQ-066	x	
ARQ-067	x	
ARQ-068	x	
ARQ-069	x	
ARQ-072	x	x
ARQ-073	x	x
ARQ-075	x	X
ARQ-076	x	
ARQ-077	x	
ARQ-078	x	
ARQ-079	x	
ARQ-080	x	
ARQ-081	x	
ARQ-082	x	X
ARQ-084	x	
ARQ-085	x	
ARQ-086	x	
ARQ-087	x	
ARQ-088	x	X
ARQ-089	x	
ARQ-091	x	

MUESTRAS ARQUIA	Descripción Macroscópica	Descripción Microscópica
ARQ-094	x	
ARQ-095	x	
ARQ-096	x	
ARQ-097	x	
ARQ-098	x	
ARQ-099	x	
ARQ-101	x	
ARQ-102	x	
ARQ-103	x	
ARQ-104	x	
ARQ-105	x	
ARQ-106	x	X
ARQ-107	x	
ARQ-109	x	X
ARQ-110	x	
ARQ-116	x	X
ARQ-117	x	
ARQ-118	x	X
ARQ-119	x	
ARQ-120	x	X
ARQ-121	x	
ARQ-122	x	
ARQ-123	x	X
ARQ-124	x	
ARQ-125	x	X
ARQ-126	x	
ARQ-127	x	
ARQ-128	x	
ARQ-129	x	
ARQ-130	x	
ARQ-131	x	
ARQ-132	x	
ARQ-133	x	
ARQ-134	x	X
ARQ-135	x	
ARQ-136	x	
ARQ-137	x	

MUESTRAS ARQUIA	Descripción Macroscópica	Descripción Microscópica
ARQ-139	x	
ARQ-140	x	X
ARQ-141		
ARQ-142		
ARQ-143		
ARQ-144		
ARQ-145		X
ARQ-146		X
ARQ-149		X
ARQ-150		X

Tabla 1. Listado de muestras de mano y secciones delgadas.

3.3 Descripción macroscópica

En esta fase se realizó la descripción a nivel macroscópico de las muestras de rocas metamórficas recolectadas en la zona de campo con el fin de determinar la composición mineralógica y los rasgos estructurales y texturales. Esta descripción se realizó en el Laboratorio de Estereomicroscopios de la Escuela de Geología de la Universidad Industrial de Santander usando equipos Carl Zeiss. Finalmente y como resultado, se realizó el catalogo donde se plasmó cada una de las descripciones realizadas en esta fase.

3.4 Caracterización mineralógica y petrográfica

Durante esta fase se realizó el análisis petrográfico de 44 secciones delgadas, en el laboratorio del Grupo de Investigación y Geología Básica y Aplicada (GIGBA) de la sede de la UIS Guatimar con los microscopios de luz transmitida Nikon labophot 2POL y alphaphot. Mediante este análisis se precisó la descripción macroscópica. Este análisis consistió en la identificación y descripción de los minerales, sus rasgos texturales como tamaño de grano, relaciones y asociaciones. Se definieron las microestructuras, las texturas de reacción y deformación. La relación blastesis-deformación. Mediante el análisis paragenético se determinaron las asociaciones mineralógicas en equilibrio para estimar el pico de metamorfismo y las condiciones cualitativas del metamorfismo. Igualmente, se definieron las asociaciones minerales de la etapa retrograda. El análisis petrográfico permitió determinar los litotipos que constituyen el Complejo Arquía en la zona de estudio.

3.5 Integración de información, análisis e interpretación de resultados

Esta fase comprendió no solo la integración de la información recolectada a lo largo del desarrollo del proyecto, sino también el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos en cada una de las fases anteriores.

3.6 Elaboración del informe final

Durante esta fase se llevó a cabo la preparación del informe, el cual muestra los resultados de la investigación.

4. ANTECEDENTES

El Complejo Arquía se extiende en gran parte del borde occidental de la Cordillera Central de Colombia, donde aflora como delgadas franjas limitadas tectónicamente con el Complejo Cajamarca y el Complejo Quebradagrande. El Complejo Arquía por la naturaleza de sus litotipos, las edades que reportan así como el grado de metamorfismo evidencian la diversidad de procesos geológicos que han actuado. Esto se refleja en las denominaciones de esta unidad a partir de su identificación y definición.

Las rocas conocidas hoy como Complejo Arquía fueron estudiadas y descritas por primera vez en el sector comprendido entre el Río Arquía (Caldas) y el municipio de La Pintada (Antioquia) por Restrepo y Toussaint (1976). Estos autores denominaron Grupo Arquía a anfibolitas granatíferas, esquistos verdes y esquistos negros.

Arias & Caballero, (1978, en Ruiz, et .al 2012), estudian las rocas metamórficas del Grupo Arquía en la quebrada Doña María y el río Pozo, afluentes del Río Cauca. En estos sectores afloran anfibolitas, esquistos verdes, esquistos cuarzo-sericíticos con grafito, esquistos cuarzo moscovíticos, gabros y serpentinitas.

González (1980), denomina a estas rocas Esquistos Anfibólicos del Río Cauca, incluyendo las litologías al norte y sur, estudiadas por Arias y Caballero. A partir del trabajo de González (1980), se realizaron trabajos cartográficos en el borde Occidental de la Cordillera Central en los cuales se definieron unidades litológicas constituidas por rocas similares a aquellas definidas como Grupo Arquía. Más adelante nos referiremos a estas rocas y unidades.

La diversidad de litologías, protolitos, edades y origen dificultaron durante muchos años el tratamiento litoestratigráfico de las rocas del Arquía.

En 1995, Maya y González proponen el nombre de Complejo Arquía, asociándolo como una unidad litodémica limitada al occidente por la Falla Cauca-Almaguer y al oriente por la Falla Silvia-Pijao, extendiéndose hasta el Ecuador. En una franja alargada de norte a sur incluyen en el Complejo Arquía las siguientes unidades (Figura 3): **Esquistos de Sabaletas** (Grosse, 1926), afloran hacia la margen oriental del río Cauca, en la parte central del Departamento de Antioquia y se encuentran limitados al oeste por la Falla de Cauca-Almaguer que los separa de la Formación Barroso y al este por la Falla de Quirimará, que los limita a su vez de la Diorita de Pueblito, y constituyen una secuencia de rocas metabasitas y metapelitas; **Grupo Arquía** (Restrepo & Toussaint, 1976), este grupo aflora en los departamentos de Antioquia y Caldas e incluye anfibolitas granatíferas, esquistos verdes y esquistos negros. **Esquistos de Lisboa-Palestina** (Mosquera, 1978), constituyéndose como una faja de rocas metamórficas, estos esquistos localizados en el departamento de Caldas, entre el Río Cauca y la ciudad de Manizales, se pueden correlacionar litológica y petrográficamente con el Grupo Arquía de Restrepo y Toussaint (1976) ; **Complejo Bolo Azul** (McCourt et al. 1982), este Complejo junto al Complejo Rosario y el Grupo Bugalagrande están ubicados en la Cordillera Central en límites de los departamentos del Valle al N.E. y Quindío al sur. El Complejo Bolo Azul se constituye como un cinturón metamórfico angosto bien definido y estructuralmente como la extensión sur de las anfibolitas de Rosario sin embargo su contacto es siempre fallado, **Complejo Rosario** (McCourt et al., 1982), esta unidad meta-ígneas está íntimamente relacionada con los esquistos de Bugalagrande, aunque siempre en contactos fallados, y se constituye principalmente por anfibolitas macizas, localmente granatíferas y en parte asociadas con pequeños cuerpos ultrabásicos tectonizados, y **Grupo Bugalagrande** (McCourt et al., 1982), que está representado por una secuencia metamórfica de composición básica, formando la mayor parte del flanco occidental de la Cordillera Central y encontrándose limitados al oeste por la Falla Cauca-Almaguer que los pone en contacto con las vulcanitas de la Formación Amaime ; **Esquistos de Barragán** (McCourt & Feininger, 1984), esta unidad que contiene esquistos de alta presión con

asociación mineral lawsonita-glaucófana , se presenta como un bloque elongado constituido principalmente por cuerpos metabásitos limitados por fallas, en el municipio de Barragán, departamento de Valle del Cauca, incluyendo localmente metapelitas y los esquistos de glaucófana ya mencionados ; **Esquistos de Jambaló** (Orrego et al., (1980)), los esquistos azules de Jambaló en el departamento del Cauca, se encuentran limitados al oeste por rocas volcánica del Complejo Quebradagrande y al este por las rocas del Complejo Cajamarca, Orrego et al. (1980), dividió las rocas metamórficas de Jambaló en tres unidades: Anfibolitas de San Antonio, compuestas de rocas meta-ígneas y rocas metasedimentarias, metamorfoseadas a la facie anfibolita; Esquistos verdes de la mina, con un metamorfismo de la facie esquistos verdes de rocas semejantes a la anterior unidad, y Esquistos Glaucofánicos, formados por esquistos verdes, glaucofánicos y micáceos relacionados con mármoles, cuarcitas foliadas y serpentinitas; **Secuencia metamórfica de Buesaco** (Murcia & Cepeda, (1991)), corresponde a un bloque tectónico ubicado en el departamento de Nariño, compuesto por esquistos cuarzo sericíticos y actinolíticos, y se encuentra limitado al este y al oeste por fallas del sistema Romeral que lo ponen en contacto con rocas Cretáceas de afinidad oceánica y con rocas sedimentarias.

Moreno y Pardo (2003), plantean modificar el nombre de Complejo Arquía por Complejo Arquía-Guamote, debido a que se debería incluir la fracción Guamote y las eclogitas del Complejo Raspas(Ecuador), en el Ecuador.

En la tabla 2 se presenta el resumen de las principales características de las unidades agrupadas en el Complejo Arquía.

El metamorfismo de las rocas del Complejo Arquía se ha considerado de tipo regional alcanzando la facies anfibolita (presiones medias y temperaturas medias). Algunas unidades registran metamorfismo de alta presión con presencia de eclogitas, esquistos glaucofánicos y lawsoníticos (García (2011), Ruiz et al. (2012),

Núñez (1979), Nivia (2001), González (1997), Bustamante et al. (2011), Murcia et al. (1991)). (Ver Tabla 2).

Las edades publicadas y reportadas para las unidades agrupadas en el Complejo Arquía son diversas y reflejarían diferentes procesos como el protolito, metamorfismo, acreción al continente, enfriamiento entre otros.

Diferentes datos isotópicos (Tabla 3) en rocas del Complejo Arquía, revelan edades correspondientes al Cretáceo Temprano. Aunque algunos autores difieren y le asignan una edad Paleozoica, por relación de campo y dataciones realizadas a los esquistos de Barragán (Mojica et al, (2001)).

La tabla 3, muestra principalmente tres intervalos de tiempo, 117-125 M.a., 110-113 M.a. y 60-62 M.a, perteneciendo los dos primeros de ellos al Cretáceo Temprano (Aptiano-Albiano), y el tercero al Paleógeno. Esta gran dispersión de edades podría indicar en algunos casos, la edad del protolito, acreción al continente, edad del metamorfismo y, hasta eventos termales producidos por emplazamiento de intrusivos.

UNIDAD	LITOLOGIA	TIPO DE METAMORFISMO	FACIE DE METAMORFISMO
Esquistos de Sabaleta	Intercalación de esquistos actinolíticos con albita, clorita, cuarzo y epidota y esquistos cuarzo-moscovíticos con calcita y grafito	Regional	Esquistos Verdes
Grupo Arquía	Anfibolitas, anfibolitas granatíferas, esquistos cuarzo cloríticos con muscovita, esquistos cloríticos, esquistos de actinolita/hornblenda con clorita, esquistos cuarzo actinolíticos y esquistos negros.	Barroviano	Esquistos Verdes y Anfibolitas.
Esquistos de Lisboa-Palestina	Anfibolitas granatíferas, esquistos verdes granatíferos, esquistos cuarzo-grafitosos y serpentinitas.	Barroviano	Esquistos Verdes y Anfibolitas.
Complejo Bolo Azul	Meta-gabros/dioritas, pegmatitas hornbléndicas, neises hornbléndicos y anfibolitas.	Regional	Esquistos Verdes y Anfibolitas.

Complejo Rosario	Anfibolitas, localmente granatíferas, con intercalaciones menores de esquistos anfibólicos y con menos frecuencia pequeños cuerpos ultrabásicos.	Regional	Esquistos Verdes y Anfibolitas.
Grupo Bugalagrande	Esquistos anfibólico-cloríticos y esquistos grafiticos con cantidades subordinadas de esquistos micáceos y cuarcitas.	Barroviano	Esquistos Verdes
Esquistos de Barragán	Ultramáficas serpentinizadas, gabros troctolíticos, gabros parcialmente anfibolitizados, metagabros granatíferos, eclogitas e incluyen localmente metapelitas y esquistos de glaucofana.	Regional	Esquistos Azules y Eclogita.
Esquistos de Jambaló	Metadiabasas, metagabros, metabasaltos, en menor proporción rocas metasedimentarias, esquistos cloríticos, anfibólicos, glaucofánicos y micáceos relacionados con mármoles, cuarcitas foliadas y metaperidotitas (serpentinitas)	Regional	Esquistos Verdes, Anfibolitas y Esquistos Azules.
Secuencia metamórfica de Buesaco	Intercalaciones de esquistos actinolíticos, esquistos negros, esquistos cuarzo-sericíticos y esquistos micáceos, atravesados por venas de cuarzo y calcita.	Regional	Esquistos Verdes

Tabla 2. Principales características de las unidades agrupadas en el Complejo Arquía de Norte a Sur. (Tomada de García, (2011), Ruiz et al., Núñez, (1979), Nivia, (2001), McCourt, (1985), McCourt, (1984), Bustamante et al., (2011), Murcia y Cepeda, (2001).)

A continuación se relacionan los estudios realizados en el área del presente estudio.

Núñez (1979) estudió el metamorfismo de los esquistos en el área de Barragán, sur del departamento del Quindío, en la carretera Génova- Puente Barragán, planteando para estos un metamorfismo de presión intermedia, de tipo barroviano, con facies que varían de esquistos verdes a anfibolitas y suponiendo que el levantamiento de esta unidad se produjo en el Cretáceo.

Posteriormente, en el área de estudio se desarrollaron trabajos cartográficos en los cuales se definieron las unidades Grupo Bugalagrande y Complejo Rosario (Mccourt, 1982 en McCourt, 1985). Este autor definió como Grupo Bugalagrande a una secuencia metamórfica pelítico-metavolcánica de composición básica con probable origen oceánico y principalmente esquistosa y, al Complejo Rosario como un complejo meta-ígneo muy asociado con los esquistos del Grupo

Bugalagrande y compuesto principalmente por anfibolitas localmente granatíferas y en menor proporción pequeños cuerpos ultrabásicos.

Arévalo et al. (2001), describe una secuencia sedimentaria, pelítico-arenosa , expuesta hacia la parte media de la Quebrada La Maizena al sur del municipio de Pijao definiendo una edad del Aptiano Tardío para estas rocas. Posiblemente, se trata de rocas pertenecientes al Complejo Quebradagrande.

En 2003, Castrillón describe un cuerpo ígneo de composición granodiorítica aflorante entre los municipios de Pijao y Córdoba. Este autor propone nombrar este cuerpo como Stock Granodiorítico de Córdoba. Este stock intruye rocas del Complejo Rosario y el Complejo Quebradagrande.

Camargo y Mojica (2004) realizan la caracterización microestructural y macroestructural de las rocas pertenecientes a los Complejos Quebradagrande y Arquía entre los municipios de Génova y Pijao. Estas rocas han sido afectadas por la falla la Maizena. Estos autores definieron eventos de deformación frágil y reactivación múltiple de esta falla.

Las edades reportadas para el Complejo Arquía han sido obtenidas por Mc Court et al. (1984) en anfibolitas por el método K/Ar dando como edad 94 ± 12 a 115 ± 3 M.a, Restrepo & Toussaint (1978) en anfibolitas por el método K/Ar mostrando una edad 110 ± 1 M.a y Villagómez (2010) en anfibolitas por el método $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ con una edad de 117 a 107 M.a. Las dataciones realizadas en rocas del área de estudio y que se muestran en la tabla 3, incluye las metamorfitas de alto grado de Pijao (110 ± 3 M.a.), las eclogitas de Pijao (110 ± 10) y Anfibolita Granatífera de Pijao (110 ± 10).

El análisis bibliográfico permitió establecer la gran complejidad de la unidad litodémica denominada Complejo Arquía. Los trabajos realizados en los últimos años han permitido avanzar en el entendimiento de esta unidad en algunos

sectores de la Cordillera Central. En el área de estudio, los trabajos realizados han sido puntuales y no todos se han centrado en las rocas del Complejo Arquía.

Por lo anterior, se plantea realizar la petrografía detallada de las rocas del Complejo. Arquía en la franja Córdoba-Pijao-Génova (figura 4).

UNIDAD	MINERAL/ROCA	METODO	EDAD (M.a)	AUTOR
Esquisto de Sabaletas	Roca total	K/Ar	127±5	Toussaint et al. (1978)
Anfibolita de Arquía	Hornblenda	K/Ar	110±5	Restrepo & Toussaint (1975).
Anfibolita de Arquía	Hornblenda	K/Ar	113	Restrepo & Toussaint (1976).
Anfibolita de Arquía	Hornblenda	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	107	Restrepo et al. (2008).
Metabasitas Complejo Bolo Azul	Hornblenda	K/Ar	62±2 a 116±3	Mc Court et al. (1984).
Anfibolitas del Complejo Rosario	Hornblenda	K/Ar	94±12 a 115±3	Mc Court et al. (1984).
Anfibolita Granatífera de Pijao	Roca total	K/Ar	110±10	Restrepo & Toussaint (1978)
Metamorfitas de alto grado Pijao	Hornblenda	K/Ar	110±3	Mc Court et al. (1984).
Eclogitas de Pijao	Hornblenda	K/Ar	110±10	Restrepo & Toussaint (1978)
Anfibolita de Arquía	Hornblenda	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	117 a 107	Villagómez (2010).
Esquistos Grupo Bugalagrande	Roca total	Isócrona Rb-Sr	123±12	Mc Court et al. (1984).
Esquistos Azules del Complejo Arquía	Roca total	K/Ar	125±15 120±5	Aspden y Mc Court (1985)
Esquistos lawsoníticos-glaucofánicos de los complejos esquistos azules de Jambaló y de Barragán.	Fengita	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	120 a 60	Bustamante (2008).
Esquisto Sericítico de Jambaló	Roca total	K/Ar	104±14	Souza et al. (1984)
Esquisto azules de Jambaló	Mica blanca	⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar	63±3	Bustamante et al. (2011).

Tabla 3. Edades de muestras del Complejo Arquía y de alta presión (Tomada de Ríos et al., 2008, Villagómez, 2010, Restrepo et al. 2009, Moreno et al., 2008, Villagómez et al., 2011, Bustamante et al. 2011).

5. MARCO GEOLOGICO

5.1 Marco geológico regional

La Cordillera Central geológicamente es compleja y refleja en el borde occidental la interacción de corteza Suramericana y Placa Caribe.

El basamento de la Cordillera Central está constituida en el sector más norte por El Neis de San Lucas de edad Meso a Neoproterozoico (Ordoñez et al., 2006) y hacia el centro y sur por rocas de edad Paleozoico Temprano (Ordovícico) pertenecientes al Neis de Puquí, Neis de La Miel, Complejo El Retiro y Esquistos de Ancón (Giraldo, (2010), Restrepo et al. (2009)).

El Complejo Cajamarca aflora hacia el borde oriental de la Cordillera Central. Para este Complejo se reportan edades U-Pb LA-ICP-MS entre 273 y 229 M.a. (Villagómez, 2011). Las rocas del Complejo Cajamarca están en contacto fallado (falla San Jerónimo) con el Complejo Quebradagrande (figura 3.).

Al oeste de la falla Silvia-Pijao afloran rocas agrupadas en el Complejo Arquía para el cual se han reportado edades entre 111 y 127 M.a (Ruiz et al., 2012). Asociadas al Complejo Arquía aparecen rocas de alta presión (facies eclogita y esquistos glaucofánicos), las cuales hacia el sur se han definido como Esquistos de Jambaló y Barragán. (Bustamante, 2008).

Sin embargo, aún no es claro el origen de estas rocas y las edades muestran gran dispersión.

En lo referente al magmatismo, este ha ocurrido a manera de ciclos en la Cordillera Central, destacándose el Permo- Triásico, Jurásico, Cretácico y Neógeno.

La Diorita de Pueblito con edades de 232 y 238 M.a. (Vinasco et al., 2001 en García, 2011) junto a los Stock Graníticos de Amaga, El Buey y La Honda pertenecen a los cuerpos principalmente dioríticos con variaciones a granodiorita, tonalita y gabro formados durante el Permo-Triásico en el flanco occidental de la Cordillera Central. Las edades registradas para estos cuerpos son de 227,6 M.a por el método U–Pb SHRIMP en el zircón para el Stock de Amaga y 218 m.a por el método Ar-Ar en muscovita y biotita para los Stock de El Buey y La Honda. (Vinasco et al., 2006)

El Batolito de Ibagué compuesto principalmente por granitoides de composición calco-alcalina y edad 165–170 M.a por el método U–Pb en el zircón, hace parte del ciclo magmático ocurrido durante el Jurásico. (Villagómez et al., 2011)

Cuerpos de composición calco-alcalina entre granodiorita, tonalita, cuarzodiorita y cuarzomonzonita como el Batolito Antioqueño, el Batolito de Buga y el Stock Granodiorítico de Córdoba, además de rocas diabásicas con edad 105 ± 10 M.a por el método K/Ar (Toussaint y Restrepo, 1978, en García, 2011) relacionados con la Formación Barroso, evidencian un evento magmático presentado durante el Cretácico. Se atribuyen edades para estos cuerpos de 95-84 M.a para el Batolito de Antioquia, 92-90 M.a para el Batolito de Buga y 79,7 M.a para el Stock Granodiorítico de Córdoba, todas con el método U/Pb en el zircón. (Villagómez et al., 2011)

Rocas graníticas de composición calco-alcalina pertenecientes al Batolito de Sonson muestran edades más recientes de 65-55 M.a por el método U-Pb en zircón (Ordoñez-Carmona, 2001) e indican un evento magmático del Paleógeno. Edades más reciente de estos cuerpos magmáticos dentro de la Cordillera Central se presentan durante el Neógeno, entre ellas las rocas hipoabisales porfídicas, las cuales tienen una composición andesítica a dacítica y una edad de 7-8 M.a. (Gonzales, 1976, en García, 2011).

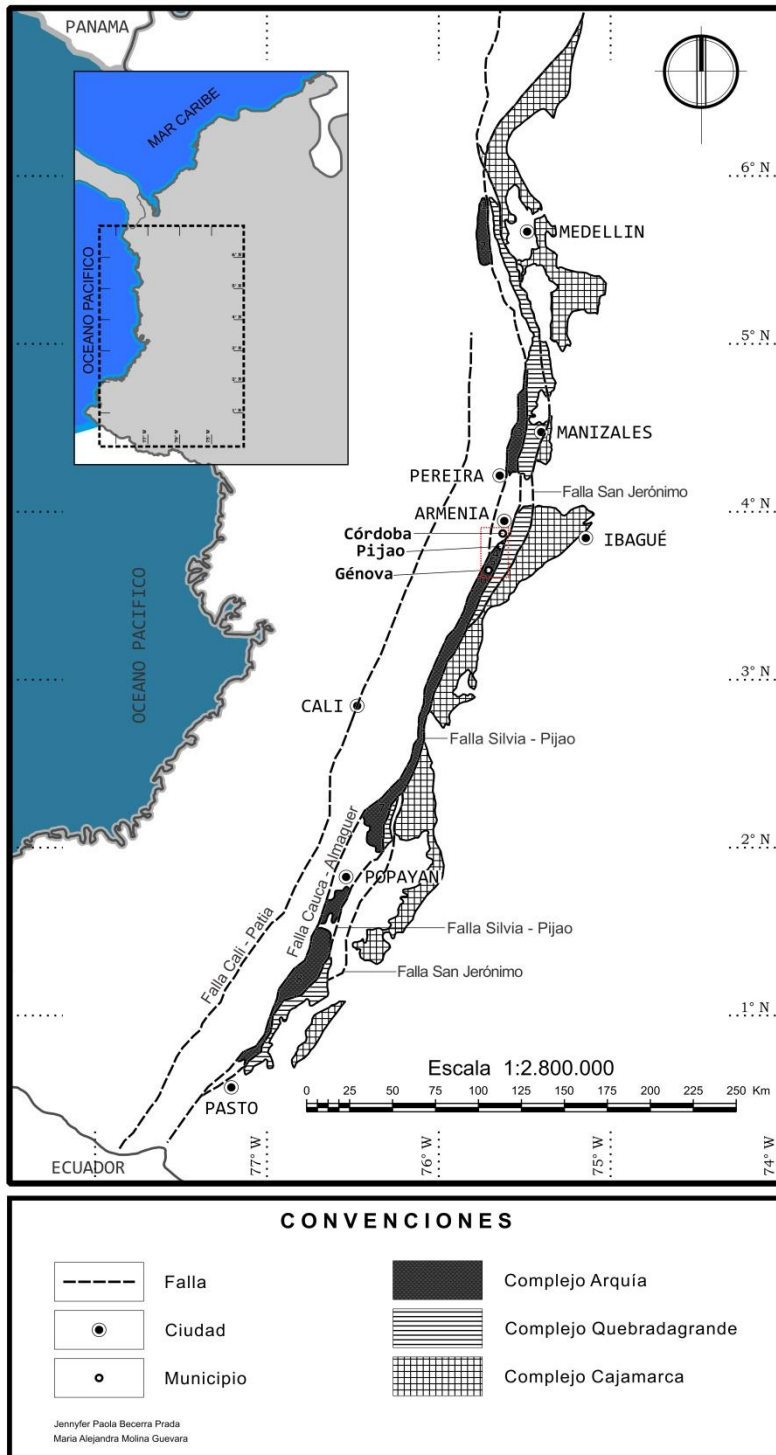


Figura 3. Localización de las unidades pertenecientes al Complejo Arquía y sus complejos adyacentes (Geología basada en Ingeominas, 2007) 1. Esquistos de Sabaleta 2. Grupo Arquía 3. Esquistos de Lisboa-Palestina 4. Grupo Rosario, 5. Grupo Bugalagrande 6. Complejo Boloazul 7. Cinturón de esquistos azules 8. Secuencia metamórfica de Buesaco.

5.2 Marco geológico local

La zona del presente estudio se localiza al sur del Departamento del Quindío, entre los municipios de Córdoba, Pijao y Génova en el flanco occidental de la Cordillera Central. Esta zona está constituida principalmente al oeste por rocas del Complejo Arquía (Grupo Bugalagrande y Rosario) y al este por el Complejo Quebradagrande. El contacto entre estas dos unidades es tectónico y está definido por la falla Silvia-Pijao la cual tiene una orientación N 25° E. Ambas unidades son intruidas por el Stock Granodiorítico de Córdoba. Cuerpos ultramáficos serpentinizados y fuertemente milonitizados se localizan a lo largo de la falla Silvia-Pijao.

El Grupo Bugalagrande aflora en la mayor parte de la zona de estudio y está conformado principalmente por esquistos actinolíticos, cuarzo-actinolíticos, cloríticos, grafiticos, y hornbléndicos, de composición básica y con edad de 123 ± 12 M.a (Mc Court et al., 1984). Al oeste se presenta limitado por la falla Cauca-Almaguer que lo separa de la Formación Amaime y al este se presenta en contacto fallado con las anfibolitas localmente granatíferas de edad 117-107 M.a (Villagómez, 2011) del Complejo Rosario por medio de fallas menores pertenecientes al Sistema de Fallas de Silvia- Pijao.

El Complejo Quebradagrande está conformado por un litodema volcánico y un litodema sedimentario afectados por un metamorfismo de bajo grado, cuyo límite tectónico occidental es la falla Silvia-Pijao que lo pone en contacto con las rocas del Complejo Arquía y el límite tectónico oriental es la falla San Jerónimo, esta vez poniéndolo en contacto con las rocas del Complejo Cajamarca. (Maya y Gonzales, 1995).

Cuerpos ultramáficos serpentinizados, de forma lenticular se presentan asociados a los sistemas de fallas principales a lo largo de toda la zona de estudio. (Mc Court, 1985)

El Stock Granodiorítico de Córdoba de edad Cretácea ($79,7 \pm 2,5$ M.a, Villagómez, 2011) se ubica entre las poblaciones de Génova y Pijao y está constituido por rocas que varían desde granodioritas hasta cuarzdioritas. Este cuerpo se presenta alargado e intruye rocas del Complejo Rosario y del Complejo Quebradagrande con el cual se presenta en contacto intrusivo hacia el suroriente y fallado al oriente (falla Córdoba), mientras al occidente una falla vertical con rumbo N50°E y una amplia zona de deformación, es quien las pone en contacto.

Se establecen principalmente tres sistemas de fallas para la zona de estudio: una dominante con orientación N25°E, otra con rumbo N20°W y un tercero y menos dominante con dirección cercana a E-W. La foliación con rumbo NE-SW y buzamiento SE, además la orientación de los estratos de rocas sedimentarias con rumbo NE-SW y buzamiento 30° a 70° SE, hacen parte de los datos estructurales tomados en rocas de la zona. (Arévalo et al., 2001)

Debido a la presencia de varios patrones estructurales en el área de estudio, se presentan rocas de falla con textura cataclástica y deformación plástica. Estos parámetros deformacionales se relacionan a sistemas de fallas inversas con un azimut principalmente de 0°-45° en dirección este. Igualmente los contactos subparalelos entre las diferentes litologías tienen un azimut 10°-35°. Así pues, todas estas características estructurales además de evidenciar una fuerte actividad deformativa también evidencian la reactivación de algunas zonas de falla presentes en la zona de estudio. (Camargo y Mojica, 2004)

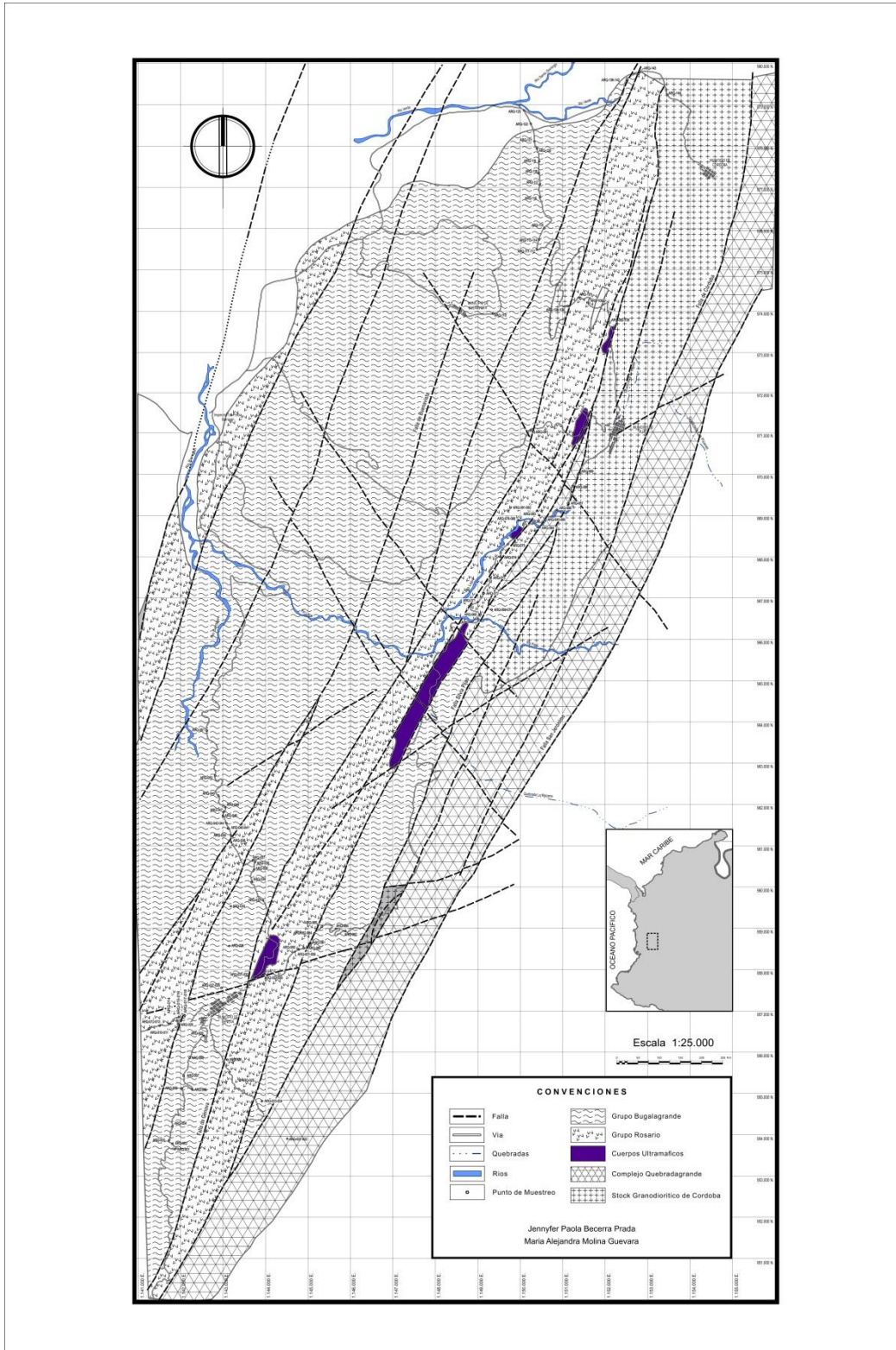


Figura 4. Localización de la geología en la zona de estudio y ubicación de muestras. (Base geológica facilitada por el profesor Oscar Castellanos, profesor de la Universidad de Pamplona).

6. PETROGRAFÍA

Minerales	Esquistos Actinolíticos (%) ARQ 002 ARQ 006 ARQ 050	Esquistos Cuarzo-Actinolíticos (%) ARQ 005 ARQ 034 ARQ 035 ARQ 036 ARQ 042 ARQ 125	Esquistos Cuarzo-Actinolíticos con Epidota (%) ARQ 038	Esquistos Actinolíticos con epidota (%) ARQ 075 ARQ 116	Esquisto Tremolítico - Actinolítico con Epidota (%) ARQ 021	Esquistos Cloríticos con Pl (%) ARQ 016, ARQ 029	Esquistos Cuarzo-Actinolíticos con Granate (%) ARQ 049 ARQ 051 ARQ 112 ARQ 123	Esquistos Hornbléndico con Granate (%) ARQ 150	Anfibolitas (%) ARQ106 ARQ 134	Anfibolitas con Granate (%) ARQ 147 ARQ 149	Anfibolitas Granatíferas (%) ARQ 118 ARQ 120 ARQ 146	Esquistos zoisíticos con Grafito y Muscovita (%) ARQ 061	Esquistos Cuarzo-Grafitosos (%) ARQ 014 ARQ 059	Esquistos Moscovítico-Cuarzoso con Grafito (%) ARQ 011 ARQ 066	Esquistos Moscovítico-Granatífero con cianita. (%) ARQ 145 ARQ145 b	Eclogita (%) ARQ 148
	Act	56-68	36-65	55	40-55			30-52				5		7		
Qtz	6	14-25	17	5-10	20	10	15-20	4	5		5-10	10	10-25	43-60	3-5	4
Czo	15-26	5-13	15	8-11		10-13	2-10	15	5	15-19	5-8	9	10-14			6
Ms	1	10		2		2	2				2	18	5-7	26-34	15-19	
Hbl							8-10	46	50-56	45	20-40					15
Ep	3	2-6	6	7-20	35		4-6	2	2	3-10	3-7		1-3		1	
Pl	4-8	5-20	2	14-20		20-36	5-12		25-39	15-18	10		5-7		6	
Grt	1						9-15	25		6	30-40				55	47
Spn	4-7	3-8	5	3		3	2-4		4-7	4	2		1		2	1
Rt	3	1		2		2	1	8		1	2		5		2	3
Bt		5										8	4	5-15	2-6	
Chl						38-50							10-13			
Gr				2		4						20	28-30	6-9		
Zo							3-10			3-7	2-10	35	10			
Omp																24
Cal		12								1						
Tr-Act					45											
Opacos						1							5	2	2	
Ky															10-15	
Zrn									1							

Esquistos actinolíticos

Esquistos cloríticos.

Esquistos anfibólicos con granate.

Anfibolitas y anfibolitas granatíferas

Esquistos moscovíticos con grafito

Esquistos granatíferos con cianita

Eclogita

Tabla 4. Variedades de los diferentes litotipos de metabasitas y metapelitas propuestos en el trabajo. Abreviaturas: Act= Actinolita, Qtz= Cuarzo, Czo= Clinozoisita, Ms= Muscovita, Hbl= Hornblenda, Ep= Epidota, Pl= Plagioclasa, Grt= Granate, Spn= Esfena, Rt= Rutilo, Bt= Biotita, Chl= clorita, Gr= Grafito, Zo= zoisita, Omp= Onfacita, Cal= Calcita, Tr= Tremolita, Ky= Cianita, Zrn= Zircón.

De acuerdo con el estudio petrográfico, las rocas estudiadas se agruparon y describen de la siguiente forma:

6.1 METABASITAS

Las metabasitas de la zona de estudio pertenecientes al Complejo Arquía corresponden a esquistos actinolíticos, esquistos anfibólicos con granate, esquistos cloríticos, anfibolitas y anfibolitas con granate y metabasalto. En algunos de estos litotipos se observan deformaciones asociadas a las fallas existentes en la zona de estudio y las cuales se relacionan con el sistema de fallas de Romeral y Silvia-Pijao así como fallas satélites de estas. En la tabla 4 se presentan las variedades mineralógicas en cada uno de los litotipos de las metabasitas. A continuación se describirán cada uno de estos litotipos.

6.1.1 Esquistos actinolíticos

Los esquistos actinolíticos (muestras ARQ-002, ARQ-005, ARQ-006, ARQ-021, ARQ-034, ARQ-035, ARQ-036, ARQ-038, ARQ-041, ARQ-050, ARQ-075, ARQ-116, ARQ-125) son rocas de color verde a verde grisáceo, con buen desarrollo de la esquistosidad definida esta por la orientación preferencial de la clorita y la actinolita, exhiben texturas nematoblásticas, granonematoblásticas y localmente porfidoblásticas en matriz nematoblástica y poiquiloblástica (figura 5, a). En algunas muestras se observaron crenulaciones, pliegues tipo kink en clorita (figura 5, b), al igual que débil a intensa deformación sobreimpuesta a la foliación, formándose textura milonítica (figura 5, b) caracterizada por la presencia de bandas delgadas de actinolita y cuarzo alargados; intercaladas con bandas más gruesas de cuarzo y plagioclasa. En ocasiones se observa oxidación en las zonas con presencia de grafito y fracturas en los cristales. Petrográficamente los esquistos actinolíticos, corresponden a esquistos actinolíticos, esquistos actinolíticos con epidota, esquistos cuarzo-actinolíticos, esquistos tremolíticos -actinolíticos con epidota y esquistos cuarzo-actinolíticos con epidota (figura 5, c y d), de acuerdo con el contenido de actinolita, cuarzo, epidota y tremolita. Mineralógicamente constan de actinolita, clorita, clinozoisita, cuarzo como minerales principales y plagioclasa, muscovita como minerales menores, y

esfena, rutilo y epidota como minerales accesorios. Estas variedades se encuentran ubicadas al sur del municipio de Génova (Vereda El Rosario y vereda Las Flores) y en la vía que conduce de Génova a la Inspección de Policía de Barragán.

A continuación se describen los minerales característicos de los esquistos actinolíticos.

Actinolita: Este mineral ocurre definiendo la foliación S_n (actinolita 1) y S_{n+1} (actinolita 2). Ambos tipos de actinolita morfológicamente son muy similares y corresponden a individuos prismático-tabulares alargados, subidioblásticos, heteroblásticos de color verde pálido con leve pleocroísmo de verde amarillento a verde azulado, con tamaño de grano variando entre 0,3 y 2,5 mm de largo. Presenta inclusiones de rutilo en textura de reacción con la esfena, epidota y clinozoisita y semi –inclusiones de esfena que incluyen a su vez individuos de rutilo. La actinolita exhibe una orientación preferencial la cual define la foliación principal de la roca. Localmente se observan micropliegues y ocasionalmente fracturas (figura 5, e y f). La actinolita 1 se encuentra en contacto neto con el cuarzo 1 y clinozoisita 1 mientras la actinolita 2 se encuentra en contacto neto con la clinozoisita 2, cuarzo 2, plagioclasa, muscovita y epidota 1. La actinolita está siendo reemplazada por clorita. Este reemplazamiento varía de débil a moderada.

La Clorita se presenta incolora a verde pálido con aspecto fibroso, subidioblástica con colores de birrefringencia de tonos grises a azul anómalo, desarrollándose hacia los bordes de los cristales de actinolita. En ocasiones esta clorita presenta pliegues tipo kink.

Clinozoisita: Este mineral ocurre definiendo la foliación S_n (clinozoisita 1) y S_{n+1} (clinozoisita 2). En ambos casos los cristales se presentan como individuos incoloros, columnares de bordes irregulares, heteroblásticos con tamaños entre 0,17 mm a 0,38 mm, xenoblásticos con colores de interferencia anómalos azul y amarillo verdoso. En ocasiones exhibe zonación hacia el núcleo de tonos amarillos y hacia los bordes tonos azules. Se observan inclusiones de esfena y de epidota, las cuales están orientadas en la misma dirección de la foliación externa. La clinozoisita 1 se presenta en contacto neto con el cuarzo 1 y actinolita 1 mientras la clinozoisita 2 se presenta en contacto neto con actinolita 2, cuarzo 2 y plagioclasa.

Cuarzo: Individuos incoloros de grano medio y bordes irregulares, heteroblásticos de tamaños de 0,16 mm a 0,99 mm de largo definiendo una foliación S_n y S_{n+1} con características similares en estos cristales. En ocasiones como resultado de la recristalización se observan tamaños de grano más grandes que varían entre

0,69 mm y 1,02 mm de largo (esto es más evidente en rocas aflorantes principalmente en la vía que comunica los municipios de Pijao y Córdoba). Igualmente, el cuarzo se encuentra como cristales xenoblásticos con extinción ondulosa. Las inclusiones presentes en algunos cristales de cuarzo están orientadas en la misma dirección de la foliación externa y principal de la roca y son de epidota, esfena y clinozoisita. El cuarzo 1 en contacto neto con actinolita 1 y clinozoisita 1 y cuarzo 2 en contacto neto con actinolita 2, clinozoisita 2, plagioclasa y epidota 1. Algunas variedades de este mineral (ARQ-005, ARQ-006, ARQ-042 y ARQ-125) están mostrando un carácter alargado y bastante deformados (figura 5, b).

Otra generación de cuarzo de origen hidrotermal se encuentra rellenando venillas de hasta 0,2 mm de espesor. Este cuarzo es de grano fino, euhedral, equigranular y muy limpio.

Plagioclasa: Individuos incoloros, xenoblásticos, heteroblásticos de tamaños que varían entre 0,21 mm a 0,59 mm de largo, con un buen desarrollo de las maclas polisintéticas y en ocasiones se observan los cristales alargados debido a la deformación. Presentan inclusiones de epidota, clinozoisita y esfena orientados en la misma dirección de la foliación externa y principal. En contacto es neto con actinolita 2, cuarzo 2, epidota 1 y clinozoisita 2. Frecuentemente se observa un moderado reemplazamiento a sericita.

La sericita se presenta como agregados escamosos muy finos a manera de parches en los cristales de plagioclasa.

Tremolita: Agregados muy finos de aspecto fibroso, constituidos por diminutos individuos homeoblásticos incoloros e idioblásticos con birrefringencia de tercer orden, definiendo la foliación S_n . Con similares características la tremolita 2 define la foliación principal S_{n+1} . La tremolita 1 se encuentra en contacto neto con la actinolita 1 y el cuarzo 1 mientras la tremolita 2 está en contacto con actinolita 2 y cuarzo 2. Presenta inclusiones de epidota y leve alteración a clorita.

La clorita se presenta como agregados fibrosos de color verde pálido, desarrollándose desde los bordes hacia el centro del mineral.

Epidota: Se observan dos tipos de epidota. La epidota 1 ocurre principalmente como inclusiones de forma redondeada y tamaño entre 0,2 y mm a 0,38 mm en la actinolita y, esporádicamente se observó como cristales finos en un esquistos tremolítico asociada a actinolita y cuarzo. La epidota 2 se encuentra reemplazando parcialmente clinozoisita y plagioclasa.

Calcita: Porfidobláastos incoloros de alto relieve, heteroblásticos con tamaños desde los 0,675 mm hasta los 2 mm, xenoblásticos con exfoliación romboédrica perfecta, color de birrefringencia rosado pálido y en sus planos de exfoliación colores brillantes de tercer orden, además presentan inclusiones de cuarzo, epidota y esfena. Generalmente se presentan como individuos aislados debido a la textura de disolución presente en sus bordes (figura 5, a).

Rutilo: Se observan como agregados granulares de color rojo cobrizo y como cristales en textura de reacción con la esfena (figura 5, i). El rutilo como inclusión en los cristales de esfena y actinolita se presentan como individuos heteroblásticos y subidioblásticos de color rojo cobrizo.

Esfena: Ocurre como individuos de carácter idioblástico (algunos muy rómbicos) de grano fino e irregulares de tamaños que varían entre 0,05 mm hasta 0,1 mm de largo definiendo la Esfena 1, algunos formados a partir del rutilo (Esfena 2). Igualmente ocurren como agregados granulares finos de color café y colores de birrefringencia extremos sin embargo se presentan enmascarados por el color café rojizo del mineral.

Muscovita: Individuos laminares (bordes rectos y extremos astillosos), incoloros con exfoliación perfecta en una dirección y birrefringencia de tercer orden. Presenta apariencia moteada cerca a la posición de extinción y sus tamaños varían desde 0,06 mm a 0,09 mm de largo. Está asociada en contacto neto con actinolita 2 y cuarzo 2.

Paragénesis mineral: La paragénesis características de este tipo de roca está dada por: Act 1 + Czo 1 + Qtz 1 y Act 2 + Czo 2 + Qtz 2 \pm Ep 1 \pm Spn 1 \pm Pl para la fase prógrada mientras Chl + Ser + Spn 2 y Chl + Ser + Ep 2 para la fase retrograda.

A grandes rasgos, los esquistos actinolíticos descritos en este grupo; presentan dos eventos deformativos, el primero dado por una antigua foliación (Sn) definida por actinolita1, clinozoisita 1 y cuarzo1; y un segundo evento (Sn+1) definido por la esquistosidad principal (actinolita 2, cuarzo 2, clinozoisita 2 y plagioclasa) (figura 5, g y h).

6.1.2 Esquistos Cloríticos.

Este tipo de rocas ubicadas al norte y oeste del municipio de Génova (ARQ-016, ARQ-029) se caracterizan por presentar un color verde oliva, una estructura esquistosa definida principalmente por la clorita y textura granolepidoblástica,

localmente poiquiloblástica (figura 5, j). Rocas compuestas principalmente por clorita, plagioclasa, clinozoisita y cuarzo. En ocasiones desarrolla pliegues kink en la clorita (figura 5, j).

A continuación se describirá cada mineral.

Clorita: Agregados de aspecto fibroso distribuidos homogéneamente a lo largo de toda la muestra, con pleocroísmo de verde amarillento a café pálido, con tamaños mayores a 1 mm en las masas cloríticas y como individuos con tamaños de 0,03 mm a 2 mm de largo, se presentan alargados en dirección de la esquistosidad, con inclusiones de esfena, clinozoisita y cuarzo. Se encuentra en contacto neto con cuarzo, plagioclasa, epidota, grafito y clinozoisita.

Plagioclasa: Individuos incoloros de bordes irregulares, xenoblásticos, heteroblásticos de 0,3 mm hasta 1 mm de largo. Algunos presentan maclado simple y formas esqueléticas. Los porfidoblásticos presentan numerosas inclusiones orientadas de clinozoisita, esfena y cuarzo en la misma dirección de la foliación externa (figura 5, j). Se encuentran en contacto neto con cuarzo, clorita, grafito y clinozoisita

Clinozoisita: Individuos incoloros xenoblásticos de bordes irregulares, heteroblásticos de tamaños de 0,2 mm hasta 0,5 mm de largo, generalmente presenta fracturas y se dispone en la misma dirección de la esquistosidad principal. En contacto neto con clorita, cuarzo y plagioclasa.

Cuarzo: Individuos incoloros, heteroblásticos, xenoblásticos de 0,1 mm hasta 0,5 mm de largo. Presenta inclusiones de esfena, clinozoisita y epidota y en contacto neto con plagioclasa, clorita y clinozoisita.

Otra generación de este mineral ocurre rellenando venillas.

Esfena: agregados granulares finos de tamaños que alcanzan los 0,3 mm de largo, de color café rojizo con muy alto relieve y como inclusiones de grano fino de 0,07 mm hasta 0,15 mm de largo.

Grafito: Xenoblastos de color negro, presentándose en escamas finas siguiendo la dirección de la esquistosidad principal y en ocasiones formando plegamientos. En contacto neto con clorita y plagioclasa.

Rutilo: Agregados aciculares color café rojizo, idioblásticos y heteroblásticos.

Minerales Opacos: Agregados alargados de color negro.

Paragénesis: La asociación mineral característica para este litotipo es: Chl + Pl + Clz ± Qtz ± Spn ± Gr ± Rt.

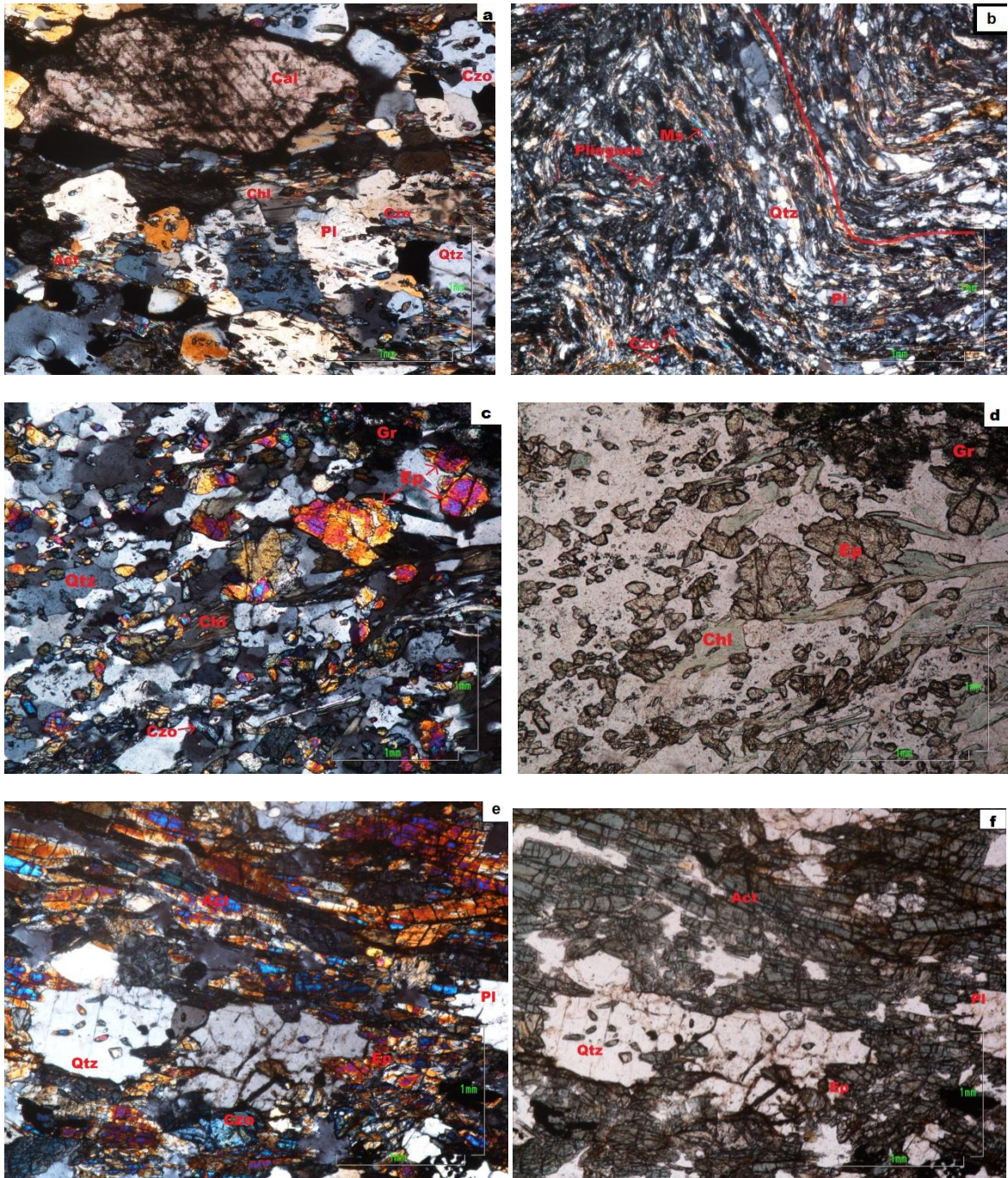


Figura 5. Estructuras y texturas de esquistos actinolíticos y esquistos cloríticos. a) Disolución de calcita en los bordes y textura poiquiloblástica en cuarzo, plagioclasa y clinozoisita, en esquistos actinolíticos. NX. b) Pliegues "kink" en clorita secundaria y textura milonítica en esquistos actinolíticos. NX c) y d), Textura granonematoblástica y abundancia de epidota heteroblástica. NX y N//. e) y f). Textura poiquiloblástica en cuarzo y fracturamiento de los cristales de actinolita y cuarzo NX y N//, Abreviaturas: Act= Actinolita, Chl= Clorita, Pl= Plagioclasa, Qtz= Cuarzo, Czo= Clinozoisita, Ep= Epidota, Cal= Calcita, Spn= Esfena y Rt= Rutilo. NX-Nicoles cruzados, N// - Nicoles paralelos.

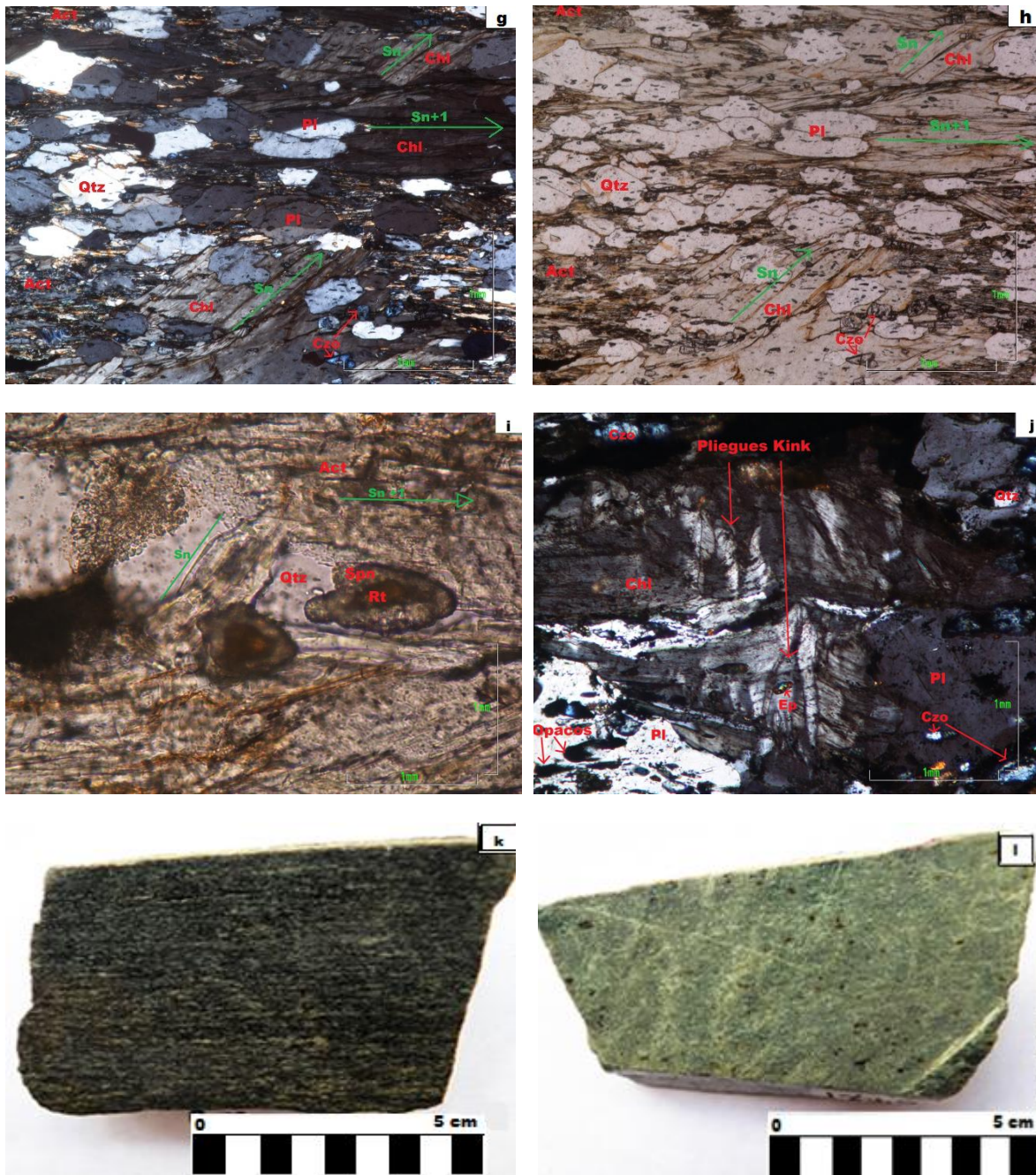


Figura 5. Estructuras y texturas de esquistos actinolíticos y esquistos cloríticos. g) y h), Foliación S_n y S_{n+1} y recristalización de cuarzo en esquistos actinolíticos. NX y N//, i) Rutilo en textura de reacción con la esfena, mostrando a su vez la foliación S_n y S_{n+1} . N//, j) Pliegues "kink" en clorita primaria y textura poiquiloblástica en los esquistos cloríticos. NX, k) Muestra macroscópica de esquistos actinolíticos (ARQ-50). l) Muestra macroscópica de esquistos cloríticos (ARQ-53). Abreviaturas: Act= Actinolita, Chl= Clorita, Pl= Plagioclasa, Qtz= Cuarzo, Czo= Clinozoisita, Ep= Epidota, Cal= Calcita, Spn= Esfena y Rt= Rutilo. NX-Nicoles cruzados, N// - Nicoles paralelos.

6.1.3 Anfibolitas.

Las anfibolitas (ARQ-106, ARQ-134) son rocas de color verde oscuro, ubicadas en la vía que conduce del municipio de Córdoba a Pijao y la vía que conduce del municipio de Córdoba al municipio de Buenavista. En general, muestran una textura granonematoblástica y bastante fracturamiento (figura 6, a y b). Las anfibolitas están compuestas principalmente por hornblenda y plagioclasa, con cantidades menores de cuarzo, clinozoisita, esfena y epidota. Además presenta abundantes venillas de cuarzo y venillas de sericita gruesas y otras más delgadas atravesando de forma oblicua y perpendicular los cristales de hornblenda y en otros casos rellenando fracturas del anfíbol (figura 6, c y d).

Hornblenda: Individuos primático-tabulares con pleocroísmo intenso variando de tonos verdes a pardos, con tamaños de grano entre 0,1 mm a 3,24 mm de largo con predominio de tamaños grandes, heteroblásticos, subidioblásticos y muy fracturados. Aunque en general, las anfibolitas exhiben en algunos sectores débil foliación, en algunas variedades los cristales de hornblenda están alargados, definiendo la foliación. Presenta inclusiones de esfena, clinozoisita y epidota al igual que semi-inclusiones de esfena y se hallan en contacto neto con la plagioclasa, clinozoisita y cuarzo.

Plagioclasa: Individuos incoloros heteroblásticos, xenoblásticos con maclado polisintético con tamaño de grano entre 0,3 mm y 1,35 mm de largo, las inclusiones de clinozoisita y esfena no siguen un patrón definido. Algunos cristales de plagioclasa se encuentran localmente alargados definiendo una dirección preferencial. Se presentan en contacto neto con la hornblenda, clinozoisita y cuarzo. En ocasiones la plagioclasa presenta reemplazamiento moderado a fuerte de sericita.

La sericita aparece como agregados escamosos muy finos desarrollados a manera de parches reemplazando casi por completo los cristales de plagioclasa. Además como venillas de aproximadamente 0,59 mm de espesor y otras más delgadas atravesando principalmente de forma oblicua y perpendicular los cristales de hornblenda.

Clinozoisita: Individuos incoloros heteroblásticos de 0,1 mm y 0,3 mm de largo, xenoblásticos con zonación hacia el núcleo de tonos amarillos y hacia los bordes tonos azules y generalmente fracturados. Se presentan en contacto neto con la hornblenda, plagioclasa y cuarzo.

Cuarzo: Individuos incoloros xenoblásticos y heteroblásticos de 0,12 mm de largo. Los individuos presentan inclusiones de epidota y esfena y se encuentra en contacto neto con la hornblenda, plagioclasa y clinozoisita.

Esfena: Individuos homeoblásticos de color café pálido, subidioblásticos de 0,09 mm a 0,29 mm de largo, algunos en forma de diamante con exfoliación en una dirección. Presenta inclusiones de epidota.

Epidota: Individuos incoloros, heteroblásticos a homeoblásticos con exfoliación en una dirección y xenoblásticos con birrefringencia de tercer orden. Se presentan también a manera de inclusiones en la hornblenda y la plagioclasa y como semi-inclusiones en algunos cristales de hornblenda. Los individuos de epidota se encuentran en contacto neto con la hornblenda y plagioclasa.

Paragénesis mineral: La paragénesis características de este tipo de roca es: Hbl + Pl + Clz ± Qtz ± Spn ± Ep. La sericita indica la etapa retrograda.

6.1.4 Anfibolitas con granate .

Este tipo de rocas ubicadas en la vía que conduce del municipio de Pijao al municipio de Córdoba (ARQ-118, ARQ-120,) y en la vía que conduce de Pijao a Génova en cercanías a la Escuela Puente Tabla (ARQ-146, ARQ-147, ARQ-149). Presentan un bandeamelo composicional de hornblenda, plagioclasa y minerales del grupo de la epidota de color verde oscuro a verde claro, mostrando una textura granonematoblástica y localmente una textura porfidoblástica en matriz nematoblástica. Los minerales exhiben evidencias de recristalización y algunos están fracturados (figura 6, e). En su mayoría, las rocas presentan fracturas perpendiculares a la orientación de los minerales las cuales son rellenadas por calcita. El granate presente en las anfibolitas (ARQ-120 Y ARQ-146) es esquelético alargado, algunos son poiquiloblásticos (figura 6, f). Cabe resaltar que en la muestra ARQ-118 se observa deformación milonítica, con deformación frágil sobreimpuesta que afectó principalmente cuarzo, plagioclasa y hornblenda; En estos sectores, se observan pliegues kink en la plagioclasa. A continuación se realizará una descripción de los minerales:

Hornblenda: Individuos prismáticos-tabulares con pleocroísmo de tonos verdes pardo a verde azulado, heteroblásticos de tamaños grandes que van desde 1 mm hasta 2,5 mm de largo, subidioblásticos muy fracturados. Clinozoisita, esfena y epidota aparecen como inclusiones. La hornblenda está asociada en contacto neto a plagioclasa, cuarzo, zoisita, clinozoisita y epidota 1. Presentan leve cloritización.

La clorita se observa como agregados fibrosos de color verde pálido y colores de birrefringencia en tonos grises. Se desarrolla aleatoriamente en los cristales de hornblenda.

Plagioclasa: Individuos incoloros, heteroblásticos de tamaños grandes, desde 1 mm hasta 1,89 mm de largo, xenoblásticos, en ocasiones esqueléticos por disolución y presentando maclado polisintético. En algunas muestras se observa un reemplazamiento por epidota (figura 6, g y h) y en otras por clinozoisita pero conservando su morfología original. Algunos cristales son poiquiloblásticos definidos por las inclusiones de clinozoisita, esfena, hornblenda cloritizada y epidota. Se asocia en contacto neto a la hornblenda, cuarzo, clinozoisita y epidota 1. En la plagioclasa sericitizada, este proceso varía de moderado a fuerte y la sericita ocurre como agregados escamosos a manera de parches y rellenando fracturas.

Además los cristales de plagioclasa presentan fuerte alteración a epidota, la cual se desarrolla de forma moteada (figura 6, g y h) y en otras ocasiones desde el borde al centro del cristal de plagioclasa (figura 6, i).

En la muestra ARQ-118 se observan pliegues tipo kink en la plagioclasa, como evidencia de la deformación.

Granate: Porfidoblóstos fracturados de color rosáceo, idioblásticos a xenoblásticos de bordes irregulares y tamaños mayores a 4 mm de ancho y 5 mm de largo, ocasionalmente de forma alargada y deformados (ARQ-118) (figura 6, j). Presenta inclusiones orientadas de cuarzo, zoisita, clinozoisita, esfena y rutilo. La orientación de las inclusiones es en la misma dirección de la foliación externa, lo cual demuestra el carácter sintectónico de estos porfidoblóstos.

El granate está en contacto neto con la hornblenda, cuarzo, clinozoisita, plagioclasa, muscovita y epidota 1. Se presentan parcialmente reemplazados por clorita y levemente reemplazado por epidota.

La clorita se presenta rellenando fracturas y en los bordes del cristal.

La epidota 2 se desarrolla aleatoriamente en los porfidoblóstos de granate.

Clinozoisita: individuos incoloros, xenoblásticos a subidioblásticos, heteroblásticos con tamaños entre 0,19 mm a 0,81 mm, en algunos casos presenta zonación así: hacia el núcleo de tonos amarillos y hacia los bordes tonos azules con colores de interferencia anómalos. Se encuentran en contacto neto con la hornblenda, la plagioclasa, cuarzo y epidota 1.

Zoisita: Individuos prismáticos alargados, incoloros subidioblásticos a xenoblásticos, heteroblásticos de 0,65 mm hasta 2 mm de largo. En contacto neto con hornblenda y clinozoisita.

Cuarzo: Xenoblastos de bordes irregulares con tamaños entre 0,07 mm y 0,12 mm presentando inclusiones de epidota y esfena; y semi-inclusiones de clinozoisita. Se encuentra en contacto neto con hornblenda, plagioclasa y clinozoisita.

Epidota: Se observan dos tipos de epidota. La epidota 1 ocurre principalmente como individuos incoloros, idioblásticos a xenoblásticos con bordes curvilíneos, heteroblásticos de 0,03 mm a 0,1 mm. La epidota 2 se encuentra reemplazando parcialmente plagioclasa y aleatoriamente el granate. La epidota 1 Se encuentra en contacto neto con hornblenda, plagioclasa y clinozoisita.

Esfena: Ocurre como individuos de color café, subidioblásticos con tamaños entre 0,1 mm a 0,3 mm de largo, homeoblásticos con forma de punta de hacha, definiendo la Esfena 1 y algunos formados a partir del rutilo (Esfena 2).

Rutilo: Individuos aciculares color café rojizo guardando su mismo color en birrefringencia, subidioblásticos y heteroblásticos con tamaños de 0,16 mm de largo. Se observa en textura de reacción con la esfena.

Paragénesis: Las paragénesis características de este tipo de roca son: Hbl + Pl + Grt + Czo + Zo ± Spn 1 ± Ep 1 ± Rt para la etapa prógrada y para la etapa retrograda Chl + Ser + Spn 2 + Ep 2.

6.1.5 Esquistos anfibólicos con granate.

Los esquistos anfibólicos con granate, son rocas de color verde a verde pardo (ARQ-049, ARQ-051, ARQ-112, ARQ-123, ARQ-150) ubicadas en la vía que conduce del municipio de Génova a la Inspección de Policía de Barragán y del municipio de Pijao al municipio de Córdoba. Estas rocas igualmente muestran una estructura esquistosa definida por el alineamiento de la actinolita, la hornblenda y la clorita además una textura granonematoblástica y localmente se desarrollan las texturas porfidoblásticas en matriz granonematoblástica y poiquiloblástica. Este tipo de roca presenta fracturamiento, deformación y deflexión de la foliación externa alrededor de la mayoría de los porfidoblásticos del granate. El granate presente en estas variedades (Esquistos actinolíticos con granate y Esquistos hornbléndicos con granate) exhiben carácter pretectónico y sintectónico y fracturas que han sido rellenadas por clorita Mineralógicamente están constituidos de

actinolita, hornblenda, cuarzo, granate, clinozoisita, plagioclasa, epidota, esfena y rutilo. En la muestra ARQ-112 se observa, fuerte deformación milonítica (figura 6, k y l) evidenciada entre otros por el alargamiento y estiramiento de los cristales de cuarzo. La deformación en la clorita secundaria estaría indicando que dicho evento deformativo ocurrió posterior a la etapa regresiva. A continuación, se describen estas rocas:

Actinolita: Ocurren dos tipos: La actinolita 1 define la foliación S_{n+1} y la actinolita 2 define la foliación S_{n+2} , ambas con similares características y corresponden a individuos prismático-tabulares alargados de color verde oliva con leve pleocroísmo de verde pálido a verde azulado, con tamaño promedio de 0,24 mm a 1 mm de largo, presentándose como cristales homeoblásticos y subidioblásticos con inclusiones de epidota, clinozoisita y esfena. La actinolita 1 está en contacto neto con el granate 1. La actinolita 2 está en contacto neto con granate 2, cuarzo 2, epidota 2, clinozoisita 2 y plagioclasa. Se observa fuerte alteración a clorita.

La clorita se presenta incolora a verde pálido con aspecto fibroso, subidioblástica con colores de birrefringencia de tonos grises a azul anómalo, desarrollándose totalmente en la actinolita. En ocasiones con pliegues tipo Kink.

Cuarzo: El cuarzo 1 se presenta como inclusiones en algunos porfidobláastos pretectónicos de granate 1. El cuarzo 2 define la foliación S_{n+2} como cristales incoloros de grano fino a medio y bordes irregulares, heteroblásticos de tamaños de 0,08 mm a 0,6 mm de largo, xenoblásticos y alargados en dirección de la esquistosidad principal. Las inclusiones en esta variedad de cuarzo 2, son de epidota y esfena, las cuales se disponen en la misma dirección de la foliación externa y principal. El cuarzo 2 está en contacto neto con actinolita 2, clinozoisita 2, granate 2, plagioclasa y epidota 2.

Granate: Los porfidobláastos de granate 1 y granate 2 presentan morfologías similares y corresponden a individuos fracturados de color rosáceo, idioblásticos hasta xenoblásticos de bordes irregulares y tamaños entre 0,8 mm a 7 mm de largo y 0,7 mm a 7 mm de ancho. El granate 1 presenta inclusiones de cuarzo 1, clinozoisita 1, epidota 1 y esfena 1, dispuestas al azar y a su vez se observa deflexión en la foliación externa alrededor del mismo, producto de su carácter pretectónico a la foliación principal.

En el granate 2, los patrones de las inclusiones de cuarzo 2, clinozoisita 2, esfena y epidota 2, son generalmente sigmoidales (figura 6, m) y continuos con la dirección de la foliación externa S_{n+2} evidenciando el carácter sintectónico, donde los porfidobláastos han crecido definiendo la foliación S_{n+2} . En las muestras ARQ-049 y ARQ-112 el granate 1 está en contacto neto con la actinolita 1 y el granate 2

en contacto neto con actinolita 2, cuarzo 2, plagioclasa, hornblenda y clinozoisita 2. Hacia los bordes del granate 1, se observa cloritización. Igualmente, la clorita rellena fracturas en este tipo de granate (figura 6, n).

Hornblenda: Individuos heteroblásticos de color verde pálido con pleocroísmo intenso de verde amarillento a verde azulado, subidioblásticos con tamaños entre 0,6 mm a 2,5 mm de largo, con inclusiones de clinozoisita 2 y semi-inclusiones de rutilo orientados en la misma dirección de la esquistosidad principal, presentándose en contacto neto con el granate 2, plagioclasa, clinozoisita 2 y epidota 2.

Clinozoisita: Se presentan dos tipos: clinozoisita 1 y clinozoisita 2, las dos con similares características morfológicas. La clinozoisita 1 ocurre como inclusiones en algunos granates pre-tectónicos a la foliación principal. La clinozoisita 2 define la foliación principal S_{n+2} y se observan como individuos heteroblásticos incoloros, idioblásticos a xenoblásticos con tamaños de 0,01 mm hasta mayores a 1 mm. Se encuentran fracturados, alargados en dirección de la foliación principal y con inclusiones de cuarzo 2, epidota 2 y semi-inclusiones de rutilo. Ocasionalmente con zonación hacia el núcleo de tonos amarillos y hacia los bordes tonos azules. La clinozoisita 2 está en contacto con actinolita 2, granate 2, cuarzo 2, plagioclasa y epidota 2 y algunas veces está siendo reemplazada moderadamente por la epidota 3. Esta epidotización se observa hacia el centro de la clinozoisita.

Plagioclasa: Individuos xenoblásticos incoloros y heteroblásticos con tamaños de 0,1 mm a 0,24 mm de largo. En ocasiones con maclado simple y siendo levemente reemplazada por epidota. Se encuentra en contacto neto con granate 2, cuarzo 2, actinolita 2 y clinozoisita 2. Presenta leve sericitización hacia los bordes.

Epidota: Individuos fracturados con pleocroísmo leve de verde amarillento a incoloro, subidioblásticos con tamaños de 0,05 mm a 2,7 mm de largo, algunos heteroblásticos y otros homeoblásticos, se presentan como inclusión en porfidoblastos pre tectónicos de granate haciendo parte del S_n y definiendo la epidota 1. La epidota 2 con similares características a la epidota 1 define la foliación S_{n+2} siguiendo la dirección de esquistosidad principal. La epidota 2 en contacto neto con granate 2, actinolita 2, cuarzo 2 y clinozoisita 2.

Esfena: individuos de grano fino de color café, subidioblásticos con tamaños entre 0,05 mm a 0,14 mm de largo, heteroblásticos con formas irregulares definido por esfena 1 como inclusión en granates pre-tectónicos y esfena 2 en dirección de la foliación principal. Ocasionalmente se muestra en textura de reacción con el rutilo, como mineral retrogrado (esfena 3).

Rutilo: Individuo color café rojizo guardando su mismo color en birrefringencia, subidioblásticos y heteroblásticos con tamaños menores de 0,1 mm de largo. Generalmente se presenta siguiendo la dirección de esquistosidad principal y ocasionalmente como mineral retrogradado en contacto neto con esfena.

Muscovita: Individuos incoloros tabulares, subidioblásticos y heteroblásticos con tamaños de 0,48 mm a 0,82 mm de largo, en contacto neto con cuarzo², actinolita² y clinozoisita².

La paragénesis características de este tipo de roca está dada por: Qtz¹+ Czo¹+ Ep¹ ± Spn¹ y Grt¹+ Act¹ para porfidoblóstos pre tectónicos y Grt²+ Act² + Hbl + Qtz²+ Ep²+ Czo² ± Pl ± Spn² ± Rt ± Ms para porfidoblóstos sintectónicos. Para la fase retrograda Chl + Spn³ + Ep³.

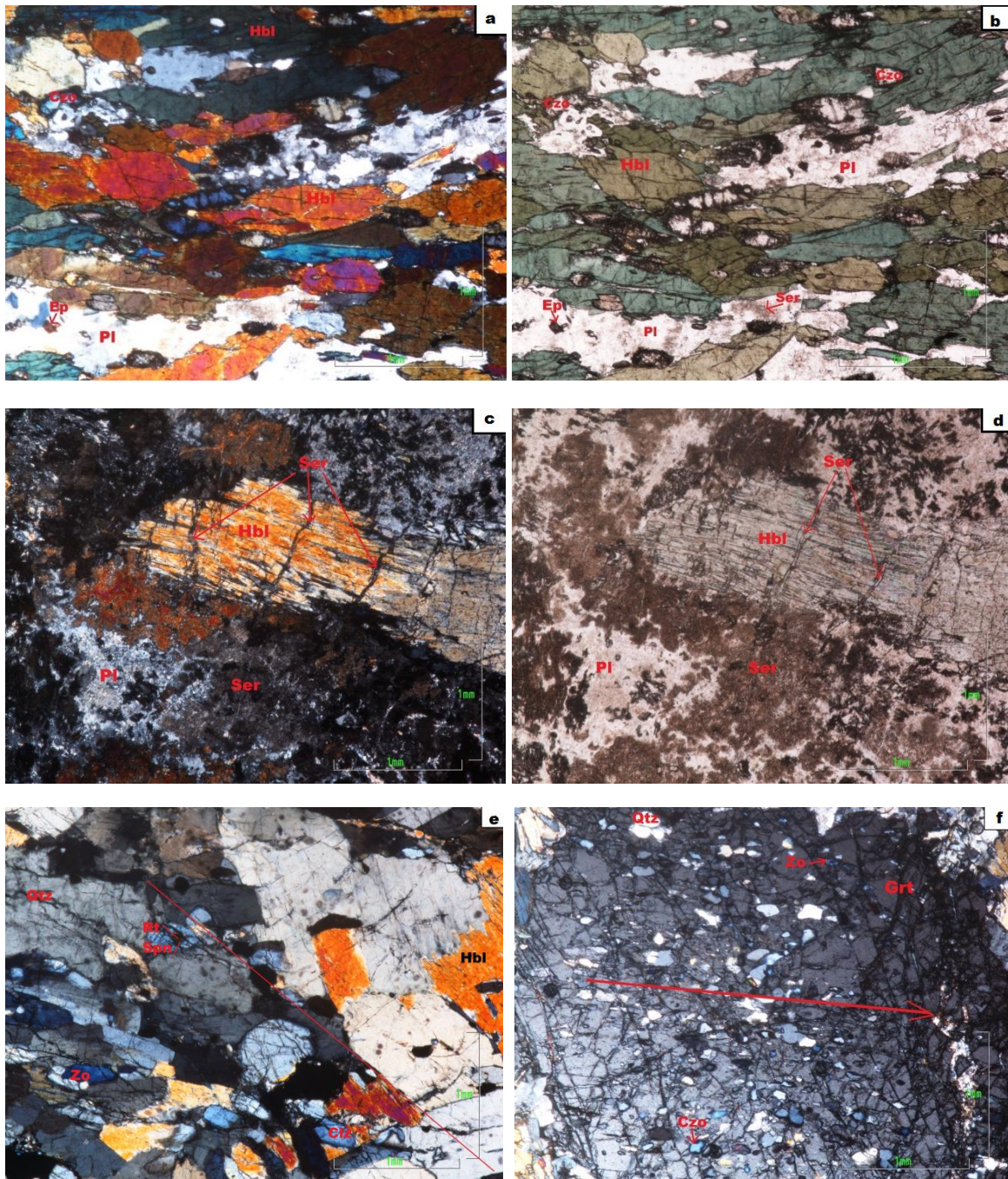


Figura 6. Texturas y carácter de los porfidobláastos de granate en anfíbolitas y esquistos anfíbolícos con granate. a) y b). Textura granonematoblástica en anfíbolitas. NX y N//. c) y d). Textura de reemplazamiento de plagioclasa por sericita y relleno de fracturas de los cristales de hornblenda por sericita en las anfíbolitas. NX y N//. e) Zona derecha con recristalización de minerales y zona izquierda con cristales más pequeños y alargados en las anfíbolitas con granate. NX. f) Granate con numerosas inclusiones orientadas de cuarzo, zoisita, clinozoisita y epidota en anfíbolitas NX. . Abreviaturas: Act= Actinolita, Chl= Clorita, Pl= Plagioclasa, Grt= Granate, Qtz= Cuarzo, Czo= Clinozoisita, Ep= Epidota, Spn= Esfena y Rt= Rutilo.

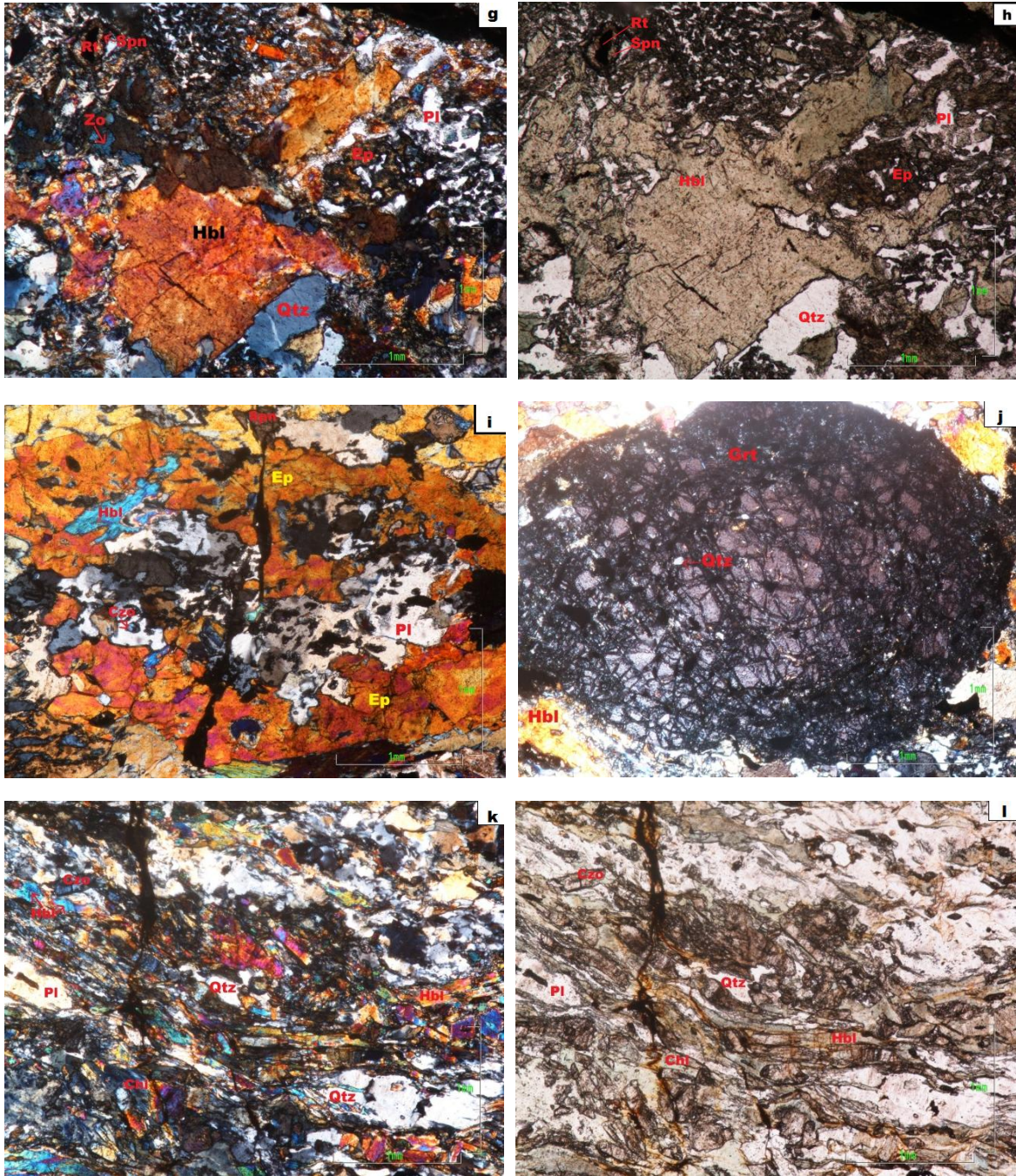


Figura 6. Texturas y carácter de los porfidoblóstos de granate en anfíbolitas y esquistos anfíbólicos con granate. g) y h). Fuerte reemplazamiento de la plagioclasa a epidota. NX y N//. i) Reemplazamiento de plagioclasa por epidota desde los bordes hacia el centro del cristal de plagioclasa en las anfíbolitas con granate. NX. j) Granate muy fracturado. NX. k) y l) Textura milonítica en los esquistos anfíbólicos con granate. NX y N//. Abreviaturas: Act= Actinolita, Chl= Clorita, Pl= Plagioclasa, Grt= Granate, Qtz= Cuarzo, Czo= Clinozoisita, Ep= Epidota, Spn= Esfena y Rt= Rutilo.

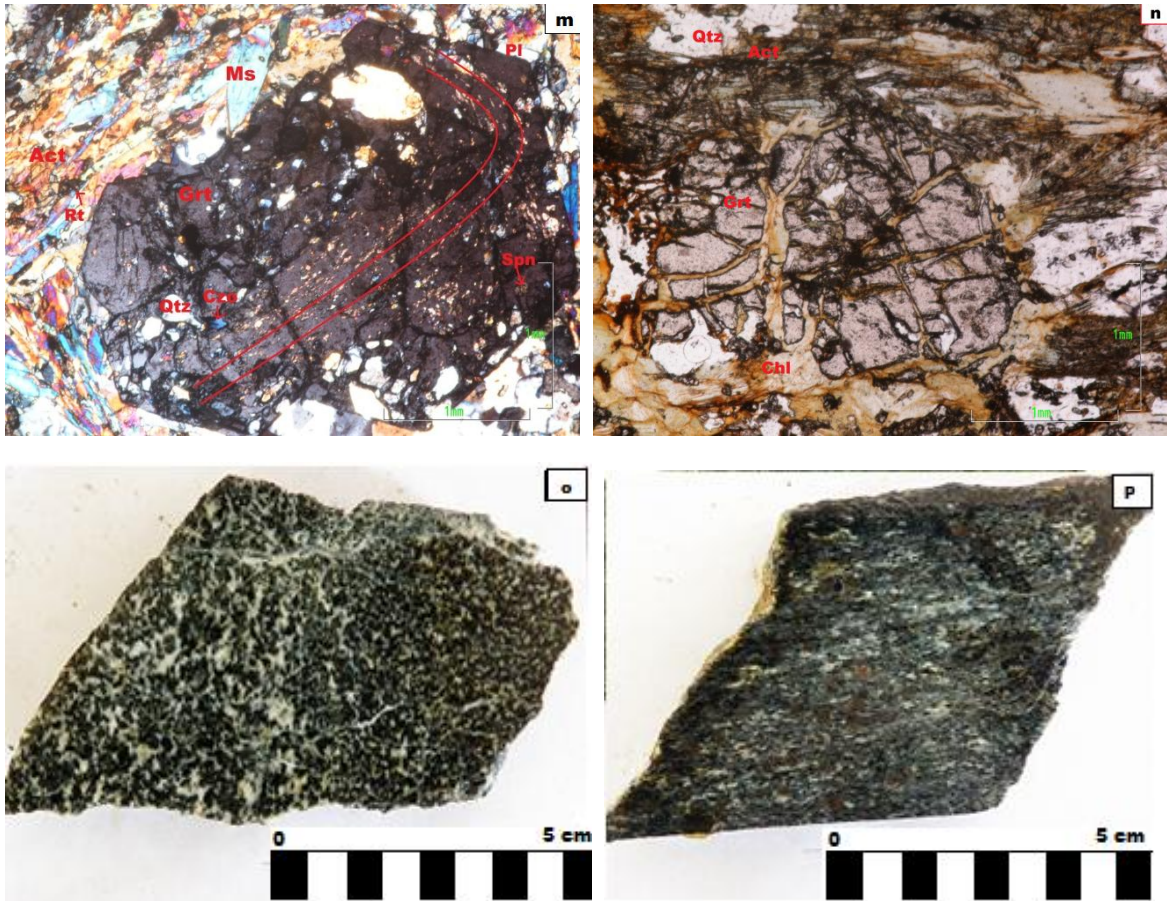


Figura 6. Texturas y carácter de los porfidoblóstos de granate en anfibolitas y esquistos anfibólicos con granate. m) Granate con inclusiones de cuarzo, clinozoisita, esfena y epidota con patrón sigmoidal en esquistos anfibólicos. NX n) Clorita desarrollándose hacia los bordes del cristal y en fracturas del granate en los esquistos anfibólicos, NX. o) Muestra macroscópica de anfibolita (ARQ-099). p) Muestra macroscópica de anfibolita granatíferas. Abreviaturas: Act= Actinolita, Chl= Clorita, Pl= Plagioclasa, Grt= Granate, Qtz= Cuarzo, Czo= Clinozoisita, Ep= Epidota, Spn= Esfena y Rt= Rutilo.

6.1.6 Metabasalto

La muestra ARQ-024 ubicada al sur-oriente del municipio de Génova, en la quebrada Rio Gris, corresponde a un metabasalto que presenta poca orientación definida por la clorita (figura 7, a), exhiben textura lepidogranoblástica y mineralógicamente consta de plagioclasa como mineral principal, biotita, esfena y cuarzo (figura 7, a y b). A continuación se realiza la descripción mineralógica:

Plagioclasa: Individuos incoloros, heteroblásticos de tamaños de 0,3 mm hasta 0,5 mm, xenoblásticos, los individuos más grandes corresponden a antiguos fenocristales de plagioclasa que se han conservado y los cristales más pequeños a plagioclasa de la matriz del protolito. Generalmente presenta maclado

polisintético e inclusiones de biotita cloritizada. Se encuentra en contacto neto con biotita.

Biotita: Agregados fibrosos constituidos por individuos heteroblásticos y subidioblásticos con pleocroísmo de café a verde pálido. Se presenta en contacto neto con plagioclasa. La cloritización es moderada, afectando los bordes de los cristales de biotita.

Esfena: Individuos granulares de color café, sin embargo se observan enmascarados por el mismo color.

Cuarzo: Individuos incoloros, heteroblásticos, xenoblásticos, generalmente de tamaños medios probablemente pudo haber sido una antigua vena. En contacto neto con plagioclasa y biotita.

Paragénesis: PI + Bt + Spn ± Qtz y la clorita como mineral retrogrado.

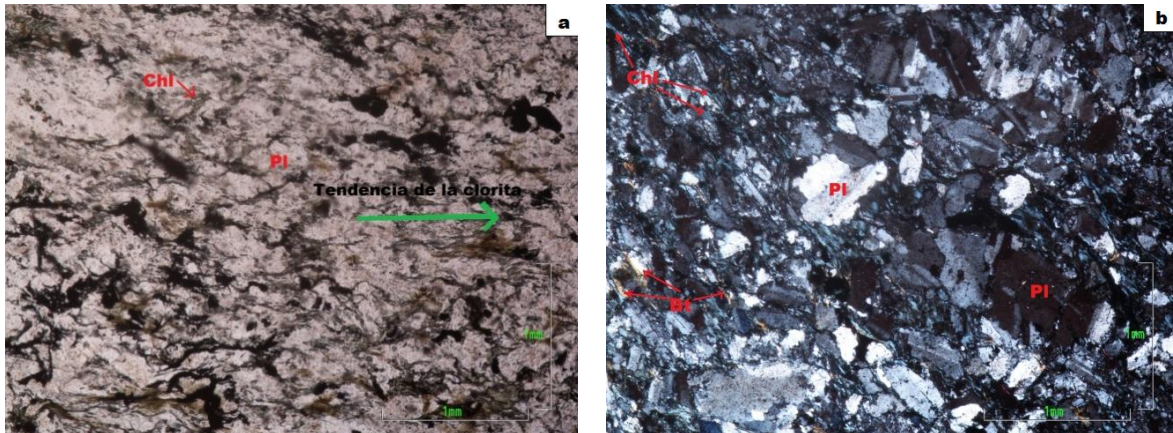


Figura 7. Textura y mineralogía del metabasalto. a) N//, (5X). Cierta orientación de minerales fibrosos como la biotita y la clorita secundaria. b) NX, (5X). Textura lepidogranoblástica con predominio de cristales de plagioclasa. Abreviaturas: PI= Plagioclasa, Bt= Biotita, Chl= Clorita.

6.1.7 Eclogita

La eclogita de carácter retrogrado (ARQ-148) está ubicada en la vía que conduce de Pijao a Génova cercanía a la Escuela Puente Tabla presenta principalmente una textura porfidoblástica en matriz nematogranoblástica y textura poiquiloblástica (figura 8, a). La mineralogía representativa para este litotipo está dada por el granate y la onfacita. El granate exhibe un carácter sintectónico (figura 8, b) mientras la onfacita se observa en textura simplectítica y siendo reemplazada casi en su totalidad por la hornblenda (figura 8, c). Cuarzo, clinozoisita, rutilo y esfena también se presentan en esta muestra como minerales de menor cantidad.

Granate: Porfidoblastos de color rosáceo de alto relieve, heteroblásticos con tamaños de aproximadamente 1,08 mm hasta 3,24 mm de largo y subidioblásticos con algunos de sus bordes rectos. Presenta inclusiones de cuarzo, clinozoisita y rutilo generalmente orientadas en dirección de los minerales que rodean el granate (figura 8, b) y sin deflexión en los minerales con los que se encuentran en contacto. Cuarzo, onfacita, hornblenda y clinozoisita son los minerales con los cuales está en contacto neto.

Onfacita: Individuos prismáticos color verde pálido a incoloros con pleocroísmo débil, heteroblásticos de relieve alto y muy fracturados. Exhiben pequeñas inclusiones y semi-inclusiones de rutilo. En este caso, la onfacita se presenta en textura simplectítica con la hornblenda, en donde la onfacita está siendo reemplazada casi por completo y uniformemente en toda la muestra (figura 8, c).

La hornblenda se presenta como individuos tabulares con colores zonados de verde azulado para los bordes hasta verde en el núcleo, heteroblásticos de tamaños grandes que van desde 0,40 mm hasta 3,24 mm de largo y subidioblásticos. Generalmente se observan en textura simplectítica con la onfacita, con inclusiones de clinozoisita y semi-inclusiones de rutilo y en contacto neto con cuarzo, granate y clinozoisita.

Clinozoisita: Individuos incoloros de 0,67 mm hasta 1,35 mm de largo, con forma heteroblástica, xenoblástica y con zonación hacia el núcleo de tonos amarillos y hacia los bordes tonos azules. Presenta pequeñas inclusiones de rutilo y se encuentra en contacto neto con el cuarzo, hornblenda y granate.

Rutilo: Individuos heteroblásticos de color café rojizo con aproximadamente 0,189 mm, xenoblásticos con formas redondeadas en su mayoría y pocos cristales alargados. Se presentan como inclusiones en el granate y el cuarzo, semi-inclusiones en la hornblenda que reemplazó la onfacita. El rutilo es reemplazado por la esfena.

Esfena: Individuos granulares de relieve muy alto y se presentan en coronas de reacción, rodeando cristales de rutilo (figura 8, d).

Paragénesis Mineral: La paragénesis representativa para esta muestra es: $Grt + Omp + Czo \pm Rt$ para la etapa prógrada y $Hbl + Spn$ para la etapa retrograda.

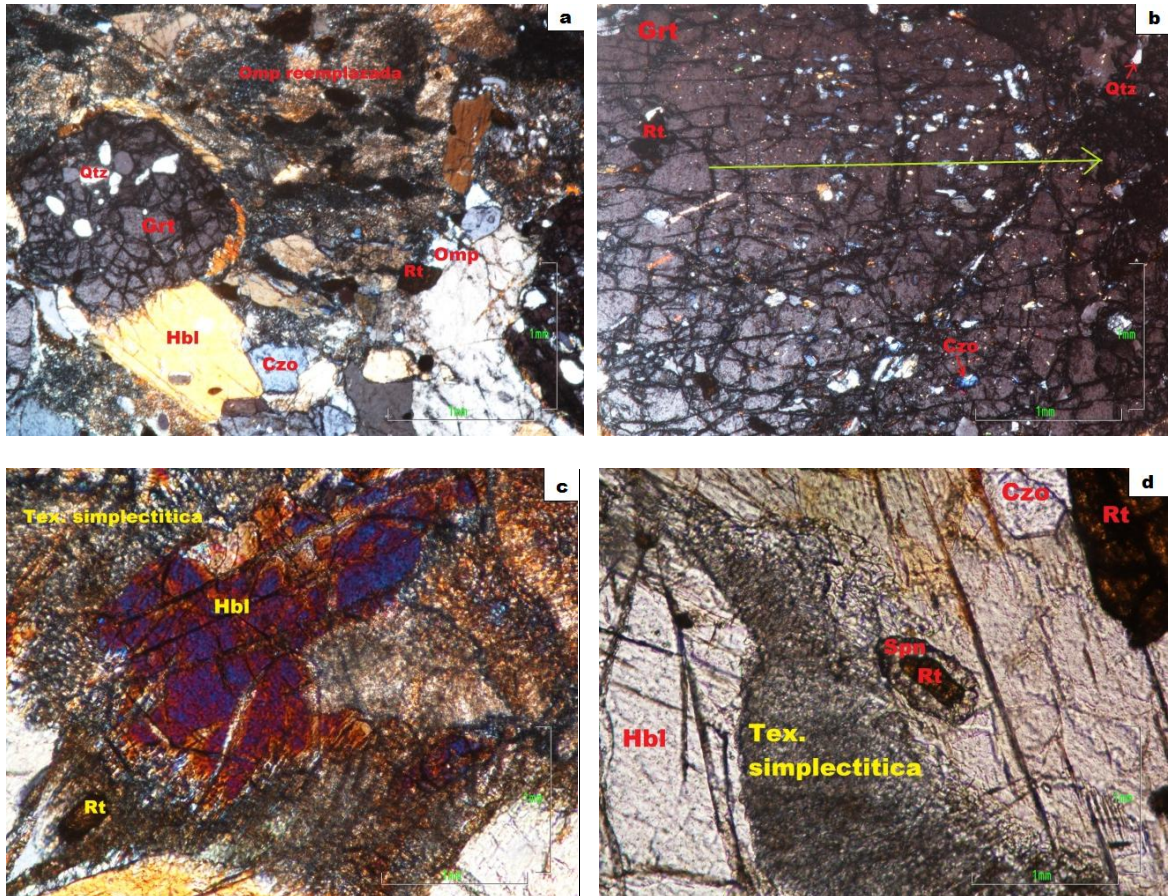


Figura 8. Texturas y carácter de los porfidoblóstos de granate en la eclogita retrograda. a) Textura porfidoblástica en matriz nematogranoblástica. NX b) Granate con carácter sintectónico mostrando numerosas inclusiones orientadas. NX c) Onfacita en textura simplectítica y siendo reemplazada por la hornblenda. NX d) Rutilo en textura de reacción con la esfena. NX Abreviaturas: Omp= Onfacita, Grt= Granate, Czo= Clinozoisita, Rt= Rutilo, Spn= Esfena.

6.2 METAPELITAS

Las metapelitas de la zona de estudio pertenecientes al Complejo Arquía corresponden a esquistos muscovíticos con grafito y esquistos granatíferos con cianita (ver tabla 4). Este tipo de rocas está compuesto esencialmente por muscovita, clorita y biotita los cuales presentan orientación preferencial y

reorientación, debido a la deformación. En algunos de estos litotipos se observan deformaciones asociadas al sistema de fallas de Romeral y Silvia-Pijao. A continuación se describirán cada uno de los litotipos.

6.2.1 Esquistos muscovítico con grafito.

Están ubicadas al oeste del municipio de Génova y al norte por la vía que conduce a Pijao (Vereda El Recreo). Los esquistos moscovíticos con grafito presentan un color verde oscuro a negro (ARQ-011, ARQ-014, ARQ-059, ARQ-061, ARQ-066) y una estructura esquistosa marcada, definida por el alineamiento de la muscovita, clorita, grafito y biotita, con texturas principalmente lepidoblástica, granolepidoblástica y lepidogranoblástica (figura 9, a y b). Las variedades esquistos muscovítico- cuarzo con grafito, esquistos zoisiticos con grafito y muscovita y los esquistos cuarzo grafitosos presentan fracturamiento, deformación, plegamientos y venillas de cuarzo dispuestas paralelamente a la foliación principal. La muestra ARQ-059 evidencia dos zonas de grafito según su abundancia y distribución (figura 9, a y b). Mineralógicamente este litotipo consta de muscovita, grafito, biotita, cuarzo, clorita, clinzoisita, zoisita, plagioclasa, actinolita, minerales opacos, epidota y esfena. En seguida se describen microscópicamente estas rocas:

Cuarzo: Se presentan dos variedades: cuarzo 1 y cuarzo 2. El cuarzo 1 como individuos incoloros xenoblásticos, heteroblásticos de tamaños entre 0,06 mm y 0,81 mm de largo. Los cristales están alargados definiendo la foliación S_n . El Cuarzo 2, presenta características morfológicas semejantes al cuarzo 1, pero a diferencia de este se observan inclusiones de muscovita 1, epidota y clinzoisita 1, orientadas en la misma dirección de la foliación principal S_{n+1} . El cuarzo 1 está en contacto neto con la clinzoisita1, muscovita 1, biotita 1, grafito 1 y plagioclasa, mientras el cuarzo 2 está asociado en contacto neto a la muscovita2, grafito 2, clinzoisita 2, zoisita y epidota 2.

Muscovita: Se observan dos generaciones: muscovita 1 y muscovita 2. Muscovita 1 como agregados hojosos, compuestos de individuos incoloros, heteroblásticos con tamaños de 0,02 mm a 2,2 mm de largo, subidioblásticos de hábito laminar y definiendo a la foliación S_n . La muscovita 2 se presenta con similares características morfológicas que la muscovita 1, con tamaño de grano entre 0,3 mm a 3 mm de largo y en dirección de la foliación principal S_{n+1} . La muscovita 1 se encuentra en contacto neto con el grafito 1, biotita1, cuarzo1 y clinzoisita 1

mientras la muscovita 2 en contacto neto con clinozoisita 2, cuarzo 2, grafito 2, zoisita y epidota 2.

Biotita: Exhibe dos variedades con similares características (biotita 1 y biotita 2), las cuales difieren por su orientación. La biotita 1 ocurre como agregados de color marrón y hábito hojoso constituidos por individuos heteroblásticos de 0,2 mm a 1 mm de largo, subidioblásticos de hábito laminar con pleocroísmo de verde pálido a marrón y definiendo la foliación S_n y la biotita 2 es concordante a la esquistosidad principal S_{n+1} . La biotita 1 se encuentra en contacto neto con la muscovita 1, cuarzo 1 y clinozoisita 1 y la biotita 2 en contacto neto con muscovita 2, cuarzo 2, zoisita y clinozoisita 2. Se observa fuerte alteración a clorita 2.

La clorita 2 se presenta como agregados fibrosos de color verde pálido con exfoliación en una dirección y color de birrefringencia anómalo (azul oscuro), desarrollándose casi en todo el cristal de biotita.

Grafito: Individuos homeoblásticos, xenoblásticos de color negro y hábito escamoso, observándose dos tipos de grafito (grafito 1 y grafito 2), con características similares, pero orientados de manera diferente: grafito 1 define la S_n y grafito 2 en cantidades menores definiendo la foliación principal S_{n+1} . El grafito 1 está asociado y en contacto neto con la muscovita 1, cuarzo 1 y biotita 1 y el grafito 2 en contacto neto con muscovita 2, cuarzo 2, clinozoisita 2 y zoisita.

Zoisita: Individuos prismáticos-columnares incoloros, homeoblásticos de 0,06 mm a 3,37 mm de largo, subidioblásticos con una dirección de exfoliación y colores de interferencia anómalos azul oscuro, encontrándose muy fracturados. Presenta inclusiones orientadas de cuarzo 2 y muscovita 2, siguiendo la dirección principal de esquistosidad. La zoisita se asocia a cuarzo 2, muscovita 2, biotita 2 y clinozoisita 2 en contacto neto.

Clorita 1: Individuos fibrosos-tabulares, con pleocroísmo de verde amarillento a café pálido y tamaños de 0,09 mm a 1,2 mm de largo, con birrefringencia baja de tono marrón grisáceo y azul anómalo. Se presentan alargados en dirección de la esquistosidad principal. Algunos individuos de clorita incluyen clinozoisita 2 y zoisita. La clorita 1 se encuentra en contacto neto con cuarzo 2, plagioclasa y zoisita.

Plagioclasa: Individuos xenoblásticos incoloros, heteroblásticos con tamaños de grano entre 0,12 mm a 0,30 mm de largo y en contacto neto con cuarzo 2, grafito 2 y clinozoisita 2. Presenta moderada a fuerte alteración a sericita.

La sericita se desarrolla de centro a bordes del cristal.

Clinozoisita: Se observaron dos tipos de clinozoisita: La clinozoisita 1 se presenta como individuos incoloros de 0,14 mm hasta 1,35 mm, de forma heteroblástica, xenoblástica, exhibe zonación hacia el núcleo de tonos amarillos y hacia los bordes tonos azules, fracturamiento. La clinozoisita se dispone de forma concordante a S_n . La clinozoisita 2 con similares características se disponen siguiendo la dirección principal de esquistosidad S_{n+1} con inclusiones de muscovita 2, cuarzo 2, epidota 2 y esfena. La clinozoisita 1 está en contacto neto con la muscovita 1 y cuarzo 1 mientras la clinozoisita 2 está en contacto neto con la muscovita 2 y cuarzo 2.

Minerales opacos: Porfidoblástos incoloros con alto relieve, idioblásticos. Se observan evidencias de oxidación.

En los esquistos moscovíticos con grafito se definieron dos foliaciones: S_n : Muscovita1, Grafito1, Cuarzo1, Biotita1, Clorita, Clinozoisita1, Epidota1 y S_{n+1} : Muscovita 2, Grafito 2, Cuarzo 2, Clinozoisita 2, Zoisita, Epidota 2 y Esfena (figura 9, c y d).

Paragénesis: Las paragénesis características de este litotipo son: $Ms1 + Gr1 + Qtz1 + Bt1 + Chl 1 + Czo1 \pm Ep1$ y $Ms2 + Gr2 + Qtz 2 + Czo2 + Zo \pm Ep2 \pm Spn$ para la etapa prógrada y $Chl 2 + Ser$ para la etapa retrograda.

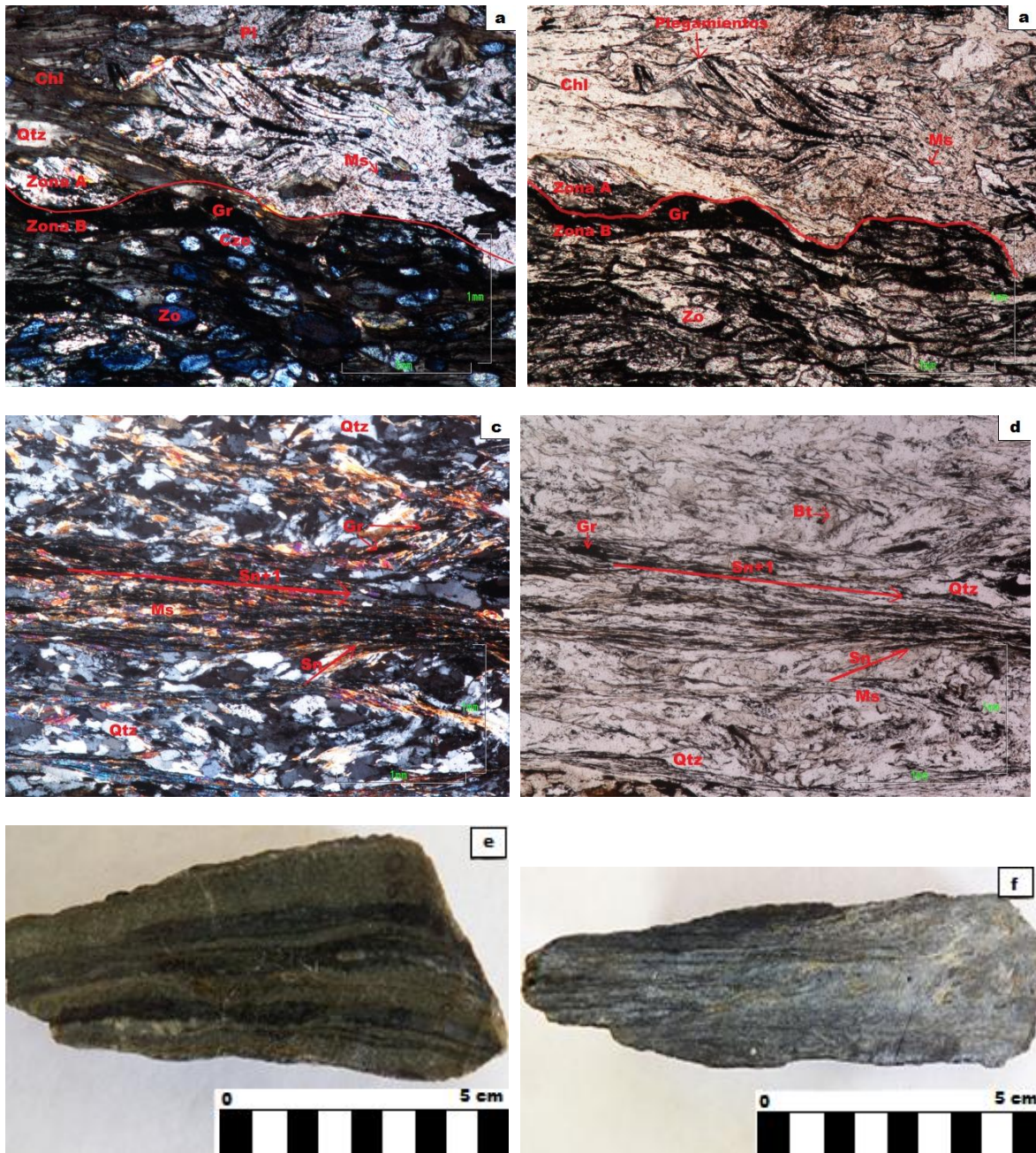


Figura 9. Texturas y estructuras de los esquistos moscovíticos con grafito. a) y b) Se observa dos zonas: zona A con menor cantidad de grafito y mayor cantidad de sericita, ambos minerales con plegamientos y la zona B con mayor cantidad de grafito. Se exhibe también una textura lepidoblástica y lepidogranoblástica donde algunos cristales se presentan fracturados. S_n y S_{n+1} . c) y d) Foliación S_n y S_{n+1} . e) Muestra macroscópica (ARQ-060). f) Muestra macroscópica (ARQ-066). Abreviaturas: Qtz= Cuarzo, Ms= Muscovita, Bt= Biotita, Gr= Grafito, Zo= Zoisita, Chl= Clorita, Czo= Clinozoisita.

6.2.2 Esquistos granatíferos con cianita.

Las rocas pertenecientes a este litotipo están ubicadas en la vía que conduce de Pijao a Génova cercana a la Escuela Puente Tabla (ARQ-145, ARQ-145b). Se caracterizan por la deformación, recristalización y principalmente una textura porfidoblástica en matriz lepidogranoblástica y localmente poiquiloblástica. El mineral más abundante en estas rocas es el granate, el cual se presenta como pretectónico y sintectónico. El granate pretectónico es alargado debido a la deformación (figura 10, a y b). Se observaron también porfidoblóstos de granate con una historia más compleja de crecimiento: sintectónicos al inicio y postectónicos en la etapa final de cristalización (figura 10, c). Mineralógicamente están constituidos de granate, muscovita, cianita, plagioclasa, cuarzo, biotita, rutilo, epidota y esfena.

Granate: Porfidoblóstos de color rojizo pálido, heteroblásticos, destacándose dos tamaños de grano: 1) 3 mm de largo y de 5 mm de ancho y, 2) en menor cantidad, porfidoblóstos isométricos con tamaños menores a 1 mm. Los porfidoblóstos de mayor tamaño son subidioblásticos y los de menor tamaño xenoblásticos. Es común en ambos tipos, el fracturamiento. Hacia los bordes del granate, no se observó deflexión de la foliación. De acuerdo con la orientación y las inclusiones, se determinaron dos tipos de granate: granate 1 y granate 2. El granate 1 define junto con la muscovita₁, cuarzo₁ y opacos la S_n . Estos minerales asociados al granate también pueden estar incluidos en este mineral. En el granate 2, las inclusiones de cuarzo 1, muscovita 1 y minerales opacos se concentran en el núcleo y la zona intermedia y, adicional a esto se encuentran orientadas en diferente dirección de la foliación externa, representando la foliación S_n . Algunos porfidoblóstos del granate 2 evidencian rotación durante su crecimiento (figura 10, d). Una segunda etapa de crecimiento de este granate 2 se refleja en los bordes libres de inclusiones, y se habría presentado durante el desarrollo de la foliación S_{n+2} . El granate 1 se presenta en contacto neto con cuarzo 1 y muscovita 1 mientras el granate 2 está en contacto neto con la muscovita 2, cianita y cuarzo 2.

Muscovita: Se identifican dos variedades: muscovita 1 y muscovita 2, ambas con características morfológicas semejantes. La muscovita 1 se presenta como agregados hojosos, compuestos de individuos incoloros, heteroblásticos de tamaños de 1 mm a 3,5 mm de largo, subidioblásticos definiendo la foliación S_n y como inclusiones en los porfidoblóstos de granate 2. La muscovita 2 se observa concordante a la dirección de esquistosidad principal y exhibe inclusiones de epidota y semi-inclusiones de rutilo. La muscovita 1 está en contacto neto con el cuarzo 1 y granate 1 mientras la muscovita 2 se encuentra en contacto neto con la cianita, cuarzo 2 y granate 2.

Cianita: Individuos prismáticos alargados, incoloros con matices rosáceos, heteroblásticos de grandes tamaños de 1,5 mm a 3,5 mm de largo y subidioblásticos. Los cristales se presentan muy fracturados y con inclusiones de rutilo y semi-inclusiones de muscovita 2 (figura 10, e y f). Se encuentra en contacto neto con la muscovita 2, cuarzo 2, plagioclasa y granate 2.

Plagioclasa: Esta casi en su totalidad reemplazada por sericita. En los relictos de plagioclasa se observan maclas simples. La sericita ocurre como finos agregados, constituyendo el 75% del volumen del cristal original de plagioclasa.

Biotita: Esta casi en su totalidad reemplazada por clorita. En los relictos de biotita se observan un hábito laminar con pleocroísmo de café pálido a verde pálido. La clorita se encuentra como agregados fibrosos de color verde pálido, constituyendo el 65% del volumen del cristal original de biotita.

Cuarzo: Individuos incoloros heteroblásticos, xenoblásticos con colores de birrefringencia grises de primer orden. Se presentan dos variedades cuarzo 1, localmente alargados definiendo la foliación S_n y cuarzo 2 siguiendo la foliación S_{n+1} . Presenta inclusiones de epidota, rutilo y muscovita 2. Morfológicamente las dos variedades de cuarzo son muy similares. El cuarzo 1 está en contacto neto con granate 1 y muscovita 1 y el cuarzo 2 se presenta en contacto neto con granate 2, muscovita 2, cianita y plagioclasa.

Rutilo: Individuos homeoblásticos, subidioblásticos con formas redondeadas, de color café rojizo y tamaño de grano entre 0,11 mm y 0,54 mm. Se encuentra en contacto neto con la cianita y la muscovita 2.

Esfena: Individuos xenoblásticos de color café asociados a muscovita 2, plagioclasa y cuarzo 2 en contacto neto.

Epidota: Individuos incoloros heteroblásticos, xenoblásticos con tamaños de 0,3 mm de largo. Se encuentra en contacto neto con muscovita 2.

Opacos: Agregados alargados de acuerdo con S_{n+1} .

Paragénesis Mineral: Las paragénesis características para este litotipo son: $Grt_1 + Ms_1 + Qtz_1 + opacos + Grt_2 + Ms_2 + Ky + Pl \pm Qtz_2 \pm Bt \pm Rt \pm Ep \pm Spn$ para la etapa prógrada, y en la etapa retrograda $Chl + Ser$.

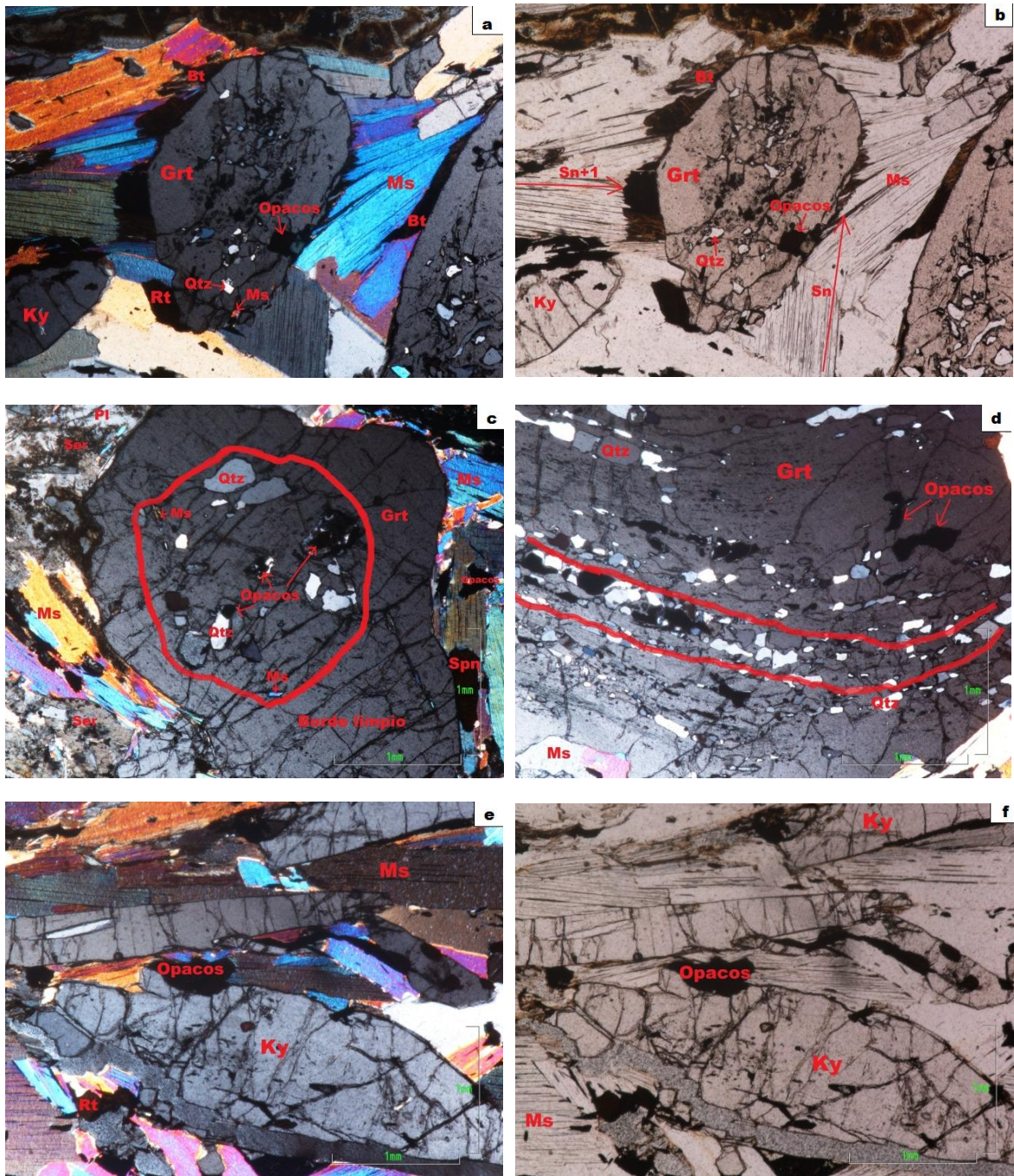


Figura 10. Estructuras, mineralogía y carácter de los porfidoblóstos de granate en esquistos granatíferos con cianita. a) y b). Granate pretectónico y alargado definiendo la foliación S_n . NX c) Granate con dos fases de crecimiento: sintectónico y postectónico. NX d) Granate con inclusiones de cuarzo y opacos en forma sigmoidal. NX e) y f) Presencia de cianita y muscovita. NX y N//. Abreviaturas: Grt= Granate, Ky= Cianita, Ms= Muscovita, Qtz= Cuarzo, Bt= Biotita, Rt= Rutilo.

6.3 ROCAS CUARZO-FELDESPÁTICA

6.3.1 Cuarcita

Cuarcita (muestra ARQ-071). Se localiza en la vía que conduce de Pijao a Génova, Vereda La Mariela. Es una roca maciza pura no foliada, incolora de grano medio a grueso, compuesta en más de un 90% de cuarzo y con textura granoblástica, en menor proporción presenta biotita y muscovita, y circón como mineral accesorio (figura 11, a). A continuación se realiza la descripción mineralógica:

Cuarzo: Individuos incoloros, heteroblásticos de grano medio a grueso con tamaños de 0,15 mm a 1,8 mm de largo, xenoblásticos. Se observan inclusiones de circón. Se encuentra en contacto neto con biotita.

Biotita: Agregados fibrosos de color verde pálido y tamaños de 0,01 mm a 0,27 mm de largo. Se presenta en contacto neto con cuarzo y con una fuerte alteración a clorita.

La clorita se presenta como agregados fibrosos con colores anómalos azul Berlín, reemplazando gran parte de los cristales de biotita.

Muscovita: Individuos incoloros, heteroblásticos de aproximadamente 0,5 mm de largos y subidioblásticos de hábito laminar.

Circón: Individuos incoloros, xenoblásticos de formas redondeadas, homeoblásticos de tamaños pequeños de aproximadamente 0,01 mm.

Paragénesis: Qtz + Bt + Ms ± Zrc y la clorita como mineral retrogrado.

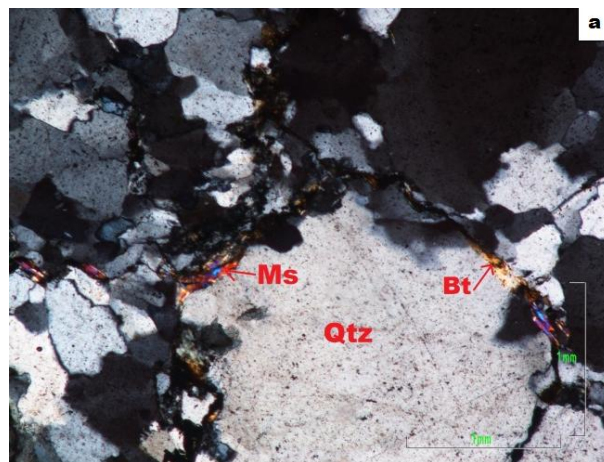


Figura 11. Textura y mineralogía de la cuarcita. a) Textura granoblástica con predominio de cristales de cuarzo. Abreviaturas: Qtz= Cuarzo, Bt= Biotita, Ms= Muscovita. NX.

6.4 ROCAS ASOCIADAS AL COMPLEJO ARQUÍA

6.4.1 Rocas ultramáficas

Estos cuerpos se presentan emplazados a lo largo del “Sistema de falla Silvia-Pijao” y se han definido como fragmentos de la corteza oceánica que han sido emplazados tectónicamente en las rocas metamórficas pertenecientes al Complejo Arquía, las cuales se han descrito anteriormente.

Se describe a continuación una serpentinita milonitizada (ARQ-140) que forma parte de un cuerpo localizado al norte del municipio de Córdoba en la vía que conduce de Córdoba a Pijao. Se observan texturas pseudomórficas formadas por la interpenetración de minerales del grupo de la serpentina, en las que permanecen relictos del protolito (piroxéno y olivino). Son comunes en esta roca las texturas de relleno de fracturas por minerales del grupo de la serpentina posiblemente crisotilo (Figura 12.a y b).

La serpentinita está compuesta por los siguientes minerales:

Minerales relicticos: Piroxénos + Olivino + Opacos

Minerales metamórficos: lizardita, crisotilo, clorita. A continuación se describirán los minerales de la serpentinita.

Olivino y piroxéno: Se presentan casi en su totalidad siendo reemplazados por serpentina. Se observan texturas pseudomórficas, en las que permanecen relictos de olivino y piroxéno así como rasgos texturales previos a la serpentinización. La serpentina ocurre como finos agregados, constituyendo el 90% del volumen del cristal original de olivino y piroxéno.

Lizardita: Individuo de hábito fibroso y tabular de color verde amarillento y colores de interferencia grises de primer orden, con tamaños de 0,007 mm y 0,03 mm de largo, presentándose en dirección del bandeo tectónico en contacto neto con la clorita, crisotilo y minerales opacos.

Crisotilo: individuos de hábito fibroso de color pardo-verdoso, relieve bajo a medio, ocasionalmente relleno de fracturas, en contacto neto con la clorita y lizardita.

Clorita: Agregados de aspecto fibroso distribuidos homogéneamente a lo largo de toda la muestra, con pleocroísmo de verde amarillento a café pálido, con tamaños menores a 0, 2 mm de largo, se presentan alargados en dirección de la esquistosidad. Se encuentra en contacto neto con crisotilo y lizardita.

Tremolita: Agregados muy finos de aspecto fibroso, constituidos por diminutos individuos homeoblásticos incoloros, idioblásticos con birrefringencia de tercer orden y en contacto neto con serpentina y clorita.

Opacos: Agregados alargados negros.

PARAGENESIS: Li+ Cr+ Chl+ Tr

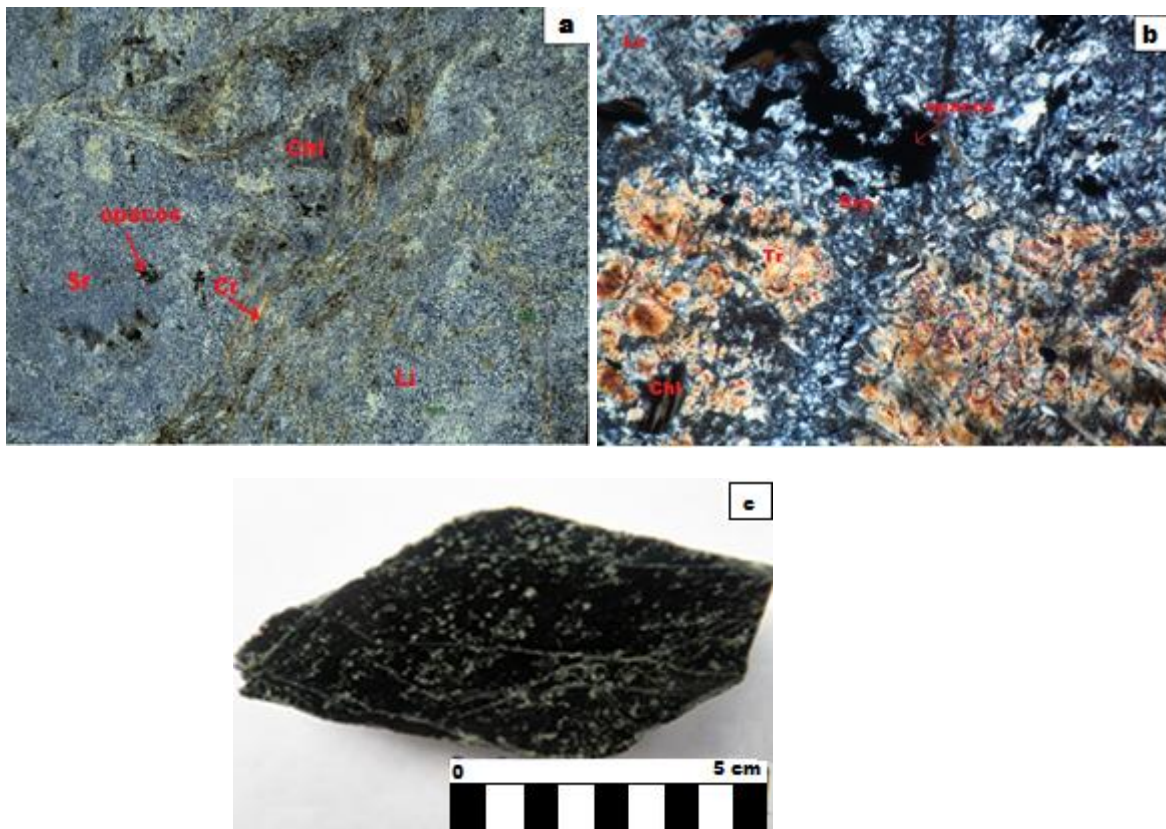


Figura 12. Mineralogía de la serpentinita. a) Texturas pseudomórficas, y relictos de olivino y piroxéno ya que los cristales de estos minerales han sido remplazadas por serpentina en su totalidad NX. Abreviaturas: Li: lizardita, Cr: crisotilo Chl: clorita. b) mineralogía NX, c) muestra macroscópica de serpentinita (ARQ-031). Abreviaturas: Tr: tremolita- actinolita, Chl: clorita, Li: lizardita, Spr: serpentina.

6.4.2 Rocas del Complejo Quebradagrande.

6.4.2.1 Roca volcano-sedimentaria

La roca ígnea asociadas al Complejo Arquía en el presente trabajo, comprende la muestra ARQ-109 ubicada en la vía que conduce del municipio de Pijao al municipio de Córdoba y corresponde a una roca volcanoclástica tipo metatoba cristalina con buen contenido de biotita y cuarzo, algunos cristales como lentes y venillas. Los fenocristales de plagioclasa muestran generalmente contornos bien conservados y maclado polisintético (Figura 13, a). Localmente, la muestra presenta una orientación definida por la biotita, definiendo así, un débil metamorfismo (figura 13, b).

Biotita: Agregados fibrosos constituidos por individuos microfenocristales (0,03 mm de largo) e idiomórficos de color verde y forma tabular. Presenta un pleocroísmo de marrón oscuro a verde, birrefringencia de tercer orden enmascarado por el color marrón del mineral y una moderada alteración a clorita, la cual se presenta al centro de la biotita.

Cuarzo: Fenocristales incoloros y anhedrales de 0,41 mm de tamaño y bajo relieve. También se presentan numerosos lentes y algunas venillas de estos cristales.

Plagioclasa: Fenocristales de hasta 4,5 mm de largo, euhedrales con caras y geometrías bien definidas y conservadas. Presentan maclado polisintético y en ocasiones zonación para los cristales más grandes. Exhiben moderada alteración a sericita a manera de parches y aleatoriamente en los cristales de plagioclasa y a epidota.

Microclina: Individuos incoloros, subidiomórficos y de bajo relieve. Exhiben maclas de tartán y colores de interferencia de primer orden.

Epidota: Individuos subidiomorfos de color verde amarillento y tamaños finos de 0,081 mm. Presenta relieve alto y zonación con color verde en el centro y amarillo en los bordes.

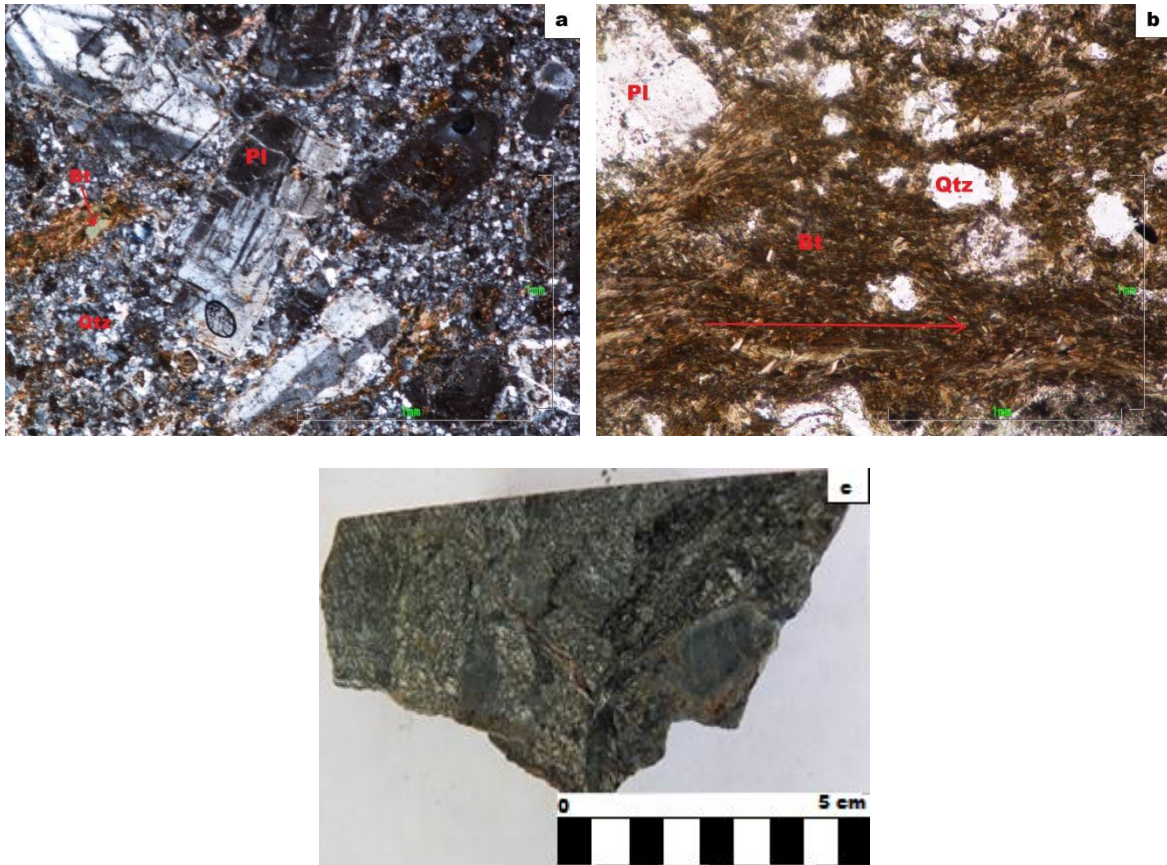


Figura 13. Textura y estructura de la metatoba cristalina. a) Fenocristales de plagioclasa con maclas polisintéticas y zonación. NX. b) Orientación local de la biotita. N//. c) Muestra macroscópica (ARQ-109). Abreviaturas: Pl= Plagioclasa, Bt= Biotita, Qtz= Cuarzo.

6.4.2.2 Rocas sedimentarias

Las rocas sedimentarias constituidas por las muestras ARQ-047 ubicada en la vía que conduce de Génova a la inspección de policía Barragán y las muestras ARQ-082 Y ARQ-088 ubicadas en la carretera que une al municipio de Génova con Pijao, están representadas por areniscas y metalodolitas negras. La muestra ARQ-088 exhibe una fuerte orientación (Figura 14.) con tamaños de grano tipo lodo, mientras las demás presentan una fábrica granosoportada.

Areniscas

Presentan un armazón arenosoportado, con tamaños de grano desde arena muy fina hasta arena media con matriz lodosa y cemento silíceo. El contacto entre partículas es principalmente longitudinal y puntual. Exhiben bajos porcentajes de líticos como biotita, epidota y calcita. La muestra ARQ-047 es esférica sub-

angular, mal calibrada y submadura (Figura 14, c) mientras ARQ-082 es esférica subredondeada, bien calibrada y madura (Figura 14, d). Texturalmente corresponden a una arenisca fina mal calibrada y a una arena media lodosa bien calibrada, respectivamente.

Composicionalmente, están constituidos por altos contenidos de cuarzo mayores al 90% y contenidos menores de plagioclasa correspondiendo a rocas subarcosas.

Metalodolita negra

Presenta un armazón lodosoportado con tamaños de grano tipo lodo (menores a 0,05 mm) en una matriz arcillosa, cuya principal característica es una orientación preferencial en la disposición de los granos.

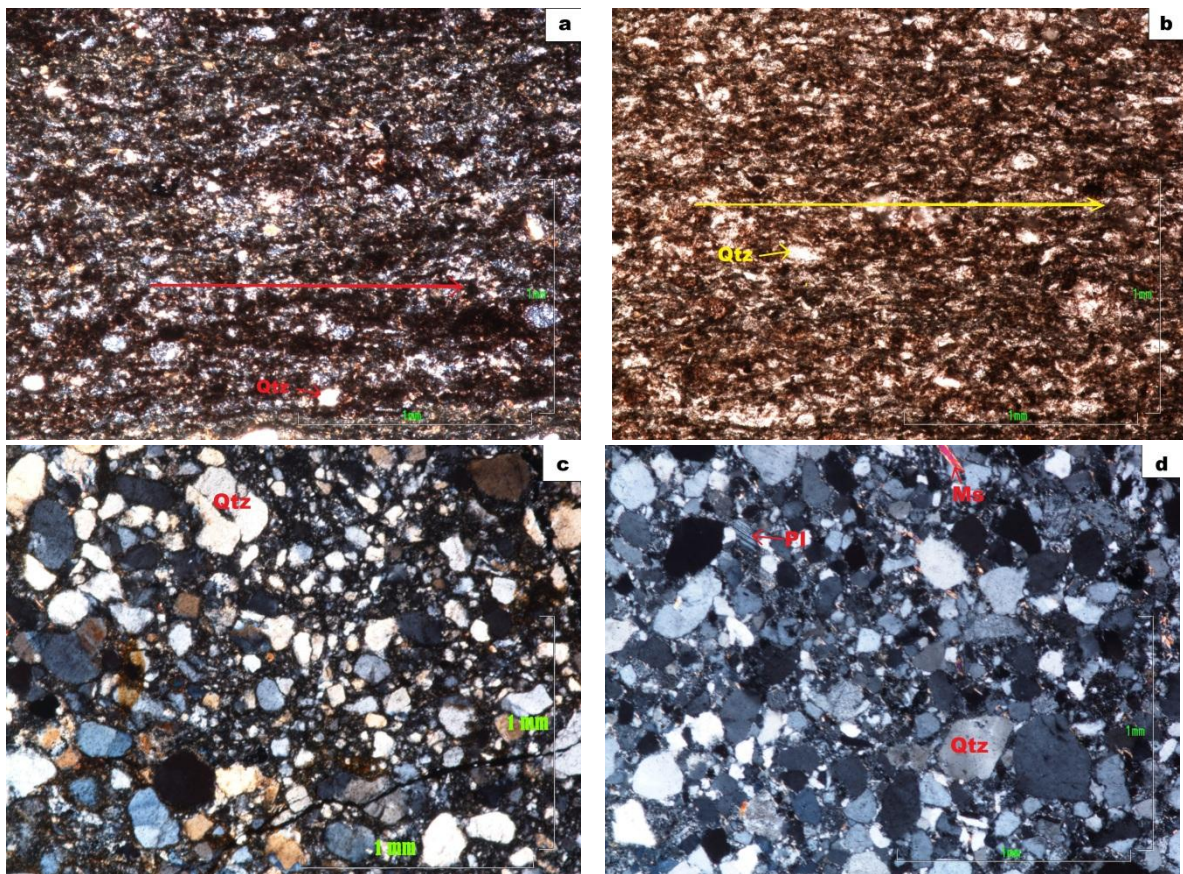


Figura 14. Estructuras y texturas de las rocas sedimentarias asociadas. a) y b) Orientación de los cristales pertenecientes a la metalodolita negra. NX y N// c) Textura de la arenisca fina mal calibrada. NX d) Textura de la arenisca media lodosa bien calibrada. NX. Abreviaturas: Qtz= Cuarzo, Ms= Muscovita, Pl= Plagioclasa.

7. METAMORFISMO

Las rocas pertenecientes al Complejo Arquía sufrieron un metamorfismo regional, sin embargo los bloques que se han identificado para este Complejo muestran una historia tectonometamórfica propia.

De acuerdo con la petrografía realizada en el presente trabajo y el análisis paragenético (ver tabla 5), los litotipos se han agrupado de acuerdo con la presión así: Metabasitas de baja presión, Metabasitas de presión media, Metabasitas de alta presión, Metapelitas de baja presión y Metapelitas de media a alta presión. Las metabasitas de baja presión incluyen los esquistos actinolíticos, esquistos hornbléndicos, esquistos cloríticos y las anfibolitas. Las metabasitas de presión media por su parte, comprende las anfibolitas granatíferas y las metabasitas de alta presión corresponden a las eclogitas.

Las asociaciones minerales correspondientes a las metabasitas de baja presión son:

- 1) Act + Czo + Qtz ± Pl
- 2) Chl + Czo + Qtz + Pl ± Spn
- 3) Act + Qtz + Czo + Ep + Pl ± Gr ± Spn
- 4) Act + Czo + Qtz ± Ep ± Spn ± Pl
- 5) Hbl + Pl + Clz ± Spn ± Ep ± Qtz ± Zrc

De acuerdo con estas asociaciones, estas rocas alcanzaron la facies epidota-anfibolita para la etapa prógrada. La etapa retrograda está marcada por la clorita y sericita. Asociación que indica parte baja de la facies esquistos verdes.

Las asociaciones minerales de las metabasitas de media presión son:

- 1) Hbl + Pl + Czo + Grt + Zo ± Spn ± Ep ± Rt
- 2) Grt + Hbl + Pl + Act + Czo + Zo ± Qtz ± Spn ± Rt ± Ep ± Cal

Estas asociaciones indican la facies anfibolita para el metamorfismo prógrado. El metamorfismo retrogrado alcanzó la facies esquistos verdes con clorita y epidota, algunas veces con sericita.

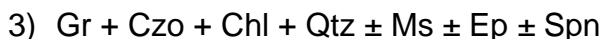
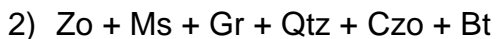
Las asociaciones minerales de las metabasitas de alta presión son:



El pico de metamorfismo para esta asociación se ubica en la facies eclogita. Sin embargo, debido a la retrogradación de la eclogita y falta de otras evidencias, no fue posible identificar una posible trayectoria prógrada.

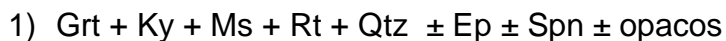
Las metapelitas de baja presión están constituidas por los esquistos moscovíticos con grafito mientras las metapelitas de media a alta presión comprenden los esquistos granatíferos con cianita.

Las asociaciones minerales correspondientes a las metapelitas de baja presión son:



Estas paragénesis son típicas de la facies esquistos verdes, zona del granate. La asociación retrograda clorita + sericita corresponde a la zona de la clorita de la facies esquistos verdes.

Las asociaciones minerales correspondientes a las metapelitas de alta presión son:



Esta asociación indicaría la parte baja de la facies eclogita.

En la figura 15 se han localizado las diferentes variedades litológicas del Complejo Arquía de acuerdo con las asociaciones del pico metamórfico. La posición es aproximada ya que no se disponen de datos geotermobarométricos. En relación a la trayectoria P-T, los datos disponibles no son suficientes para determinar el

sentido horario o antihorario de las trayectorias. Al parecer las metabasitas y metapelitas en su proceso retrogrado alcanzaron la parte baja de la facies esquistos verdes, esto lo indica la presencia de clorita y sericita.

En las rocas asociadas del Complejo Quebradagrande se evidenció un metamorfismo de muy bajo grado. Por no ser el objeto principal de este trabajo y no poseer la suficiente cantidad de muestras, es difícil ubicar este metamorfismo en el contexto de los procesos metamórficos que afectaron al Complejo Arquía.

En las rocas del Complejo Arquía y las rocas asociadas se identificó un metamorfismo cataclástico o dinámico asociado a las principales fallas y fallas satélites, y el cual afectó las rocas a diferentes niveles estructurales. Evidencia de esto, es la milonitización y la deformación cataclástica. Algunas veces la coexistencia de estos dos tipos de deformación, son el resultado los diferentes procesos tectónicos sufridos por estos volúmenes de roca durante su acreción y exhumación. Con la información existente y los datos obtenidos en este trabajo es difícil establecer una cronología de estos eventos deformativos. Caso especial, son los cuerpos ultramáficos serpentinizados que sufrieron metamorfismo regional de bajo grado con asociación mineralógica $Li + Cr + Chl + Tr$. En estos cuerpos también se evidencia una intensa milonitización, coexistente con deformación frágil. Estas rocas asociadas a zonas de falla muestran disminución de grano y alargamiento de los minerales debido a la deformación, formando una foliación fina.

MUESTRA	FOLIACION	PARAGENESIS DE LA ETAPA PROGRADA	PARAGENESIS DE LA ETAPA RETROGRADA
ARQ-024 Metabasalto	Sn	Pl + Bt + Spn ± Qtz	Chl
ARQ-002 Esquisto Actinolítico	Sn Sn+1	Act 1+ Czo 1+ Qtz 1 Act 2+ Czo 2+ Qtz 2 ± Pl ± Rt	Chl + Ser + Spn
ARQ-006 Esquisto Actinolítico	Sn Sn+1	Act 1+ Czo 1 Act 2+ Czo 2+ Qtz ± Spn ± Ms	Chl + Ser + Ep
ARQ-050 Esquisto Actinolítico	Sn Sn+1	Act 1 + Czo 1 + Qtz 1 Act 2 + Czo 2 ± Ep ± Spn + Qtz 2 ± Pl	
ARQ-005 Esquisto Cuarzo-Actinolítico	Sn	Act + Qtz+ Czo+ Ms + Ep + Pl ± Gr ± Spn ± Rt	
ARQ-034 Esquisto Cuarzo-Actinolítico	Sn Sn + 1	Act 1 + Pl 1 Act 2 + Pl 2 + Qtz + Cal ± Czo ± Spn ± Ep	Chl
ARQ-035 Esquisto Cuarzo-Actinolítico	Sn	Act + Qtz+ Czo + Ms ± Spn + Ep ± Pl.	Chl + Ser + Ep
ARQ-036 Esquisto Cuarzo-Actinolítico	Sn Sn + 1	Act 1 + Czo 1 + Qtz 1 Act 2 + Czo 2 + Qtz 2 ± Ep ± Spn	
ARQ-042 Esquisto Cuarzo-Actinolítico	Sn	Act + Qtz + Spn + Czo ± Ep ± Pl	Chl + Cal
ARQ-125 Esquisto Cuarzo-Actinolítico	Sn Sn + 1	Act 1 + Czo 1 + Pl 1 Act 2 + Pl 2 + Qtz + Czo 2 + Spn ± Ep ± Rt	Chl
ARQ-038 Esquisto Cuarzo-Actinolítico con epidota	Sn	Act + Czo + Qtz ± Ep ± Spn ± Pl	
ARQ-075 Esquisto Actinolítico con epidota	Sn	Qtz + Ep + Act + Pl + Czo ± Spn ± Ms ± Gr ± Rt	
ARQ-116 Esquisto Actinolítico con epidota	Sn	Act + Czo + Ep + Qtz ± Pl ± Rt	Chl
ARQ-021 Esquisto Tremolíticos-Actinolíticos con epidota	Sn	Tre-Act + Ep + Qtz	Chl
ARQ-016 Esquisto Clorítico	Sn	Chl + Pl + Czo + Qtz ± Ms ± Spn ± Ep	
ARQ-029 Esquisto Clorítico	Sn	Chl + Czo + Qtz + Pl ± Spn	
ARQ-049 Esquisto Cuarzo-Actinolítico con Granate	Sn Sn+1 Sn+2	Qtz 1+ Czo 1+ Ep 1 ± Spn 1 Gr+ Act 1 Act 2+ Qtz 2+ Ep 2+ Czo 2 ±Pl ± Spn 2 ±Rt	Chl + Spn + Ep 3
ARQ-051 Esquisto Cuarzo-Actinolítico con Granate	Sn Sn + 1	Gr 1 + Act + Czo 1 + Hbl + Qtz 1 ± Pl ± Ep 1 ± Spn 1 Gr 2 + Czo 2 + Ms+ Qtz 2 ± Spn 2	Chl + Ser + Ep 2
ARQ-112 Esquisto Cuarzo-Actinolítico con Granate	Sn Sn + 1	Act 1 + Grt Act 2 + Qtz + Czo + Pl ± Ep 1 ± Zo ± Spn ± Rt	Chl + Ep 2

ARQ-123 Esquisto Cuarzo- Actinolítico con Granate	Sn	Act + Qtz + Pl + Czo + Grt ± Zo ± Ep	Chl
ARQ-150 Esquisto Hornblendico con Granate	Sn Sn + 1	Qtz 1 + Ep 1 + Czo 1 + Rt 1 Hbl + Grt + Czo 2 + Rt 2 ± Qtz 2 ± Ep 2	Chl
ARQ-106 Anfibolita	Sn	Hbl + Pl + Czo ± Spn ± Ep ± Zrc	Ser
ARQ-134 Anfibolita	Sn	Hbl + Pl + Spn ± Qtz ± Czo ± Ep	
ARQ-147 Anfibolita con Granate	Sn	Hbl + Czo + Pl + Grt + Zo ± Spn ± Ep ± Rt	Chl + Ser
ARQ-149 Anfibolita con Granate	Sn	Hbl + Pl + Czo + Ep ± Grt ± Zo ± Spn 1 ± Rt	Chl + Ser + Spn 2 + Cal
ARQ-118 Anfibolita Granatífera	Sn	Hbl + Grt + Czo + Zo + Pl + Act + Qtz + Ep 1 ± Spn 1 ± Rt	Chl + Ser + Ep 2 + Spn 2
ARQ-120 Anfibolita Granatífera	Sn	Hbl + Grt + Qtz + Pl + Czo ± Spn ± Ms ± Rt	Ep + Chl
ARQ-146 Anfibolita Granatífera	Sn Sn + 1	Grt 1 + Czo + Hbl 1 + Ep + Qtz1 + Clz ± Ms Grt2 + Hbl2 + Act + Czo + Zo + Pl ± Qtz2 ± Spn ± Rt ± Ep ± Cal	Chl + Ep
ARQ-061 Esquisto zoisítico con Grafito y Muscovita	Sn	Zo + Gr + Ms + Qtz + Czo + Bt	Chl
ARQ-014 Esquisto Cuarzo- Grafitosos	Sn Sn + 1	Gr 1 + Qtz1 ± Ms ± Ep1 Gr 2 + Qtz 2 + Zo ± Act + Czo ± Spn ± Ep 2	
ARQ-059 Esquisto Cuarzo- Grafitosos	Sn Sn + 1	Gr 1 + Czo 1 + Chl + Qtz 1 + Ms ± Pl Gr 2 + Zo + Qtz 2 ± Act + Czo 2 ± Spn ± Ep	Chl + Ser
ARQ-011 Esquisto Muscovítico- cuarzoso con Grafito	Sn	Qtz + Ms + Bt + Gr	Chl
ARQ-066 Esquisto Muscovítico- cuarzoso con Grafito	Sn Sn + 1	Qtz 1 + Ms 1 + Bt 1 + Gr 1 Qtz 2 + Ms 2 + Gr 2 ± Bt 2	Chl
ARQ-145 Esquisto Muscovítico Granatíferos con Cianita	Sn Sn + 1	Grt 1 + Qtz 1 + Ms 1 Grt 2 + Ms 2 + Ky + Pl ± Qtz 2 ± Bt ± Rt ± Ep	Chl + Ser
ARQ-145b Esquisto Muscovítico Granatífero con Cianita	Sn Sn + 1	Grt 1 + Qtz 1 + Ms 1 Grt 2 + Ms 2 + Ky + Pl ± Qtz 2 ± Bt ± Rt ± Ep	Chl + Ser
ARQ-148 Eclogita	Sn	Grt + Omph + Czo ± Rt	Hbl + Spn
ARQ-071 Cuarcita	Sn	Qtz ± Bt ± Ms ± Zrc	Chl
ARQ-140 Serpentinita	Sn	Li + Cr + Chl + Tr	

Tabla 5. Paragénesis de la etapa prógrada y etapa retrograda de las muestras metamórficas del Complejo Arquía y ultramáficas asociadas para el presente trabajo. Abreviaturas: Act= Actinolita, Qtz= Cuarzo, Czo= Clinozoisita, Ms= Muscovita, Hbl= Hornblenda, Ep= Epidota, Pl= Plagioclasa, Grt= Granate, Spn= Espena, Rt= Rutilo, Bt= Biotita, Chl= clorita, Gr= Grafito, Zo= zoisita, Omph= Onfacita, Cal= Calcita, Tr= Tremolita, Ky= Cianita, Zrn= Zircón, Li= Lizardita, Cr= Crisotilo.

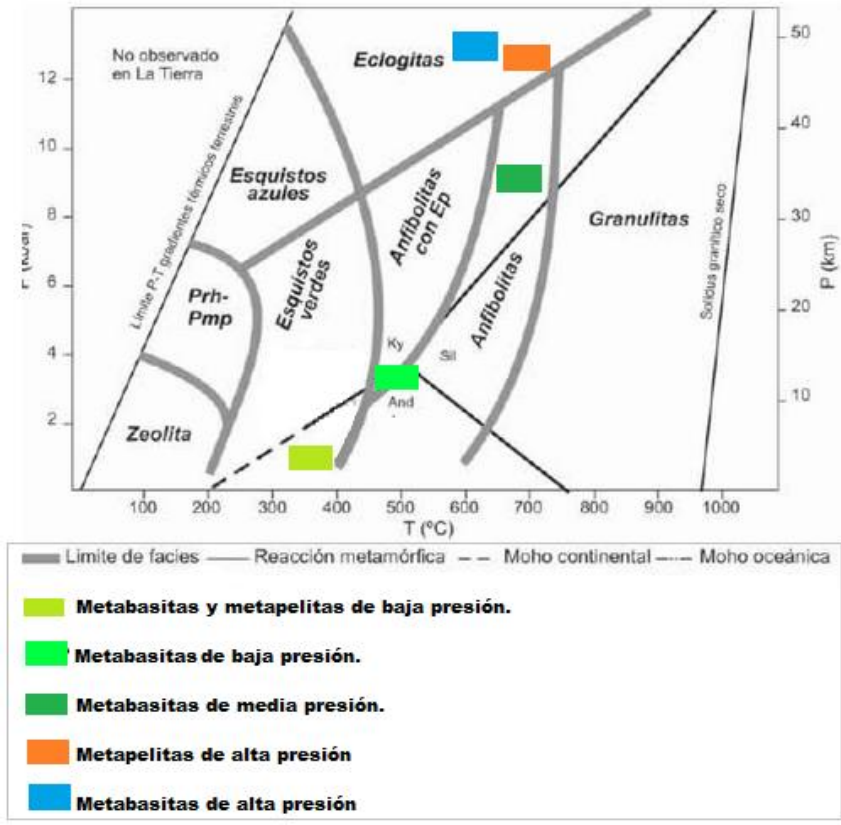


Figura 15. Diagrama de facies metamórficas mostrando los diferentes picos metamórficos de las metabasitas y metapelitas. (Modificado de Moreira et al. 2012).

8. DISCUSION

El Complejo Arquía en el área de estudio está representado por los grupos Bugalagrande y Rosario. El Grupo Bugalagrande está constituido por metabasitas intercaladas con metapelitas y en menor proporción rocas cuarzofeldespáticas. El grado de metamorfismo corresponde a la facies epidota-anfibolita. Las asociaciones minerales indicarían presiones bajas, aunque esto debe corroborarse con geobarometría. El Grupo Rosario está compuesto por metabasitas con un litotipo de anfibolitas con granate dominante. Se presume que las presiones fueron medias y se alcanzó la facies anfibolita.

Las rocas de alta presión, eclogitas no se han reportado para la zona. En campo no se pudieron establecer los contactos litológicos con las demás unidades por estar estos cubiertos. Los rasgos geomorfológicos permiten inferir un contacto fallado con las anfibolitas del Grupo Rosario y rocas del Complejo Quebradagrande, por lo tanto, con los datos disponibles es difícil. Al parecer las eclogitas corresponderían a una unidad litodémica diferente a los grupos Bugalagrande y Rosario.

Litológicamente los grupos Bugalagrande y Rosario son muy similares a las unidades Esquistos de Sabaleta, Grupo Arquía, Esquistos de Lisboa – Palestina, Complejo Boloazul, Esquistos de Barragán, Esquistos de Jambaló y Esquistos de Buesaco, que constituyen el Complejo Arquía en los sectores norte y sur de la Cordillera Central. Para estas rocas del Complejo Arquía los datos geoquímicos apuntan a rocas originadas a partir de protolitos de ambientes geodinámicos de formación de fondo oceánico.

Las edades de estas unidades (117 a 107 M.a) indican en algunos casos, edad del protolito, acreción, exhumación o perturbación térmica debida a la actividad magmática.

Las rocas de alta presión de la facies eclogita no se habían reportado en la zona de Pijao. Las eclogitas que se describen en este trabajo, de manera preliminar, son tratadas como una unidad diferente a los grupos Bugalagrande y Rosario. Al sur de Génova, se reportan rocas de alta presión correspondientes a los Esquistos de Barragán (Valle del Cauca), y Jambaló en el (Departamento del Cauca). Núñez, 1979 reporta esquistos lawsoníticos (facies esquistos azules o glaucofánicos) en el área de Puerto Barragán (Quindío), sin embargo, en el presente estudio no se pudo corroborar esta información.

Los Esquistos de Jambaló, de acuerdo con las edades 71-63Ma representarían un arco intraoceánico Campaniano, siendo las edades cercanas a 71Ma la edad del metamorfismo y entre 71 y 63Ma se habría presentado la exhumación del terreno (Bustamante, et al, 2011). Las asociaciones litológicas de los Esquistos de Jambaló con rocas metabásicas, metapelíticas y ultramáficas indicarían según estos mismos autores un complejo sistema de melange, perteneciente a un prisma de acreción.

Apoyados en el estudio petrográfico desarrollado y en los estudios adelantados por otros autores en los sectores norte y sur de la Cordillera Central se presumen a partir de las relaciones de campo, variedad litológica, la signatura geoquímica y el carácter tectónico de los contactos entre los diferentes litodemas que conforman el Complejo Arquía un escenario de colisión de una placa oceánica con el margen continental suramericano. Otras implicaciones geocronológicas y de contexto tectónico más preciso con los datos disponibles no se pueden aseverar.

9. CONCLUSIONES

- En la zona comprendida entre los municipios de Córdoba-Pijao-Génova, sur del departamento del Quindío, el Complejo Arquía está constituido principalmente por esquistos actinolíticos, esquistos cloríticos, esquistos moscovíticos con grafito, esquistos anfibólicos con granate, metabasaltos, anfibolitas, anfibolitas granatíferas, esquistos granatíferos con cianita, eclogitas y cuarcitas.
- Los diferentes litotipos se han agrupado de tal forma que se muestran las condiciones cualitativas del metamorfismo regional, en: metabasitas de baja presión (esquistos actinolíticos, esquistos cloríticos y esquistos anfibólicos con granate) alcanzando las facies de esquistos verdes y anfibolitas con epidota. Metabasitas de presión media (anfibolitas granatíferas), cuyo pico metamórfico corresponde a la zona media de la facie anfibolita y metabasitas de alta presión (eclogita) que muestra asociaciones minerales típicas de la facie eclogita.

De otro lado, las metapelitas se han clasificado como de baja presión y de media a alta presión. Las metapelitas de baja presión (esquistos moscovíticos con grafito) han alcanzado su pico metamórfico en la facie de esquistos verdes mientras las de media a alta presión (esquistos granatíferos con cianita) muestran asociaciones minerales estables dentro de la zona de más alta presión (cianita-almandino) perteneciente a la facie anfibolita.

- Se presenta también un metamorfismo dinámico sobrepuesto al metamorfismo regional, evidenciado en numerosas fracturas y en la disminución y alargamiento por deformación de minerales como el cuarzo y actinolita mostrando así un dominio de la deformación milonítica, en

ocasiones acompañada por minerales fracturados en respuesta a una deformación frágil.

- En la mayoría de las secciones en las cuales se determinó más de un evento tectonometamórfico, se observaron principalmente dos direcciones de foliación, una S_n definiendo la primera y más antigua foliación metamórfica, y una S_{n+1} definiendo la foliación principal y la dirección de la esquistosidad de la roca.
- Las rocas asociadas al Complejo Arquía se constituyen de ultramáficas serpentinizadas y milonitizadas que coinciden con la ubicación de los cuerpos ultramáficos definidos con anterioridad como fragmentos de corteza oceánica emplazados tectónicamente en rocas del Complejo Arquía. También comprenden rocas ígneas volcanoclásticas tipo metatobas cristalinas con débil orientación y la presencia de fenocristales de plagioclasa bien conservados, pertenecientes claramente al Complejo Quebradagrande. Por último, areniscas y metalodolitas negras hacen parte de las rocas sedimentarias asociadas al Complejo Arquía.

BIBLIOGRAFÍA

Arévalo, O.J, Mojica, J. & Patarroyo, P. (2001): Sedimentitas del Aptiano Tardío al sur de Pijao, Quebrada La Maizena, Flanco occidental de la Cordillera Central, Departamento del Quindío, Colombia.- *Geología Colombiana*, 26, pp. 29-43.

Bustamante, A., (2008). Geotermobarometría, geoquímica, geocronología e evolução tectónica das rochas da fácies xisto azul da Colômbia nas áreas de Jambaló (Cauca) e Barragán (Valle del Cauca). Teses de doutorado. Instituto de Geociências. Universidade do São Paulo, número total de paginas.

Bustamante, A.; Juliani, C.; Hall, C.M.; Essene, E.J. (2011). $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages from blueschists of the Jambaló region, Central Cordillera of Colombia: implications on the styles of accretion in the Northern Andes. *Geologica Acta*, vol. 9, núm. 3-4, pp. 351-362.

Camargo, G. & Mojica, J. (2004): Reactivation (long-term evolution) of the Silvia-Pijao Fault along the “Quebrada La Maizena”, western flank of Central Cordillera, Quindío-Colombia.- *Geología Colombiana*, 29, pp. 11-22.

Castrillón, A. (2003): El Stock Granodiorítico de Córdoba, un intrusivo en el flanco occidental de la Cordillera Central de los Andes colombianos (Departamento del Quindío).- *Geología Colombiana*, 28, pp. 63-77.

García, D. (2011): Caracterización de la deformación y metamorfismo de los esquistos de Sabaleta, parte norte de la Cordillera Central de Colombia.- Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Minas, pp. 2-7. Medellín.

Giraldo, M.I. (2010), Esquema geodinámico de la parte Noroccidental de la Cordillera Central de Colombia. Universidad Nacional de Colombia, trabajo de grado en maestría.

González, H., (1980), Geología de las planchas 167 (Sonsón) y 187 (Salamina): Bol. Geol., Bogotá, v.23, n.1, p.1-174.

González, H., & Núñez, A., (1991), Mapa geológico generalizado del departamento del Quindío, Escala 1:25000: Bogotá, Ingeominas.

Grosse, E. (1926). El Terciario Carbonífero de Antioquia en la parte occidental de la Cordillera Central de Colombia, entre el río Arma y Sacaojal. Dietrich Reimer (Ernst Vohsen Editores), Berlín, 361p.

Ingeominas, (2007). Mapa Geológico de Colombia.

Mc Court, W. (1984a). Mapa geológico preliminar de la Plancha 262 – Génova. Esc. 1:100.000, INGEOMINAS, Bogotá.

Mc Court, W. (1984b). The geology of the Central Cordillera, departments of Valle del Cauca, Quindío and NW Tolima (Sheets 243, 261, 262, 280 and 300). British Geological Survey Rep. Series 84, pp. 8-49.

Mc Court, W., & Feininger, T. (1984). High pressure metamorphic rocks in the Central Cordillera of Colombia. British Geological Survey Reprint Series, Vol. 85, No. 1, pp. 28-35.

Mc Court, W. (1985). Reseña explicativa del mapa geológico preliminar de la plancha 262 Génova. Escala 1: 100.000, INGEOMINAS, Bogotá.

Maya, M., González, H. (1995). Unidades litodémicas en la Cordillera Central de Colombia. Boletín Geológico, Ingeominas 35(2-3): 43-57.

Mojica, J., Arévalo, O., Blanco, M., Malangón, F., Caicedo, H., & Espinosa, A. (2001). Geología del flanco occidental de la Cordillera Central entre Salento, Génova y Caicedonia. Quindío-Valle, Colombia. VIII Congreso Colombiano de Geología, Manizales.

Moreno- Sánchez, M. y Pardo- Trujillo, A. (2003). Stratigraphical and sedimentological constrains on western Colombia: implications on the evolution of the Caribbean Plate. The Circum-Gulf of Mexico and the Caribbean: hydrocarbon habitats, basin formation, and plate tectonics. C. Bartolini, R. t. Buffler and F. Blickwede, American Association of Petroleum Geologist, memoir 79: 891-924.

Mosquera, D. (1978). Geología del Cuadrángulo K-8 Manizales. Inf. interno, INGEOMINAS, pp. 1-78.

Murcia, A., & Cepeda, H. (1991a). Mapa geológico de la Plancha 410 – La Unión; Escala 1:100.000. INGEOMINAS.

Murcia, A., & Cepeda, H. (1991b). Mapa geológico de la Plancha 429 – Pasto; Escala 1:100.000. INGEOMINAS.

Nivia, A. (2001). Memoria explicativa del mapa geológico del departamento del Valle del Cauca. Escala 1:250.000.

Núñez, A. (1979): Metamorfismo regional en la parte media de la Cordillera Central de Colombia.- Ingeominas, pp 17-19. Ibagué.

Ordoñez- Carmona., (2001). Caracterização isotópica rb-sr e sm-nd dos principais eventos magmáticos nos andes colombianos. Tesis de doctorado. Univ. de Brasilia, pp. 1-177.

Ordoñez-Carmona, O. et al. (2006). Geochronological and isotopic review of pre-Devonian crustal rocks of the Colombian Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, 21.

Orrego, A., Cepeda, H., & Rodríguez, G. (1980a). Esquistos glaucofánicos en el área de Jambaló, Cauca (Colombia). Nota Preliminar. *Geología Norandina*, No. 1, pp.5-10.

Orrego, A., Restrepo, J., Tousaint, J., & Linares, E. (1980b). Datación de un esquistos sericítico de Jambaló - Cauca. *Pub. Esp. Geol. Univ. Nal.* 25.

Restrepo, J. J., Toussaint, J. F. (1976). Edades radiométricas de algunas rocas de Antioquia, Colombia. *Publicación Especial Geología. Universidad Nacional de Colombia, Medellín* N° 12, pp. 1-11.

Restrepo, J., Ordoñez, O., Martens, U., & Correa, A. (2009): Terrenos, complejos y provincias en la Cordillera Central de Colombia.- *I+D*, Vol. 9 No. 2, pp. 49-56. Medellín.

Ríos, C., Castellanos, O., Ríos, V., & Gómez, C. (2008). Una contribución al estudio de la evolución tectono-metamórfica de las rocas de alta-P, Cordillera Central, Andes Colombianos. *Geología Colombiana*, No. 33, pp. 3-22

Ruiz, E., Blanco, I., Toro, L., Moreno, M., Vinasco, C., García, A., Morata, D., & Gómez, A. (2012): Geoquímica y petrología de las metabasitas del Complejo Arquía (Municipio de Santafé de Antioquia y Rio Arquía, Colombia): Implicaciones geodinámicas.-*Boletín Ciencias de la Tierra*, 32, pp.65-80, Medellín.

Toussaint, J.F., Restrepo, J.J., (1978). Edad cretácea de una anfibolita granatífera de Pijao, Quindío. Medellín, *Publicación Especial de Geología, Universidad Nacional*, n°17, pp. 1-2.

Villagómez, D. (2010): Thermochronology, geochronology and geochemistry of the Western and Central cordilleras and Sierra Nevada de Santa Marta, Colombia: The tectonic evolution of NW South America.- UNIVERSITÉ DE GENÈVE, FACULTÉ DES SCIENCES, Département de Minéralogie. Chapter I, pp. 5-24. Genève.

Villagómez, D., Spikings, R., Magna, T., Kammer, A., Winkler, W., Beltrán, A. (2011). Geochronology, geochemistry and tectonic evolution of the Western and Central Cordilleras of Colombia. *Lithos*, 125:875-896.

Vinasco, C.J., Cordani, U.G., González, H., Weber, M., Peláez, C. (2006). Geochronological, isotopic, and geochemical data from Permo-Triassic granitic gneisses and granitoides of the Colombian Central Andes. *Journal of South American Earth Sciences*, 21, pp. 355-371.

ANEXOS