

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE ING. GEOLÓGICA E ING.
METALURGIA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA



**“ESTUDIO PETROGRÁFICO Y GEOQUÍMICO DEL
COMPLEJO MARAÑÓN EN LOS DEPARTAMENTOS
DE AMAZONAS Y LA LIBERTAD”**

TESIS

PRESENTADA POR BACHILLER:

JOVITA SOAÑA CONDORI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

PUNO – PERÚ

2009

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE ING. GEOLÓGICA E ING.
METALÚRGIA
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA GEOLÓGICA

“ESTUDIO PETROGRÁFICO Y GEOQUÍMICO DEL
COMPLEJO MARAÑÓN EN LOS DEPARTAMENTOS
DE AMAZONAS Y LA LIBERTAD”

TESIS PRESENTADA POR:

BACH. JOVITA SOAÑA CONDORI

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO GEÓLOGO

APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

	NOMBRE	FIRMA
Presidente	: Prof. Ing. Msc. Mario T. Soto Godoy.	_____
Primer Miembro	: Prof. Ing. Samuel Machaca Hanco.	_____
Segundo Miembro:	Prof. Ing. Luis Ortíz Gallegos.	_____
Director de Tesis	: Prof. Ing. Sofía Benavente Fernández.	_____
Asesor de Tesis	: Prof. Ing. Newton Machaca Cusilayme.	_____

PUNO - PERU

2007

Con mucho amor y gratitud a mi padre y a la memoria de mi madre. A mis queridos hermanos Liliana y Gerardo por su comprensión.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la fortaleza y perseverancia que día a día me acompaña.

Mi especial agradecimiento al Instituto Geológico Minero Metalúrgico - INGEMMET, en su persona al Ing. Rómulo Mucho, al Dr. José Macharé y al Dr. Víctor Carlotto por la oportunidad brindada para la realización del presente trabajo y por la revisión y sugerencias para la elaboración del siguiente manuscrito.

También quiero agradecer a mis asesores al Ing. Alex Zapata y al Ing.Msc. Agapito Sánchez por parte del INGEMMET y al Ing. Newton Machaca por parte de mi alma mater, por su minuciosa revisión y sugerencias finales.

Un especial agradecimiento al Dr. Antenor Zanardo, al Dr. Humberto Shirif, a los ingenieros Alberto Aranda, Edwin Díaz, Jorge Galdos, Leonor Ramírez, Segundo Carrasco, William Martínez y Víctor Lipa, por su conocimiento y apoyo brindado en los trabajos de campo y gabinete.

Debo dejar constancia mi reconocimiento a los técnicos: Edilberto Mena, José Helfer, Palermo Carrasco y al Sr. Bernardo Castro por su apoyo incondicional.

RESUMEN

El Complejo del Marañón se encuentra a lo largo del Valle del Marañón en los afloramientos discontinuos paralelos a la Cordillera Oriental, en los departamentos de la Libertad y el Amazonas. El presente estudio consistió en la toma de datos de campo y recolección de 74 muestras de mano de las áreas de estudio Balsas – Tuen y Pucara – Calemar. De las cuales se seleccionaron 36 muestras representativas para el estudio petrográfico, por su variación litológica y disposición espacial de las rocas en el terreno.

En ellas se han reconocido la estructura, textura y los ensamblajes mineralógicos de las rocas. Se consideró que las rocas de grano muy fino <1mm sean analizadas por difracción de rayos X, debido que el estudio petrográfico no es suficiente en la identificación de ensamblajes y reconocimiento de minerales, en estas rocas.

Fueron sometidas al análisis químico por elementos mayores 34 muestras, lo que permitió reafirmar e interpretar el protolito y las facies metamórficas de cada unidad descrita en ambas áreas de estudio mediante el uso de diversos diagramas. Para tal efecto se emplearon los diagramas ACF, A'KF, AFM y las redes petrogenéticas KNFASH, KMASH, FASH y los diagramas de facies ACF.

Se llega a concluir que las rocas metamórficas del área de Balsas – Tuen corresponden a secuencias volcánicas y sedimentarias, que han sido sometidas a un metamorfismo de mediano a bajo grado entre las facies de Esquistos verdes – Anfibolitas.

En el área de Pucara – Calemar los protolitos han sido secuencias volcánicas y sedimentarias pelíticas, que han sido sometidas a un metamorfismo de bajo a muy bajo grado, entre las facies de Esquistos verdes a Sub – Esquistos verdes.

CONTENIDO

DEDICATORIA
AGRADECIMIENTOS
RESUMEN

CAPÍTULO I

GENERALIDADES

Introducción	1
1.1 Planteamiento del Problema	2
1.2 Hipótesis	2
1.3 Objetivos	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos	3

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Estudios Anteriores	4
2.2 Marco Geológico Regional	6

CAPITULO III

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Ubicación y Accesibilidad	10
3.2 Clima	11
3.3 Geomorfología	11
3.4 Geología Estructural	13
3.5 Geología Local	14
3.5.1 Geología - Área Balsas – Tuen	14
3.5.1.1 Complejo del Marañón	14
3.5.1.1.1 Gneíss Cuarzoso Feldespático, PE – gn (cz - fks)	15
3.5.1.1.2 Filitas Verdes, PE – flt (clo)	15
3.5.1.1.3 Esquistos con Anfíbol, PE – anf	15
3.5.1.2 Intrusivo menor (P-gr 1)	16
3.5.1.3 Plutón de Balsas (P-gr)	16
3.5.1.4. Depósitos Fluviales (Q-fl)	17
3.6.2 Geología - Área Pucara – Calemar	21
3.6.2.1 Complejo del Marañón	21
3.6.2.1.1 Filitas Negras, PE – flt (cz – mcs)	21
3.6.2.1.2 Meta - Conglomerados, PE – mcong	22
3.6.2.1.3 Mica Esquistos Cuarzosos, PE – esq. (mcs - cz)	22
3.6.2.1.4 Esquistos Verdes o Meta - Volcánicos, PE – esq. (clo)	23

3.6.2.2	Grupo Ambo, (Ci – a)	23
3.6.2.3	Formación Aramachay, (Ji-a)	23
3.6.2.4	Grupo Goyllarisquizga, (Ki - go)	24
3.6.2.5	Formación Inca – Chulec Pariatambo, (Ks – lcp)	24
3.6.2.6	Grupo Pulluicana, (Ks – Pu)	24
3.6.2.7	Formación Chota, (Ksp- ch)	25
3.6.2.8	Depósitos Cuaternarios, (Q - co), (Q - al)	25

CAPITULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS

4.1	Método de Trabajo	29
4.1.1	Recopilación de Información	29
4.1.2	Salida de Campo	29
4.1.3	Metodología del Estudio Petrográfico	30
4.1.4	Metodología del Estudio Geoquímico	32
4.1.4.1	Elaboración de Diagramas Geoquímicos	33
4.1.4.1.1	Diagramas para la determinación de los protolitos	33
4.1.4.1.2	Diagramas utilizados para la determinación de las facies metamórficas	35
4.2	Análisis del Estudio Petrográfico del Complejo del Marañón	37
4.2.1	Estudio Petrográfico - Área Balsas – Tuen	37
4.2.1.1	Gneíss Cuarzo Feldespático	38
4.2.1.2	Filitas Verdes	42
4.2.1.3	Esquistos con Anfíbol	45
4.2.2	Estudio Petrográfico - Área Pucara – Calemar	50
4.2.2.1	Filitas Negras	50
4.2.2.2	Meta Conglomerados	53
4.2.2.3	Mica Esquistos Cuarzosos	55
4.2.2.4	Esquistos Verdes o Meta Volcánicos	59
4.3	Análisis del Estudio Geoquímico del Complejo del Marañón	63
4.3.1.	Estudio Geoquímico del Area Balsas – Tuen	63
4.3.1.1	Interpretación del diagrama ACF y A´KF del área (Balsas – Tuen)	64
4.3.1.2	Interpretación del diagrama AFM de Thompson (1957) aplicado en la unidad del Para gneíss cuarzo feldespático	67
4.3.1.3	Interpretación de los diagramas de facies ACF aplicados en las unidades: Filitas verdes y Esquistos con Anfíbol (Balsas – Tuen)	70
4.3.1.4	Diagrama de Facies Metamórficas (Balsas – Tuen)	74
4.3.1.5	Diagrama del Grado de Metamorfismo (Balsas – Tuen)	76
4.3.2	Estudio Geoquímico del Área Pucara – Calemar	77
4.3.2.1	Interpretación del Diagrama ACF y A´KF del Area Pucara - Calemar	79
4.3.2.2	Interpretación de las Redes Petrogenéticas KFLASH, FASH, KNFLASH, aplicado en las Filitas negras, Meta conglomerados y Mica esquistos, para determinar de facies metamórficas (Pucara –Calemar)	83

4.3.2.3	Interpretación de los diagramas de facies ACF aplicado en la unidad de Meta - Volcánicos (Pucara – Calemar)	89
4.3.2.4	Diagrama de Facies Metamórficas (Pucara – Calemar)	91
4.3.2.5	Diagrama del Grado de Metamorfismo (Pucara – Calemar)	93

CONCLUSIONES		94
---------------------	--	----

RECOMENDACIONES		97
------------------------	--	----

BIBLIOGRAFÍA		98
---------------------	--	----

ANEXOS

Tabla N° 1 Descripción Macroscópica de Balsas – Tuen		1
Fichas Petrográficas - Descripción Macroscópica y Microscópica del Área Balsas –Tuen		4
Tabla N° 2 Descripción Macroscópica de Pucara – Calemar		16
Fichas Petrográficas - Descripción Macroscópica y Microscópica del Área Pucara – Calemar		21

LISTADO DE FIGURAS

Figura 2.1	Plano Geológico Regional	8
Figura 3.1	Plano de Ubicación	12
Figura 3.2	Plano Geológico de Balsas –Tuen	18
Figura 3.3	Perfil Geológico de Balsas – Tuen	19
Figura 3.4	Plano Geológico de Pucara – Calemar	26
Figura 3.5	Perfil Geológico de Pucara – Calemar	27
Figura 4.1	Plano de Muestreo de Balsas – Tuen	49
Figura 4.2	Plano de Muestreo de Pucara – Calemar	62

LISTADO DE CUADROS

Cuadro 2.1	Cuadro Estratigráfico Geológico Regional	9
Cuadro 3.1	Cuadro Estratigráfico de Balsas – Tuen	20
Cuadro 3.2	Cuadro Estratigráfico de Pucara – Calemar	28

LISTADO DE TABLAS

Tabla N° 4.1	Resultado de los Análisis Químicos de Elementos Mayores o Roca Total. (Balsas – Tuen)	64
Tabla N° 4.2	Datos del diagrama ACF (Balsas – Tuen)	67

Tabla N° 4.3 Datos del diagrama A'KF (Balsas – Tuen).	67
Tabla N° 4.4 Datos del diagrama AFM (Balsas – Tuen).	70
Tabla N° 4.5 Resultados de los análisis Químicos de Elementos Mayores o Roca total (Pucara – Calemar)	78
Tabla N° 4.6 Datos de los diagramas ACF (Pucara – Calemar)	82
Tabla N° 4.7 Datos de los diagramas A'KF (Pucara – Calemar)	82

LISTADO DE GRÁFICOS

Gráfico 4.1 Diagrama de Flujo para el reconocimiento macroscópico de los principales rocas de metamorfismo regional.	30
Gráfico 4.2 Diagrama ACF y A'KF (Balsas – Tuen)	66
Gráfico 4.3 Diagrama AFM: Muestra la variación de composicional de los minerales comunes.	68
Gráfico 4.4 Diagrama de facies AFM - Facies altas de Anfibolitas	69
Gráfico 4.5 Diagrama de facies AFM – Facies medias de Anfibolitas	69
Gráfico 4.6 Representación de las Facies Metamórficas en las Filitas verdes y Esquistos con anfíbol (Balsas – Tuen)	73
Gráfico 4.7 Distribución de las diferentes facies metamórficas sobre un diagrama de P - T (Balsas – Tuen).	75
Gráfico 4.8 División aproximada del grado metamórfico (Balsas – Tuen)	76
Gráfico 4.9 Diagramas ACF y A'KF (Pucara – Calemar)	81
Gráfico 4.10 Red Petrogenética KNFASH para el sistema KFASH	84
Gráfico 4.11 Red Petrogenética en el sistema FASH	86
Gráfico 4.12 Red Petrogenética en el sistema KNFASH	88
Gráfico 4.13 Representación de las facies metamórficas en los Meta volcánicos o Esquistos verdes (Pucara – Calemar)	90
Gráfico 4.14 Distribución de las diferentes facies metamórficas sobre un Diagrama de P – T. (Pucara – Calemar)	92
Gráfico 4.15 División aproximada del Grado Metamórfico. (Pucara – Calemar)	93

LISTADO DE ABREVIATURAS

Inglés

Cal: Calcita
 Qtz: Cuarzo
 Chl: Clorita
 Pl: Plagioclasa
 Bt: Biotita
 Kfs: Feldespato
 Do: Dolomita
 Act: Actinolita
 Ky: Kyanita

Español

Cac: Calcita
 Cz: Cuarzo
 Clo: Clorita
 Pgl: Plagioclasa
 Bt: Biotita
 FP K: Feldespato
 Px: Piroxeno
 Mcs: Micas
 ap: Apatito

Hbl: Hornblenda
And: Andalucita
Cpx: Clinopiroxeno
Opx: Ortopiroxeno
Ep: Epidota
Grt: Granate

Anf: Anfíbol
Op: Opácos
Mus: Muscovita
Ep: Epidota
Grn: Granate

LISTADO DE TÉRMINOS GEOLÓGICOS

Metamorfismo: se produce cuando una roca es sometida a un nuevo ambiente (químico o físico) en el cual la asociación de minerales existentes ya no es la asociación mas estable, también se produce un nuevo ambiente físico debido al cambio de temperatura y/o la presión a la que la roca fue sometida.

Blasto: cualquier cristal que se ha formado en un ambiente metamórfico por crecimiento en estado sólido, independientemente de su tamaño.

Bordes suturados: borde de grano muy irregular con gran cantidad de entrantes y salientes.

Extinción ondulante: Se trata de una distorsión de la red cristalina que se observa en muchos animales pre y sintectónicos.

Poiquiloblasto: cristal que contiene numerosas inclusiones de otros minerales.

Sombras de presión: es una textura indicativa de la actuación de los procesos de disolución por presión. La matriz de la roca y el objeto rígido pierden contacto durante la deformación y se crea un hueco alargado en la dirección del menor esfuerzo compresivo, que es rellenado por la precipitación de nuevos minerales.

Textura isótropa: disposición al azar de los elementos constituyentes.

Textura anisótropas: con una orientación preferente de alguno o de todos sus elementos, se las denomina como fábricas y se distinguen: fábricas planares, lineales, plano lineales.

Textura granoblástica: Se trata de un mosaico equi o inequigranular de cristales equidimensionales o inequidimensional con orientación al azar.

Textura lepidoblástica: La orientación de los minerales se da por la disposición de minerales planares (Filosilicatos).

Textura porfidoblástica: Presenta cristales relativamente grandes que han crecido durante el metamorfismo, inmersos en una matriz de grano fino.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El complejo del Marañón se extiende a lo largo de la Cordillera Oriental al Norte del Perú con dirección NNO. Está compuesto por rocas que son consideradas las más antiguas que se encuentran en el territorio peruano y corresponden al período Precambriano. Su historia es difícil de descifrar, debido que estas rocas han sido metamorfizadas sin dejar registros de huellas fósiles, por los diferentes ciclos sedimentarios y episodios orogénicos a las que han sido sometidas.

Los estudios más recientes realizados al Norte y Centro del Perú en la Cordillera Oriental por: Abarca (2003), Sucapuca (2000), Sánchez (1995), Reyes & Caldas (1987), Dalmayrac (1986), Wilson (1984), Dalmayrac et al. (1983), nos muestran evidencias que el Complejo del Marañón está constituido esencialmente de gneiss, esquistos y filitas. Ciertas unidades metamórficas son correlacionadas con el Complejo Basal de la Costa por su similitud mineralógica y estructura.

El presente estudio tiene como finalidad dar a conocer las unidades metamórficas comprendidas en los valles del Río Marañón y el Río Chuzgón mediante la determinación de las facies metamórficas, el grado metamórfico y los protolitos de las unidades del Complejo de Marañón.

Este trabajo consiste en el estudio microscópico de secciones delgadas, complementado con el estudio geoquímico y el análisis de difracción de rayos X.

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El estudio sobre las rocas metamórficas es esencial, para el entendimiento de la dinámica de la corteza terrestre, procesos y productos envueltos. Con este conocimiento es posible determinar los protolitos, ambientes o procesos que actuaron en una determinada región.

¿Que grado de metamorfismo sufrieron las rocas metamórficas del Complejo del Marañón, a que facies pertenecen y cuáles serían los posibles protolitos de las rocas metamórficas del Complejo del Marañón?

1.2 HIPÓTESIS

Por la estructura, composición mineralógica, paragénesis mineral, textura y composición química de las rocas metamórficas del Complejo del Marañón en Balsas – Tuen (Amazonas) y Pucara – Calemar (La Libertad), las rocas del Complejo del Marañón, han sido sometidas a un metamorfismo regional de bajo grado. Se desarrollo en las Facies de Esquistos verdes y Anfibolitas. Está compuesto de secuencias volcánicas y pelíticas.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

Contribuir con el conocimiento de las unidades metamórficas de la Cordillera Oriental en las áreas del presente estudio, en definir las características petrográficas y geoquímicas del Complejo del Marañón en la región.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar las facies metamórficas del Complejo Marañón, en las áreas de estudio.
- Determinar el grado de metamorfismo que sufrió el Complejo del Marañón dentro de las áreas de estudio.
- Determinar los posibles protolitos de las rocas del Complejo Marañón en las áreas de estudio.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ESTUDIOS ANTERIORES

Wilson & Reyes (1964), designaron en la localidad de Patáz al Complejo del Marañón como una serie metamórfica compuesta por tres unidades. La inferior consiste de mica esquistos sobre la cual aflora filitas negras y sobreyacen las meta - andesitas verdosas. Los esquistos y filitas son rocas de origen sedimentario que sufrieron los efectos de un metamorfismo regional de bajo grado. Por la ausencia de fósiles y por la posición estratigráfica de estas unidades, ellos definen que el Complejo del Marañón representa al Neoproterozoico y Cambriano.

Wilson et al. (1967), dicen que en los departamentos de La Libertad (Santiago de Chuco, Patáz), Huanuco (Prov. del Marañón) y Ancash, el Complejo del Marañón es una secuencia potente que aflora en la Cordillera Central y consiste allí de filitas y pizarras grisáceas con escasas vetillas de cuarzo. No han encontrado la unidad meta volcánica reportada en Patáz por Wilson & Reyes (1964), pero por la similitud litológica de las pizarras negras con las pizarras de la Formación Contaya, sugieren la posibilidad que las pizarras Ordovicianas de Patáz constituyan una parte menos metamorfizada del complejo del Marañón. Aunque no se ha comprobado esta posibilidad, ellos asumen que el Complejo del Marañón puede incluir unidades Ordovicianas.

Wilson (1984), trabajó al Este del Cuadrángulo de Celendín y describe, que a lo largo de las partes bajas del Río Marañón aflora un grupo de rocas metamórficas de origen y composición variada, sobre las cuales yacen discordantemente las rocas mesozoicas. El afloramiento consiste de esquistos micáceos, filitas, pizarras, cuarcitas y meta – arcosas de origen

sedimentario y de gneíss granodiorítico asociados a rocas graníticas, que muestran un grado considerable de metamorfismo. Estas rocas son cortadas por vetas de cuarzo y anfibolitas de dimensiones pequeñas. Por la composición mineralógica de estas rocas Wilson afirma que el grado de metamorfismo corresponde a las facies anfibolitas y granulitas, cuyo nivel corresponde a la mesozona y probablemente a la catazona. El Grupo Mitu suprayace en discordancia angular al complejo metamórfico, por lo que Wilson deduce que la edad de estas rocas es Pre – Ordoviciana.

Sánchez (1995), realizó un estudio al Norte del Perú, entre los departamentos de Cajamarca y Amazonas. Describe que el Complejo del Marañón está compuesto allí de diversas unidades metamórficas. Entre ellas hay esquistos y gneíss, clasificados como orto y para gneiss, asociados a vetas de cuarzo feldespáticas. También define que esta unidad es el resultado de un polimetamorfismo que se extiende a lo largo del Valle del Marañón en las hojas de Lonya Grande, Leimebamba y Bolívar. Otra unidad está compuesta de esquistos gris verdoso en el cuadrángulo de Paccha, Bagua Grande y Celendín. La unidad de esquistos micáceos se encuentra en ambos lados del núcleo metamórfico que conforman los esquistos y gneísses, que también afloran en la hoja de Lonya Grande. La unidad inferior de metasedimentitas de bajo grado aflora en las hojas de Chachapoyas y Leimebamba. En conjunto muestran aún remanentes de la estratificación donde se intercalan pizarras, esquistos micáceos, filitas, cuarcitas, mármoles y en algunas partes han sido cortadas por vetas de cuarzo lechozo. Sánchez (1995) correlaciona estas unidades con otros macizos metamórficos del Perú antes estudiados y considera que estas rocas se han formado en el Meso a Neoproterozoico.

Cardona et al. (2003), dicen que el Complejo del Marañón incluye un conjunto de rocas metamórficas de bajo grado de edad Pre - Ordoviciana, las que se encuentran expuestas de manera semi continua a lo largo de la Cordillera Oriental Peruana, entre los ríos Marañón y Huallaga. Las relaciones de campo sugieren que se trata de una secuencia metamórfica de bajo grado. Está constituida por un intervalo de esquistos cuarzo micáceos

intercalados con algunos meta - tufos y rocas carbonatadas. Otra secuencia de muy bajo grado esta constituida por pizarras y meta arenitas.

2.2 MARCO GEOLÓGICO REGIONAL

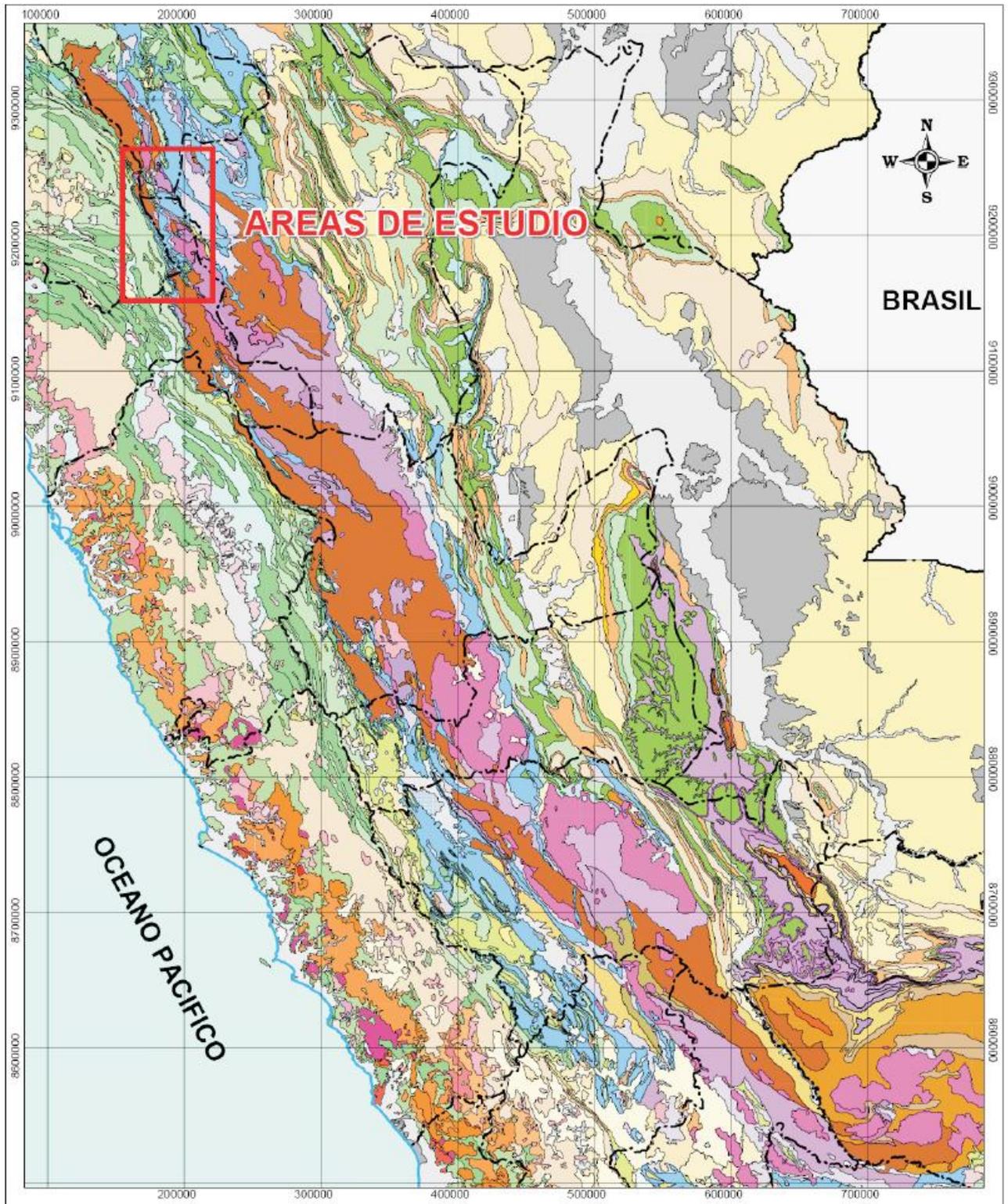
El Complejo del Maraón se encuentra distribuido en forma de franjas discontinuas a lo largo de la Cordillera Oriental con direccin NNO – SSE. Se reconocen dos segmentos Norte (al norte del Perú) y Sur (al centro del Perú). El presente estudio se ha realizado en el segmento Norte del Complejo del Maraón. (Ver Fig. 2.1.- Plano Geológico Regional).

Al Norte del Perú, el Complejo del Maraón se encuentra conformado por gneíss, esquistos micáceos, meta – andesitas, filitas y algunos cuerpos intrusivos de edad posible Meso a Neoproterozoica. Las rocas sedimentarias y volcánicas de edades Paleozoicas a Mesozoicas, sobreyacen en discordancia angular a las rocas del Complejo del Maraón (Sánchez, 1995; Wilson & Reyes, 1964; Wilson et al. 1967;; Reyes & Caldas, 1987). (Ver Fig. 2.1 Plano Geológico Regional – Cuadro Estratigráfico Geológico Regional 2.1).

Los estudios del Complejo del Maraón realizados en el Centro del Perú por Abarca, 2003; Sucapuca, 2000; Audebaud et al., 1973; Mégard, 1979; Dalmayrac, 1973; Dalmayrac et al., 1983; Dalmayrac, 1986; Dalmayrac et al. 1988 reportan en base al análisis microtectónico y al estudio microscópico de sus rocas cuatro fases de deformación. Las cuales habrían dado lugar a un metamorfismo intenso acompañado de macro y microplegamiento, con una foliación importante a la que se sobreponen después las deformaciones Caledoniana, Herciniana y Andina. También el Complejo del Maraón está constituido por esquistos seritosos, filitas y gneíss, con numerosos micropliegues que infrayacen en discordancia angular a las rocas de edades Paleozoicas y Mesozoicas. (Ver Fig. 2.1 Plano Geológico Regional – Cuadro Estratigráfico Geológico Regional 2.1).

Existe una gran similitud en la composición litológica, el comportamiento tectónico y la intensidad de metamorfismo entre los substratos Precambrianos de la Costa Sur Peruana y de los Andes Orientales del Perú.

Por su naturaleza estas rocas metamórficas son correlacionadas con el Complejo Basal de la Costa que han descrito (Bellido & Narváez 1960) y con las rocas metamórficas polideformadas que se han descrito en el Perú Central por Mégard (1979), Dalmayrac et al. (1980), Dalmayrac (1986), Dalmayrac et al. (1988), Cardona (2004), se han obtenido edades U/Pb entre 630 y 610 millones de años en el gneíss que se encuentran al Este de la ciudad de Huanuco.



 **INGEMMET**

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO Facultad de Ingeniería Geológica e Ingeniería Metalúrgica Carrera Profesional de Ingeniería Geológica			
Tesis: Estudio Petrográfico y Geoquímico del Complejo Marañón en los Departamentos de Amazonas y La Libertad			
Plano:		GEOLOGICO REGIONAL	
Cuadrángulo:	Escala:	Fecha:	Diseñado:
	1: 3 000 000	30/12/2005	Jovita Soana C.
			FIGURA N.º 2.1

CUADRO ESTRATIGRAFICO GEOLOGICO REGIONAL N° 2.1

LEYENDA DEL MAPA GEOLÓGICO

Escala	Estratigrama	Simbología	UNIDADES : SEDIMENTARIAS, VOLCÁNICAS METAMÓRFICAS			UNIDADES INTRUSIVAS	
			COSTA	REGIÓN ANDINA CORDILLERA OCCIDENTAL Y ORIENTAL	FAJA SUBANDINA Y LLANURA AMAZÓNICA		
							SÍMBOLOS
C U A T E R N A R I O	HOLOCENO	Qh	Depósitos aluviales/depósitos fluviales de arena	Depósitos aluviales/depósitos fluviales lacustrinos/cósmicos	Depósitos aluviales/depósitos lacustrinos		
		Qgl		Volcánico Runcolico, Andahuay, Ampato, Suroeste Ubinas			
		Qpl	Depósitos de Volcans: Tarma, Doslag, Formación Colón, Depósitos aluviales	Formaciones: Jugo Sur, Sotillo	Formaciones: Jugo Sur, Jugo Sur de Deshuera		
	PLEISTOCENO	Pl	Formación Changuillo	Formaciones: La Merced, Taluzco, Cajamarca, Colabamba, Abasco, Tambora, Rio Pisu, Grupo Sotillo			
		Plp		Formaciones: Sencca, Fontana, Boque de Piedra, Ascotambo, Formaciones: Trujillo, Cajas, Cajas			
	NEÓGENO	Np		Formación Quimantú, Formación Sotillo, Pajacoto	Formaciones: Jugo Sur, Pallas		
		Nmp	Formaciones: Vicos, Zapalá, Huancabamba, Pisco	Formación Quimantú, Formación Sotillo, Pajacoto			
		Nm	Formación Villa, Formación: Huay, Zumbra, Castellan, Zumbra, Formación: Huayllay, Tarma, Formación Pallas	Formaciones: Betanzos, Huasta, Formación Huayllay, Formaciones: Abasco, Pallas, Muro, Pallas, Pisco, Apurimac, Huancabamba, Abasco, Contreras, Arequipa, Pallas			
	PALEOGENO	PN	Grupo Colpa	Formación El Mirador, Grupo Tarma, Formaciones: Suroeste, Huancabamba, Mito, Pallas	Formación Chumbra		
		Pn	Formación Maraca		Formación Pico		
		Po	Grupo: Deltico, Formaciones: Tarma, Verónica, Mito, Pallas	Formación Cajas, Formación Tarma	Formación Yaburay		
	CRETÁCEO	Pp	Formaciones: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Ep	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Ep	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
	MESOZOICO	CRETÁCEO	Es	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma		
Es			Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
Es			Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
JURÁSICO		Ju	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Ju	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Ju	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
TRIÁSICO		Tu	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Tu	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Tu	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
PERMIANO		Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
PALEOZOICO		DEVÓNICO	Dp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma		
			Dp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma		
			Dp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma		
PRIMARIO	PRIMARIO	Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
NEOGENO	NEOGENO	Np	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Np	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Np	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
MESOGENO	MESOGENO	Mp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Mp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Mp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
PALEOGENO	PALEOGENO	Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
MESOZOICO	MESOZOICO	Mp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Mp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Mp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
PALEOZOICO	PALEOZOICO	Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
PRIMARIO	PRIMARIO	Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			
		Pp	Formación: Deltico, Cajas, Cajas	Formación Cajas, Formación Tarma			



CAPITULO III

CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1 UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

Se han estudiado dos áreas separadas, la primera se encuentra hacia el Norte (Balsas – Tuen) y la segunda hacia el Sur (Pucara – Calemar); (Ver Fig. 3.1 - Plano de Ubicación):

La primera área de estudio se encuentra en el distrito de Balsas de la provincia de Chachapoyas, departamento del Amazonas, al SE del cuadrángulo de Celendín entre las coordenadas geográficas:

6° 43' 41.75" – 6° 49' 58.85" Latitud Sur
78° 2' 27.6" – 78° 00' 1.49" Longitud Oeste

Abarca un área aproximada de 45 km² y es accesible por vía terrestre. La ruta de viaje se realizó desde la ciudad de Lima por la carretera asfaltada de la Panamericana norte Lima – Trujillo, hasta llegar a la ciudad de Cajamarca con un recorrido aproximado de 862 km. De Cajamarca se continúa por la carretera afirmada que pasa por la provincia de Celendín hasta llegar al área de estudio, en el distrito de Balsas con un recorrido aproximado de 151 km.

La segunda área de estudio se encuentra, en el distrito de Sartimbamba de la Provincia de Sánchez Carrión, en el departamento de La Libertad. Entre los cuadrángulos de Bolívar y Patáz, entre las coordenadas geográficas:

7° 28' 21.83" – 7° 31' 55.20" Latitud Sur
77° 48' 46.90" – 77° 43' 38.62" Longitud Oeste

Abarca un área aproximada de 55 km² y es accesible por vía terrestre. La ruta de viaje se realizó desde la ciudad de Lima por la carretera asfaltada Lima – Trujillo – Huamachuco (Prov. Sánchez Carrión) con un recorrido aproximado de 775 km. De Huamachuco se continúa por una carretera afirmada hasta llegar al área de estudio, ubicada dentro del distrito de Sartimbamba con un recorrido aproximado de 90 km.

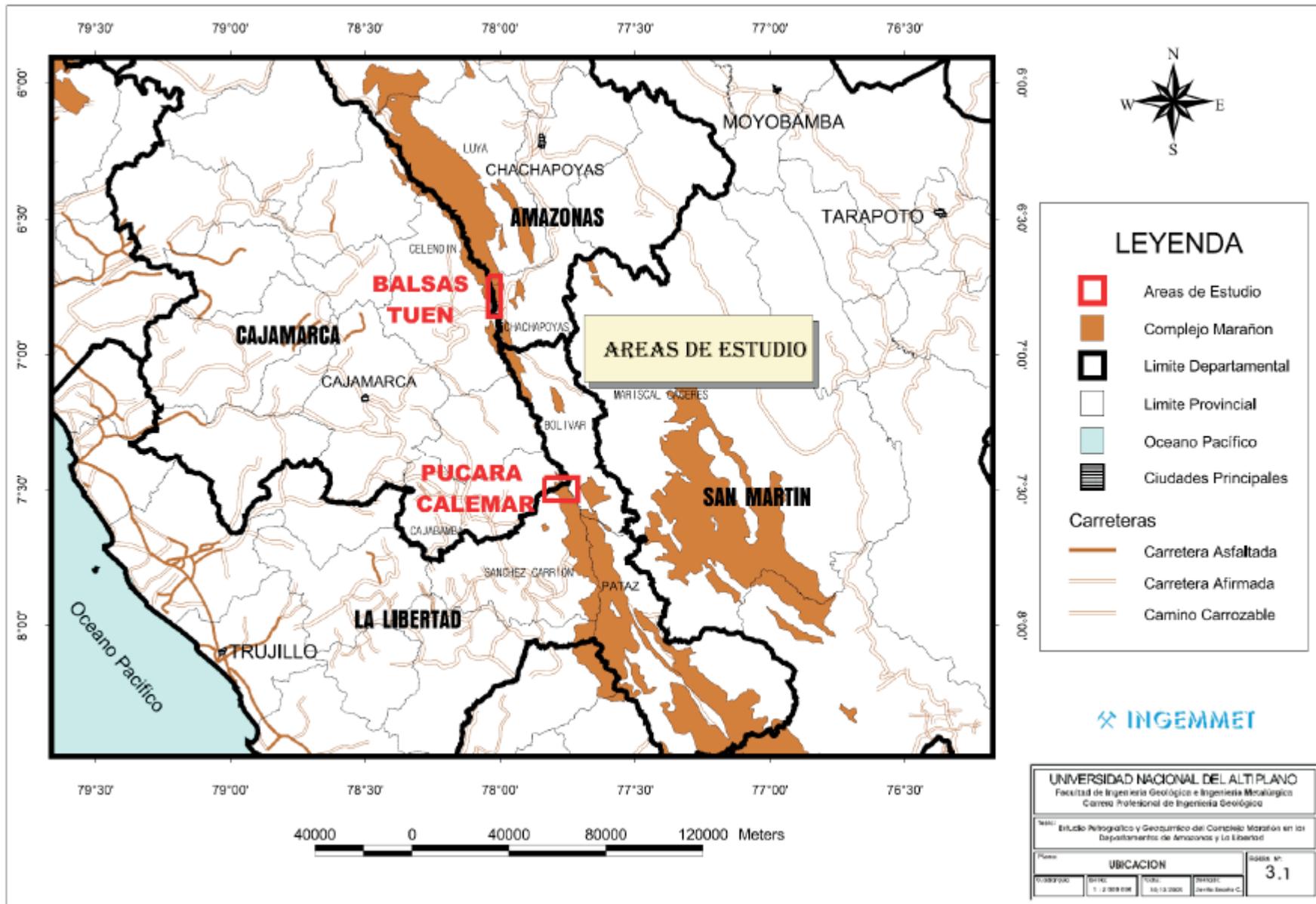
3.2 CLIMA

Ambas áreas de estudio se encuentran ubicadas en la Vertiente Oriental de los Andes peruanos dentro de la región natural Selva Alta o Rupa Rupa, la cuál presentan un clima caluroso.

3.3 GEOMORFOLOGÍA

El área de estudio Balsas - Tuen presenta una topografía accidentada con fuertes pendientes, donde se han formado valles juveniles, el Río Marañón fluye en la margen izquierda del área de estudio, presenta fuerte caudal.

En el área de estudio Pucara - Calemar, su topografía presenta pendientes suaves, se encuentra en un valle maduro donde se unen el Río Marañón y el Río Chuzgón de fuerte caudal.



3.4 GEOLOGÍA ESTRUCTURAL

El Complejo del Marañón forma bloques levantados y alargados con dirección NNO – SSE. Estos bloques se encuentran limitados por fallas longitudinales que corresponden al Río Marañón y al Río Huallaga, en conjunto con pequeñas fallas longitudinales paralelas a los eventos que controlaron la estructuración y levantamiento de los Andes. Estos eventos ocurrieron principalmente entre el Cretáceo y el Terciario. (Wilson, 1984; Wilson & Reyes, 1964).

En las secciones estructurales de ambas áreas de estudio (Ver Fig.3.3 y 3.5) se puede observar la disposición de las unidades metamórficas de cada área de estudio.

En la sección estructural con dirección NNO – SSE del área de Balsas – Tuen (Ver Fig. 3.3), se puede observar la secuencia estratigráfica de las unidades metamórficas. Posee un ángulo de inclinación predominante de 50° al SO. En esta sección se puede observar que el gneíss alrededor del intrusivo menor, está más deformado y su plano de foliación presenta una estructura bandeada irregular con pequeños pliegues. En las filitas verdes la foliación posee una estructura plana. Y en los esquistos con anfíbol sus planos de foliación presentan una estructura bandeada regular.

En la sección estructural de Pucara – Calemar con dirección al NE – SO (Ver Fig. 3.5), se observa la secuencia estratigráfica de las unidades metamórficas, con un ángulo de inclinación predominante de 40° al SO.

Las filitas negras, los meta conglomerados y los mica esquistos con cuarzo han sido más deformados. Se observan anticlinales echados, acompañados de microplegamientos, con una foliación bien definida por superficies planas paralelas entre ellas.

La unidad de meta – volcánicos no se encuentra muy deformada, sus planos de foliación poseen superficies regulares con un ángulo de inclinación predominante al SO.

Los sucesivos ciclos orogénicos comprenden en ellos varias etapas de sedimentación, deformación, levantamientos y erosión. Producto de estos eventos tectónicos se observa en ambas áreas de estudio del valle del Río Marañón, que las formaciones Paleozoicas y Mesozoicas se encuentran en discordancia angular con el Complejo del Marañón, representadas por fallas inversas con dirección NNO - SSE y anticlinales echados (Ver Fig. 2.1 – Plano Geológico Regional).

3.5 GEOLOGÍA LOCAL

Se ha efectuado el cartografiado geológico a escala 1:25000 de las áreas de Balsas – Tuen y Pucara – Calemar. Los planos resultantes se presentan en las Figuras: 3.2 y 3.4 respectivamente.

3.5.1 GEOLOGÍA - AREA BALSAS – TUEN

Se encuentra en el valle del Río Marañón entre los poblados de Balsas - Tuen y abarca un área aproximada de 45 km². En esta área afloran rocas metamórficas del Complejo del Marañón, rocas intrusivas del plutón de Balsas y algunos otros cuerpos menores de intrusivos foliados. Estas unidades son representadas gráficamente en la Fig. 3.2 - Plano geológico y en el Cuadro Estratigráfico N° 3.1.

3.5.1.1 COMPLEJO DEL MARAÑÓN

Las rocas metamórficas han sido divididas en tres unidades (Ver Fig. 3.2 - Plano geológico), se encuentran dispuestas en forma de franjas paralelas que siguen una orientación NO – SE, que a continuación son descritas.

3.5.1.1.1 Gneíss Cuarzoso Feldespático, PE – gn (cz - fks)

Está unidad aflora al norte del área de estudio, es considerada como la unidad inferior del Complejo del Marañón. Son rocas de color pardo grisáceo. Están compuestas por cuarzo, feldespato y clorita. El tamaño de estos minerales varía de 1 – 6mm. También poseen finas bandas deformadas de mica que rellenan los espacios vacíos entre los blastos de feldespato y cuarzo, poseen una orientación paralela a la foliación de la roca.

La foliación esta definida por una estructura bandeada deformada, con una orientación predominante de N 30° O con un ángulo de inclinación de 30° NE, esta dirección es paralela a la orientación inicial (S_0) de los minerales y es denominada $S_1//S_0$. Y los ejes de las bandas plegadas o deformadas discontinuas, poseen una orientación predominante de N 30° E, con un ángulo de inclinación de 45° al SE, esta dirección representa el S_2 . (Ver Foto 4.1 y 4.2)

3.5.1.1.2 Filitas Verdes, PE – flt (clo)

Estas rocas constituyen la unidad media que sobreyace relativamente a la precedente. Son rocas de color gris verdoso. Están compuestas mayormente por clorita, minerales de grano muy fino (<1mm) y finas venillas de cuarzo lechozo. Las rocas poseen una textura afanítica.

La estructura de la roca está definida por una foliación con superficies planas, que no son fisibles. Los planos de foliación poseen una orientación N 35° O con un ángulo de inclinación de 55° al SO. (Ver Foto 4.5 y 4.6)

3.5.1.1.3 Esquistos con Anfíbol, PE – anf

Esta unidad se la considera como la unidad superior del Complejo del Marañón, aflora al Sur del área de estudio cerca del poblado de Balsas. Las rocas son de color verde. Están compuestas por anfíboles, micas y clorita.

El tamaño de los minerales varía de 0.5 a 5mm. Las rocas poseen una textura fanerítica.

La estructura de la roca está marcada por la alternancia de bandas oscuras de biotita de espesor de 1mm y bandas claras verdosas de espesor de 5mm, compuestas por anfíboles con pequeños lentes de cuarzo. Estas bandas definen la foliación de la roca con una orientación de N 40° O y un ángulo de inclinación de 60° al SO. (Ver Foto 4.9 y 4.10)

3.5.1.2 INTRUSIVO MENOR, P – gr (1)

Es un cuerpo de roca plutónica que se encuentra al Norte del área de estudio, corta a la unidad inferior de gneíss y aflora en un área aproximada de 2km². Las rocas son de color pardo. Están constituidas por cuarzo, feldespato K y clorita. Posee una textura fanerítica inequigranular.

Poseen una estructura ligeramente bandeada. Probablemente su emplazamiento aconteció a inicios del Paleozoico.

3.5.1.3 PLUTON DE BALSAS, P - gr

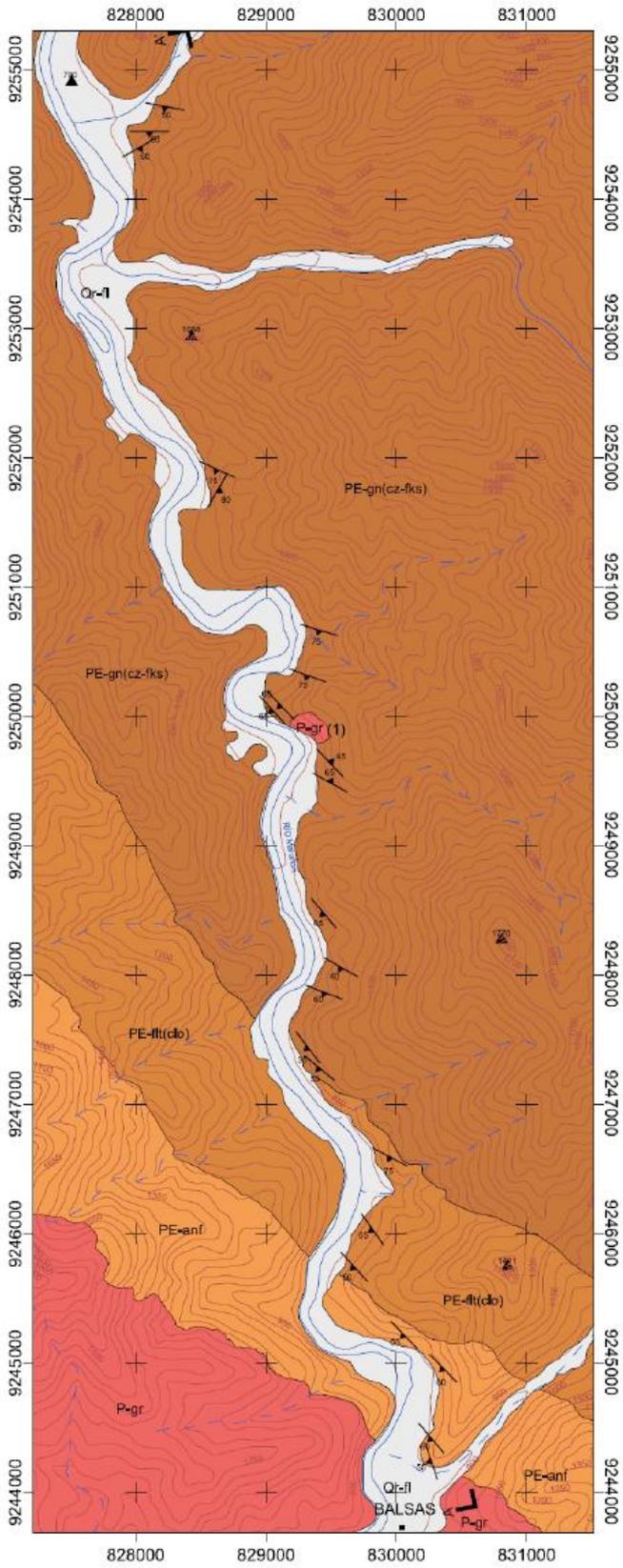
Es un cuerpo de roca plutónica que se encuentra al Sur del área de estudio. Se ha emplazado dentro del Complejo del Marañón en un área de 5 a 10 km², localizado entre los cuadrángulos de Celendín y Leimebamba; corta a la unidad superior de Esquistos con Anfíbol.

La mayor parte del cuerpo es granodiorita con diques de sienogranito de textura fanerítica, holocristalina, inequigranular y está constituido por cuarzo, ortoclasa, plagioclasa y biotita. El plutón de Balsas tiene una estructura masiva y es atravesado irregularmente por diques de colores pardos rosáceos.

Sánchez (1995); ha datado biotitas del Plutón de Balsas por el método K – Ar, obteniendo un valor de 346.8 +/-7.3 M.A. que indica que su emplazamiento aconteció a inicios del Carbonífero.

3.5.1.4 DEPÓSITOS FLUVIALES, Q - fl

Estos depósitos se encuentran a lo largo del valle del Río Marañón. Esta compuesto por gravas de tamaños variados con mala selección, arenas y limos. Se encuentran depositados en las partes de menor pendiente.

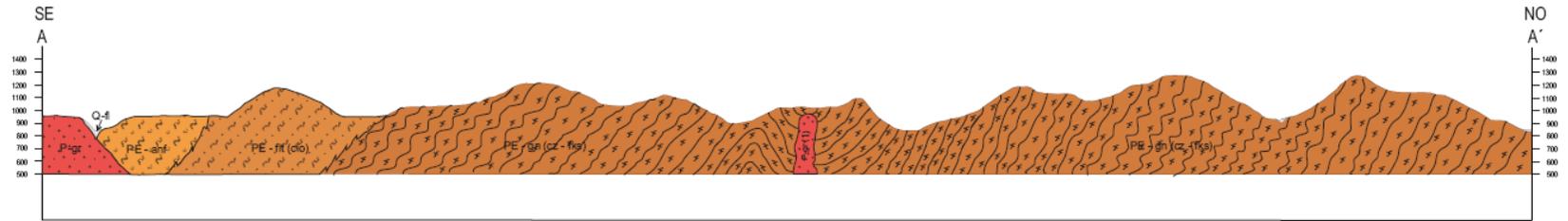


LEYENDA	
Geología	
Q-fl	Depositos fluviales
P-gr	Plutón de Balsas
P-gr (1)	Intrusivo menor
PE-anf	Esquistos con anfíbol
PE-flt(do)	Filias verdes
PE-gn(cz-flks)	Gneises cuarzo feldespáticos
Curvas de Nivel	
Drenaje	
---	Quebrada Seca
—	Río Principal
SIMBOLOS	
	Rumbo y buzamiento de foliación
	Cotas
	Perfil Sección Geológica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO			
Facultad de Ingeniería Geológica e Ingeniería Metalúrgica Carrera Profesional de Ingeniería Geológica			
Título: Estudio Petrográfico y Geoquímico del Complejo Maraón en los Departamentos de Amazonas y La Libertad			
Plano: GEOLOGICO BALSAS - TUEN		Escala: N°: 3.2	
Coordinador: Calderín (I-4-g)	Fuente: 1:35 000	Fecha: 30/12/2005	Elaborador: Janita Soaris C.

PERFIL GEOLOGICO BALSAS - TUEN



Esc. H / V 1 : 35 000

LEYENDA BALSAS - TUEN

	Q-fl	Depósitos fluviales
	P-gr	Plutón de Balsas
	P-gr (1)	Intrusivo menor
	PE - anf	Esquistos con anfíbol
	PE - fit (clo)	Filitas verdes
	PE - gn (cz - fks)	Para gneises

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO Facultad de Ingeniería Geológica e Ingeniería Metalúrgica Carrera Profesional de Ingeniería Geológica			
Tesis: Estudio Petrográfico y Geoquímico del Complejo Maraón en los Departamentos de Amazonas y La Libertad			
PERFIL GEOLOGICO BALSAS - TUEN			FIGURA N°: 3.3
Cuadrángulo: Calendín (14-g)	Escala: VH 1:35 000	Fecha: 30/12/2005	Dibujado: Jovita Soaña C.

CUADRO ESTRATIGRÁFICO BALSAS - TUEN N° 3.1

M.A.	EON	ERA	SISTEMA	SERIE	UNIDADES LITOSTRATIGRÁFICAS	DESCRIPCION LITOLÓGICA	ROCAS INTRUSIVAS			
1.6	FANEROZOICO	CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO	Dep. Fluviales	Q - fl	<p>P - gr</p> <p>Tonalita/ monzogranito, de textura fanerítica inequigranular, constituido por cuarzo, plagioclasa y biotita.</p> <p>P - gr (1)</p> <p>Intrusivo de composición granítica, de textura fanerítica, los minerales se encuentran orientados, está constituido de feldespato K, cuarzo, muscovita.</p>			
								PALEOZOICO	CARBONIFERO	Plutón de Balsas
		NEOPROTEROZOICO	COMPLEJO MARAÑÓN	Esquistos con Anfíbol	PE - anf	Rocas de color pardo con estructura bandeada, está compuesto de cuarzo, feldespato k, muscovita, clorita.				
				Filitas verdes	PE - flt (clo)	Rocas de grano fino de color gris verdoso, los planos de foliación son superficies planas.				
				Para gnéises	PE - gn(cz - fks)	Rocas de color verde, con estructura bandeada, de delgadas bandas de biotita y bandas de anfíbol.				

3.6.2 GEOLOGÍA - AREA PUCARA - CALEMAR

El levantamiento cartográfico en esta área, ha sido realizado a lo largo de una sección NE - SO a orillas de la margen derecha del Río Chuzgón, que es afluente del Río Marañón. Abarca un área aproximada de 55 Km² y en esta área afloran rocas metamórficas del Complejo del Marañón y sedimentarias de unidades suprayacentes. (Ver Fig. 3.4 - Plano Geológico)

La estructura mayor del área, es un anticlinal con dirección NO-SE (Ver Fig. 3.5 - Perfil Geológico), que afecta principalmente a las rocas metamórficas. Cada unidad está representada gráficamente en el Cuadro Estratigráfico 3.2.

3.6.2.1 COMPLEJO DEL MARAÑÓN

En el área de Pucara – Calemar las rocas metamórficas han sido divididas en cuatro unidades, que siguen una orientación NO – SE (Ver Fig. 3.4 – Plano Geológico). Las unidades metamórficas son:

3.6.2.1.5 Filitas Negras, PE – flt (cz – mcs)

Se considera a la unidad de filitas negras como la unidad inferior del Complejo del Marañón, esta unidad forma el núcleo del anticlinal. Son rocas de color gris oscuro de grano fino <1mm, con textura afanítica. Están compuestas principalmente de micas y pequeños blastos de cuarzo subredondeados. La estructura de la roca está marcada por una foliación con superficies planas paralelas entre sí, poseen un lustre sedoso por las hojuelas de micas y no son fisibles.

Los planos de foliación de las filitas están asociados a vetillas y lentes de cuarzo lechoso, probablemente se han formado por la segregación de materiales derivados del protolito durante el metamorfismo. La foliación que siguen es paralela al eje del anticlinal con una orientación N 60° O y un ángulo de inclinación de 40° al SO. (Ver Fotos 4.13 y 4.14)

3.6.2.1.6 Meta - Conglomerados, PE – mcong

Esta unidad sobreyace a las filitas negras, aflora en la margen derecha del Río Marañón. Está compuesta por una secuencia de meta conglomerados de color pardo con cuarzo y meta arenitas de color gris con biotita. Los blastos de cuarzo son subredondeados y elongados. Ambas secuencias poseen una textura granoblástica. El tamaño de los minerales de los meta conglomerados varía entre 5 – 10mm y en las arenitas son <2mm. El espesor del afloramiento tiene una potencia aproximada a 2m.

Estas dos secuencias poseen una estructura bandeada y tienen una orientación N 40° O y un ángulo de inclinación de 40° SO. (Ver Fotos 4.17 y 4.18)

3.6.2.1.7 Mica Esquistos Cuarzosos, PE – esq. (mcs - cz)

Esta unidad sobreyace a los meta conglomerados, aflora en la margen derecha del Río Chuzgón y el Río Marañón. Son rocas de color verde grisáceo y están compuestas por micas y cuarzo. Al tacto las rocas son grasosas por su composición alta en sericita. El tamaño de los minerales es <3mm. La foliación está definida por superficies planas paralelas entre sí y son fisibles, la fisibilidad se da por la abundancia de cristales de micas y cuarzo microgranular.

El afloramiento tiene una estructura bandeada que varía de color pardo blanquecino a verde grisáceo, que en su conjunto muestran remanentes de la estratificación inicial de estas rocas de origen sedimentario. Esto permite definir la estratificación inicial S_0 y la esquistosidad inicial S_1 , ambas se encuentran paralelas $S_0//S_1$ y siguen una orientación de N 40° O con un ángulo de inclinación de 40° SO. El S_2 es perpendicular a la foliación principal con una orientación N 30° O y un ángulo de inclinación de 60° al NE. (Ver Foto 4.21 y 4.22)

3.6.2.1.8 Esquistos Verdes o Meta - Volcánicos, PE – esq. (clo)

Representa la unidad superior del Complejo del Marañón y se encuentra al NO del área de estudio, el afloramiento se prolonga con dirección al NO – SE. Son rocas de color verde claro. La roca está compuesta por nódulos de plagioclasa, calcita y cuarzo. La matriz de la roca esta compuesta mayormente por clorita y minerales de grano fino <1mm. El tamaño de los blastos varía de 1 - 6mm.

La orientación preferente de los minerales define una textura porfidoblástica y una estructura bandeada irregular con una orientación de N 40° O y un ángulo de inclinación de 30° SO. (Ver Fotos 4.25 y 4.26)

3.6.2.2 GRUPO AMBO, (Ci – a)

El Grupo Ambo es una secuencia sedimentaria del Carbonífero Inferior – Missisipiano Medio. (Wilson & Reyes, 1964) Aflora al NO del área de estudio y se prolonga con dirección NO – SE. Está compuesto por rocas volcánicas con estructura almohadillada (pillow lava) de composición básica y areniscas verdosas.

Este grupo representa la acumulación de sedimentos continentales marinos, asociados a un volcanismo basáltico. Y sobreyace en relación discordante sobre la unidad de Meta volcánicos del Complejo del Marañón.

3.6.2.3 FORMACION ARAMACHAY, (Ji-a)

Pertenece al Grupo Pucará edad Triásico – Jurásico. Se encuentra al Norte del poblado de Calemar, en la margen izquierda del Río Marañón.

En esta área afloran calizas grises silicificadas y calizas negras bituminosas. Esta formación sobreyace en discordancia angular a la unidad de mica esquistos cuarzosos del Complejo del Marañón. (Wilson & Reyes, 1964)

3.6.2.4 GRUPO GOYLLARISQUIZGA, (Ki - g)

El Grupo Goyllarisquizga es una secuencia sedimentaria del Cretáceo inferior y aflora al NE del área de estudio. Está constituido por una sucesión de grosor reducido de areniscas de grano medio a grueso mal seleccionadas. (Wilson & Reyes, 1964)

Este grupo sobreyace al Grupo Pucará y se encuentra en discordancia angular con la unidad de mica esquistos cuarzosos del Complejo del Marañón, en la margen izquierda del Río Marañón.

3.6.2.5 FORMACION INCA – CHULEC PARIATAMBO, (Ks – lcp)

Es una secuencia sedimentaria atribuida al Cretáceo inferior. Esta formación aflora en la margen izquierda del Río Marañón al NE del área de estudio. Está constituida por una sucesión de areniscas y pelitas ferruginosas con intercalaciones de capas de calizas, margas pelíticas y areniscas calcáreas de color gris verdoso. (Wilson & Reyes, 1964)

Esta formación yace concordante a las areniscas del Grupo Goyllarisquizga y se encuentra en discordancia angular con la unidad de mica esquistos cuarzosos del Complejo del Marañón al Norte del poblado de Calemar.

3.6.2.6 GRUPO PULLUICANA, (Ks – Pu)

Es una secuencia sedimentaria del Cretáceo superior e inferior. Aflora al Norte del pueblo de Calemar. Esta secuencia sedimentaria está constituida por margas y calizas de color gris. (Wilson & Reyes, 1964)

El Grupo Pulluicana sobreyace concordantemente sobre la Formación Pariatambo y se encuentra en discordancia angular con la unidad de Mica esquistos con cuarzo del Complejo del Marañón, al Norte del pueblo de Calemar.

3.6.2.7 FORMACIÓN CHOTA, (KsP - ch)

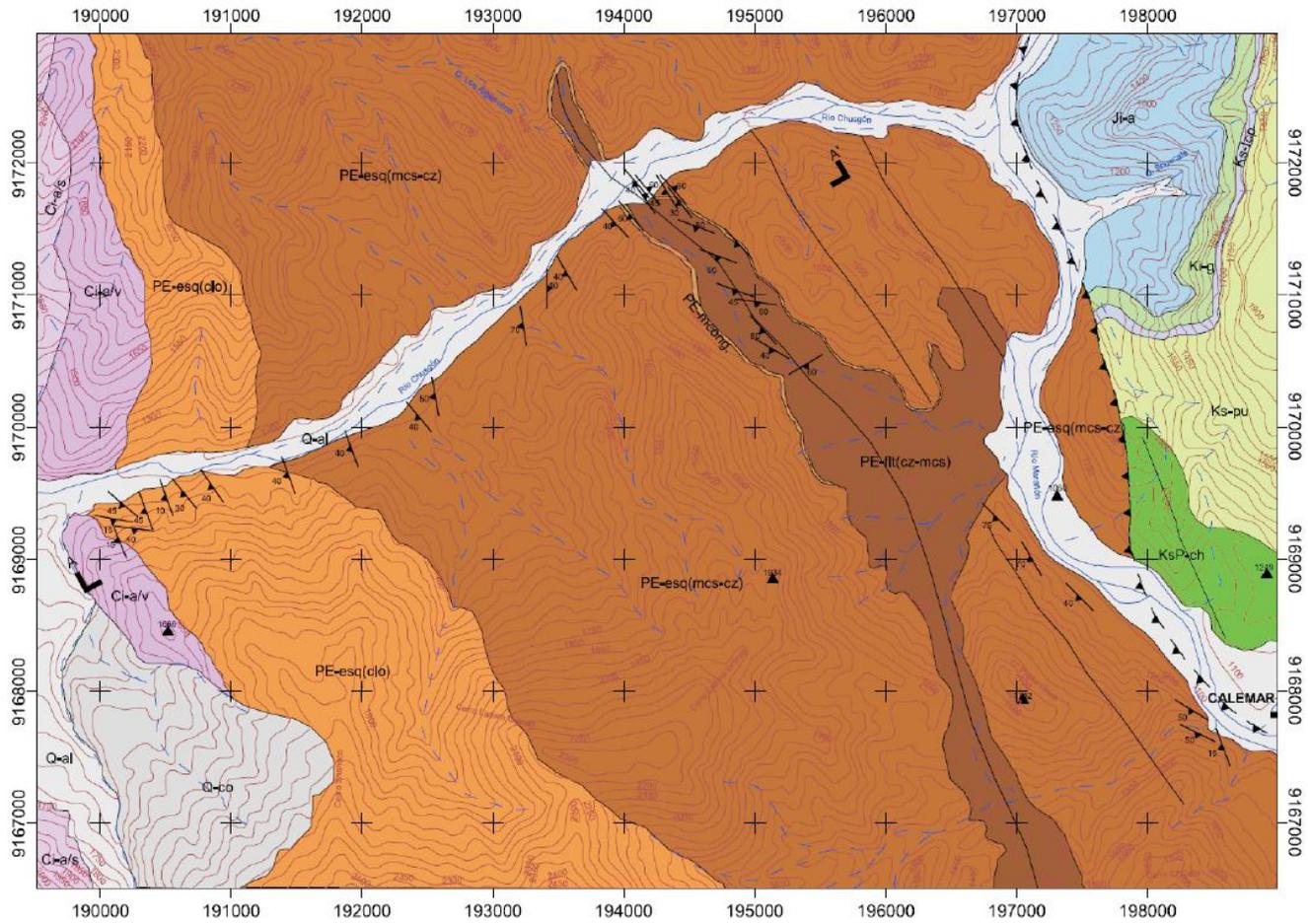
Es una secuencia sedimentaria del Cretáceo Superior – Paleoceno y es la formación mas joven del área de estudio. La formación aflora alrededor del poblado de Calemar y está conformado por secuencias de conglomerados y areniscas rojizas. (Wilson & Reyes, 1964)

En el área de estudio la Formación Chota constituye el núcleo de un sinclinal fallado. Al SE del área de estudio, en la margen izquierda del Río Marañón está formación sobreyace en discordancia angular a la unidad de Mica esquistos cuarzosos del Complejo del Marañón.

3.6.2.8 DEPÓSITOS CUATERNARIOS, (Q – co, Q - al)

Entre los depósitos cuaternarios se tiene a los depósitos coluviales ubicados al SO del área de estudio y están conformados por gravas angulares a sub angulares de variado tamaño.

Los depósitos aluviales se presentan a lo largo de valle del Río Chuzgón y el Río Marañón compuestos por gravas sub redondeadas, arenas y arcillas.



LEYENDA

Geología

	Depósitos Aluviales
	Depósitos Coluviales
	Fm. Chota
	Gpo. Pullicana
	Fms. Inca, Chulo, Paratambo
	Gpo. Goyllarisquizga
	Fm. Aramachay
	Gpo. Ambo Sedimentario
	Gpo. Ambo Volcanico
	Meta volcánicos
	Mica esquistos cuarzosos
	Meta conglomerados
	Filias negras
	Curvas de nivel

Drenaje

- Quebrada seca
- Río principal

SIMBOLOS

- Rumbo y buzamiento de foliación

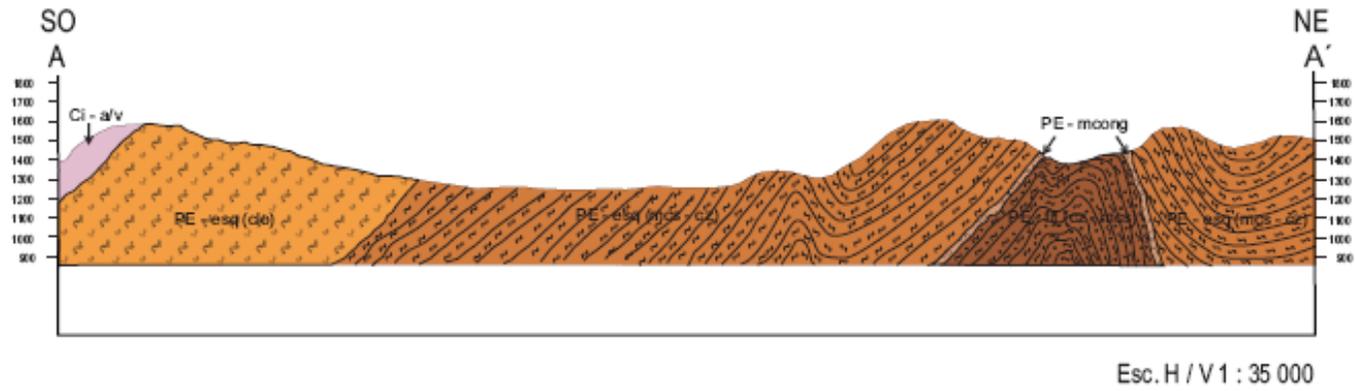
Estructuras

- Falla inversa inferida
- Eje de plegue sinclinal echado
- Eje de plegue anticlinal echado
- Eje de plegue sinclinal
- Cotas
- Perfil Sección Geológica



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO			
Facultad de Ingeniería Geológica e Ingeniería Metalúrgica			
Carrera Profesional de Ingeniería Geológica			
Tesis: Estudio Petrográfico y Geoquímico del Complejo Morahón en los Departamentos de Amazonas y La Libertad			
P. Año: GEOLÓGICO PUCARA - CALEAR		FIGURA N°: 3.4	
Código de registro: (15-81) 114-H	Escala: 1:35 000	Fecha: 30/12/2006	Diseño: Jovita Soriano C.

PERFIL GEOLOGICO PUCARA - CALEMAR



LEYENDA PUCARA - CALEMAR

	Ci - a/v	Grupo Ambo
	PE - esq (clo)	Meta - volcánicos
	PE - esq (mcs - cz)	Mica esquistos con Cuarzo
	PE - mcong	Meta conglomerados
	PE - ft (cz - mcs)	Filitas negras

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
 Facultad de Ingeniería Geológica e Ingeniería Metalúrgica
 Carrera Profesional de Ingeniería Geológica

Tesis: Estudio Petrográfico y Geoquímico del Complejo Maraón en los
 Departamentos de Amazonas y La Libertad

PERFIL GEOLOGICO PUCARA - CALEMAR

FIGURA N°:
3.5

Cuadrángulo: (15-h) (16-h)	Escala: H/V 1 : 35 000	Fecha: 30/12/2005	Diseñado: Jovita Soacha C.
-------------------------------	---------------------------	----------------------	-------------------------------

CUADRO ESTRATIGRAFICO PUCARA - CALEMAR N° 3.2

M. A.	EON	ERA	SISTEMA	SERIE	PISO	Unidades Litoestratigráficas	Descripción Litológica		
50 30 20 10 0	FANEROZOICO	CENOZOICO	CUATERNARIO	HOLOCENO		Depósitos Aluviales Q - al	Gravas con mala selección en una matriz de limo, arenas.		
						Depósitos Coluviales Q - co	Gravas y conglomerados de tamaños variados.		
			PALEOGENO	PALEOCENO		Fm. Chota Ks P - ch	Areniscas rojizas con conglomerados.		
			CRETACEO	SUPERIOR	CENOMANIANO	Grupo Pullucana Ks - Pu	Calizas de color gris y margas.		
					ALBIANO	Fm. Inca Chulec Pariamtambo Ks - lcp	Areniscas y pelitas ferruginosas, con capas de calizas, margas.		
					Grupo Goyllarisquizga Ki - go	Areniscas y lutitas, asociada a lentes de carbón.			
		JURASICO	MED. INF.		Fm. Aramachay Ji - a	Areniscas calcáreas			
		TRIASICO							
		PALEOZOICO	CARBONIFERO	MISSISSIPIANO		Grupo Ambo Ci - a/s	Areniscas verdes con fósiles.		
						Ci - a/v	Roca volcánica (pillow lava) de color verdes y composición básica.		
		PROTEROZOICO	NEO PROTEROZOICO				COMPLEJO DEL MARAÑÓN	Meta - volcánicos PE - esq.(clo)	Son de color verde con estructura bandeada, está compuesta de plagioclasas, clorita, y minerales opacos.
								Mica esquistos con cuarzo PE - esq.(mcs - cz)	Son de color verde, con estructura foliada. está compuesta de micas, cuarzo y clorita.
								Meta conglomerados PE - mcong.	Son de color pardo con estructura bandeada compuesta por cuarzo y minerales opacos.
								Filitas negras PE - flt(cz - mcs)	Son de color negro, con estructura foliada está compuesta por minerales opacos, micas y cuarzo.

CAPITULO IV

EXPOSICIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 MÉTODO DE TRABAJO

Consiste en varias etapas, que se explican seguidamente:

4.1.1 Recopilación de Información

Consistió en el acopio de información bibliográfica, revisión de planos, informes y publicaciones, referente a las áreas de estudio. En forma paralela se realizó la fotointerpretación en base a fotografías aéreas e imágenes satelitales. En base a estas dos variables se realizó el plan de trabajo antes de la salida de campo.

4.1.2 Salida de Campo

Los trabajos de campo, se realizaron durante 30 días en el mes de Junio del 2005, dentro del cronograma de trabajo del proyecto GR-5 (Estudio del Batolito de Pataz) del Instituto Geológico Minero Metalúrgico - INGEMMET.

Esta etapa consistió en:

- a. Toma de datos de rumbo y buzamiento de la foliación de los afloramientos metamórficos.
- b. La recolección de 76 muestras en total de ambas áreas de estudio, representativas para el análisis petrográfico y geoquímico.
- c. Cartografiado de los contactos geológicos entre las diferentes unidades metamórficas.

4.1.3 Metodología del Estudio Petrográfico

- a) Inicialmente se realizó la descripción macroscópica de las 76 muestras de mano (Anexos – Tabla N° 1 – N° 2), con el apoyo del diagrama de flujo, para el reconocimiento macroscópico de las principales rocas de metamorfismo regional (Grafico 4.1). La descripción macroscópica ha permitido clasificar 36 muestras representativas de ambas áreas de estudio, para el estudio microscópico.

DIAGRAMA DE FLUJO PARA EL RECONOCIMIENTO MACROSCOPICO DE LAS PRINCIPALES ROCAS DE METAMORFISMO REGIONAL

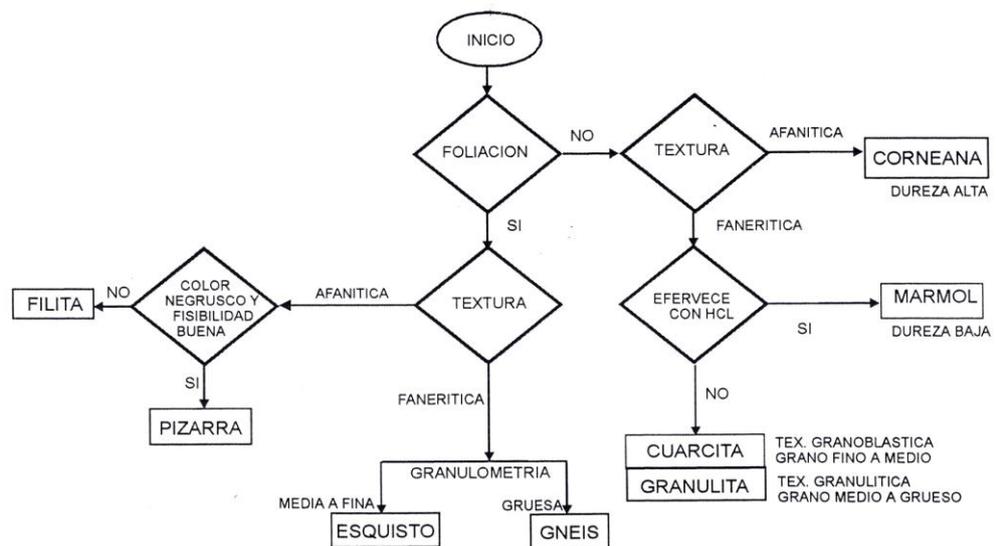


Gráfico 4.1.

Samuel Canchaya, 1996

- b) Seguidamente se realizó la preparación de 36 secciones delgadas para el estudio microscópico:
- En la selección de las muestras para la preparación de secciones delgadas, se tomó en cuenta la variación litológica y su disposición espacial en el terreno.
 - Seguidamente se efectuó el corte de las muestras de mano con el uso de un petrótopo o cortador de muestras. El corte se realizó

transversal a los planos de foliación y paralelo a la lineación de los minerales, para la obtención de pequeñas galletas de 5cm de largo, 2.5cm de ancho y 0.5cm de grosor.

- Posteriormente se realizó el pulido de una cara con el abrasivo N° 200, con el fin de producir una superficie plana. Luego es impregnada la superficie plana de la galleta en el porta objeto, con el cemento termoplástico Lakeside 70.
 - Después de ser pegada en el porta objeto la cara libre es devastada y pulida con los abrasivos N° 200, N° 400, N° 600. Hasta lograr que el espesor de la muestra se reduzca a 30 micras.
 - Luego la muestra pulida y la lámina del cobre objeto son colocados sobre una cocinilla. Una vez precalentados, se aplicó el bálsamo de Canadá en la muestra, para luego colocar cuidadosamente el cobre objeto sobre la muestra procurando expulsar las burbujas y el exceso de aglutinante.
 - En algunas muestras se tuvo que utilizar keroseno en su pulido, dado que al utilizar agua estas se disgregaban fácilmente.
- c) Seguidamente se realizó el estudio microscópico de las secciones delgadas con un microscopio de luz polarizada marca NIKON proporcionado por la dirección de Geología Regional – INGEMMET. Se han elaborado fichas petrográficas (Anexos – Fichas Petrográficas) tomando en cuenta los siguientes factores:
- El reconocimiento de la textura y composición mineralógica se realizó con el apoyo de los libros de Zanardo & Beltran (2005), Yardley (1990), Kerr (1977) y Henrich (1970).
 - Para el reconocimiento mineralógico de algunas muestras de grano muy fino, fue necesario aplicar el análisis de difracción de rayos X con el fin de precisar la composición mineralógica de las rocas.
 - Finalmente la descripción microscópica se realiza con la combinación de la textura y composición mineralógica de la roca. Esto nos permite la clasificación de las rocas metamórficas.

En la descripción macroscópica y microscópica de las muestras seleccionadas (Anexos - Fichas Petrográficas), se detalla la estructura, textura y la composición mineralógica. Lo que nos permite determinar la paragénesis mineral, facies, grado y la roca pre – metamórfica.

- d) En las rocas criptocristalinas se requirió el análisis de difracción de Rayos X, para conocer la composición mineralógica de las mismas. Estos datos nos permitieron dar una mejor interpretación en este estudio.

El análisis de difracción, fue realizado en el laboratorio de Rayos X de la Dirección de Laboratorios del Instituto Geológico Minero y Metalúrgico – INGEMMET, con el equipo XRD – 6000 SHIMADZU / X RAY DIFRACTOMETER. Las muestras fueron irradiadas por un tubo de cobre y un filtro de níquel en un goniómetro horizontal. Los difractogramas obtenidos fueron procesados en el software XRD Qualitative Analysis.

El software XRD Qualitative Analysis a excepción de otros minerales no reconoce biotita solo muscovita, por lo tanto el resultado del porcentaje de muscovita puede contener biotita en algunas rocas.

4.1.4 Metodología del Estudio Geoquímico

El análisis químico es un complemento necesario en la investigación petrológica, por que Fernández & Hernández (1991) dicen que, “en el caso de las rocas metamórficas, el estudio microscópico de estas rocas queda definida de una manera incompleta, debido a que casi todos los minerales admiten considerables sustituciones en su estructura, por tanto podemos encontrar rocas con distinta composición mineralógica e igual composición química. Entonces una roca definida solo por su composición mineralógica o por su análisis químico, está parcialmente definida y conviene tener ambos datos”.

Winkler (1978), dice que “el análisis químico auxilia en la determinación y caracterización de los protolitos de las rocas metamórficas, tales como sedimentos, basaltos del fondo oceánico, arcos de islas o continentales, granitos o rocas volcánicas, etc”. Y la utilización de los diagramas ACF, A'KF, AFM, etc. permiten determinar la paragénesis de acuerdo a la intensidad del metamorfismo, siendo consecuentemente las facies metamórficas.

Para este estudio se requirió el análisis de elementos mayores de las muestras estudiadas en sección delgada. Estos análisis fueron realizados por medio de la Dirección de Laboratorios del Instituto Geológico Minero Metalúrgico - INGEMMET en el laboratorio de Química Analítica.

El análisis de elementos mayores se realizó con el ataque de ácido fluorhídrico a las rocas silicatadas en vaso cerrado a presión y temperatura, con posterior enfriamiento. La solución resultante es analizada por silicio, aluminio, titanio, hierro, manganeso, calcio, magnesio, sodio y potasio.

4.1.4.1 Elaboración de Diagramas Geoquímicos

Mediante el uso de diferentes diagramas geoquímicos se puede determinar las facies metamórficas y el protolito de las unidades metamórficas según su paragénesis mineral y composición química.

Se han utilizados los siguientes diagramas:

4.1.4.1.1 Diagramas para la determinación de los protolitos

Los diagramas ternarios de Winkler (1978) ACF y A'KF son utilizados para determinar los protolitos de las unidades metamórficas en ambas áreas de estudio.

a. Diagrama ACF:

Permite representar los minerales ricos en CaO y es más utilizado en la representación de rocas máficas y mármoles, ricas en Ca, Mg y Fe.

Para elaborar la rutina de cálculo los resultados de los análisis químicos deben estar expresados en porcentaje peso. (Tablas 4.1 y 4.5) Estos datos son recalculados al 100%, seguidamente se realiza las correcciones en Fe₂O₃, CaO, FeO respectivamente (Hernández & Fernández, 1991, Pág. 175). Una vez efectuadas las correcciones de los valores en porcentaje peso de óxidos, estos valores son convertidos a valores moleculares.

$$\mathbf{V.M = Porcentaje\ en\ peso\ x\ 1000/P.M.\ del\ óxido.}$$

Luego estos valores son reemplazados en las fórmulas obteniéndose los valores A₁, C₁, F₁. Luego estos valores son nuevamente llevados al 100%, obteniéndose así los valores A, C, F. (Hernández & Fernández, 1991, p. 179). Los valores obtenidos se observan en las tablas 4.2 y 4.6 en valores moleculares. Obtenidos estos valores, estos son llevados al programa del IGPE – 1996, mediante un block de notas y el programa plotea los valores según a los valores obtenidos en las fórmulas A, C, F.

Los vértices del triangulo ACF representan las siguientes fórmulas:

$$\mathbf{A_1 = [Al_2O_3] + [Fe_2O_3] - [Na_2O + K_2O] = A}$$

$$\mathbf{C_1 = [CaO] - [3.3] * [P_2O_5] = C}$$

$$\mathbf{F_1 = [FeO] + [MnO] + [MgO] = F}$$

b. Diagrama A'KF:

Se considera complementario del diagrama ACF, ya que permite representar los minerales que contienen álcalis, tales como feldespato K, muscovita, biotita, etc. Los minerales ricos en CaO no pueden representarse en este diagrama.

Se sigue la misma rutina de cálculo utilizado en el diagrama ACF. Los valores obtenidos se observan en las tablas 4.3 y 4.7 en valores moleculares. Los vértices del triángulo A'KF representan las siguientes fórmulas:

$$A' = [Al_2O_3] + [Fe_2O_3] - [Na_2O + K_2O + CaO]$$

$$F = [FeO] + [MgO] + [MnO]$$

$$K = K_2O$$

Ambos diagramas son correlacionados, para determinar el protolito de la roca original. (Gráfico 4.2 y 4.9)

4.1.4.1.2 Diagramas utilizados para la determinación de las facies metamórficas

Los diagramas AFM, ACF, FASH, KNFASH, KMASH, se han utilizado para determinar las facies metamórficas en las diferentes unidades descritas en el presente capítulo, en los que es representada la secuencia de ensambles según la composición química y mineralógica de estas unidades metamórficas.

a. Diagrama AFM de Thompson (1957): es aplicado en la unidad de gneiss cuarzo feldespático.

“Es aplicado para determinar las facies metamórficas en rocas pelíticas y en rocas metamórficas de alto grado, gneiss o granulitos, tanto félsicos como máficos”. (Hernández & Fernández, 1991) “Para una mejor interpretación este diagrama ha sido correlacionado con la secuencia de ensambles, en el sistema KFMASH del sistema de proyecciones AFM”. (Bucher & Frey, 1994, p. 205).

Los valores de los análisis químicos de roca total en porcentaje peso son convertidos a valores moleculares. Estos valores son reemplazados en las siguientes fórmulas (los resultados se muestran en la tabla 4.4).

Los valores A y M, son proyectados en el diagrama AFM de Thompson (1957). (Gráfico 4.3)

Aunque se trata de un diagrama ternario, se puede utilizar como si fuese binario usando las fórmulas:

$$A = \frac{[Al_2O_3] - [3 \cdot K_2O]}{[Al_2O_3] - [3 \cdot K_2O] + [FeO] + [MgO]}$$

$$M = \frac{[MgO]}{[MgO] + [FeO]}$$

- b. **Diagrama de facies ACF: es utilizado en las unidades de filitas verdes, esquistos con anfíbol (Balsas – Tuen) y esquistos verdes o meta volcánicos (Pucara – Calemar).**

Este diagrama es utilizado en rocas metamórficas de composición básica. Las unidades de anfíbolita, filitas verdes y meta – volcánicos o esquistos verdes son representados en los diagramas de facies ACF de rocas metamórficas máficas (meta – basaltos), por su composición rica en CaO y MgO. (Bucher & Frey 1994, p 263)

Las asociaciones mineralógicas de los diagramas ACF, sirven para representar en forma simplificada las facies de las unidades metamórficas estudiadas. (Gráfico 4.6 y 4.13)

- c. **Diagramas de Redes Petrogenéticas FASH y KNFASH: son utilizadas para definir las facies metamórficas en las unidades de mica esquistos cuarzosos, meta - conglomerados y filitas (Pucara – Calemar).**

Bucher & Frey (1994), afirman que las redes petrogenéticas son diagramas, cuyas coordenadas son parámetros que caracterizan las condiciones de formación de las rocas. Sobre las cuales están dibujadas las curvas de equilibrio que delimitan los campos de estabilidad de minerales y asociaciones. Esto permite representar en forma simplificada las

asociaciones minerales que aparecen en el metamorfismo de las rocas pelíticas.

Para determinar las facies metamórficas de las filitas y de los mica esquistos, se utiliza la red petrogenética KNFASH (Gráfico 4.10 y 4.12) respectivamente y en la unidad de meta conglomerados se utiliza la red petrogenética en el sistema FASH. (Gráfico 4.11)

4.2 ANÁLISIS DEL ESTUDIO PETROGRÁFICO DEL COMPLEJO DEL MARAÑÓN

El presente capítulo trata de la descripción petrográfica macroscópica de 74 muestras y la descripción microscópica de 36 muestras seleccionadas, provenientes de las dos áreas de estudio. (Anexos - Tablas N° 1 y N° 2 y Fichas Petrográficas)

Este estudio se ha realizado con la finalidad de conocer la paragénesis mineral y el patrón textural de las rocas metamórficas, para su respectiva clasificación. Se cuenta también con el apoyo del análisis de difracción de rayos X en las rocas de grano muy fino <1mm.

Las Figuras 4.1 y 4.2 (Planos de muestreo), representan la ubicación de las muestras de ambas áreas de estudio.

4.2.1 Estudio Petrográfico – Área BALSAS – TUEN

Como se mostró en el capítulo anterior, en esta área se han reconocido tres unidades metamórficas mayores, mediante la identificación de sus ensambles mineralógicos y texturas. Sus características se describen a continuación:

4.2.1.1 Gneíss Cuarzo Feldespático

Descripción Macroscópica

Las rocas son de color pardo grisáceo, están compuestas mayormente por cuarzo, clorita, feldespato y micas. Poseen finas venillas deformadas de biotita y muscovita, que rellenan los espacios vacíos entre los feldespatos y cuarzo.

El tamaño de los minerales varía de 1 a 10 mm. Poseen textura fanerítica y la foliación está definida por una estructura bandeada, el grosor de las bandas varía de 0.5 -1cm. (Fotos 4.1 y 4.2)

Descripción Microscópica

Estas rocas poseen una textura porfidoblástica y están compuestas por cuarzo, feldespato K, clorita, plagioclasa, relictos de granates, esfenos y minerales opácos. La matriz posee una textura lepidoblástica, compuesta por muscovita, biotita, clorita, epídota, cuarzo y minerales opácos.

Los blastos de cuarzo presentan extinción ondulante, producto de la formación de subgranos, así como blastos en agregados policristalinos lenticulares, resultantes de la fuerte deformación plástica producida por los esfuerzos de compresión. La deformación fue suficiente para apagar la extinción ondulante del cuarzo, generando granos que dan un aspecto de crecimiento post cinemática. Por lo tanto la formación de micropliegues se dió después del crecimiento de los minerales.

Las rocas presentan microestructuras nodulosas de relictos y pseudoblastos de granates, donde sus núcleos han sido reemplazados completamente por biotita y clorita.

Los blastos de feldespato K poseen bordes suturados o irregulares, asociados con los blastos de cuarzo debido a los esfuerzos de compresión.

La muscovita en la mayoría de estas rocas se encuentra en láminas finas, paralelas a la orientación predominante de los minerales. Las finas láminas rotas de muscovita forman micropliegues por el crecimiento y recristalización del cuarzo. (Ver Foto. 4.4)

Los blastos de clorita forman microestructuras nodulosas, debido a la cloritización de la biotita y el granate. También forma bandas paralelas a la esquistosidad.

Las láminas finas de biotita se presentan en forma de bandas paralelas a la orientación predominante de los minerales y esquistosidad de la roca. También reemplazan los núcleos de los granates. La presencia de bandas oscuras de biotita sugiere superficialmente una estratificación relictas que preserva la textura original de la roca heredada de una arenisca. (Ver Fotos 4.3 y 4.4).

Interpretación:

De la mineralogía y las texturas antes presentadas se interpreta que el protolito fue de origen sedimentario y corresponde a **subgrauwacas o grauwacas**. Por lo tanto la unidad metamórfica es definida como **Paragneíss**.

Según las asociaciones mineralógicas y texturales, durante una primera fase de metamorfismo progresivo fue reemplazado el ensamble sedimentario por el ensamble, granate + feldespato K + biotita, alcanzando las facies de anfibolita.

Posteriormente estas rocas fueron sometidas a una fase de retrometamorfismo de bajo grado. El ensamble de las facies de anfibolitas es reemplazado por la recristalización del cuarzo, el crecimiento de la muscovita y la cloritización en los granates y biotitas, en las facies de esquistos verdes. Sus condiciones de desarrollo fueron sin - cinemáticas con la recristalización de cuarzo y plagioclasa.

Posiblemente el desarrollo de la primera foliación se dió en una primera fase de metamorfismo y el desarrollo de las bandas plegadas se dió en una segunda fase de metamorfismo.

Afloramiento del Gneiss de la unidad inferior de Balsas - Tuen



Foto.4.1. Foto tomada a la margen derecha del Río Marañón, del afloramiento de la unidad de gneiss cuarzoso feldespático. Se puede observar que la dirección de los minerales es paralela a la estructura bandeada del gneiss definiendo el $S_0 // S_1$, con una orientación de $N30^\circ O$ y un ángulo de inclinación de $45^\circ NE$.

También se puede observar las bandas de cuarzo con clorita plegadas, producto de los esfuerzos de compresión durante el metamorfismo y definen el S_2 , con una orientación de $N 30^\circ E$ y con un ángulo de inclinación de $45^\circ SE$



Foto 4.2. Foto de la muestra de mano. Se puede apreciar la estructura bandeada de la roca. Está compuesta por minerales de cuarzo, clorita y feldespato K.

Fotos en sección delgada del gneiss de la unidad inferior de Balsas - Tuen

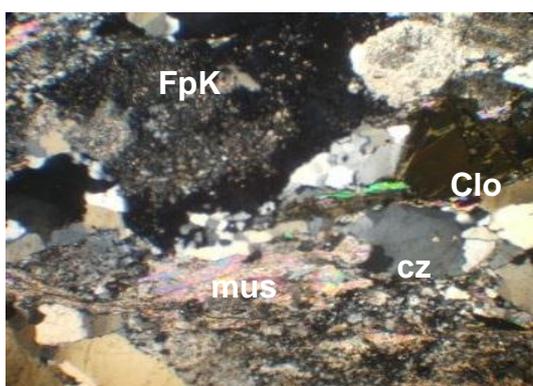


Foto. 4.3. En esta foto la roca posee una textura porfidoblástica con blastos de Feldespato K, clorita y cuarzo. Los blastos de feldespato K posee bordes suturados asociado a los blastos de cuarzo. Las finas láminas de muscovita y sericita, están asociadas a los blastos de cuarzo y clorita. Se observa cuarzo microgranular producto de la recristalización del cuarzo.

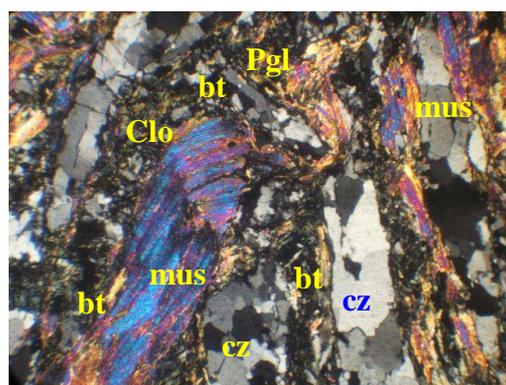


Foto. 4.4. En esta foto se puede observar las bandas crenuladas de cuarzo, muscovita, clorita, y biotita. Los blastos de cuarzo han recristalizado y el crecimiento de las láminas de muscovita, clorita han reemplazado casi por completo a la biotita y a los granates.

4.2.1.2 Filitas Verdes

Descripción Macroscópica:

Son rocas de color verde oscuro. Poseen minerales de grano muy fino <1mm y una textura afanítica. La estructura de la roca está definida por una foliación con superficies planas paralelas entre si y no son fisibles. Las superficies de esquistosidad de las filitas poseen un brillo satinado y finas venillas de cuarzo. (Ver Fotos 4.5 y 4.6)

Descripción Microscópica:

Estas rocas poseen una textura lepidoblástica que es definida por finas bandas de clorita. También posee pequeños blastos brillantes que pueden ser cuarzo o plagioclasa, también algunos relictos de piroxenos y finas láminas de anfíboles. La matriz de la roca está compuesta mayormente por clorita.

El tamaño de los minerales imposibilita precisar la identificación de los minerales en microscopio. Por lo tanto el análisis de difracción de rayos X de la muestra Jv 25 nos permite conocer y corroborar la composición mineralógica de esta unidad. (Ver Fotos 4.7 y 4.8)

Mineral	Fórmulas	Valor de la muestra Jv 25 (%)
Magnesiohornblenda	$\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_4\text{Al}(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH}, \text{F})_2$	60.01
Albita	$(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8$	28.47
Augita	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_2$	5.37
Chalcocita	Cu_2S	2.16
Clorita	$\text{Mg}_5\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	1.68
Celsiana	$\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	1.33
Argidorita	Ag_8GeS_6	0.98

Interpretación:

El análisis petrográfico, sumado al análisis de difracción de rayos X, nos permite definir esta unidad metamórfica como **Filitas verdes** y que las rocas son derivadas de **sedimentos volcánicos** intercalados con posibles tufos de composición básica. El ensamble de esta unidad plagioclasa (albita) + anfíbol (hornblenda) + clorita corresponde a las facies de esquistos verdes.

Afloramiento de las Filitas verdes de Balsas - Tuen

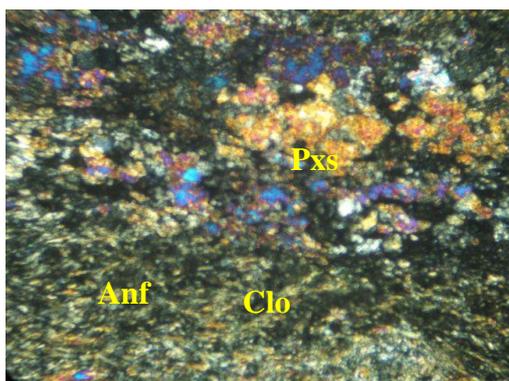


Foto.4.5 Foto tomada en la margen derecha del Río Marañón. Se puede observar el afloramiento de la unidad de las filitas verdes con venillas y lentes de cuarzo lechoso. Los planos de foliación poseen superficies planas y no son fisibles. La orientación de los minerales es paralela a los planos de foliación $S_0 // S_1$ con una orientación $N35^\circ O$ con un ángulo de inclinación de $55^\circ SO$.



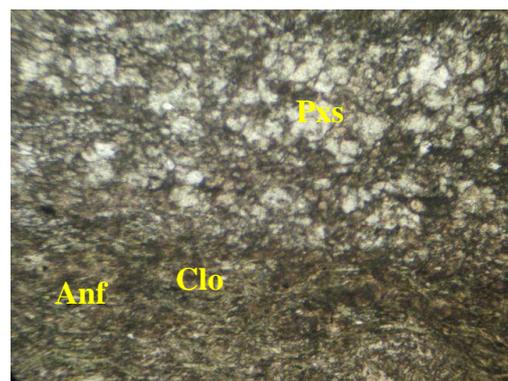
Foto.4.6. Podemos observar la muestra de mano. Es una roca verde oscuro, de grano fino con venillas de cuarzo.

Fotos en sección delgada de las Filitas verdes de Balsas – Tuen



NX – **4X** (40 veces su tamaño)

Foto 4.7 La roca posee una textura lepidoblástica porque está compuesta de finas láminas paralelas entre sí de clorita. Las cuales conforman parte de la matriz de la roca. También posee algunos relictos de piroxenos.



N// - **4X** (40 veces su tamaño)

Foto 4.8. En esta foto se puede observar el alto relieve de los piroxenos y el alto contenido de clorita en la roca y la matriz también está compuesta de minerales opacos y anfíboles. Se observa los planos de esquistosidad más definidos.

4.2.1.3 Esquistos con Anfíbol

Descripción Macroscópica:

Son rocas de color verde y poseen foliación. Poseen una textura fanerítica. Está compuesto por bandas oscuras de biotita de 2 mm y bandas claras verdosas 4mm con pequeños lentes de cuarzo, aparentemente formados por segregación. El tamaño de sus minerales varía de 0.5 a 5 mm.

La estructura de la roca está marcada por la alternancia de bandas paralelas entre sí. (Fotos 4.9 y 4.10)

Descripción Microscópica:

Estas rocas poseen bandas compuestas por Anfíbol (hornblenda), plagioclasa, piroxenos y feldespato K. Su textura está definida por una banda con textura nematoblástica compuesta por plagioclasas y anfíboles.

También presenta una banda mas delgada con textura granolepidoblástica, constituida por biotita, cuarzo microgranular y clorita.

Los anfíboles poseen una fuerte coloración verdosa, con una orientación preferente que define la esquistosidad de la roca y están asociados a los blastos de plagioclasa.

El contenido de anfíbol y plagioclasa son igualmente abundantes en las rocas. (Fotos 4.11 y 4.12)

Los blastos de plagioclasa forman agregados de poiquiloblastos anhedrales, con inclusiones de anfíbol. La plagioclasa ha sido intensamente deformada, como resultado de lo cual el cuarzo muestra extinción ondulante y granos y subgranos de plagioclasa semejantes a los blastos de cuarzo.

Los cristaloblastos de piroxenos son intergranulares, xenomórficos y se han alterado a anfíboles (actinolita – hornblenda).

Las láminas de biotita están interpenetrados entre si, con moldes de plagioclasa y cuarzo microgranular. Los listones de biotita se disponen preferentemente en paralelismo con la foliación.

Los porfidoblastos de feldespato K se encuentran alterados y asociados a los moldes de plagioclasa y anfíboles. Estos blastos poseen bordes suturados que se interpretan como producto de los esfuerzos compresivos del metamorfismo.

Los esquistos con anfíbol contienen minerales accesorios de esféna en forma de gruesos cristales rómbicos, apatito en cristales idiomórficos y en menor cantidad epidota.

Interpretación:

De la textura y mineralogía descritas se determina que esta unidad metamórfica corresponde a **Esquistos con anfíbol**. Y se considera que probablemente el protolito de la roca fue una **roca ígnea de composición diorítica** por su composición de minerales de origen magmático, plagioclasa, feldespato K, minerales opácos, biotita y cuarzo.

Según estas observaciones, se puede interpretar que la roca inicialmente estuvo compuesta por plagioclasa, feldespato K, cuarzo y anfíboles, tratándose de una roca ígnea básica.

Durante una primera fase de metamorfismo de alto grado, estos minerales fueron reemplazados por el ensamble de piroxenos (augita) + anfíboles (hornblenda) + biotita, este ensamble representa las facies anfibolitas. Por la recristalización de las fases minerales anteriores, estas rocas fueron sometidas a un retrometamorfismo, siendo superpuesta esta facies a un metamorfismo de bajo grado y forman una nuevo ensamble de

plagioclasa (albita) + clorita + anfíboles (actinolita) + esfena. Esta asociación de minerales representan estar dentro de la facies de Esquistos verdes.

Estas rocas aparentan haber tenido una evolución semejante a las filitas verdes, porque la foliación principal esta asociada al metamorfismo inicial al cual fueron sometidas estas rocas.

Afloramiento de los Esquistos con Anfíbol de Balsas - Tuen

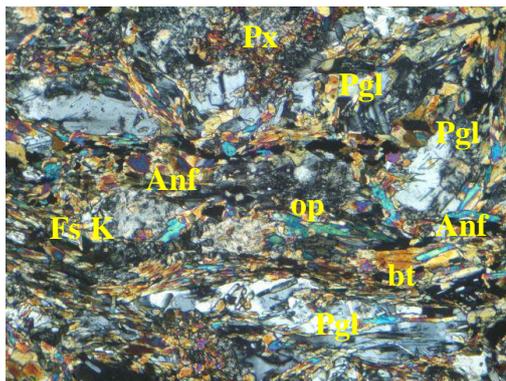


Foto. 4.9. Foto tomada cerca al pueblo de Balsas, a la margen derecha del Río Marañón, representa a la unidad de esquistos con anfíbol, se puede observar los planos de foliación casi perfectos, la orientación de los minerales y de los lentes de cuarzo segregado son paralelos a los planos de foliación definiendo el $S_0 // S_1$ con una orientación predominante $N40^\circ O$ y un ángulo de inclinación de $60^\circ SO$



Foto.4.10 .En esta muestra de mano se puede observar la estructura bandeada, con textura fanerítica.

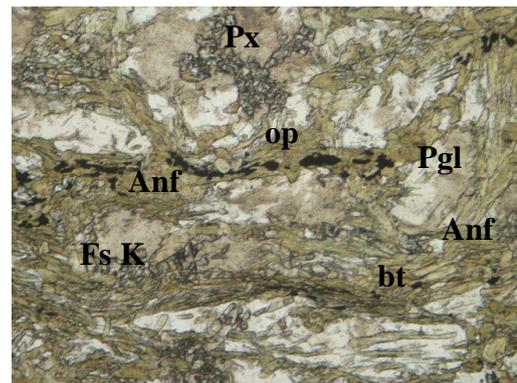
Fotos en sección delgada de los Esquistos con Anfíbol de Balsas - Tuen



NX

1100 μm |

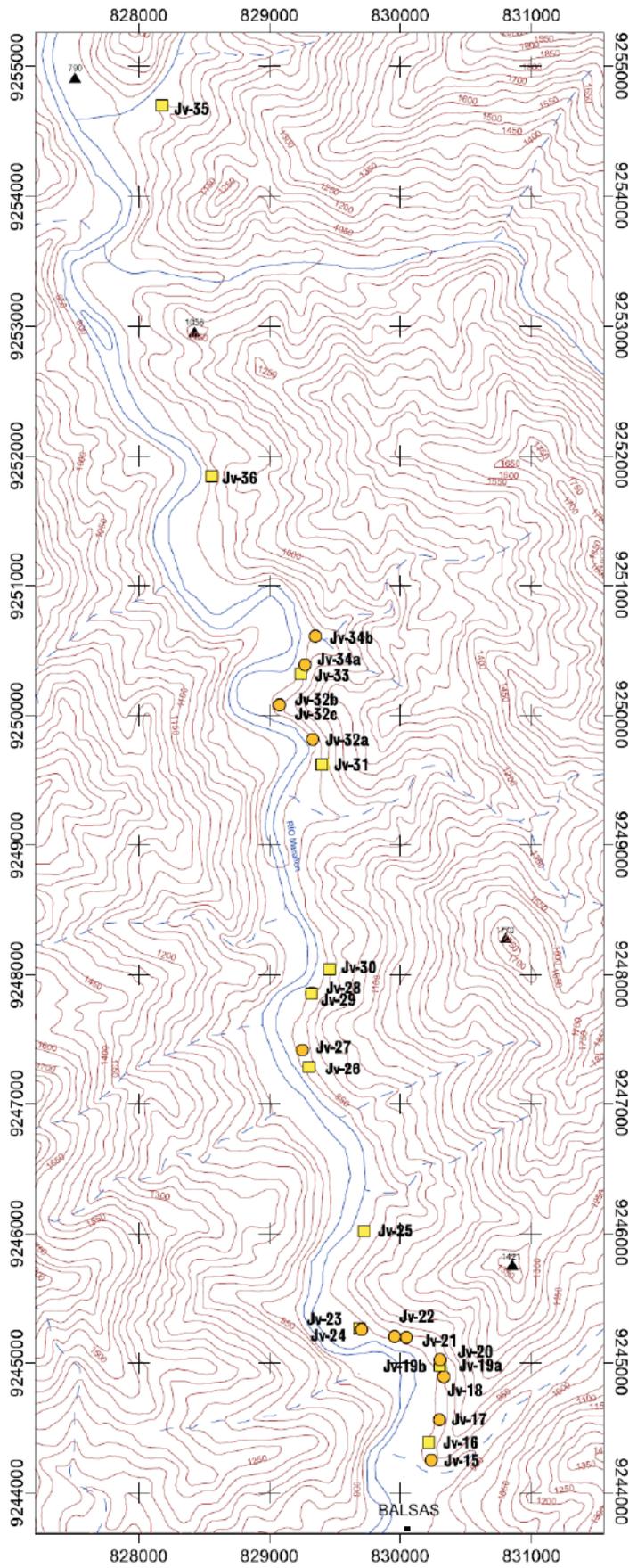
Foto.4.11 Se puede apreciar la textura granonematoblástica de las anfíbolitas. La orientación de los porfiroblastos de anfíbol y plagioclasa, definen bandas paralelas a la orientación de los planos de esquistosidad de la roca y es $N40^\circ O$ con un ángulo de inclinación de $60^\circ SO$.



N//

1100 μm |

Foto.4.12 Se observa claramente a los poiquiloblastos de feldespato K y plagioclasa con inclusiones de relictos de piroxenos y blastos de anfíboles respectivamente, los minerales opacos en conjunto con las láminas finas de biotitas se encuentran alineadas y forman finos listones paralelos a la esquistosidad de la roca.



LEYENDA

Muestras de Campo

- Estudio Macroscópico
- Estudio Microscópico
- Pueblos
- ▲ Cotas

Curvas de Nivel

Drenaje

- Quebrada seca
- Río principal



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTI PLANO Facultad de Ingeniería Geológica e Ingeniería Metalúrgica Cámara Profesional de Ingeniería Geológica			
Títilo: Estudio Petrográfico y Geoquímico del Complejo Marichón en los Departamentos de Amazonas y La Libertad			
Plano: MUESTREO BALSAS - TUEN			Hoja: 4.1
Escala: 1:35 000 Colored: 14-g	Fecha: 30-12-2008	Autor: Jovita Saenz C.	

4.2.2 Estudio Petrográfico - Área PUCARA – CALEMAR

4.2.2.1 Filitas Negras

Descripción Macroscópica:

Esta unidad esta definida por rocas de color gris oscuro con textura afanítica de grano muy fino <1mm. Están compuestas mayormente por micas y blastos de cuarzo subredondeado.

Las hojuelas de micas imparten un lustre sedoso en las superficies de los planos de foliación.

También se observa bandas discontinuas y lentes de cuarzo lechozo entre los planos de foliación que varía de espesor de 1 – 8 cm. (Fotos 4.13 y 4.14)

Descripción Microscópica:

Las rocas poseen una textura lepidoblástica y está definida por bandas microplegadas compuestas en su mayoría por minerales opácos, biotitas y bandas con blastos de cuarzo.

Las muestras Jv 73a, Jv 73b y Jv 78 fueron analizadas por difracción de rayos X, para precisar la composición mineralógica de las filitas. (Fotos 4.15 y 4.16)

Mineral	Fórmulas	Valores de las muestras analizadas (%)		
		Jv 73a	Jv 73b	Jv 78
Cuarzo	SiO ₂	76.96	64.66	63.04
Muscovita	(K, Na) (Al,Mg, Fe) ₂	11.57	14.31	16.97
Clorita	Mg ₅ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₈	10.14	17.01	15.27
Ortoclasa	(K, Ba,Na,)(Si, Al) ₄ O ₈	0.59	1.53	1.18
Ussingita	Na ₂ AlSi ₃ O ₈ OH	0.34		
Schaurteita	CaGe(SO ₄) ₂ (OH) ₆ 3H ₂ O	0.25		
Calcita	CaCO ₃	0.15		
Halita	NaCl		1.54	
Arsenopirita	FeAsS		0.37	
Actinolita	Ca ₂ (Mg,Fe) ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂		0.31	
Gibbsita	Al(OH) ₃		0.27	
Albita	(Na, Ca) (Si, Al) ₄ O ₈			3.13
Uvarovita	Ca ₃ Cr ₂ (SiO ₄) ₃			0.41

Interpretación:

De la composición mineralógica de las rocas y las texturas descritas (Anexos - Fichas petrográficas), se determina que esta unidad metamórfica corresponde a **Filitas negras**. También se llega a interpretar que las rocas se formaron por **sedimentos finos, derivados de rocas sedimentarias de origen marino (Lodolitas)**.

La abundante presencia de cuarzo segregado, en los planos de foliación se interpreta que las rocas han sufrido un metamorfismo dinámico a altas presiones y bajas temperaturas.

Por la asociación del cuarzo con los minerales opacos y la presencia de clorita y muscovita, se **sugiere** que esta unidad corresponde a las facies de esquistos verdes y han sido sometidas a un metamorfismo de bajo grado.

Afloramiento de las Filitas negras de Pucara - Calemar

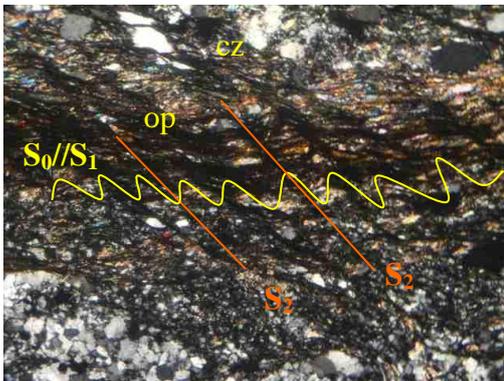


Foto. 4.13. Foto tomada en la margen derecha del Río Chuzgón de la unidad de filitas negras, se puede apreciar los abundantes lentes de cuarzo segregado de espesor de 5cm entre los planos de foliación, orientados en forma paralela a los planos de foliación, definidos como $S_0 // S_1$ con una orientación $N60^\circ O$ y ángulo de inclinación $40^\circ SO$



Foto.4.14. Muestra de mano, la roca posee brillo lustroso por el alto contenido de micas en la roca, con textura afanítica, perfecta foliación más no es fisible.

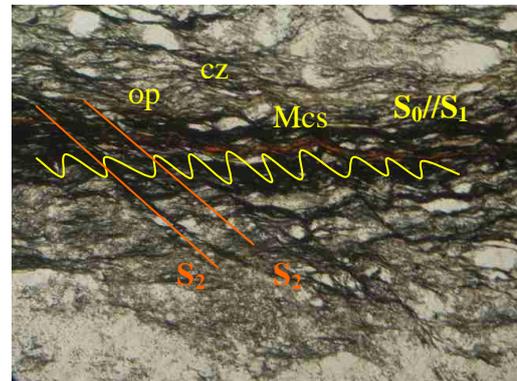
Foto en sección delgada de las Filitas negras



NX

4X (40 veces su tamaño)

Foto. 4.15. Esta fotografía en NX, nos muestra que la orientación predominante de los minerales es paralela a la esquistosidad de la roca definiendo el $S_0 // S_1$, las filitas posee una textura granolepidoblástica, definida por bandas crenuladas compuestas por micas y cuarzo microgranular y bandas compuestas por minerales opacos perpendiculares al S_0 y son definidas como el S_2 .



N//

4X (40 veces su tamaño)

Foto.4.16. Esta fotografía nos permite apreciar en mayor detalle la orientación de los blastos de cuarzo y mica que forman la esquistosidad inicial $S_0 // S_1$ y las bandas de minerales opacos forman el S_2 .

4.2.2.2 Meta conglomerados

Descripción Macroscópica:

Esta unidad esta compuesta por una secuencia de rocas de color pardo con blastos de cuarzo subredondeados, el tamaño de los blastos varía de 1 – 10mm y se encuentran englobados en una matriz fina de minerales opácos y cuarzo microgranular. Y por una secuencia de rocas de color gris que poseen cuarzo y finas láminas de biotita. Ambas secuencias poseen una textura fanerítica y una estructura bandeada. (Fotos 4.17 y 4.18)

Descripción Microscópica:

Las rocas poseen una textura granoblástica y está compuesta por porfidoblastos de cuarzo, estos se encuentran embebidos en una matriz microgranular de cuarzo, minerales opácos, muscovita, clorita y epidota. (Fotos 4.19 y 4.20).

Los blastos de cuarzo poseen extinción ondulante y forman microestructuras nodulosas. También forman sombras de presión asimétricas rellenas por cuarzo recristalizado debido a los esfuerzos de compresión

La calcita esta presente en pequeños blastos idiomórficos y finas venillas perpendiculares a la esquistosidad. También rellenan los espacios vacíos entre los porfidoblastos de cuarzo.

Interpretación

Por las descripciones mineralógicas y texturas se determina que está unidad metamórfica corresponde a **Meta conglomerados**. Estas rocas se han formado por **sedimentos finos compuesto en su mayoría por cuarzo**.

Afloramiento de los Meta conglomerados de Pucara - Calemar

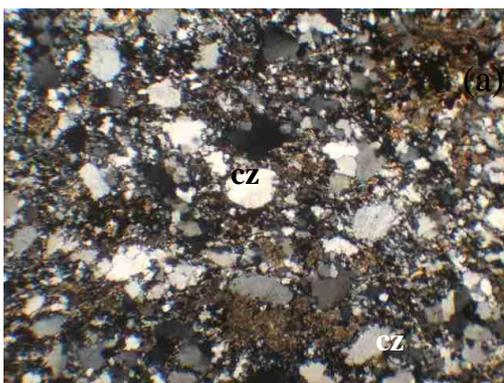


Foto 4.17. Foto tomada en la margen derecha del Río Marañón de los Meta conglomerados, cerca al pueblo de Calemar. Se puede apreciar los grandes blastos de cuarzo que varían de 0.3 a 10mm, poseen una orientación predominante de $N40^{\circ}O$ con un ángulo de inclinación de $40^{\circ}SO$ definiendo el $S_0 // S_1$ englobados por una matriz de grano fino.



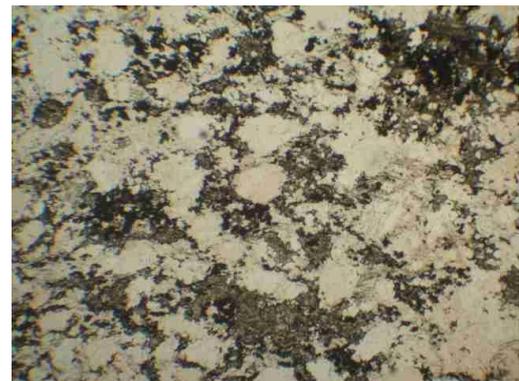
Foto 4.18. En esta muestra se puede apreciar con más detalle los blastos de cuarzo englobados en una matriz fina.

Fotos en sección delgada de los Meta – conglomerados de Pucara - Calemar



NX 375 μm |

Foto 4.19. La roca está compuesta por una textura granoblástica, con porfidoblastos de cuarzo irregulares englobados en una matriz de cuarzo microgranular y minerales opacos. Estos blastos poseen bordes irregulares.



N// 375 μm |

Foto 4.20. En esta fotografía se aprecia que la matriz de los meta conglomerados está compuesta mayormente por minerales opacos.

4.2.2.3 Mica Esquistos Cuarzosos

Descripción Macroscópica:

Estas rocas son de color verde grisáceo. Están compuestas por finas láminas de mica y cuarzo subredondeado en diminutos granos. Poseen una textura afanítica y su estructura consiste en un conjunto penetrativo y regular de superficies paralelas que son fisibles.

Las superficies de los planos de foliación al tacto son grasosas por su alto contenido de sericita. (Foto 4.20 y 4.21)

Descripción Microscópica:

En sección delgada los esquistos están compuestos por bandas crenuladas paralelas a la esquistosidad de la roca. (Foto. 4.22) En estas bandas los minerales poseen una orientación predominante y están compuestas por cristales de hojas alternantes de muscovita y clorita que definen una textura lepidoblástica.

También presenta bandas con textura granolepidoblástica compuesta por porfidoblastos de cuarzo, plagioclasa y feldespato K, embebidos en una matriz microgranular de cuarzo recristalizado. (Foto 4.22 y 4.23)

Los blastos de plagioclasa son cristales preexistentes a la deformación, forman sombras de presión asimétricas rellenas por cuarzo recristalizado.

Los porfidoblastos de cuarzo poseen extinción ondulante. Se encuentran en forma de lentes elongados y son xenomórficos. Forman microestructuras nodulosas y sombras de presión asimétricas rellenas por cuarzo recristalizado.

La matriz de la roca esta compuesta por cuarzo microgranular producto de la recristalización y se encuentra asociada con sericita y cristales de epidota.

La clorita y la calcita forman microestructuras nodulosas y bandas delgadas perpendiculares a la foliación de la roca.

Estas rocas están compuestas por minerales accesorios de esfena, epidota y apatito.

Por el tamaño de grano fino de los minerales las muestras Jv 91, Jv 81 y Jv 67a, han sido analizadas por difracción de rayos X, para conocer en mas detalle su composición mineralógica de la roca.

Mineral	Fórmulas	Valores de las muestras analizadas (%)		
		Jv 67a	Jv 81	Jv 91
Cuarzo	SiO ₂	60.87	43.95	69.39
Muscovita	(K, Na) (Al,Mg, Fe) ₂	10.28	33.51	7.34
Clorita	Mg ₅ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₈	24.57	13.92	13.06
Ortoclasa	(K, Ba,Na,)(Si, Al) ₄ O ₈	1.04	1.58	
Albita	(Na, Ca) (Si, Al) ₄ O ₈	2.38	5.84	9.7
Uvarovita	Ca ₃ Cr ₂ (SiO ₄) ₃			
Kotoita	Mg ₃ B ₂ O ₆	0.56		
Lautita	CuAsS	0.3		
Metahomanita	Fe ₂ (SO ₄) ₂ 3H ₂ O		1.2	
Diáspora	AlO(OH)			0.51

Interpretación:

De la composición mineralógica y por las texturas de estas rocas, la unidad metamórfica corresponde a **Mica esquistos cuarzosos**. En esta unidad las rocas se han formado por **sedimentos finos derivados de rocas sedimentarias de origen marino (lodolitas)** por su composición alta de cuarzo, clorita y micas.

Según las asociaciones mineralógicas y las texturas que presenta esta unidad se puede interpretar que las rocas fueron sometidas a un metamorfismo dinámico de bajo grado, llegando a una transición típica de esquistos. Su asociación mineralógica es: muscovita + clorita + cuarzo + albita que definen estar dentro de la facies de esquistos verdes.

Afloramiento de los Mica Esquistos con cuarzo de Pucara - Calemar

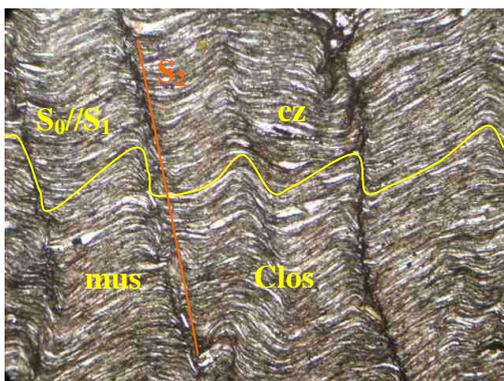


Foto 4.21. Foto tomada en la margen derecha del Río Chuzgón, el afloramiento posee una estructura bandeada producto de la estratificación inicial que varía de color de pardo blanquecino a verde grisáceo, la orientación de las finas láminas de micas son paralelas a los planos de foliación, permitiéndonos definir el $S_0 // S_1$ con una orientación de $N40^\circ O$ y un ángulo de inclinación de $40^\circ SO$, también se puede observar el plano de foliación S_2 de $N30^\circ O$ con un ángulo de inclinación de $60^\circ NE$ perpendicular al S_0 y el S_1 , también corta a la foliación principal con un ángulo mayor al S_2 .



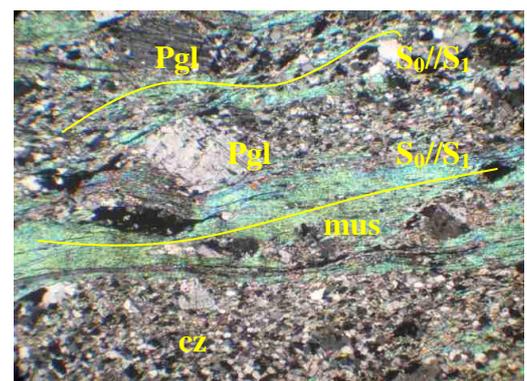
Foto. 4.22. Se puede observar los planos de foliación irregulares, la roca es fisible, por su alto contenido de mica y muestra un brillo lustroso.

Fotos en sección delgada de los Mica Esquistos con cuarzo de Pucara - Calemar



N// 4X (40 veces su tamaño)

Foto 4.23. En esta fotografía se puede apreciar la disposición de las láminas de clorita y muscovita con cuarzo, definiendo una textura lepidoblástica crenulada, el S_0 representa la orientación inicial de los minerales paralelos a la esquistosidad de la roca S_1 . El S_2 representa el eje de los micropliegues producto de los esfuerzos de compresión.



NX 273 μm |

Foto 4.24. En esta foto la roca posee una textura granolepidoporfidoblástica, está definida por bandas compuestas de porfiroblastos de plagioclasa y cuarzo microgranular y bandas de cuarzo microgranular con bandas deformadas de muscovita.

4.2.2.4 Esquistos Verdes o Meta –Volcánicos

Descripción Macroscópica:

Las rocas son de color verde, están compuestas por blastos de calcita, plagioclasa y cuarzo. El tamaño de los blastos varía de 1 - 6mm La matriz de la roca esta compuesta por clorita.

La foliación de la roca esta regularmente definida por una estructura bandeada. (Ver Fotos 4.25 y 4.26)

Descripción Microscópica:

Las rocas están compuestas por bandas con porfidoblastos de anfíbol, cuarzo y plagioclasa y poseen una textura porfidoblástica. Y bandas granolepidoblásticas compuestas por plagioclasa, clorita y esfena.

La matriz de la roca esta compuesta por finas bandas de clorita, minerales opácos (titanita), moldes de plagioclasa y cuarzo microgranular.

Los poiquiloblastos de plagioclasa encierran hileras de epidota y anfíbol. También forman microestructuras nodulosas con textura anastomosada, bandas y mosaicos. Los moldes de plagioclasa se confunden con los blastos de cuarzo.

Los blastos de cuarzo son xenomórficos, presentan bordes suturados en contacto con la calcita. También forman microestructuras nodulosas conformadas por cuarzo microgranular recristalizado y con extinción ondulante.

Los poiquiloblastos de calcita poseen borde suturados en asociación con los blastos de cuarzo y plagioclasa.

Los relíctos de piroxenos se han alterado a anfíboles (actinolita) y son englobados por pequeños cristales de epidota. Los anfíboles (actinolita) y las plagioclasas forman finas hileras blancas paralelas a la foliación de la roca. (Ver Foto 4.27 y 4.28)

Interpretación:

Por la composición de minerales magmáticos en estas rocas y las texturas descritas se interpreta que el protolito corresponde a una roca **volcánica (andesita)**. Por lo tanto la unidad metamórfica es definida como **Meta volcánicos o esquistos verdes**.

Según las observaciones realizadas, se puede interpretar que la roca inicialmente estuvo compuesta por piroxenos, plagioclasa, clorita y cuarzo. Durante una primera fase de metamorfismo de alto grado estos minerales fueron reemplazados por el ensamble de anfíboles (actinolita) + epidota + plagioclasa (oligoclasa – anortita). Esta asociación de minerales se desarrolló entre la facies anfibolitas.

Durante esta fase de metamorfismo estas rocas fueron sometidas a un retrometamorfismo de bajo grado, por el reemplazamiento del ensamble anterior por el ensamble de albita + clorita + epidota + calcita. Esta asociación de minerales representa las facies de esquistos verdes.

Afloramiento de los Meta volcánicos o Esquistos verdes de Pucara -Calemar

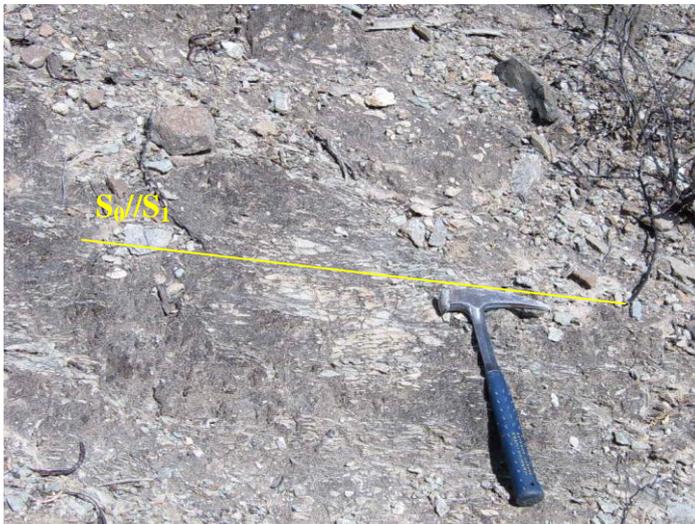
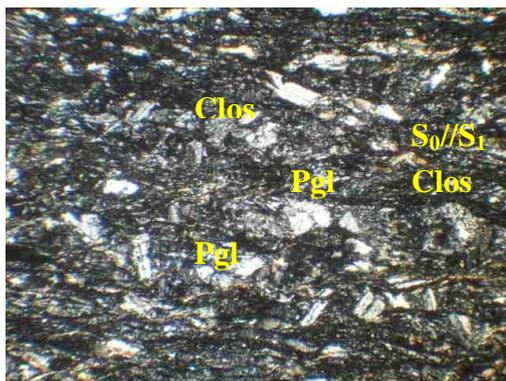


Foto 4.25. Foto tomada en la margen derecha del Río Chuzgón de la unidad de los meta – volcánicos, la orientación de los minerales definen los planos de foliación de esta unidad y es representada $S_0 // S_1$, con una orientación de $N40^\circ O$ y con un ángulo de inclinación de $30^\circ SO$



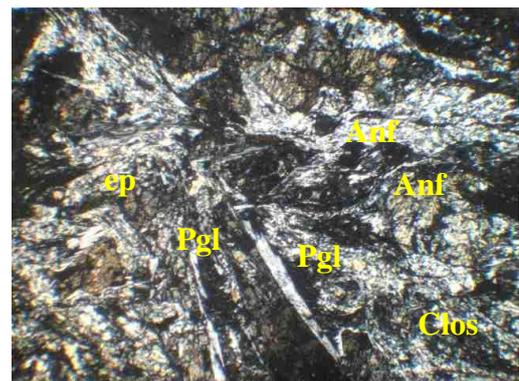
Foto 4.26. En esta foto se puede apreciar que la roca posee una estructura bandeada irregular compuesta de blastos subredondeados de plagioclasa, clorita y cuarzo, que define la foliación de la roca con una matriz afanítica.

Fotos en sección delgada de los Meta – volcánicos de Pucara - Calemar



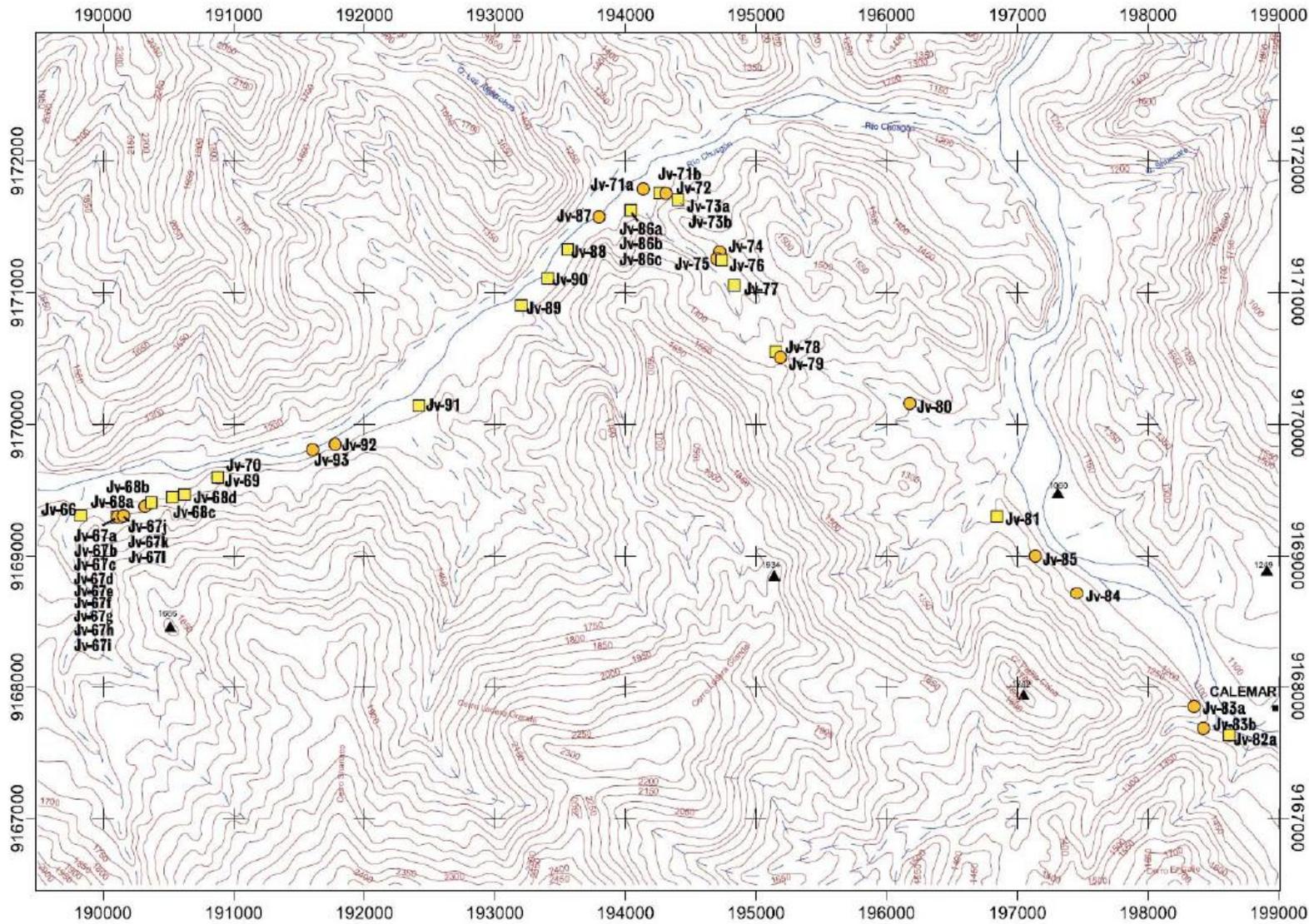
NX 125 μm

Foto 4.27. En esta foto se puede observar una textura granoporfidoblástica, compuestas por porfidoblastos de plagioclasas en forma de mosaico y están englobados en una matriz de xenómorfos de clorita y esfena.



N// 158 μm

Foto 4.28. En estas rocas se puede observar detritos de piroxenos alterándose a anfíboles (actinolita) con porfidoblastos de plagioclasa, en una matriz compuesta de esfena, clorita y minerales opacos.



LEYENDA

Muestras de Campo

- Estudio Macroscópico
- Estudio Microscópico
- Pueblos
- ▲ Cotas

Drenaje

- Quebrada seca
- Rio principal

Curvas de Nivel

- Curvas de Nivel



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO			
Facultad de Ingeniería Geológica e Ingeniería Metalúrgica Carrera Profesional de Ingeniería Geológica			
Título: Estudio Petrográfico y Geoquímico del Complejo Morán en los Departamentos de Amazonas y La Libertad			
Plano: MUESTREO PUCARA - CALEMAR		FIGURA N°: 4.2	
Cuad. Sagua: (15-A) 17A-II	Escala: 1 35 000	Fecha: 30.12.2005	Dibujante: Yanita Saena C.

4.3 ANÁLISIS DEL ESTUDIO GEOQUÍMICO DEL COMPLEJO DEL MARAÑÓN

El estudio geoquímico nos permite reafirmar y expresar la paragénesis mineral de una serie de rocas, dentro de un rango limitado de condiciones metamórficas de facies y procesos de formación.

Por lo tanto la composición mineralógica y el análisis químico, nos permiten dar una mejor definición de las rocas metamórficas. (Fernández & Hernández, 1991).

Para elaborar la rutina de cálculo y el uso de los diagramas ACF, A'KF AFM y Redes Petrogenéticas, se han tomado como referencia los trabajos de Passchier y Trouw (1996), Bucher y Frey (1994), Rollinson (1993), Fernández y Hernández (1991), Passchier (1990), Yardley (1989), Winkler (1978), Hutchinson (1974) y Thompson (1957). Con el apoyo del programa IGPET 1996, los resultados han sido ploteados en los diagramas ternarios, para su posterior interpretación.

4.3.1 ESTUDIO GEOQUÍMICO DEL ÁREA BALSAS – TUEN

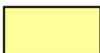
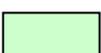
Winkler (1978) dice que en base a las observaciones petrográficas combinado con el análisis químico se construyó los diagramas ACF y A'KF para un cierto número de zonas metamórficas. Por medio de estos dos diagramas es fácil conocer las composiciones químicas de las rocas sedimentarias y magmáticas, por constituir los tipos primarios que sufren las condiciones metamórficas. Los análisis químicos de estas rocas se proyectan en los diagramas ACF y A'KF con la utilización del esquema de cálculo general explicado en la parte inicial del presente capítulo.

Los diagramas ternarios AFM y ACF, nos permiten determinar las facies metamórficas, mediante la paragénesis mineral que presenta cada unidad metamórfica de diferente composición química.

Las muestras estudiadas en sección delgada han sido analizadas por roca total o elementos mayores, los resultados de los análisis se muestran en la Tabla 4.1.

Tabla N° 4.1. Resultado de los Análisis Químicos de Elementos Mayores o Roca total. (Balsas – Tuen)

CODIGO DE MUESTRA	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O 105 °C	PxC
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Jv 16	53.4	15.4	1.40	0.13	0.12	8.16	8.66	3.79	3.53	2.52	0.66	0.33	1.66
Jv 19a	64.7	15.0	0.98	0.06	2.17	4.21	0.89	1.98	4.37	1.95	0.26	0.48	2.73
Jv 19b	82.9	7.4	0.36	0.03	0.01	1.98	0.73	0.72	1.94	2.21	0.10	0.20	0.85
Jv 23	52.7	12.6	1.35	0.21	0.44	10.31	7.86	8.16	1.61	2.38	0.10	0.24	1.55
Jv 26	54.8	15.6	1.34	0.12	0.81	9.71	2.25	3.57	3.60	3.06	0.27	0.57	2.70
Jv 29	63.6	15.3	1.01	0.07	2.23	4.55	0.61	2.06	4.47	0.88	0.09	0.53	3.45
Jv 30	71.1	13.0	0.38	0.06	0.53	2.92	1.04	1.03	3.99	2.89	0.24	0.33	1.57
Jv 31	62.6	14.5	0.93	0.11	1.58	6.02	1.71	2.87	3.72	1.45	0.23	0.17	3.20
Jv 33	65.0	14.0	0.83	0.10	1.38	5.07	2.25	2.35	3.57	1.95	0.25	0.15	2.87
Jv 35	64.5	12.5	0.98	0.10	2.33	5.33	2.23	2.45	2.78	2.61	0.43	0.38	2.49
Jv 36	65.2	15.0	0.78	0.04	1.59	5.59	0.55	2.67	2.97	1.40	0.18	0.28	3.37
Jv 25	48.9	16.0	1.43	0.16	0.31	8.16	13.10	5.77	0.58	2.86	0.63	0.24	1.37

 Mayor valor  Menor valor

4.3.1.1 Interpretación de los diagramas ACF y A'KF del área Balsas – Tuen.

Las muestras analizadas de cada unidad son representadas en los diagramas ACF y A'KF. (Gráfico 4.2)

En el gráfico ACF, las muestras que representan a la **unidad de gneíss** se encuentran ubicadas en el campo IB de arcillas y lutitas libres de carbonatos. Estas rocas poseen bajo contenido en CaO y son ricas en Mg y Fe.

Por otro lado en el gráfico A'KF estas rocas se ubican en el campo de grauwacas compuestas por arcillas marinas (lodolitas) con alto contenido en MgO y FeO, lo que indica que posiblemente los sedimentos se depositaron en un medio marino.

Por lo tanto los diagramas ACF y A'KF nos permiten definir el protolito de esta unidad, como **rocas sedimentarias clásticas, denominadas grauwacas.**

La **unidad de filitas verdes** es representada por la muestra Jv 25 (Gráfico 4.2), en el diagrama ACF la muestra de esta unidad se encuentra en el campo de rocas básicas. Esto nos permite determinar que las filitas están compuestas por sedimentos volcánicos de composición básica con alto contenido en CaO y MgO y que probablemente estos sedimentos se han depositado en un ambiente marino.

Por lo tanto los diagramas ACF y A'KF nos permiten corroborar que el protolito de esta unidad está definido por **sedimentos de origen volcánico de composición basáltica.**

Las muestras de la unidad superior conformada por **esquistos con anfíbol**, solo son representadas en el gráfico ACF por su alto contenido en CaO y MgO. Las muestras se ubican en el campo de rocas basálticas, lo que nos permite corroborar que el protolito de esta unidad es de **origen ígneo de composición básica clasificada como basalto.**

Las filitas guardan una relación con las anfibolitas ya que poseen la misma composición mineralógica.

DIAGRAMAS ACF Y A'KF

(BALSAS - TUEN)

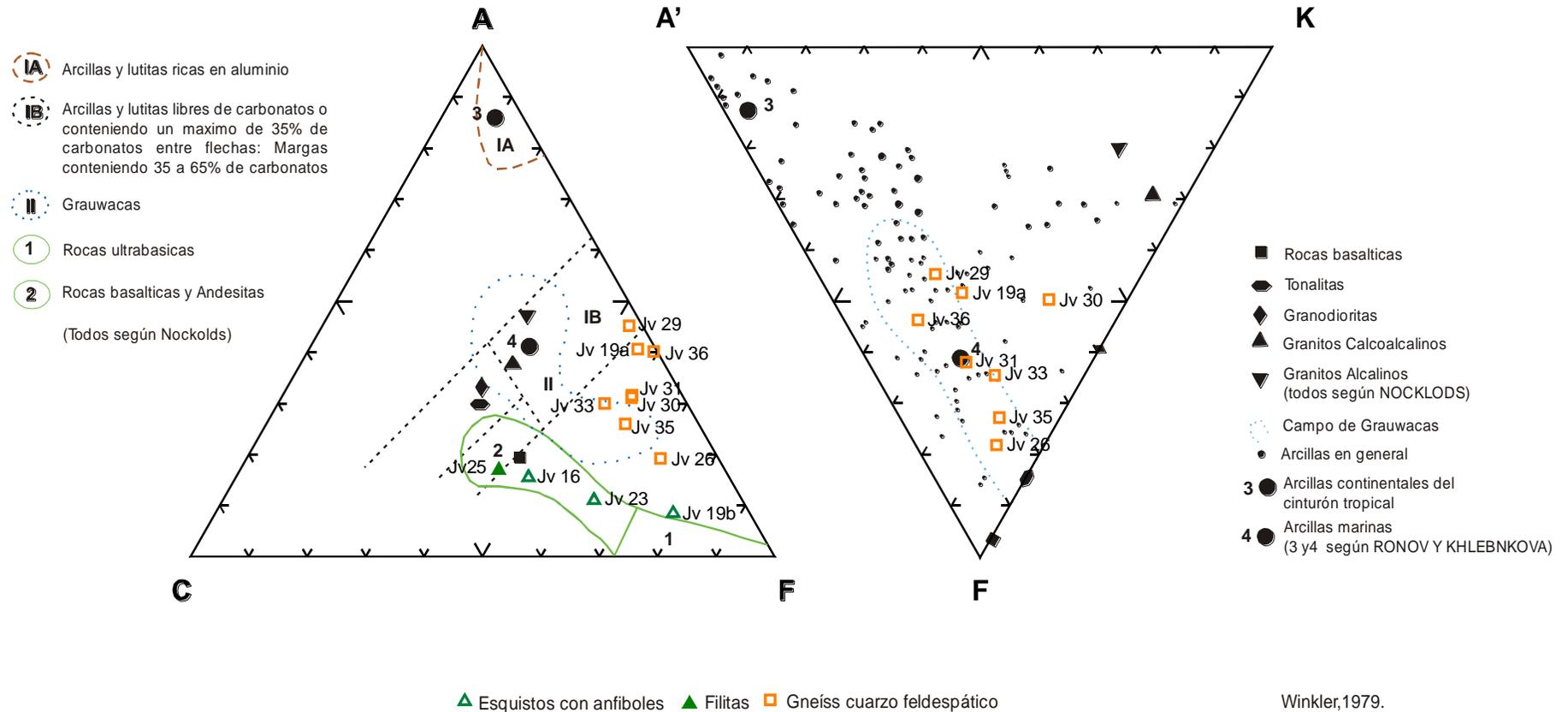


Gráfico 4.2. Situación, sobre los diagramas ACF y A'KF de las composiciones químicas diferentes rocas magmáticas y sedimentarias, nótese en el diagrama A'KF la considerable variación del parámetro K en arcillas y argilitas.

En este diagrama se puede observar las muestras Jv 23, 19b y Jv 16 pertenecientes a la unidad de los esquistos con anfíbol dentro del campo de las rocas básicas, la muestra Jv 25 representa a la unidad de filitas con alto contenido de CaO. La unidad de gneiss son rocas con alto contenido de FeO y Al₂O₃ y se puede observar en el diagrama A'KF, que esta unidad se ubica dentro del área de grauwacas y arcillas marinas.

Datos proyectados en los diagramas ACF y A'KF (Balsas - Tuen)

Tabla 4.2 Datos del diagrama ACF (Balsas – Tuen)

CODIGO	A	C	F
Jv 16	15.5	34.1	50.5
Jv 19	40.6	2.8	56.6
Jv 19b	8.7	12.7	78.6
Jv 23	11.0	25.1	63.9
Jv25	16.9	38.5	44.7
Jv 26	19.2	9.6	71.2
Jv 29	45.2	2.0	52.8
Jv 30	31.1	8.6	60.3
Jv 31	31.6	8.3	60.1
Jv 33	30.0	13.8	56.2
Jv 35	26.0	12.2	61.8
Jv 36	40.1	0.3	59.5

Tabla 4.3. Datos del diagrama A'KF (Balsas – Tuen)

CODIGO	A'	K	F
Jv 16	-60.0	25.4	134.6
Jv 19	29.1	22.8	48.1
Jv 19b	-7.9	39.9	68.0
Jv 23	-27.7	6.1	121.6
Jv25	-112.7	5.1	207.6
Jv 26	8.3	13.8	77.9
Jv 29	35.5	20.1	44.4
Jv 30	13.6	37.0	49.4
Jv 31	21.6	16.7	61.7
Jv 33	15.4	20.3	64.2
Jv 35	10.5	17.0	72.5
Jv 36	34.0	12.6	53.4

4.3.1.2. Interpretación del diagrama AFM de Thompson (1957), aplicado en la unidad del Para-gneíss cuarzo feldespático

El metamorfismo en las rocas pelíticas, a muy altas temperaturas da un número de continuas reacciones de deshidratación, lo que produce feldespato K (se puede encontrar en la fase de anatexia o punto de fusión, junto con el cuarzo y el agua). Las reacciones van ligadas por reacciones continuas que producen un ensamble característico cordierita + granate + feldespato K + biotita. Las condiciones típicas de P y T para los gneisses varia en el rango de 700 + / - 50° C, a presiones entre 2 a 5 Kbar. El ensamble granate + cordierita + feldespato K + biotita representan, las facies altas de transición de anfibolita a las facies granulitas. El ensamble a menudo indica un equilibrio a bajas condiciones de presión y agua. (Bucher & Frey, 1994, p.212)

Por lo expuesto podemos determinar según el gráfico 4.3, que inicialmente el ensamble sedimentario de las rocas pelíticas (grauwacas), con alto contenido en MgO en un inicio fueron sometidas a un metamorfismo progresivo, donde es reemplazado el ensamble sedimentario por Feldespato K + granate + biotita a una T = 680 °C. Este ensamble marca las facies de anfibolitas de alto grado en los esquistos con anfíbol. (Gráfico 4.4) A este grado de temperatura el contenido de muscovita y plagioclasa es bajo, lo que hace posible la compatibilidad del feldespato K con granate.

Bucher & Frey, (1994), p 211, afirman que cerca a los 510°C el granate se forma por la descomposición de la clorita. Por lo tanto el gneíss muestra una secuencia invertida de reacciones que desarrolla un metamorfismo retrógrado y es representado por el ensambles de clorita + muscovita + cuarzo. Este ensamble marca la facies medias de esquistos verdes a T = 460°C. (Ver Gráfico 4.5)

DIAGRAMA AFM: MUESTRA LA VARIACIÓN COMPOSICIONAL DE LOS MINERALES MÁS COMUNES

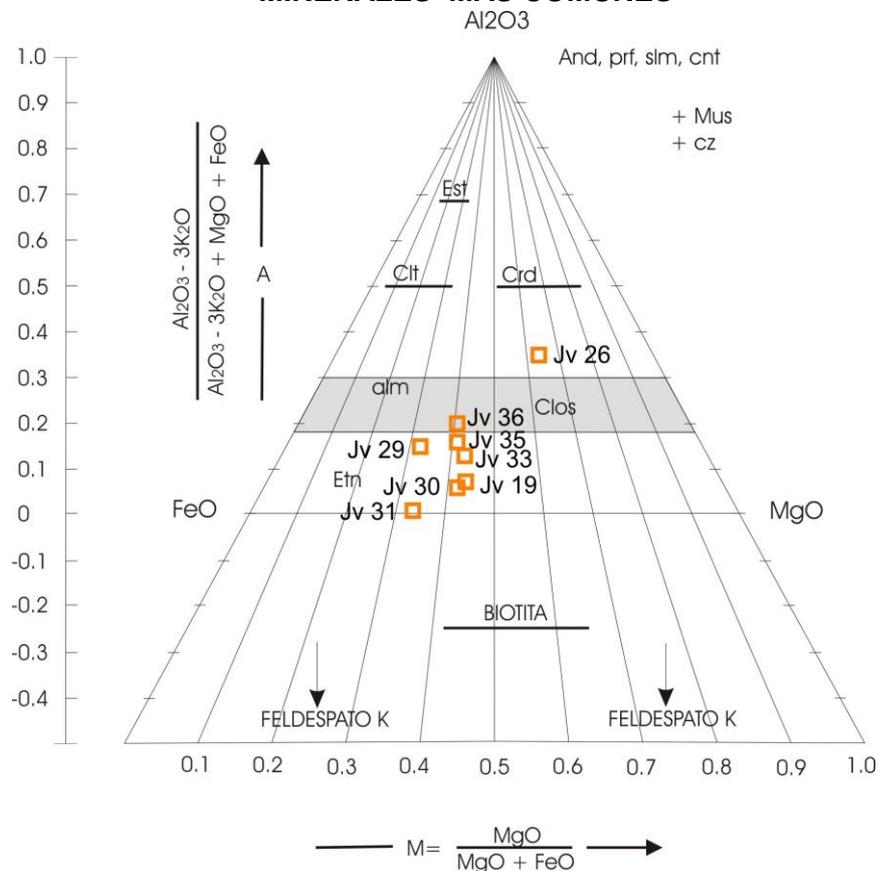


Gráfico 4.3. Los números de la izquierda son valores de la coordenada A y los de abajo son valores de la coordenada M. Los valores proyectados en este diagrama se concentran cerca a las asociaciones minerales de clorita y granate, en los gráficos 4.4 y 4.5 son representadas las asociaciones mineralógicas según al grado de temperatura al que se han formado. (Diagrama modificado por Yardley 1989, p. 61)

DIAGRAMA DE FACIES AFM - GNEÍSS CUARZO FELDESPÁTICO

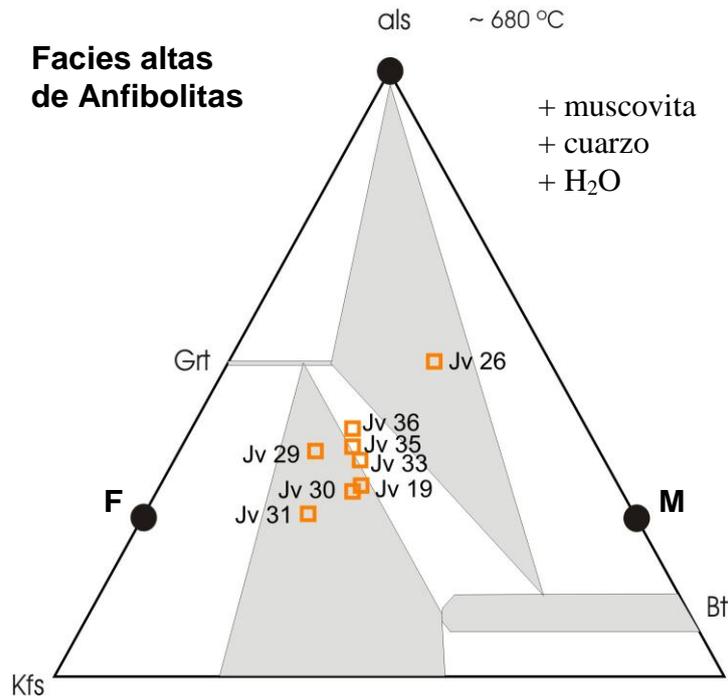


Gráfico 4.4. En este diagrama AFM, se observa los valores proyectados del Para gneiss por su composición química, estos representan la asociación mineralógica de Granate + feldespato K + biotita. La que se formó durante un metamorfismo progresivo cerca a $T=680^{\circ}\text{C}$, en las facies altas de anfibolitas. El contenido de muscovita en este grado de temperatura es muy bajo. Diagramas dibujados para una presión y temperatura distinta. (Bucher & Frey, 1994 p. 205.)

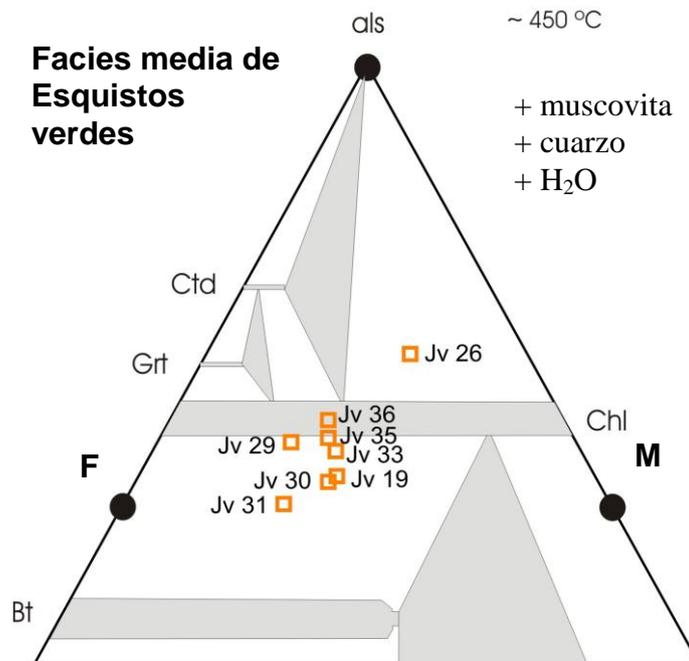


Gráfico 4.5 El Para gneiss fue sometido a un metamorfismo retrógrado, según su composición mineralógica y química las muestras han sido proyectadas en este diagrama AFM. Por la concentración de las muestras proyectadas, se determina que el ensamble mineralógico es Muscovita + clorita + cuarzo. Este ensamble representa las facies de esquistos verdes de la unidad de gneiss. En este grado de temperatura la clorita y la muscovita se forman por la alteración del granate, biotita y feldespato K. Diagramas dibujados para una presión y temperatura distinta, (Bucher & Frey, 1994 p. 205.)

Datos proyectados en el diagrama de facies AFM (Balsas - Tuen)

Tabla N° 4.4. Datos del diagrama AFM (Balsas – Tuen)

SAMPLE	A	F	M
Jv 16	-0.08	0.10	0.10
Jv 19	0.06	0.03	0.05
Jv 19b	0.00	0.02	0.02
Jv 23	-0.07	0.13	0.21
Jv25	-0.13	0.10	0.15
Jv 26	0.03	0.12	0.09
Jv 29	0.08	0.04	0.05
Jv 30	0.02	0.03	0.03
Jv 31	0.05	0.07	0.07
Jv 33	0.03	0.05	0.06
Jv 35	0.01	0.05	0.06
Jv 36	0.09	0.06	0.07

4.3.1.3 Interpretación de los diagramas de facies ACF aplicados en las unidades: Filitas verdes y Esquistos con anfíbol (Balsas – Tuen)

a) Filitas verdes

Es conveniente utilizar en el Gráfico 4.6, como referencia la **geoterma de la Cianita**, porque representa el metamorfismo regional en rocas de composición básica y los ensambles característicos de estas rocas.

Cerca a los 500°C los ensambles mineralógicos de las facies de esquistos verdes experimentan dos cambios básicos. La albita desaparece y es reemplazada por oligoclasa a anortita. En el caso de los anfíboles es favorable porque le favorece el incremento de aluminio y álcalis. Por lo tanto actinolita desaparece y es reemplazada por la hornblenda. (Bucher y Frey, 1995 p.276)

En las filitas verdes la composición mineralógica y química es rica en MgO y CaO por lo tanto es conveniente utilizar el diagrama de facies ACF (Ver Gráfico 4.6). La muestra Jv25 es representada en el triángulo N° 4, entonces esta unidad estuvo sometida a un metamorfismo de bajo grado y alta presión. Y representa un ensamble mineralógico de clorita + albita + epidota, que corresponde a las facies de esquistos verdes y se formaron a $T = 450\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $P = 4.5\text{ kbar}$.

b) Esquistos con Anfíbol

En un metamorfismo progresivo las facies de anfibolitas es caracterizada por los ensambles de los triángulos N° 6, N° 7, N° 8 del Gráfico 4.5. Los minerales de plagioclasa y anfíbol se presentan en mayor volumen que la biotita, granate y clinopiroxenos. El triángulo N° 6 es característico para una proporción central de las facies anfibolitas a una temperatura de 600°C . Aquí las anfibolitas contienen típicamente plagioclasa (andesina) + anfíboles verdes + biotita y granate. No obstante la transición de los clinopiroxenos en la ausencia de granates marca las facies altas de anfibolitas a una $T = 650^{\circ}\text{C}$. Además que en un ambiente saturado de agua, las rocas meta máficas muestran una primera evidencia estructural de fusión de las rocas con la presencia de feldespatos K. (Bucher & Frey, 1995 p. 279)

Por la composición mineralógica y química de esta unidad, se determina que estas rocas son ricas en CaO y MgO La unidad de esquistos con anfíbol Inicialmente ha sido sometida a una primera fase de metamorfismo progresivo. Presenta un ensamble mineralógico inicial de plagioclasa (andesina) + anfíbol (hornblenda) + biotita, el que corresponde a las facies anfibolitas a $T = 600 - 650^{\circ}\text{C}$ y $P = 6 - 6.5\text{ kbar}$.

Durante esta primera fase de metamorfismo esta unidad también fue sometida a un metamorfismo retrógrado, por presentar un segundo ensamble de clorita + anfíbol (actinolita) + plagioclasa (albita). Para determinar las facies metamórficas se considera que la albita y la actinolita

a 500°C son reemplazadas por la oligoclasa y hornblenda respectivamente y la presencia de clorita se da por la alteración de la plagioclasa. Por lo expuesto se determina que esta unidad sufrió un retrometamorfismo en la facies de esquistos verdes a $T = 450^{\circ}\text{C}$ y $P = 3\text{Kbar}$.

REPRESENTACIÓN DE LAS FACIES VERDES EN LAS FILITAS VERDES Y EN LOS ESQUISTOS CON ANFÍBOL (BALSAS - TUEN)
 METAMORFISMO DE ROCAS MÁFICAS (META BASALTOS) REPRESENTADOS POR LOS DIAGRAMAS ACF

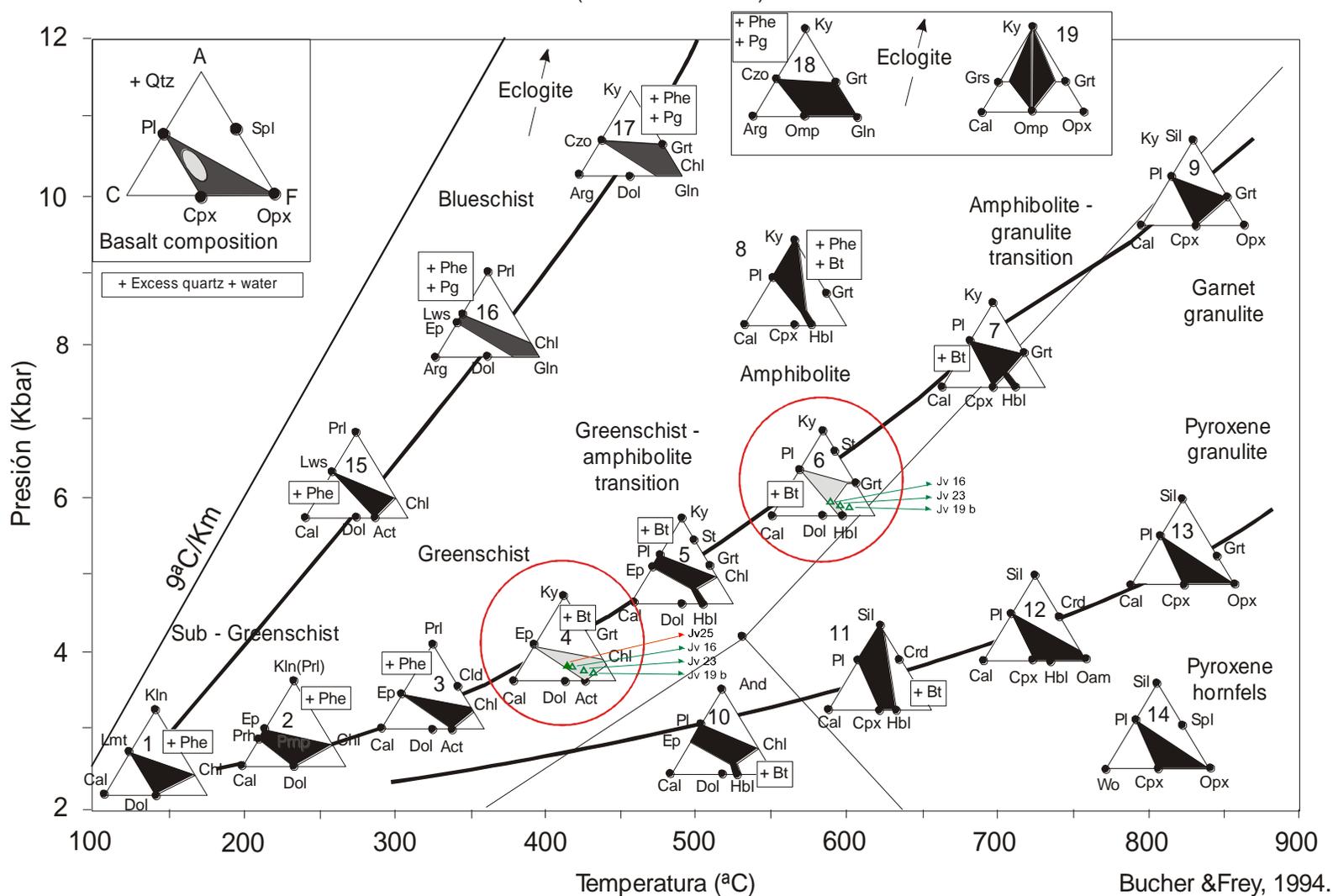


Gráfico 4.6. Este diagrama nos permite determinar el grado y las facies metamórficas según el ensamble mineralógico y composición química de estas rocas a lo largo del geotermo de la Cianita. La muestra Jv 25 corresponde a la unidad de filitas negras y es representada en el triángulo N° 4 según la proyección de los datos geoquímicos representa el ensamble Clorita + anfíbol (actinolita) + plagioclasa (albita) y define que esta unidad se formó en las facies de esquistos verdes. Las muestras Jv 16, Jv 23, Jv 19b corresponden a la unidad de los esquistos con anfíbol. En el triángulo N° 6 es representado el ensamble Anfíbol (hornblenda) + plagioclasa + biotita que corresponde a las facies de anfibolitas y en el triángulo N° 4 es representado el ensamble Clorita + plagioclasa (albita) + anfíbol (actinolita), el que corresponde a las facies de esquistos verdes.

4.3.1.4 Diagrama de Facies Metamórficas (Balsas - Tuen)

En este diagrama son representadas las facies descritas de cada unidad del área de estudio Balsas - Tuen (Ver Gráfico 4.7). Se determina que las unidades de Para gneíss y Esquistos con anfíbol inicialmente fueron sometidas a un metamorfismo progresivo en las facies de anfibolitas y posteriormente fueron sometidas a un metamorfismo retrógrado dentro de las facies de esquistos verdes. Las Filitas también se encuentran en las facies de esquistos verdes.

a) Para - gneíss

Fase₁ Metamorfismo progresivo - Facies Anfibolitas.

Ensamble Granate + feldespato K + biotita.

T = 680°C y P = 5 Kbar

Fase₂ Metamorfismo retrógrado – Facies de Esquistos verdes

Ensamble Muscovita + clorita + cuarzo

T = 450 – 460°C y P = 2.5 - 3 Kbar.

b) Filitas verdes

Fase₂ Metamorfismo progresivo – Facies de Esquistos verdes

Ensamble Clorita + anfíbol (actinolita) + plagioclasa (albita)

T_{máx.} = 450°C y P = 5 Kbar.

c) Esquistos con Anfíbol

Fase₁ Metamorfismo progresivo – Facies Anfibolita

Ensamble Anfíbol (Hornblenda) + plagioclasa (andesita) + biotita

T = 600 – 650°C y P = 5.7 Kbar.

Fase₂ Metamorfismo retrógrado – Facies Esquistos verdes

Ensamble Anfíbol (actinolita) + plagioclasa (albita) + clorita + esfena

T_{mín.} = 400°C y P = 4 Kbar.

DISTRIBUCIÓN DE LAS DIFERENTES FACIES METAMÓRFICAS SOBRE UN DIAGRAMA DE P - T (BALSAS – TUEN)

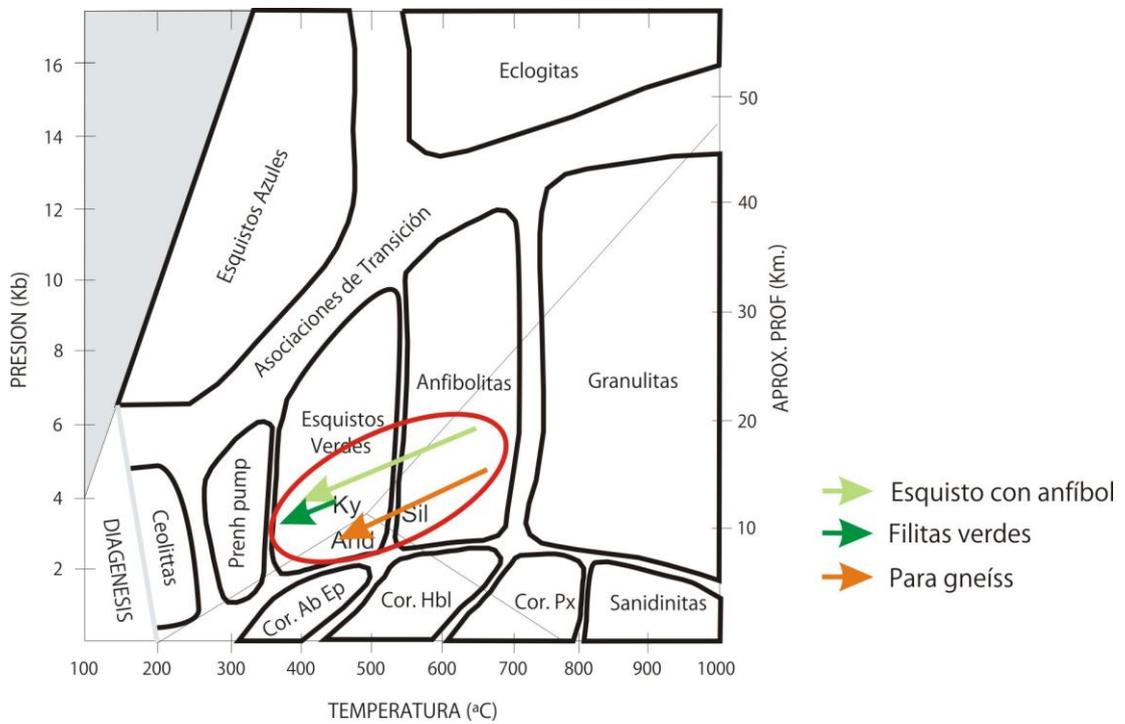


Gráfico 4.7. En este gráfico son representadas las facies de cada unidad metamórfica del área de Balsas – Tuen. Las unidades Esquistos con anfíbol y el Para gneíss se encuentran entre las facies de Anfibolitas (Metamorfismo progresivo) y Esquistos verdes (Metamorfismo retrógrado). La unidad de las filitas se encuentra en las facies de Esquistos verdes. La presión varía en cada unidad. La calibración que aparece en las escalas de presión y temperatura de la figura sirve de ejes en el gráfico.

Nota: Es una adición muy posterior, por Yardley, 1989, pág.50).

4.3.1.5 Diagrama del Grado de Metamorfismo (Balsas – Tuen)

Este diagrama representa la división aproximada del metamorfismo según el concepto de grado metamórfico. Winkler, (1979). Este diagrama nos permite comparar las rocas dentro de una misma secuencia de metamorfismo progresivo de un área determinada. El grado metamórfico es un indicador cualitativo de las condiciones físicas, que han operado durante la formación de las rocas metamórficas. (Gráfico 4.8)

En este diagrama se representa el grado de metamorfismo del área de Balsas – Tuen. Durante dos fases de metamorfismo el grado metamórfico varió, de medio a bajo grado. En una primera fase de metamorfismo se formó el Para gneíss producto de un metamorfismo de grado medio. Posterior a esta fase, la unidad de Para gneíss fue sometida a un metamorfismo retrógrado de bajo grado en conjunto a la unidad de esquistos con anfíbol y filitas verdes.

DIVISIÓN APROXIMADA DEL GRADO METAMORFICO (BALSAS – TUEN)

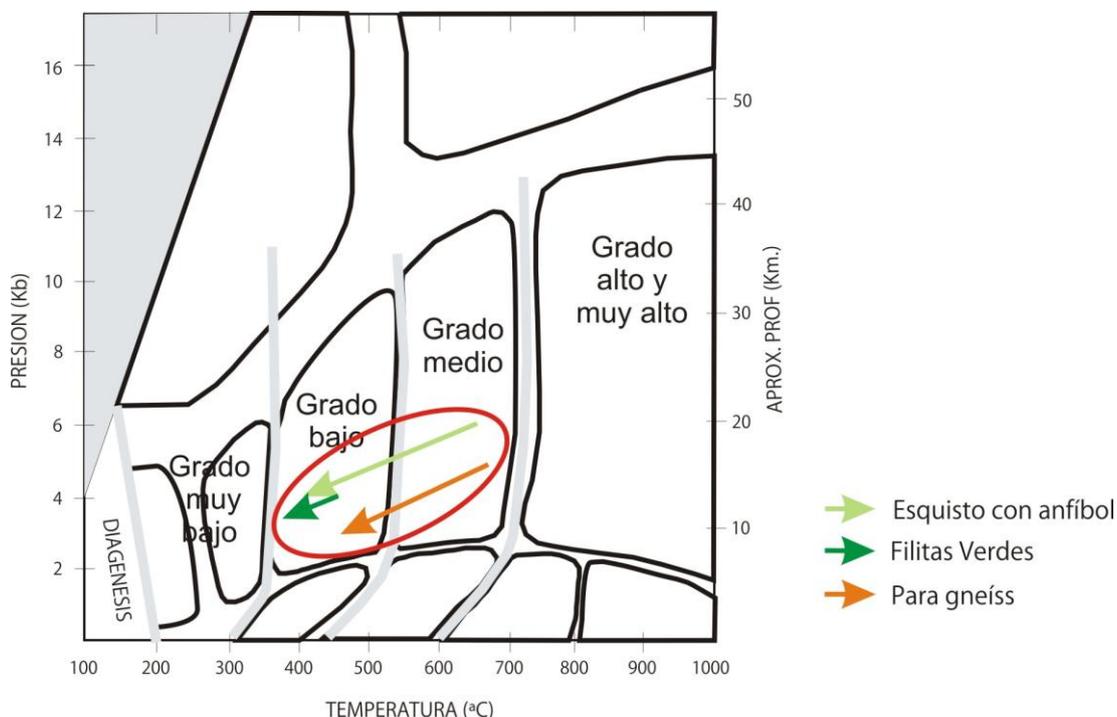


Gráfico 4.8 División aproximada del metamorfismo según el concepto del grado metamórfico, Winkler (1979). En este diagrama es representado el grado de metamorfismo que sufrieron las diferentes unidades del área de Balsas, las cuales corresponden a diferentes facies metamórficas. La unidad del Para gneíss y de las anfíbolitas varía de grado medio a bajo grado de temperatura por el retrometamorfismo al que fueron sometidas estas rocas. Las filitas se han formado en un metamorfismo de bajo grado de temperatura.

4.3.2 ESTUDIO GEOQUÍMICO DEL AREA PUCARA CALEMAR

El estudio geoquímico del área Pucara – Calemar está conformada por rocas ricas en arcillas. La mineralogía en conjunto con la composición química nos permitirá aplicar los diagramas ternarios ACF y A'KF, para determinar los posibles protolitos. Porque estos diagramas nos permiten reconocer las composiciones sedimentarias y magmáticas de las rocas. El procedimiento es el mismo que se realizó en las unidades metamórficas del área de Balsas – Tuen.

Los análisis químicos de estas rocas son proyectados en los diagramas ACF y A'KF. (Gráfico 4.9) La utilización del esquema de cálculo para las proyecciones de las muestras es explicada en la parte inicial del presente capítulo.

Para determinar las facies metamórficas son utilizados los diagramas ACF y las redes petrogenéticas de los sistemas FASH, KFMASH, NKMFASH. Cada diagrama se utiliza según correspondan los ensambles mineralógicos del estudio petrográfico y la composición química de las unidades metamórficas de Pucara – Calemar. (Tabla 4.5)

Estos diagramas son utilizados porque en la actualidad se han desarrollado técnicas experimentales para el estudio de los equilibrios de fases mineralógicas a altas presiones y temperaturas, donde se aprecian las condiciones de formación de muchas asociaciones minerales. Por lo tanto una forma más simple y al mismo tiempo más fiable de determinar, las condiciones de P – T de formación de una asociación mineral particular es, comparándola con los diagramas de P-T denominados redes petrogenéticas. Donde la intersección de las curvas univariantes en puntos invariantes permite definir las condiciones de estabilidad de asociaciones minerales particulares. (Bucher & Frey, 1994, p.193)

Tabla N° 4.5 Resultado de los Análisis Químicos de Elementos Mayores o Roca total. (Pucara – Calemar)

CODIGO DE MUESTRA	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	FeO	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O 105 °C	PxC
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Jv 66	48.3	13.6	4.50	0.16	1.66	12.55	3.89	3.07	0.17	4.35	0.51	0.51	5.70
Jv 67c	37.6	11.3	0.64	0.23	< 0,01	5.16	19.3	4.31	0.34	2.89	0.10	0.25	16.89
Jv 68b	56.7	10.8	0.87	0.31	0.67	7.05	7.21	2.94	2.07	1.42	0.30	0.48	8.25
Jv 68c	49.8	15.4	1.50	0.30	0.01	9.80	2.82	8.97	0.67	3.65	0.19	0.13	5.71
Jv 68d	48.1	14.6	1.36	0.16	0.21	8.16	7.43	9.71	3.45	1.05	0.08	0.40	4.95
Jv 70	59.0	12.4	1.00	0.13	0.41	6.88	4.38	6.81	1.75	2.40	0.06	0.25	3.84
Jv 90	60.9	18.0	0.98	0.09	1.71	3.95	0.42	2.26	5.86	1.33	0.20	0.16	3.41
Jv 89	56.0	14.7	0.55	0.16	3.13	1.55	6.96	1.38	5.49	0.25	0.23	0.18	9.18
Jv 88	69.0	12.7	0.69	0.08	1.29	2.84	1.85	1.07	4.33	2.68	0.21	0.06	3.00
Jv 86c	67.0	13.4	0.55	0.11	2.24	3.27	1.71	1.23	4.30	2.51	0.22	0.22	3.18
Jv 86 ^a	84.5	7.34	0.21	0.03	0.81	1.12	0.40	0.38	2.64	0.30	0.03	0.12	1.98
Jv 86b	79.2	4.27	0.14	0.20	2.15	1.03	3.53	1.88	1.45	0.38	0.32	0.18	5.17
Jv 71	85.8	6.00	0.21	0.06	1.47	1.03	1.02	0.47	1.64	0.55	0.05	0.15	1.46
Jv 76	62.2	18.5	1.01	0.05	0.16	6.88	0.23	1.60	3.10	0.66	0.14	0.34	4.23
Jv 77	85.3	6.4	0.58	1.07	2.24	<0,01	0.16	0.32	1.06	0.53	0.06	0.23	1.58
Jv 82b	69.5	12.3	0.63	0.07	1.10	2.92	1.59	1.48	4.90	2.04	0.21	0.14	2.90
Jv67a	64.2	13.9	0.75	0.19	1.55	8.59	0.25	2.18	3.10	0.34	0.67	0.27	3.61
Jv91	74.3	10.8	0.69	0.05	1.01	3.78	0.97	1.88	2.10	1.18	0.10	0.18	2.49
Jv73a	75.0	12.3	0.47	0.01	0.66	3.01	0.46	0.81	2.57	0.43	0.26	0.26	3.72
Jv73b	62.6	19.1	0.74	0.03	1.26	4.47	0.11	1.41	3.71	0.74	0.09	0.46	4.72
Jv78	58.2	22.2	0.77	0.06	1.07	5.84	0.24	1.48	4.02	0.59	0.27	0.54	4.32
Jv81	61.3	19.6	0.95	0.04	3.96	2.23	0.42	2.40	4.33	1.49	0.09	0.22	2.56



Mayor valor



Menor valor



Valor erróneo

4.3.2.1 Interpretación del diagrama ACF y A'KF del Área Pucara – Calemar

Estos diagramas son aplicados combinando el análisis químico como la composición modal determinada en el estudio petrográfico. Para tal efecto los diagramas ACF y A'KF nos permiten determinar y corroborar las rocas pre - metamórficas de las unidades estudiadas en el estudio petrográfico. (Gráfico 4.9) Los datos obtenidos que son proyectados en los diagramas ACF y A'KF se muestran en valores moleculares en las tablas N° 4.5 y 4.6.

Las muestras de la unidad inferior de las **Filitas negras** no son proyectadas en el diagrama ACF, por el alto porcentaje de fósforo que poseen estas rocas. Sin embargo en el diagrama A'KF si son proyectadas. Se sitúan cerca al campo de arcillas continentales, por su composición rica en FeO, Al₂O₃ y por su bajo contenido en K₂O. Por lo tanto el diagrama A'KF (Gráfico 4.8) nos permite determinar que las rocas se han formado en sedimentos finos de composición intermedia. Entonces el protolito corresponde a **rocas sedimentarias clásticas denominadas lutitas**.

Los Meta conglomerados se ubican en el campo de las arcillas, en ambos diagramas ACF y A'KF con valores altos en K₂O, Al₂O₃ y FeO a excepción de la muestra Jv 86b. Esta muestra posee valores altos en CaO, MgO y FeO y está compuesta por detritos de cuarzo con cemento silíceo y minerales opacos. Esto nos permite determinar que el protolito corresponde a **rocas sedimentarias clásticas denominadas arenitas o areniscas cuarzosas**.

Los Mica esquistos cuarzosos se sitúan ampliamente en ambos diagramas, cerca a los campos de arcillas marinas y grauwas. Por su alto contenido en Al₂O₃, MgO y K₂O, e nos permite determinar que está unidad se ha formado por sedimentos arcillosos. Por lo tanto el protolito corresponde a **rocas sedimentarias clásticas denominadas limolitas**.

Los Meta volcánicos o esquistos verdes son proyectados solo en el diagrama ACF, en el campo de rocas volcánicas básicas. Estas rocas poseen alto contenido en CaO y MgO. Por lo tanto el protolito corresponde a **rocas ígneas volcánicas básicas clasificadas como andesitas.**

DIAGRAMAS ACF Y A'KF (PUCARA - CALEMAR)

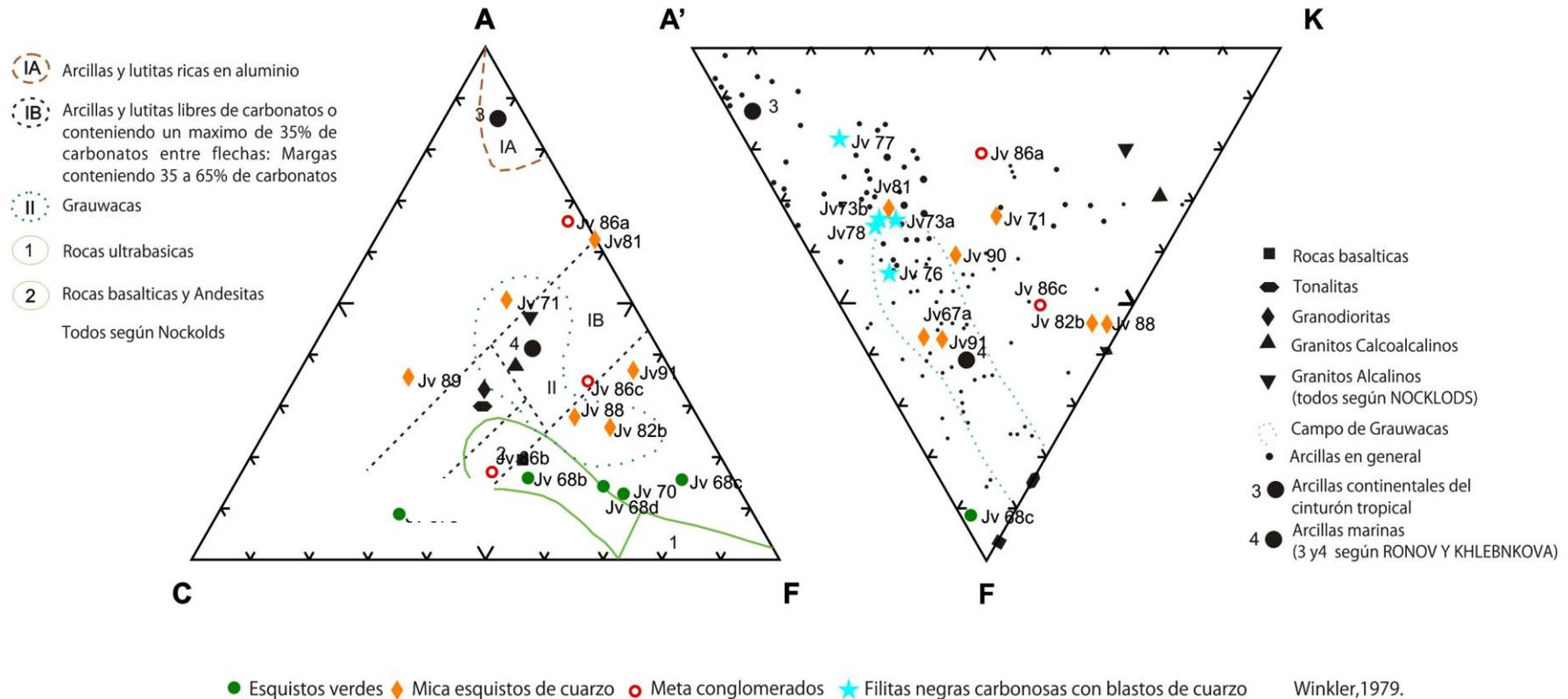


Gráfico 4.9. Las muestras han sido divididas según su paragénesis mineral, lo que nos permite determinar los protolitos de estas unidades metamórficas. En el caso de las muestra Jv 67c, esta no es proyectada porque la roca se encuentra muy alterada. Las muestra Jv 86b, 86a, 86c, representan a la unidad de meta conglomerados. Ellas se encuentran muy separadas por sus altos porcentaje en minerales opacos ($FeO + Fe_3O_2 + Ti_2O$). Sin embargo las muestras que representan a la unidad de meta – basaltos se presentan concentrados en el campo 2 de rocas basálticas. Las muestras que representan a las filitas solo han sido proyectadas en el diagrama A'KF por su alto contenido en P_2O_5 y bajo en CaO y derivan de lutitas. Las muestras de los mica esquistos se encuentran un poco dispersas pero se puede observar que en ambos diagramas se encuentra cerca al campo de arcillas marinas. 91

Datos Proyectados en los Diagramas ACF y A'KF (Pucara – Calemar)

Tabla 4.6. Datos del diagrama ACF (Pucara – Calemar)

CODIGO	A	C	F
Jv 66	16.8	14.8	68.4
Jv 67c	8.9	60.2	30.9
Jv 68b	15.9	34.8	49.3
Jv 68c	15.6	8.8	75.6
Jv 68d	14.3	22.8	62.9
Jv 70	14.2	18.8	67.0
Jv 90	47.7	-1.1	53.4
Jv 89	35.6	45.3	19.1
Jv 88	27.8	20.9	51.2
Jv 86c	34.8	15.2	50.0
Jv 86a	65.9	3.0	31.0
Jv 86b	17.1	40.4	42.6
Jv 71	50.7	21.1	28.3
Jv 76	50.9	-1.6	50.7
Jv 77	83.1	-6.6	23.5
Jv 82b	25.8	15.9	58.3
Jv67a	38.8	-6.5	67.7
Jv91	36.9	6.4	56.7
Jv73a	61.5	-2.2	40.7
Jv73b	61.5	-2.3	40.8
Jv78	61.1	-2.6	41.5
Jv81	62.4	0.2	37.4

Tabla 4.7. Datos del diagrama A'KF (Pucara – Calemar)

CODIGO	A'	K	F
Jv 66	-2.1	0.8	101.3
Jv 67c	255.8	-3.2	-152.6
Jv 68b	-60.3	18.8	141.5
Jv 68c	7.1	1.8	91.1
Jv 68d	-14.7	11.0	103.7
Jv 70	-7.3	7.3	100.1
Jv 90	35.0	24.6	40.3
Jv 89	-38.9	76.0	62.9
Jv 88	2.6	43.6	53.8
Jv 86c	15.8	34.1	50.1
Jv 86^a	40.6	38.9	20.5
Jv 86b	-113.9	47.8	166.1
Jv 71	31.9	35.3	32.7
Jv 76	44.5	11.5	44.0
Jv 77	66.1	16.1	17.8
Jv 82b	5.2	41.2	53.7
Jv67a	32.5	11.2	56.4
Jv91	29.1	14.1	56.7
Jv73a	48.6	17.8	33.6
Jv73b	51.5	15.1	33.4
Jv78	51.5	13.7	34.8
Jv81	51.0	17.8	31.2

4.3.2.2 Interpretación de las Redes Petrogenéticas FASH, KNFASH, KFASH aplicado en las Filitas negras, Meta conglomerados y Mica Esquistos, para determinar las facies metamórficas.

a) Filitas Negras

En la unidad de filitas negras se conoce la composición mineralógica mediante el análisis de difracción de rayos X de las muestras Jv 73a, Jv73b Jv 78 y la composición química por elementos mayores. Más no se conoce las asociaciones mineralógicas de estas rocas por su alto contenido de minerales opácos. Esto nos permite establecer una asociación mineralógica para definir la facies metamórfica de esta unidad. Por lo tanto **sugerimos** tomar en consideración que esta unidad posee valores altos de SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , Fe_3O_2 y FeO ; (Tabla 4.4) esto nos permite clasificar a esta unidad en el sistema KFASH. También se tiene en cuenta que el metamorfismo en sedimentos pelíticos empieza con rocas en un máximo grado de saturación y que las lutitas poseen valores altos en Mg, Fe y cuarzo. Por lo tanto se **sugiere** utilizar la red petrogenética en el sistema KNFASH para representar el sistema de equilibrio de KFASH en esta unidad. **(Debemos saber que los parámetros indicados en el diagrama KNFASH se utiliza solo si los minerales se encuentran en reacción, en este caso se desconoce por el alto contenido de minerales opácos en estas rocas)**

Bucher & Frey (1994, p.202), consideran que en el diagrama KNFASH, las rocas se encuentran saturadas por agua y cuarzo. (Ver Gráfico 4.10) Y en la reacción N° 21 el ensamble sedimentario de feldespato K + clorita es reemplazado por biotita + muscovita. La biotita es rica en Fe (a menudo verde bajo el microscopio). Para la interpretación también consideramos el porcentaje de la composición mineralógica del resultado de difracción de rayos X en estas rocas para dar una mejor interpretación.

Por lo tanto la reacción N° 21 en el sistema KFASH, nos permite considerar que las filitas fueron sometidas a un metamorfismo progresivo de

bajo grado. Alcanza una $T = 400^{\circ}\text{C}$ y $P = 3.7$ Kbar, que corresponde a las facies de esquistos verdes y el ensamble mineralógico es representado por lo observado en microscopio y por los altos porcentajes de muscovita, clorita y cuarzo de los resultados de difracción de rayos X en estas rocas, como: muscovita + clorita + minerales opacos (hematita) + cuarzo.

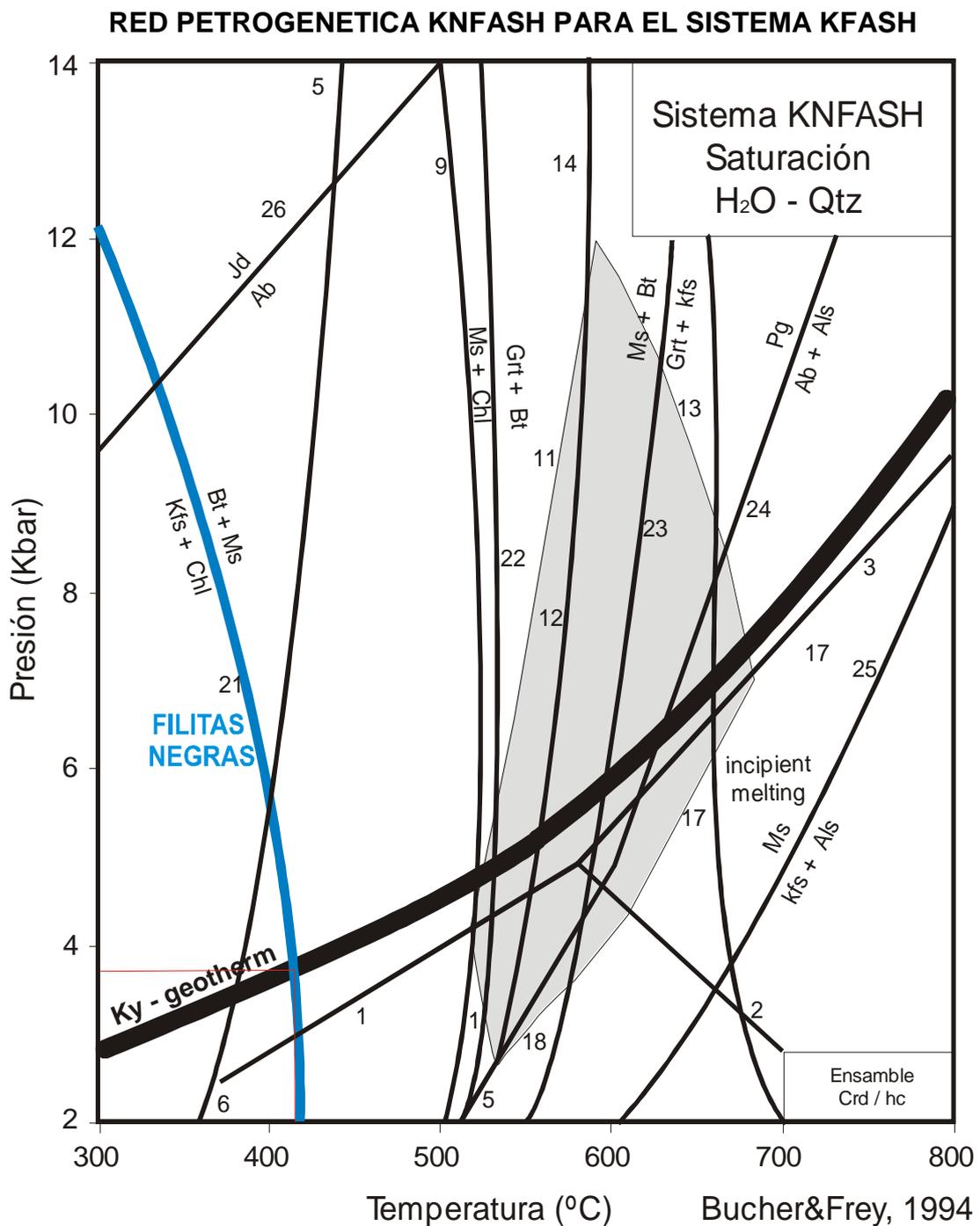


Gráfico 4.10 En este diagrama es representada la unidad de Filitas negras por sus altos porcentajes en FeO , K_2O , Al_2O_3 , SiO_2 y H_2O . El alto contenido de mica, clorita y minerales opacos, nos permite representar el ensamble de muscovita + clorita + minerales opacos + cuarzo de la unidad de las Filitas negras. El ensamble corresponde a la reacción N° 21.a lo largo del geoterma de la Cianita.

b) Meta Conglomerados

Bucher & Frey (1994, p. 198) consideran que cerca a los 220°C las metapelitas ricas en Fe contienen un ensamble de clorita + cloritoide + cuarzo y cerca de los 300°C la clorita reacciona con la hematita produciendo magnetita y cloritoide. Por lo que la clorita es moderadamente más abundante que los óxidos de Fe en las filitas de bajo grado. Y se tiene en cuenta que la hematita será consumida por la magnetita, en la reacción N° 8.

La unidad de **Meta conglomerados** en su composición química posee altos porcentajes de SiO₂, FeO, Al₂O₃, K₂O y en su composición mineralógica esta compuesta por cuarzo y minerales opácos. Por lo expuesto es superficialmente determinado el grado de metamorfismo. En este caso se hace uso de la red petrogenética en el sistema FASH. La línea N° 7 (Ver Gráfico 4.11) representa la reacción de cloritoide + cuarzo + H₂O y en la línea N° 8 es representada la reacción de clorita + hematina. Esto nos ayuda a definir el ensamble de esta unidad de cuarzo + minerales opácos (hematita) + H₂O, entre la reacción N° 7 y N° 8. Por lo tanto solo se **sugiere** que el grado de metamorfismo que sufrieron estas rocas fue de bajo grado probablemente se dió a una T = 320° y P = 3 Kbar en la facies de Esquistos verdes a Sub esquistos verdes.

RED PETROGENÉTICA EN EL SISTEMA FASH

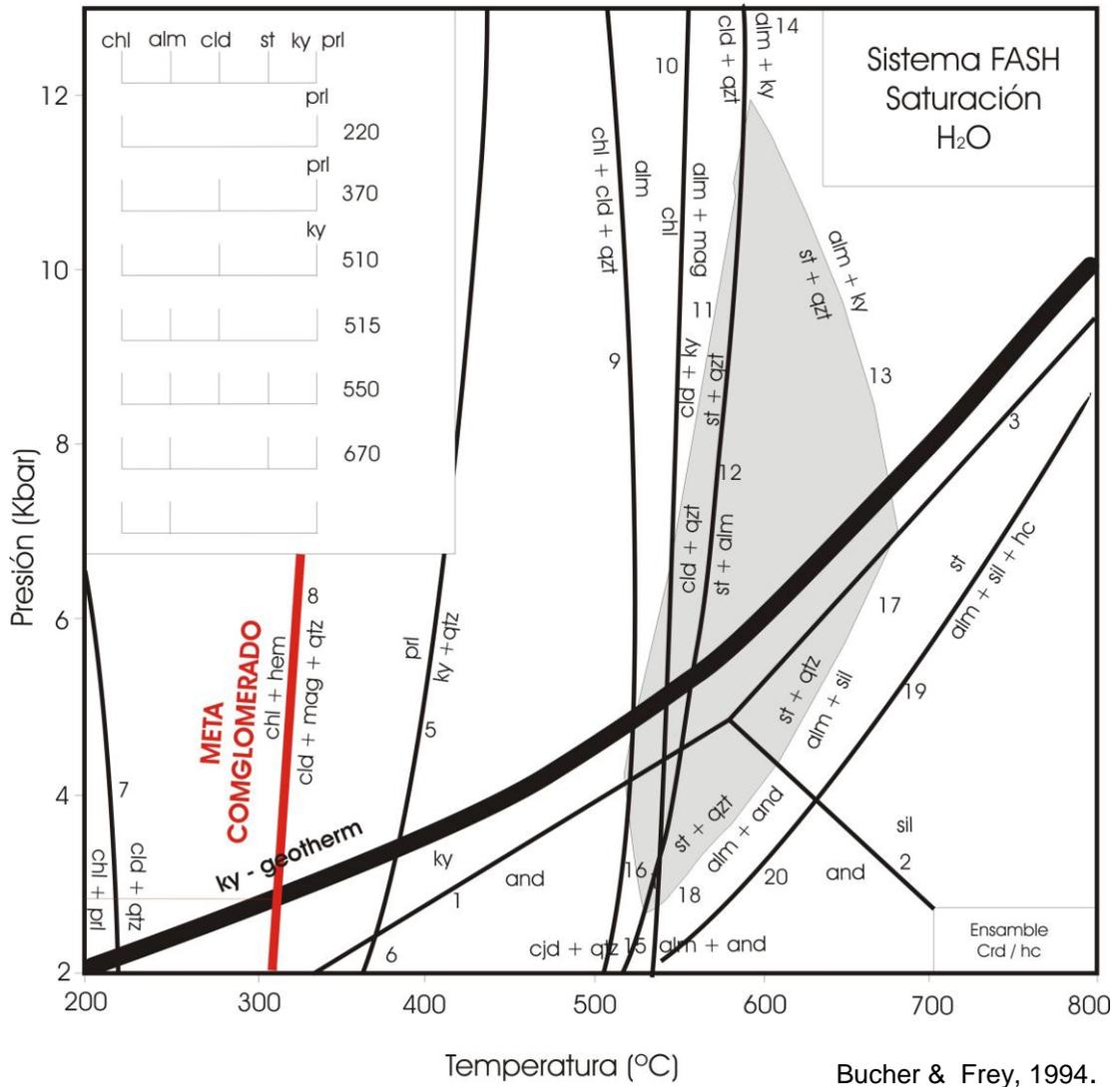


Gráfico 4.11.- En este diagrama es representada la unidad de los meta conglomerados, por sus altos porcentajes en FeO, Al₂O₃, SiO₂ y H₂O. Cerca a la línea N° 8 es representada el ensamble de Cuarzo + minerales opacos (hematita) + H₂O. La intersección de la cianita con la línea que representa la reacción N° 8 nos ayuda a definir que las filitas negras se han formado cerca a una temperatura de 320°C y presión cerca de 3 Kbar.

c) Mica Esquistos Cuarzosos

La unidad de mica esquistos cuarzosos es representada en la red petrogenética KNFASH, por su composición mineralógica y sus altos porcentajes en SiO₂, K₂O, FeO, NaO, y MgO. (Tabla 4.4).

Se considera que la reacción (22) limita la presencia de la clorita y el exceso de muscovita en estas rocas. (Bucher & Frey, 1994, p.203) La reacción N° 9 del sistema KNFASH (Ver Gráfico 4.12) nos permite representar el ensamble mineralógico de cuarzo + clorita + muscovita en esta unidad. Esto nos permite definir que estas rocas fueron sometidas a un metamorfismo progresivo a $T_{\text{máx.}} = 510^{\circ}\text{C}$ y $P = 5 \text{ Kbar}$, en la facies de transición de Esquistos verdes y Anfibolita.

RED PETROGENETICA EN EL SISTEMA KNFASH

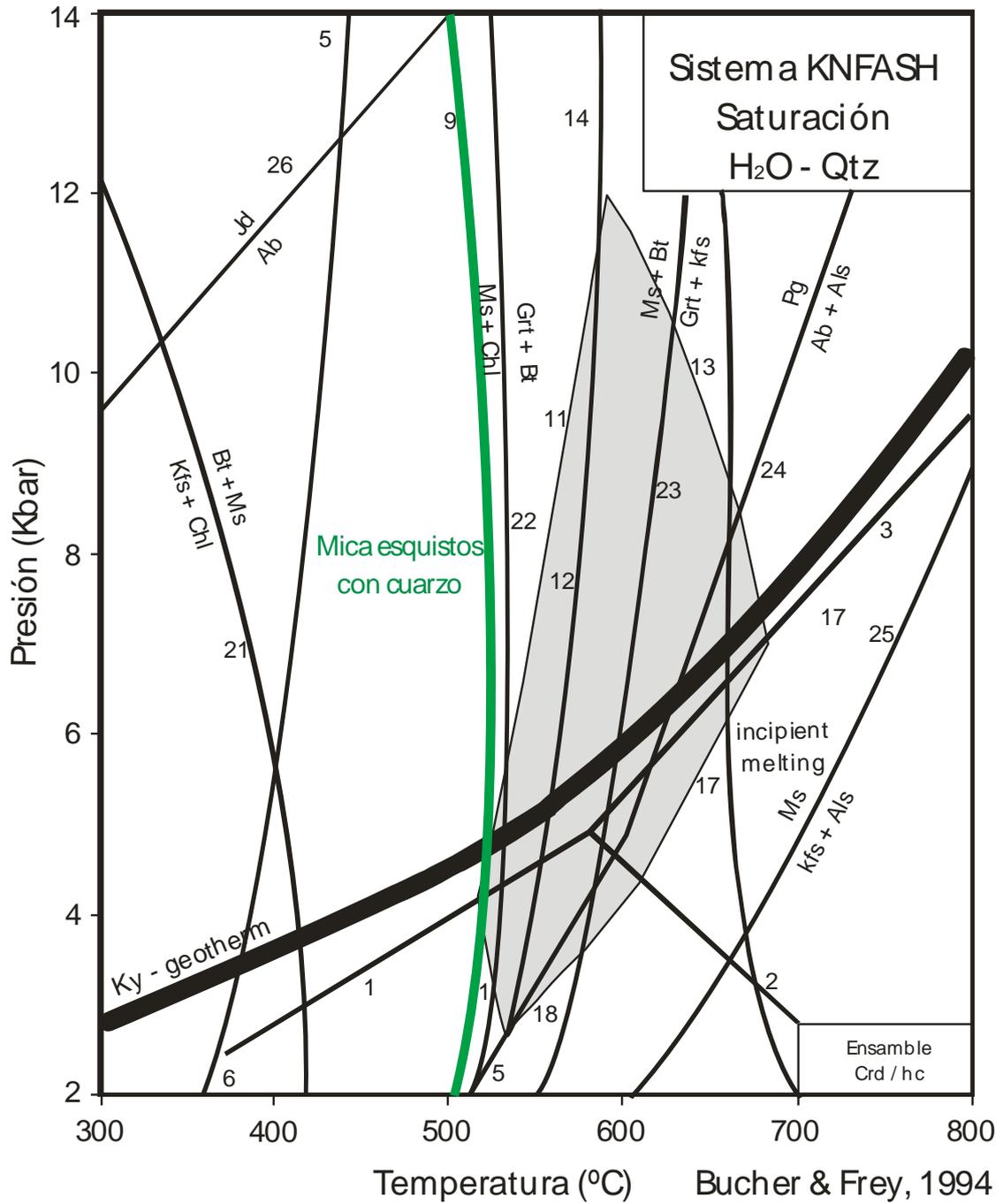


Gráfico 4.12 La unidad de Mica esquistos cuarzosos es representada en la red petrogenética KNFASH en la reacción N° 9, porque posee valores altos de Al₂O₃, K₂O, Na₂O, FeO y por el exceso de muscovita y clorita en estas rocas.

4.3.2.3 Interpretación del diagrama de facies ACF aplicado en la unidad de Meta- Volcánicos (Pucara – Calemar)

Para determinar las facies metamórficas de la unidad de los esquistos verdes o meta volcánicos se utilizan los diagramas de facies ACF. (Ver Gráfico 4.13) En base a su contenido mineralógico y composición química, se sigue el mismo procedimiento que se realizó en la clasificación de las facies de las rocas básicas del área Balsas - Tuen.

Bucher & Frey (1994) afirman que, a lo largo del geotermograma de la Cianita a 400°C las biotitas aparecen por primera vez reemplazando a las micas blancas de K. Bajo el microscopio toman una coloración verdosa en un metamorfismo progresivo, la mica blanca de K pasa a ser solo sericita y la actinolita a más de 400°C es reemplazada por la hornblenda y la albita es reemplazada por oligoclasa.

Por lo expuesto la unidad de meta volcánicos es rico en CaO, MgO, FeO y NaO. En el triángulo N° 4 del gráfico 4.13, nos permite corroborar mediante el análisis químico y mineralógico que inicialmente el ensamble mineralógico de los meta volcánicos es reemplazada por plagioclasa (oligoclasa) + anfíbol (hornblenda) + epidota + biotita. Por lo tanto esta unidad fue sometida a un metamorfismo progresivo de bajo grado a una de $T = 450\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $P = 4\text{ Kbar}$ que corresponde a las facies de Esquistos verdes.

Durante esta primera fase de metamorfismo esta unidad fue sometida a un metamorfismo retrógrado. En el triángulo N° 3 del Gráfico 4.1 nos es posible representar el ensamble de Anfíbol (actinolita) + plagioclasa (albita) + clorita + calcita de los meta volcánicos. Este ensamble se desarrollo a una $T = 350\text{ }^{\circ}\text{C}$ y $P = 3\text{ Kbar}$ y corresponde a las facies de Esquistos verdes.

REPRESENTACIÓN DE LAS FACIES METAMÓRFICAS EN LOS META - VOLCÁNICOS O ESQUISTOS VERDES (PUCARA - CALEMAR)

METAMORFISMO DE ROCAS MÁFICAS (META BASALTOS) REPRESENTADOS POR LOS DIAGRAMAS ACF

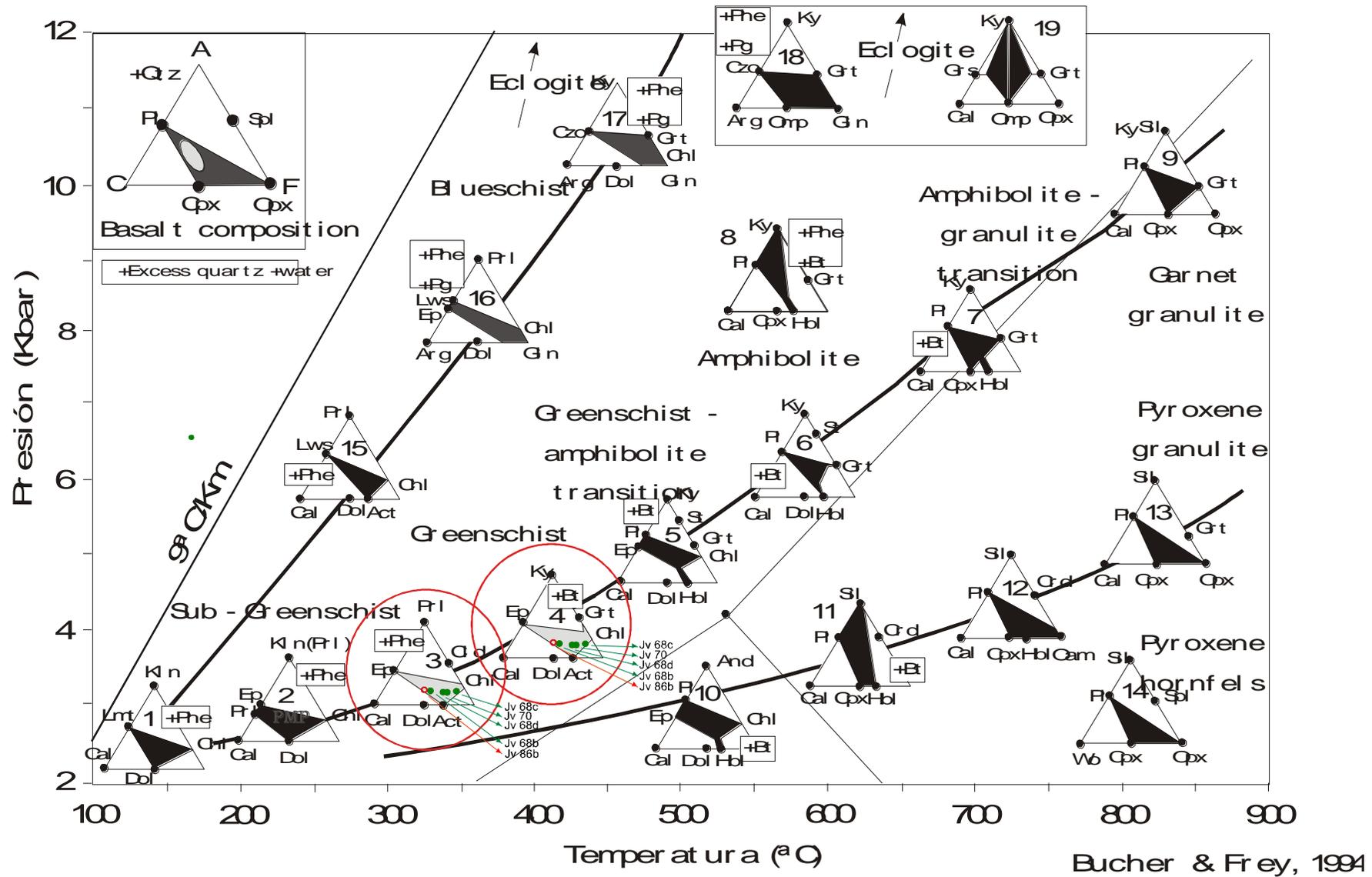


Gráfico4.13. En este diagrama es representado el diagrama ACF de los meta - volcánicos en los triángulos N° 3 y N° 4, según a su ensamble mineralógico y composición química. La unidad de meta basaltos inicialmente sufrió un metamorfismo progresivo a 450°C, por el ensamble de Plagioclasa + anfíbol + epidota, posteriormente este ensamble fue reemplazado por el ensamble de Clorita + plagioclasa + actinolita, producto de un metamorfismo retrógrado.

4.3.2.4 Diagrama de Facies Metamórficas (Pucara – Calemar)

Este diagrama representa la distribución de las diferentes facies metamórficas sobre un diagrama de P –T. (Yardley, 1989 p. 50)

En este diagrama son representadas las facies descritas de cada unidad del área de estudio Pucara – Calemar. (Gráfico 4.14)

a) Filitas negras



Fase₁ Metamorfismo progresivo - Facies de Esquistos verdes
.Ensamble muscovita + clorita + cuarzo.
T = 400°C y P = 3.7 Kbar.

b) Meta conglomerados



Fase₁ Metamorfismo progresivo – Facies de Esquistos verdes
Ensamble cuarzo + minerales opácos.
T = 320° y P = 3 Kbar.

c) Mica esquistos con cuarzo



Fase₁ Metamorfismo progresivo – Facies de transición de
Esquistos verdes y Anfibolita.
Ensamble Mica + clorita + plagioclasa (albita) + cuarzo.
T máx. = 510°C y P = 5 Kbar,

d) Meta – volcánicos o esquistos verdes



Fase₁ Metamorfismo progresivo – Facies de Esquistos
verdes.
Ensamble Anfíbol (hornblenda) + plagioclasa + epídota + biotita.
T = 450 °C y P = 4 Kbar
Fase₁ Metamorfismo retrógrado – Facies Sub Esquistos verdes.

Ensamble Anfíbol (actinolita) + plagioclasa (albita) + clorita + esfena.
 T = 350°C y P = 3 Kbar

DISTRIBUCION DE LAS DIFERENTES FACIES METAMORFICAS SOBRE UN DIAGRAMA DE P – T (PUCARA – CALEMAR)

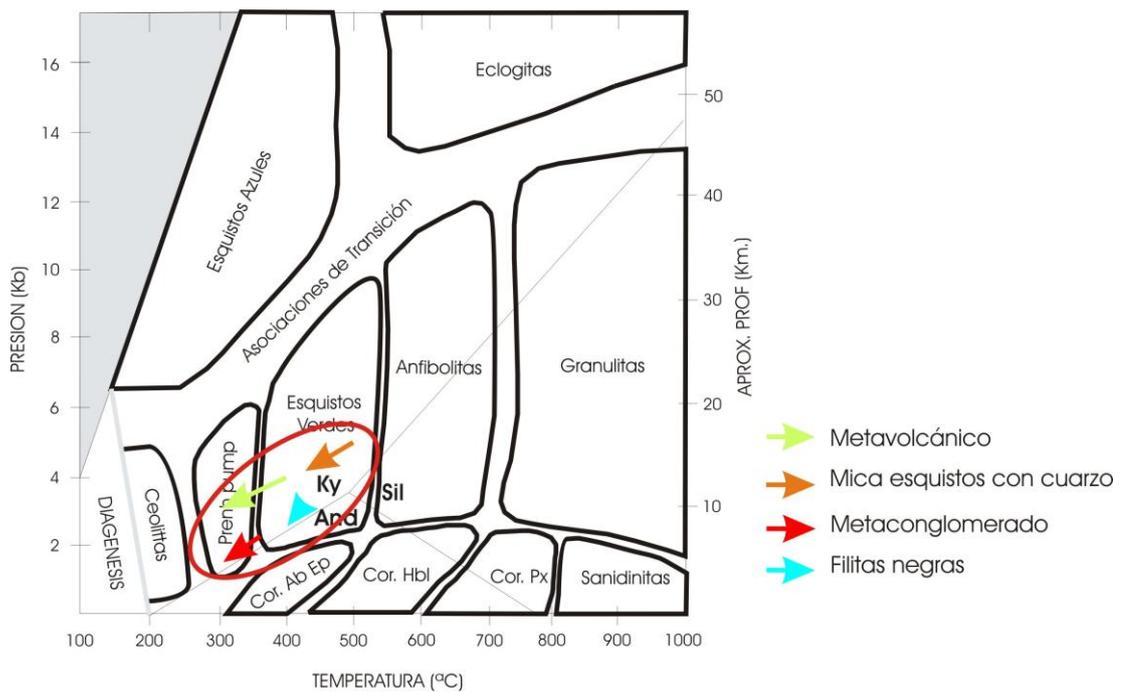


Gráfico 4.14. En este gráfico son representadas las facies de cada unidad metamórfica del área de Pucara – Calemar, según su paragénesis mineral producto del metamorfismo. La unidad de Filitas negras y mica esquistos se encuentran en las facies de esquistos verdes. La unidad de los meta conglomerados se encuentra en las facies de Pumpellita o Sub esquistos verdes. Y la unidad de los Meta volcánicos se ubican entre la facies de Esquistos verdes y Sub esquistos verdes.

Nota: Es una adición posterior, por Yardley, 1989, pág.50.

4.3.2.5 Diagrama del Grado de Metamorfismo (Pucara – Calemar)

Este diagrama permite comparar las rocas dentro de una misma secuencia de metamorfismo progresivo en un área determinada. Porque el grado metamórfico es un indicador cualitativo de las condiciones físicas, que han operado durante la formación de las rocas metamórficas (Gráfico 4.15)

Por lo expuesto, se determina que el grado metamórfico de Pucara – Calemar con la representación de cada unidad han sufrido un metamorfismo de bajo grado.

DIVISIÓN APROXIMADA DEL GRADO METAMORFICO (PUCARA – CALEMAR)

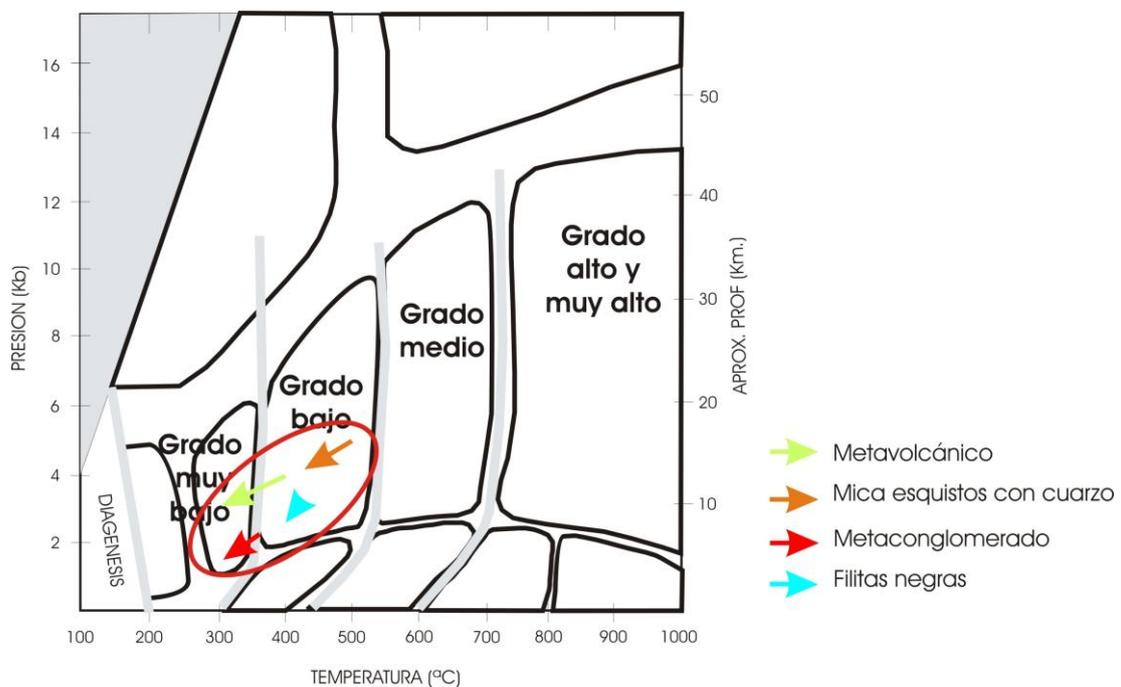


Gráfico 4.15 División aproximada del metamorfismo según el concepto del grado metamórfico. Winkler (1979).

En este diagrama se encuentran representadas las unidades de Pucara - Calemar, a determinado grado de T° y P correspondiente a sus facies metamórficas, lo cuál permite comparar dentro de una secuencia el grado de metamorfismo de está área de estudio, en este caso en el área de Pucara las rocas fueron sometidas a un metamorfismo progresivo de bajo grado.

CONCLUSIONES

De los estudios de campo así como de los análisis petromineralógicos y geoquímicos sobre las rocas del Complejo del Marañón en las áreas de Balsas – Tuen y Pucara - Calemar, se concluye:

Primera: En ambas áreas estudiadas, el Complejo del Marañón está constituido por rocas metamórficas de bajo grado metamórfico. La dirección estructural principal indicada por la foliación regional es N40°O.

En el área de Balsas – Tuen se determina que:

Segunda: La unidad inferior del área de Balsas – Tuen corresponde a un **Para gneíss** cuarzo feldespático. La roca pre metamórfica de esta unidad corresponde a rocas sedimentarias clásticas denominadas **grauwacas**. Estas rocas fueron sometidas a dos fases de metamorfismo. Inicialmente las rocas fueron sometidas a un metamorfismo progresivo de bajo grado. Se desarrolló el ensamble de granate + feldespato K + biotita, el que corresponde a las facies de Anfibolitas y alcanzó una temperatura de equilibrio de $T = 680^{\circ}\text{C}$ y $P = 5 \text{ Kbar}$. En la segunda fase de metamorfismo esta unidad fue sometida a un metamorfismo retrógrado de bajo grado. En esta fase de metamorfismo el ensamble de Feldespato K + granate + biotita es reemplazado por el ensamble de muscovita + clorita + cuarzo a una $T = 450^{\circ}\text{C}$ y $P = 3\text{Kbar}$ que corresponde a las facies de Esquistos verdes.

Tercera: La unidad de **Filitas verdes** suprayace al para gneíss en el área de Balsas - Tuen. El protolito de esta unidad corresponde a sedimentos volcánicos de composición básica. Estas rocas fueron sometidas a un metamorfismo progresivo de bajo grado. A una $T = 450^{\circ}\text{C}$ y $P = 4.5 \text{ kbar}$ se formó el ensamble mineralógico de clorita + anfíbol (actinolita) + plagioclasa (albita) el que corresponde a las facies de Esquistos verdes.

Cuarta: La unidad de **Esquistos con anfíbol** corresponde a la unidad superior de Balsas – Tuen. El protolito de esta unidad metamórfica corresponde a rocas ígneas de composición básica y es clasificada como una roca ígnea de composición diorítica. Inicialmente estas rocas sufrieron un metamorfismo progresivo de grado medio. Cerca a una $T = 650^{\circ}\text{C}$ y $P = 6$ Kbar se formó el ensamble mineralógico de Anfíbol (Hornblenda) + Plagioclasa (andesita) + biotita, el que corresponde a las facies Anfibolitas. Al final de esta fase de metamorfismo, a una $T = 450^{\circ}\text{C}$ y $P = 4.5$ kbar los esquistos con anfíbol formaron un nuevo ensamble de Anfíbol (actinolita) + plagioclasa (albita) + clorita + esfena producto de un metamorfismo retrógrado de bajo grado.

En el área de Pucara - Calemar

Quinta: La roca pre - metamórfica de la unidad inferior de **Filitas negras** en el área de Pucara - Calemar corresponde a rocas sedimentarias clásticas denominadas **lutitas**. Esta unidad estuvo sometida a un metamorfismo progresivo de bajo grado en las facies de Esquistos verdes. A una $T_{\text{máx.}} = 400^{\circ}\text{C}$ y $P = 3.7$ kbar y es representado por el ensamble mineralógico de cuarzo + muscovita + clorita.

Sexta: El protolito de la unidad de los **meta conglomerados** en el área de Pucara – Calemar corresponde a rocas sedimentarias clásticas denominadas **areniscas cuarzosas**. Estas rocas han sido sometidas a un metamorfismo de muy bajo grado en las facies de Sub Esquistos verdes y es representado por el ensamble de cuarzo + minerales opacos (hematita) a $T = 300^{\circ}\text{C}$ y $P = 3.5$ kbar.

Séptima: La roca pre metamórfica de los **Mica Esquistos cuarzosos** del área de Pucara - Calemar corresponde a rocas sedimentarias clásticas denominadas **limolitas**. Esta unidad estuvo sometida a un metamorfismo progresivo de bajo grado en las facies de Esquistos verdes, que es definido por el ensamble mineralógico de Muscovita + cuarzo + clorita + plagioclasa (albita) a $T_{\text{máx.}} = 510^{\circ}\text{C}$ y $P = 5$ Kbar.

Octava: El protolito de la unidad superior de los **meta volcánicos** del área de Pucara - Calemar corresponde a rocas ígneas volcánicas denominadas **Andesitas**. Estas rocas fueron sometidas a un metamorfismo progresivo y retrógrado durante una fase de metamorfismo. Inicialmente estas rocas sufrieron un metamorfismo progresivo de bajo grado, en las facies de Esquistos verdes a una $T = 450^{\circ}\text{C}$ y $P = 4 \text{ kbar}$ y es representado por el ensamble mineralógico de Anfíbol (hornblenda) + plagioclasa + epidota + biotita. Durante esta misma fase de metamorfismo esta unidad fue sometida a un metamorfismo retrógrado de muy bajo grado, en las facies de Sub esquistos verdes a $T = 350^{\circ}\text{C}$ y $P = 3\text{kbar}$ y es representado por el ensamble mineralógico de Anfíbol (actinolita) + plagioclasa (albita) + clorita + esfena.

RECOMENDACIONES

Primera: Se recomienda realizar dataciones en las diferentes unidades metamórficas de ambas áreas descritas, con el fin de determinar si son contemporáneas las fases metamórficas.

BIBLIOGRAFÍA

- Abarca, C. F. (2003).- **“Estudio Petrográfico y Geoquímico de Rocas Metamórficas del Complejo del Marañón y Rocas Ígneas comprendidas en el cuadrángulo de Ambo 21-k, Dpto. Huanuco y Cerro de Pasco”**, INGEMMET – Tesis de ingeniero, Universidad Nacional de San Agustín, h. 83.
- Audebaud, E.; Bard, J.P.; Capdevila, R.; Dalmayrac, B.; Marocco, R.; Mégard, F.; Paredes, J. (1973).- **“El Metamorfismo Precambriano de Baja Presión en los Andes Orientales del Perú”**, Servicio Geológico Minero del Perú, Boletín Serie D: Estudios Especiales N° 3, p. 69-75.
- Bucher, K. & Frey, M. (1994).- **“Petrogenesis of Metamorphic Rocks”** - 6th Edition Complete Revision of Winkler’s Textbook, Berlin, Springer - Verlag, p. 4 – 308.
- Bellido, E. & Narváez, S. (1960).- **“Geología del Cuadrángulo de Atico”** (Hoja 33 – o), Lima – Perú, Comisión de la Carta Geológica Nacional, Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional N° 2, p.59.
- Cardona, M. A.; Cordani, U. G.; Galdos, H.J.; Onoe, A.; Sánchez, F. A. (2004).- **“Petrología y Geocronología K-Ar del Complejo del Marañón (Región Huanuco – Tingo María) Cordillera Oriental de los Andes Peruanos: consideraciones tectónicas preliminares”**, Congreso Peruano de Geología, 12, Sociedad Geológica del Perú, p. 179 – 180.
- Dalmayrac, B.; Laubacher, G.; Marocco, R. (1988).- **“Caracteres Generales de la Evolución Geológica de los Andes Peruanos”**, Lima – Perú, Instituto Geológico Minero Metalúrgico, Boletín Serie D: Estudios Especiales N° 12, p. 313

- Dalmayrac, B. (1986).- **“Estudio Geológico de la Cordillera Oriental Región de Huanuco”**, Traducido al español por Jorge Dávila Burga, Lima – Perú, Instituto Geológico Minero Metalúrgico, Boletín Serie D: Estudios Especiales N° 11, p. 140.
- Dalmayrac, B.;Laubacher, G.; Marocco, R. (1980).- **“Geologie des Andes Peruviennes y caracteres generaus de l’evolution geologique des Andes Peruviennes”**, Paris : Office de la Recherche Scientific et Technique, Outre – Mer.
- Dalmayrac, B. (1973).- **“Evidencias de una Cadena Pre ordoviciana y probablemente Precambriana en la Cordillera Oriental del Perú Central, región de Huanuco”**, Lima – Perú, Servicio de Geología y Minería, Boletín Serie D: Estudios Especiales N° 3, págs. 54-59.
- Fernández, S. & Hernández, A. (1991).- **“Cálculos y Diagramas Geoquímicos”**, 2. ed.. Madrid: Universidad Computense de Madrid, p. 340.
- Hutchinson, Ch. S. (1974). - Laboratory handbook of petrographic techniques, United States of America, Wiley J. &I Sons. Inc. p. 527.
- Henrich, E.W. (1970).- **“Identificación Microscópica de los Minerales”**, España, URMO, p. 417.
- Kerr, P. Ph. D. (1977). - **“Optical Mineralogy”**, 4. ed.,New York, Mc Graw – Hill Book Company, p. 492.
- Mégard, F. (1979). – **“Estudio Geológico de los Andes del Perú Central”**, Lima – Perú, Instituto Geológico Minero Metalúrgico, Boletín Serie: Estudios Especiales N° 8, 227p.

- Passchier, C.W.; Myers, J.; Kroner, A. (1990). - **“Field Geology of High Grade Gneisses Terrains”**, Berlin, Springer - Verlag, p. 138.
- Passchier, C.W. & Trouw, R.A.J. (1996).- **“Microtectonics”**, Berlin, Springer – Verlag, p. 289.
- Reyes, L. & Caldas J.(1987).- **“Geología de los Cuadrángulos de Las Playas (9-c), La Tinta (9 – d), Las Lomas (10 – c), Ayabaca (10 – d), San Antonio(10 – e), Chulucanas (11-c), Morropón (11-d), Huancabamba(11-e), Olmos(12-d) y Pomahuaca (12 – c)”**, Lima – Perú, Instituto Geológico Minero Metalúrgico, Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional N° 39, p. 83.
- Rollinson, H. (1993).- **“Using Geochemical Data: Evaluation, presentation, interpretation”**, Longman scientific & Technical, p.352.
- Sucapuca, G. J. (2000).- **“Petrografía de las Rocas Metamórficas e Ígneas del Valle del Río Monzón Tingo Maria”** – INGEMMET – Tesis de ingeniero, Universidad Nacional de San Agustín, h. 110.
- Sánchez, A. (1995).- **“Geología de los Cuadrángulos de Bagua Grande, Jumbilla, Lonya Grande, Chachapoyas, Rioja, Leimebamba y Bolívar”**, Lima – Perú, Instituto Geológico Minero Metalúrgico, Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional N°56, p. 287.
- Thompson, J.B., Jr. (1957).- **“The graphical analysis of mineral assemblages in pelitic schists”**. Am. mineralogist, 842 – 858.
- Wilson, J.J. (1984).- **“Carta Geológica de los Cuadrángulos de Jayanca 13 –d), Incahuasi (13 – e), Cutervo (13 – f), Chiclayo (14 – d), Chongoyape (14 – e), Chota (14 – f), Celendín (14 – g), Pacasmayo (15 – d) y Chepen (15 – e)”**, Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional N° 38, p.104.

- Wilson, J.J.; Reyes, L.; Garayar, J. (1967). - **“Geología de los Cuadrángulos de Mollebamba, Tayabamba, Huaylas, Pomabamba, Carhuaz y Huari (Hojas 17 – h, 17 – i, 18 – h, 18 – i, 19 – h, 19 – i)”**, Servicio de Geología y Minería, Boletín Serie A: Carta Geológica Nacional N° 16, p. 7 – 95.
- Wilson, J.J.; Reyes, L. (1964). - **“Geología del Cuadrángulo de Pataz (Hoja 16 - h)”**, Comisión de la Carta Geológica Nacional, Boletín Serie A: Carta Geológica N° 09 p. 91.
- Winkler, H. G. (1978).- **“Petrogénesis de Rocas Metamórficas”**, Madrid, H. Blume, págs.341.
- Yardley,B.W.D.; Mackenzie, W.S.; Guilford, C. (1997).- **“Atlas de Rocas Metamórficas y sus Texturas”**, Barcelona, Masson, p.120.
- Yardley B.W.D. (1989).- **“An Introduction to Metamorphic Petrology”**, 1.ed., Barcelona, Longman Scientific & Technical - Group UK Limited, págs 198.
- Zanardo A. & Beltran G. 2005, **“Análise Petrográfica de Rochas Metamórficas”**, Brasil, UNESP, págs. 69.

ANEXOS

Tabla N° 1 Descripción Macroscópica de Balsas - Tuen

Muestra	Cuadrángulo	Coordenadas		Est. Micros.	Difrac. RX	Descripción Macroscópica
		Este	Norte			
Jv 15	Celendín (14-g)	830232	9244249			Esquisto con anfíbol: Muestra de color verde, está compuesta por bandas finas de biotita y bandas irregulares con agregados lenticulares de plagioclasa, cuarzo y anfíbol, que varían de 3 - 5mm. La foliación esta definida por un bandeamiento irregular.
Jv 16	Celendín (14-g)	830217	9244384	X	X	Esquisto con anfíbol: Muestra de color gris verdosa, está compuesta por bandas oscuras de biotita y bandas compuestas por ocelos de plagioclasa y cuarzo que varían de 0.5 -10mm. El tamaño de los minerales varía de 1 - 3mm. Los planos de foliación son definidos por el bandeamiento irregular de los minerales.
Jv 17	Celendín (14-g)	830297	9244558			Gneiss cuarzoso con biotita: Muestra de color pardo blanquecino. Posee un bandeamiento regular definido por la orientación de blastos elongados de cuarzo que varían de 4 - 6mm y finas láminas de muscovita, que definen un bandeamiento irregular.
Jv 18	Celendín (14-g)	830333	9244893			Esquisto con anfíbol: Muestra de color verde, está compuesto por blastos de anfíbol, clorita y cuarzo con finas bandas de muscovita y biotita. El tamaño de los blastos varían de 1 - 4mm, la orientación de los minerales definen una foliación bandeada.
Jv 19a	Celendín (14-g)	830302	9244980	X		Gneiss de cuarzo con muscovita: Muestra de color pardo está compuesta por bandas bien definidas de cuarzo clorita y finas láminas de biotita. El tamaño de sus minerales varía de 1- 4mm, los planos de foliación están definidos por bandas paralelas bien definidas.
Jv 19 b	Celendín (14-g)	830302	9244980	X		Gneiss cuarzoso con clorita: Muestra de color verde. Está compuesta por blastos de cuarzo, plagioclasa y clorita, con finas láminas de mica. El tamaño de sus minerales varía de 0.5 - 10mm. La orientación de los minerales forma bandas paralelas bien definidas.
Jv 20	Celendín (14-g)	830302	9245022			Esquisto con anfíbol: Muestra de color verde. Está compuesta por una estructura bandeada definida por la orientación predominante de cuarzo, clorita, anfíbol y biotita, el tamaño de los blastos varía de 2 – 4mm.
Jv 21	Celendín (14-g)	830044	9245195			Gneiss cuarzoso con clorita: Muestra de color verde oscura, está compuesta por bandas de clorita de espesores de 2mm de biotita, muscovita y ocelos de cuarzo de 3 - 5mm. La orientación de los minerales define una foliación grosera.
Jv 22	Celendín (14-g)	829955	9245200			Esquisto con anfíbol: Muestra de color verde oscura, posee finas bandas oscuras compuestas por biotita y bandas de anfíbol con clorita que varían de 2 – 4 mm de espesor. Posee una estructura bandeada que define una foliación con superficies regulares.
Jv 23	Celendín (14-g)	829687	9245265	X		Esquisto con anfíbol: Muestra de color gris verdosa Posee bandas bien definidas de biotita y bandas de anfíbol con ocelos de cuarzo. El tamaño de los minerales varía de 5mm a fino. La foliación está definida por bandas paralelas oscuras y verdosas.
Jv 24	Celendín (14-g)	829687	9245265			Gneiss con cuarzo y clorita: Muestra de color gris verdosa,

						está compuesta por blastos de cuarzo, plagioclasa, clorita y finas láminas de biotita. El tamaño de los minerales varía de 1 - 3mm y se encuentran ligeramente orientados que definen la foliación de la roca.
Jv 25	Celendín (14-g)	829720	9246013	X	X	Filita: Muestra de color gris verdosa, con textura afanítica de grano muy fino. Posee venillas discontinuas de cuarzo paralelas a los planos de foliación. Los planos de foliación poseen superficies planas paralelas entre sí, .no son fisibles.
Jv 26	Celendín (14-g)	829300	9247281	X		Gneiss cuarzoso con biotita: Muestra de color gris. Esta definida por bandas deformadas de cuarzo y biotita., con espesores de 1 - 2mm. El tamaño de los minerales varía de 1 - 3mm. La orientación de los blastos define una estructura bandeada.
Jv 27	Celendín (14-g)	829248	9247419			Gneiss feldespático con micas: Muestra de color gris. Está compuesta por blastos de feldespato con micas y clorita. Los minerales se encuentran ligeramente orientados. El tamaño de los blastos varía de 4 - 6mm. Posee una estructura bandeada irregular.
Jv 28	Celendín (14-g)	829320	9247852			Gneiss cuarzoso: Muestra de color pardo, está compuesta por blastos de cuarzo, feldespato K, clorita y finas venillas de micas que rellenan los espacios vacíos entre los blastos grandes. El tamaño de los blastos varía de 4 – 6 mm. La orientación de los minerales definen una estructura bandeada irregular.
Jv 29	Celendín (14-g)	829320	9247852	X		Gneiss con cuarzo y micas: Muestra de color gris claro. Esta compuesta mayormente por muscovita y cuarzo. El tamaño de los blastos varía de 1 - 3 mm. La orientación de los minerales define un bandeamiento irregular.
Jv 30	Celendín (14-g)	829458	9248045	X		Gneiss cuarzoso: Muestra de color pardo, esta compuesta por feldespato K, cuarzo y clorita con finas venillas de mica paralelas a la orientación predominante de los minerales, el tamaño de los minerales varía de 2 – 6 mm. La foliación de la muestra está definida por un bandeamiento regular de cuarzo y muscovita.
Jv 31	Celendín (14-g)	829398	9249617	X		Gneiss con clorita y feldespato K: Muestra de color verde claro, está compuesta por blastos subredondeados de clorita, feldespato K, cuarzo y mica. El tamaño de los minerales varía de 1 - 5 mm. La orientación de los blastos define un bandeamiento irregular.
Jv 32a	Celendín (14-g)	829214	9249903			Gneiss con feldespato K y cuarzo: Muestra de color pardo, está compuesta por blastos de feldespato K, cuarzo y clorita, con finas venillas de biotita y muscovita, de espesor de 1mm, el tamaño de los blastos varia de 1 - 4mm, forman bandas paralelas, las cuales definen un bandeamiento regular.
Jv 32b	Celendín (14-g)	829074	9250078			Gneiss con clorita: Muestra de color verde. Está compuesta por bandas de feldespato K, cuarzo de espesores de 5 mm con finas venillas de mica de espesores de 1mm y finas venillas de especularita.
Jv 32c	Celendín (14-g)	829074	9250078			Gneiss con clorita: Muestra de color parda grisácea. El tamaño de los blastos varía de 1- 4mm. La orientación de los minerales define la foliación de la roca y forman bandas irregulares de clorita, cuarzo, muscovita y biotita.
Jv 33	Celendín (14-g)	829238	9250317	X		Gneiss con cuarzo y clorita: Muestras de color gris. Está compuesta por finas venillas de micas con blastos elongados de feldespato K, cuarzo y clorita. El tamaño de los minerales varía de 1 a 3 mm. La orientación de los minerales define una foliación compuesta por una estructura bandeada.
Jv 34a	Celendín (14-g)	829267	9250386			Gneiss con cuarzo, feldespato y mica: Muestra de color

					gris. Está compuesta por ocelos de feldespato, cuarzo, clorita y finas venillas de biotita y malaquita de espesores de 3 - 6mm. El tamaño de los blastos varía de 2 - 5mm. La foliación esta definida por una estructura bandeada.
Jv 34b	Celendín (14-g)	829350	9250605		Gneiss con clorita, cuarzo feldespato K: Muestra de color pardo, está compuesta por ocelos de feldespatos con finas láminas de micas y clorita. La orientación de los minerales define una foliación compuesta por bandas irregulares.
Jv 35	Celendín (14-g)	828175	9254700	X	Gneiss cuarzoso feldespático: Muestra de color gris, posee bandas oscuras de biotita con blastos de clorita y bandas de cuarzo con feldespato. El tamaño de los minerales varía de 1 - 3mm. La orientación de los minerales forma bandas irregulares que definen la foliación de la roca.
Jv 36	Celendín (14-g)	828556	9251841	X	Gneiss con cuarzo y muscovita: Muestra de color parda blanquecina. Esta compuesta mayormente por muscovita y lentes de cuarzo. El tamaño de los blastos varía de 0.5 a 10 mm. La foliación de la roca esta definida por una estructura bandeada irregular.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA DEL AREA BALSAS - TUEN CUADRÁNGULO DE CELENDIN (14-g)

1. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 16
Cuadrángulo: 14 - g
Código: 26070501
Orientación: N40°O
 60° SO

Coordenadas UTM:

Este	830217
Norte	9244384



Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris verdosa. Posee una textura fanerítica (Gneíssica). Está compuesta por bandas oscuras de mica y bandas discontinuas de cuarzo lechozo, con espesores de 0.5 a 10mm. Estas bandas son paralelas a la foliación de la roca. El tamaño de los granos varía de 1 - 3mm. La roca posee una estructura bandeada y se encuentra parcialmente alterada.

Descripción Microscópica:

Textura /Estructura:

La roca está compuesta por dos texturas. Una de ellas es lepidoblástica, conformada por biotita, cuarzo microgranular y stipnomelano. Y la otra textura es nematoblástica, definida por piroxenos, esfenos, plagioclasa y anfíboles. La estructura de la roca es anisotrópica y está definida por el bandeamiento de los blastos inequidimensionales de los filosilicatos y piroxenos.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Anfíbol	20%	Cuarzo	5%
Titanita	10%	Esfena:	5%
Feldespato K	10%	Piroxeno (Augita)	8%
Plagioclasa	15%	Epidota	1%
Biotita	20%	Stipnomelano	2%
Clorita	5%		

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

Los principales minerales constituyentes de la roca son micas (biotita) y anfíboles (hornblenda) y en menor proporción están presentes los piroxenos.

La biotita y los piroxenos presentan bordes suturados, relacionados a esfuerzos compresivos.

La biotita se encuentra reorientada con una orientación perpendicular y paralela a la esquistosidad de la roca, dando evidencia que la roca fue sometida a un metamorfismo dinámico. También se presenta entre los espacios vacíos de los blastos de cuarzo y moldes de plagioclasa.

Los poiquiloblastos de piroxenos se han alterado a anfíbol (actinolita y hornblenda) y están dentro de los blastos de feldespato K.

La clorita se encuentra entre los contactos de las bandas de biotita y piroxenos.

Los blastos de plagioclasa son idiomórficos, algunos ya no poseen clivaje. Posiblemente la composición de la plagioclasa es próxima a la andesina o incluso es más cálcica.

La roca está compuesta por blastos de piroxenos, esfena y anfíboles englobados en una matriz compuesta por cuarzo, moldes de plagioclasa y feldespato K. Estos blastos son irregulares a subangulosos.

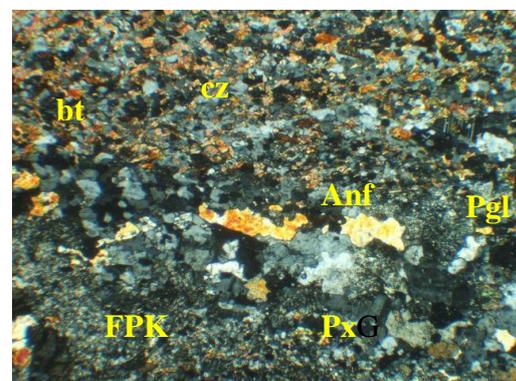
Los blastos de esfena están asociados a la biotita y anfíbol con pequeños minerales de apatito.

La composición original de la roca es básica.

Asociación:

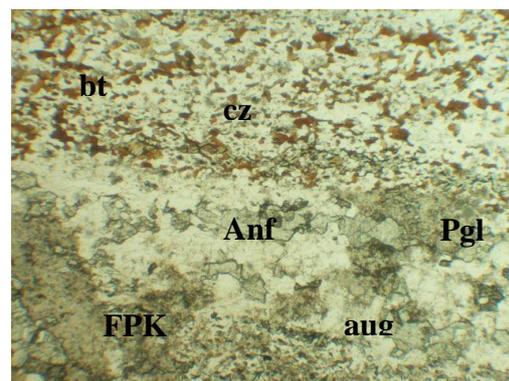
Plagioclasa + Anfíbol (hornblenda) + epidota + esfena (cuarzo-biotita)

Nombre: Esquisto Anfibolítico



NX

250 μm



N//

250 μm

2. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv – 19a
Cuadrángulo: 14 - g
Código: 26070502
Orientación: N40°O
 40° SO

Coordenadas UTM:

Este	830302
Norte	9244980

Descripción Macroscópica:

Muestra de color pardo rojiza. Posee una textura fanerítica (gneíssica). Está compuesta por bandas de cuarzo, biotita y feldespato K. El tamaño de los minerales varía de 1 a 4mm. La roca posee una estructura bandeada. La muestra se encuentra parcialmente alterada.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca está compuesta por una textura granolepidoblástica, conformada por bandas de biotita y cuarzo. Posee una estructura anisotrópica que está definida por bandas paralelas a la foliación de la roca compuestas de cuarzo, feldespato K y micas.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Cuarzo	20%	Muscovita	10%
Feldespato K (Ortoclasa)	33%	Granate	1%
Biotita	25%	Apatito	1%
Opacos	2%	Clorita	8%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La roca está compuesta principalmente por blastos de cuarzo y feldespato K, que poseen agregados brillantes de finas laminillas de muscovita.

También posee microestructuras nodulosas con textura anastomosada compuestas por cuarzo, biotita, feldespato K y clorita.

Los blastos más grandes de cuarzo no poseen extinción ondulante, probablemente se han formado por segregación durante el metamorfismo. Estos blastos se encuentran englobados por cuarzo microgranular con extinción ondulante, lo que indica el crecimiento de los blastos de cuarzo por la recrystalización de estos. Forman bandas paralelas que definen la esquistosidad de la roca.

Los blastos de feldespato K poseen bordes suturados en asociación con el cuarzo.

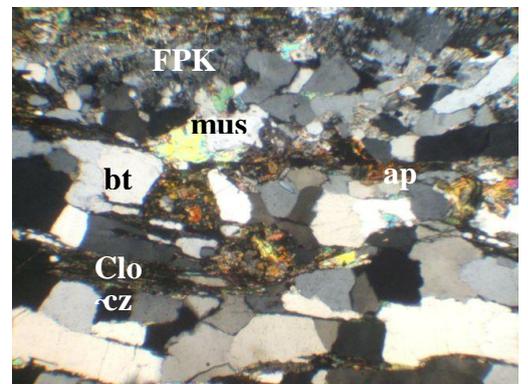
También la roca está compuesta por restos y pseudomorfos de granates, estos se encuentran revestidos por cristales de clorita, biotita, cuarzo y muscovita.

Las láminas de biotita se encuentran entre los espacios vacíos de los blastos de cuarzo y mantienen una orientación predominante paralela a la esquistosidad de la roca. Se han formado por la sustitución del núcleo de los granates y está cloritizada, por su aspecto pardo verdoso.

Asociaciones:

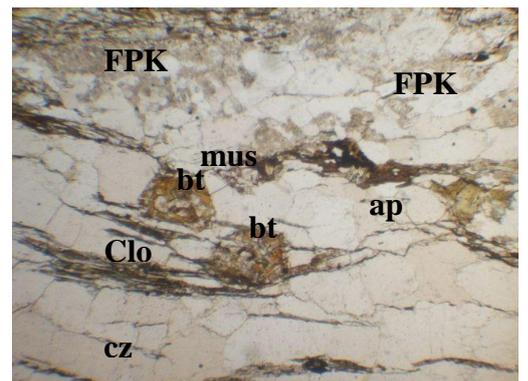
Feldespato K (Ortoclasa) + granate + biotita + cuarzo
 Biotita + clorita (titanita y apatito)

Nombre de la Roca: Gneíss cuarzo feldespático con granate.



NX

300 μm



N//

300 μm

3. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 19b
Cuadrángulo: 14 - g
Código: 26070503
Orientación: N30°O
 55° SO

Coordenada UTM:

Este	830302
Norte	9244980

Descripción Macroscópica:

Muestra de color verde. Posee una textura fanerítica (Gneíssica). El tamaño de los blastos varía de 0.5 –10mm. Está compuesta por cuarzo, plagioclasa y clorita. Posee una estructura bandeada definida. Los minerales poseen una débil orientación de los minerales con venillas de minerales oscuros.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca está compuesta por una textura granoblástica, definida por blastos idiomórficos de cuarzo y poiquiloblastos de Feldespato K con biotita. Posee una estructura anisotrópica por la orientación de los blastos de cuarzo, feldespato K con finas venillas de biotita y clorita.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Cuarzo	55%	Feldespato K (Microclina)	20%
Opacos	3%	Granate	1.5%
Biotita	5%	Sericita	0.5%
Clorita	5%	Plagioclasa	10%

Relaciones Mineralógicas Texturales:

La roca esta compuesta por porfidoblastos de cuarzo, con extinción ondulante y se encuentran englobados por cuarzo microgranular recristalizado sin extinción ondulante.

La sericita, la biotita y la clorita rellenan los espacios vacíos entre los blastos de cuarzo y feldespato K.

Los blastos de feldespato K poseen inclusiones de mica. También presentan bordes suturados junto a los blastos de cuarzo tendiendo estos a desaparecer, por el esfuerzo de compresión que ha sufrido la roca durante el metamorfismo.

Los poiquiloblastos de feldespato K forman sombras de presión rellenas por cuarzo recristalizado.

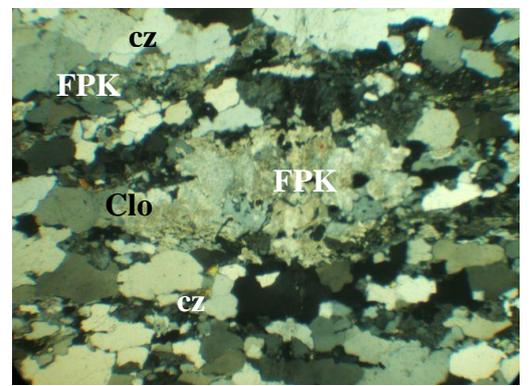
Los blastos de plagioclasa son reemplazados por cuarzo y feldespato K.

El contenido de mica en la roca es mínima.

Asociación:

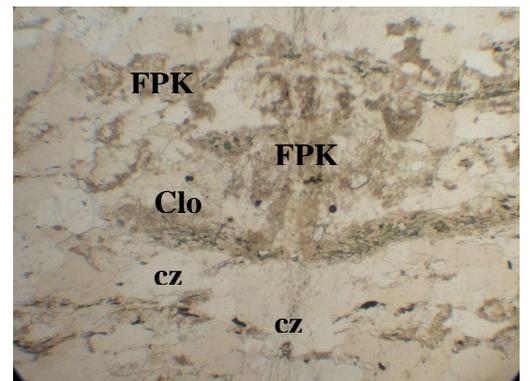
Ortoclasa + Cuarzo
 Clorita+ Feldespato K + biotita

Nombre de la roca: Gneíss cuarzoso con feldespato y mica.



NX

600 μm



N//

600 μm

4. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 23
Cuadrángulo: 14 - g
Código: 26070504
Orientación: N40°O
 50° SO

Coordenadas UTM:

Este	829687
Norte	9245265

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris verdosa, con textura fanerítica (gneíssica). Está compuesta por biotita, clorita y plagioclasa. El tamaño de los blastos varía de 5mm a fino. Posee una estructura bandeada definida por delgadas bandas verdes y finas bandas oscuras de biotita, paralelas a la foliación roca.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca está compuesta por dos bandas de diferente composición mineralógica y textura. Una de ellas posee una text. nematoblástica, dada por la disposición subparalela de los anfíboles, piroxenos y plagioclasa.

La otra banda posee una text. lepidoblástica, definida por la disposición subparalela de las láminas de biotitas. La estructura de la roca es anisotrópica, definida por bandas paralelas a la foliación de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Biotita	15%
Cuarzo	7%
Anfibol (Hornblenda)	30%
Opacos	5%
Plagioclasa	18%
Piroxeno (Augita)	15%
FeldespatoK (Ortoclasa)	7%
Esfena	3%

Relaciones Mineralógicas y texturales:

La roca esta compuesta por feldespatos, anfíboles, biotita y piroxenos.

Los piroxenos (augita), se encuentran en forma de relictos y estos se han alterado a anfíboles.

Los blastos de plagioclasa forman bandas discontinuas y algunos se han alterado a sericita. Algunos blastos de plagioclasa aun conservan su maclado. Los moldes de plagioclasa se confunden con los blastos de cuarzo.

Los anfíboles forman pequeños prismas relativamente discretos en el interior de las plagioclasas poiquiloblásticas.

Las láminas de biotita, forman listones paralelos a la esquistosidad de la roca, estan interpenetrados entre los blastos de cuarzo y moldes de plagioclasa.

La roca posee como minerales accesorios cuarzo, esfena y minerales opacos.

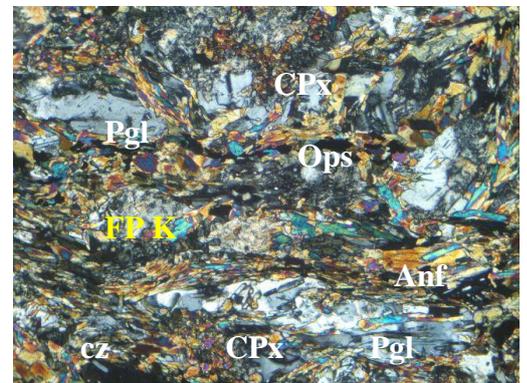
Probablemente la composición original de la roca fue básica con alto contenido de plagioclasa, piroxenos y feldespato K, posteriormente la roca ha sido sometida a los procesos de deformación y reemplazamiento por la presencia de anfíbol (hornblenda) en forma de inclusiones en las plagioclasas.

La roca parece haber experimentado un metamorfismo retrogrado en las facies de esquistos verdes, con superposición a una paragénesis original en las facies de anfíbolita.

Asociación:

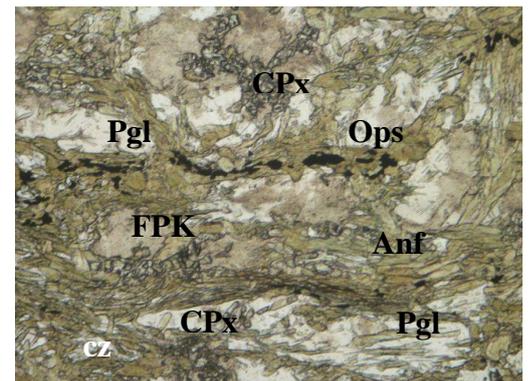
Hornblenda + plagioclasa + cuarzo

Nombre de la Roca: Gneíss con anfíbol



NX

1100 μm



N//

1100 μm

5. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 25
Cuadrángulo: 14 - g
Código: 6070505
Orientación: N35°O
 55° SO

Coordenadas UTM:

Este	829720
Norte	9246013

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris con textura afanítica. Está compuesta por minerales de grano fino <1mm. También posee venillas de cuarzo lechozo paralelas a los planos de foliación. Los planos de foliación están definidos por una estructura planar.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura lepidoblástica, definida por finas láminas de anfíbol e hileras curvadas de clorita paralelas a la esquistosidad de la roca. La estructura de la roca es anisotrópica definida por una orientación predominante de los minerales.

Composición Modal Estimada Visualmente:

El tamaño de los minerales imposibilita hacer una estimación de estos y diferenciarlos entre ellos. Solo se sugiere la presencia de: Clorita, piroxenos, plagioclasa y anfíboles.

Difracción de Rayos X:

Magnesioholenda	$\text{Ca}_2(\text{Mg}, \text{Fe})_4\text{Al}(\text{Si}_7\text{Al})\text{O}_{22}(\text{OH}, \text{F})_2$	60.01%
Albita	$(\text{Na}, \text{Ca})(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8$	28.47%
Augita	$\text{Ca}(\text{Mg}, \text{Fe}, \text{Al})(\text{Si}, \text{Al})_2\text{O}_2$	5.37%
Chalcocita	CuS	2.16%
Clorita	$\text{Mg}_3\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	1.68%
Celsiana	$\text{BaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$	1.33%
Argidorita	Ag_8GeS_6	0.98%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La muestra ha sido sometida al análisis de difracción de rayos X para conocer la composición mineralógica con mayor detalle.

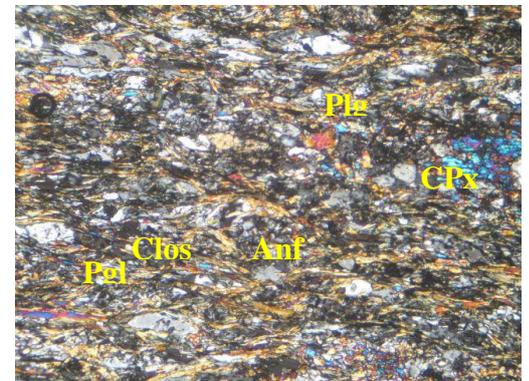
La matriz de la roca está compuesta por clorita y anfíbol, con pequeños blastos brillantes de cuarzo que son confundidos con los moldes de plagioclasa.

La roca también está compuesta por microestructuras nodulosas de plagioclasa y poiquiloblastos de piroxeno.

Asociaciones:

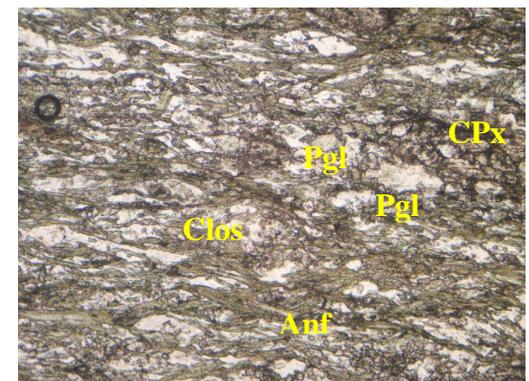
Anfíbol+clorita+cuarzo
 Piroxeno+cuarzo

Nombre de la Roca: Filita con clorita y anfíbol



NX

300 μm



N//

300 μm



6. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 26
Cuadrángulo: 14 - g
Código: 26070506
Orientación: N50°O
55° SO

Coordenadas UTM:

Este	829300
Norte	9247281

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris con textura fanerítica (Gneíssica). El tamaño de los minerales varía de 3 a 1mm. Posee bandas deformadas (plegadas) compuestas por cuarzo y biotita de espesor de 2 – 1 mm. La estructura de la roca esta definida por el bandeamiento de los minerales paralelo a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca presenta una textura granoblástica, definida por bandas compuestas por cuarzo, feldespato K, plagioclasa y granate. También posee una textura lepidoblástica, definida por delgadas bandas de biotita y muscovita. La estructura de la roca es anisotrópica y está compuesta por bandas crenuladas y microplegadas, con una orientación paralela a la esquistosidad de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Cuarzo	20%	Clorita	10%
Feldespato K (Ortoclasa)	20%	Granate	5%
Biotita	40%	Plagioclasa	1%
Opacos	4%		

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La roca esta compuesta por pequeños blastos de cuarzo con extinción ondulante. Los blastos de cuarzo poseen bordes suturados en asociación con los blastos de feldespato K y entre ellos. Esto nos indica que los blastos de feldespato K tienden a desaparecer y se forman bandas con cuarzo recristalizado sin extinción ondulante, con bordes bien definidos. Posiblemente estos últimos se han formado como producto de segregación originado por los esfuerzos de compresión.

El blasto de granate en esta sección es isótropo, de forma amorfa con textura coronítica. Posee una textura interna casi perpendicular a la esquistosidad externa, compuesta por inclusiones de laminillas pequeñas de plagioclasa, epidota y clorita. Alrededor del granate hay una interpenetración de la biotita formada por reacción química entre el granate y los minerales contiguos.

El porfidoblasto de granate indica un crecimiento pre-tectónico sobre una esquistosidad preexistente. Posteriormente el granate creció nuevamente durante una fase tectónica, presentando esquistosidad interna paralela a los ejes de los micropliegues, lo que indica una deformación por compresión.

Los arcos poligonales formados por biotita alrededor de los porfidoblastos de granate indica la existencia de esquistosidad postmetamórfica antes de la deformación.

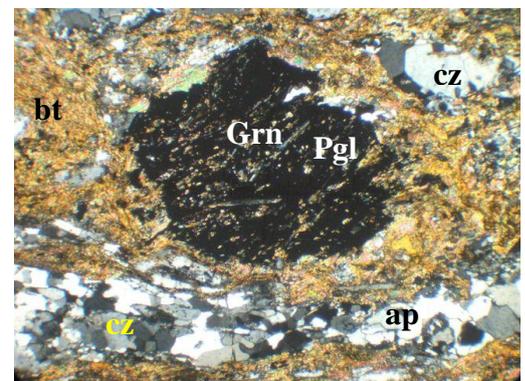
Las láminas de biotita se conservan en las zonas de presión, alrededor de los porfidoblastos, han sido transformadas en cristales más finos cuando la deformación fue intensa formando finos listones crenulados paralelos a la esquistosidad y están ligeramente cloritizados.

Como minerales accesorios la roca está compuesta por poiquiloblastos de apatito y minerales opacos.

Asociaciones:

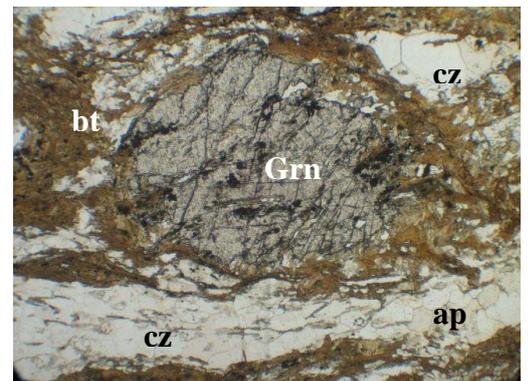
Granate + plagioclasa + feldespato K + Cuarzo
Biotita + clorita + cuarzo + sericita

Nombre de la Roca: Gneíss cuarzoso feldespático con biotita y granate



NX

333 μm



N//

333 μm

7. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 29
Cuadrángulo: 14 - g
Código: 26070507
Orientación: N70°O
 60° SO

Coordenadas UTM:

Este	829320
Norte	9247852

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris clara, posee una textura fanerítica (Gneíssica). El tamaño de sus granos varía de 3 a 1mm. La muestra presenta brillo por el alto contenido de muscovita. También posee venillas de cuarzo paralelas a la foliación de la roca.

La roca posee una estructura bandeada paralela a la foliación, definida por la orientación de las micas y lentes de cuarzo.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura granolepidoblástica, conformada por bandas de cuarzo, muscovita y biotita. Posee una estructura anisotrópica, que está definida por la orientación planar preferente de los minerales de muscovita, clorita y biotita, paralelas a la esquistosidad de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Muscovita	35%	Ortosa	10%
Biotita	14%	Granate	8%
Opacos	5%	Clorita	5%
Cuarzo	20%	Apatito	3%

Relaciones Mineralógicas Texturales:

La roca está compuesta por grandes blastos de cuarzo recrystalizado sin extinción ondulante, estos blastos se han formado por segregación durante el metamorfismo, porque se encuentran rodeados por pequeños blastos de cuarzo con extinción ondulante y poseen bordes suturados.

La roca fue sometida a una fuerte deformación y recrystalización, lo que originó el crecimiento de la muscovita y la formación de microestructuras nodulosas compuestas por cuarzo, muscovita, biotita y clorita.

Los blastos de muscovita se presentan en bandas rotas y crenuladas, paralelas a la esquistosidad de la roca.

La biotita ha sido intensamente cloritizada y conserva un aspecto pardo verdoso.

En la roca subsisten algunos vestigios del granate original, estos indican que los blastos de granate han sufrido pseudomorfosis. Los núcleos de los pseudoblastos de granate han sido completamente reemplazados por biotita y clorita.

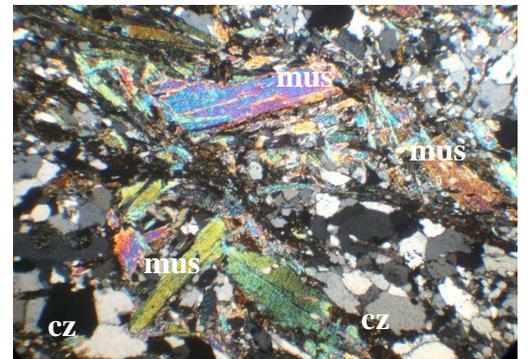
Algunos relictos de granate están englobados por los blastos de feldespato K (Ortosa) y cuarzo.

Por el reemplazamiento del granate por clorita en la roca y la recrystalización de los blastos de cuarzo, muscovita indican que la roca ha experimentado un metamorfismo retrógrado en las facies de esquistos verdes con superposición a una paragénesis original en las facies de anfibolitas.

Asociaciones:

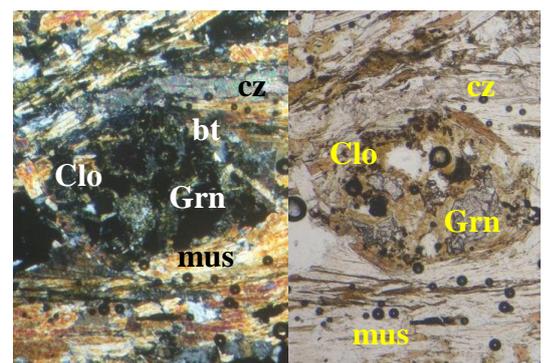
Granate + biotita
 Muscovita + clorita + cuarzo

Nombre de la Roca: Gneíss con cuarzo, feldespato k y muscovita



NX

186 μm



NX

N//

186 μm

8. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 30
Cuadrángulo: 14 - g
Código: 26070508
Orientación: N60°O
 40° SO

Coordenadas UTM:

Este	829458
Norte	9248045

Descripción Macroscópica:

Muestra de color parda, posee una textura fanerítica (Gneíssica hojosa). El tamaño de los granos varía de 6 a 2mm. Está compuesta por cuarzo y feldespato K y finas bandas de mica que engloban a los blastos de cuarzo y feldespato. La estructura de la roca está definida por el bandeamiento de los granos lenticulares de cuarzo, feldespato K y mica, paralela a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura porfidoblástica, que está conformada por grandes blastos de cuarzo, feldespato K, plagioclasa y muscovita. Su estructura está definida por las bandas de muscovita y cuarzo, paralelas a la esquistosidad de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Feldespato K (Ortosa)	50%	Clorita	5%
Cuarzo	20%	Limonita	3%
Muscovita	2%	Opacos	5%
Plagioclasa	5%		

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La roca está compuesta por porfidoblastos de cuarzo con extinción ondulante que se encuentran englobados por cuarzo microgranular recrystalizado. Estos cristales de cuarzo han recrystalizado durante el metamorfismo.

Los blastos de feldespato K, poseen sombras de presión asimétricas rellenas por cuarzo microgranular. También poseen bordes suturados en asociación con los blastos de cuarzo y muscovita. El contenido de feldespato K (ortosa) es abundante en la roca. También hay poiquiloblastos de feldespato K, son aquellos que poseen inclusiones de pequeños blastos de muscovita relativamente discretos.

En esta muestra, la clorita ha reemplazado al resto de biotita.

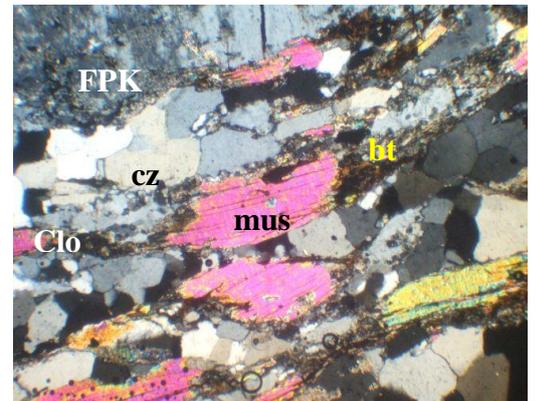
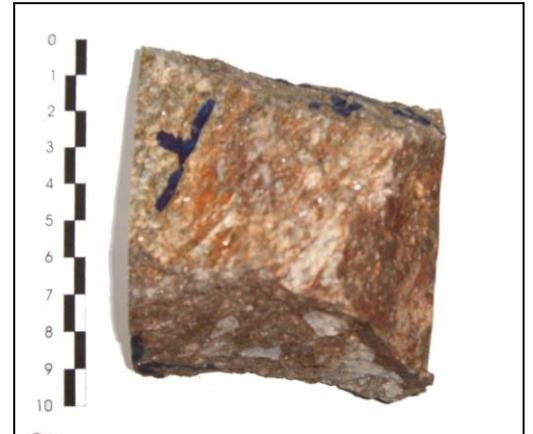
Algunos blastos de plagioclasa se han alterado a sericita.

En esta fase de metamorfismo se ha dado el crecimiento de los blastos de muscovita.

Asociaciones:

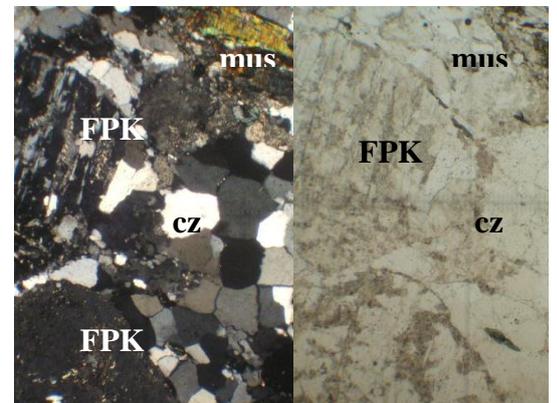
Cuarzo + feldespato K + plagioclasa
 Muscovita + cuarzo + apatito

Nombre de la Roca: Gneíss cuarzo feldespático con muscovita.



NX

333 μm



NX

N// 333 μm

9. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 31
Cuadrángulo: 14 - g
Código: 26070509
Orientación: N50°O
 65° NE

Coordenada UTM:

Este	829398
Norte	9249617

Descripción Macroscópica:

Muestra de color verde, con textura fanerítica (Gneíssica) el tamaño de los granos varía de 5 a 1 mm entre feldespatos, cuarzo, mica. y son subredondeados, la estructura de la roca está definida por el bandeamiento de los minerales paralelos a la foliación de roca.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura porfidoblástica, está definida por porfidoblastos de cuarzo, clorita y feldespato K, dentro de una matriz compuesta por cuarzo microgranular y sericita.

La estructura de la roca es anisotrópica, está definida por bandas crenuladas de muscovita, clorita y cuarzo, paralelas a la esquistosidad de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Feldespato K (Ortosa)	40%	Plagioclasa	5%
Sericita	10%	Cuarzo	25%
Clorita	15%	Biotita	5%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La roca posee grandes blastos de cuarzo con extinción ondulante con cuarzo recristalizado alrededor de ellos.

Los blastos de feldespato K se encuentran alterados y poseen bordes suturados en contacto con los blastos de cuarzo y entre ellos, tendiendo estos a desaparecer.

La presencia de plagioclasa en la roca es mínima, estos se han alterado a sericita.

La roca está compuesta por pseudomórfos de granate, su núcleo ha sido completamente reemplazado por clorita y biotita.

La biotita presenta un color pardo verdoso esta siendo cloritizada.

En esta sección los blastos de clorita han crecido, formando microestructuras nodulosas con textura anastomosada.

Algunos blastos de clorita han sido rotos por los esfuerzos de distensión, formando venillas de sericita, epidota y cuarzo microgranular en medio de los cristales.

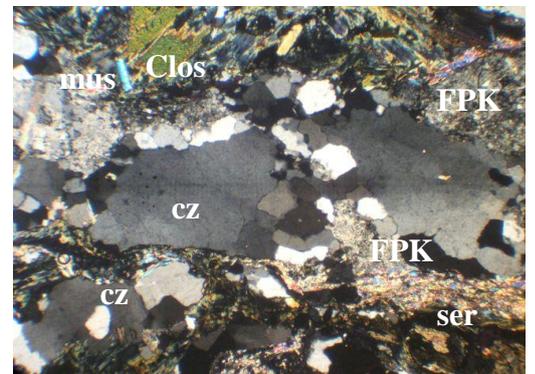
La roca estuvo sometida a esfuerzos de compresión, formando pequeños micropliegues con los cristales rotos de muscovita y biotita.

Por la textura y estructura presentes en la roca permite definir que el metamorfismo que sufrió la roca fue dinámico.

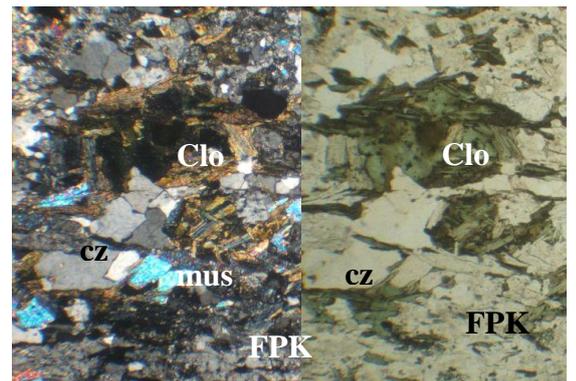
Asociaciones:

Feldespato k + cuarzo
 Cuarzo + clorita + muscovita

Nombre de la Roca: Gneíss Feldespático con cuarzo, clorita, muscovita y biotita.



NX 290 μm



NX N// 290 μm

10. Ficha Petrográfica:

Código: Jv - 33
Cuadrángulo: 14 - g
Código: 26070510
Orientación: N70°O
75° SO

Coordenadas UTM:

Este	829238
Norte	9250317

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris, posee una textura fanerítica (Gneíssica hojosa). El tamaño de los minerales varía de 3 a 1mm. Está compuesta por micas, cuarzo y feldespato K con blastos subredondeados, elongados de tamaño de 5mm. La roca posee una estructura bandeada definida por bandas paralelas a foliación.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura porfidoblástica, compuesta por porfidoblastos de feldespato K, cuarzo, dentro de una matriz de cuarzo microgranular.

La estructura de la roca es anisotrópica y esta definida por finas bandas discontinuas de muscovita y clorita, paralelas a la esquistosidad de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Ortoclasa	45%	Clorita	15%
Muscovita	13%	Epidota	5%
Cuarzo	20%	Opacos	2%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La roca está compuesta predominantemente por feldespato K y cuarzo.

La matriz de la roca esta compuesta por cuarzo microgranular que se ha formado por segregación y recristalización del cuarzo, producidos por los esfuerzos de compresión durante el metamorfismo y forman bandas discontinuas.

Los blastos de feldespato K son amorfos, poseen bordes suturados en asociación con el cuarzo y muscovita, estos blastos tienden a desaparecer por presentar mayor deformación que los blastos de cuarzo.

Los poiquiloblastos de feldespato K son reemplazados por muscovita.

La clorita forma pequeñas bandas crenuladas discontinuas y microestructuras nodulosas con textura anastomosada, también se encuentra asociada a los poiquiloblastos de muscovita y feldespato K.

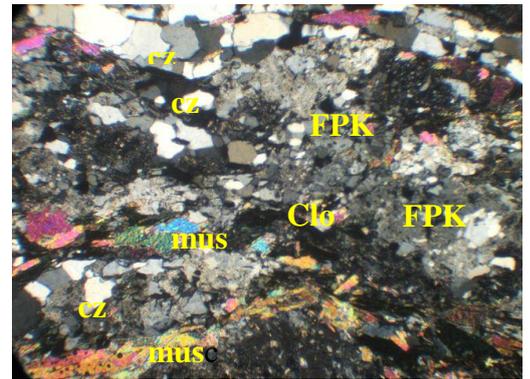
La epidota se encuentra en pequeños cristales, como parte de la matriz de la roca.

Los minerales accesorios de la roca son el apatito, epidota y los minerales opacos.

Asociación:

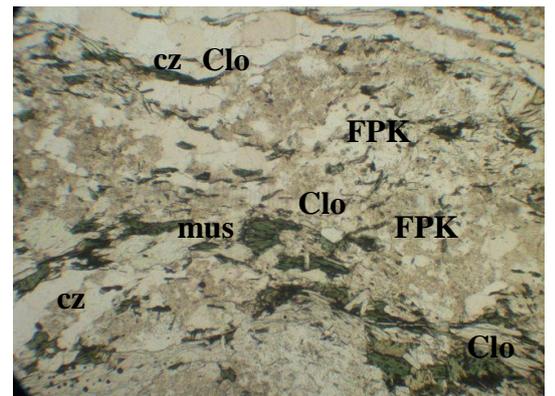
Cuarzo + clorita + muscovita

Nombre de la Roca: Gneíss Feldespático con cuarzo y clorita.



NX

300 μm



N//

300 μm

11.- Ficha Petrográfica

Muestra: Jv - 36
Cuadrángulo: 14 - g
Código: 26070512
Orientación: $S_1=N30^\circ O$
 $45^\circ NE$

$S_2 = N30^\circ E$
 $45^\circ SE$

Coordenadas UTM:

Este	828556
Norte	9251841

Descripción Macroscópica:

Muestra color parda blanquesina, posee una textura fanerítica (Gneíssica), el tamaño de los minerales varía de 0.5 a 10mm. La roca posee alto contenido de muscovita, con bandas discontinuas de cuarzo lechozo de 40mm de espesor. La estructura de la roca está definida por bandas plegadas, donde el $S_0 = S_1$ y el S_2 es perpendicular al S_0 . La orientación original de los minerales S_0 es paralela a la foliación principal de la roca S_1 .

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura granolepidoblástica y está conformada por bandas de muscovita, clorita, biotita y cuarzo.

Posee una estructura anisotrópica definida por las bandas crenuladas paralelas a la esquistosidad de la roca $S_1 // S_0$.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Plagioclasa (Albita)	10%	Granate	2%
Cuarzo	35%	Min. Opácos	3%
Muscovita	20%	Clorita	15%
Feldespato K	10%	Biotita	5%

Relaciones Mineralógicas y texturales:

La roca está compuesta por bandas plegadas de cuarzo, asociado a las bandas de biotita, clorita y muscovita. También la roca presenta alto contenido de cuarzo segregado y recrystalizado, que reemplaza a los blastos de muscovita debido a los esfuerzos de compresión, producto del metamorfismo.

Los blastos de feldespato K se han alterado completamente y están muy deformados, poseen bordes suturados en asociación con la muscovita. Los poiquiloblastos de feldespato K poseen cuarzo, clorita y muscovita.

Los poiquiloblastos de plagioclasa se han alterado a sericita casi por completo.

Los núcleos de los pseudomórfos de granate y las láminas de biotita han sido completamente reemplazados por clorita, lo que forma microestructuras nodulosas compuestas por clorita.

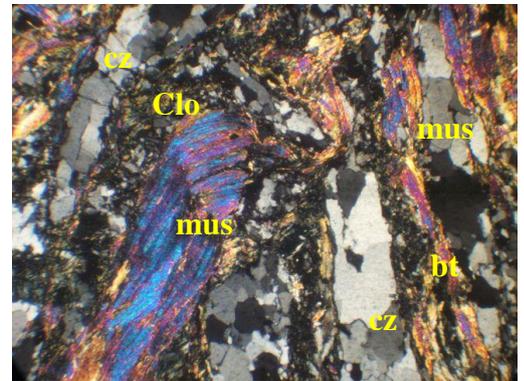
La biotita forma pequeños listones discontinuos paralelos a las bandas de muscovita y ha sido cloritizada porque posee un color pardo verdoso.

En esta sección se observa dos fases de deformación, durante la primera fase, la esquistosidad inicial de la roca esta definida por el $S_1 // S_0$ posteriormente se dió otra fase de metamorfismo, lo que originó la crenulación de las bandas de muscovita y la recrystalización del cuarzo, está es definida por el S_2 .

Asociaciones:

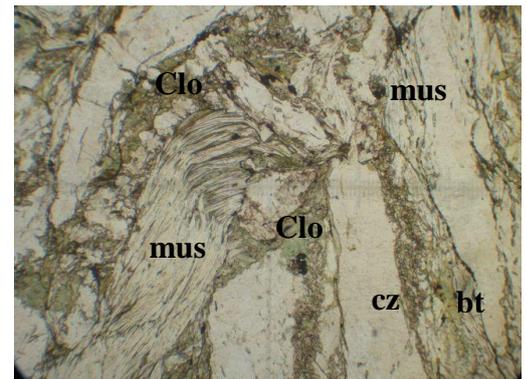
Cuarzo + Feldespato K
 Cuarzo + clorita + muscovita

Nombre de la Roca: Gneíss cuarzo muscovítico



NX

400 μm |



N//

400 μm |

12. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 35
Cuadrángulo: 14 - g
Codigo: 26070511
Orientación: N80°O
 50° SO

Coordenadas UTM:

Este	828175
Norte	9254700

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris blanquesina, posee textura fanerítica (Gneíssica). El tamaño de los cristales varía de 0.3 a 10mm. La roca está compuesta por feldespato k, plagioclasa y mica.

La estructura de la roca esta definida por un bandeamiento regular paralela a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/ Estructura

La roca está compuesta por una textura granoporfidoblástica, definida por los porfidoblastos de feldespato K, cuarzo y granates.

También posee una textura lepidoblástica definida por bandas de clorita, muscovita y biotita. La estructura de la roca es anisotrópica, definida por bandas crenuladas de mica.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Plagioclasa	5%	Muscovita	15%
Cuarzo	10%	Epidota	0.5%
Feldespato K	23%	Piroxenos (Augita)	1%
Granate	14%	Titanita	1%
Clorita	30%	Apatito	0.5%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La roca está compuesta por poiquiloblastos de feldespato K, plagioclasa, granate y finas bandas compuestas por biotita, clorita y muscovita.

La matriz de la roca está compuesta por clorita y cuarzo microgranular recrystalizado, rellenan los espacios vacíos entre los porfidoblastos de feldespato K y granate.

Los límites de los blastos de feldespato K están fuertemente suturados, debido a la migración de los bordes de grano por efecto de los esfuerzos sobre la roca. También poseen inclusiones de clorita, muscovita y forman sombras de presión rellenas por cuarzo recrystalizado.

En la fotografía de arriba el feldespato K posee inclusiones de granate, plagioclasa, epidota, clorita y biotita.

Los pequeños cristales de cuarzo recrystalizado se han formado cerca a de los límites de los cristales grandes, lo que muestra un inicio de cristalización sintéctónica. Los blastos de plagioclasa se han alterado a sericita.

Los porfidoblastos y relictos de granate han sido reemplazados por clorita y biotita. La esquistosidad interna de los porfidoblastos de granates es discordante a la esquistosidad externa de la roca. Y los núcleos de los pseudomórfos de granate han sido reemplazados completamente por la clorita y biotita.

La biotita forma listones delgados paralelos a las bandas de clorita. Las bandas de clorita son discontinuas, definen la esquistosidad de la roca y sustituyen también a la biotita.

Las bandas de clorita y biotita se amoldan alrededor de los blastos de feldespatos K y granate, lo que indica que la esquistosidad de la roca se ha formado después del crecimiento de los granates.

La roca estuvo sometida a un metamorfismo dinámico retrógrado por la sustitución del granate y biotita por clorita.

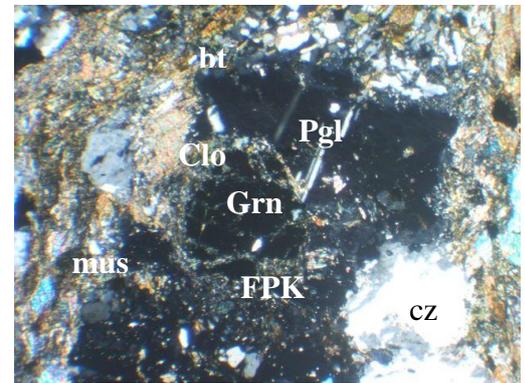
La epidota se encuentra en pequeños cristales esparcidos en toda la roca. Como minerales accesorios la roca posee, epidota, apatito y minerales opacos.

Asociaciones:

Granate + feldespato K + plagioclasa

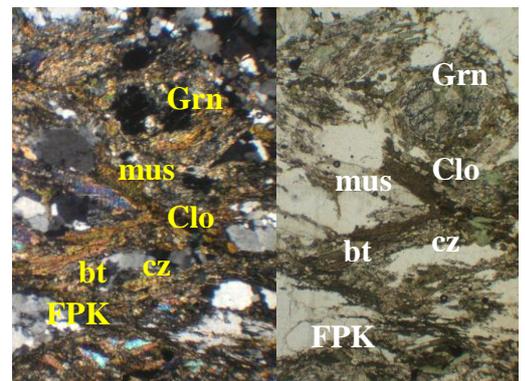
Clorita + cuarzo + muscovita + epidota

Nombre de la Roca: Gneiss Feldespático con cuarzo, clorita y mica



NX

328 μm



NX

N// 328 μm

Tabla N° 2 Descripción Macroscópica de Pucara - Calemar

Muestra	Cuadrángulo	Coordenadas		Est. Micros	Dífrac. RX	Descripción Macroscópica
		Este	Norte			
Jv 66	Pataz (16-h)	189825	9169305	X		Roca Volcánica: Muestra de color gris verdosa. Posee una textura afanítica. El tamaño de los cristales visibles varía de 0 - 1mm, con venillas de cuarzo. La muestra pertenece a una estructura almohadillada.
Jv 67a	Pataz (16-h)	190105	9169295	X	X	Filita: Muestra de color verde, posee textura afanítica. Está compuesta por minerales de grano muy fino con planos de foliación bien definidos.
Jv 67b	Pataz (16-h)	190105	9169295			Gneiss cuarzoso: Muestra de color pardo, está compuesta por ocelos de cuarzo con clorita, el tamaño de los blastos varía de 1 - 3mm, la orientación de los minerales definen una estructura bandeada.
Jv 67c	Pataz (16-h)	190105	9169295	X		Meta - volcánico: Muestra de color verde claro. Está compuesta por ocelos de plagioclasa en una matriz fina de clorita. El tamaño de los blastos varía de 4 – 10 mm, La orientación de los minerales define una estructura bandeada.
Jv 67d	Pataz (16-h)	190105	9169295			Esquisto con clorita: Muestra de color verde, está compuesto por ocelos de cuarzo y clorita. El tamaño de los blastos varía de 1 - 2mm. Posee una estructura esquistosa bien desarrollada.
Jv 67e	Pataz (16-h)	190105	9169295			Esquisto con clorita: Muestra de color verde, está compuesto por ocelos de cuarzo, plagioclasa dentro de una matriz de clorita, el tamaño de los blastos varía de 1 - 4mm, posee una estructura bandeada con bandas bien definidas.
Jv 67f	Pataz (16-h)	190105	9169295	X		Gneiss con plagioclasa y clorita: Muestra de color verde, está compuesta por blastos subredondeados de plagioclasa, cuarzo y clorita. El tamaño de los blastos varía de 7 – 10 mm. La orientación de los blastos define una estructura bandeada.
Jv 67g	Pataz (16-h)	190105	9169295			Gneiss con clorita: Muestra de color verde, está compuesto por ocelos orientados de cuarzo, plagioclasa, grafito, dentro de una matriz de clorita. El tamaño de los blastos varía de 2 – 5 mm. La roca posee una estructura bandeada.
Jv 67h	Pataz (16-h)	190105	9169295	X		Caliza: Muestra de color pardo. Posee una textura afanítica, con nódulos de cuarzo subredondeados y venillas de calcita. El tamaño de los minerales varía de 2 - 5mm. La muestra representa un bloque caído de calcita.
Jv 67i	Pataz (16-h)	190105	9169295			Esquisto con clorita: Muestra de color verde. Está compuesto por láminas de muscovita y blastos de cuarzo con clorita. Posee una esquistosidad bien definida.
Jv 67j	Pataz (16-h)	190151	9169307			Esquisto con clorita: Muestra de color verde. Está compuesto por láminas de muscovita y blastos de cuarzo con clorita. Posee una esquistosidad bien definida.

Jv 67k	Pataz (16-h)	190151	9169307			Esquisto con clorita y mica: Muestra de color verde blanquecino. Está compuesto mayormente por mica. Las láminas de mica son visibles y definen los planos de foliación bien marcada.
Jv 67l	Pataz (16-h)	190151	9169307			Esquisto con mica: Muestra de color verde. Está compuesta por ocelos de grafito, cuarzo y en mayor porcentaje por micas. Los planos de foliación se encuentran bien definidos.
Jv 68a	Pataz (16-h)	190317	9169376			Esquisto con clorita: Muestra de color gris blanquecina. Está compuesta por plagioclasa y cuarzo sub redondeado. Posee una estructura bandeada.
Jv 68b	Pataz (16-h)	190367	9169404	X		Gneiss con clorita y plagioclasa: Muestra de color gris blanquecina. Posee una estructura bandeada y esta compuesta por ocelos de plagioclasa y cuarzo dentro de una matriz de clorita. El tamaño de los minerales varía de 1 a 3mm.
Jv 68c	Pataz (16-h)	190528	9169447	X		Esquisto con clorita: Muestra de color verde claro. Está compuesta por mica, clorita, con lentes de cuarzo y plagioclasa, de tamaño de 2 mm a fino. Posee una estructura esquistosa definida por el alto contenido de micas.
Jv 68d	Pataz (16-h)	190625	9169466	X		Gneiss con mica y clorita. Muestra de color verde. Está compuesta por ocelos de plagioclasa, clorita y láminas de mica. El tamaño de los blastos varía de 2 mm a fino. Los blastos se encuentran orientados y definen una estructura bandeada.
Jv 69	Pataz (16-h)	190879	9169596			Esquisto con clorita: Muestra de color verde oscuro. Está compuesta por ocelos de cuarzo, dentro de una matriz de clorita con micas. Los planos de foliación se encuentran bien definidos, pero no son fisibles. El tamaño de los cristales visibles varía de 1 - 3 mm, con venillas de cuarzo paralelas a los planos de foliación.
Jv 70	Pataz (16-h)	194260	9171754	X		Gneiss con clorita: Muestra de color verde. Está compuesta por ocelos de plagioclasa, clorita, grafito y finas venillas de cuarzo. Los blastos poseen una orientación predominante paralela al bandeamiento general de la roca, esto define una estructura bandeada.
Jv 71a	Bolívar (15-h)	194260	9171754	X		Esquisto cuarzoso: Muestra de color gris. Está compuesta por finas bandas de biotita, grafito y blastos de cuarzo. El tamaño de los minerales varía de 1 - 3 mm y se encuentran orientados, es definida por una estructura ligeramente esquistosa.
Jv 71b	Bolívar (15-h)	194308	9171754	X		Esquisto cuarzoso: Muestra de color gris. Está compuesta por blastos de grafito, cuarzo y láminas de biotita. El tamaño de los minerales varía de 1 - 3mm los minerales se encuentran orientados y definen una estructura ligeramente esquistosa.
Jv 72	Bolívar (15-h)	194399	9171701			Filita: Muestra de color gris. Posee textura afanítica. Está compuesta por minerales de grano muy fino (micas, clorita) y pequeños blastos de cuarzo orientados que varía de 1 - 2 mm de tamaño. Los planos de foliación no son fisibles.
Jv 73a	Bolívar (15-h)	194399	9171701	X	X	Filita micácea: Muestra de color verde. Está compuesta por finas láminas de muscovita con blastos de cuarzo y grafito, que varía de 1 - 3mm de tamaño. Los planos de foliación muestran una esquistosidad bien desarrollada.

Jv 73b	Bolívar (15-h)	194399	9171701	X	X	Esquisto micáceo: Muestra de color gris clara. Está compuesta por minerales de grano fino (clorita y micas). Los planos de foliación se encuentran bien definidos y son fisibles.
Jv 74	Bolívar (15-h)	194719	9171304			Filita: Muestra de color gris. Está compuesta por minerales de grano fino (mica), con pequeños blastos de cuarzo que varía de 1 – 2 mm de tamaño. Los planos de foliación poseen brillo satinado y no son fisibles.
Jv 75	Bolívar (15-h)	194696	9171259			Filita: Muestra de color gris. Está compuesta por minerales de grano muy fino, no son visibles. Los planos de foliación posee superficies planas paralelas entre si y poseen brillo satinado y no son fisibles.
Jv 76	Bolívar (15-h)	194735	9171240	X		Filita: Muestra de color gris. Esta compuesta por minerales de grano fino y mica, con venillas de cuarzo de espesores entre 1 - 5mm, éstas son paralelas a los planos de foliación. La estructura de la roca está definida por una esquistosidad pizarrosa.
Jv 77	Bolívar (15-h)	194830	9171050	X		Esquisto: Muestra de color pardo. Está compuesta por platos de cuarzo subredondeados y muscovita. El tamaño de los minerales varía de 1 - 3mm, se encuentran dispuestos en forma de bandas que definen una foliación perfecta.
Jv 78	Bolívar (15-h)	195150	9170552	X	X	Filita: Muestra de color gris. Está compuesta por minerales de grano fino con venillas discontinuas de cuarzo paralelas a los planos de foliación. Su estructura esta definida por una esquistosidad pizarrosa. Posee brillo lustroso en los planos de foliación.
Jv 79	Bolívar (15-h)	195185	9170504			Filita: Muestra de color gris. Está compuesto por minerales de grano fino (micas) y blastos de cuarzo que varían de tamaño de 2 – 3 mm. Los planos de foliación poseen superficies planas con brillo satinado.
Jv 80	Bolívar (15-h)	196175	9170156			Esquisto micáceo: Muestra de color gris. Está compuesta por blastos de cuarzo, clorita y finas láminas de biotita. El tamaño de los blastos varia de 1 - 3mm, poseen una foliación bien definida. Los planos de foliación poseen superficies planas.
Jv 81	Bolívar (15-h)	196844	9169299	X	X	Filita: Muestra de color verde. Esta compuesto por minerales de grano fino (clorita). Presenta brillo satinado y al tacto es sedoso. Los planos de foliación poseen superficies planas y son fisibles.
Jv 81a	Pataz (16-h)	198349	9167850			Esquisto micáceo: Muestra de color verde. Está compuesta por finas láminas de mica y clorita, al tacto posee una textura sedosa. Los planos de foliación se encuentran bien definidos y son fisibles.
Jv 82a	Pataz (16-h)	198623	9167630			Esquisto con clorita: Muestra de color verde está compuesto por finas láminas de micas con clorita y blastos de cuarzo y plagioclasa que varían de tamaño de 2 - 4mm. Los planos de foliación se encuentran en bandas paralelas, ligeramente deformados y son fisibles.
Jv 82b	Pataz (16-h)	198623	9167630	X		Esquisto con clorita: Muestra de color verde. Está compuesta por blastos de cuarzo, plagioclasa, clorita y finas láminas de micas. El tamaño de los minerales varía de 1 a 4mm. Los planos de foliación son representados por bandas replegadas y son fisibles.

Jv 83	Pataz (16-h)	198421	9167681			Esquisto con clorita: Muestra de color verde. Está compuesta por blastos de cuarzo y plagioclasa, que se encuentran englobados en una matriz de clorita y micas. El tamaño de los blastos varía de 1 a 3 mm. Los planos de foliación están representados por bandas replegadas y son fisibles.
Jv 84	Pataz (16-h)	197455	9168718			Esquisto con clorita: Muestra de color verde. Está compuesto por finas láminas de micas con clorita y blastos de cuarzo, que varía de 1 – 3 mm. Los planos de foliación se encuentran bien definidos por bandas paralelas ligeramente deformados y son fisibles.
Jv 85	Pataz (16-h)	197137	9168996			Esquisto con clorita: Muestra de color verde, está compuesto mayormente por mica, clorita y blastos de cuarzo que varían de 2 – 3 mm de tamaño, los planos de foliación presentan una textura esquistosa.
Jv 86a	Bolívar (15-h)	194039	9171622	X		Meta - arenisca: Muestra de color gris. Está compuesta por blastos de cuarzo, láminas de biotita y muscovita, los blastos no son muy visibles. La foliación está definida por la orientación de los blastos de cuarzo y las láminas de biotita en forma de finas bandas paralelas, no presenta fisibilidad.
Jv 86b	Bolívar (15-h)	194039	9171622	X		Meta - conglomerado: Muestra de color parda. Está compuesta por blastos subredondeados y elongados de cuarzo, que varían de tamaño desde 1 - 10 mm. Estos blastos se encuentran dentro de una matriz de grano fino. Los blastos de cuarzo se encuentran orientados y definen una estructura bandeada.
Jv 86c	Bolívar (15-h)	194039	9171622	X		Esquisto cuarzoso con clorita: Muestra de color gris verdosa. Está compuesta por lentes de cuarzo, dentro de una matriz fina de clorita y mica. Los planos de foliación se encuentran definidos por una estructura bandeada.
Jv 87	Bolívar (15-h)	193793	9171570			Esquisto micáceo: Muestra de color verde. Está compuesto por finas láminas de muscovita con clorita y lentes de cuarzo subredondeado. El tamaño de los blastos varía de 2 – 4 mm. Los planos de foliación se encuentran bien marcados y son fisibles.
Jv 88	Bolívar (15-h)	193557	9171328	X		Esquisto con clorita: Muestra de color verde oscuro. Está compuesta predominantemente por mica (muscovita) y clorita con pequeños lentes y venillas discontinuas de cuarzo paralelas a los planos de foliación. Los planos de foliación posee superficies planas paralelas entre si y son fisibles.
Jv 89	Bolívar (15-h)	193201	9170902	X		Esquisto con clorita: Muestras de color pardo grisáceo. Está compuesta por blastos de cuarzo y bandas paralelas de mica. El tamaño de los minerales varía de 3 mm a grano fino. La estructura de la roca está definida por bandas de micas paralelas de foliación.
Jv 90	Bolívar (15-h)	192484	9170270	X		Esquisto con clorita: Muestra de color verde oscuro. Está compuesta predominantemente por mica (muscovita y clorita), con pequeños lentes de cuarzo. Los planos de foliación se encuentran bien definidos y son fisibles. Presenta brillo satinado en los planos de foliación.
Jv 91	Bolívar (15-h)	192420	9170136	X	X	Esquisto micáceo: Muestra de color gris claro. Está compuesta por minerales de grano muy fino, con un lustre sedoso en la superficie de la esquistosidad. Se observan bandas delgadas, compuestas por micas con blastos de cuarzo. Posee una foliación bien definida y es fisible.

Jv 92	Pataz (16-h)	191776	9170136			Esquisto micáceo: Muestra de color verde. Está compuesta por láminas de muscovita, clorita con ocelos de plagioclasa y cuarzo, que varía de 2 – 4 mm. Las superficies de foliación son planas y paralelas entre si y son fisibles.
Jv 93	Pataz (16-h)	191601	9169806			Esquisto con clorita: Muestra de color verde. Está compuesta por finas bandas de mica y clorita, con pequeños blastos de cuarzo que varía de 1 – 4 mm de tamaño. Los planos de foliación poseen superficies planas bien definidas y son fisibles.

DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA Y MICROSCÓPICA DEL AREA PUCARA – CALEMAR CUADRÁNGULOS DE BOLIVAR 15-g Y PATAZ 15-h

1. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 66
Cuadrángulo: 16 - h
Código: 26070513

Coordenadas UTM:	
Norte	9169305
Este	189825

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris verdosa, posee una textura afanítica. El tamaño de los cristales visibles es de 1cm y posee venillas de cuarzo. La roca pertenece a una estructura almohadillada o pillow lava.

Descripción Microscópica:

Textura:

La roca posee una textura seriada por la disposición de los cristales de plagioclasa.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Plagioclasa	45%
Clorita	20%
Cuarzo	8%
Feldespato K	10%
Opacos	15%
Calcita	2%

Relaciones mineralógicas y texturales:

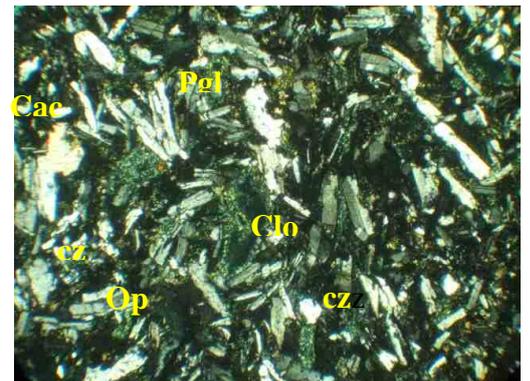
La roca está compuesta principalmente por plagioclasa, con secciones rectangulares dispuestas al azar con algunos cristales deformados y rotos, aparentemente muestran cierta crenulación.

La roca está compuesta por cristales de cuarzo subangulosos con extinción ondulante y cuarzo recrystalizado alrededor de los cristales más grandes.

La calcita presenta bordes irregulares en asociación con la clorita y también esta presente en la roca como pequeñas venillas.

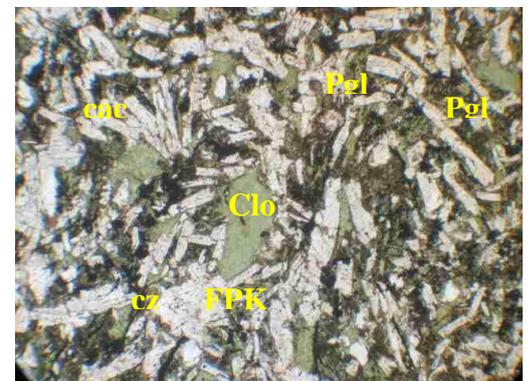
La clorita esta presente como matriz, rellena los espacios vacíos entre las plagioclasa y cuarzo.

Nombre de la Roca: Andesita.



NX

267 μm



N//

267 μm

2. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 67a
Cuadrángulo: 16 - h
Código: 26070514
Orientación: N85°O
15° SO

Coordenadas UTM:

Norte	9169295
Este	190105

Descripción Macroscópica:

Muestra de color verde. Posee una textura afanítica, porque está compuesta por minerales de grano muy fino. Probablemente posee clorita, por su coloración verdosa.

La estructura de la roca está definida por superficies planas que determinan la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca presenta una textura lepidoblástica, ligeramente crenulada. La estructura de la roca es anisotrópica, está definida por bandas finas paralelas entre sí, compuestas por filosilicatos y cuarzo, que se encuentran homogéneamente orientados.

Composición Modal Estimada Visualmente:

El tamaño de los minerales imposibilita hacer una estimación de estos y diferenciarlos.

La roca ha sido sometida a un análisis de difracción de rayos X, para conocer la composición mineralógica de la roca.

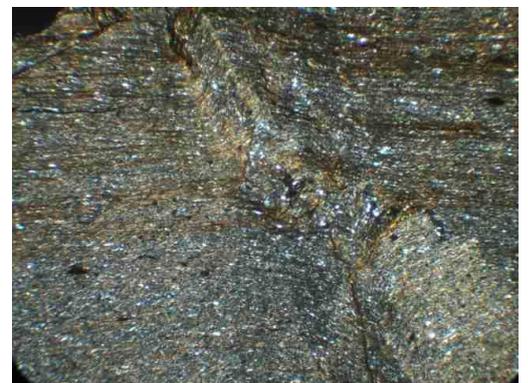
Resultado Difracción de Rayos X:

Cuarzo	SiO ₂	60.87%
Clorita	Mg ₅ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₈	24.57%
Muscovita	(K, Na) (Al,Mg, Fe) ₂	10.28%
Albita	(Na, Ca) (Si, Al) ₄ O ₈	2.38%
Ortoclasa	(K, Ba,Na ₂)(Si, Al) ₄ O ₈	1.04%
Kotoita	Mg ₃ B ₂ O ₆	0.56%
Lautita	CuAsS	0.30%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

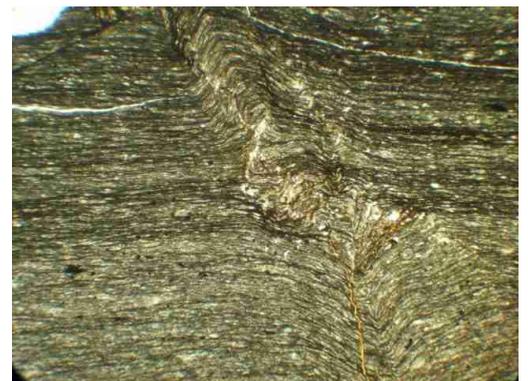
La matriz esta conformada por sericita, cuarzo, biotita, clorita, la roca ha sido intensamente deformada por lo que adquiere una esquistosidad pizarrosa.

Nombre de la Roca: Filita cloritizada.



NX

4X



N//

4X

3. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 67c
Cuadrángulo: 16 - h
Código: 26070515
Orientación: N20°O
45° SO

Coordenadas UTM:

Norte	9169295
Este	190105

Descripción Macroscópica:

Roca de color verde clara, con textura fanerítica (Gneíssica), el tamaño de los cristales varía de 4 a 10mm. La roca está compuesta por cuarzo, clorita y calcita. Los cristales son subredondeados y mantienen una orientación definida, con venillas de calcita paralelas a la orientación predominante de espesor de 1mm. La estructura de la roca esta definida por las bandas paralelas a la foliación.

Descripción Microscópica:

Textura/ Estructura:

La roca posee una textura granolepidoblástica, está definida por porfidoblastos de calcita, plagioclasa, cuarzo y bandas delgadas compuestas por clorita.

La estructura de la roca es anisotrópica, está definida por las bandas de clorita paralelas a la esquistosidad de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Calcita	20%
Clorita	35%
Titanio	15%
Plagioclasa	24%
Cuarzo	5%
Feldespatos K	1%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La matriz de la roca esta conformada por cristales de calcita, plagioclasa, clorita y minerales opácos.

Los porfidoblastos de calcita forman sombras de presión o de deformación. Están rellenas por relictos de calcita lo que indica que en la roca existía una anisotropía previa a la deformación que las origina.

Los blastos de plagioclasa se encuentran en toda la muestra en pequeños cristales rectangulares, con una orientación definida.

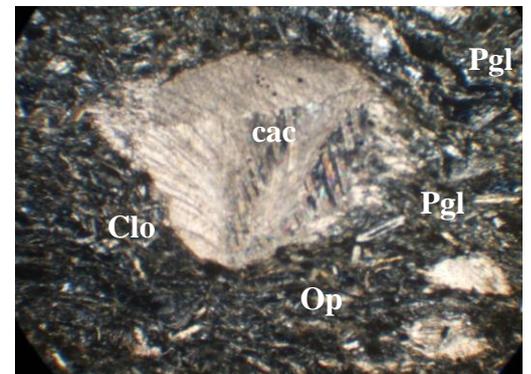
El bandeamiento es paralelo a la esquistosidad y está formado por las bandas de clorita, plagioclasa y minerales opácos.

Los blastos de cuarzo estan deformados y recrystalizados.

Asociaciones:

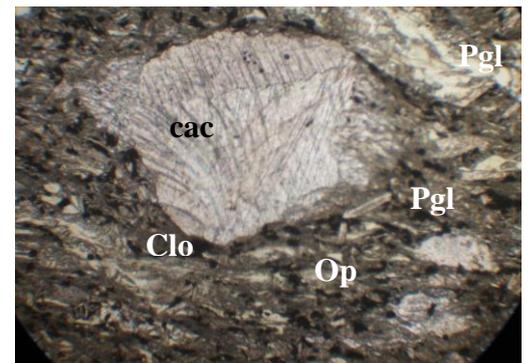
Clorita + plagioclasa + calcita

Nombre de la Roca: Esquisto verde con plagioclasa y calcita.



NX

333 μm



N//

333 μm

4. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 67F
Cuadrángulo: 16 - h
Código: 26070516
Orientación: N40°O
40° SO

Coordenadas UTM:

Norte	9169295
Este	190105

Descripción Macroscópica:

Muestra verde clara, con textura fanerítica (Gneíssica hojosa). El tamaño de los cristales varía 7 – 10mm. Posee pequeños nódulos de cuarzo y calcita. La clorita esta presente como matriz. Los minerales poseen una orientación débilmente definida.

La estructura de la roca está definida por la orientación de las bandas de mica, paralelas a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura porfidoblástica, está compuesta por porfidoblastos de calcita, cuarzo, plagioclasa dentro de una matriz de cuarzo microgranular y minerales opácos.

La estructura de la roca es anisotrópica, está definida por bandas compuestas por microestructuras nodulosas de cuarzo, con una orientación paralela a la foliación de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Calcita	35%
Cuarzo	20%
Plagioclasa	17%
Titanita	20%
Clorita	8%

Relaciones mineralógicas y texturales:

La matriz de la roca está compuesta por minerales opácos (titanita), con bandas compuestas por clorita y moldes de plagioclasa.

También esta compuesta por microestructuras nodulosas conformadas por cuarzo microgranular con extinción ondulante.

Los poiquiloblastos de calcita poseen bordes suturados en asociación con el cuarzo.

La titanita esta presente entre los espacios vacíos de calcita, los nódulos de cuarzo y blastos de cuarzo. En formas de bandas manteniendo la orientación predominante de los minerales.

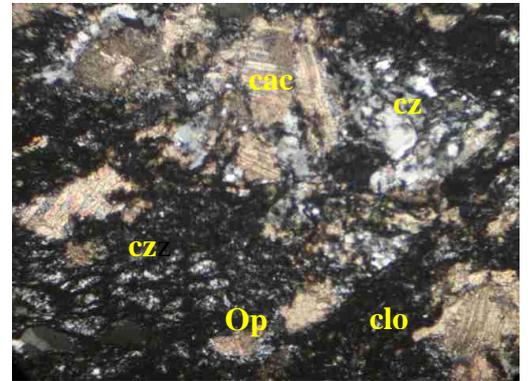
La roca también esta compuesta por moldes de plagioclasa.

Algunos blastos de plagioclasa conservan aún su maclado y están asociados a los blastos xenomórficos de calcita.

Asociaciones:

Calcita + cuarzo + titanita
Plagioclasa + cuarzo + calcita

Nombre de la Roca: Gneíss con cuarzo clorita y plagiocasa



NX

266 μm

5. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 67h
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070517
Orientación: N70°E
45° SE

Coordenadas UTM:

Norte	9169295
Este	190105

Descripción Macroscópica:

Muestra de color parda, con textura fanerítica. Posee nódulos de cuarzo subredondeados y venillas de calcita. El tamaño de los cristales varía de 2 – 5mm. La muestra está alterada y pertenece a un bloque caído.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura porfidoblástica en forma de mosaico. Esta conformada por cristales subredondeados de calcita y cuarzo, con una estructura isotrópica.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Calcita + Magnesita	80%
Cuarzo	10%
Limolita	10%

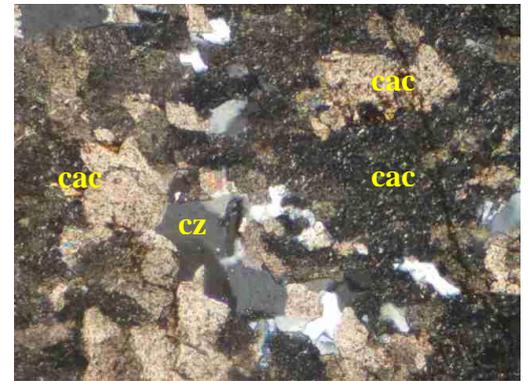
Relaciones mineralógicas y texturales:

La roca posee alto contenido de calcita. Los blastos de calcita poseen bordes suturados entre sus cristales.

Se observan venillas de limolita alrededor de los los blastos de calcita.

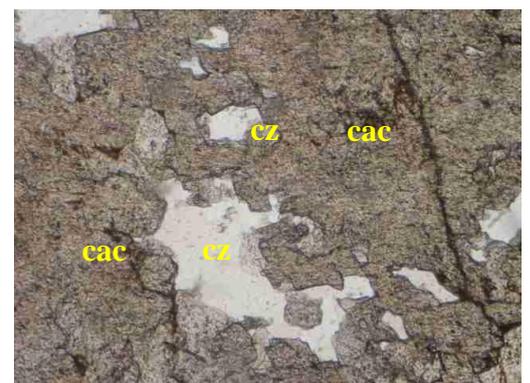
El cuarzo está presente como poiquiloblastos rellenos por calcita.

Nombre de la Roca: Caliza marmolizada



NX

100 µm



N//

100 µm

6. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 68b
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070518
Orientación: N15°O
 20° SO

Coordenadas UTM:

Norte	9169404
Este	190367

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris blanquesina, con textura fanerítica (Gneíssica). El tamaño de los minerales varía de 1 a 3mm. La roca está compuesta por plagioclasa y cuarzo subredondeado. La clorita está presente como matriz en toda la roca. También posee pequeñas venillas de cuarzo perpendicular a la orientación de los minerales.

La estructura de la roca está definida por las bandas paralelas de clorita paralelas a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura porfidoblástica compuesta por porfidoblastos de distinta granulometría de plagioclasa, feldespato K y cuarzo, que se encuentran embebidos en una matriz compuesta por sericita, clorita y cuarzo microgranular. La estructura de la roca es anisotrópica y está definida por bandas de muscovita y clorita, paralelas a la esquistosidad de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Plagioclasa (Albita)	35%
Ortoclasa	20%
Cuarzo	15%
Sericita	10%
Clorita	10%
Titanita	8%
Apatito	2%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

Se observa una matriz de grano muy fino compuesta por sericita, clorita, cuarzo, apatito y titanita agrupadas preferentemente, en bandas paralelas definidas por la orientación preferencial de los porfidoblastos de la roca.

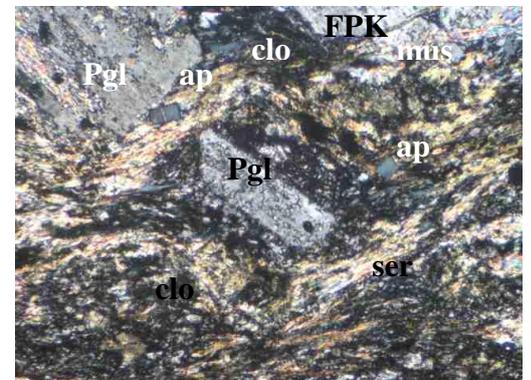
Los blastos de plagioclasa son cristales preexistentes a la deformación, porque aún conservan su forma prismática y forman sombras de presión asimétricas, rellenas por cuarzo recrystalizado.

Los blastos de feldespatos K y cuarzo son reemplazados por cuarzo microgranular recrystalizado. La deformación y la cristalización han producido que simultáneamente los porfidoblastos de albita giren con lentitud, sin obstáculo en la matriz clorítica,

Las bandas de clorita y muscovita se amoldan alrededor de los porfidoblastos de plagioclasa y forman bandas crenuladas.

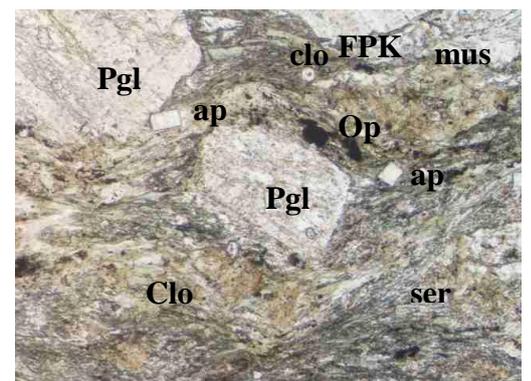
Como minerales secundarios están presentes los esfenos en forma de racimos de uva y cristales prismáticos de apatito.

Nombre de la Roca: Gneíss con plagioclasa, feldespato K y cuarzo.



NX

136 μm



N//

136 μm

7. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 68 c
Cuadrángulo: 15 - g
Código: 26070519
Orientación: N20°O
 10° SO

Coordenas UTM:

Norte	9169447
Este	190528

Descripción Macroscópica:

Muestra de color verde clara, con textura fanerítica. El tamaño de los minerales varía de 2mm a fino. Está compuesto por mica, clorita y cuarzo.

La roca posee una estructura esquistosa formada por micas paralelas a la foliación.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura lepidoblástica, que es definida por los minerales intercrecidos y homogéneamente orientados de plagioclasa, clorita, con una estructura anisotrópica definida por las bandas de clorita paralelas a la esquistosidad de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Sericita	10%
Calcita	5%
Cuarzo	25%
Plagioclasa	25%
Titanita	10%
Clorita	25%

Relaciones mineralógicas y texturales:

La roca está compuesta mayormente por blastos y moldes de plagioclasa, que se encuentran embebidos en una matriz fina de cuarzo microgranular, titanita, sericita y clorita. Los blastos de plagioclasa también forman microestructuras nodulosas con textura anastomosada.

Los blastos de fedespato K se han alterado a sericita y son reemplazados por cuarzo.

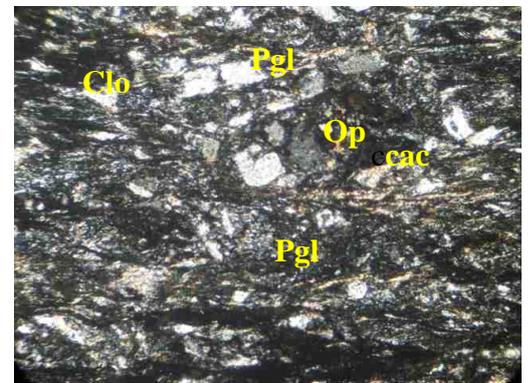
La matriz de la roca está compuesta por bandas de cuarzo microgranular y bandas de titanita, sericita y clorita. Agrupadas en bandas paralelas entre si, definen la esquistosidad de la roca.

La roca esta compuesta por minerales accesorios como el apatito, titanita y min. opácos.

Asociaciones:

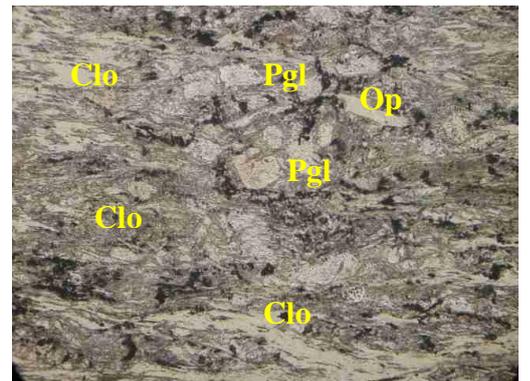
Plagioclasa + clorita + cuarzo + min. opácos

Nombre de la Roca: Esquisto con clorita y plagioclasa



NX

125 μm



N//

125 μm

8. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 68d
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070520
Orientación: N40°O
 30° SO

Coordenadas UTM:

Norte	9169466
Este	190625

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris verdosa, con textura fanerítica (Gneíssica). El tamaño de los minerales varía de 2mm a fino. La roca está compuesta por minerales de plagioclasa, mica y clorita.

La estructura de la roca está definida por bandas de mica, paralelas a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura y Estructura:

La roca posee una textura helicítica, conformada por los relictos de piroxenos que se encuentran diseminados con cierto ordenamiento espacial.

La estructura de la roca es anisotrópica, está definida por las finas bandas blancas paralelas a la esquistosidad de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Anfiboles (Actinolita)	20%
Sercita	10%
Esfena	20%
Cuarzo	2%
Epidota	15%
Plagioclasa	25%
Clorita	8%

Relaciones mineralógicas y texturales:

La roca contiene alto contenido de relictos de piroxeno, anfíbol y plagioclasa.

La matriz de la roca está compuesta por láminas segregadas de clorita, actinolita, epidota que forman finas bandas blancas de plagioclasa.

La plagioclasa está presente en la roca como un mosaico de granos sin forma y en grandes porfidoblastos deformados, que encierran hileras de agujas de epidota y actinolita. Estas hileras se alinean aproximadamente paralelas a la esquistosidad de la matriz circundante.

Algunos blastos de plagioclasa aún conservan su maclado y otros se confunden con el cuarzo.

La cristalización de la plagioclasa (albita), se ha efectuado después de la deformación. Los anfíboles en la roca están presentes como relictos.

La esfena forma parte de la matriz de la roca en forma de bandas delgadas, también rodea a los blastos de anfíbol y epidota en forma de racimos granulares.

Asociaciones:

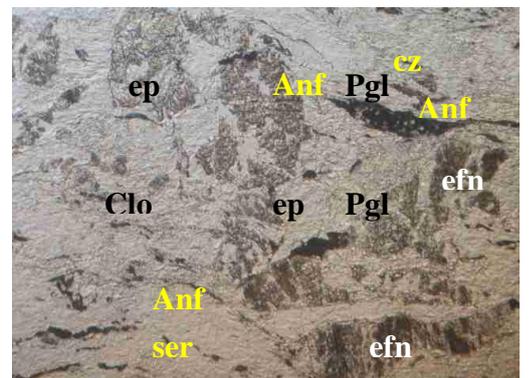
Plagioclasa + Clorita + Epidota + Anfíbol + Titanita

Nombre de la Roca: Esquisto gneíssico con clorita, anfíbol, epidota.



NX

158 μm



N//

158 μm

9. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 70
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070521
Orientación: N40°O
 30° NE

Coordenadas UTM:

Norte	9169596
Este	190879

Descripción Macroscópica:

Muestra de color verde clara, posee textura fanerítica (Gneíssica). El tamaño de los minerales varía de 1 a 3mm. La roca está compuesta por ocelos de plagioclasa, clorita y láminas de mica.

La estructura de la roca está definida por las bandas de mica, paralelas a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca está compuesta por una textura porfidoblástica. Está definida por porfidoblastos de piroxeno, que se encuentran dentro de una matriz fina de delgadas bandas blancas. La estructura de la roca está compuesta por finas bandas blancas, paralelas a la foliación de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Augita	15%
Epidota	5%
Plagioclasa	25%
Cuarzo	3%
Esfena	20%
Anfibol (Actinolita)	15%
Clorita	17%

Relaciones Mineralógicas y texturales:

La roca está compuesta por relictos de piroxenos (augita), anfíboles (actinolita) y plagioclasa, epidota.

Los relictos de piroxenos (augita) se han alterado a actinolita.

El anfíbol (actinolita) y la plagioclasa se encuentra como matriz en toda la sección, en forma de finas hileras paralelas a la esquistosidad de la roca.

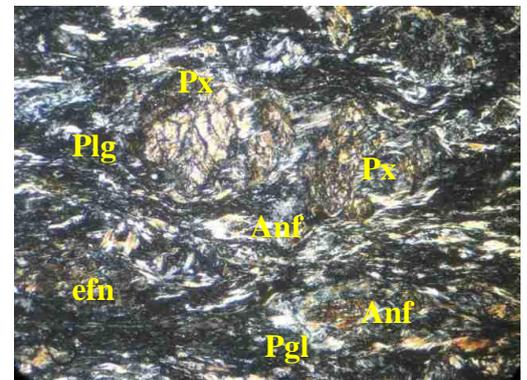
La epidota rellena los espacios vacíos de los relictos de piroxenos y se encuentra en forma de finas láminas. Los blastos de cuarzo son confundidos con los moldes de plagioclasa, aunque algunos blastos de plagioclasa conservan su maclado.

Al igual que la muestra anterior como minerales accesorios están presentes en forma de venillas paralela a la esquistosidad los esfenos, epidota y apatito.

Asociaciones:

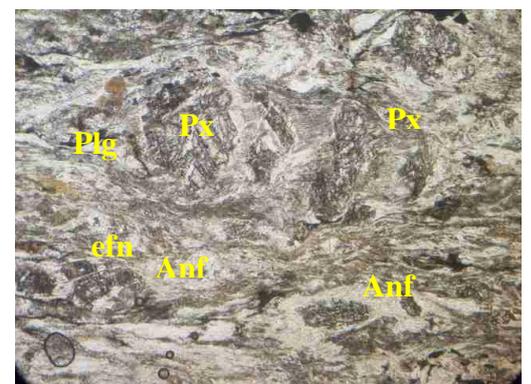
Actinolita + titanita + plagioclasa + epidota

Nombre de la Roca: Gneíss con plagioclasa, anfíbol y clorita.



NX

188 μm



N//

188 μm

10. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 91
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070522
Orientación: N40°O
50° SO

Coordenadas UTM:

Norte	9170136
Este	192420

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris clara, con textura afanítica. Está compuesta por minerales de grano muy fino. La roca posee un lustre sedoso en la superficie de la esquistosidad.

La estructura de la roca está representada por bandas delgadas compuestas por micas con cuarzo, paralelas a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura lepidoblástica, conformada por bandas delgadas compuestas por biotita y pequeños granos de cuarzo elongados. La estructura de la roca es anisotrópica, está definida por la orientación de los blastos de cuarzo y las láminas de biotita, paralelas a la esquistosidad de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Cuarzo	45%
Biotita	20%
Clorita	10%
Titanita	10%
Plagioclasa	5%
Epidota	10%

Análisis de Difracción de Rayos X

Cuarzo	SiO ₂	69.39%
Clorita	Mg ₅ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₈	13.06%
Albita	(Na, Ca) (Si, Al) ₄ O ₈	9.70%
Muscovita	(K, Na) (Al, Mg, Fe) ₂	7.34%
Diáspora	AlO(OH)	0.51%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

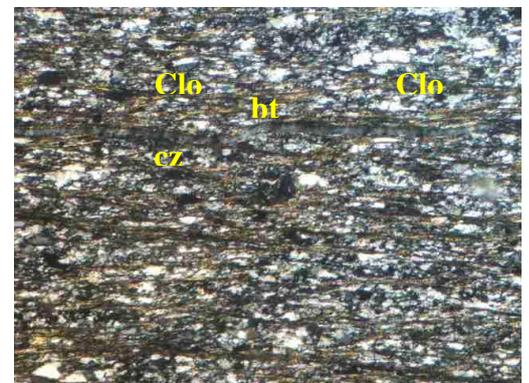
La roca posee venillas de cuarzo perpendiculares a la esquistosidad de la roca.

La roca está compuesta por bandas compuestas por cuarzo microgranular, con extinción ondulante.

Los blastos de clorita, epidota y plagioclasa se encuentran, dispersas en toda la roca. Mantienen una orientación predominante a la esquistosidad de la roca.

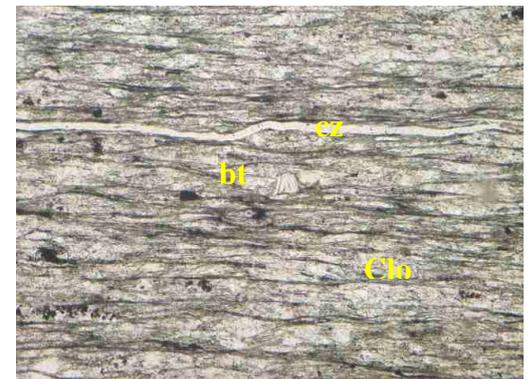
La roca posee bandas delgadas compuestas por biotita, clorita, epidota y titanita paralelas a las bandas de cuarzo.

Nombre de la Roca: Filita con blastos de cuarzo.



NX

4X



N//

4X

11. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 90
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070523
Orientación: N 0° S
41°E

Coordenadas UTM:

Norte	9171104
Este	193404

Descripción Macroscópica:

Muestra de color verde oscuro, con textura afanítica. Está compuesta predominantemente por mica y minerales de grano fino. La estructura de la roca está definida por capas de mica, paralelas a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura /Estructura:

La roca posee una textura lepidoblástica, conformada por finas bandas de micas.

La estructura de la roca es anisotrópica, está definida por bandas crenuladas compuestas por finas láminas de mica.

Composición Modal Estimada Visualmente:

El tamaño de los minerales imposibilita hacer una estimación de los minerales y diferenciarlos entre ellos.

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La roca esta compuesta por minerales microgranulares que forman bandas crenuladas, que originan una doble esquistosidad. La foliación $S_0 // S_1$ y definen la estratificación original de la roca. El S_2 es perpendicular al S_0 y S_1 , esta definida por los ejes de los micropliegues.

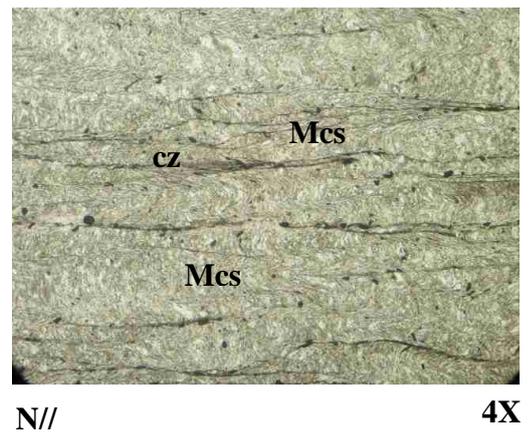
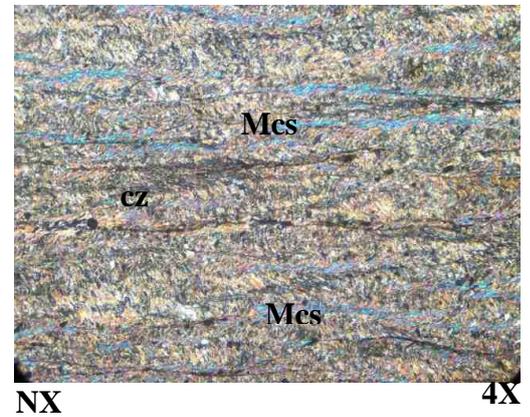
La presencia de estas dos foliaciones da entender que la deformación durante el metamorfismo fue progresiva.

También se observan pequeños nódulos de cuarzo y venillas de cuarzo sin extinción ondulante, posiblemente se han formado por segregación durante el metamorfismo.

Asociación:

Sericita + clorita + albita +cuarzo

Nombre de la Roca: Esquisto micáceo.



12. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 89
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070524
Orientación: N10°O
70° SO

Coordenadas UTM:

Norte	9170902
Este	193201

Descripción Macroscópica:

Muestra color pardo blanquesino, con textura fanerítica (esquistosa). Esta compuesta por minerales de cuarzo, que se encuentran dentro de las bandas de mica. El tamaño de los granos varía de 3mm a fino. La roca está alterada.

La estructura de la roca está definida por bandas de mica, paralelas a foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/ Estructura:

La roca posee una textura granolepidoblástica, está conformada por porfidoblastos de cuarzo, plagioclasa y bandas crenuladas compuestas por filosilicatos. La estructura de la roca es anisotrópica y esta definida por bandas de filosilicatos, paralelas a la esquistosidad de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Plagioclasa	20%
Cuarzo	39%
Muscovita	25%
Feldespato K	10%
Titanita	5%
Epídota	1%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La roca presenta microestructuras nodulosas, compuestas por plagioclasa y cuarzo.

Los porfidoblastos de plagioclasa son cristales preexistentes a la deformación, porque aún conservan su forma prismática y forman sombras de presión asimétricas rellena por cuarzo microgranular recrystalizado.

Los porfidoblastos de cuarzo con extinción ondulante han recrystalizado durante el metamorfismo y forman cuarzo microgranular sin extinción ondulante.

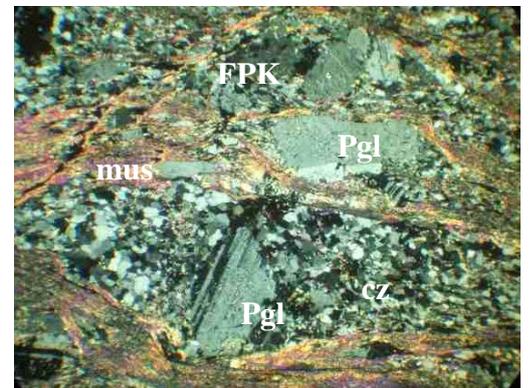
Las bandas crenuladas de muscovita se amoldan a las microestructuras nodulosas compuestas por cuarzo y plagioclasa.

Las bandas de sericita junto a la granulometría fina de cuarzo, definen la esquistosidad de la roca.

Asociación:

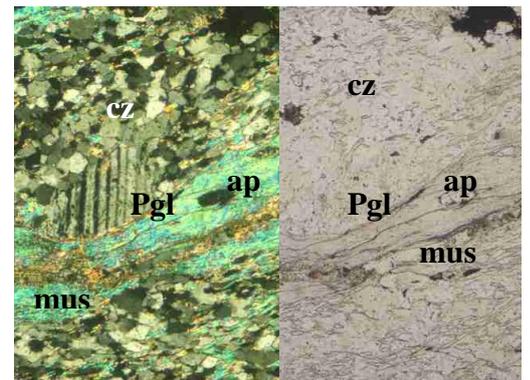
Cuarzo + plagioclasa + muscovita

Nombre de la Roca: Mica esquistoso con cuarzo y plagioclasa



NX

273 μm



NX

N// 273 μm



13.- Ficha Petrográfica

Código:	Jv - 88	$S_2 = N30^\circ O$
Cuadrángulo:	15 - h	60°NE
Código:	26070525	
Orientación:	$S_1 = N40^\circ O$ 40° SO	Coordenadas UTM:
		Norte 9171328
		Este 193557

Descripción Macroscópica:

Muestra de color verde oscura, con textura afanítica (Esquistosa). Esta compuesta predominantemente por mica y pequeñas venillas discontinuas de cuarzo de espesor de 1mm, paralelas a la esquistosidad de la roca. Por la coloración de la muestra, posiblemente está compuesta por clorita.

La estructura de la roca está definida por bandas plegadas de mica, paralelas a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura / Estructura:

La roca posee una textura lepidoblástica, está definida por bandas de muscovita y clorita. La estructura de la roca está definida por dos esquistosidades: la primera $S_0 // S_1$ son bandas crenuladas paralelas a la esquistosidad predominante de la roca compuestas por muscovita y cuarzo microgranular. Y la S_2 está compuesta por venillas de clorita y calcita, paralelas a los ejes de las bandas crenuladas de muscovita y perpendiculares a la esquistosidad $S_0 // S_1$.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Cuarzo	35%
Muscovita + Sericita	25%
Biotita o stipnomelano	2%
Clorita	15%
Calcita	2%
Epidota	3%
Plagioclasa	5%
Ortoclasa	8%
Titanita	5%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La matriz de la roca está compuesta por muscovita, clorita, cuarzo microgranular, epidota, calcita y titanita.

Las bandas crenuladas de muscovita, biotita y clorita, forman pequeñas microestructuras nodulosas de clorita en la parte superior de las crestas de los micropliegues.

La roca también está compuesta por porfidoblastos de cuarzo, que poseen extinción ondulante. Algunos presentan inclusiones de piroxenos y forman sombras de presión rellenas por cuarzo recristalizado.

Los poiquiloblastos de plagioclasa y feldespato K se han alterado a sericita y son reemplazados por el cuarzo recristalizado.

Las venillas de clorita son discontinuas y están asociadas a los pequeños blastos idiomórficos de calcita.

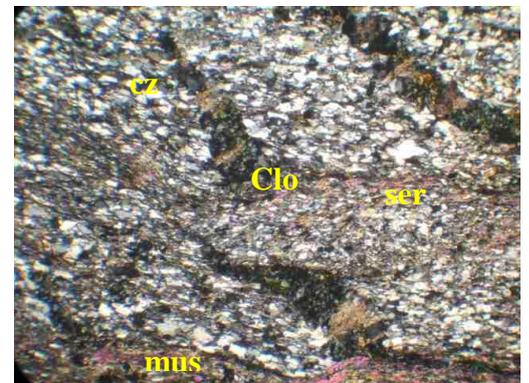
La epidota está presente en forma de finas laminillas, entre las bandas de muscovita.

La roca como minerales accesorios presenta titanita y epidota.

Asociaciones:

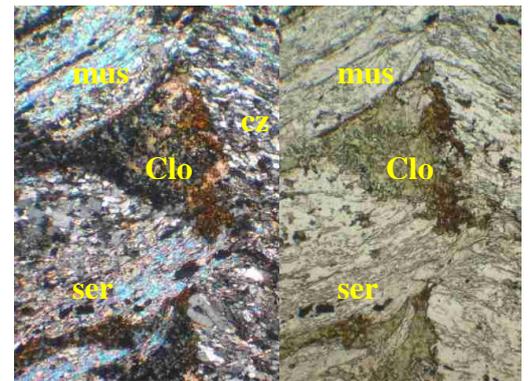
Cuarzo + muscovita + clorita + plagioclasa

Nombre de la Roca: Mica esquistoso de cuarzo y clorita.



NX

400 μm |



NX

400 μm |

14. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 86a
Cuadrángulo 15 - h
Código: 26070527
Orientación N40°O
40° SO

Coordenadas UTM:

Norte	9171622
Este	194039

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris, con textura fanerítica. La granulometría de los granos varía de 2mm a fino. Está compuesto predominantemente por cuarzo con finas venillas de biotita.

La estructura de la roca esta definida por la orientación de las finas láminas de mica (biotita), que definen la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura porfidoblástica compuesta por grandes porfidoblastos de cuarzo, que se encuentran embebidos en una matriz de cuarzo microgranular y mica.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Clorita	10%
Cuarzo	40%
Muscovita	9%
Feldespato K	6%
Epidota	5%
Opácicos	5%
Biotita	25%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La matriz de la roca esta compuesta por cuarzo, biotita, muscovita, clorita, epidota y cuarzo.

Los porfidoblastos de cuarzo son subredondeados y forman sombras de presión asimétricas, que estan rellenas por cuarzo microgranular y recristalizado como producto de los esfuerzos de compresión.

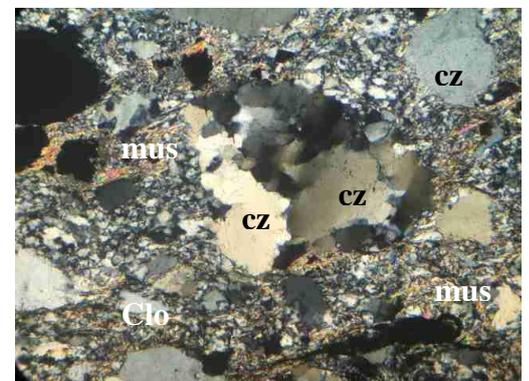
La epidota forma pequeños hilos paralelos a las bandas de biotita.

Las bandas de biotita se encuentran en toda la matriz de la roca y están definidas por una orientación predominante.

La venillas de calcita cortan a las bandas de biotita en forma perpendicular también, rellenan las pequeñas microfracturas, de la roca.

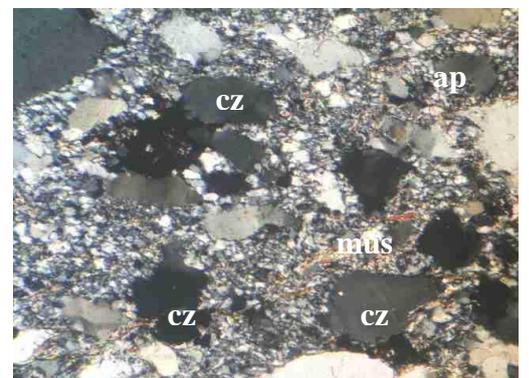
Como minerales accesorios, la roca está compuesta por apatito.

Nombre de la Roca: Meta arenisca con biotita.



NX

240 μm



N//

240 μm

15. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv – 86b
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070528

Coordenadas UTM:

Norte	9171622
Este	194039

Descripción Macroscópica:

Muestra de color parda, con textura fanerítica (Gneíssica hojosa). Está compuesta por una matriz de grano fino y granos subredondeados de cuarzo, que varían de tamaño desde 10mm a fino.

La estructura de la roca está definida por bandas compuestas por blastos de cuarzo orientados, paralelas a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura /Estructura:

La roca posee una textura porfidoblástica, que esta definida por porfidoblastos de cuarzo que se encuentran embebidos en una matriz de calcita, epidota y cuarzo microgranular.

Composición Modal Estimada Visualmente:

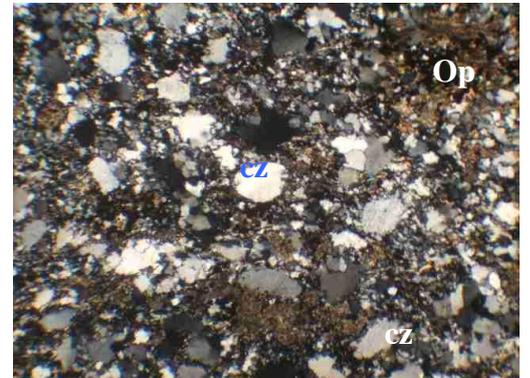
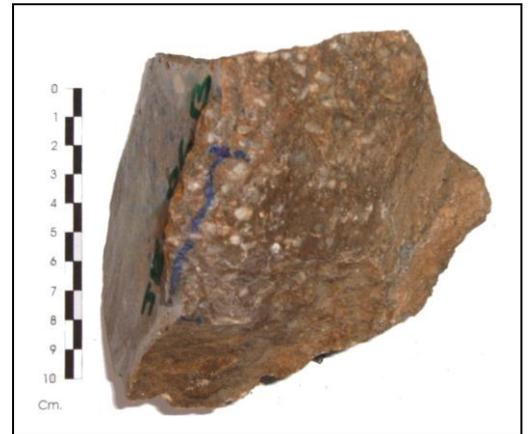
Cuarzo	70%
Calcita	10%
Epídota	10%
Opácos	5%
Muscovita	5%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La matriz de la roca esta compuesta por epidota, titanita, sericita y calcita. En forma de pequeñas bandas irregulares mantienen cierto paralelismo entre ellas.

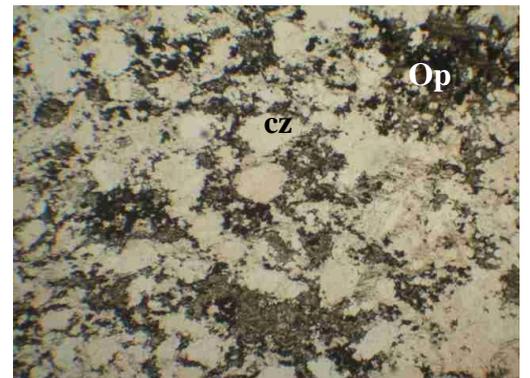
Los porfidoblastos de cuarzo poseen extinción ondulante, son subangulosos, poseen bordes suturados en contacto con los pequeños blastos deformados de calcita y cuarzo microgranular con extinción ondulante, estos blastos están orientados.

Nombre de la Roca: Meta conglomerado.



NX

375 μm



N//

375 μm

16. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 86c $S_2 = N50^\circ E$
Cuadrángulo: 15 - h 60° SE
Código: 26070526
Orientación: $S_1 = N40^\circ O$ $40^\circ SO$

Coordenadas UTM:

Norte	9171622
Este	194039

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris verdosa, con textura fanerítica (Gneissica). El tamaño de los minerales varía de 1 a 6mm. La roca esta compuesta por blastos de cuarzo (achatados) y por una matriz fina de clorita y mica.

La estructura de la roca esta definida por la orientación de los blastos de cuarzo y las bandas de mica con clorita, que son paralelas a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/estructura:

La roca esta compuesta por una textura porfidoblástica, definida por los porfidoblastos de cuarzo y calcita, estos se encuentran embebidos en una matriz de cuarzo microgranular, epidota, calcita y filosilicatos. La estructura de la roca es anisotrópica, definida por la orientación de los minerales paralela a la esquistosidad de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Cuarzo	60%
Mica (Biotita, sericita, epidota)	25%
Opácos	9%
Calcita	6%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La matriz de la roca está conformada por bandas paralelas discontinuas homogéneamente orientadas. Están compuestas por sericita, biotita, epidota y bandas compuestas por cuarzo microgranular con cristales de epidota.

La roca también esta compuesta por porfidoblastos de cuarzo. Estos forman sombras de presión, que están rellenas por cuarzo microgranular recrystalizado.

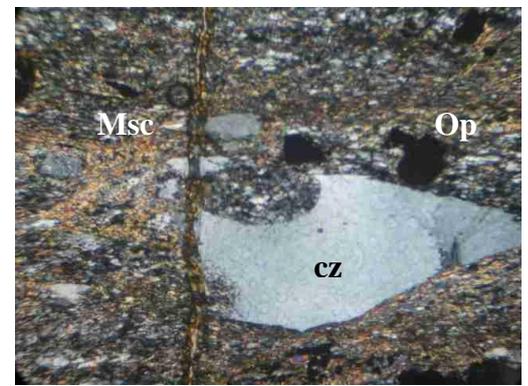
Los poiquiloblastos de calcita son reemplazados por cuarzo y presentan bordes suturados en sus contornos.

La roca posee como minerales accesorios al apatito y minerales opácos.

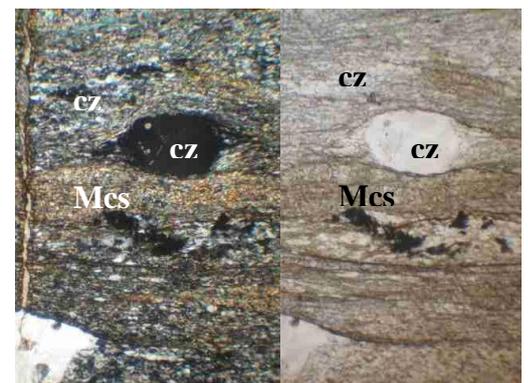
Asociación:

Cuarzo + sericita+calcita + epidota

Nombre de la Roca: Esquisto con cuarzo y clorita.



NX 353 μm



NX N// 353 μm

17. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 71a
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 260705290:
Orientación: N40°O
 40° SO

Coordenadas UTM:	
Norte	9171788
Este	194134

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris, con textura fanerítica (Esquistosa). El tamaño de los minerales varía de 1 a 3 mm. La roca esta compuesta por biotita y cuarzo.

La estructura de la roca está definida por bandas de biotita, paralelas a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura lepidoblástica, está definida por porfidoblastos de cuarzo, estos se encuentran dentro de una matriz microgranular de cuarzo con finas bandas de mica. La estructura de la roca está definida por la orientación de los porfidoblastos de cuarzo y el bandeamiento de las láminas de mica, con una orientación paralela a la foliación de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Cuarzo	70%
Sericita	8%
Feldespato K	2%
Epidota	3%
Opacos	15%
Plagioclasa	2%

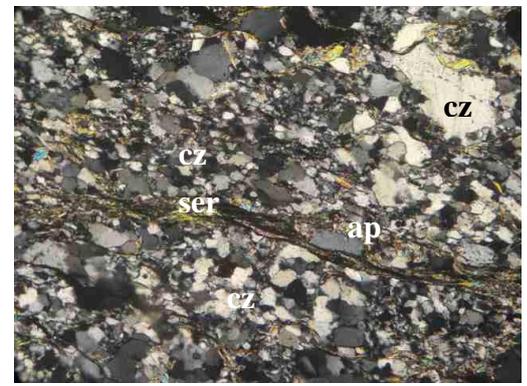
Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La roca esta compuesta por porfidoblastos de cuarzo con forma elongada o achatada, poseen bordes suturados y posee una orientación predominante a la esquistosidad. Algunos de los blastos de cuarzo se encuentran rellenos por cuarzo recristalizado, probablemente se han originado por esfuerzos de distensión. También forman pequeñas sombras de presión con cuarzo recristalizado, casi toda la matriz de la roca esta compuesta por cuarzo microgranular.

Algunos porfidoblastos de cuarzo engloban relictos de piroxenos. La titanita forma microestructuras nodulosas con textura anastomosada.

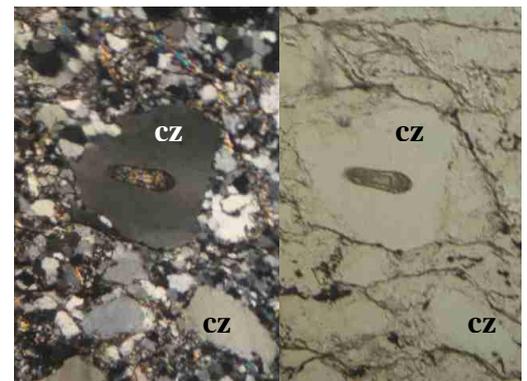
Las bandas de biotita, sericita y epidota rellenan los espacios vacíos entre los blastos de cuarzo y mantienen una orientación paralela a la orientación predominante de la roca.

Nombre de la Roca: Esquisto con cuarzo y mica



NX

267 μm



NX

N// 267 μm

18. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 73a $S_2 = N20^\circ E$
Cuadrángulo: 15 - h 60°NW
Código: 26070530
Orientación: $S_1 = N40^\circ W$
 $30^\circ SW$

Coordenadas UTM:

Norte	9171701
Este	194399

Descripción Macroscópica:

Muestra de color pardo blanquesina con textura afanítica. El tamaño de los minerales es $< 2\text{mm}$. La roca está compuesta predominantemente por mica.

La estructura de la roca está definida por bandas deformadas con mica, paralelas a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura granolepidoblástica, está compuesta por porfidoblastos de cuarzo, que se encuentran embebidos en una matriz de mica y epidota. La estructura de la roca es anisotrópica, formada por bandas paralelas de mica y cuarzo.

Composición Modal Estimada Visualmente:

El tamaño de los minerales imposibilita hacer una estimación de los minerales y diferenciarlos entre ellos. Ha sido necesario realizar el análisis de difracción de rayos X en esta muestra, para conocer la composición mineralógica de la roca.

Difracción de Rayos X:

Cuarzo	SiO_2	76.96%
Muscovita	$(\text{K}, \text{Na})(\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2$	11.57%
Clorita	$\text{Mg}_5\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	10.14%
Ortoclasa	$(\text{K}, \text{Ba}, \text{Na})(\text{Si}, \text{Al})_4\text{O}_8$	0.59%
Ussingita	$\text{Na}_2\text{AlSi}_3\text{O}_8\text{OH}$	0.34%
Schaurteita	$\text{CaGe}(\text{SO}_4)_2(\text{OH})_6 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	0.25%
Calcita	CaCO_3	0.15%

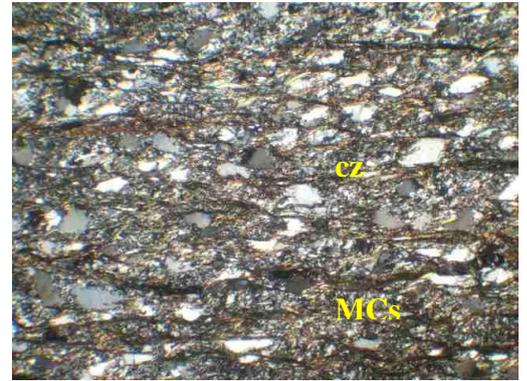
Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La roca está compuesta por blastos de cuarzo subangulosos con bordes suturados y extinción ondulante. Estos están embebidos en una matriz compuesta por biotita, clorita, sericita y epidota.

Las bandas de cuarzo microgranular han recrystalizado en capas separadas por las bandas de mica.

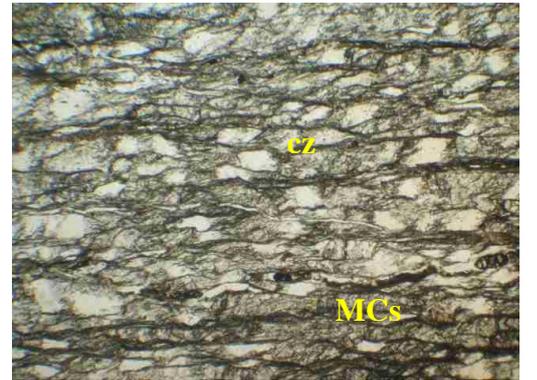
La textura de la roca muestra que la deformación fue intensa.

Nombre de la Roca: Filita con cuarzo y mica.



NX

200 µm



NX

200 µm

19. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 73b
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070531
Orientación: N40°O
30° SO

Coordenadas UTM:

Norte	9171701
Este	194399

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris clara, con textura afanítica. (Esquistosa). Está compuesta por minerales de grano fino, predominantemente por mica y pequeños blastos de cuarzo.

La estructura de la roca esta definida por bandas deformadas de mica, paralelas a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura:

La roca posee una textura granolepidoblástica compuesta por pequeños blastos de cuarzo dentro de finas bandas de mica.

Composición Modal Estimada Visualmente:

El tamaño de los minerales imposibilita hacer una estimación de los minerales y diferenciarlos entre ellos. Ha sido necesario relizar el análisis de difracción de rayos X en esta muestra, para conocer la composición mineralógica de la roca.

Difracción de Rayos X:

Cuarzo	SiO ₂	64.66%
Clorita	Mg ₅ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₈	17.01%
Muscovita	(K, Na) (Al,Mg, Fe) ₂	14.31%
Halita	NaCl	1.54%
Ortoclasa	(K, Ba,Na,)(Si, Al) ₄ O ₈	1.53%
Arsenopirita	FeAsS	0.37%
Actinolita	Ca ₂ (Mg, Fe) ₅ Si ₈ O ₂₂ (OH) ₂	0.31%
Gibbsita	Al(OH) ₃	0.27%

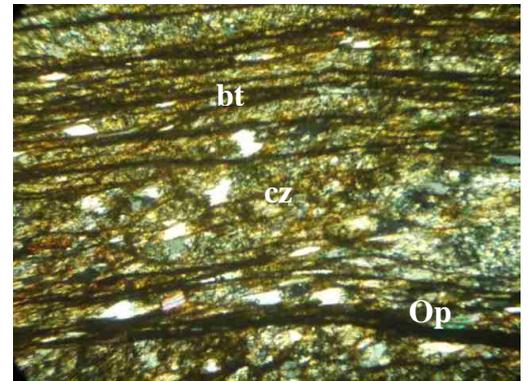
Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La roca posee dos esquistosidades: La esquistosidad S₀ // S₁ está compuesta por las bandas de minerales opácos y blastos de cuarzo.

La esquistosidad S₂ está compuesta por sericita y epidota, está esquistosidad está regularmente perpendicular a la foliación S₀ y S₁.

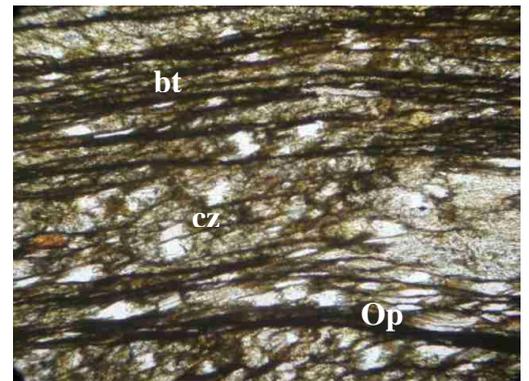
La roca posee alto contenido de materia carbonosa.

Nombre de la Roca: Esquisto micáceo.



NX

4X



N//

4X

20. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 76
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070532
Orientación: N60°O
40° SO

Coordenadas UTM:

Norte	9171240
Este	194735

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris, posee una textura afanítica. (Esquistosa). Está compuesta por micas y minerales de grano muy fino, con venillas de cuarzo con espesor de 5mm paralelas a los planos de foliación.

La estructura de la roca está definida por una esquistosidad pizarrosa por presencia de carbón y mica en los planos de foliación.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura lepidoblástica, que está compuesta por minerales laminares intercrecidos y homogéneamente orientados, paralelos entre sí. La estructura de la roca es anisotrópica, está definida por bandas finas, que forman una esquistosidad pizarrosa.

Composición Modal Estimada Visualmente:

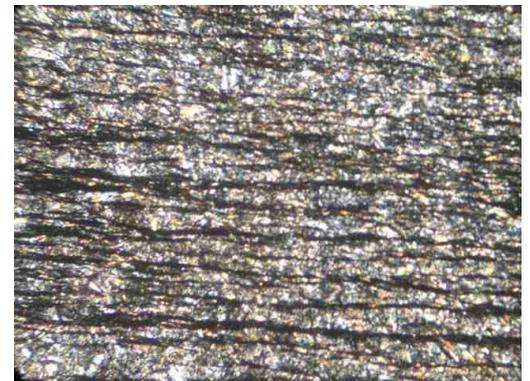
El tamaño de los minerales imposibilita hacer una estimación de los minerales y diferenciarlos. Solo se sugiere los posibles minerales constituyentes en la roca.

Epidota
Muscovita
Cuarzo
Opácos

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

La roca está compuesta mayormente por un alto contenido de minerales opácos y posee dos esquistosidades donde $S_0 // S_1$ esta esquistosidad es paralela a la foliación de la roca. La esquistosidad S_2 es oblicua a la esquistosidad predominante.

Nombre de la Roca: Filita carbonosa.



NX

4X



N//

4X

21. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 77
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070533
Orientación: N70°O
45° SO

Coordenadas UTM:

Norte	9171050
Este	194830

Descripción Macroscópica:

Muestra de color parda, su textura es fanerítica (Esquistosa). El tamaño de sus granos varía de 1 a 3mm. Posee minerales de cuarzo subredondeados y muscovita.

La roca está compuesta por bandas paralelas de mica.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura granolepidoblástica, está conformada por blastos deformados de cuarzo y por bandas delgadas de biotita, muscovita, paralelas a la esquistosidad predominante de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Cuarzo	62%
Epidota	2%
Biotita	15%
Moscovita	14%
Opacos	16%

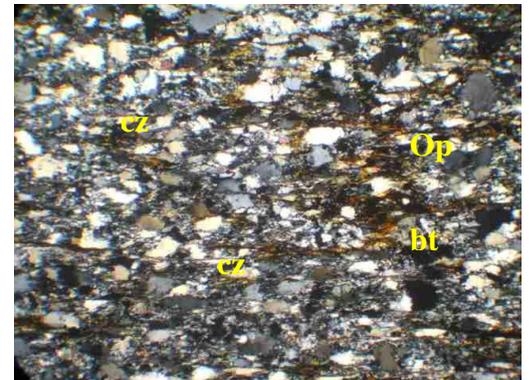
Relaciones Mineralógicas y texturales:

Los blastos de cuarzo están orientados y poseen bordes suturados entre el contacto con los blastos recristalizados de cuarzo.

Los porfidoblastos de minerales opacos se encuentran dispersos en toda la roca. Junto a las bandas de biotita mantienen una orientación paralela a la esquistosidad de la roca.

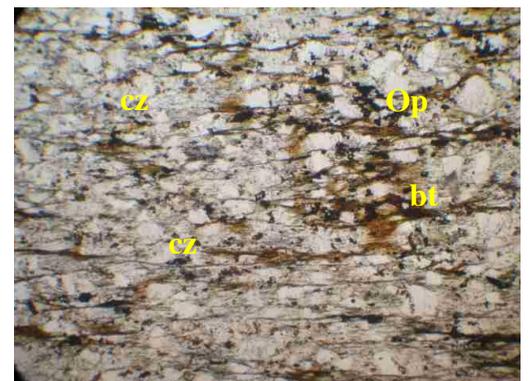
Las bandas de biotita son discontinuas y ligeramente deformadas.

Nombre de la Roca: Esquisto cuarzoso con mica.



NX

250 μm |—|



N//

250 μm |—|

22. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 78
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070534
Orientación: N 80° E
20° SO

Coordenadas UTM:

Norte	9170552
Este	195150

Descripción Macroscópica:

Muestra de color gris oscuro posee una textura afanítica. Está compuesta por minerales de grano muy fino (micas).

La estructura de la roca, está definida por los planos de foliación de la roca, que muestra una esquistosidad pizarrosa.

Descripción Microscópica:

Textura / Estructura:

La roca presenta una textura lepidoblástica, está compuesta por bandas finas de minerales opácos y finas láminas de mica con blastos de cuarzo.

La estructura de la roca es anisotrópica y esta definida por dos esquistosidades. El $S_0 // S_1$, son finas bandas de muscovita y cuarzo paralelas a la esquistosidad predominante de la roca. Y la segunda esquistosidad esta compuesta por minerales opácos, que es definida como S_2 , es oblicua al S_1 .

Composición Modal Estimada Visualmente:

El tamaño de los minerales imposibilita hacer una estimación de los minerales. Por el alto contenido de minerales opácos, ha sido necesario relizar el análisis de difracción de rayos X en esta muestra para conocer la composición mineralógica de la roca.

Análisis de Difracción de Rayos X:

Cuarzo	SiO_2	63.04%
Muscovita	$(\text{K}, \text{Na}) (\text{Al}, \text{Mg}, \text{Fe})_2$	16.97%
Clorita	$\text{Mg}_5\text{Al}_2\text{Si}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_8$	15.27%
Albita	$(\text{Na}, \text{Ca}) (\text{Si}, \text{Al})_4 \text{O}_8$	3.13%
Ortoclasa	$(\text{K}, \text{Ba}, \text{Na}, \text{Al}) (\text{Si}, \text{Al})_4 \text{O}_8$	1.18%
Uvarovita	$\text{Ca}_3\text{Cr}_2(\text{SiO}_4)_3$	0.41%

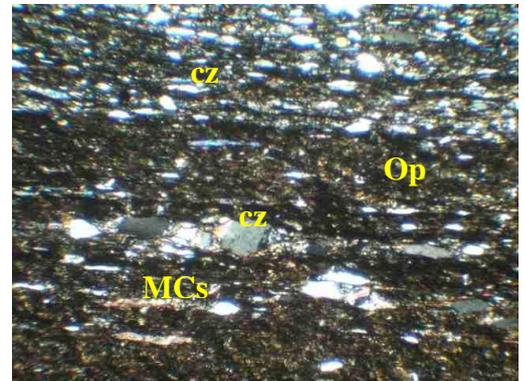
Relaciones Mineralógicas y Texturales:

En toda la sección se observa una matriz compuesta por bandas de minerales opácos con epidota, mica y posiblemente grafito. Posee microestructuras nodulosas de cuarzo de forma alargada y orientados.

No poseen extinción ondulante, probablemente se han formado por producto de segregación durante el metamorfismo.

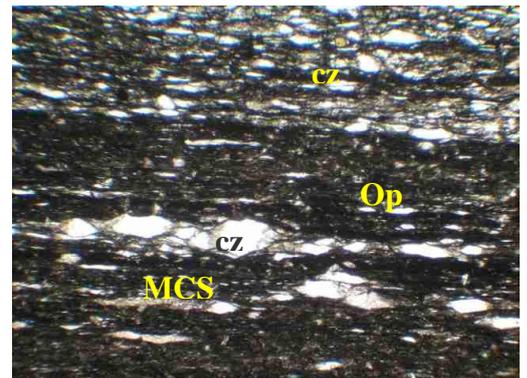
Las bandas de grafito forman pequeños micropliegues, dando origen a otra foliación compuesta por minerales opácos.

Nombre de la Roca: Filita con cuarzo.



NX

4X



N//

4X

23. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 81
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070535
Orientación: N45°O
75° NE

Coordenadas UTM:

Norte	9169299
Este	196844

Descripción Macroscópica:

Muestra de color verde olivo, con textura afanítica. Está compuesta por minerales de grano muy fino. Por la coloración verdosa y por el brillo de la muestra, está compuesta por clorita y micas.

La estructura de la roca está definida por finas bandas replegadas paralelas a la foliación de la roca.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca posee una textura lepidoblástica, que está definida por la orientación subparalela de minerales planares con finas bandas de cuarzo. La estructura de la roca es anisotrópica, forma pequeñas bandas crenuladas paralelas a la foliación de la roca.

Composición Modal Estimada Visualmente (%):

El tamaño de los minerales imposibilita hacer una estimación de los minerales y diferenciarlos. Ha sido necesario realizar el análisis de difracción de rayos X en esta muestra, para conocer la composición mineralógica de la roca.

Análisis de Difracción de Rayos X:

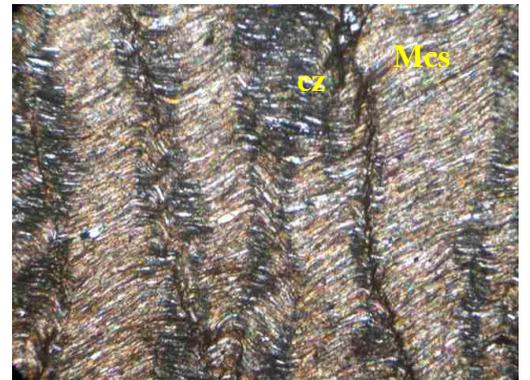
Cuarzo	SiO ₂	69.39%
Clorita	Mg ₅ Al ₂ Si ₃ O ₁₀ (OH) ₈	13.06%
Albita	(Na, Ca) (Si, Al) ₄ O ₈	9.70%
Muscovita	(K, Na) (Al, Mg, Fe) ₂	7.34%
Diaspora	AlO(OH)	0.51%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

Los colores brillantes de birrefringencia representan el alto contenido de biotita y muscovita.

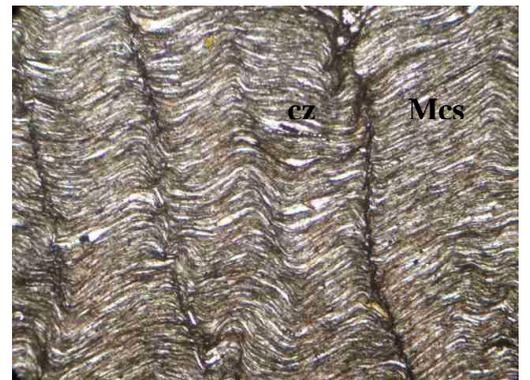
Los minerales de cuarzo forman finas bandas discontinuas, paralelas a la esquistosidad original de la roca. La esquistosidad S₀/S₁ estaba inicialmente alineada, posteriormente por la deformación se ha originado el microplegamiento en toda la roca formando la esquistosidad S₂.

Nombre de la Roca: Filita con clorita.



N //

4X



NX

4X

24. Ficha Petrográfica:

Muestra: Jv - 82b
Cuadrángulo: 15 - h
Código: 26070536
Orientación: S₁= N20°O
15° SO

S₂= N40°W
45°SE

Coordenadas UTM:

Norte	9167630
Este	198623

Descripción Macroscópica:

Muestra de color verde olivo, con textura fanerítica (Esquistosa). El tamaño de sus minerales varía de 1 a 4mm. La roca está compuesta por cuarzo, plagioclasa, clorita y con alto contenido de mica.

La estructura de la roca esta definida por, finas bandas deformadas o plegadas de mica.

Descripción Microscópica:

Textura/Estructura:

La roca esta compuesta por una textura granolepidoblástica, definida por bandas ricas en micas y porfidoblastos de cuarzo subredondeados, plagioclasa y feldespatos K. Las bandas de la roca forman una estructura muy deformada, formando micropliegues.

Composición Modal Estimada Visualmente:

Calcita	5%
Cuarzo	35%
Feldespato K	10%
Clorita	15%
Plagioclasa	10%
Epidota	3%
Sericita	17%
Opácos	5%

Relaciones Mineralógicas y Texturales:

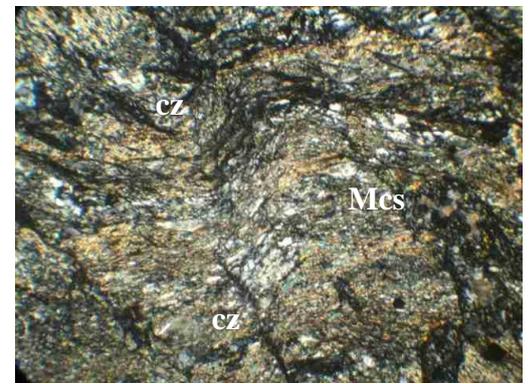
La roca está compuesta por bandas crenuladas ricas en mica con sericita, clorita, epidota, esfena y con cuarzo microgranular.

Los blastos de cuarzo, han recristalizado.

Los poiquiloblastos de feldespato K (ortoclasa) y plagioclasa se han alterado a sericita y se encuentran dentro de las bandas de mica.

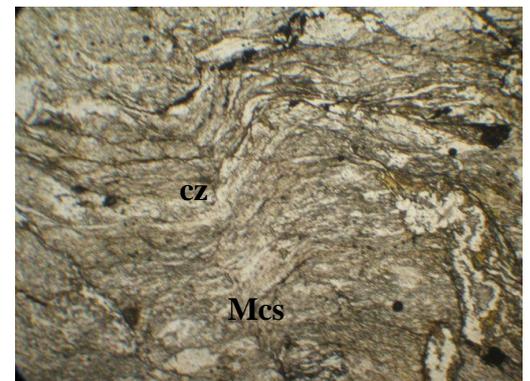
También la roca posee microestructuras nodulosas, formadas por clorita esfena y minerales opácos.

Nombre de la Roca: Mica esquistos con clorita.



NX

4X



N//

4X

