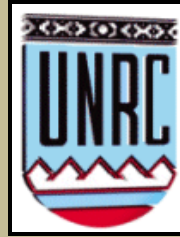


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE RÍO CUARTO
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS FÍSICO-QUÍMICA Y NATURALES
DEPARTAMENTO DE GEOLOGÍA
AÑO 2011**



**MAPEO, PETROLOGÍA Y EMPLAZAMIENTO DEL
CUERPO GÁBRICO CANTERA CHAMPAQUÍ,
EN EL ÁREA DE SANTA ROSA DE CALAMUCHITA.
SIERRAS DE COMECHINGONES
PROVINCIA DE CÓRDOBA
ARGENTINA**



TESIS DE LICENCIATURA

**Alumno:
Emiliano Cacciavillani**

Director: Alejandro Demichelis

ÍNDICE

Índice _____	1
Agradecimientos _____	5
Resumen _____	6

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

I.1. Introducción _____	9
I.2. Objetivos _____	10
I.2.a. Objetivos Generales _____	10
I.2.b. Objetivos Específicos _____	10
I.3. Ubicación y Vías de Acceso _____	10
I.3.1. Ubicación del Área de Estudio _____	10
I.3.2. Vías de Acceso al Área de Estudio _____	11
I.4. Materiales y Métodos _____	12
I.4.1. Etapa de Gabinete Inicial _____	12
I.4.2. Etapa de Campo _____	12
I.4.3. Etapa de Laboratorio _____	12
I.4.4. Etapa de Gabinete Final _____	12

CAPÍTULO II: GEOLOGÍA REGIONAL

II.1. Sierras Pampeanas _____	15
II.1.1 Evolución de las Sierras Pampeanas _____	16
II.2. Sierras de Córdoba _____	18

CAPÍTULO III: GEOLOGÍA LOCAL

III.1. Introducción _____	22
---------------------------	----

III.2. Antecedentes del Área de Estudio _____	25
III.3. Tipos Litológicos del Basamento Cristalino _____	25
III.3.1. Asociación Metamórficas _____	25
III.3.1.a. Rocas Migmáticas _____	25
III.3.1.b. Asociación Carbonáticas _____	27
III.3.1.c. Anfibolitas (Ortoderivadas) _____	28
III.3.2. Granitos Anatéticos con fenocristales de Kfs _____	29
III.3.3. Asociación Charnockítica _____	29
III.4. El Cuerpo Máfico "Cantera Champaquí" _____	30
III.4.1. Aspectos Generales _____	30
III.4.1.1. Asociación Máfica _____	35
III.4.1.1.a. Gabro Biotítico _____	35
III.4.1.1.b. Cuarzogabro Anfibólico _____	37
III.4.1.1.c. Diorita Hornblendo-biotítica _____	39
III.4.1.1.d. Cuarzodiorita _____	41
III.4.1.1.e. Tonalita Piroxénica _____	43
III.4.2. Rocas Charnockíticas _____	45
III.4.2.1. Generalidades _____	45
III.4.2.2. Yacencia y Petrología de las Rocas en el Área de Estudio _____	45
III.4.2.3. Facies de las Serie Charnockítica _____	49
III.4.2.3.a. Jotunita (monzodiorita con Hy) _____	50
III.4.2.3.b. Mangerita (monzonita con Hy) _____	53
III.4.2.3.c. Opdalita (granodiorita con Hy) _____	56
III.4.2.3.d. Charnockita (monzogranito con Hy) _____	58
III.4.3. Rocas Félsicas _____	63

CAPÍTULO IV: MICROTERTURAS Y PROCESOS DE RETROGRADACIÓN

IV.1. Microtexturas y Procesos de Retrogradación	67
IV.1.1. Simplectitas	67
IV.1.2. Pertitas y Antipertitas	68
IV.1.3. Recristalización Estática	69
IV.1.4. Textura Poiquilitica	69
IV.1.5. Textura Subofítica	70
IV.1.6. Textura Rapakivi	71
IV.1.8. Cristales Corroídos	71
IV.2. Procesos de Retrogradación y sus Texturas de Alteración	72
IV.2.a. Caolinitización	73
IV.2.b. Sericitización	73
IV.2.c. Cloritización	74
IV.2.d. Saussuritización	75
IV.2.e. Uralitización	75
IV.2.f. Carbonatización	76

CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

V.1. Síntesis del Análisis Petrográfico	78
V.2. Evolución del Magma Máfico	80
V.3. Secuencia de Cristalización	85
V.4. Petrogénesis de las Rocas Ígneas Máficas del Cuerpo "Cantera Champaquí"	85
V.5. Evolución del Magma Charnockítico	87
V.6. Petrogénesis de las Rocas Híbridas Presentes en el Área del Cuerpo Ígneo "Gabro Cantera Champaquí"	89

CAPÍTULO VI: CONCLUSIONES

VI. Conclusiones	92
<hr/> <hr/>	
Bibliografía	95
Anexo I. Mapa Geológico General	101
Anexo II. Mapa Litológico de Detalle	102
Anexo III. Mapa Localización de Muestras	103
Anexo IV. Mapa Litológico-Estructural	104
Anexo V. Descripciones Petrográficas	105

Agradecimientos:

Agradezco principalmente a mi director de Tesis Alejandro Demichelis, tanto por su dirección y ayuda académica durante el transcurso de la carrera, como por su amistad brindada.

A Dios y al destino, por salvarme tantas veces durante las dificultades puestas en mí camino y hacerme ver la verdad de la vida.

A mi familia, por haberme brindado la posibilidad de estudiar y comprenderme o no, durante el transcurso de mi carrera.

Agradezco a mis queridos abuelos Estela y Luis, que me apoyaron, alentaron y ayudaron económicamente durante todo el transcurso de mis estudios.

A la Dra. Alina Tibaldi, por su compañía, charlas y aportes geológicos durante las salidas de campo y en el departamento de Geología.

A todos los docentes del departamento de Geología, por su enseñanza, amistad y mucha paciencia, durante el transcurso de cada materia cursada.

Agradezco a los Dres. Marcelo Fagiano y Jorge Coniglio, por su ayuda y opiniones durante la etapa de laboratorio en el aula de microscopía.

A Valeria Gonzalez, por su ayuda durante todo el transcurso de la carrera y por acompañarme en los distintos momentos vividos.

A mis compañeros y amigos, por su apoyo, días de estudio en compañía y por los distintos momentos vividos y compartido durante tantos años.

Y por último, y no menos importante, quiero agradecer a todas aquellas personas que me alentaron, se interesaron o dieron una simple palmada, para sacar lo mejor de mí y poder llegar a cumplir la meta de obtener el título de Licenciado en Geología.

Resumen:

En este trabajo se presenta un estudio geológico, petrológico y evolutivo detallado del cuerpo Gabro Cantera Champaquí, el cual se halla ubicado en el sector centro-este de la Sierra de Comechingones, como así también de las rocas híbridas generadas por la interacción de este magmatismo con rocas metamórficas que constituían el encajonante regional.

La zona de estudio se encuentra conformada por un basamento metamórfico-migmático de alto grado, integrado esencialmente por metatexitas y diatexitas, entre las que se intercalan de forma subordinada cuerpos de anfibolitas, mármoles y pegmatitas.

Las rocas ígneas máficas afloran conformando cuerpos irregulares, ovoides y elongados, con una morfología bochiforme y en algunos casos tabular. En general poseen dimensiones variables, pero conforman un gran cuerpo, cuyas dimensiones van de 3200 m en su eje mayor a 2000 m en su sección más ancha. Su eje mayor se dispone con un rumbo NE-SO y presenta apófisis laterales, con un rumbo NO-SE en su porción más austral y NE-SO al SE del cuerpo. Los tipos litológicos que conforman el cuerpo máfico han sido clasificadas de acuerdo a la moda mineral y el contenido de anortita en plagioclasa como: gabro biotítico, cuarzogabro anfibólico, diorita hornblendobiotítico, cuarzdiorita y tonalita piroxénica. Las mismas se caracterizan por presentar una paragénesis mineral dominada por Pl + Cpx + Bt + Opx + Qtz (\pm Hbl) + Op + Ap + Zrn y una textura ígnea inequigranular a equigranular hipidiomórfica y subofítica de manera subordinada, como así también granonematoblástica en aquellos sectores donde la roca fue afectada por deformación y recristalización. En menor proporción se hallan cuerpos pegmatíticos ovoides asociados al cuerpo gábrico, generados como producto de fundidos residuales tardíos, enriquecidos en Pl + Qtz + Bt (\pm Kfs).

El análisis mineralógico permitió inferir que el fundido máfico se encontraba enriquecido en: Fe, Mg, Ca y P, como así también en elementos trazas incompatibles (Zr y Ti) de alto potencial iónico (HFSE), caracterizándolo como un magmatismo originado en una fuente del tipo OIB. La evolución del mismo se dió principalmente por cristalización fraccionada y en menor proporción por asimilación de roca de caja.

El *imput* térmico producido por la intrusión del magma máfico durante las etapas tempranas de deformación D3, produjo la fusión local de las rocas migmatíticas y la subsiguiente generación y segregación de fundidos félsico, permitiendo la mezcla química con los anteriores (*mixing*), dando como producto a rocas con el par Opx-Kfs (rocas charnockíticas), caracterizadas por poseer fenocristales de feldespato potásico.

Las rocas Charnockíticas presentes en el área, se clasificaron como: jotunita (monzodiorita con Hy), mangerita (monzonita con Hy), opdalita (granodiorita con Hy) y charnockita (monzogranito con Hy). El proceso de génesis por mezcla química magmática estuvo también acompañado por el de diferenciación física, del mismo modo pero en menor medida se dió una cristalización fraccionada coetánea con el *mixing* entre fundidos, permitiendo así la formación de una mayor variedad de rocas híbridas.

Tanto el plutonismo máfico, como el félsico y todos los productos híbridos generados por la interacción de los mismos, se generaron y emplazaron durante y con posterioridad al máximo

térmico regional correspondiente al orógeno Pampeano, considerándose por ello sin-orogénicos a tardío-orogénicos.

C

apítulo I:

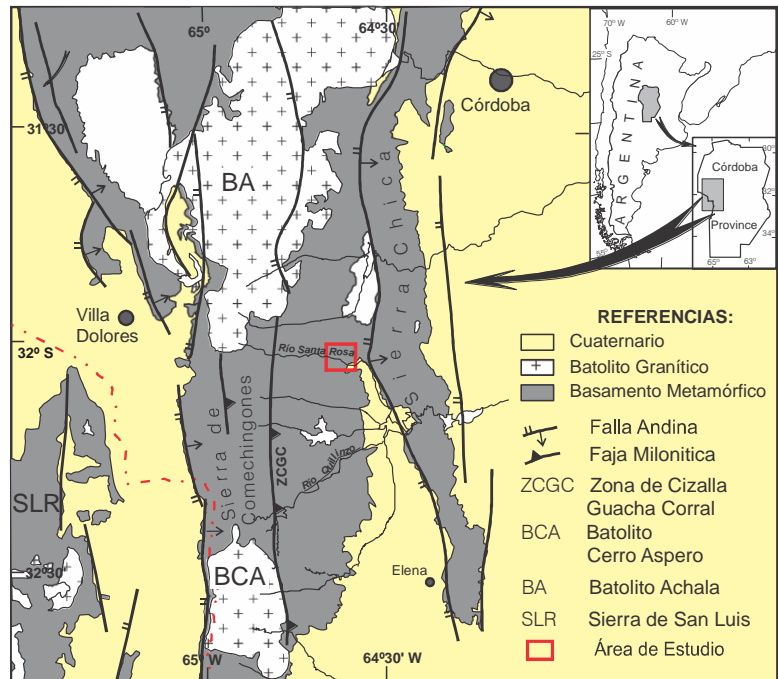
GENERALIDADES

Capítulo I: Generalidades

I.1. Introducción:

El área en estudio "Gabro Cantera Champaquí", ubicada en el sector Oeste de la localidad de Santa Rosa de Calamuchita y en el borde centro oriental de las Sierras de Comechingones (integrante de las Sierras de Córdoba, Figura I.1"1"), se enmarca dentro de una unidad mayor denominada Sierras Pampeanas.

Figura I.1: 1) Mapa de Situación Geográfica y ubicación del Área de Estudio.



Las Sierras de Córdoba exponen un basamento cristalino plutónico-metamórfico Proterozoico superior-Paleozoico inferior, compuesto primordialmente por metamorfitas de grado medio alto (facies de anfibolitas) a metamorfitas de alto grado (facies de granulitas) (Gordillo y Lencinas, 1979; Gordillo, 1984; Otamendi *et. al.*, 1999) e intrusivos ígneos básicos (gabrodioritas biotíticas, cuarzdioritas) y félsicos (granitos porfíricos) que han sido emplazados, al menos éstos últimos, en corteza ya rígida durante el Paleozoico medio (Pinotti *et. al.*, 1996 ; Rapela y Pankhurst, 1996).

Mediante el análisis de los antecedentes bibliográficos, pudo determinarse la poca ó nula información existente del área Gabro Cantera Champaquí, ya que los trabajos publicados son muy generalizados y no presentan un relevamiento litoestructural de detalle en esa región.

Con el fin de resolver ésta temática, se llevó adelante el presente trabajo de tesis, con el correspondiente mapeo estructural y litológico de las rocas, sus relaciones con el basamento y las estructuras pertenecientes a la mencionada comarca.

En cuanto al trabajo de campo, se vio dificultado por la topografía del terreno y por la espesa vegetación autóctona presente en la zona, como lo son espinillos, algarrobos, cocoteros, etc. lo cual obstaculizaba la visión de los diferentes afloramientos rocosos. La presencia de afloramientos aislados visibles, frentes de canteras presentes en la zona y la existencia de cuerpos frescos en las márgenes del Río Santa Rosa, favorecieron realizar las labores. Consecuentemente el estudio detallado del Gabro Cantera Champaquí permitió no sólo determinar en particular sus afinidades geoquímicas, génesis y ambiente tectónico, sino que permitió aportar un mayor conocimiento de la geología de la región.

I.2. Objetivos:

I.2.a. Objetivos Generales

El objetivo general de éste trabajo es llevar a cabo una caracterización geológica del área del Gabro Cantera Champaquí, en el sector centro-este de la Sierra de Comechingones. Además, realizar un mapa geológico de detalle, caracterizando las diferentes litologías y rasgos estructurales generales. Por último generar una fuente de datos y conocimientos del área de estudio con su informe correspondiente.

I.2.b. Objetivos Específicos

- Confeccionar una cartografía geológica detallada del área de estudio a escala 1:5.000, en la cual se sinteticen y representen todas las características petrológicas-estructurales identificadas e interpretadas.
- Reconocer, describir y clasificar los cuerpos litológicos.
- Caracterizar la yacencia del cuerpo máfico (forma, tamaño y relaciones con el encajante) y sus facies.
- Realizar muestreo de rocas con fines petrológicos y geoquímicos, éstos últimos para futuros estudios.
- Identificar y caracterizar las deformaciones posmagmáticas en el cuerpo y su entorno encajante (cizalla, recristalizaciones y/o neomineralizaciones) y determinar las estructuras ígneas primarias (relaciones de facies, bandeamiento, flujo y/o encapado).
- Determinar relaciones estructurales y litológicas, grado de interacción de los magmas con la corteza en que se intruyeron (contaminación, asimilación, hibridación, calor aportado al encajante e importancia de los fluidos en juego).
- Por último, con éste trabajo se pretende además contribuir al mayor conocimiento de la geología de la región y finalmente, cumplimentar los conocimientos adquiridos durante el transcurso de la carrera y utilizar los resultados obtenidos para realizar este trabajo de Tesis de Licenciatura en Geología.

I.3. Ubicación y Vías de Acceso:

I.3.1. Ubicación del Área de Estudio

El área de estudio se encuentra ubicada en el borde centro oriental de las Sierras de Comechingones, perteneciente a la entidad orográfica Sierras de Córdoba. Específicamente en el sector Oeste de la localidad de Santa Rosa de Calamuchita, a los 32° 02'15 de latitud Sur y 64° 36'54 de longitud Oeste (Figura I.1 "2").

I.3.2. Vías de Acceso al Área de Estudio

Desde la localidad de Río Cuarto se accede por la Ruta Nacional N° 36 hacia el Norte hasta la bifurcación entre las rutas N° 36 y N° 51; se continúa hacia el Noroeste por la Ruta N° 51 hasta llegar a la localidad de Santa Rosa de Calamuchita.

Por último se desvía hacia el Oeste unos 8 km, camino a la comuna de Yacanto de Calamuchita hasta llegar al área de interés.

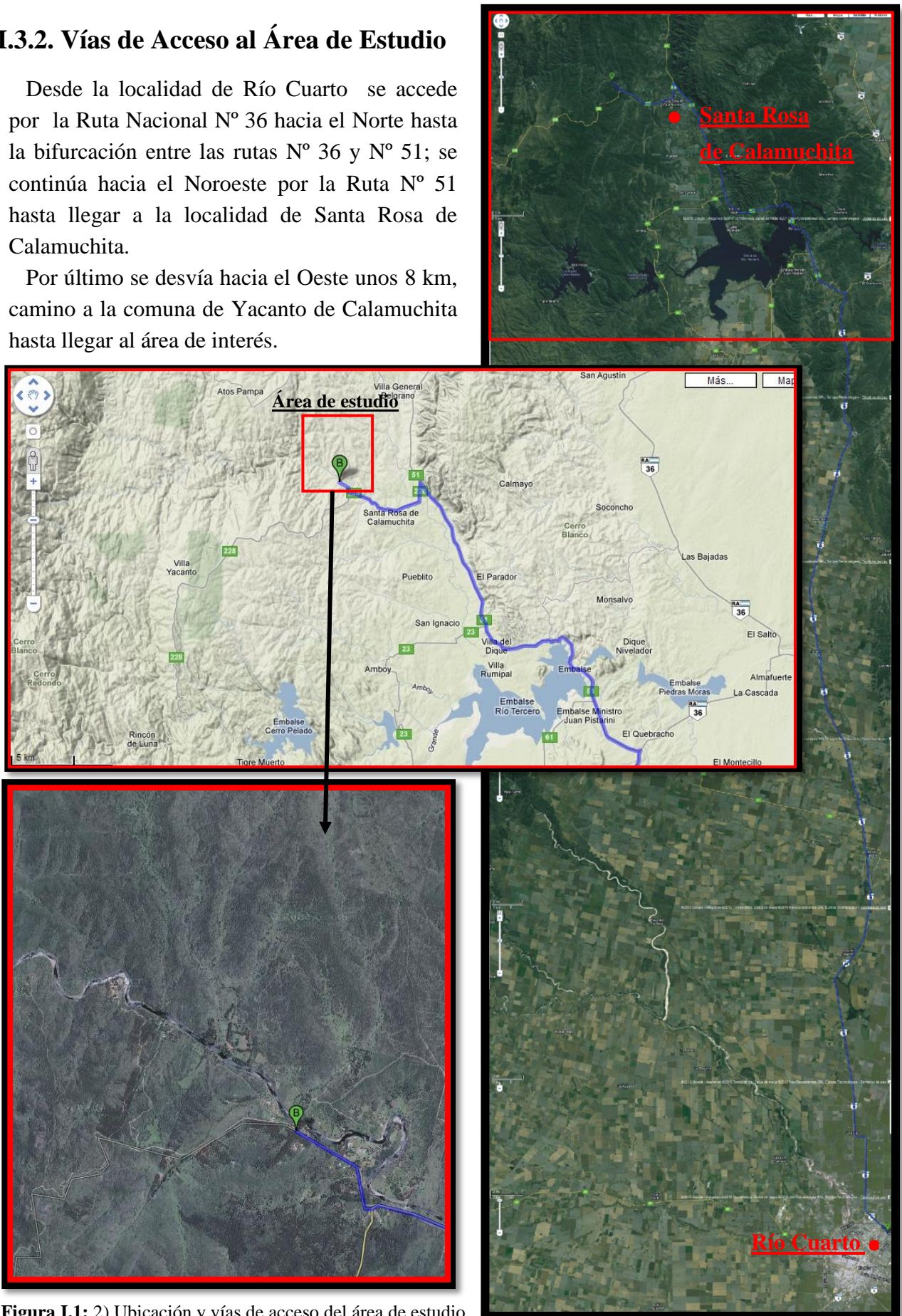


Figura I.1: 2) Ubicación y vías de acceso del área de estudio.

I.4. Materiales y Métodos

A continuación se describirán los métodos, técnicas y elementos que se utilizaron para el logro de los objetivos planteados, dependiendo de la etapa de trabajo a realizar.

I.4.1. Etapa de Gabinete Inicial

Durante esta etapa inicial se llevó a cabo una exhaustiva recopilación de antecedentes bibliográficos como cartográficos de la geología regional y local de la zona de estudio. Se realizó el fotoanálisis-interpretación de fotografías aéreas en tonos de grises (provistas por el Departamento de Geología) e interpretación de imágenes satelitales Aster, así como aquellas de alta resolución obtenidas a partir del Google Earth, para la confección de un mapa general y base del área asignada.

I.4.2. Etapa de Campo

En esta etapa se realizó un reconocimiento general de las litologías existentes, siendo relevado así los cuerpos presentes, mediante el apoyo de brújulas tipo Brunton y GPS; se determinaron relaciones de campo, texturas, orientaciones en el espacio de estructuras, muestreo de rocas orientadas, para hacer cortes delgados y para análisis geoquímico (para futuros estudios). A su vez, se hicieron descripciones litológicas de los diferentes cuerpos aflorantes, haciendo hincapié tanto en lo estructural, como en lo textural y mineralógico, mediante el uso de lupa de mano (20x). El relevamiento cartográfico y muestreo se llevó a cabo en diferentes campañas con un total de 10 días.

I.4.3. Etapa de Laboratorio

Las muestras obtenidas y seleccionadas en la etapa de campo fueron estudiadas en detalle a escala mesoscópica a través de lupa binocular y se realizaron cortes delgados de las mismas, mediante el empleo de la sierra de diamante del Departamento de Geología de la U.N.R.C. Las secciones fueron analizadas y se efectuaron descripciones mineralógicas, petrográficas y microestructurales mediante el uso de microscopio petrológico Nikon (determinando fábricas, paragenesis minerales, descripciones texturales y estructurales, etc.).

I.4.4. Etapa de Gabinete Final

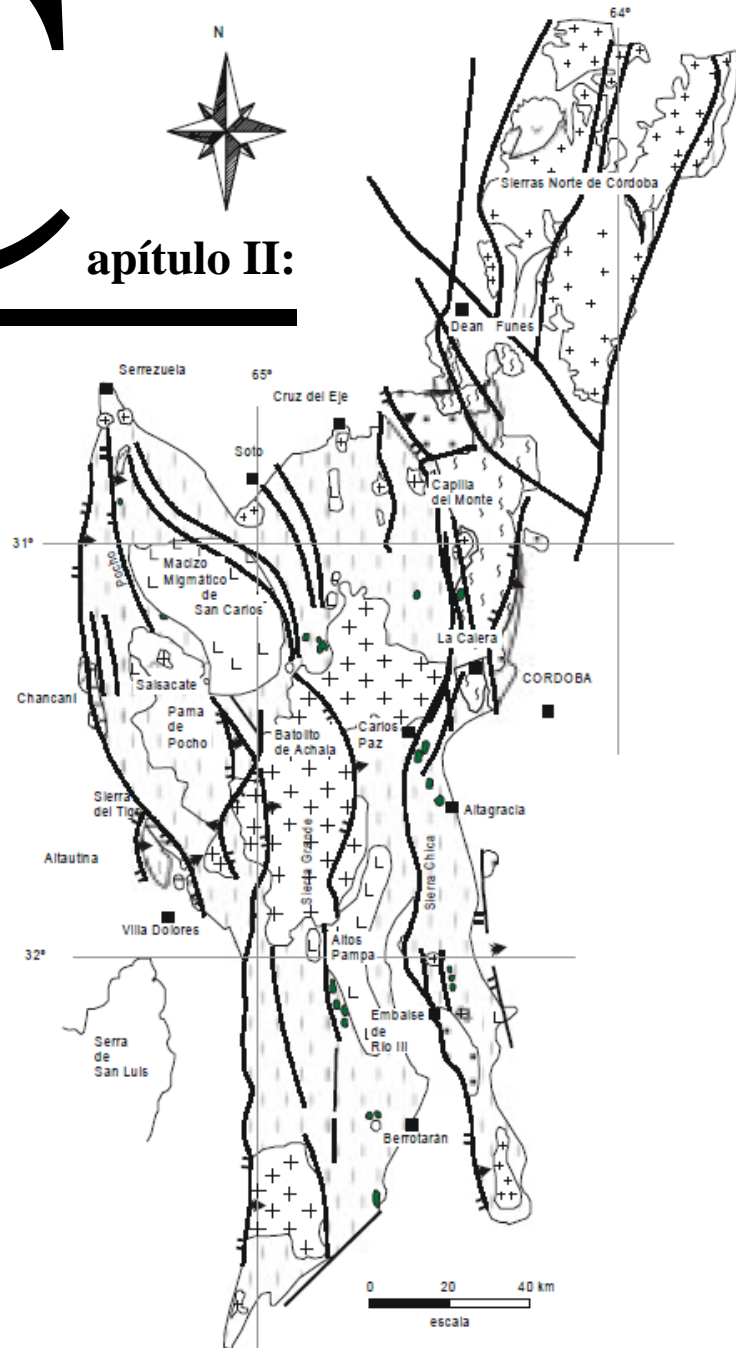
Con los datos obtenidos se elaboró un mapa geológico, mostrando las relaciones litoestructurales de los cuerpos máficos y su relación con el encajante.

En cuanto al cuerpo intrusivo Gabro Cantera Champaquí, se realizó una caracterización en base a su yacencia, mineralogía -siguiendo la clasificación modal (IUGS)- y petrología, de acuerdo a las reglas del buen arte.

Se elaboró una historia geológica del área, tratando de relacionarla con otros eventos desarrollados en las Sierras Pampeanas. Finalmente se conformó un informe final, que contemplara todos los aspectos mencionados anteriormente y conclusiones obtenidas.

C

apítulo II:



GEOLOGÍA REGIONAL

Capítulo II: Geología Regional

II.1. Sierras Pampeanas:

Esta unidad así denominada por Stelzner (1873) comprende una serie de sierras formadas por esquistos cristalinos o metamórficos que emergen de las pampas circundantes. Las sierras Pampeanas se caracterizan por un sistema de montañas en bloques limitados por fallas inversas que se generaron a partir del Mioceno inferior por reactivaciones neotectónicas en un régimen compresivo producto de la orogenia Andina (Ramos 1999a).

Esta provincia geológica abarca el sector central y noroeste de Argentina y se divide actualmente en dos provincias de características diferentes, las Sierras Pampeanas Occidentales y las Orientales.

***Sierras Pampeanas Occidentales:** Abarca las sierras occidentales de Catamarca, La Rioja, San Juan (Pie de Palo, Valle Fértil, La Huerta) y Mendoza (Cerrito Salinas). Fueron definidas inicialmente por Caminos (1979), y luego reagrupadas por Ramos (1999a) bajo similar denominación.

Estas sierras están constituidas por metamorfitas y migmatitas con una edad de metamorfismo ordovícica, que alojan una serie de granitoides calcoalcalinos. La composición de estos intrusivos varía de gabros tholeiíticos, a tonalitas y granodioritas asociadas a subducción, de edad cámbrica a ordovícica media y culmina con granitos postcolisionales de edad ordovícica superior a devónica basal.

Caminos (1979) caracterizó a las Sierras Pampeanas Occidentales por la ausencia de cuerpos batolíticos mayores, abundancia de rocas básicas, ultrabásicas y secuencias metacarbonáticas sometidas a metamorfismo en condiciones de presiones altas. El rasgo más destacable es la existencia de un basamento con edades de 1100 Ma. (Leveratto 1968; Vujovich *et. al.*, 1996).

***Sierras Pampeanas Orientales:** Abarca las sierras de Córdoba Norte, las sierras Grande y Chica de Córdoba y las sierras de Comechingones, con la parte más oriental de las sierras de San Luis. Estas sierras poseen un basamento cristalino que representa un orógeno generado durante el Eopaleozoico; según Rapela y Pankhurst (1996), que según éstos autores, respondería a una colisión durante el Cámbrico medio, que sería responsable del magmatismo y metamorfismo de esa edad.

Están caracterizadas por metamorfitas, en las que se emplazan granitoides calcoalcalinos asociados a subducción (Lira *et. al.*, 1997) y que corresponderían a un arco magmático de edad proterozoica.

En las Sierras Pampeanas Orientales se alojan numerosos cuerpos graníticos alcanzando muchos de estos dimensiones batolíticas, mientras que las rocas básicas y ultrabásicas se encuentran restringidas a delgadas fajas meridionales (Caminos 1979).

II.1.1. Evolución de las Sierras Pampeanas

Rapela *et. al.*, (1998), Ramos (1999a; 1999b) y Rapela *et. al.*, (2001) entre otros, reconocen y definen para esta provincia geológica dos eventos tectono-termales denominados orogénesis Pampeana y Famatiniana.

El ciclo Orogénico Pampeano se ve exprezado en las Sierras Pampeanas Orientales, caracterizado por un cinturón de rocas sedimentarias, metamórficas y magmáticas de 250 Km de ancho que se pierde bajo los depósitos Cenozoicos de la Llanura Pampeana (Rapela, *et. al.*, 2001). Las rocas metamórficas del sector oriental de las Sierras Pampeanas y la faja deformacional de la Formación Puncoviscana en el noroeste argentino, se formaron dentro del Ciclo Orogénico Pampeano.

Demichelis, *et. al.*, (2008) realizaron dataciones de U-Pb en circones (metamórficos y bordes metamórficos con núcleos detríticos), las cuales indican que este orógeno estuvo activo durante un periodo de tiempo considerablemente más extenso al sugerido hasta ahora, extendiéndose desde el Proterozoico Superior hasta el Cámbrico Superior.

En el sector oriental afloran rocas metamórficas cuyos protolitos serían equivalentes a la Formación Puncoviscana (definida por Aceñolaza y Toselli, 1973; en Rapela *et. al.*, 2001). Estas constituirían metasedimentitas de una secuencia turbidítica (pelítico-psámítica) con cantidades subordinadas de carbonatos y vulcanitas (basaltos tipo MORB) depositados entre los 560-530 Ma (Rapela *et. al.*, 2001).

En este contexto, sumado a evidencias termobarométricas y geoquímicas de rocas paraderivadas e ígneas, toma fuerza la hipótesis que sugiere que este orógeno se formó a partir de la subducción relativamente normal de piso oceánico en un margen protogondwanico (Tibaldi *et. al.*, 2008). Este orógeno está caracterizado por una perturbación termal muy intensa en un período de tiempo muy corto, aproximadamente a los 520 Ma. La presencia de magmas máficos de tipo OIB en ese momento del orógeno Pampeano es probablemente entendida en el contexto del período posterior a la subducción de una dorsal centro-oceánica debajo del margen occidental de Gondwana que en el contexto de una colisión continental (Gromet, *et. al.*, 2005), (Figura II.1.1).

A partir de los 499 Ma, con el reinicio de la subducción en el margen protopacífico, se desarrolla el Orogeno Famatiniano, el cual fue acompañado de la construcción de un extenso arco magmático (Rapela *et. al.*, 2001).

El Cinturón Famatiniano se extiende desde la Puna Norte, hasta las Sierras de San Luis al Sur, incluyendo Sistema de Famatina, Sierras de Valle Fértil y las de Velasco, Los Llanos, Chepes y Ulapes ubicadas en San Juan y La Rioja.

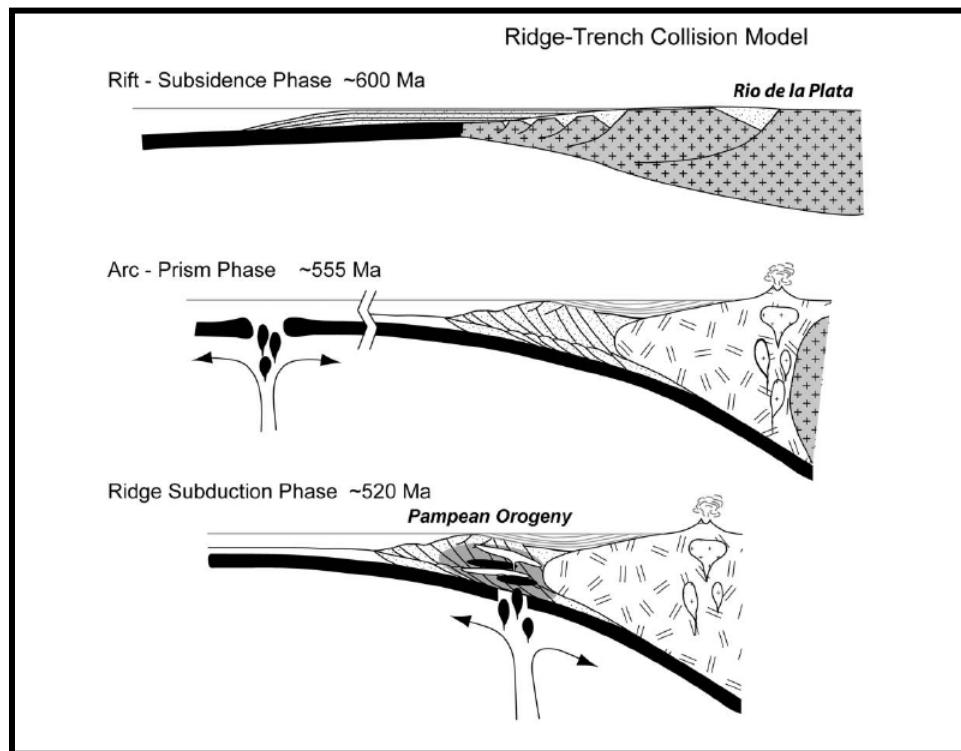


Figura II.1.1: Desarrollo y evolución del Orogéno Pampeano planteado por Gromet *et. al.*, (2005)

Instalado sobre basamento pampeano, el orógeno Famatiniano, muestra dos arcos magmáticos: uno interno ubicado en Sierras de Córdoba y representado por intrusivos trondhjemiticos, tonalíticos y granodioríticos ricos en aluminio (G2, grupo “TTG” en Rapela *et. al.*, 1998). El arco externo se ubica al oeste del primero, representado por abundantes plutones emplazados entre los 484 ± 5 y los 465 ± 3 Ma (Rapela, *et. al.*, 2001), del tipo “I” cordillerano, calcoalcalinos y metaluminosos (granodioritas y monzogranitos).

Asociados al mismo evento orogénico Famatiniano, aparecen fajas de rocas milonitizadas de rumbo sub-meridional y de gran longitud. Las mismas se hallan sobreimpuestas a las fábricas de las rocas metamórficas e ígneas, tanto dentro del propio orógeno como en el antepais pampeano (Rapela *et. al.*, 2001). Estas fajas de cizalla, generadas en un evento M4, exhiben fábricas dúctiles y dúctil-frágiles, siendo su cinemática más frecuente de tipo inversa con vergencia al oeste (Martino, 2003). En función de datos radimétricos se sugieren dos períodos de actividad de estas fajas miloníticas, uno esencialmente acaecido durante el Silúrico (450 y 435 Ma) y asociado al acercamiento oblicuo de Cuyania al proto-margen gondwánico, previo a su emplazamiento y colisión final en el Ordovícico superior (Rapela *et. al.*, 2001; Martino, 2003). El segundo, desarrollado en el Devónico medio a superior (365 y 373 Ma), coincidente con el evento magmático G3 definido por Rapela *et. al.*, (1998), que tiene asociado el emplazamiento de los plutones graníticos de alto potasio y post-famatinianos (Batolitos de Achala y Cerro Áspero). Este plutonismo produjo también metamorfismo de contacto M5 con generación de hornfels y semihornfels (Fagiano *et. al.*, 1997; Rapela *et. al.*, 1998; Pinotti, 1998; Pinotti *et. al.*, 2002; Tramannoni, 2008).

II.2. Sierras de Córdoba:

Las Sierras de Córdoba (Figura II.2), constituyen la entidad orográfica más oriental de las Sierras Pampeanas, abarcando desde los 29° hasta los 33° 30' de latitud Sur (aproximadamente 500 km de largo) y en ellas, de este a oeste, se distinguen al menos tres grandes unidades orográficas: Sierra Norte - Sierra Chica - Sierra de Las Peñas en la porción más oriental, Sierra Grande-Sierra de Comechingones en su parte central y Sierra de Pocho como las estribaciones más occidentales, las cuales son un conjunto de cordones integrados por bloques, limitados por fallas y basculados hacia el Este. Poseen morfología asimétrica, con ladera oriental tendida y occidental escarpada, en cuyo pie se sitúan fallas Norte-Sur (Gordillo y Lencinas, 1979) e implantan valles longitudinales entre dichas Sierras.

Estas unidades están formadas por un basamento plutónico-metamórfico, cuyo origen se inicia en el Cámbrico con la formación de una cuenca sedimentaria (Proterozoico Superior) compuesta en mayor parte por sedimentos grauváquicos, con intercalaciones de facies psamíticas, pelíticas, margosas y calcáreas, las cuales luego fueron sometidas a varios eventos de deformación y metamorfismo (Gordillo y Lencinas, 1979).

Actualmente la distribución de las secuencias muestran un metamorfismo de medio a alto grado (gneises y migmatitas) de edad cámbrica, intruidas posteriormente en el Paleozoico medio por cuerpos plutónicos (Gordillo y Lencinas, 1979; Martino *et. al.*, 1995). Cabe aclarar que las áreas migmáticas están alejadas de los batolitos graníticos y son térmicamente independientes, ya que su origen es producto de metamorfismo regional.

Litológicamente, el basamento cristalino de las Sierras de Córdoba se encuentra principalmente constituido por gneises y esquistos, mientras que en proporción subordinada se observa la presencia de mármoles, anfibolitas, cuarcitas y cuerpos de rocas máficas y ultramáficas

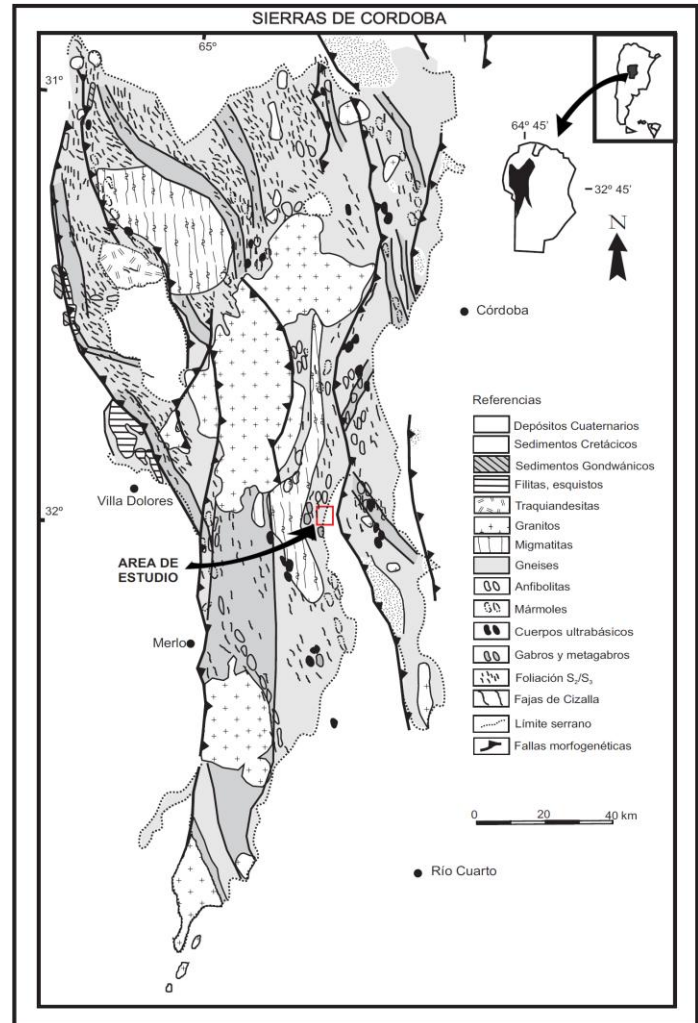


Figura II.2: Mapa geológico de las Sierras de Córdoba, al Sur de los 31° de latitud Sur.

(Villar, 1975). Todo el paquete litológico experimentó condiciones de metamorfismo en facies de anfibolitas almandínica, y en algunos sectores se alcanzaron condiciones de facies de granulitas (Gordillo y Lencinas, 1979). La única diferencia notable dentro de las Sierras de Córdoba se encuentra en un conjunto de rocas que afloran de forma discontinua en el extremo occidental de la Sierra de Pocho, caracterizadas por un metamorfismo de bajo grado. Dentro del grupo de rocas metamórficas de bajo grado se destacan las litologías metasedimentarias asignables a la Fm. La Mermela (Stelzner, 1875 y Bonalumi *et. al.*, 1999).

Las rocas más abundantes son filitas verdes intercaladas con metareniscas (derivadas de pelitas masivas, pelitas laminadas y vaques pardas) que, en conjunto, fueron metamorfizadas en la zona de la clorita (Baldo *et. al.*, 1993). En el borde occidental de la Sierra de Altautina, al sur de la Pampa de Pocho, afloran con rumbo meridional esquistos filíticos de mayor grado metamórfico (Olsacher, 1972) cuya relación espacial con las filitas previamente descriptas es aún desconocida (Gordillo y Lencinas, 1979). Las rocas metamórficas más abundantes, caracterizadas por metamorfismo de grado medio a alto, son típicamente gneises tonalíticos con Pl + Qtz + Bt (en todo el trabajo los símbolos de minerales son los propuestos por Kretz, R., (1983), mientras que las variedades más aluminosas presentan además Grt y/o Sil (Bonalumi *et al.*, 1999). En las Sierras de Córdoba se han encontrado gneises con paragénesis de distribución local, incluyendo los casos de Los Túneles constituido por Pl + Qtz + Bt + Ms + Sil + Grt (Gordillo, 1984; Martino 1993) y el gneis de Las Palmas con una paragénesis conformada por Grt + Sil + Kfs + Pl + Bt + Qtz (Gordillo, 1984). En cuanto a las rocas de alto grado metamórfico se han reconocido gneises y migmatitas en facies de granulitas con la paragénesis Kfs + Crd + Sil + Grt + Bt (Otamendi *et al.*, 1999) y en áreas localizadas granulitas compuestas por Opx + Grt + Crd + Pl + Qtz (Gordillo, 1979; Otamendi *et. al.*, 1999, 2005, 2006) y por Opx + Grt + Pl + Qtz + Ilm (Otamendi *et. al.*, 2003; Tibaldi *et. al.*, 2006).

Como se mencionó, la secuencia metasedimentaria se encuentra inter-estratificada con rocas ultramáficas, emplazadas tectónicamente dentro del paquete metamórfico. En el ámbito de las Sierras de Córdoba, la distribución de los complejos máficos-ultramáficos ha sido agrupada en dos fajas discontinuas, una que tiene su centro en Bosque Alegre-Alta Gracia y, la otra que se extiende al sur desde Athos Pampa hasta Los Permalentes (Villar, 1975), siendo básicamente cuerpos duníticos, gabroides, metagabros y ortoanfíbolitas de estructuras masivas a foliadas. El cuerpo máfico más grande, lo conforma el Cerro San Lorenzo, siendo un gabro encapado cuyo mecanismo de emplazamiento fue descrito por Chincarini *et. al.*, (1998).

La estructura íntima del basamento se encuentra caracterizada por una complicada fábrica de plegamientos de escala variable, producto de distintos eventos deformacionales sincrónicos a los metamórficos.

El primer evento tectónico-metamórfico registrado en las rocas de las Sierras de Córdoba, denominado M1 (Gordillo y Lencinas 1979, Rapela *et. al.*, 1998), corresponde a un evento de carácter relíctico (D1: S1), desarrollado en grado medio (facies de anfíbolita) en el cual se habrían formado los esquistos, gneises tonalíticos, mármoles y anfíbolitas (Gordillo y Lencinas 1979). Asociado al mismo, se emplazan los granitoides calcoalcalinos (G1a, en Rapela *et. al.*, 1998). Le suceden dos eventos denominados M2 y M3, sin un lapso temporal importante de separación entre

uno y otro (Rapela *et. al.*, 1998), y que se corresponden con el clímax del metamorfismo registrado en Sierras de Córdoba. La diferenciación de los eventos radica en las condiciones de presión y temperatura que caracterizan a cada uno de ellos: *a*) el evento M2 desarrollado en facies de granulita a $P= 8,6 \pm 0,8$ kb, $T= 810^\circ \pm 50^\circ\text{C}$ (Baldo *et. al.*, 1998), y *b*) una descompresión adiabática (M3) que alcanza $P= 5,7 \pm 0,4$ kb, $T= 820^\circ \pm 25^\circ\text{C}$ (Rapela *et. al.*, 1998), responsable de la anatexis y migmatización de las fracciones más pelíticas del protolito.

La deformación más intensa registrada ocurrió durante los eventos de deformación D2 y D3, que acompañaron las condiciones metamórficas en facies de granulitas (Gordillo, 1984; Otamendi *et. al.*, 1999). La deformación D2 se manifiesta por el desarrollo de foliación S2 y pliegues F2, los cuales se generaron durante el principal evento de espesamiento cortical, hasta que se alcanzó el pico metamórfico (Gordillo, 1984; Kraemer *et. al.*, 1995; Rapela *et. al.*, 1998; Martino *et. al.*, 1999; Otamendi *et. al.*, 1999).

La deformación D3 comienza cerca del pico metamórfico y continúa durante la etapa de enfriamiento (Otamendi *et. al.*, 1999). Las texturas características de descompresión posterior al pico metamórfico indican que la secuencia metasedimentaria evolucionó siguiendo una senda P-T en el sentido de las agujas del reloj “*clockwise path*” (Rapela *et. al.*, 1998; Otamendi *et. al.*, 1999).

El evento de deformación D4, desarrollado principalmente a lo largo de cinturones de cizalla angostos, se manifiesta como una foliación milonítica S4 subvertical con rumbo N-S y con buzamiento al oeste, junto con pliegues abiertos asimétricos y de dimensiones megascópicas (Martino *et. al.*, 1997a). Por último, el paquete plutónico-metamórfico de las Sierras de Córdoba es cortado por bandas de cizalla angostas de extensión regional con una orientación general N-S (Kraemer *et. al.*, 1995), que es su mayoría habrían sido generadas durante la orogénesis Famatiniana (Sims *et. al.*, 1998; Fagiano *et. al.*, 2002; Martino, 2003).

En cuanto a la cubierta sedimentaria dispuesta sobre el basamento, ésta se encuentra compuesta por relictos de areniscas, pelitas y conglomerados de edad paleozoica superior y complejos volcano-sedimentarios de edad cretácica inferior. En sectores donde se da la presencia de valles intramontanos, se alcanzan un buen desarrollo de sedimentitas detríticas continentales paleógenas, neógenas y cuaternarias.

Dentro de este marco geológico regional (Figura I.1"1") se inserta en el centro-este de la Sierra de Comechingones el cuerpo máfico aquí estudiado.

C

apítulo III:



GEOLOGÍA LOCAL

Capítulo III: Geología Local

III.1. Introducción:

El cuerpo máfico Cantera Champaquí, se encuentra comprendido en las Sierras Pampeanas Orientales y en particular en el centro-norte de la Sierra de Comechingones, cuyo basamento comprende una serie compleja de rocas metamórficas derivadas de diferentes protolitos, tanto sedimentarios como ígneos. Los trabajos geológicos existentes para dicha zona de estudio son de carácter regional y no se hallan antecedentes de detalle del basamento metamórfico o sus intrusivos ígneos.

Litológicamente, el basamento cristalino de las Sierras de Córdoba se encuentra principalmente constituido por gneises y migmatitas, y en menor medida por mármoles, anfibolitas, cuarcitas y fajas discontinuas de rocas máficas y ultramáficas. Todo el paquete litológico experimentó condiciones de metamorfismo en facies de anfibolitas almandínicas y en sectores se alcanzaron condiciones de facies de granulitas (Gordillo y Lencinas, 1979). Como se mencionó, las secuencias metasedimentarias de las Sierras de Córdoba se encuentran intruidas tectónicamente por varias generaciones de eventos magmáticos. Rocas plutónicas y subvolcánicas con afinidad calcoalcalina del norte de las Sierras de Córdoba han sido interpretadas como actividad ígnea resultante de un arco magmático durante la orogenia pampeana temprana (Lira *et. al.*, 1997; Rapela *et. al.*, 1998).

Al suroeste y noroeste de la zona de estudio, se han realizado diferentes investigaciones de los complejos Suya Taco, Sol de Mayo y La Comarca Río Grande llevados a cabo por Paul (2000), Schonwandt (2000), Tibaldi (2001), Tibaldi (2006), Demichelis *et. al.*, (2000), en los cuales han analizado la petrología, geoquímica, estructura y evolución de las diferentes rocas maficas, metamórficas e híbridas que afloran en los complejos.

Diferentes hipótesis se han propuesto para explicar la génesis y emplazamiento de los cuerpos máficos más conocidos y estudiados (por ej. Suya Taco, Cerro San Lorenzo, Sol de Mayo-Inti Yaco, etc.).

En general, estas hipótesis se pueden resumir en:

- Magmas tholeíticos generados y cristalizados en ambientes oceánicos, posteriormente emplazados tectónicamente en bordes de placas activos (ofiolitas)- ver p.ej. Escayola (1994); Martino *et. al.*, (1995) y sus referencias -, Mutti y Di Marco (1998).
- Magmatismo transicional con improntas alcalinas generados en manto profundo e intruidos en ambientes extensivos de intraplaca continental, ver p.ej. Demichelis *et. al.*, (1996); Rabbia *et. al.*, (1996).
- Magmas transicionales intruidos en límites de placa activo vinculados al orógeno Pampeano y con intensa interacción con la corteza (Mutti y Di Marco, 1998, y sus referencias).
- Magmas vinculados a retroarcos (Mutti y Di Marco, 1998).

La presencia de intrusivos magmáticos máficos en el sector de los complejos de Suya Taco y Sol de Mayo (Figura III.1"1"), en la secuencia metamórfica fue observada por Bonalumi y Gigena (1987). Luego, Demichelis *et. al.*, (1996) clasificaron a dichas rocas como ferronoritas y ferrodioritas con característica química de tipo OIB, y propusieron que los magmas se generaron por bajo grado de fusión parcial de un manto enriquecido.

Estudios posteriores describen las características mineralógicas y texturales de las rocas máficas y sus encajantes en la comarca de Río Grande, al sur del área de estudio y al oeste del Embalse de Río Tercero (Demichelis *et. al.*, 2000). El cuerpo básico aflorante en las cercanías de Río Grande (Figura III.1"2") está formado por un conjunto de rocas gabroideas que varían transicionalmente su composición desde gabros olivínico-piroxénicos hasta términos piroxénico-biotíticos, piroxénico-anfibólicos y rocas anfibolíticas.

Otamendi *et. al.*, (2003) presentan un estudio petrológico sobre la generación de rocas híbridas en el área de Suya Taco y establecen que la intrusión del magmatismo máfico se produjo con posterioridad, pero muy cercano al pico metamórfico durante el proceso de deformación D3. Estas conclusiones son concordantes con aquellas realizadas por Tibaldi *et. al.*, (2002) en la comarca de Río Grande.

Las edades recientes determinadas en monacitas, que se encuentran en los *septos* granulíticos según Tibaldi (2006) para el magmatismo máfico de los complejos de Sol de Mayo y Suya Taco presente en el norte de las sierras de Comechingones, implica que dicho magmatismo estuvo activo durante las etapas finales del pico metamórfico (520-530 Ma) correspondiente a la orogenesis Pampeana (Cámbrico inferior, Rapela *et. al.*, 1998; Simpson *et. al.*, 2003).

Según Tibaldi (2006) el magmatismo máfico de ambos complejos presenta características mineralógicas, químicas y mineraloquímicas similares, indicando que ambos cuerpos máficos son característicos de magmatismo de tipo OIB y corresponderían a diferentes pulsos del mismo evento magmático. Los magmas máficos evolucionaron bajo condiciones de fugacidad de oxígeno inferior al QFM-2, dado que el único óxido presente es ilmenita. Los patrones de elementos trazas de tipo OIB sugieren que estas rocas se generaron a partir de una fuente mantélica enriquecida.

Figura III.1: 1) Mapa geológico del sector de los cuerpos máficos de Sol de Mayo y Suya Taco, localizados al norte de la Sierra de Comechingones. Tomado de Otamendi *et. al.*, 1999, modificado por Tibaldi (2006).

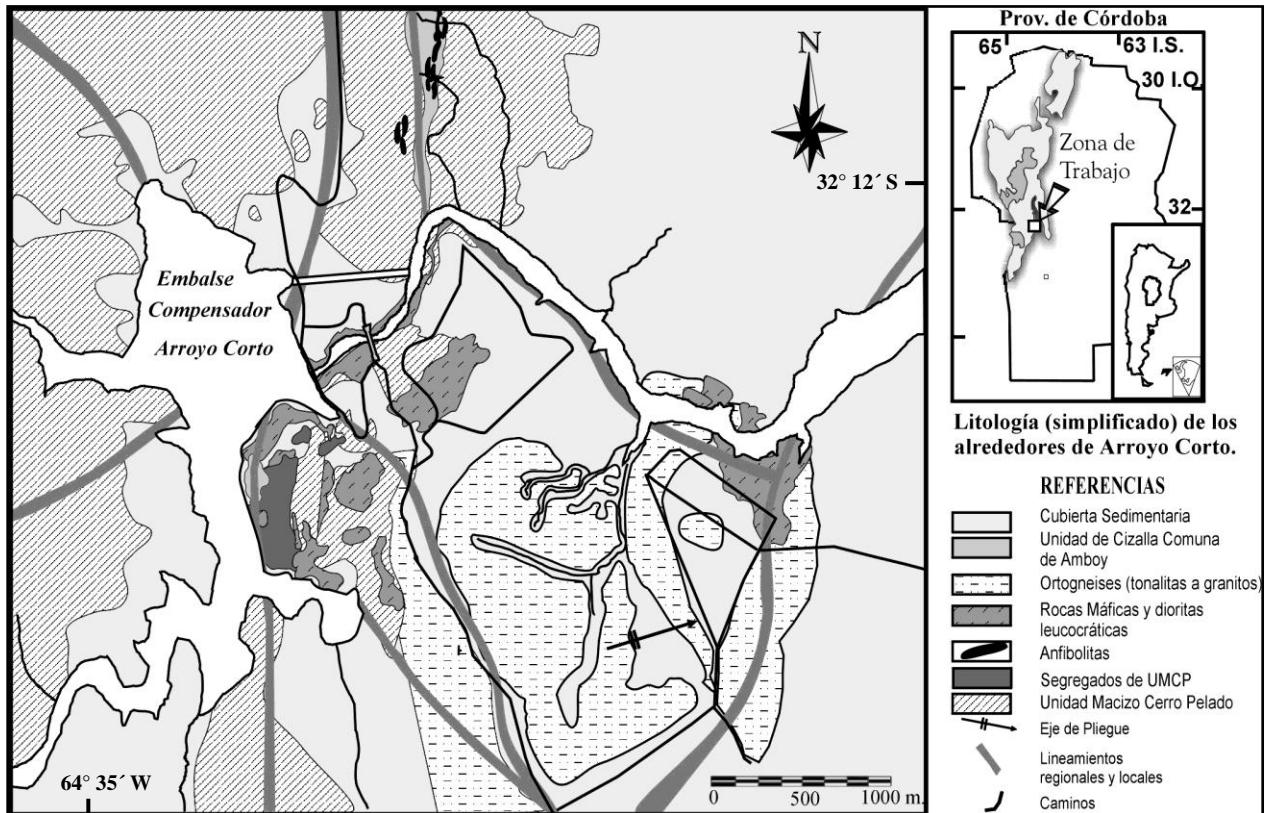
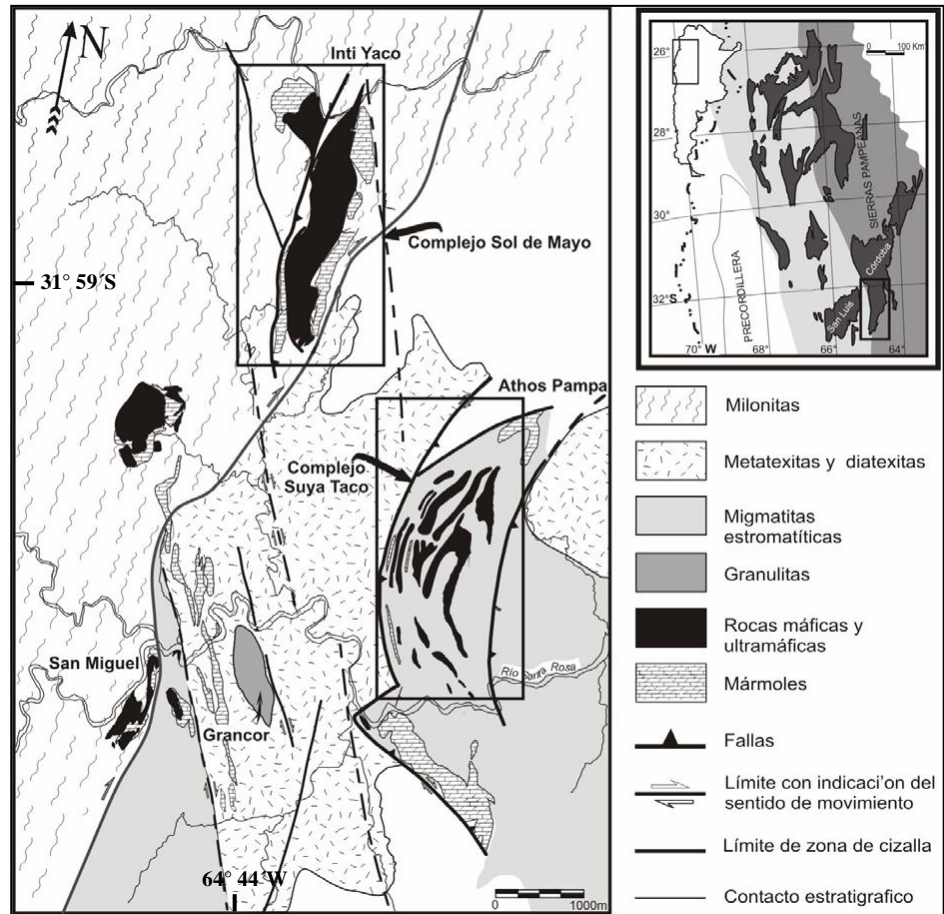


Figura III.1: 2) Mapa geológico del sector de los cuerpos máficos y charnockíticos de Río Grande, localizados al norte de la Sierra de Comechingones. Tomado de Schonwandt (2000).

La orogénesis Pampeana está caracterizada por una perturbación termal muy intensa en un período de tiempo muy corto, aproximadamente a los 520 Ma. La presencia de magmas máficos de tipo OIB en ese momento del orógeno Pampeano es más probablemente entendida en el contexto del período posterior a la subducción de una dorsal centro-oceánica debajo del margen occidental de Gondwana que en el contexto de una colisión continental (Gromet *et. al.*, 2005 y Demichelis *et. al.*, 2011), siendo una hipótesis que requiere de evaluaciones subsiguientes.

III.2. Antecedentes del área de estudio:

El área de estudio está ubicada en el borde centro oriental de las Sierras de Comechingones y a unos 8 Km al Oeste de la localidad de Santa Rosa de Calamuchita (Anexo I). La misma fue estudiada por Gonzalez (2011), trabajo en el cual se describió y caracterizó el basamento como metamórfico-migmático, integrado esencialmente por metatexitas y diatexitas, entre los que se intercalan de forma subordinada cuerpos de anfibolitas y mármoles. Éste está intruido por rocas de composición máfica, mesosilícicas y rocas híbridas (serie de las charnockítas).

III.3. Tipos litológicos del basamento cristalino:

A continuación se desarrolla una síntesis de la caracterización petrográfica de las litologías mencionadas anteriormente, según Gonzalez (2011), basado en las descripciones, análisis e interpretaciones realizados tanto en campo a escala de afloramiento, como en gabinete a través del estudio de muestras de mano, y de secciones delgadas bajo microscopio petrográfico.

III.3.1. Asociación metamórfica

III.3.1.a. Rocas migmatíticas:

Constituyen el tipo litológico más abundante en el área del Gabro Cantera Champaquí, con una morfología bochiforme y menos frecuente tabular (Figura III.3.1.a.1 "A y B"), caracterizando así el sector como un basamento metamórfico-migmático de alto grado (metatexitas y diatexitas) y quedando el resto de las litologías subordinadas e inmersas en ellas a modo de fajas o lentes aislados.

Las Metatexítas poseen una estructura bandeada con un tamaño de grano medio a grueso y una mineralogía de Pl + Kfs + Qtz + Bt + Grt + Crd + Zrn + Ap + Op, en las que se diferencia una alternancia entre leucosomas y mesosomas, los que definen el bandeo composicional en dicha roca. A su vez se destaca la presencia de "*resisters* gnéísicos" que internamente muestran una foliación de carácter relíctica (S1) pero que, en todos los casos se ubica paralelos a la foliación regional (Figura III.3.1.a.2 "A y B"). El tamaño de estos tabiques va desde unos 3 cm hasta 40 cm en su eje mayor, los mismos resultan de suma importancia ya que registran una historia

deformacional compleja. Pueden encontrarse elongados o plegados, pero siempre concordantes con la estructuración regional que exhibe la litología hospedante.

Los contactos entre los tabiques y su encajonante van de netos, en litologías que han experimentado una incipiente migmatización, a difusos cuando la misma ha sido mucho más profusa.

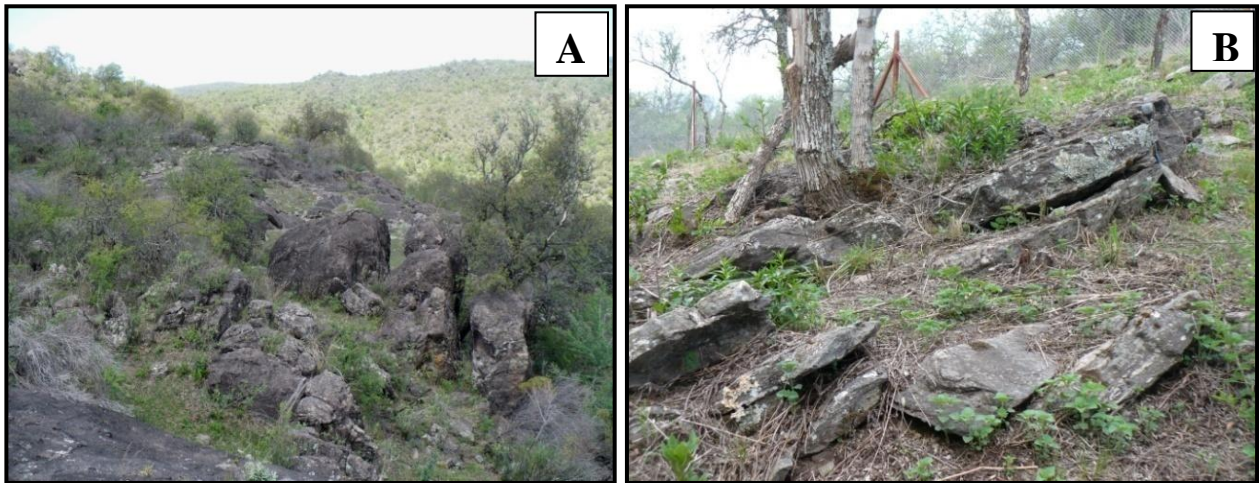


Figura III.3.1.a.1: A) Vista de afloramientos de rocas migmatíticas con morfología bochiforme, B) Fotografía donde se aprecia las rocas metamórficas con morfología tabular.

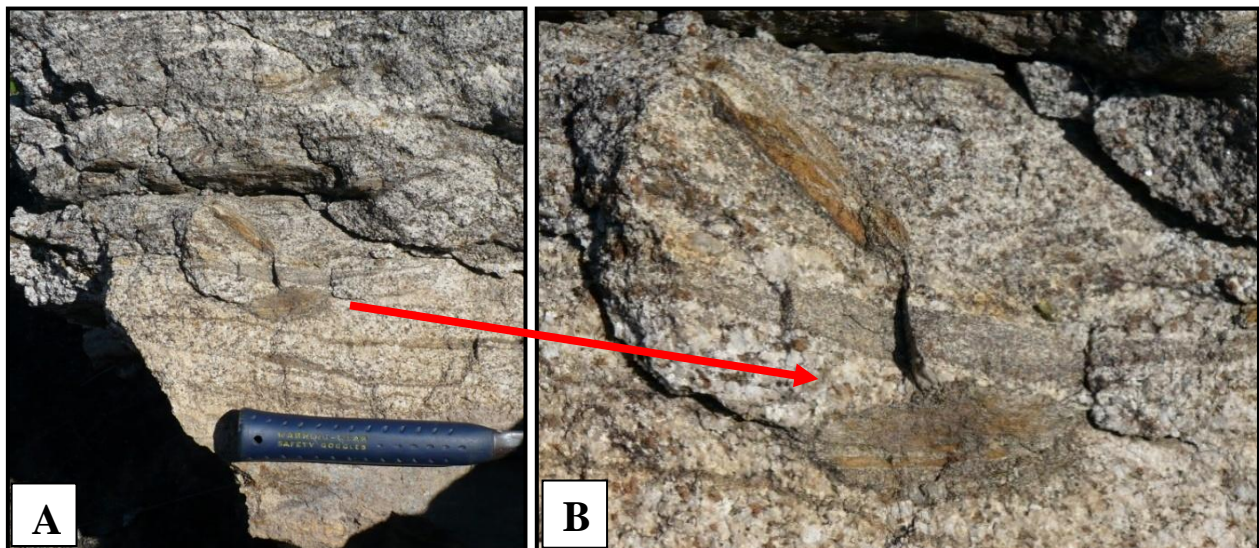


Figura III.3.1.a.2: A) Metatexita con microenclaves (*Resisters*) concordantes con la roca hospedante, B) Detalle.

En cuanto al tipo litológico correspondiente a diatexitas en la zona de estudio, se presentan con una estructura masiva y textura porfírica, dada por la presencia de fenocristales de feldespato potásico dispuestos en ocasiones al azar y con un tamaño de grano variable (Figura III.3.1.3"A"). La mineralogía de las mismas está dada por la presencia de Qtz-Pl-Kfs-Bt-Grt (Gonzalez, 2010), a su vez en dicha roca se observa la presencia de (*rafts*) de rocas estromatíticas parcialmente asimiladas (Figura III.3.1.a.3"B")

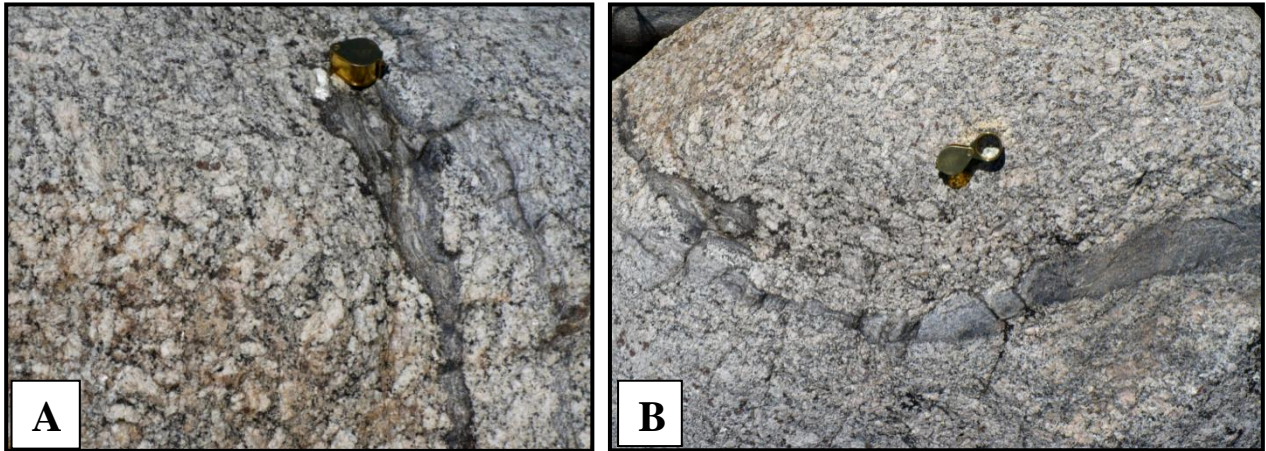


Figura III.3.1.a.3: Fotografías de campo de diatexitas de textura porfírica A) Foto de detalle donde se observa la disposición aleatoria de fenocristales de feldespato potásico. B) Presencia de *rafts* en dicha roca.

III.3.1.b. Asociación carbonática:

De manera subordinada, en el sector sur del cuerpo máfico "Cantera Champaquí" afloran mármoles, dispuestos de forma saltuaria entre las unidades rocosas antes descritas, siendo cuerpos subconcordantes a la estructuración regional y presentes con un rumbo aproximado de 64° y buzamiento de bajo ángulo al SE.

Dicha asociación está integrada por mármoles puros, mármoles impuros y paraanfibolitas, las cuales son de muy fácil distinción debido a su contrastante color. Los primeros poseen un color gris claro a blanco, con una textura masiva, tamaño de grano medio (Figura III.3.1.b.1) y una mineralogía dada por Cal + Dol + Ol + Srp + Phl + Tr.



Figura III.3.1.b.1: Foto de afloramiento de mármoles puros, donde se observa la estructura masiva de la roca y tonalidades gris a blanco.

En cuanto a los mármoles impuros, se los halla aflorando tanto al sur del cuerpo gábrico junto con mármoles puros, de forma concordante (Figura III.3.1.b.2"A") como en el sector sureste del cuerpo máfico, siendo afloramientos aislados y en contacto neto con ortoanfibolitas. Los mármoles impuros presentan una coloración gris oscura (Figura III.3.1.b.2"B") y una composición dada por Pl + Opx + Cpx + Cal + Hbl + Ttn + Ap + Op + Bt + Zrn, a su vez se observa en la roca un aspecto foliado dado por una alternancia de bandas máficas (Opx + Cpx) y félsicas (Cal + Pl).



Figura III.3.1.b.2: A) Afloramiento de mármoles donde se destaca el contacto neto entre mármol puro e impuro. B) Detalle de afloramiento donde puede apreciarse la alternancia de bandas máficas y félsicas en la paraanfibolita.

III.3.1.c. Anfibolitas (Ortoderivadas):

Se trata de una roca de color verde oscuro a negra, con un tamaño de grano fino, y con una composición mineralógica dada por $Pl + Opx + Cpx + Hbl + Op \pm Qtz \pm Ap$.

Afloran a manera de pequeños cuerpos tabulares de 40 cm a 1 m de potencia, se disponen de manera concordante con las litologías del área (Figura III.3.1.c) intercaladas con metatexitas y mármoles principalmente, con rumbos de $180^\circ/190^\circ$ y buzamientos aproximadamente de 79° al E, y 64° con buzamiento de 15° al SE.

Internamente exhiben un bandeo composicional, dado por la alternancia de las bandas melanocráticas integrada por anfíboles y piroxenos, con bandas félsicas de plagioclasa y en menor proporción cuarzo, con un patrón textural granonematoblástico y granoblástico en otros sectores.

Figura III.3.1.c: Foto de campo donde puede verse un afloramiento de anfibolita con morfología tabular, donde se aprecia un bandeo composicional.



III.3.2. Granitos Anatéticos con fenocristales de feldespato potásico

En cuanto a rocas ígneas félsicas, se observan granitos, posiblemente originados por la fusión parcial de rocas migmáticas. Estos granitos afloran como cuerpos tabulares de escasa potencia y dispuestos en contacto neto irregular con las rocas máficas de la zona (Figura III.3.2."A y B"). La mineralogía está dada por Qtz + Pl + Bt + Kfs (Gonzalez, 2010), presenta una textura inequigranular porfírica, con un tamaño de grano medio a grueso, en los cuales se destacan la presencia de megacrystales de feldespato potásico de aproximadamente 2 a 3 cm de longitud (Figura III.3.2."C"). Estos megacrystales de feldespato potásico se disponen orientados de forma paralela a la foliación de la roca de caja y de la misma forma lo hacen los individuos de biotita.

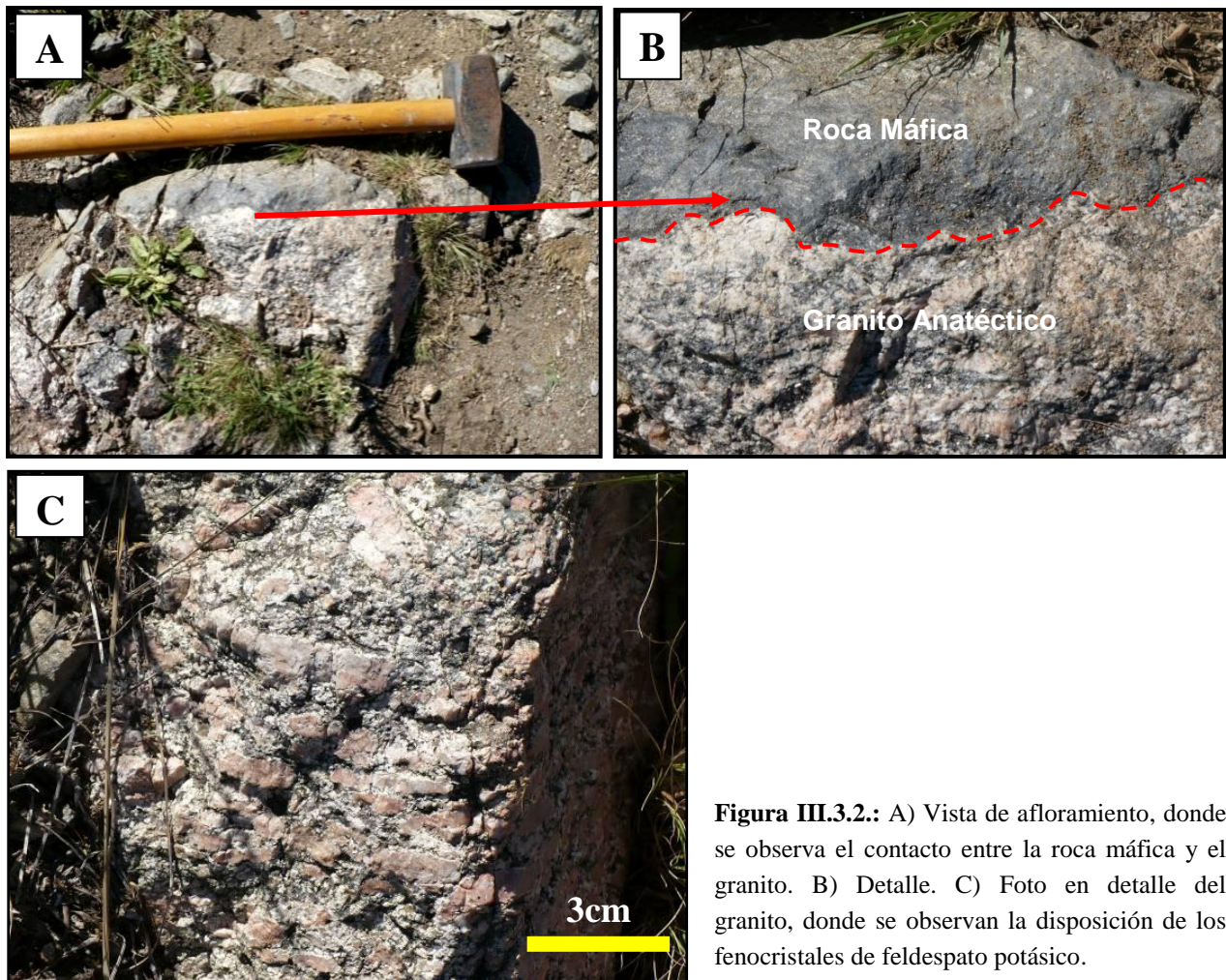


Figura III.3.2.: A) Vista de afloramiento, donde se observa el contacto entre la roca máfica y el granito. B) Detalle. C) Foto en detalle del granito, donde se observan la disposición de los fenocristales de feldespato potásico.

III.3.3. Asociación Charnockítica

Estas rocas, pertenecientes a la serie de las charnockitas, se presentan como cuerpos diqueformes de variada potencia (entre 20 cm y 2 m), poseen un color gris oscuro y una mineralogía definida por Pl + Bt + Kfs + Qtz + Opx. En los mismos se destaca un gran desarrollo

del feldespató potásico (megacristales de aproximadamente 5 cm en su eje mayor), que se reorientan por el flujo magmático (Figura III.3.3 "A y B").

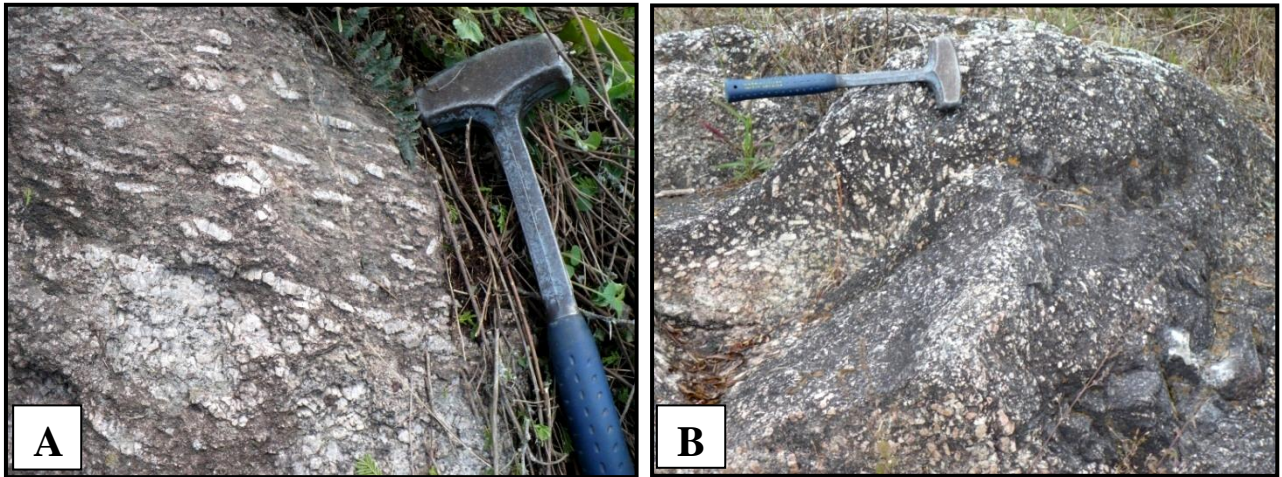


Figura III.3.3.: A y B) Vista de afloramientos de charnockitas, donde se aprecia la orientación de fenocristales de feldespató potásico, en "B" también puede observarse que en sectores los cuerpos de charnockitas se encuentra replegado.

III.4. El cuerpo máfico "Cantera Champaquí"

En este apartado se describirán las características petrológicas y petrográficas de las litologías que componen al cuerpo máfico (Anexo II), teniendo en cuenta las descripciones, el análisis e interpretaciones que fueron realizadas tanto en campo como en gabinete a través de las secciones delgadas obtenidas en laboratorio, haciendo hincapié en la observación de muestras de mano, de las secciones delgadas correspondientes y conteo modal.

Tanto en fotografía aérea como en imágenes satelitales, no se pueden diferenciar las litologías correspondientes a la asociación máfica, rocas encajantes, híbridas o cuerpos intrusivos félsicos posteriores. Todos estos muestran un paisaje monótono y continuo. Así todos los límites litológicos se resolvieron durante el trabajo de campo.

III.4.1. Aspectos Generales

Las rocas ígneas máficas pertenecientes al cuerpo Gabro Cantera Champaquí, afloran como cuerpos irregulares, ovoides y elongados, con una morfología bochiforme y en algunos casos tabulares (Figura III.4.1.1 "A, B y C") que intruyen la secuencia metamórfica de protolitos sedimentarios. En general poseen dimensiones decamétricas variables, pero conforman un gran cuerpo, cuyas dimensiones van de 3200 m en su eje mayor y 2000 m en su sección más ancha. El mismo se dispone presentando su eje mayor orientado según un rumbo NE-SO y apófisis laterales con forma de brazos, con un rumbo NO-SE en su porción más austral y NE-SO al SE del cuerpo (Anexo IV).

En las zonas donde se destacan afloramientos de rocas máficas de grandes dimensiones, se observa la presencia de un gran número de canteras a cielo abierto (Figura III.4.1.2"A y B") (Anexo II), debido a que dichas rocas son explotadas como rocas de aplicación, las cuales en un tiempo pasado constituyeron una fuente económica de sustentabilidad del área, hallándose actualmente abandonadas.

Aquellos cuerpos máficos de escasa potencia (espesores de 1 a 20 cm), afloran únicamente en el sector este y oeste de la zona de estudio y en muy escasa proporción como bancos de morfología tabular (Figura III.4.1.1"C").

Dichas rocas básicas de tonalidades oscuras, presentan colores grises oscuro, un tamaño de grano variable entre fino y grueso, con zonas porfíricas. A escala de muestra de mano, las mismas revelan una estructura de aspecto masivo en la totalidad de los afloramientos y localmente en algunos sectores se observa el desarrollo de una estructura deformacional de carácter dúctil, evidenciado por un estiramiento de los minerales.

Se reconoce aun una textura ígnea inequigranular a equigranular hipidiomórfica, como así también de manera más esporádica y sólo por dominios se observan texturas subofíticas. En aquellos sectores donde la roca fue afectada por metamorfismo, se destaca una textura granoporfidoblástica.

En general, los cuerpos máficos poseen relación de concordancia con la foliación penetrativa de las rocas metamórficas (S2) y, aunque en su mayoría constituyen cuerpos uniformes, en los bordes de los cuerpos máficos mayores se aprecia claramente una fábrica planar-linear que está marcada principalmente por la orientación de biotitas y piroxenos.

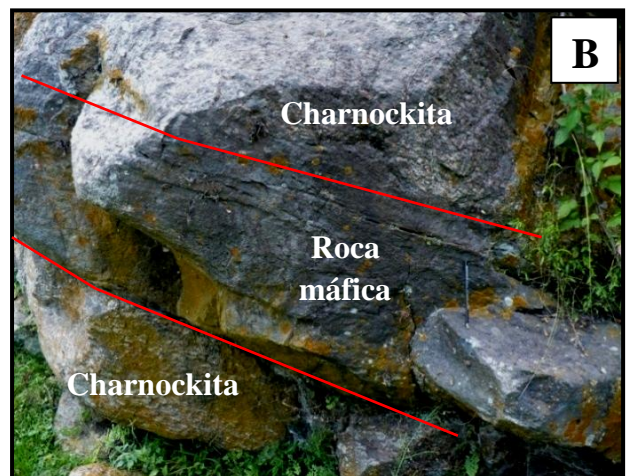
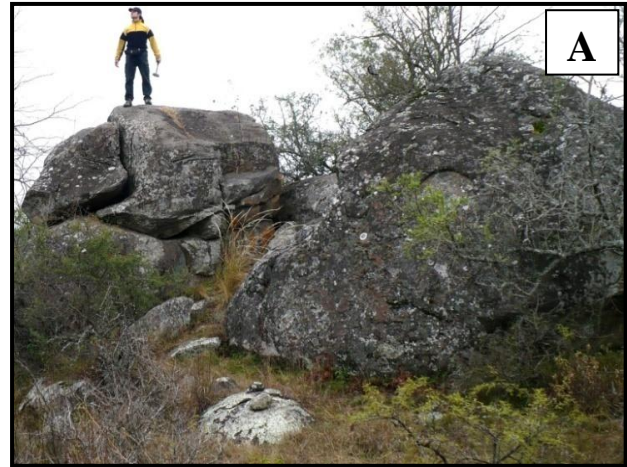


Figura III.4.1.1: A) Roca máfica de morfología bochiforme. B) Roca máfica de morfología tabular. C) Inyección de microgabro con morfología tabular.



Figura III.4.1.2: A y B) Fotografías de canteras a cielo abierto de rocas máficas existentes en el área de estudio.

Estas litologías máficas se hallan por lo general en contacto transicional, aunque por sectores, los contactos son netos cuando están en yacencia con metamorfitas pertenecientes a la roca de caja (Figura III.4.1.1"B y III.4.1.3."A") o con diques pegmatíticos, y terminaciones que se interdigítan con otras litologías.

También han sido observado tabiques de forma lenticulares, variables en tamaño, desde pocos cm hasta grandes dimensiones (de 100 a 300 m en sus ejes mayores) (Anexo II) y granulometría entre fina y media-gruesa, correspondientes a la roca de caja. Otro tipo de individuo presente en la rocas máficas, son aglomerados lenticulares de biotita, dispuestos paralelos a la dirección del flujo magmático (Figura III.4.1.3"B").

En el área de estudio fue identificada una estructura de carácter penetrativo, reconocida tanto a escala macroscópica como microscópicamente en sección delgada, denominada foliación magmática (Sm_1).



Figura III.4.1.3: A) Fotografía de afloramiento, donde se observa el contacto neto existente entre la roca máfica y metamórfica. B) Aglomerados lensoidales de biotita, paralelos a la dirección del flujo magmático en rocas máficas.

La foliación magmática llega a ser de gran importancia dentro de las rocas máficas (Figura III.4.1.4"A y B"), presentándose comúnmente como orientaciones de minerales máficos (píroxenos, anfíboles y biotitas) y félsicos (Pl y Qtz), donde a su vez en aquellas zonas de transición entre rocas máficas y charnockíticas (Figura III.4.1.4"C") los minerales máficos presentan una orientación de flujo alrededor de los megacrístales de feldespato potásico, los cuales del mismo modo se encuentran orientados.

Hay que destacar que dicha foliación no puede ser claramente reconocida en la mayoría de los cortes delgados, debido al tamaño de grano grueso y medio que presenta las rocas, dificultando el seguimiento continuo de la estructura en la superficie de un corte delgado.

En lo que concierne a la orientación espacial, la foliación Sm_1 , en general presenta una disposición paralela a la roca de caja, dando lugar a una forma centrípeta al cuerpo (Anexo IV), con rumbo general de N050° a N330° y buzamientos generalmente mayor a 40°, los cuales se encuentran en su mayoría buzando tanto al Oeste como Este.

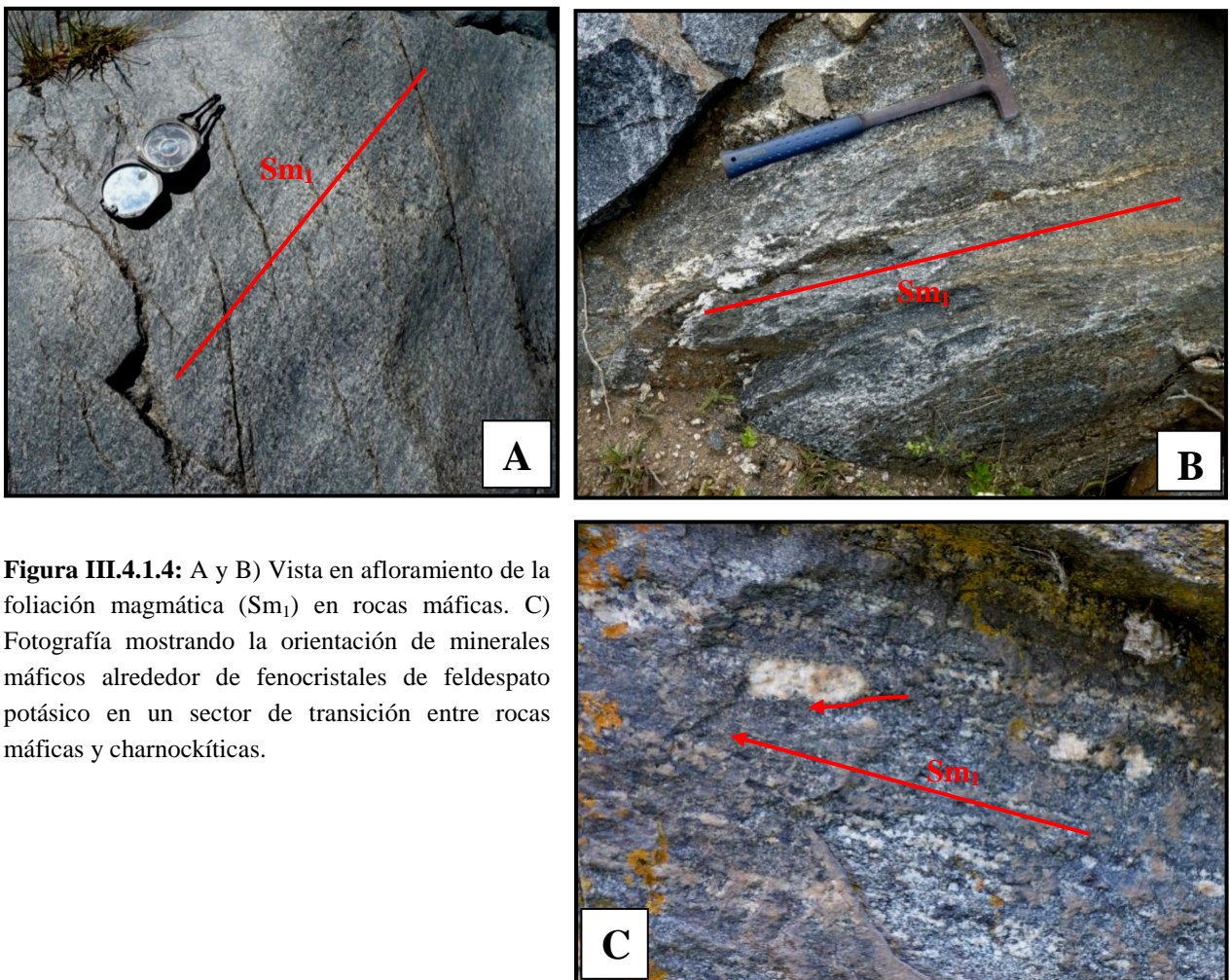


Figura III.4.1.4: A y B) Vista en afloramiento de la foliación magmática (Sm_1) en rocas máficas. C) Fotografía mostrando la orientación de minerales máficos alrededor de fenocristales de feldespato potásico en un sector de transición entre rocas máficas y charnockíticas.

Los cuerpos máficos mayores no poseen internamente lineamientos importantes del tipo tectónico, solo de forma localizada, permitiendo así conservar tanto la textura ígnea como la estructura generada por el flujo magmático, reflejando su resistencia a la deformación. Los

cuerpos que poseen deformación tectónica pos-magmática se reducen a los bordes de los cuerpos mayores, los cuales muestran deformación interna, desarrollando foliación penetrativa y cambio texturales del tipo granonematoblástico y ganolepidoblástico.

Cabe aclarar que en la parte este del área, la deformación incluye desde foliación dúctil (cuarzogabro anfibolitizado), hasta cizallas locales dúctil-frágil y frágil, en sectores localizados en el centro del cuerpo mayor, lo que da origen a una fábrica milonítica (Figura III.4.1.5"A, B y C") y cataclástica (Figura III.4.1.5"D").

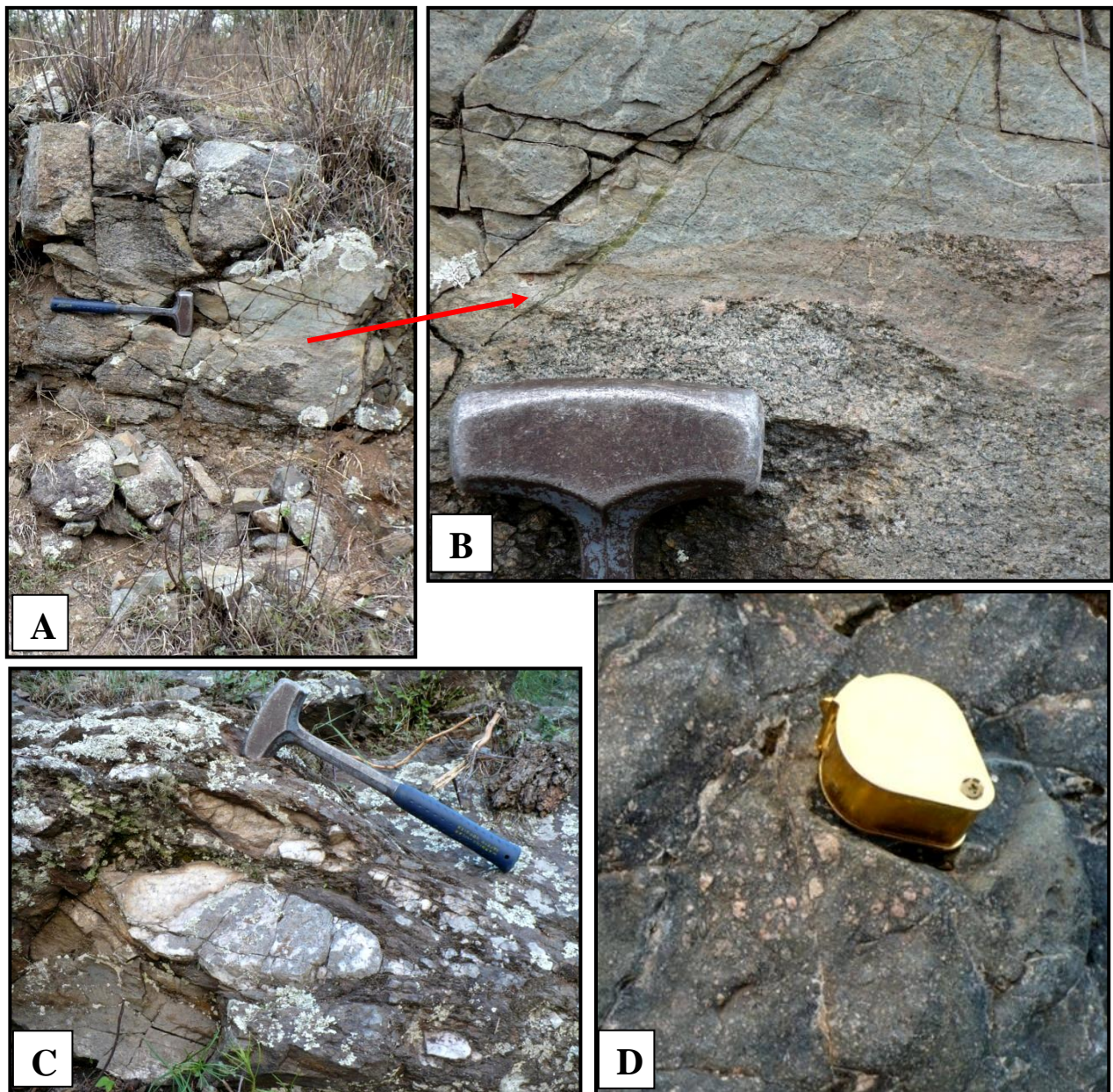


Figura III.4.1.5: A y B) Fotos de campo de afloramiento de ultramilonita. C) Afloramiento de milonitas, donde se puede observar ojos o lentejones de cuarzo de gran tamaño. D) Fotografía macroscópica de una cataclastita, en dicha roca se observan blastos cuarzo-feldespaticos y una matriz de grano muy fina.

Los cuerpos máficos de mayor desarrollo areal, con forma bochiforme y que se distinguen fácilmente asomando por sobre la cobertura sedimentaria, poseen por sectores una prevaeciente meteorización del tipo catafilar, producto del intemperismo (Figura III.4.1.6).



Figura III.4.1.6: Afloramiento donde se observa la típica meteorización catafilar existente en la mayoría de los cuerpos bochiforme hallados en la zona de estudio.

A continuación, de acuerdo al análisis de secciones delgadas, se describirán los tipos litológicos más representativos que se reconocen en el área de "Cantera Champaquí".

III.4.1.1. Asociación Máfica

En la asociación máfica se observa una variación litológica sólo diferenciada durante el conteo modal de minerales (Figura V.1.1), así mismo mediante el método de Michel Levy se determinó el porcentaje de anortita en plagioclasas, distinguiéndose cinco tipos litológicos, estos son: gabro biotítico, cuarzogabro anfibólico, diorita hornblendo-biotítica, cuarzdiorita y tonalita piroxénica, por lo que a escala de mapeo no es posible cartografiarlos como cuerpos individuales.

A continuación cuando se nombre el tamaño de grano de los minerales presentes en las distintas litologías, los mismos corresponderán a: grano muy fino (< 0,1 mm a > 0,01), fino (< 1 mm a > 0,1), medio (< 5 mm a > 1), grueso (< 50 mm a > 5) y muy grueso (> 50 mm).

III.4.1.1.a. Gabro Biotítico: (muestra N° GCCH-135)

Petrográficamente dicha litología revela una textura ígnea, subofítica de grano grueso (Figura III.4.1.1.a.1). La misma posee una composición mineralógica definida por Pl + Bt + Opx + Cpx, en cuanto a minerales accesorios sólo presenta Op, Ap y Zrn. La descripción mineralógica de cada individuo se realiza a continuación:



Figura III.4.1.1.a.1: Fotografía de muestra de mano del gabro biotítico.

- **Plagioclasa (An_{53}):** mineral dominante, presentando formas subhedralas y anhedralas, tamaño de grano medio y grueso, donde algunos de ellos poseen inclusiones de Bt, Op y Ap. Presentan maclado polisintético, con algunos individuos en donde se les observa un acuñaamiento del maclado y otros donde el maclado es de dos individuos conjugado con éste primero. Por sectores en algunos cristales se distingue una extinción ondulosa. En cuanto a microtexturas, en ellos se dan antipertitas en parches y en otros una textura poiquilítica. con inclusiones de Bt, Op y Ap.
- **Hornblenda:** considerado un mineral secundario producto de la retrogradación de piroxenos, es el segundo en predominancia luego de la plagioclasa, siendo cristales subhedros a anhedros, de gran tamaño (desde 1 a 8 mm). Estos generan una textura subofítica, debido al crecimiento de los mismos entre cristales de Pl, con continuidad óptica (Figura III.4.1.1.a.2"A, B y C"). Presentan inclusiones de Op, Pl y Bt. Las evidencias que se observan y dan certeza de un origen secundario, son relictos del mineral primario, al igual que exsoluciones irregulares de Qtz, producto de una liberación de sílice al darse la retrogradación de piroxenos.
- **Biotita:** presente de formas subhedras y anhedralas, con bordes rectos e irregulares, de tamaño medio-fino, destacándose en algunos de ellos la presencia de inclusiones de Op.
- **Ortopiroxeno y Clinopiroxeno:** se hallan como cristales subhedralas y anhedralas, muy fracturados y de un tamaño de grano medio-fino. Estos sufren una incipiente retrogradación a Hbl, pero que llega en algunos individuos a tornarse pervasiva.
- **Opacos:** el mismo se presenta principalmente como inclusiones en Hbl, con formas por lo general elípticas o pequeñas cintas, como así también en menor frecuencia rectangulares a irregulares de tamaño muy fino. Otra forma de presentarse es formando parte de los intersticios cristalinos de la roca, donde dichos individuos presentan un tamaño de grano por lo general medio-fino, de formas anhedralas y bordes irregulares.
- **Apatito:** los mismos se encuentran de formas euhedras a subhedras y tamaño de grano fino, los cuales se encuentran conformando parte de la matriz de la roca.
- **Circón:** se hallan con un tamaño de grano muy fino, de formas euhedras a subhedras y presentes en los intersticios cristalinos.

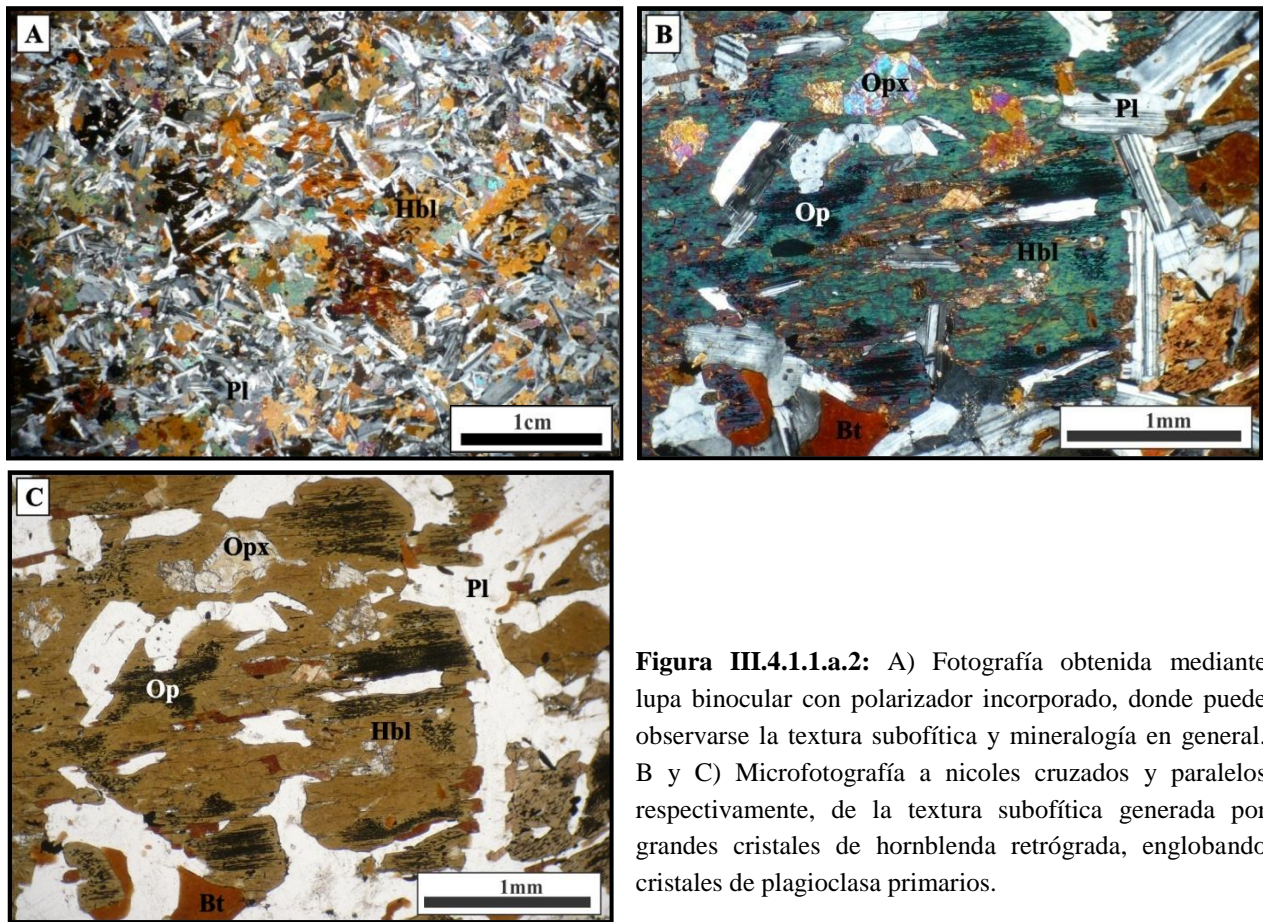


Figura III.4.1.1.a.2: A) Fotografía obtenida mediante lupa binocular con polarizador incorporado, donde puede observarse la textura subofítica y mineralogía en general. B y C) Microfotografía a nicols cruzados y paralelos respectivamente, de la textura subofítica generada por grandes cristales de hornblenda retrógrada, englobando cristales de plagioclasa primarios.

III.4.1.1.b. Cuarzogabro Anfibólico: (muestra N° GCCH-109)

Esta roca revela al microscopio una textura inequigranular, con una fábrica por sectores granonematoblástica de grano medio, junto con un bandeo composicional debido a que se encuentra anfibolitizada, por lo que la microestructura está dada por una alternancia de capas ricas en Hbl y otras ricas en Cpx y Opx, el cual es fácilmente evidenciado en muestras de mano por la alternancia de bandas claras y oscuras dadas por los minerales constituyentes (Figura III.4.1.1.b."1").

Mineralógicamente estas rocas están constituidas en porcentaje decreciente, principalmente por Pl + Cpx + Hbl + Opx + Qtz + Bt (Figura III.4.1.1.b.2"A y B"), los cuales están acompañados por accesorios como Op, Ap y Zrn. Los minerales presentes en ésta litología son descriptos a continuación:



Figura III.4.1.1.b.1: Fotografía de muestra de mano del cuarzogabro anfibólico, donde se observa el bandeo existente en dicha roca.

- **Plagioclasa (An₅₅):** abundante, conformando una matriz de grano medio y medio-fino, con cristales subhedros y anhedral, de bordes lobulados y en menor medida rectos. Presenta por lo general maclado polisintético, por sectores difuso y acuñado, o con extinción sonada y sin desarrollo de macla. Se dan inclusiones de Hbl, Opx, Ap y Op, al igual que una incipiente alteración sericitica.
- **Clinopiroxeno:** se encuentra como individuos anhedral a subhedros, de bordes rectos y lobulados, y con un tamaño de grano medio, alcanzan un tamaño de 4 mm, en los cuales se observa continuidad óptica. Presentan inclusiones de Pl y Op, al igual que una incipiente alteración a Hbl en algunos cristales.
- **Hornblenda:** éste es el mineral que da origen a la textura granonematoblástica. Aparece mayormente como cristales subhedros y con un tamaño de grano medio a medio-fino. Se han identificado dos subtipos principalmente: a) aparece como inclusiones en Pl, y b) de mucho mayor tamaño, producto de la retrogradación de Cpx, los cuales a su vez se encuentran en sectores con bordes retrogradando a Bt.
- **Ortopiroxeno:** está en menor proporción que el clinopiroxeno. Se presenta como cristales subhedros y anhedral, con bordes lobulados a rectos y un tamaño de grano medio y medio-grueso en aquellos individuos que poseen continuidad óptica, (alcanzando los 6 mm), lo que genera en la textura un aspecto de mallado poiquilítico del Opx. Presentan inclusiones de Pl y Op, como así también una incipiente alteración a Hbl en algunos cristales.
- **Cuarzo:** se halla con un tamaño de grano muy fino, de formas anhedral, con bordes lobulados y rectos. El mismo, forma parte de la matriz de la roca y se presenta distribuido homogéneamente.
- **Biotita:** presente por lo general en las bandas compuestas por anfíboles y distribuidas paralelas a ellas. Posee un tamaño de grano fino a muy fino, apareciendo como láminas elongadas y euhedral, conformando parte de la matriz de la roca o producto de la retrogradación de Hbl.
- **Opacos:** mineral accesorio más abundante, distribuido homogéneamente, con un tamaño de grano fino a muy fino, de formas anhedral y subhedros. Los mismos se dan en forma de inclusiones en Pl, Cpx y Opx, o conformando parte de la matriz de la roca.
- **Apatito:** posee un tamaño de grano muy fino, de formas subhedros a euhedral, y presentes como inclusiones en plagioclasa o en la matriz de la roca distribuidos homogéneamente.

- **Circón:** se presenta en los intersticios cristalinos, con un tamaño de grano fino y de formas euhedra a subhedra.

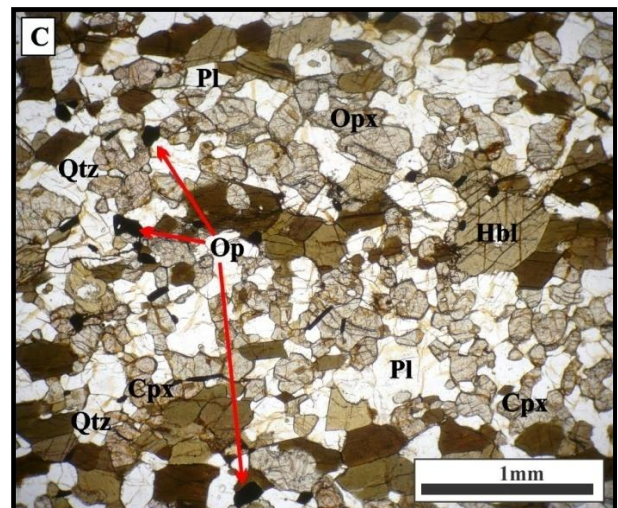
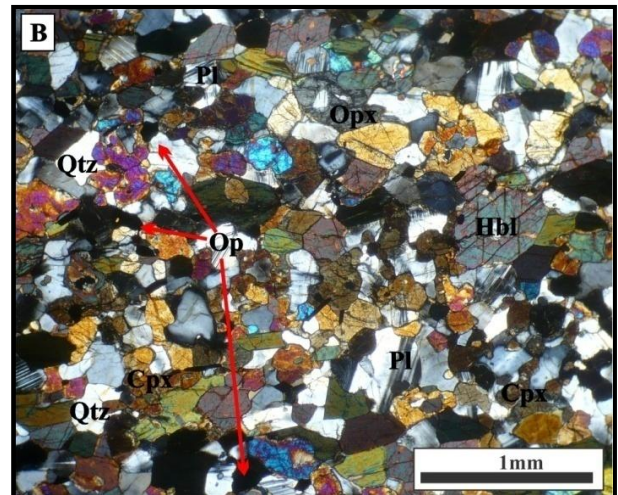
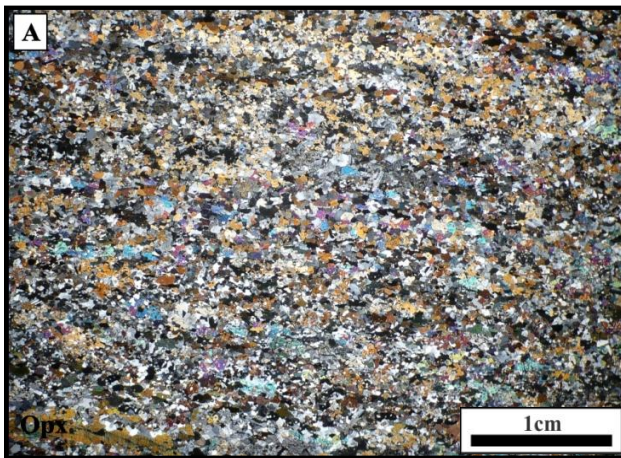


Figura III.4.1.1.b.2: A) Fotografía obtenida de lupa binocular con polarizador incorporado, donde se puede observar el bandeo composicional fino.

B y C) Microfotografías a nicols cruzados y paralelos respectivamente, donde se aprecia el bandeo composicional y la mineralogía de la misma.

III.4.1.1.c. Diorita hornblendo-biotítica: (muestra N° GCCH-20)

Petrográficamente dicha roca revela una textura ígnea, inequigranular hipidiomórfica de grano medio (Figura III.4.1.1.c."1"). Esta litología posee una composición mineralógica definida por Pl + Hbl + Bt + Cpx + Opx; en cuanto a minerales accesorios, por lo general la misma presenta Op + Ap + Zrn (Figura III.4.1.1.c.2"A y B"). En aquellas rocas de éste tipo, pero que se encuentran con una pervasiva alteración se da la presencia de titanita de hasta 1mm. La descripción mineralógica de cada individuo se realiza a continuación:



Figura III.4.1.1.c.1: Foto de muestra de mano de la diorita hornblendo-biotítica.

- **Plagioclasa (An₃₂):** abundante, siendo cristales de tamaño medio a grueso, con formas subhedrales a anhedrales y presentes en una distribución homogénea. Presentan en general un maclado polisintético, acuñado y difuso, mientras que por sectores se observa una sutil extinción sonada. A su vez se dan inclusiones de Ap, Op, Bt, Hbl y una pervasiva alteración sericitica en la mayoría de los individuos, como así también epidotización.
- **Hornblenda:** presente en cristales anhedrales a subhedrales de tamaño medio en general. Esta se halla como inclusiones en Pl o producto de la retrogradación de clinopiroxeno. Los mismos se disponen en diferentes orientaciones cristalográficas, con fracturas irregulares y con inclusiones de Pl, Op, Bt, Ap y Zrn.
- **Biotita:** los cristales se exhiben en formas subhedrales a anhedrales, con bordes rectos a lobulados y un tamaño de grano medio, al igual que con inclusiones de Op y Zrn. En las rocas mas alteradas los mismos se encuentran retrogradando a clorita.
- **Clinopiroxeno:** hallándose los mismos como individuos anhedrales a subhedrales y de un tamaño de grano medio, presentan inclusiones de Op y Pl, al igual que una incipiente retrogradación a Hbl, con generación de Qtz goticular y en menor proporción, solo en algunos individuos una marcada desferrización.
- **Ortopiroxeno:** presente como cristales de diferentes tamaños, desde medio a pequeño, anhedrales a subhedrales.
- **Opacos:** son los minerales accesorios más abundantes, siendo anhedrales a subhedrales, los primeros de tamaño medio, conformando parte de la matriz de la roca y ubicados en los intersticios de la misma. Los de formas anhedras poseen un tamaño de grano fino y se presentan como inclusiones en Hbl, Bt y Pl.
- **Apatito:** los mismos poseen un tamaño de grano fino y cristales euhedros, presentes como inclusiones en Pl y Hbl.
- **Titanita:** la misma se da con un tamaño de grano muy fino, de formas subhedras a anhedras y relacionada a cloritas y epidoto de aspecto grumoso, ó de formas subhedras y anhedras, y un tamaño de grano variable entre muy fino a 1mm en los individuos de mayor tamaño (Figura III.4.1.1.c.2"C y D").
- **Circón:** minerales accesorio menos abundante, de formas anhedras, muy fracturados y con un tamaño de grano fino, los mismos se hallan formando parte de la matriz de la roca o presentes como inclusiones en Pl, Hbl, Chl y/o Bt.

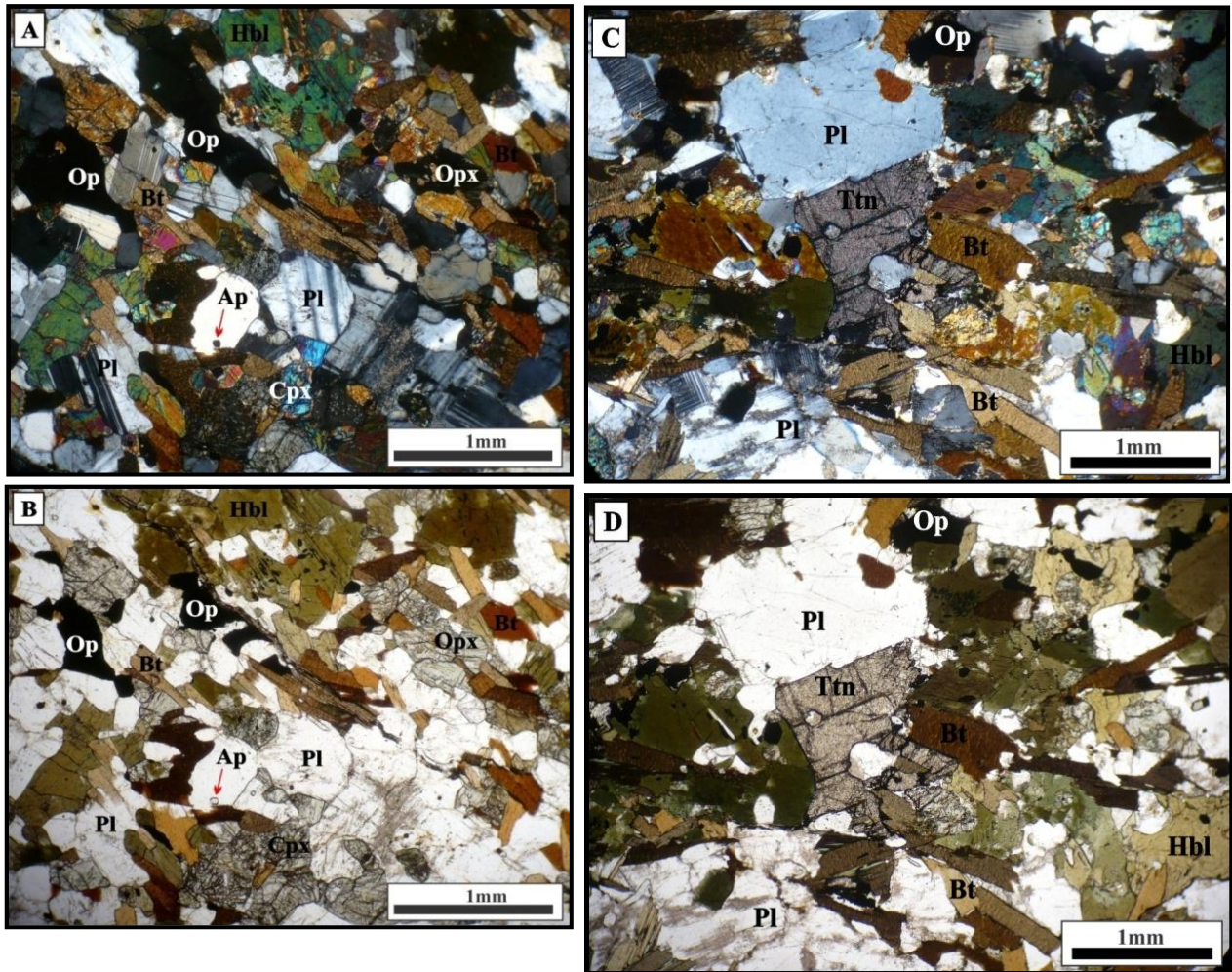


Figura III.4.1.1.c.2: A y B) Microfotografía vista a nicols cruzados y paralelos respectivamente, donde se observa la mineralogía paragenética de la misma. C y D) Microfotografía obtenida mediante microscopio de luz transmitida, donde se aprecia un cristal de titanita de un milímetro de diámetro aproximadamente, observado a nicols cruzados y paralelos respectivamente.

III.4.1.1.d. Cuarzodiorita: (muestras N° GCCH-02.A y GCCH-02.B)

El análisis petrográfico realizado en dichas rocas revela un tipo textural típicamente ígneo, inequigranular panidiomórfico de grano grueso (Figura III.4.1.1.d"1"). Las mismas están compuestas mineralógicamente por Pl + Cpx + Bt + Qtz + Opx + Hbl, acompañados por porcentajes menores de accesorios como Op, Ap y Zrn, y por lo general con alteración del tipo sericítica. La descripción mineralógica de cada especie se realiza a continuación:



Figura III.4.1.1.d.1: Fotografía de muestra de mano de la roca analizada y clasificada como tal.

- **Plagioclasa (An₂₉):** abundante, con cristales euhedrales a subhedrales, de bordes lobulados y rectos, y un tamaño de grano grueso y medio (Figura III.4.1.1.d.2"A y B"). Posee maclado polisintético, al igual que algunas acunadas y difusas, como así también una alteración sericitica incipiente. Se destacan inclusiones de Ap, Op, Bt, Hbl₁, Cpx y Zrn. En los individuos se destaca una textura antipertítica en parches (en cuyos parches de feldespato potásico, se observan exsoluciones de cuarzo, dando origen a una textura simplectítica). Otro tipo de textura importante es la poiquilítica (inclusiones de Cpx, Hbl, Op y Ap).
- **Clinopiroxeno:** presente como individuos subhedrales a anhedrales, con bordes lobulados a rectos y un tamaño de grano medio. Presentan un fracturamiento medio-alto, lo cual ha facilitado una alteración parcial a Hbl. Se destacan inclusiones de Op, Bt, Pl, Ap y Opx.
- **Biotita:** se halla como cristales subhedrales a euhedrales, con bordes lobulados a rectos y un tamaño de grano medio a fino. Estos poseen inclusiones de Op, Cpx, Pl, y Qtz, en algunos individuos se da la presencia de texturas simplectíticas de Qtz-Bt. Se observan coronas de reacción entre los cristales de Cpx que se encuentran como inclusiones en la Bt, ya que se produce la formación de una corona con dendritas de Op y a su vez se da la generación de un mineral no reconocido de hábito fibroso-radial que se dispone coronando a ortopiroxenos.
- **Cuarzo:** estos individuos se encuentran ocupando los intersticios cristalinos, con formas anhedralas, bordes lobulados y un tamaño de grano medio a fino. Presentan inclusiones de Bt, Opx y Op.
- **Ortopiroxeno:** se presentan con forma anhedral a subhedral, con bordes rectos e irregulares, y un tamaño de grano medio y fino. Muestran un importante fracturamiento y algunos sufren retrogradación parcial a Hbl. Se observan inclusiones de Op, Pl y Ap, al igual que en algunos de los individuos se destacan texturas simplectíticas de Qtz-Bt (Figura III.4.1.1.d.2"C y D").
- **Opacos:** son los minerales accesorios más abundantes, siendo anhedralas a subhedrales y con un tamaño de grano fino a medio fino. Los de mayor tamaño se encuentran ocupando los intersticios cristalinos y los de menor tamaño se disponen como inclusiones en Pl, Cpx, Bt y Opx.
- **Circón:** hallado como minerales de formas bien euhedras, con bordes rectos y un tamaño de grano medio a fino. Los más pequeños se encuentran como inclusiones en Pl y Bt, y los de mayor tamaño por lo general se disponen en los intersticios cristalinos.
- **Hornblenda:** se diferencian dos clases de individuos: a) Hbl producto de la alteración de Cpx y Opx, siendo anhedralas con bordes irregulares y de un tamaño de grano medio-fino, y b) aquellos euhedrales de tamaño fino y medio, presentes como inclusiones en plagioclasa.

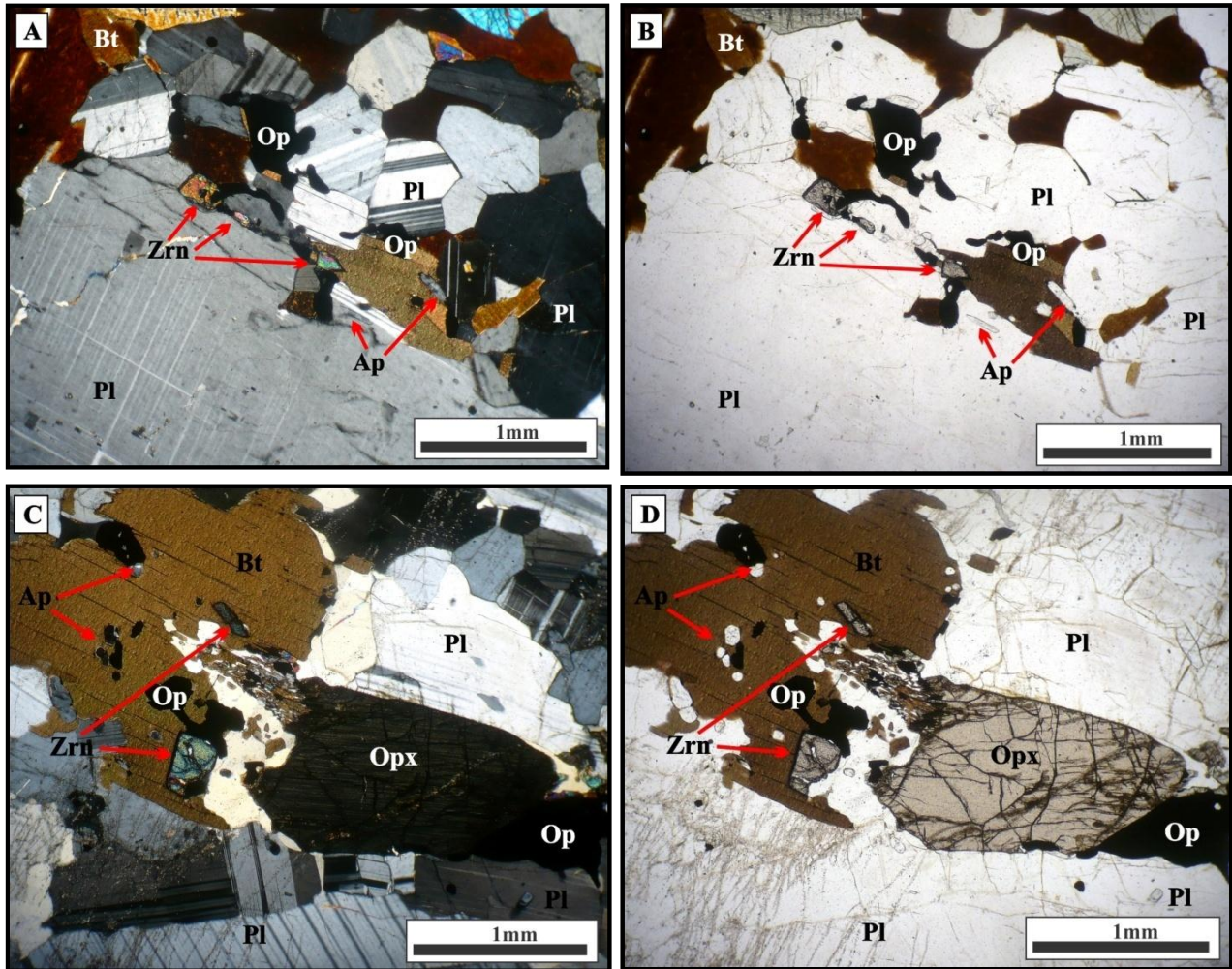


Figura III.4.1.1.d.2: A y B) Microfotografía a nicos cruzados y paralelos respectivamente, donde puede observarse la mineralogía que constituye a dicha roca. C y D) Microfotografía a nicos cruzados y paralelos, tomada de la misma sección delgada donde puede apreciarse una textura tipo mirmequítica de Qtz-Bt.

III.4.1.1.e. Tonalita Piroxénica: (muestra N° GCCH-03.Q)

Esta roca presenta una textura ígnea, inequigranular hipidiomórfica, con un tamaño de grano medio-fino y grueso (Figura III.4.1.1.e"1"); clasificada como tal por presentar una mineralogía de Pl + Cpx + Qtz + Bt + Opx + Hbl, con minerales accesorios de Op + Ap + Zrn (Figura III.4.1.1.e.2" A y B"). A continuación se detallan las características microscópicas de cada especie formadora de la tonalita piroxénica:

Figura III.4.1.1.e.1: Fotografía tomada de una muestra de mano perteneciente a la roca en cuestión.



- **Plagioclasa (An₃₀):** abundante, se presenta como cristales subhedrales a anhedrales, con bordes rectos a lobulados y un tamaño de grano medio a fino. Posee por lo general maclado polisintético y algunos individuos presentan maclado de dos individuos conjugado con el anterior. Se destacan inclusiones de Ap, Op, Bt, Opx y Hbl, como así también alteración del tipo sericítica, presente de forma incipiente en los individuos.
- **Clinopiroxeno:** hallado como individuos anhedrales, de bordes rectos y un tamaño de grano medio a fino. Los cristales exhiben un alto fracturamiento e inclusiones de Ap, Op, y Pl, como así también una retrogradación parcial a Hbl.
- **Cuarzo:** distribuido homogéneamente, los cristales se hallan como individuos anhedrales, de bordes lobulados a rectos y con un tamaño de grano medio, los cuales presentan inclusiones de Ap, Bt y Op.
- **Biotita:** los individuos presentan un hábito laminar, con bordes irregulares y rectos, con un tamaño de grano grueso y medio, o muy fino cuando se encuentra como inclusiones en Pl y Qtz. Se destaca la presencia de inclusiones de Ap, Op, Qtz, Pl y Cpx; también se observa una subofítica en los individuos de mayor tamaño, donde presenta continuidad óptica.
- **Ortopiroxeno:** menos cuantioso que la Bt, el Opx se presenta con cristales subhedros, de bordes rectos y con un tamaño de grano medio a fino. Se encuentran fracturados, con inclusiones de Ap, Op, Cpx y Pl, como así también con una incipiente retrogradación a Hbl y Bt₂.
- **Hornblenda:** se encuentran en un muy bajo porcentaje, siendo euhedrales a subhedrales y con un tamaño de grano muy fino. Se presentan como inclusiones en Pl o formando parte de la matriz.
- **Opacos:** mineral accesorio de mayor predominio en la muestra (Figura III.4.1.1.e.2"B"), con un tamaño de grano por lo general fino a muy fino, de formas anhedras a subhedras, con bordes irregulares y lobulados. Se hallan como inclusiones en Pl, Cpx, Qtz, Bt y Opx, o como parte de la matriz de la roca.
- **Apatita:** por lo general se presentan como inclusiones del tipo euhedrales a subhedrales, con bordes rectos y un tamaño de grano fino a muy fino, en Pl, Cpx, Qtz, Bt y Opx, o formando parte de la matriz con un tamaño de grano un poco mayor.
- **Circón:** especie mineral muy poco cuantiosa, formando parte de la matriz, con un tamaño de grano muy fino y formas subhedras a anhedras.

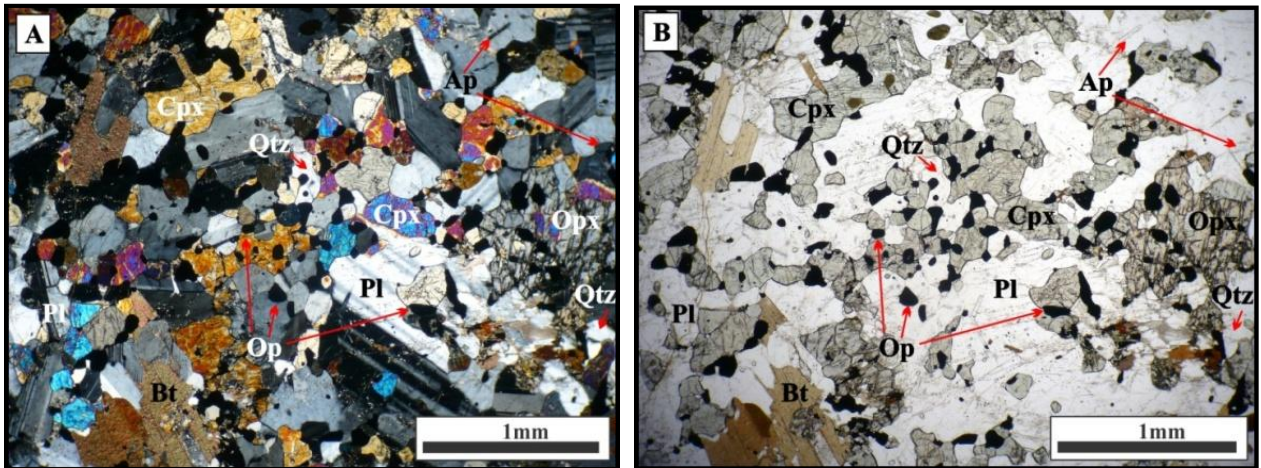


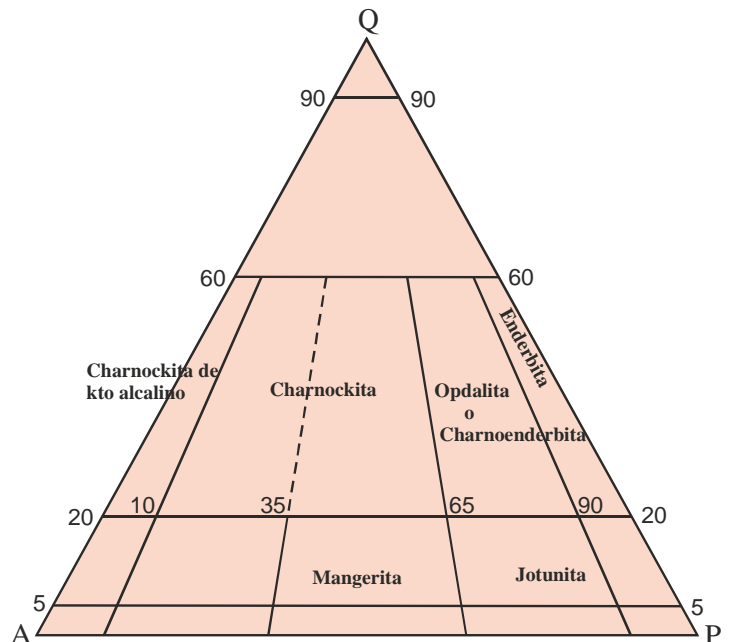
Figura III.4.1.1.e.: A) Microfotografía a nicoles cruzados donde se permite visualizar la mineralogía de la roca. B) Microfotografía a nicoles paralelos, la cual permite apreciar la importante cantidad de minerales opacos en dicha muestra.

III.4.2. Rocas Charnockíticas

III.4.2.1. Generalidades:

Para dichas litologías de naturaleza híbrida, la Subcomisión para la Clasificación de las Rocas Ígneas del IUGS (Le Maitre *et. al.*, 2002) recomienda el término rocas charnockíticas para definir una serie de rocas ígneas plutónicas (o que semejan rocas ígneas) que portan Hy (u Ol + Qtz) en asociación con Kfs y proponen, de acuerdo a la moda, la utilización de los términos jotunita (monzodiorita con Hy), mangerita (monzonita con Hy), enderbita (tonalita con Hy), opdalita (granodiorita con Hy) y charnockita (monzogranito y sienogranito con Hy), (Figura III.4.2.1.).

Figura III.4.2.1.: Triangulo QAP para la clasificación de rocas ígneas plutónicas de Le Maitre *et. al.*, (2002) modificados para rocas charnockíticas.



III.4.2.2. Yacencia y petrología de las rocas charnockíticas

En el área de estudio, afloran como cuerpos de variadas dimensiones (desde 3 a 20 m de longitud y desde unos 15 cm a 3 m de ancho), cuyas morfologías por lo general son tabulares (diqueformes) (Figura III.4.2.2.1"A"), hallándose también como cuerpos de formas ovoideas-

irregulares o irregulares (Figura III.4.2.2.1"B"), los cuales se disponen principalmente en los bordes del cuerpo máfico mayor (Anexo II).

Estos se encuentran por lo general en contacto transicional o gradacionales con diferentes proporciones de matriz/fenocristales, con las rocas máficas (Figura III.4.2.2.1"C"), aunque por sectores los contactos laterales son netos cuando están en íntima yacencia con metamorfitas pertenecientes a la roca de caja (Figura III.4.2.2.1"A" y III.4.2.2.2"E") y terminaciones que se interdigitan con la misma.

Las rocas se caracterizan por presentar una textura porfírica, dada por la presencia de megacrístales euhédricos de feldespato potásico de 5 cm a más de longitud, con colores que varían desde blanco lechoso hasta rosado oscuro (Figura III.4.2.2.2"B y C"). Estos se encuentran inmersos en una matriz de tamaño de grano variable compuesta por $Pl + Bt + Hbl + Kfs + Opx + Qtz \pm Cpx + Op + Ap + Zrn$, los cuales al variar sus proporciones entre minerales máficos y félsicos van generándose tonalidades distintas en la misma, desde gris oscuro a tonalidades blanquecinas, dada ésta última por un mayor contenido de plagioclasa, cuarzo y feldespato potásico en la matriz.

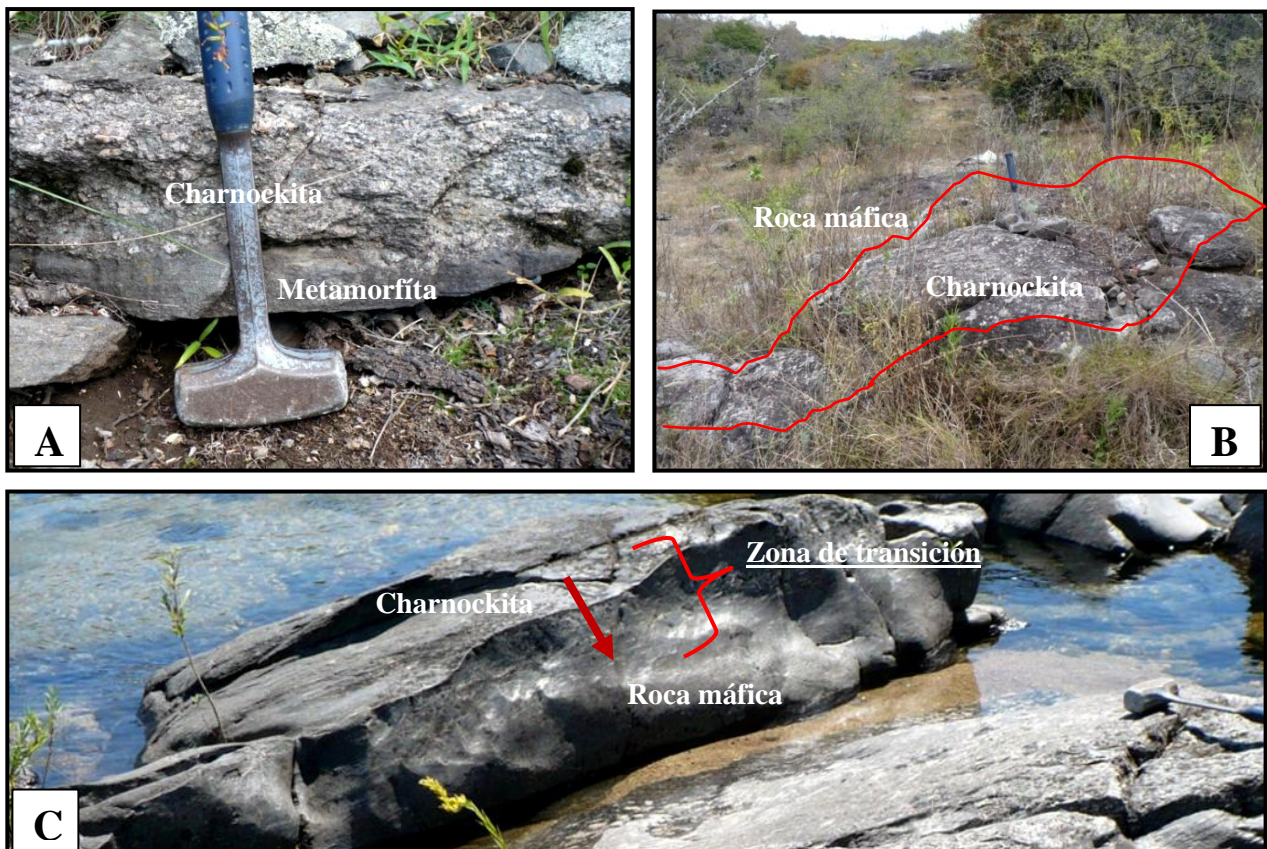


Figura III.4.2.2.1: A) Afloramiento de charnockita con morfología tabular y contacto neto con metamorfita. B) Cuerpo de charnockita de formas ovoideas-irregulares. C) Vista de afloramiento, donde se observa un contacto transicional entre rocas charnockíticas y máficas.

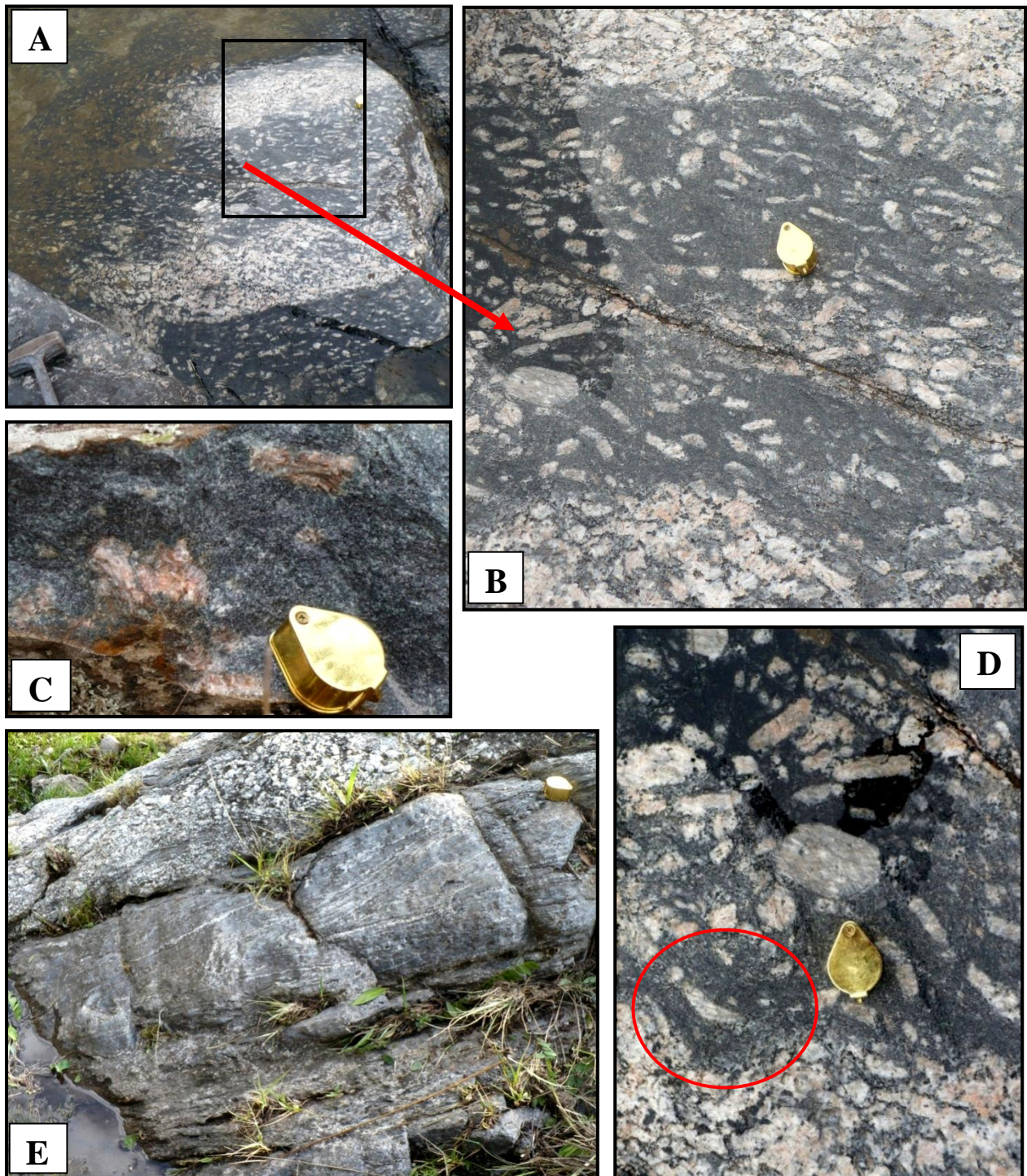


Figura III.4.2.2.2: A) Afloramiento de charnockita donde se puede distinguir sectores con mayor concentración de fenocristales de feldespato potásico y sectores con mayor porcentaje de minerales máficos (matriz). B) Detalle de la anterior. C) Fenocristales de 4 cm de longitud rosados oscuro en roca charnockítica. D) Fotografía mostrando cristales de feldespato potásico, de formas elongadas y bordes parcialmente reabsorbidos. E) Vista de afloramiento donde fenocristales de feldespato potásico muestran una orientación posiblemente de flujo magmático paralela a los planos de contactos con la roca de caja.

Los megacristales de feldespato potásico se pueden hallar en la roca en grandes concentraciones, constituyendo aglomerados cristalinos con escaso volumen de matriz o como individuos muy dispersos, presentes en baja proporción (Figura III.4.2.2.2"A y B"). Dichos fenocristales de feldespato potásico exhiben una orientación posiblemente de flujo magmático paralela a los planos de contactos con la roca de caja (Figura III.4.2.2.1"A" y III.4.2.2.2"E") y a las lineaciones minerales de las rocas máficas presentes en la zona. A su vez se observan en algunos de estos cristales un alto grado de asimilación, con formas elongadas y bordes parcialmente reabsorbidos (Figura III.4.2.2.2"D"). También los minerales máficos constituyentes de la matriz de la roca, presentan una orientación de flujo alrededor de los megacristales de feldespato potásico (Figura III.4.2.2.2"B y D").

La foliación magmática también es reconocida en éstas rocas, la cual está dada por la orientación de minerales félsicos (feldespatos potásicos y plagioclasas), con una matriz de Pl + Qtz + Cpx + Bt + Opx + Kfs (Figura III.4.2.2.3"A y B"). La foliación Sm_1 en las rocas charnockíticas se encuentra dispuesta espacialmente paralela a la roca de caja y a la foliación de las rocas máficas, con rumbo general de N050° a N330° y buzamientos generalmente mayor a 40°, tanto al oeste como este.

En algunos sectores han sido identificado enclaves con forma de bloques y discos, de composición máfica de grano fino, donde los mismos se pueden observar en algunos casos deformados y plegados o como individuos rectos alineados según la dirección del flujo magmático (Figura III.4.2.2.4"A y B").

Del mismo modo se distinguieron en determinadas zonas, pequeños cuerpos de formas semejantes a ramificaciones o canalículos de segregados leucocráticos (Figura

III.4.2.2.4"C"), cuya constitución mineralógica está dada por Qtz + Pl + Bt + Kfs. Estos segregados leucocráticos serían provenientes de la fusión de la roca de caja, y que posiblemente serían los que darían origen a los granitos anatócticos con fenocristales de Gonzalez (2011).

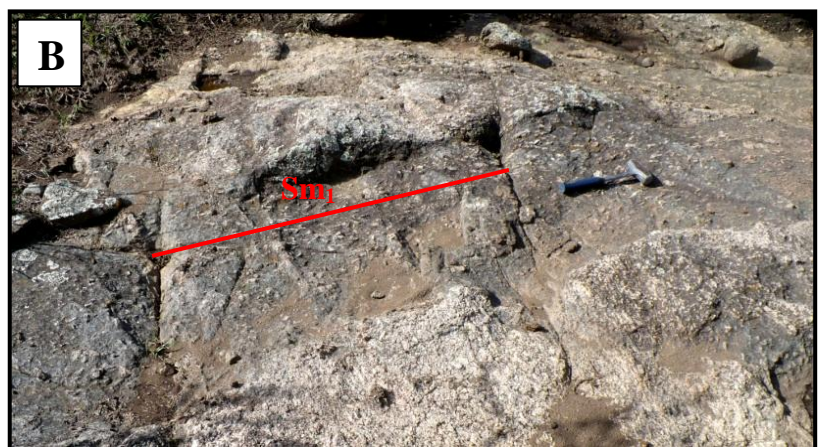


Figura III.4.2.2.3: A y B) Vista en afloramiento de la foliación magmática (Sm_1) en rocas charnockíticas, dada por la alineación de megacristales de feldespato potásico.

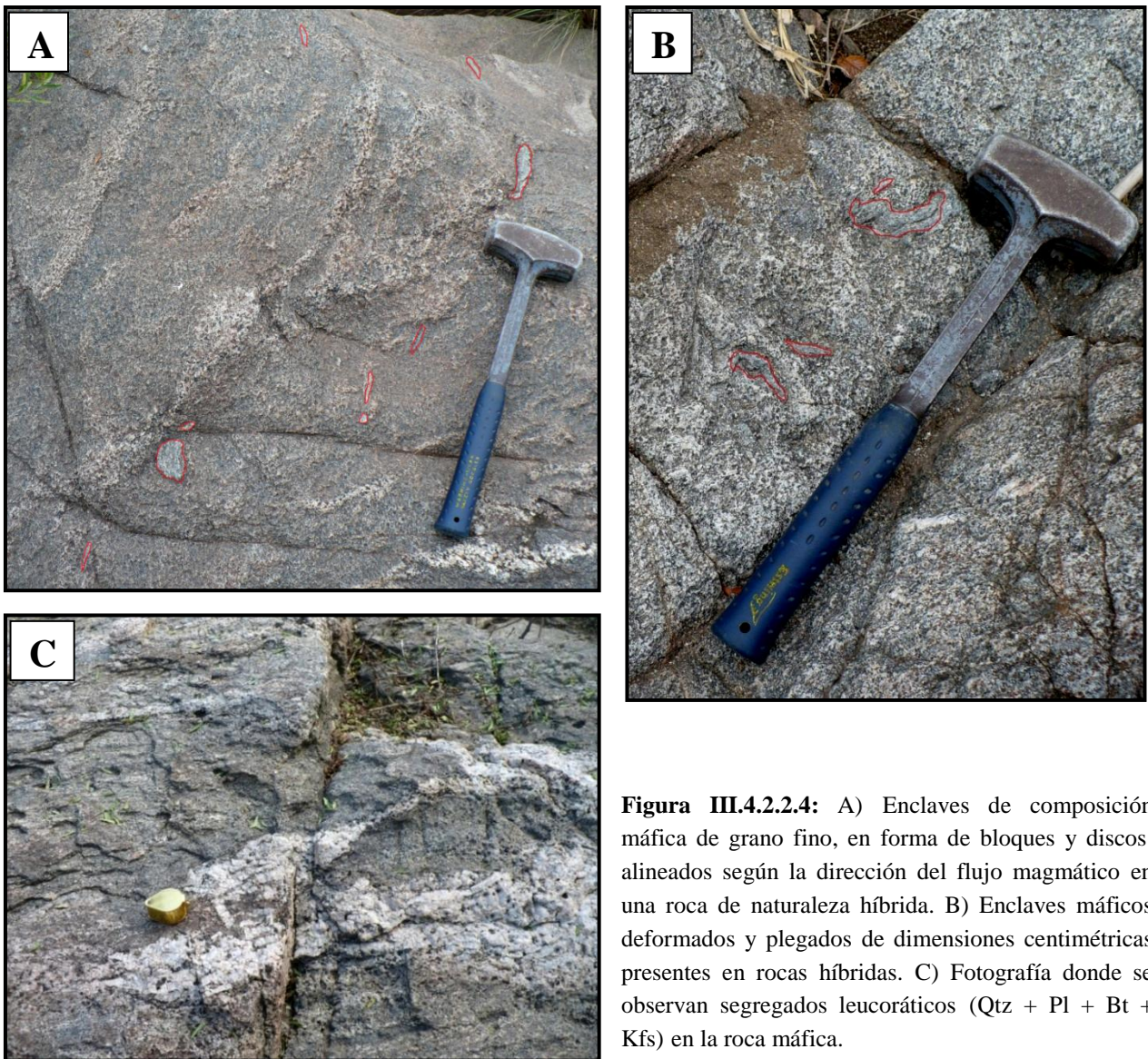


Figura III.4.2.2.4: A) Enclaves de composición máfica de grano fino, en forma de bloques y discos, alineados según la dirección del flujo magmático en una roca de naturaleza híbrida. B) Enclaves máficos deformados y plegados de dimensiones centimétricas presentes en rocas híbridas. C) Fotografía donde se observan segregados leucoráticos (Qtz + Pl + Bt + Kfs) en la roca máfica.

III.4.2.3. Facies de la serie charnockítica

Este tipo de rocas, han sido clasificadas según el diagrama QAP (Le Maitre *et. al.*, 2002) adaptado para rocas charnockíticas (Figura V.1.3), de acuerdo al conteo modal en secciones delgadas.

La clasificación de las facies de rocas híbridas ha permitido observar una gran variación litológica y distinguir principalmente cuatro tipos distintos, como son: jotunita (monzodiorita con Hy), mangerita (monzonita con Hy), opdalita (granodiorita con Hy) y charnockita (monzogranito con Hy).

III.4.2.3.a. Jotunita (monzodiorita con Hy): (muestras N° GCCH-24, 36, 38 y 103)

El análisis petrográfico bajo microscopía de luz transmitida realizado en dichas rocas permite distinguir el tipo textural presente en ellas, siendo típicamente ígnea, inequigranular a equigranular hipidiomórfica de grano medio (Figura III.4.2.3.a.1"A"), y en sectores granolepidoblástica, con una matriz de grano medio-fino. Las mismas están compuestas mineralógicamente por Pl + Bt + Cpx + Qtz + Kfs + Opx ± Hbl (Figura III.4.2.3.a.3"C y D"), donde se llegan a presentar fenocristales de feldespato potásico de hasta 8 mm aproximadamente en su eje mayor (Figura III.4.2.3.a.2), acompañados por porcentajes menores de accesorios como Ap, Op y Zrn. Esta roca se encuentra por lo general con variados tipos de alteraciones como son: sericitización, caolinitización, cloritización, epidotización, carbonatización y con sus respectivos minerales secundarios como producto, como son: Ser, Cl, Ep, Hbl, Bt, Qtz, Cal y Tr-Ac. En algunas de las secciones analizadas de éstas rocas, se presentan con pequeños enclaves máficos (Figura III.2.3.a.2"A y B") alineados paralelamente a la foliación magmática de la roca encajante (designada como zona melanocrática en la ficha de la sección delgada N° GCCH-38). A continuación se detallan las características microscópicas de los minerales presentes:

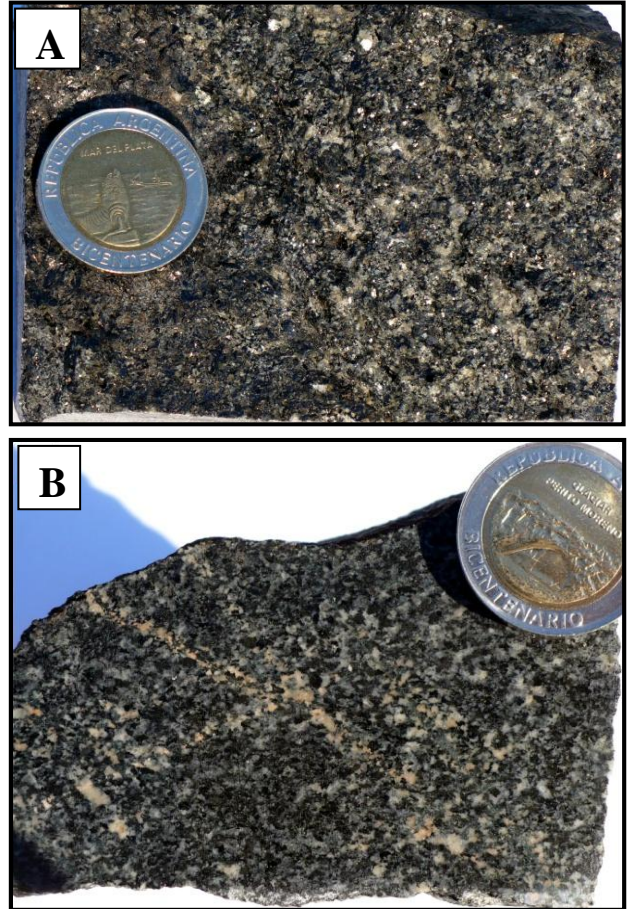


Figura III.4.2.3.a.1: A) Foto de muestra de mano de una de las rocas clasificada como tal. B) Foto de roca de mano de otra de las muestras clasificada como jotunita, donde se distinguen fácilmente los cristales de feldespato potásico, los cuales poseen una tonalidad rosada.

- **Plagioclasa ($An_{32/46}$):** abundante, conformando una matriz de cristales con un tamaño de grano medio-fino y algunos de mayor tamaño, llegando a ser individuos de grano medio. Poseen forma subhedral y anhedral, con bordes rectos e irregulares, maclado polisintético, siendo por sectores difusas y acuñadas, o conjugadas con maclado de dos individuos. Se dan inclusiones de Ap, Op, Bt, Hbl, Qtz y Zrn, destacándose texturas poiquiliticas (Hbl, Bt, Op y Ap), del mismo modo se presentan texturas antipertíticas en parches o manchas, junto a una incipiente alteración sericítica. En aquellos sectores donde se da la presencia de microfracturas, la alteración se torna pervasiva, siendo del tipo sericítica, caolinítica, carbonática y en menor proporción epidótica en algunos individuos de plagioclasa. También

se da la formación de tremolita-actinolita, con un tamaño de grano muy fino y de hábito fibroso-radial en la misma.

- **Biotita:** está como individuos de formas subhedral y anhedral, de bordes rectos y lobulados. El tamaño de grano se da entre medio-groeso o de medio a muy fino en aquellos sectores principalmente donde se da la presencia de una textura granolepidoblástica. En cuanto a inclusiones se refiere, los mismos poseen Ap, Op, Zrn, Pl, Opx, Cpx y Qtz; del mismo modo en biotitas se presenta una pervasiva cloritización e incipiente epidotización y por sectores se destaca una incipiente carbonatización.
- **Clinopiroxeno:** se encuentra con un tamaño de grano medio-fino y fino, bordes rectos e irregulares y con formas euhedrales a subhedral. Posee inclusiones de Pl, Op y Zrn (Figura III.4.2.3.a.3"A y B"), del mismo modo que una incipiente retrogradación a Hbl y Bt la cual puede ser pervasiva por sectores, como así también una incipiente seritización y carbonatización. En cuanto a microtexturas, se dan uniones triples por recristalización estática.
- **Cuarzo:** se halla de forma anhedral, con bordes lobulados y un tamaño de grano medio y fino. Presentan inclusiones de Ap, Op, Hbl, Bt y Cpx.
- **Feldespatos Potásicos:** el mismo se presenta de dos formas: a) formando parte de la matriz de la roca, con un tamaño de grano medio, subhedral y anhedral, con bordes lobulados e irregulares. Poseen inclusiones de Ap, Hbl y Bt, al igual que una incipiente alteración sericitica. Se presentan sin desarrollo de maclado por lo general, sólo se les observa una extinción levemente sonada y en algunos otros se distingue un maclado de dos individuos. b) como fenocristales de hasta 1 mm aproximadamente de longitud (en secciones delgadas), de formas subhedral y bordes lobulados e irregulares. Los mismos presentan maclado de dos individuos, microtextura peritica en parches e inclusiones de Bt (las cuales se encuentran en algunos casos cloritizadas), Op, Pl, Cpx y Ap; del mismo modo se destacan bordes corroídos en los cristales de feldespato potásico de mayor tamaño, al igual que una incipiente caolinitización.
- **Ortopiroxeno:** se encuentran como cristales subhedral y anhedral, bordes rectos e irregulares y un tamaño de grano fino y medio-fino. En los mismos se dan inclusiones de Op, Pl y Ap, presentan un importante fracturamiento, donde en algunos sectores facilita la alteración parcial a Hbl y Bt, la cual se torna pervasiva en algunos casos. También se destaca una incipiente carbonatización y cloritización, la cual llega a tornarse pervasiva en muchos otros individuos. Del mismo modo, se hallan segregados subsféricos de cuarzo y reconcentraciones irregulares de hierro.

- **Hornblenda:** éste se encuentra presente como inclusiones en Pl, Qtz y Kfs, con un tamaño de grano muy fino, siendo cristales euhedros y por lo general con caras cristalinas bien formadas, o producto de la retrogradación de piroxenos.
- **Apatito:** siendo el accesorio más abundante, se presenta de forma euhedral a subhedral y un tamaño de grano muy fino. Se disponen formando parte de la matriz de la roca o como inclusiones en Pl, Hbl, Bt, Qtz, Cpx y Kfs.
- **Opacos:** con un tamaño de grano variable, se los puede diferenciar principalmente en 2 tipos distintos: a) minerales opacos de grano medio-fino, de formas anhedras y con inclusiones de Bt, Pl, Ap y Hbl, formando parte de la matriz. b) minerales opacos de grano muy fino y fino, de formas subhedras y anhedras, constituyendo principalmente parte de las inclusiones en Pl, Hbl, Qtz, Bt, Cpx, Kfs y Opx.
- **Circón:** éstos forman parte de la matriz de la roca, con un tamaño de grano medio y fino a modo de inclusiones en minerales tales como biotitas y plagioclasas, cuyas formas van de euhedras a subhedras y en menor proporción anhedras.

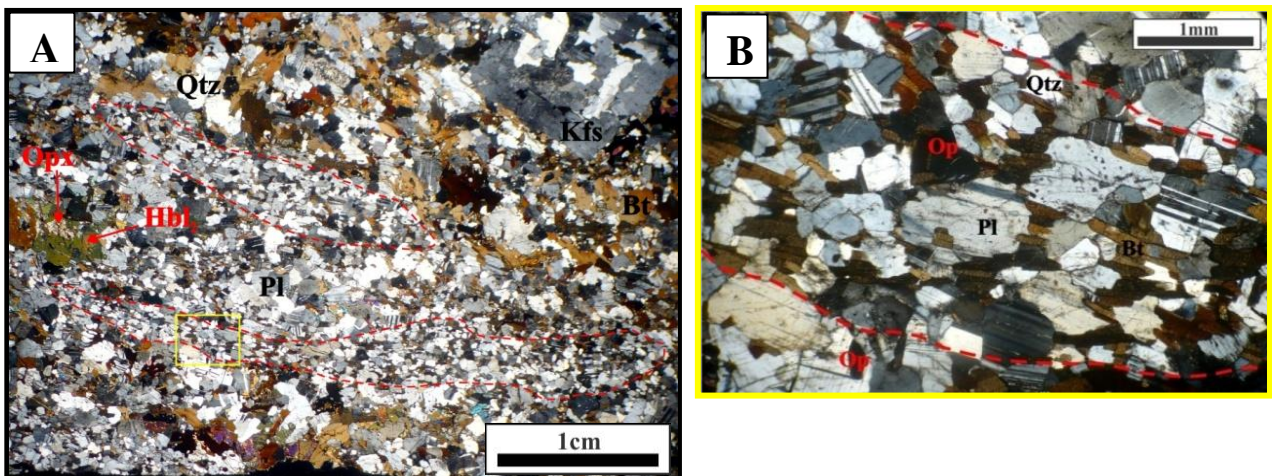
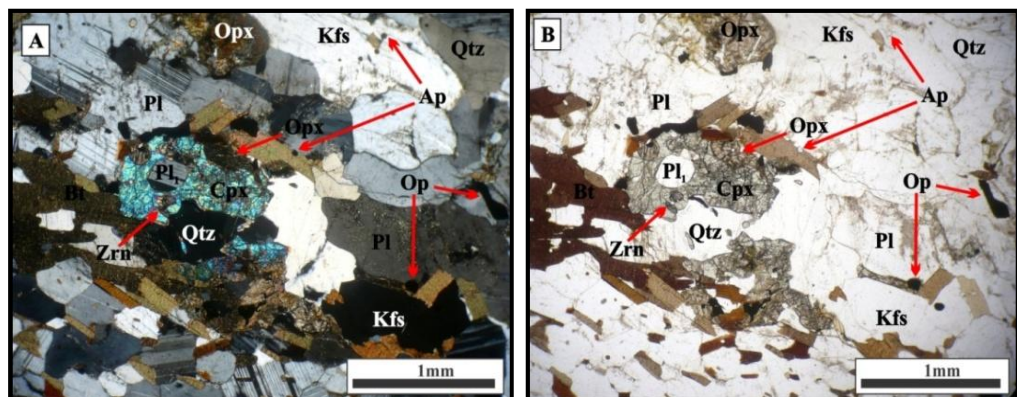


Figura III.4.2.3.a.2: A) Fotografía obtenida a través de lupa con luz polarizada, en la cual se aprecian pequeños enclaves de roca máfica de grano fino, paralelos a la foliación de la roca. B) Microfotografía de detalle de la misma tomada del sector correspondiente al enclave máfico.

Figura II.4.2.3.a.3:

A) Microfotografía tomada a nicoles cruzados, donde se aprecia la mineralogía paragenética de la roca y en la misma un cristal de clinopiroxeno con inclusiones de plagioclasa y circones. B) Nicoles paralelos idem.



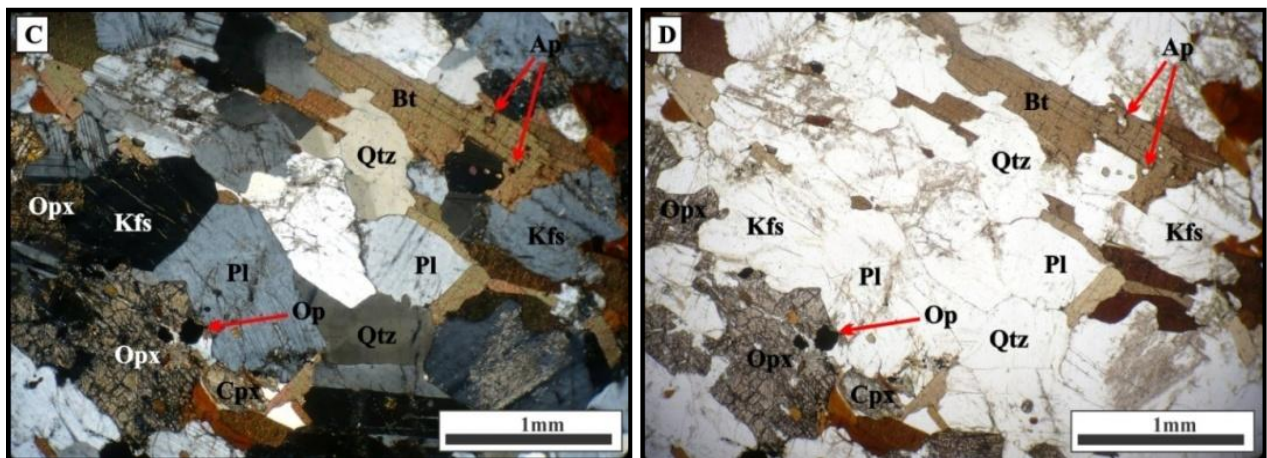


Figura III.4.2.3.a.3: C y D) Microfotografía donde se observa la paragénesis de la roca y minerales de ortopiroxeno de mayor tamaño que en la foto anterior, a nicoles cruzados y paralelos.

III.4.2.3.b. Mangerita (monzonita con Hy): (muestras N° GCCH-05.B y 20.A)

El análisis petrográfico en dichas rocas revela una textura ígnea porfírica, inequigranular hipidiomórfica de grano grueso y medio. Esta roca posee una composición mineralógica definida por $Pl + Bt + Kfs + Opx + Qtz \pm Hbl \pm Cpx$ y en cuanto a minerales accesorios, por lo general la misma presenta $Ap + Op + Zrn$. Presenta megacrystales de feldespato potásico de hasta 3 cm aproximadamente y se observan inclusiones goticulares de sulfuros. La descripción mineralógica de cada fase se realiza a continuación:

Figura III.4.2.3.b.1: Fotografía de muestra de mano, donde se puede ver la magnitud de los megacrystales de feldespato potásico y su disposición alineados de forma paralela entre los mismo.



- **Plagioclasa ($An_{26/30}$):** mineral más dominante en la roca, presentando cristales con formas subhedrales y anhedrales, con un tamaño de grano medio. Poseen maclado polisintético y en sectores acunadas, dándose en algunos casos la combinación según ley albita y periclino. Los individuos se encuentran con una pervasiva alteración sericítica, como así también carbonatización y cloritización en menor medida. Presentan texturas antipertíticas en manchas o parches y en otros individuos ésta es acompañada de una textura poiquilítica, dada por inclusiones de Op, Bt, Qtz, Zrn, Ap y Hbl. Se observa localmente textura antirapakivi (Figura III.4.2.3.b.2"A").
- **Biotita:** se presentan formando parte de la matriz de la roca, con un tamaño de grano medio a medio-fino o como inclusiones en megacrystales de feldespato potásico, con un tamaño de

grano muy fino. Los individuos poseen forma subhedra, bordes irregulares y rectos, y un fuerte pleocroísmo de pardo claro a pardo-rojizo claro. Se destacan inclusiones de Ap, Op y Zrn, como así también una incipiente cloritización de los individuos, volviéndose pervasiva por sectores. Sus bordes pueden estar intercrecidos con cuarzo (simplectíticas). Por sectores, algunos muestran inclusiones de rutilo, dando una textura sagenítica.

- **Feldespato Potásico:** se distinguen principalmente dos tipos de individuos: a) con un tamaño de grano medio, subhedros y anhedros, conformando parte de la matriz de la roca. En ellos se presentan texturas pertíticas en cintas, y b) de mucho mayor tamaño (megacristales de hasta 3 cm aproximadamente de longitud, observados en secciones delgadas), orientados según el sentido del flujo magmático, con bordes lobulados, presentando maclado de dos individuos o con difuso desarrollo de maclado del tipo enrejado. En cuanto a texturas, en ellos se destacan pertitas en parches y cintas, textura del tipo poiquilítica definida por varias inclusiones (de Bt, Ap, Op, Hbl, Pl, Opx y Zrn). Del mismo modo, se destacan bordes corroídos (Figura III.4.2.3.b.2"B") y texturas tipo rapakivi (Figura III.4.2.3.b.2"C y D") y, una incipiente alteración sericítica y carbonatización.
- **Ortopiroxeno:** siendo constituyente de la matriz de la roca, éste se presenta como individuos subhedros y anhedros, de bordes rectos e irregulares, y con un tamaño de grano medio-fino y fino. Estos poseen inclusiones de Op, Ap y Pl; en sus bordes, se destacan halos de alteración integrados por tremolita-actinolita y clorita, cuyos centros retrogradan incipientemente a Bt, como así también una desferrización de los mismos, denotado por una coloración rojiza sobre éstos.
- **Cuarzo:** es el mineral primario menos abundante, presente con un tamaño de grano fino a medio o muy fino, con cristales de formas anhedras y con una típica extinción ondulosa. Se hallan presentes en los intersticios cristalinos, formando parte de la matriz de la roca.
- **Hornblenda:** se encuentra con un tamaño de grano medio y fino, de formas subhedral y anhedral. Presente como inclusión en Pl y Kfs o producto de la retrogradación de clinopiroxenos. La Hbl Presenta inclusiones de Op, Bt, Pl y Ap.
- **Clinopiroxeno:** se presentan en cristales subhedral y anhedral, con un tamaño de grano medio-fino, en los cuales se observa una pervasiva carbonatización y retrogradación a Hbl₂.
- **Apatita:** se halla con un tamaño de grano muy fino y de formas euhedras, presentes como inclusiones en Pl, Hbl, Bt, Opx, Kfs y Op, o como constituyente de la matriz.
- **Opacos:** se lo encuentra de dos subtipos distintos: a) con un tamaño de grano medio, de formas anhedras a subhedras, alojados en los intersticios cristalinos. b) con un tamaño fino a muy fino, dispuestos como inclusiones en Bt, Opx y Kfs.

- **Circón:** presente de forma euhedral a subhedral, con un tamaño de grano muy fino en aquellos individuos que se presentan como inclusiones en Pl, Bt y Kfs o formando parte de la matriz de la roca, con un tamaño de grano medio-fino (Figura III.4.2.3.b.2"E y F").

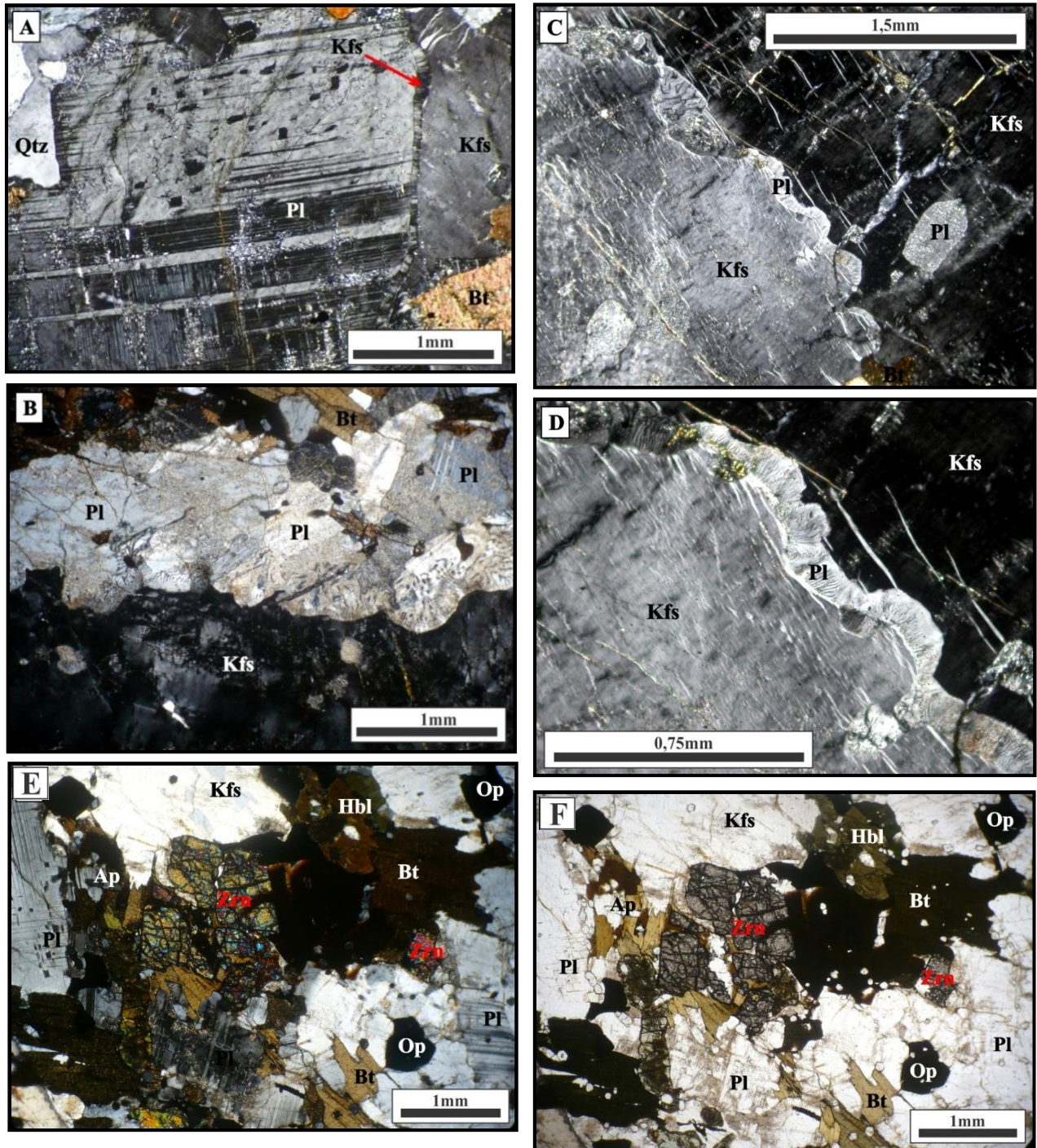


Figura III.4.2.3.b.2.: A) Microfotografía a nicols cruzados, donde puede verse un cristal de plagioclasa con textura antirapakivi. B) Microfotografía en la que se aprecia un cristal de feldespato potásico con los bordes corroídos y formación de simplectitas Pl-Qtz a modo de corona. C) Microfotografía a nicols cruzados en el que se observa la textura tipo rapakivi en un megacristal de feldespato potásico. D) Detalle de la anterior. E y F) Microfotografía a nicols cruzados y paralelos respectivamente, donde se observa un gran cristal de circón fracturado.

III.4.2.3.c. Opdalita o charnoenderbita (granodiorita con Hy): (muestras N° GCCH-22.A, 40 y 115)

El análisis petrográfico de esta roca en las secciones delgadas, permitió reconocer la existencia de una textura del tipo ígnea, inequigranular a equigranular hipidiomórfica (Figura III.4.2.3.c.2"A"), de medio-groeso y grueso en algunas rocas (Figura III.4.2.3.c"1").

Las mismas se encuentran compuestas mineralógicamente por Pl + Bt + Qtz + Kfs + Opx ± Cpx ± Hbl, con accesorios de Ap, Op y Zrn (Figura III.4.2.3.c.2"B y C"). Los rasgos característicos de cada mineral presente en esta roca se detallan a continuación:

Figura III.4.2.3.c.1: Foto de muestra de mano de la roca clasificada como opdalita, en la cual se aprecia que no posee desarrollo de megacristales.



- **Plagioclasa (An_{34/49}):** distribuida homogéneamente y presente en alta proporción, posee forma subhedral y anhedral, con bordes lobulados a rectos y un tamaño de grano medio y grueso. Presenta maclado polisintético, los cuales por sectores se acuñan o aparecen difusas, otras maclas que se reconocen son las de dos individuos, distinguiéndose también extinción sonada por sectores. Se dan inclusiones de Opx, Op, Hbl, Bt, Ap, Qtz y Zrn, como así también una incipiente alteración sericítica en algunos individuos. Se distinguen antipertitas en parches o manchas, y mirmequitas.
- **Biotita:** se halla con un tamaño de grano medio y grueso, como así también medio-fino, cuyas formas varían entre individuos anhedral y subhedral. Por lo general se encuentran orientadas y dispuestas en los contornos de los granos o como inclusiones en Pl y Kfs. Se observan microtexturas del tipo simplectíticas (Qtz-Bt), como así también se destacan inclusiones de Ap, Op, Opx, Pl, Zrn y Hbl. Los individuos se encuentran en algunos sectores retrogradando a cloritas y suele haber pequeños lentes de calcita, elongados paralelos a las folias de biotitas.
- **Cuarzo:** se encuentra distribuido homogéneamente y es el tercer mineral de mayor proporción en éste tipo de roca, siendo de formas anhedral, con bordes lobulados y rectos por sectores, con un tamaño de grano por lo general medio y fino, aunque variantes entre muy fino o medio-groeso. Este se da como constituyente de la matriz de la roca o como inclusión en Pl y Opx, a la vez presenta inclusiones de Ap, Op, Pl, Opx, Hbl, Bt y Cpx. Se reconocen texturas simplectíticas, debido a una intercrecimiento de Bt-Qtz, como así también mirmequitas (Qtz-Pl).

- **Feldespato Potásico:** encontrándose con un tamaño de grano medio, se presenta de forma anhedral a subhedral, bordes rectos y lobulados, sin desarrollo de maclas y sólo se les observa una extinción sonada en algunos individuos. El mismo posee inclusiones de Ap, Op y Bt, textura peritítica en parches por sectores, como así también una incipiente alteración sericitica, muy localizada.
- **Ortopiroxeno:** se encuentran con un tamaño de grano medio-fino y grueso. La forma del ortopiroxeno es subhedral a anhedral, con bordes lobulados y rectos. Poseen inclusiones de Op, Bt, Zrn y Qtz. En cuanto a alteraciones, en ellos se destaca una incipiente retrogradación a Hbl, llegando a ser pervasiva en otros casos, observándose exsoluciones irregulares de cuarzo y minerales opacos, como también retrogradación parcial a biotita. En alguno de los individuos de ortopiroxeno también se distingue una desferrización, evidenciado por coloraciones rojizas sobre los mismos, del mismo modo que una incipiente cloritización y carbonatización, siendo por sectores pervasiva, en aquellos cristales muy fracturados, lo cual hace dificultosa su identificación. En otros casos se da una alteración pervasiva a Tr-Act, dejando al mineral observable o reconocible por hallarse relictos del mineral original por sectores.
- **Clinopiroxeno:** se halla con un tamaño de grano medio, bordes rectos y lobulados, de forma subhedral y anhedral. Posee inclusiones de Op, Ap y Pl, con una incipiente retrogradación a hornblenda, la cual por sectores llega a tornarse muy marcada, al igual que una incipiente desferrización.
- **Hornblenda:** este se encuentra presente como inclusiones en plagioclasa, con un tamaño de grano muy fino a fino, siendo cristales euhedros y por lo general con caras cristalinas bien formadas o producto de la retrogradación de piroxenos.
- **Apatito:** es el mineral accesorio más abundante, presente en formas subhedral y euhedral, y con un tamaño de grano muy fino y medio-fino. Se hallan como inclusiones en Pl, Bt, Qtz, Opx, Hbl, Cpx y Kfs, al igual que formando parte de la matriz de la roca.
- **Opacos:** se distinguen principalmente dos clases distintas: a) opacos formando parte de la matriz, de formas euhedral y subhedral, con bordes rectos e irregulares, poseen un tamaño de grano medio-fino a fino, los cuales en algunos casos poseen inclusiones de Pl, Ap y Cpx, y b) opacos de grano muy fino, presentes como inclusiones en Pl, Kfs, Bt, Opx, Cpx, Hbl y Qtz, o como diminutas esferas de forma goticular (*blebs*), incluidas en Pl, Kfs y en menor proporción en Qtz.
- **Circón:** es el mineral accesorio hallado en menor proporción, con un tamaño de grano muy fino a fino, cuya forma varía entre individuos euhedral y subhedral, encontrándose los mismos como inclusiones en biotitas, o formando parte de la matriz de la roca.

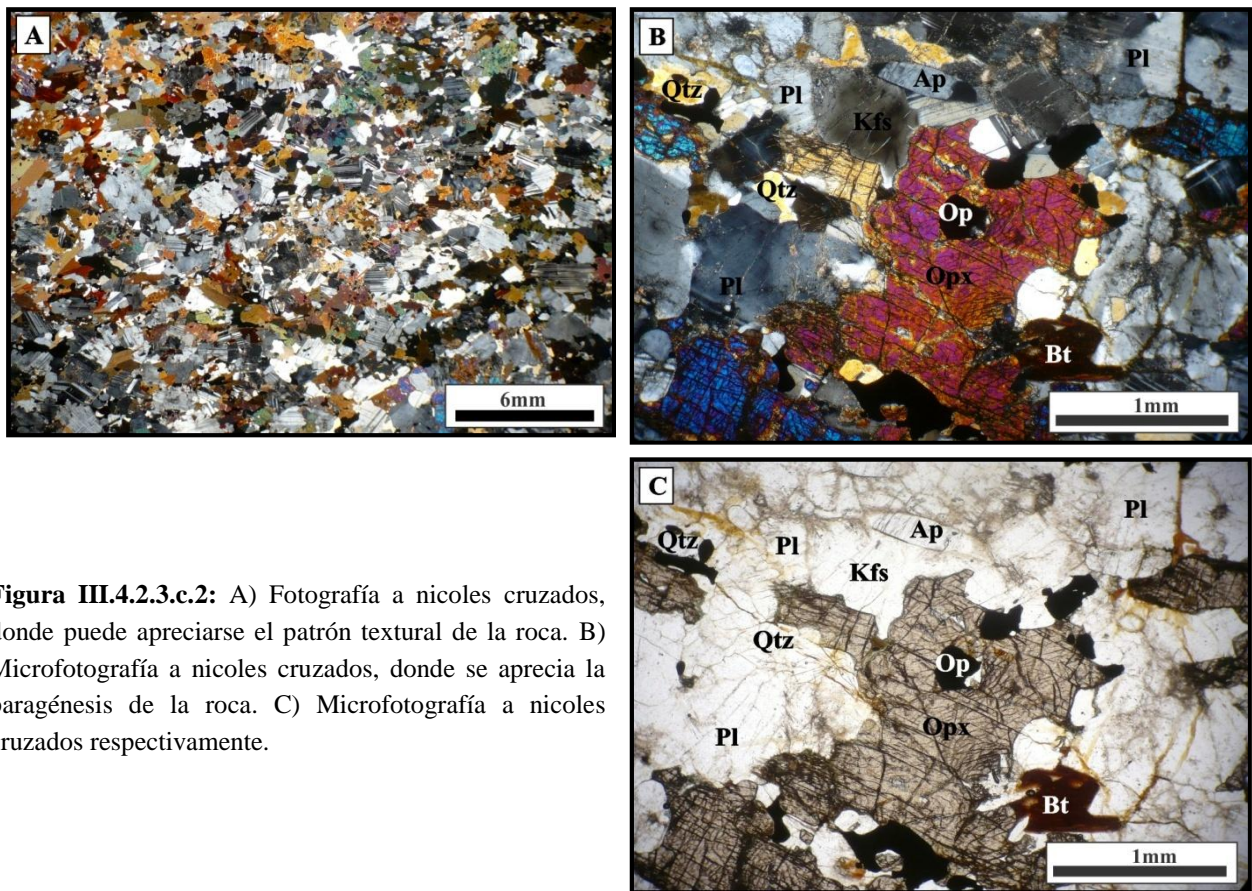


Figura III.4.2.3.c.2: A) Fotografía a nicoles cruzados, donde puede apreciarse el patrón textural de la roca. B) Microfotografía a nicoles cruzados, donde se aprecia la paragénesis de la roca. C) Microfotografía a nicoles cruzados respectivamente.

III.4.2.3.d. Charnockita (monzogranito con Hy):

Para éste tipo litológico se analizaron dos secciones delgadas, que de acuerdo al conteo modal y clasificación QAP fueron distinguidas como rocas pertenecientes al campo de los monzogranitos con Hy, estas rocas se diferencian entre sí por su mineralogía, lo cual hace que dentro del campo de pertenencia de clasificación de las mismas, se hallen en extremos; de acuerdo a esto se las mencionara y describirá a ambas.

Charnockita enriquecida en plagioclasa: (muestra GCCH-124)

La misma presenta una textura ígnea porfírica, inequigranular hipidiomórfica, de grano medio y grueso (Figura III.4.2.3.d."1"), integrada mineralógicamente por Pl + Bt + Kfs + Qtz + Opx (Figura III.4.2.3.d."2"), como así también accesorios de Op + Ap + Zrn. Las características de los mismos se presentan a continuación:

Figura III.4.2.3.d.1: Foto de muestra de mano de la roca clasificada como charnockita enriquecida en plagioclasa.



- **Plagioclasa:** es el mineral más abundante, de formas subhedras y anhedras, con bordes lobulados a irregulares y en menor medida rectos, de grano medio-fino hasta medio. Presentan por lo general maclado polisintético, estando combinado en algunos casos con la de dos individuos. Poseen inclusiones de Bt, Ap y Op, al igual que una incipiente alteración sericitica, la cual llega a tornarse por sectores de carácter pervasivo. Posee antipertitas y mirmequitas.
- **Biotita:** se halla con un tamaño de grano medio y medio-fino, cuyas formas varían entre individuos anhedros y subhedros. Por lo general se encuentran orientadas y dispuestas en los contornos de los granos en la matriz o como inclusiones en Pl y Kfs. Se observan microtexturas del tipo simplectíticas (Qtz-Bt), como así también se destacan inclusiones de Ap, Op y Zrn. Los individuos se encuentran en algunos sectores retrogradando a cloritas, la cual llega a tornarse de carácter pervasivo.
- **Feldespató Potásico:** en cristales anhedros a subhedros, posee bordes lobulados a irregulares, un tamaño de grano medio, grueso y medio-fino en menor frecuencia, y ausencia de maclado. Estos presentan inclusiones de Bt y Ap, desarrollo de pertitas en parches y con forma de cintas en algunos individuos.
- **Cuarzo:** este aparece con un tamaño de grano fino y localmente muy fino, formas anhedras y presentando una típica extinción ondulosa. El mismo se encuentra por sectores, formando parte de la matriz de la roca, con inclusiones de Bt y Ap. Se reconocen texturas simplectíticas, debido a un intercrecimiento de Bt-Qtz, como así también mirmequitas (Qtz-Pl)
- **Ortopiroxeno:** se encuentra parcial o totalmente alterado a tremolita-actinolita y Hbl, solo observables o reconocibles por hallarse individuos de Opx de grano fino por sectores.
- **Opacos:** mineral accesorio dominante, presentándose los mismos en distintos tamaños, desde muy fino generalmente como inclusiones en Bt y Pl, hasta de grano medio-fino, formando parte por lo general de la matriz.
- **Apatito:** posee un tamaño de grano fino a muy fino, con formas euhedras. Presente como inclusiones en Pl, Bt y Kfs, como así también formando parte de la matriz en dicha roca.
- **Circón:** presente en algunos sectores de la muestra, con un tamaño de grano fino y muy fino, de formas euhedrales a subhedrales, hallados como inclusiones en biotitas o formando parte de la matriz de la roca.

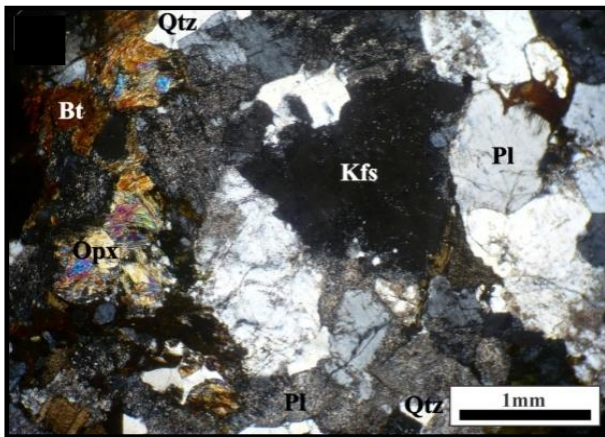


Figura III.4.2.3.d.2: Microfotografía a nicoles cruzados donde se aprecia la mineralogía y paragénesis de la roca.

Charnockita enriquecida en cuarzo: (muestra GCCH-13)

El análisis petrográfico en dicha roca revela una textura ígnea, equigranular alotriomórfica de grano medio-fino (Figura III.4.2.3.d"3"). Esta roca posee una composición mineralógica definida por Qtz + Kfs + Pl + Bt + Opx, en cuanto a minerales accesorios, por lo general la misma presenta Ap, Op y Zrn. En ésta roca no se presenta el desarrollo de fenocristales de feldespato potásico, sólo se destaca un bandeo composicional y textural (Figura III.4.2.3.d.4"A"), dado por sectores integrados por Qtz + Pl + Kfs y muy pocos mafitos, de grano medio (Figura III.4.2.3.d.4"B y C"), y sectores con un tamaño de grano fino y medio-fino, con mayor predominio de biotita y ortopiroxeno. La descripción microscópica de cada fase se realiza a continuación:



Figura III.4.2.3.d.3: Foto de muestra de mano, en la cual se aprecia el tamaño de grano medio-fino de la misma.

- **Cuarzo:** es el mineral dominante en la matriz de dicha roca, presente en homogénea distribución, siendo individuos anhedral, con bordes lobulados y rectos en menor proporción, con un tamaño de grano medio y fino a muy fino. Estos se encuentran con inclusiones de Bt, Zrn, Ap y Pl, así también el cuarzo se exhibe en otros minerales como inclusiones, en granos de feldespato potásico y plagioclasa.
- **Feldespato Potásico:** se encuentra con un tamaño de grano medio y fino a muy fino, de forma anhedral a subhedral y bordes lobulados. En ellos se da la presencia de un maclado del tipo enrejado de aspecto difuso en general, como así también se hallan inclusiones de Qtz, Pl, Cpx, Bt, Ap, Zrn y Op. Presenta pertitas en cintas en la mayoría de los individuos, textura poiquilítica dada por inclusiones de Qtz, Pl, Bt y Ap; como así también una incipiente seritización.

- **Plagioclasa (An₃₂):** se presenta como individuos de formas subhedras, bordes irregulares y lobulados, y con una granulometría variable entre media-fina a muy fina. Poseen por lo general maclado polisintético y bordes mirmequíticos. Se dan inclusiones de Ap, Op y Bt, al igual que una pervasiva seritización, debido a la presencia de microfracturas en la roca.
- **Biotita:** se hallan principalmente distribuidos en las bandas con tamaño de grano medio-fino, y orientadas de forma paralelas al bandeo. Los individuos de biotita se presentan como tablillas subhedras y anhedralas en menor proporción, con bordes rectos y lobulados, y un tamaño de grano muy fino a fino. Poseen inclusiones de Op anhedralas, Ap y pequeñas agujas de rutilo, dando origen a una textura sagenítica, y también en ellos se observa una incipiente cloritización. La biotita se encuentra principalmente constituyendo parte de la matriz de la roca o como inclusiones en Qtz, Kfs y Pl.
- **Ortopiroxeno:** es el mineral principal menos abundante, hallándose el mismo de formas subhedras a anhedralas, con bordes lobulados e irregulares, y un tamaño de grano medio y fino. Se presentan muy fracturados y con inclusiones de Op y Qtz. Estos presentan segregados subsféricos de Qtz, dado por una incipiente retrogradación a Hbl o Bt, como así también una pervasiva carbonatización y cloritización. Por sectores se observa una desferrización de los granos, evidenciado por una coloración pardo-amarillenta de los individuos
- **Apatito:** distribuidos homogéneamente y conformando individuos euhedros, éstos se encuentran con un tamaño de grano muy fino, presentes como inclusiones Qtz, Pl y Kfs y en menor medida formando parte de la matriz.
- **Opacos:** presentan formas anhedralas y bordes irregulares a lobulados, presentes principalmente en sectores próximos a individuos de biotitas y ortopiroxenos, formando parte de la matriz de la roca y producto de la alteración de los minerales mencionados, con un tamaño de grano muy fino y bordes irregulares. También se presentan como inclusiones de grano muy fino en Kfs, Bt y Opx.
- **Circón:** es el mineral accesorio menos abundante en la roca, con un tamaño de grano fino, siendo individuos euhedros y con caras bien definidas, formando parte de la matriz de la roca o como inclusiones en cuarzo.

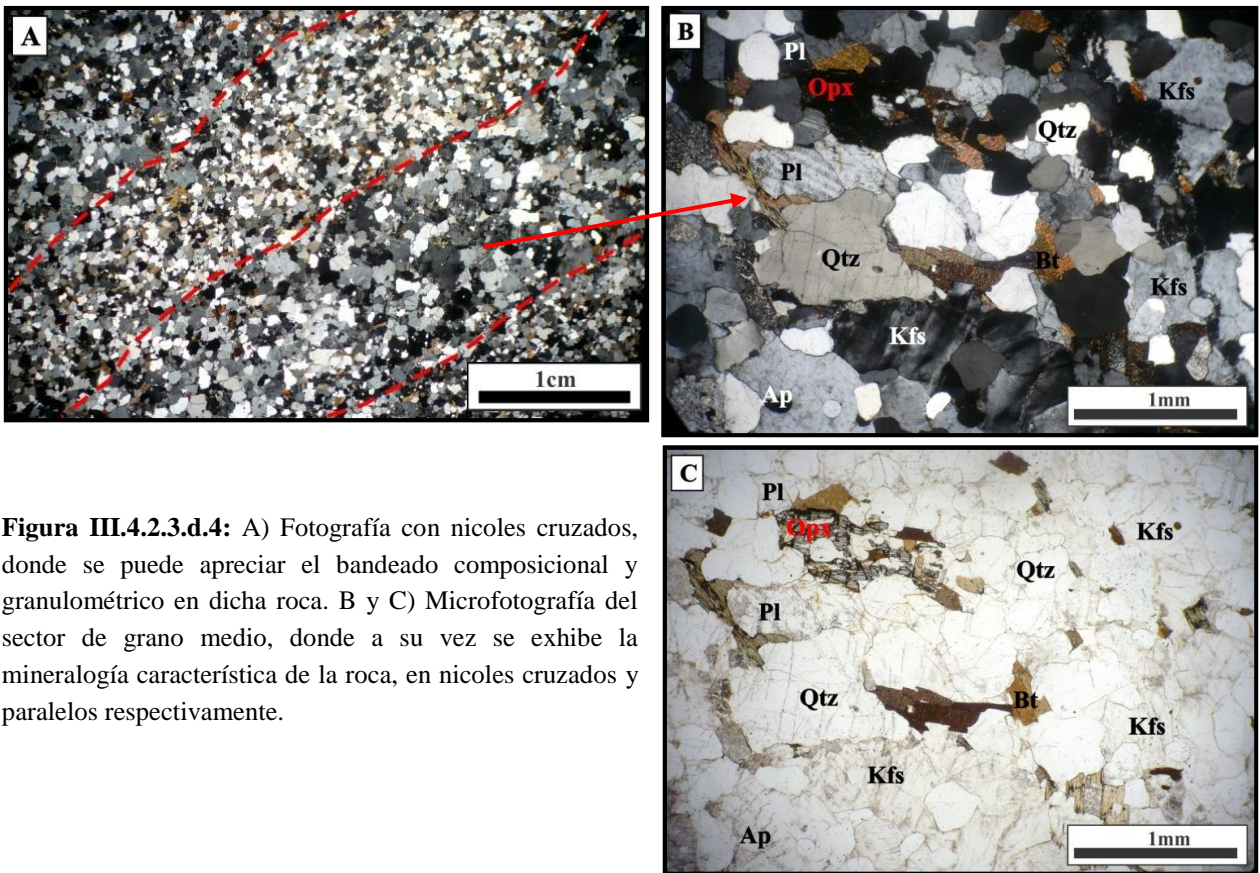


Figura III.4.2.3.d.4: A) Fotografía con nicols cruzados, donde se puede apreciar el bandeo composicional y granulométrico en dicha roca. B y C) Microfotografía del sector de grano medio, donde a su vez se exhibe la mineralogía característica de la roca, en nicols cruzados y paralelos respectivamente.

III.4.3. Rocas Félsicas

En el área de estudio se pueden observar una serie de afloramientos de pegmatitas, diques y/o *sills* de composición félsica, todos de escala métrica a centimétrica. Los cuerpos de mayores dimensiones se hallan localizados al Noreste del cuerpo máfico principal, con una longitud de unos 20 m y una potencia entre 3 a 4m y dispuestos según un rumbo de 48° N (Anexo II). Estas rocas presentan tonalidades claras, mayormente de color blanco y rosado lo que las hace fácilmente identificables a escala de afloramiento.

En las rocas máficas se da la presencia de inyecciones y segregados en forma de venas subconcordantes a concordantes al flujo magmático (Figura III.4.3"A y F") y otras de morfología rectangular (Figura III.4.3"B"), de composición félsica e integradas por Pl + Qtz + Bt, los cuales se van concentrando y generan cuerpos mayores y más diferenciados (Figura III.4.3"C y E"). Del mismo modo se da la presencia de diques pegmatoides y graníticos aplíticos constituidos por Kfs + Bt + Ms + Pl. Estos cuerpos de mayor tamaño, constituyen afloramientos de formas variadas, pero por lo general conforman cuerpos pegmatíticos tabulares vetiformes (Figura III.4.3"G y H") cuyas dimensiones van desde 2 a 4 m de potencia y longitudes mayores de 8 a 20 m. Presentan con el cuerpo máfico contactos netos e irregulares, una mineralogía definida por Pl + Qtz + Bt + Kfs y una textura granular homogénea, con un tamaño de grano grueso que varía ocasionalmente a grano medio y en otros a grano muy grueso (Figura III.4.3"I").

Así también, se hallan pequeños cuerpos aplíticos, de morfología diqueformes paralelos a los anteriores o cortándolos y una mineralogía integrada por Kfs + Qtz + Pl. Los mismos poseen un rumbo de 40° y 48° N, dispuestos de forma sub-vertical e intruyendo al cuerpo máfico principal y a la roca de caja en forma discordante.

Otra de las morfologías con la que se presentan éstos cuerpos pegmatíticos, es de formas ovoides (Anexo II), en los que se puede observar una alta irregularidad en sus bordes, sector donde también se da la presencia de una zona de reacción con la roca hospedante (roca máfica), tornándose ésta de una coloración mucho más oscura dada por la presencia de importante cantidad de biotita (Figura III.4.3"D"). Estos cuerpos presentan por lo general una zonación interna, dada por una variación composicional y granulométrica, integrados por Pl + Bt + Qtz + Kfs, cuyo núcleo se caracteriza por presentar grandes cristales de Qtz y Kfs.

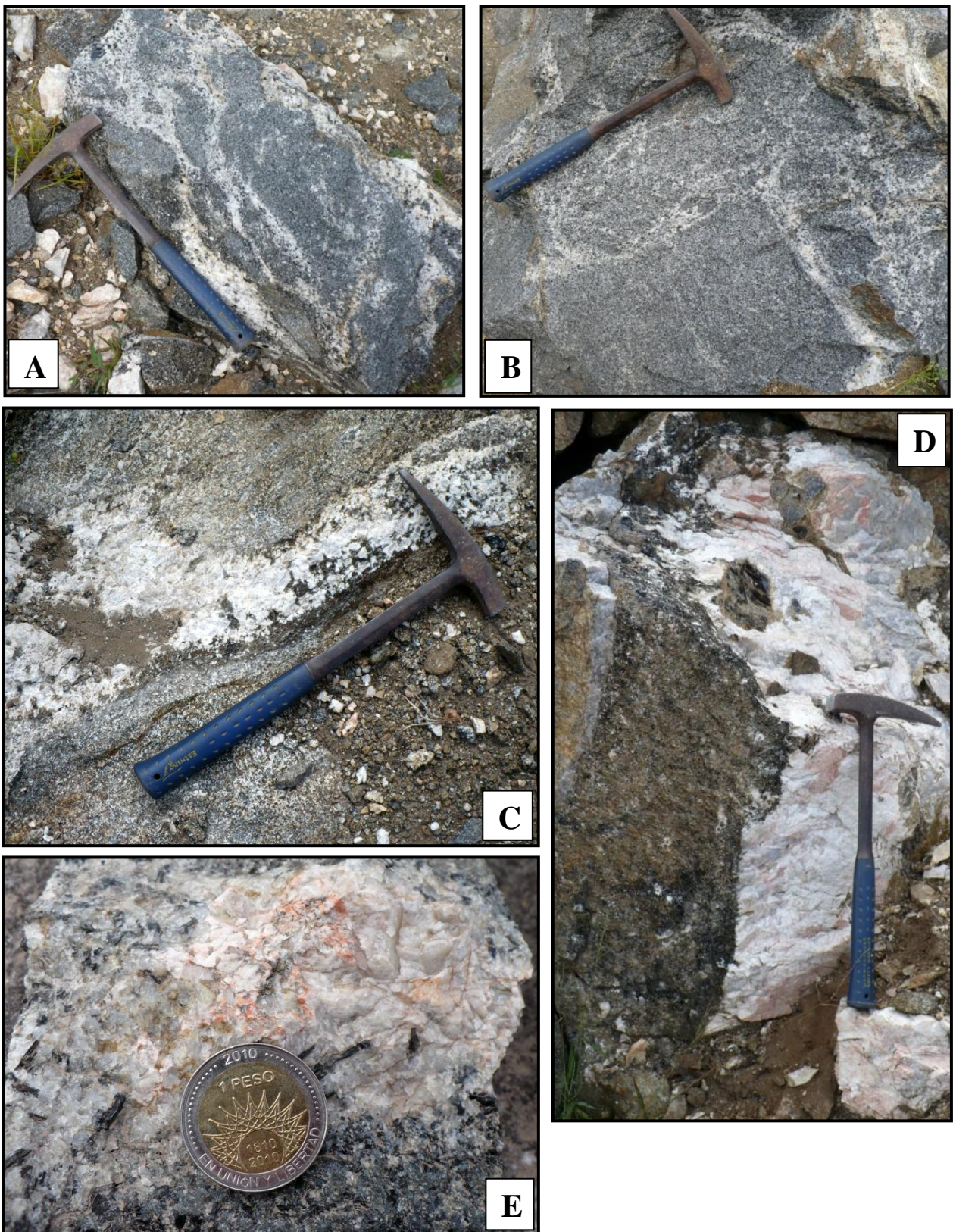


Figura III.4.3.: A) Fotografía de segregados con forma de venas subconcordantes a concordantes al flujo magmático en rocas máficas. B) Segregados con morfología rectangular. C) Vista en afloramiento de un zona de concentración de segregados félsicos de mayor tamaño a los anteriores. D) Cuerpo pegmatítico de morfología ovoidea, en el que se puede observar una alta irregularidad en sus bordes y la presencia de una zona de reacción oscura integrada por biotita. E) Concentración de segregados félsicos mas diferenciado que lo observado en la fotografía "C".

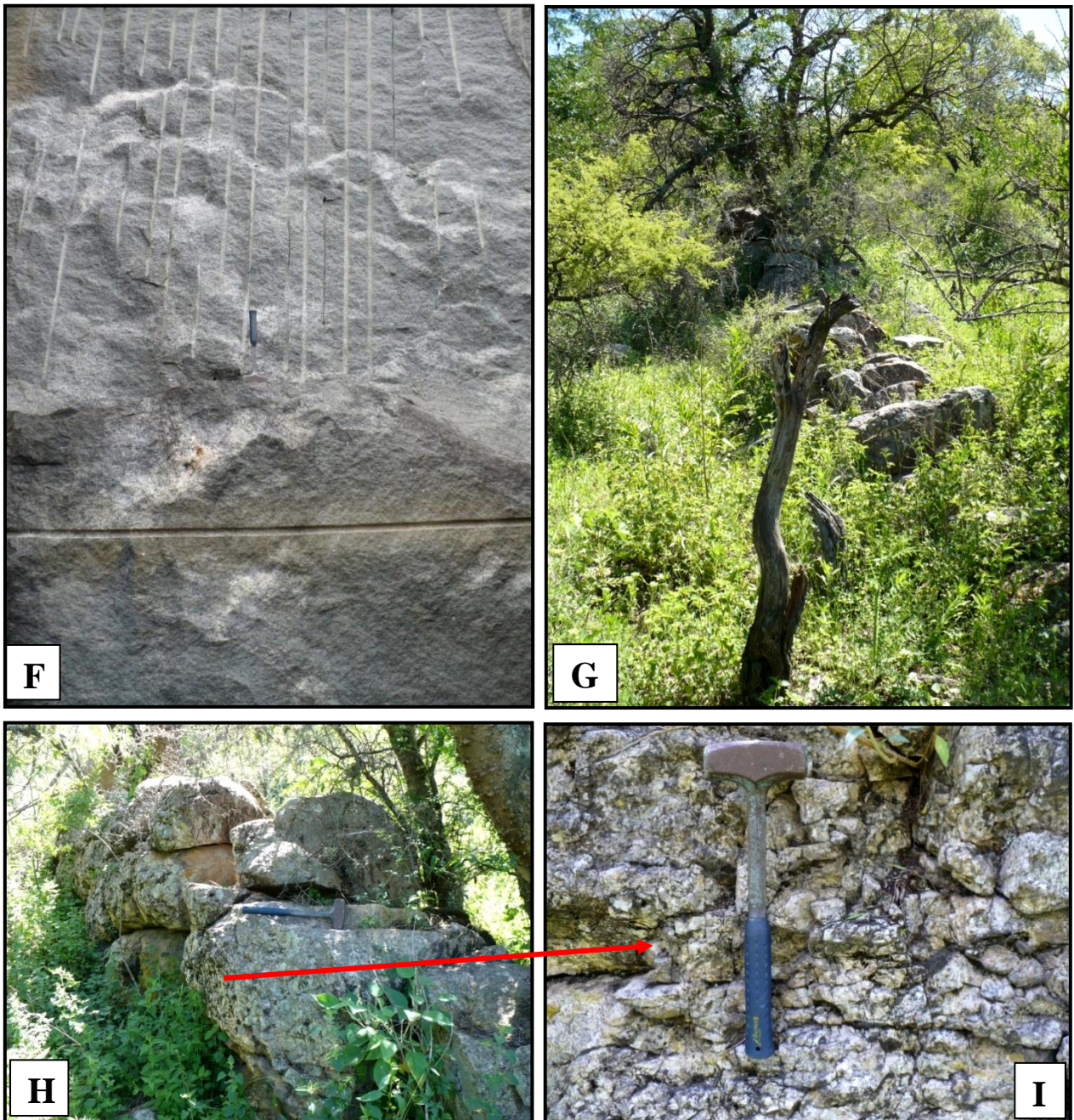
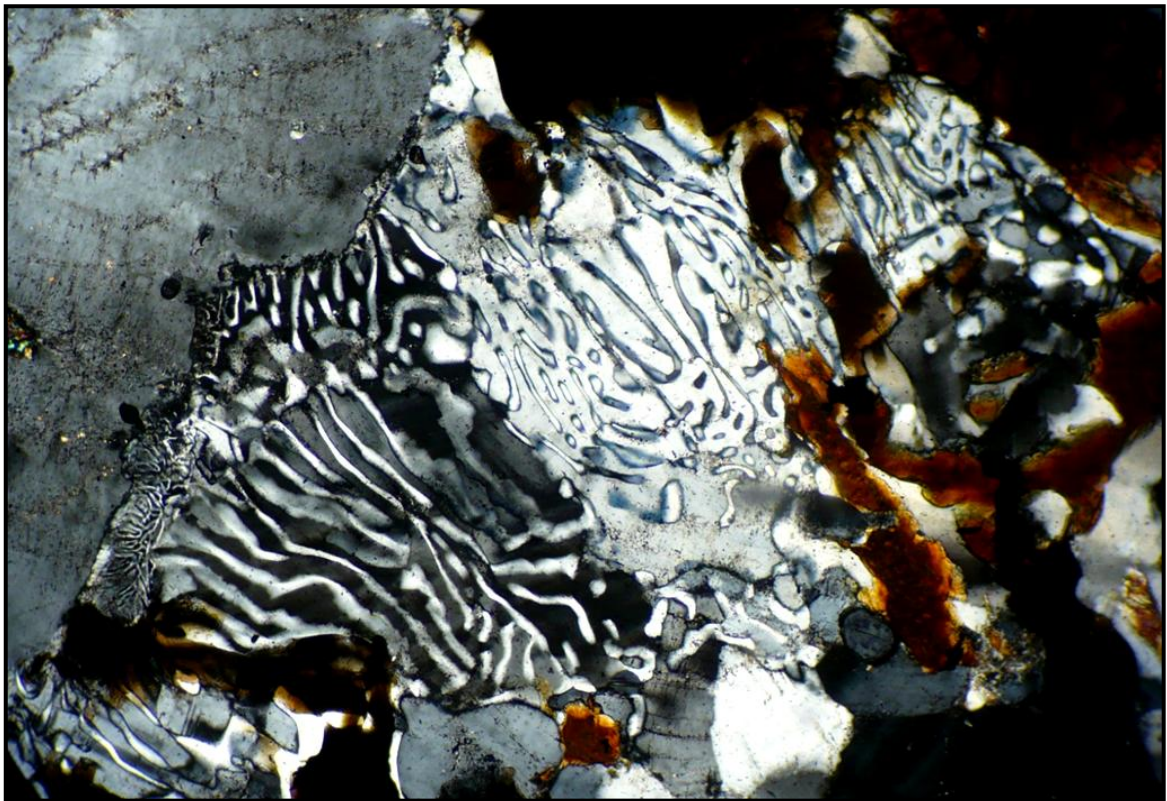


Figura III.4.3.: F) Vista de un frente de cantera, donde puede observarse segregados con forma de venas subconcordantes al flujo magmático en rocas máficas. G y H) Afloramientos de cuerpos pegmatíticos tabulares vetiformes, hallados en la sector noreste del cuerpo máfico principal. I) Detalle del afloramiento pegmatítico, en el que puede apreciarse el tamaño de grano muy grueso del mismo.

C

apítulo IV:



MICROTEXTURAS Y PROCESOS DE RETROGRADACIÓN

Capítulo IV: Microtexturas y Procesos de Retrogradación

IV.1. Microtexturas y Procesos de Retrogradación:

Bajo este término se han agrupado las texturas debidas a cristalización ocurridas durante el emplazamiento de los magmas, enfriamiento y posterior exhumación. Si este proceso, se desarrolla bajo condiciones tales que un cristal alcance su equilibrio (estructura de menor energía), la cristalización borra cualquier indicio de las condiciones de P-T anteriores reinantes previa a su formación (Gómez Jiménez, 2006). Sin embargo, lo más frecuente, es hallar texturas que evidencien una falta de equilibrio completo y que permitan reconstruir parte de la historia en las rocas. Los cambios que ocurren se deben principalmente a tres factores: temperatura, fluidos y deformación. La acción de éstos, solos o combinados, ocasionan los reajustes mineralógicos (Figura IV.2) que llevan a un reequilibrio de la roca y a la formación de nuevas texturas.

A continuación se expondrán las microtexturas que se han reconocido en las rocas del cuerpo Gabro Cantera Champaquí.

IV.1.1. Simplectitas

La textura simplectítica puede ser promovida por la concentración de fluidos ricos en agua a lo largo de los contactos entre granos durante el enfriamiento de una roca ígnea, o por infiltración de fluidos durante un evento metamórfico posterior; en rocas “secas”, como las gábricas, las simplectitas se desarrollan debido a la muy baja velocidad de enfriamiento a grandes profundidades. El grano fino de los intercrecimientos de simplectitas indica una inmovilidad general del material involucrado. En otras palabras, el factor que controla la velocidad de reacción es la difusión. Esta microtextura se genera por la cristalización simultánea de dos o más fases en una misma zona de la roca (Gómez Jiménez, 2006).

En el área del “Gabro Cantera Champaquí” estas microtexturas se han formado por el crecimiento íntimo entre dos fases, siendo comunes en la mayoría de las litologías, tanto en rocas charnockíticas como máficas, en las cuales se presentan:

- Simplectitas de Pl - Qtz (mirmequitas) (Figura IV.1.1."B")
- Simplectitas de Bt - Qtz (Figura IV.1.1."A")

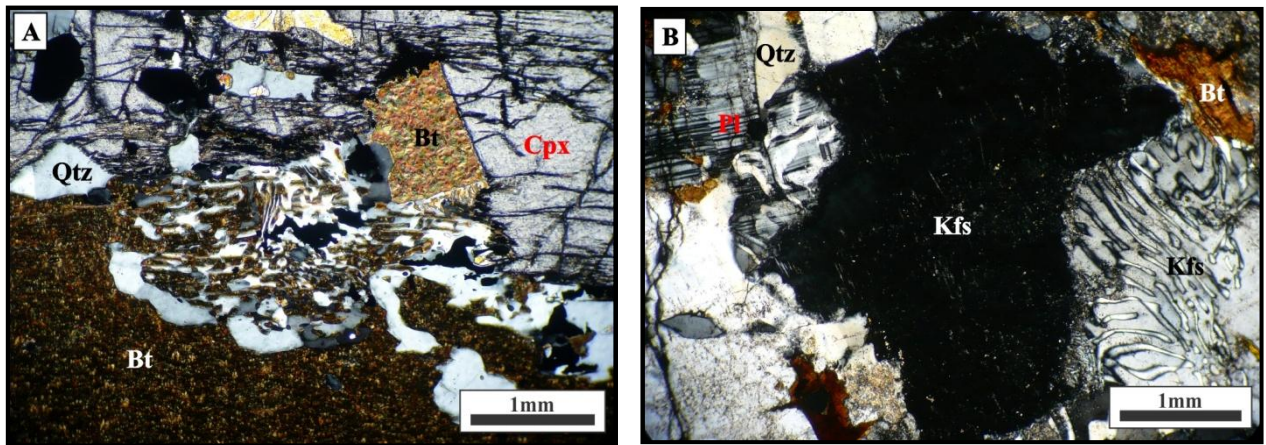


Figura IV.1.1: A) Textura simplectítica Bt-Qtz en roca máfica, visto a nicols cruzados. B) Microfotografía a nicols cruzados donde se observa el desarrollo de mirmequitas de Pl-Qtz en los bordes de cristales de feldespato potásico en una roca charnockítica.

IV.1.2. Pertitas y antipertitas

Se originan por desmezcla en estado sólido de feldespato potásico y albita, al dejar de ser miscibles por descenso de la temperatura. La textura pertítica está definida por cristales de plagioclasa ácida dentro de un cristal de feldespato potásico (Figura IV.1.2."A"). Cuando la relación es inversa, se denomina antipertita (Figura IV.1.2."B") y cuando la proporción de ambos minerales es la misma, mesopertita. La disposición de los cristales de plagioclasa dentro del feldespato potásico puede variar, siendo en forma de cordones, venas y/o parches (manchas).

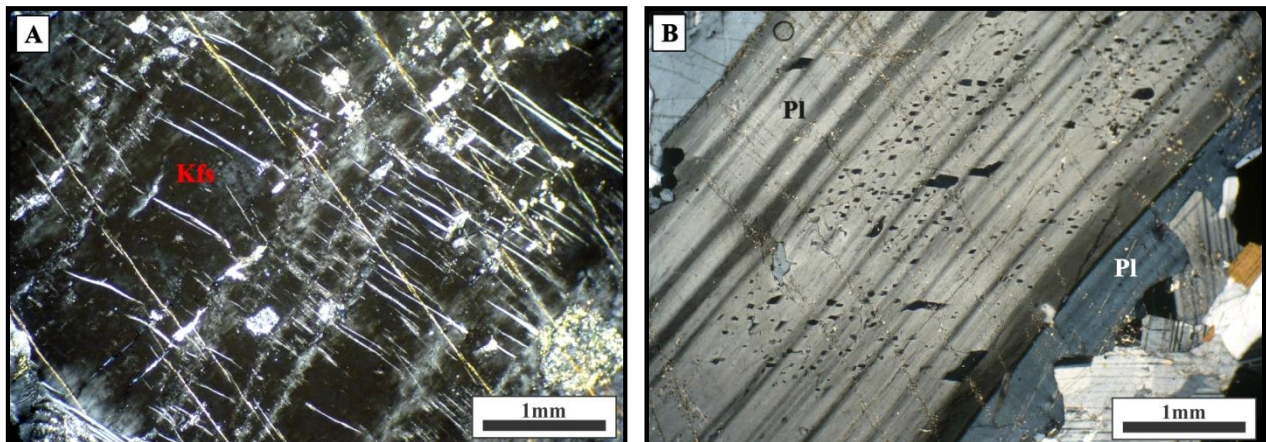


Figura IV.1.2: Microfotografías a nicols cruzados de texturas pertíticas y antipertíticas. A) Textura pertítica en finas cintas en un cristal de feldespato potásico, perteneciente a una Mangerita (roca de la serie de las Charnockítas), B) Textura antipertítica de formas romboédricas, en una cuarzdiorita.

IV.1.3. Recristalización Estática

La recristalización estática es el proceso que tiende a reducir el área de los bordes de límites de granos, este proceso conlleva a una reducción de la energía total del agregado cristalino. El resultado es una roca en la cual los cristales presentan bordes rectos, contactos triples con ángulos interfaciales próximos a los 120° y un tamaño de grano mayor al original.

Esta microtextura es observable en algunas rocas del área de estudio, en minerales como anfíbol (Figura IV.1.3."A y D"), cuarzo, ortopiroxenos (Figura IV.1.3."B") y plagioclasa (Figura IV.1.3."C").

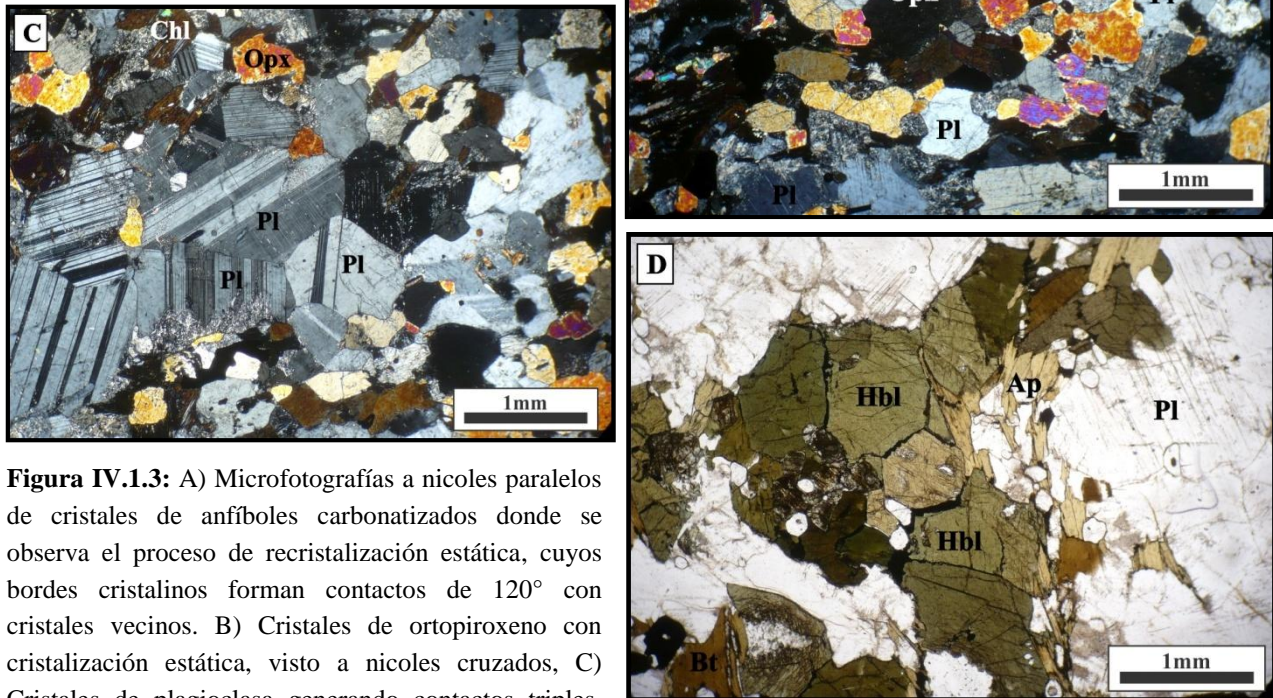


Figura IV.1.3: A) Microfotografías a nicoles paralelos de cristales de anfíboles carbonatizados donde se observa el proceso de recristalización estática, cuyos bordes cristalinos forman contactos de 120° con cristales vecinos. B) Cristales de ortopiroxeno con cristalización estática, visto a nicoles cruzados, C) Cristales de plagioclasa generando contactos triples, D) Microfotografía a nicoles paralelos de cristales de hornblenda con recristalización estática y sin alteración.

IV.1.4. Textura Poiquilitica

Se desarrolla en fenocristales que albergan en su núcleo gran cantidad de inclusiones de grano fino. Las inclusiones presentes pueden no mostrar ninguna orientación espacial o bien estar situadas según planos de foliación o lineación previas en la roca. Esta textura permite dar a conocer el orden cronológico de cristalización de los distintos minerales que se encuentren en la

roca y reconstruir parte de la historia en la misma. La misma se presenta con frecuencia en casi todas las rocas estudiadas, tanto rocas de composición máfica (Figura IV.1.4"A") como híbrida (Figura IV.1.4"B").

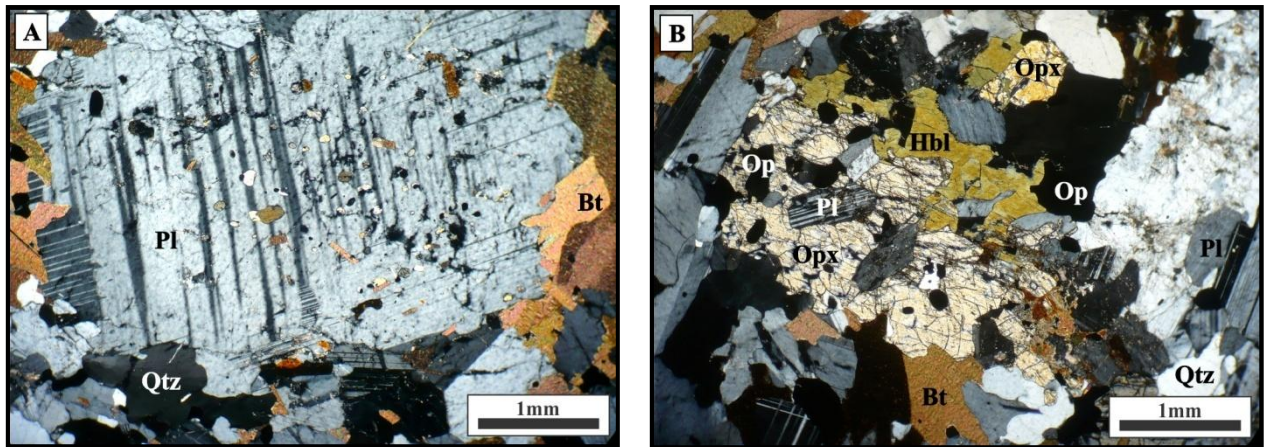


Figura IV.1.4: A) Microfotografías a nicoles cruzados de un cristal de plagioclasa con microtextura poiquilítica, en el cual se observan numerosas inclusiones de Hbl, Bt, Op, Opx y Cpx, presente en cuarzodiorita. B) Textura poiquilítica en cristal de ortopiroxeno, con inclusiones de Pl, Op y Ap, presente en jotunita.

IV.1.5. Textura Subofítica

Esta es una variante de textura poiquilítica en que grandes cristales de piroxeno, engloban parcialmente pequeños cristales elongados de plagioclasa dispuestos al azar (Figura IV.1.5."A y B"). Si las velocidades de nucleación y crecimiento del cristal son apropiadas, puede observarse una evidencia textural de que la plagioclasa comenzó a cristalizar antes que el piroxeno, hecho común en rocas magmáticas máficas.

Dicha textura permite interpretar que la masa de microfenocristales crece durante la etapa final rápida de enfriamiento, que acompaña al emplazamiento o extrusión del magma.

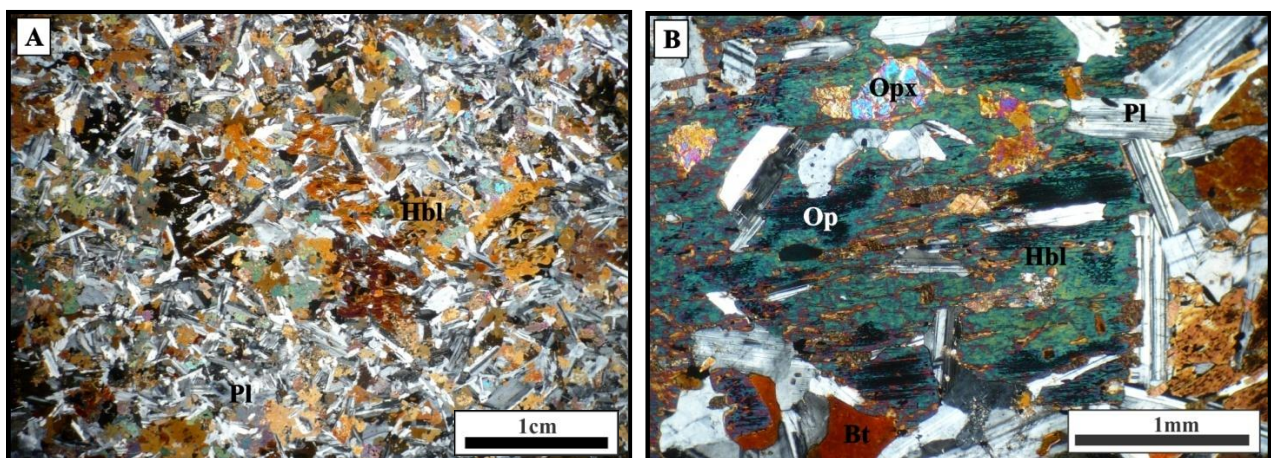


Figura IV.1.5: Microfotografía donde se observa la textura subofítica, perteneciente a una roca gábrica. A y B) Nicoles cruzados, sección delgada observada con lupa, con polarizador incorporado y detalle de la misma con microscopio.

IV.1.6. Textura Rapakivi

La textura rapakivi indica una mezcla de magmas de diferente composición, con la consecuente reabsorción y/o reacción de los feldespatos, que sufren el reequilibrio con el líquido híbrido. El feldespato derivado del enfriamiento de un magma más félsico es rodeado por una solución a mayor temperatura (mezcla con un magma más básico). Este magma más básico es más rico en plagioclasa y el magma hibridizado puede subenfriarse con respecto a estos componentes, lo que explica el aspecto dendrítico o esqueletal de las plagioclasas sobrecrecidas. Cuando la nucleación de feldespato potásico se da en torno a plagioclasas, la textura pasa a llamarse antirapakivi.

En aquellas rocas de naturaleza híbrida pertenecientes al cuerpo gábrico en estudio, se han observado texturas antirapakivi (Figura IV. 1.6."A") y tipo rapakivi (Figura IV.1.6."B y C"), ésta última se presenta de forma discontinua contorneando los cristales de feldespato potásico y no de forma continua como es la denominada textura.

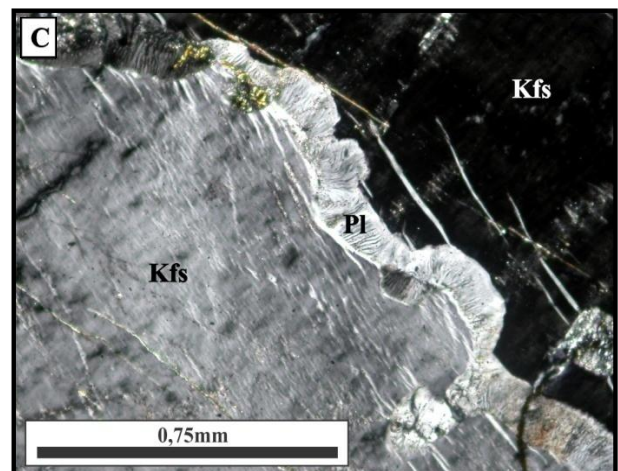
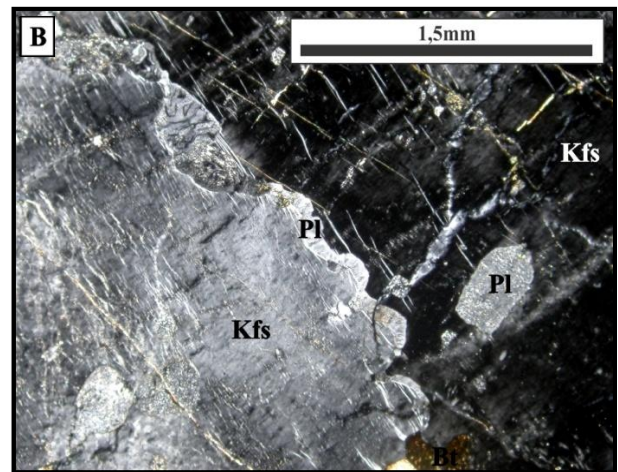
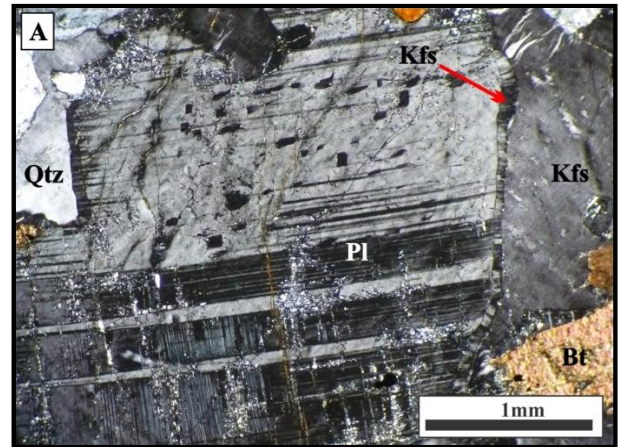


Figura IV.1.6: Texturas presentes en rocas de mezcla, del tipo charnockítica (muestra GCCH-05.B). A) Textura antirapakivi en fenocristal de plagioclasa. B y C) Textura tipo rapakivi observada en borde de un megacrystal de feldespato potásico y detalle respectivamente.

IV.1.7. Cristales Corroídos

La corrosión de caras, vértices y aristas en megacrystalos (Figura IV.1.7"A y B") de rocas charnockíticas de la zona de estudio, es muy frecuente; en sí esto es considerado un procesos de

reacción, producto del reinicio del reequilibrio de minerales bajo nuevas condiciones termodinámicas o físico-químicas.

Varios fenómenos pueden explicar éste proceso, pero para las rocas estudiadas y halladas en la comarca del Gabro Cantera Champaquí, se puede nombrar que es debido a modificaciones que afectan la composición química de un líquido L inicialmente estable con un mineral A, cuando este líquido está sometido a variaciones importantes de T, P, fO_2 , fH_2O , etc., o cuando él modifica su composición por asimilación de rocas encajantes y/o se mezcla con otros líquidos (hibridación).

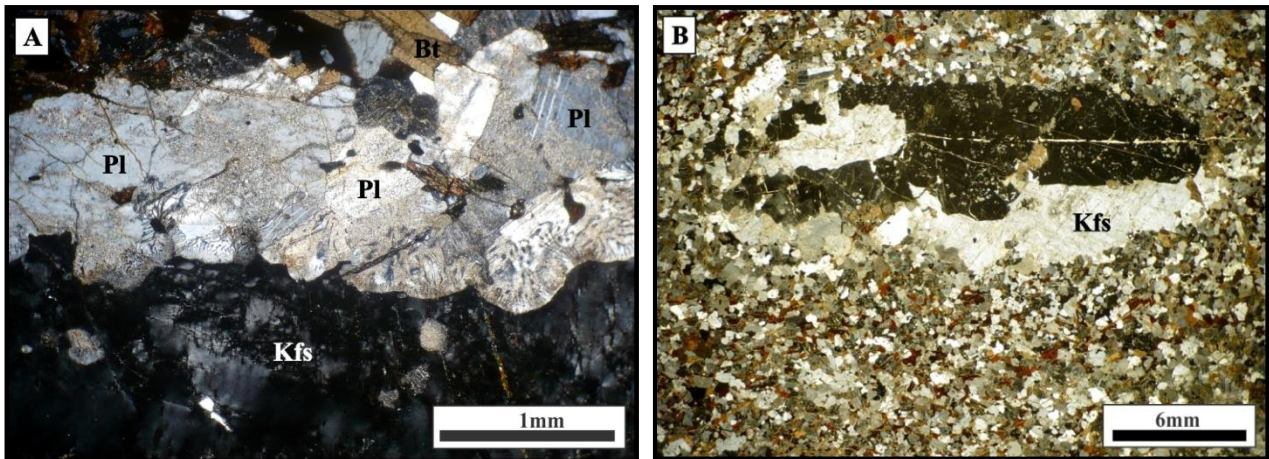


Figura IV.1.7.: A) Borde de cristal de feldespato potásico corroído visto a nicoles cruzados, donde a su vez se aprecian mirmequitas a lo largo del mismo (muestra GCCH-05.B), B) Fotografía obtenida con lupa a nicoles cruzados, de un conjunto de cristales de feldespato potásico generando un megacrystal del mismo, donde a su vez se aprecia los bordes irregulares por presentar corrosión (muestra GCCH-20.A).

IV.2. Procesos de Retrogradación y sus Texturas de Reemplazamiento

Estos procesos involucran desestabilización de las asociaciones minerales formadas a temperaturas y presiones más altas, y su sustitución por otras que son estables a condiciones de P y T más bajas. Este proceso varía en función de la composición mineral de la roca y la presencia de fluidos (H_2O ó CO_2), esencial para que ocurra.

Gómez Jiménez (2006) sintetiza las diferentes reacciones de retrogresión en función de las diferentes categorías composicionales (Figura IV.2).

Minerales	Retrogradación
Feldespato potásico	sericita/muscovita argilominerales
Plagioclasa	sericita/muscovita calcita epidoto
Biotita	clorita
Cpx	hornblenda/Tr-Ac
Opx	hornblenda/Tr-Ac
Hornblenda	actinolita clorita biotita
Ilmenita o rutilo	esfena

Figura IV.2.: Reacciones de retrogresión según Gómez Jiménez (2006).

IV.2.a. Caolinitización:

La caolinitización, formación de caolín ($\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_5(\text{OH})_4$) deriva de la alteración de feldespatos alcalinos y micas a partir de fluidos ricos en agua. La caolinita se desarrolla cubriendo la mayor parte del mineral reemplazado, esto puede ser observado en la mayoría de las rocas de naturaleza híbrida de la zona.

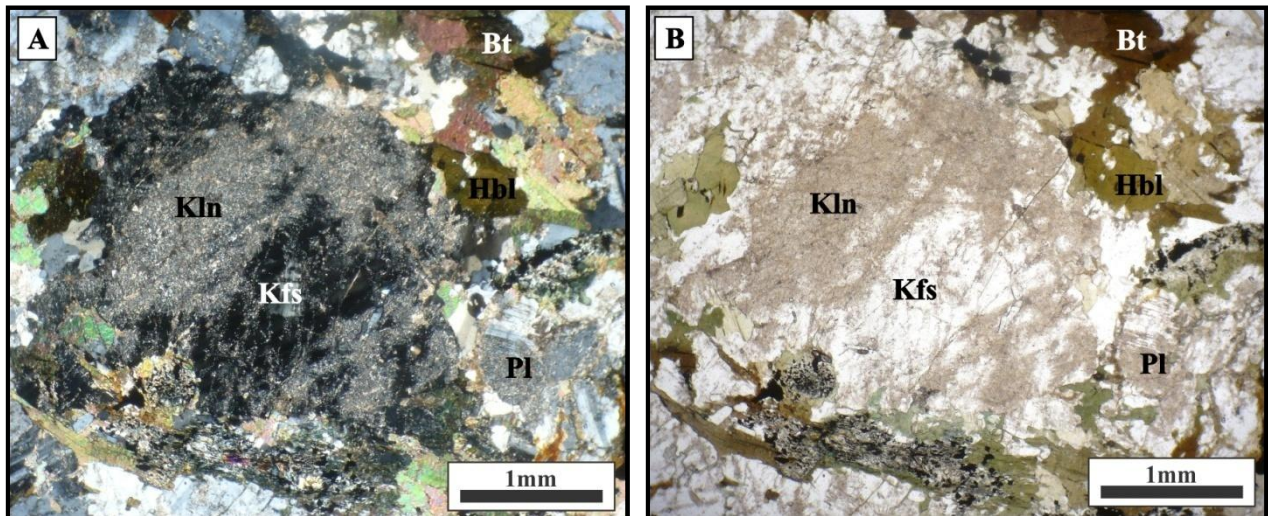


Figura IV.2.a: Cristal de feldespato potásico alterado a caolinita, presente en una de las rocas charnockíticas. A) Nícoles cruzados; B) Nícoles paralelos.

IV.2.b. Sericitización:

Esta pertenece al tipo de retrogresión y reemplazamiento más frecuente que se ha identificado en las rocas estudiadas. Esta alteración afecta a feldespato potásico y plagioclasa, pasando a generar muscovita muy fina (sericita) (Figura IV.2.b."A y B"). La sericitización es especialmente común en el metamorfismo hidrotermal y en la zonas de cizalla desarrolladas en facies de esquistos verdes.

La formación de sericita requiere fundamentalmente la adición de agua y K^+ y la sericitización sólo tendrá lugar si hay disponible fluidos ricos en agua. Una importante fuente de K^+ puede ser encontrada en la cloritización de la biotita. La plagioclasa zoneada es más fácilmente sericitizada en las partes ricas en An.

Ésta alteración es muy común en todas las rocas pertenecientes a la comarca del cuerpo Gábrico Cantera Champaquí, tanto en rocas máficas como en rocas de la serie de las charnockitas.

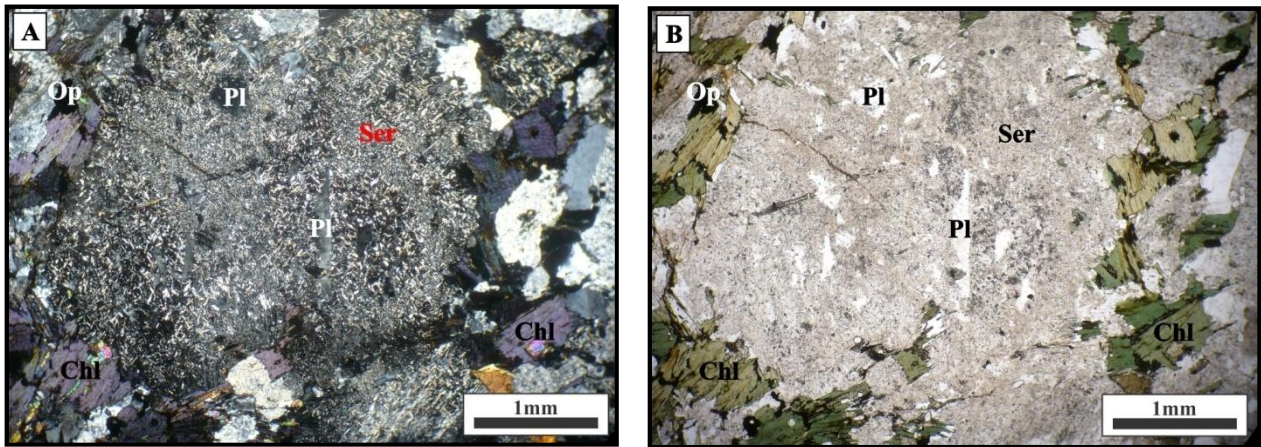


Figura IV.2.b: Microfotografía a nicols cruzados A) y paralelos B), donde se observan cristales con sericita a partir de plagioclasa.

IV.2.c. Clorización:

El reemplazamiento masivo de la mineralogía original por clorita requiere de un importante influjo de fluidos acuosos. Este tipo de retrogresión se asocia comúnmente con la alteración hidrotermal de rocas máficas. Los fluidos acuosos están siempre presentes, pero el tipo específico de reacción que se produce depende de la composición química de la roca y de los fluidos. Si la biotita es uno de los reactantes, el potasio liberado pasa a solución y se puede usar para formar sericita en otras partes de la roca.

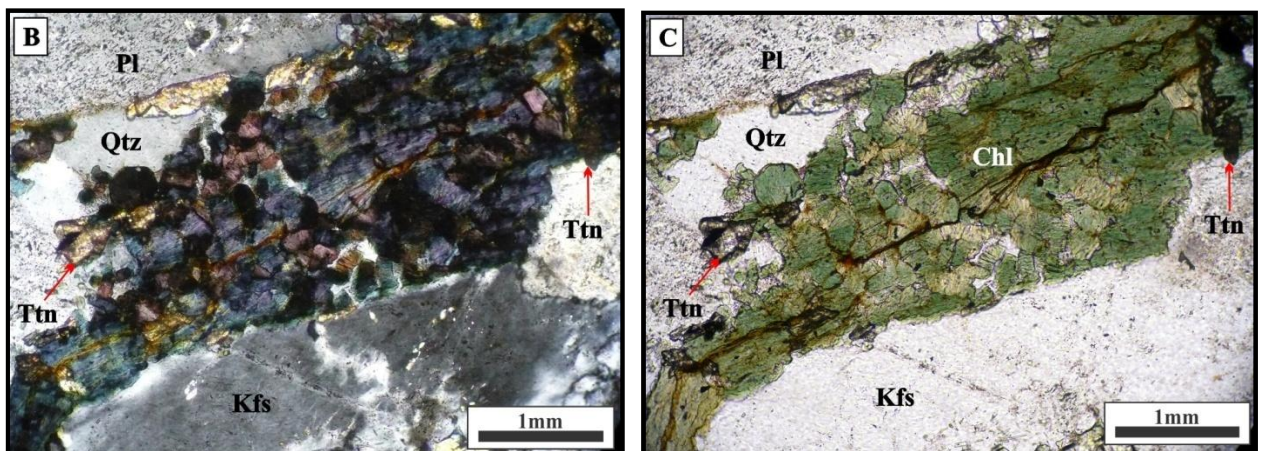


Figura IV.2.c: A) Microfotografía a nicols paralelos donde se observa la disposición de cloritas alineadas paralelamente unas con otras, sector donde también se destaca la presencia de epidoto secundario. B) Microfotografía a nicols paralelos de clorita con hábito radial. C) Nicols paralelos respectivamente, aquí se permite apreciar a su vez cristales de titanita, generados producto de la liberación de Ti^{+4} luego de ser alteradas las biotitas de origen magmático.

IV.2.d. Saussuritización:

Supone una liberación de Ca^{2+} de las plagioclasas cálcicas para dar lugar a una plagioclasa más sódica y una gran cantidad de inclusiones de grano fino de minerales del grupo de la epidota, donde la adición de agua cambia el componente An a epidoto (clinozoicita o zoicita) (epidotización) y la plagioclasa residual se torna más albítica (junto con sericita y algo de calcita). Este tipo de alteración es común durante la retrogresión en facies de esquistos verdes y durante procesos hidrotermales. En la saussuritización de las rocas ígneas, donde la plagioclasa está zonada, se suele alterar únicamente el núcleo cálcico de los cristales de plagioclasa, quedando el resto sin alterar y el epidoto se nuclea fácilmente y crece sin orientación, dentro de la plagioclasa.

Esta alteración se encuentra presente en zonas de fracturas principalmente lo cual ha permitido afectar en forma pervasiva a las rocas, en especial a las de origen híbrido (Figura IV.2.d."A y B").

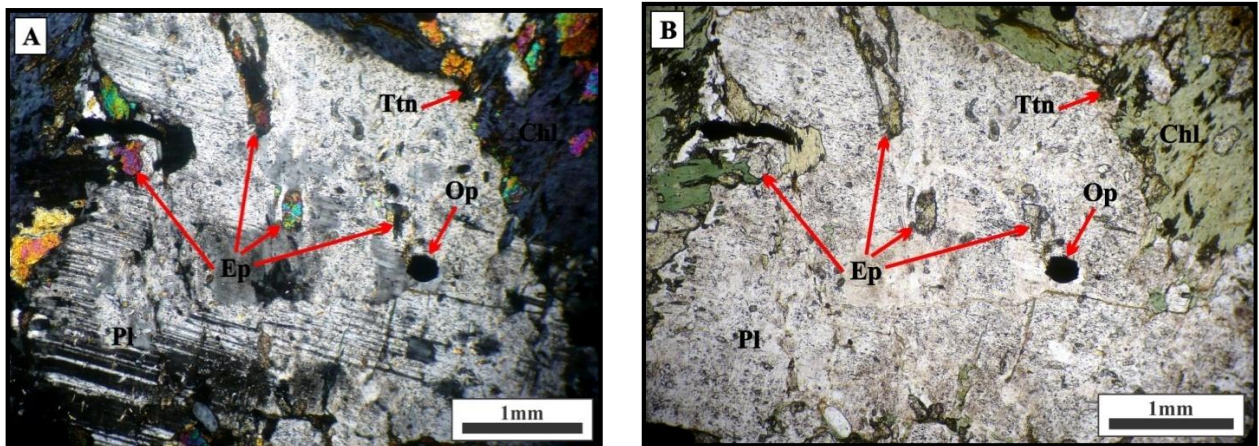


Figura V.1.7.d.: A) Cristal de plagioclasa alterado visto a nicols cruzados, con formación de epidoto en bordes y centro del mismo. B) Ídem. a nicols paralelos.

IV.2.e. Uralitización:

Es el término que se aplica al reemplazo de los piroxenos ígneos primarios por anfíbol (típicamente tremolita, actinolita u hornblenda). Para esto es necesaria la entrada de fluidos, los cuales producirán la uralitización.

El reemplazo se suele producir en los márgenes de los cuerpos cuando los fluidos magmáticos tardíos interaccionan con las zonas de la intrusión que ya han solidificado, particularmente cerca de los bordes de plutones y a lo largo de diaclasas o fracturas. Tales alteraciones son llamadas deutéricas, pues se consideran intrínsecas a los procesos ígneos.

Las mismas son muy comunes en el área de trabajo "Gabro Cantera Champaquí", siempre relacionada en la mayoría de las veces a las rocas básicas que conforman la asociación máfica (Figura IV.2.e."A y B").

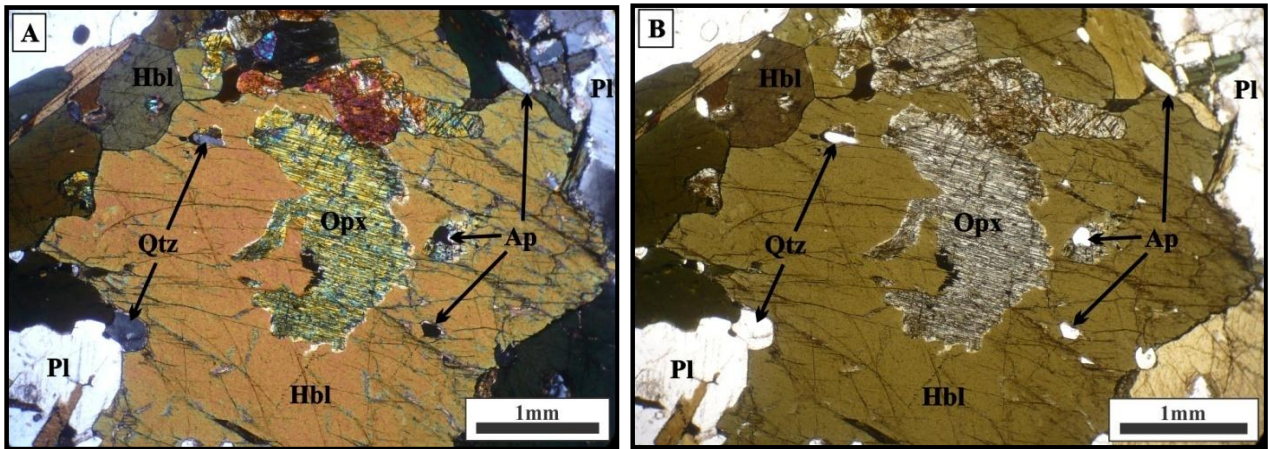


Figura IV.2.e: A) Cristal de ortopiroxeno visto a nicoles cruzados, con una pervasiva retrogradación a hornblenda, produciendo la generación de cuarzo irregular (ovoide), producto de la liberación de Si^{+4} y cristalización en bordes. B) Ídem. a nicoles paralelos, donde se puede ver algunos sectores donde los individuos de ortopiroxeno se hallan desferrizados.

IV.2.f. Carbonatización:

Se trata de la formación de carbonatos secundarios; en si el fenómeno es particularmente común en calizas (dolomitización) y en rocas básicas (ankeritización).

La ankeritización de rocas básicas e intermedias parece requerir solamente la introducción de CO_2 , donde a su vez en éste proceso mucha de la sílice es removilizada y transferida a vetas y vetillas, donde cristaliza como cuarzo.

Éste proceso es común en muchas rocas de la zona de estudio donde los individuos de clinopiroxeno, plagioclasa (Figura IV.2.f"A y B"), etc. son reemplazados parcial o totalmente por calcita.

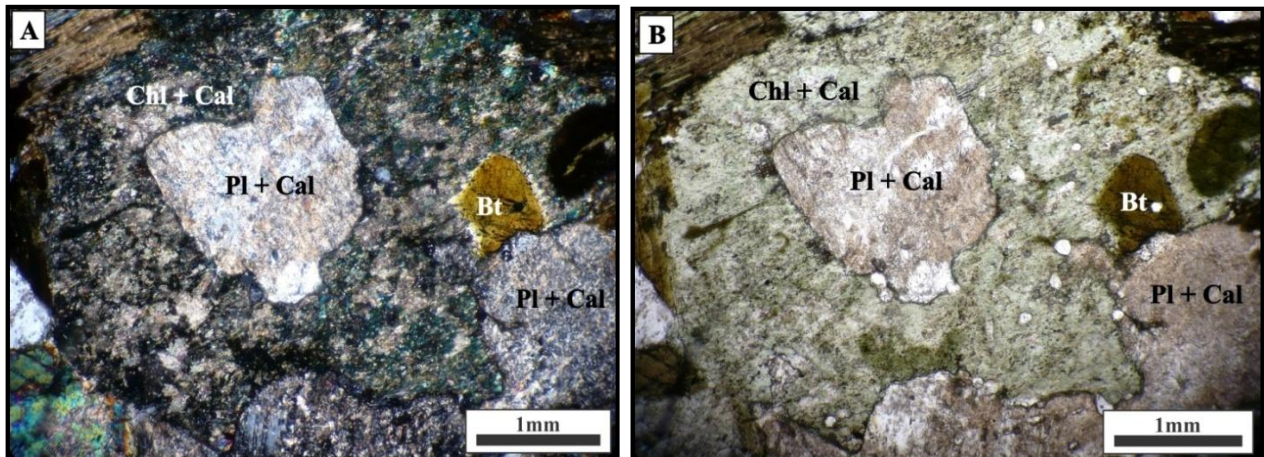


Figura IV.2.f: Microfotografía a nicoles cruzados A) y paralelos B) respectivamente, donde se halla un cristal de plagioclasa incluido en biotita, la cual se encuentra retrogradada a clorita y todos siendo reemplazados por calcita.

C

apítulo V:

DISCUSIÓN

Capítulo V: Discusión

V.1. Síntesis del análisis petrográfico:

Considerando la clasificación basada en el conteo modal mineralógico (Tabla V.1"1"), se utilizó la clasificación propuesta por Streckeisen (1976) y LeMaitre *et. al.*, (1989), respaldada por la subcomisión de sistemática de rocas ígneas de la Unión Internacional de Geología (IUGS) se clasificaron las distintas litologías que constituyen el cuerpo máfico, como así también su entorno de rocas ígneas en el área de estudio. Para dicho objetivo se seleccionaron determinadas secciones delgadas, debido a que algunos de ellos presentaban una pervasiva alteración. En base a esto, las litologías distinguidas caen en los campos de rocas pertenecientes a: Diorita/Gabro/Anortosita, Cuarzodioritas/Cuarzogabros y Tonalitas. (Figura V.1.2"A").

N° de Muestra GCCH	Qtz (%)	Pl (%)	Kfs (%)	Bt (%)	Cpx (%)	Opx (%)	Hbl (%)	Op (%)	Zr (%)	Ap (%)
02.A	10.02	54.07	-	19.16	4.41	3.64	0.22	5.18	1.10	2.20
03.Q	14.24	36.80	-	13.43	18.83	5.01	0.80	8.54	Trazas	2.35
05.B	4.09	21.78	40.70	19.49	-	3.85	-	3.36	0.16	6.55
13	35.20	13.73	24.50	20.47	-	2.80	1.13	0.68	1.21	Trazas
20	0.75	42.43	-	18.55	8.67	5.03	18.15	3.87	0.23	2.31
20.A	3.15	33.40	21.46	18.77	0.33	4.46	2.82	8.14	0.79	6.69
22.A	14.37	35.98	7.74	19.49	4.93	7.62	-	4.56	0.50	4.81
24	-	27.33	9.30	15.34	3.18	1.34	24.56	11.15	0.92	6.87
36	9.60	34.89	6.51	18.23	3.98	7.33	2.19	10.62	0.69	5.96
38	5.79	36.34	13.09	26.11	3.50	6.00	1.65	3.43	0.50	3.58
40	12.22	26.30	10.66	16.02	4.55	6.18	1.64	10.66	0.60	11.18
103	3.48	23.52	8.24	19.65	10.90	6.18	7.15	16.81	0.13	3.93
109	4.19	40.28	-	1.10	25.16	9.82	14.23	4.52	Trazas	0.66
115	11.29	26.98	5.68	16.97	2.16	4.16	14.65	14.41	0.56	3.12
124	10.99	22.89	20.43	30.68	-	0.41	0.25	4.76	0.82	8.78
135	0.21	44.15	-	12.21	6.68	1.88	20.45	14.41	Trazas	Trazas

Figura V.1.1: Tabla donde se expone la moda de las rocas pertenecientes a la comarca del Cuerpo Gábrico Cantera Champaquí.

A partir del análisis efectuado en diversos individuos de plagioclasa, según el método de Michel Levy, se logró estimar el contenido de An, de ésta forma se distinguieron: diorita hornblendo-biotítica, cuarzodiorita y tonalita piroxénica ($An < 50$), y gabro biotítico (Figura V.1.2"B") y cuarzogabro anfibólico, con $An > 50$.

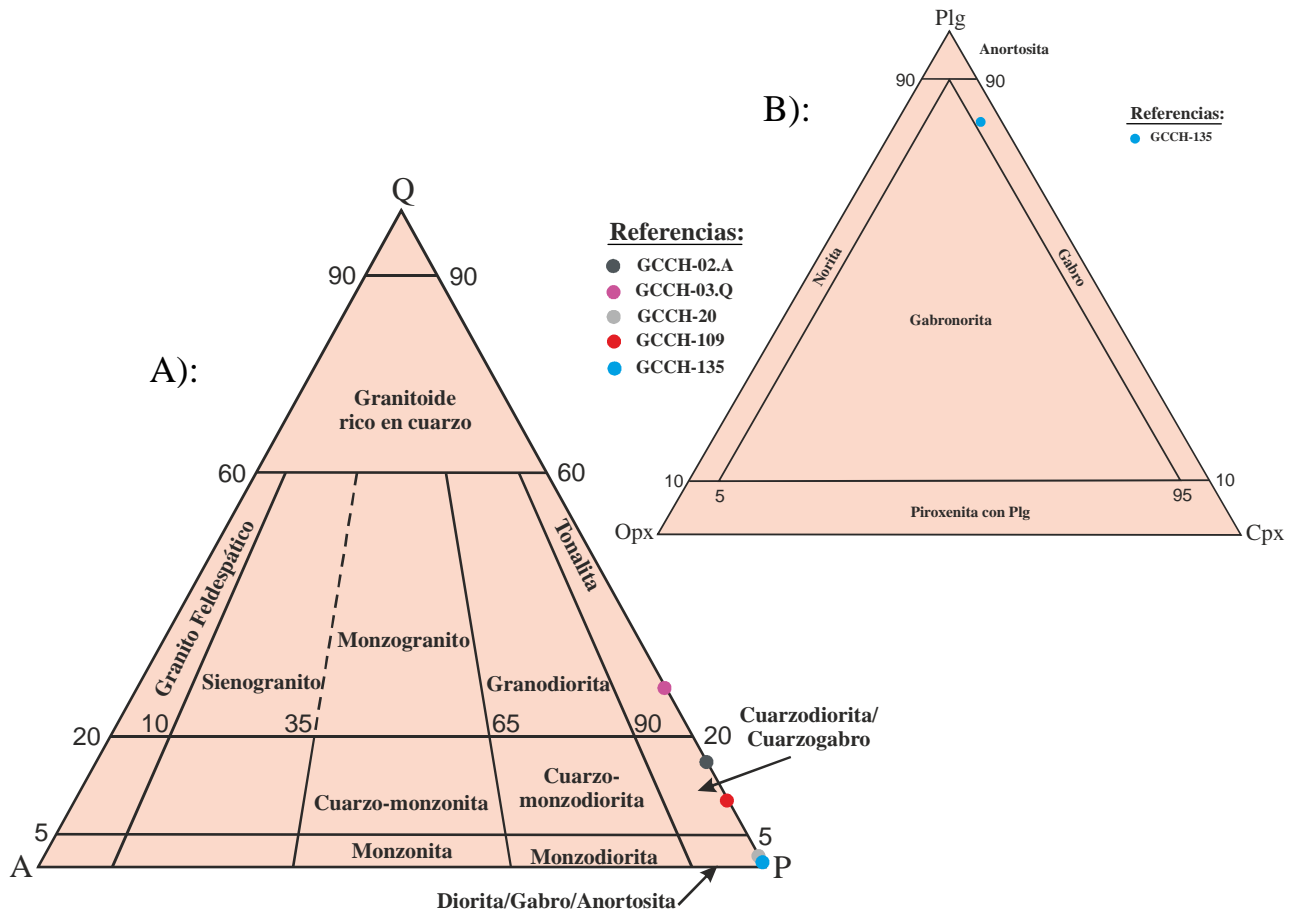


Figura V.1.2: A) Diagrama QAP para la clasificación de rocas ígneas plutónicas basadas en Streckeisen (1976) y Le Maitre *et. al.*, (1989), B) Diagrama para la clasificación de rocas gabbroicas con piroxeno basada en Streckeisen (1976) y Le Maitre *et. al.*, (1989).

En cuanto a la clasificación de las rocas charnockíticas existentes en el área de estudio, se siguió la clasificación de Le Maitre *et. al.*, (2002), modificada para rocas charnockíticas y respaldada por la Subcomisión para la Clasificación de las Rocas Ígneas del IUGS. Para ello se seleccionaron aquellas muestras de la comarca que presentaran el par Opx + Kfs, del mismo modo se tuvieron en cuenta aquellas rocas clasificadas como tal por Gonzalez (2011), donde mediante el ploteo porcentual de los principales minerales formadores de roca en el diagrama QAP fueron designadas como: Jotunitas, Opdalitas, Mangeritas y Charnockitas (Figura V.1"3"), mostrando la gran variedad de rocas existentes en la comarca del cuerpo Gábrico Cantera Champaquí.

Del mismo modo fueron ploteadas las litologías de iguales características y naturaleza existentes en los trabajos de Tibaldi (2006): rocas pertenecientes al complejo de Suya Taco y Demichelis *et. al.*, (2000): rocas pertenecientes a la comarca de Río Grande, en los cuales es notoria la escases de estos tipo de rocas, debido a que sólo se presentan algunos afloramientos saltuarios, de pequeñas dimensiones y de difícil distinción por encontrarse muy retrabajados.

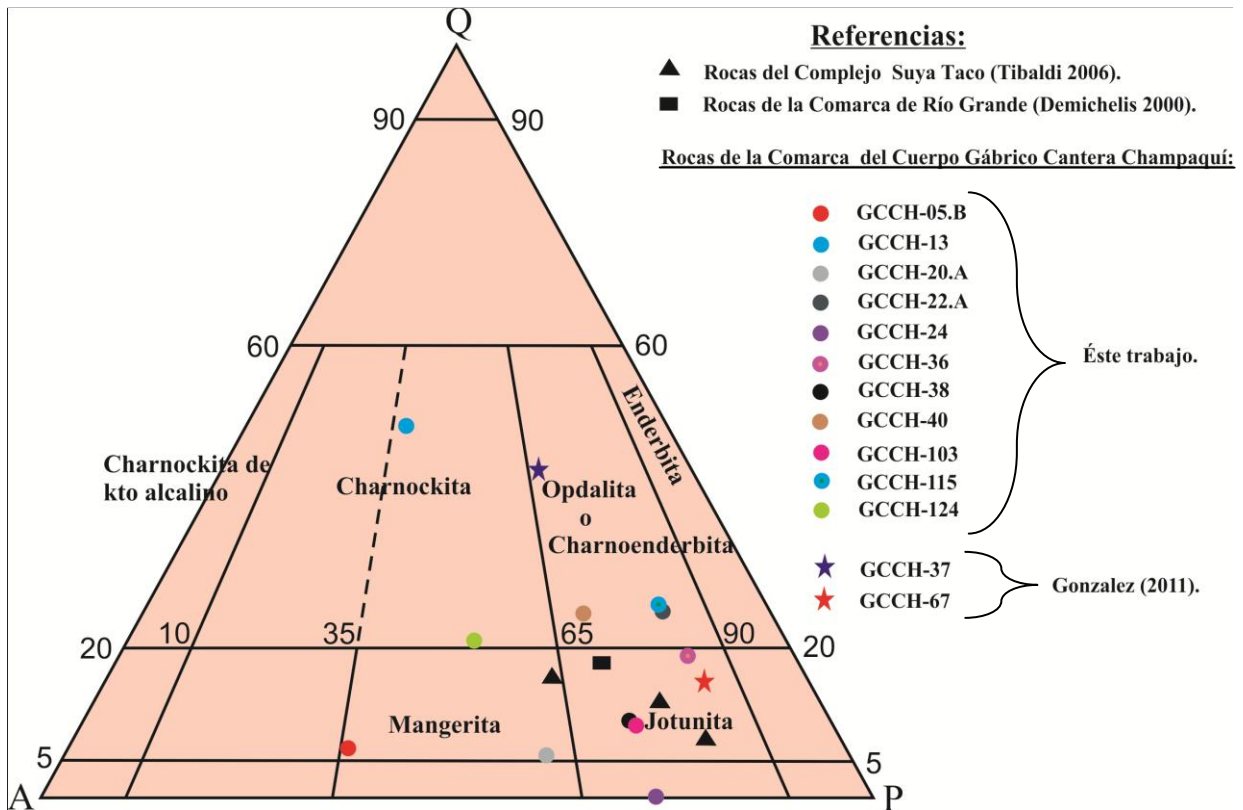


Figura V.1.3: Ploteo de las rocas de la serie charnockítica en el diagrama QAP para la nomenclatura de rocas Charnockíticas basada en la clasificación de Le Maitre *et. al.*, (2002) modificada para rocas charnockíticas.

V.2. Evolución del magma máfico:

Dentro de la petrografía de las rocas máficas del área del cuerpo Gábrico Cantera Champaquí se han encontrado variaciones importantes que son respuesta de los diversos procesos que sufrieron hasta llegar a un determinado nivel cortical y cristalizar en su totalidad.

En general, entre las rocas ígneas máficas, se reconocen texturas y paragénesis típicas de procesos ígneos, mostrando sólo en determinadas ocasiones superposición de características texturales asociadas a otro origen. Dichas rocas presentan por lo general una textura inequigranular hipidiomórfica a panidiomórfica de grano grueso a fino, compuestas principalmente por: Pl + Bt + Cpx + Opx ± Qtz ± Hbl. De manera más esporádica en algunas rocas de términos más básicos (gabro biotítico) se observa una textura subofítica, dada por la presencia de grandes cristales de hornblenda, indicando que posiblemente en la última etapa de rápido enfriamiento que se dio durante el emplazamiento del magma, se generaron fenocristales de Hbl, debido a la circulación de fluidos tardío-magmáticos ricos en $\text{Na}^+ + \text{K}^+$.

Las rocas cristalizadas a partir del magma más primitivo podría ser el gabro de grano grueso, representado por la muestra GCCH-135. Esto, sin embargo, no significa que la composición del magma *parental* que alcanzó el nivel de intrusión de dicho complejo máfico fue única y uniforme; por el contrario, implica que estos cuerpos de grano grueso derivan de un líquido menos evolucionado.

Relaciones mineralógicas y texturales han sido observadas en cristales de plagioclasa, como son: el desarrollo de textura poiquilítica, con inclusiones euhédricas de $Op + Ap + Hbl + Cpx$, ó con el par $Op + Bt$, indican la cristalización temprana de dichas especies ante la plagioclasa. A su vez la presencia de diversas inclusiones en plagioclasa, como son: $(Pl + Opx)$, $(Pl + Cpx)$, $(Pl + Hbl)$, $(Pl + Bt)$, $(Pl + Op)$ y $(Pl + Ap)$, indican la coetánea cristalización de plagioclasa con las distintas fases minerales, a medida que el magma iba enfriándose y la composición de la plagioclasa evolucionaba desde términos calco-sódicos (labradorita) a sódica-cálcica (oligoclasa) en aquellas rocas más diferenciadas.

La biotita se presenta en todas las rocas básicas del área, en una alta concentración y homogénea distribución, con un buen desarrollo de los individuos; su forma y presencia, tanto en la matriz como en forma de inclusiones avalan un carácter ígneo. En la Figura V.2 "A" se puede observar la relación existente entre Pl vs Bt , donde el porcentaje de biotita aumenta a medida que aumenta el porcentaje de plagioclasa en las muestras analizadas. El alto porcentaje de cristalización de biotita a medida que iba disminuyendo la temperatura del magma no permitió la cristalización de feldespato potásico en éstas rocas, debido a que el K^+ se consumió durante la reacción de formación de biotitas, dejando un magma residual no enriquecido en dicho elemento; esto es reflejado en el diagrama QAP donde todas las rocas ploteadas permanecen en la línea Q-P (Figura V.1.2"A"). También se hallan biotitas secundarias, adjudicada la misma a un origen post-magmático, producto de la retrogradación de hornblenda.

Los cristales de clinopiroxeno se presentan en todas las rocas, en una proporción mayor al ortopiroxeno como se observa en las relaciones Pl vs Cpx y Pl vs Opx (Figura V.2"B y C"), esto es debido a que primero cristalizaron aquellos individuos ricos en $Fe + Mg + Ca$ (Cpx) y luego aquellos términos más sódicos y pobres en Mg (Opx), evidenciando la cristalización fraccionada ocurrida durante la evolución del magma.

La proporción de cuarzo es variable (Figura V.2"D") y siempre está presente, aunque en alguno de los términos más máficos se encuentra producto de la retrogradación de piroxeno (exsoluciones irregulares de cuarzo). Las proporciones de cuarzo en las rocas no superan el 15% en aquellas litologías máficas leucocráticas (tonalita piroxénica), en las cuales se observan inclusiones euhédricas de $Ap + Bt + Op$ dentro de los individuos de cuarzo, reflejando una cristalización posterior del mismo. Este tipo de roca representaría los términos más evolucionados y diferenciados dentro de las facies máficas existentes en la zona de estudio.

Escaso ha sido el porcentaje de cristales de anfíbol de origen magmático (Hbl_1), aunque en la mayoría de las secciones delgadas analizadas se halló la presencia de cristales de plagioclasa con inclusiones euhédricas de hornblenda de origen magmático. Posiblemente la presencia de estos individuos esté respondiendo a sectores con mayor fugacidad de H_2O dentro del magma máfico. Esto podría responder a el fraccionamiento de los minerales anhidros, elevando de esa manera la fugacidad de H_2O en el líquido residual o a una apertura del sistema, permitiendo la incorporación de agua. Los valores significativos de hornblenda en tres de las rocas máficas (Figura V.2."E") se debe a la presencia de anfíbol de transformación, el cual se genera a expensas del ortopiroxeno y clinopiroxeno, siendo el último el más afectado. La transformación (uralitización) comienza desde la periferia de los granos haciéndose progresivo hacia el centro del mismo; asociado a esta

transformación se encuentran exsoluciones goticulares e irregulares de cuarzo por la liberación y cristalización de Si sobrante, como así también exsoluciones secundarias de opacos orientados en función del clivaje con hábito acicular.

En cuanto a los minerales accesorios, los de mayor predominio en las rocas máficas de la zona de estudio corresponden a minerales opacos. Los mismos posiblemente corresponderían a Ilmenita, debido a que éste predomina en los distintos cuerpos máficos aledaños al área de trabajo; el mismo se halla presente como inclusiones en los distintos minerales constituyentes de las rocas o como parte de la matriz de la misma, indicando una cristalización a lo largo de todo el tiempo de cristalización del magma. En la Figura V.2."F" se observa la posible presencia de dos líneas de tendencia positivas de cristalización de minerales opacos en función de la cristalización de plagioclasa, evidenciando una cristalización secuencial a lo largo de la formación de plagioclasa.

La otra fase accesorio presente en las rocas corresponde al apatito, estando el mismo en la mayoría de las rocas máficas con un dominio del 0,5 a 2,5%, aunque no es así en aquellas menos evolucionadas correspondientes al gabro biotítico, en el cual el constituyente accesorio corresponde a minerales opacos principalmente y el apatito sólo se presenta como traza (Figura V.2."G"). En la relación Op vs Ap, es observable una correlación negativa de cristalización entre ambas fases, indicando que a medida que el fundido magmático fue evolucionando y diferenciándose, el mismo se fue enriqueciendo en Ap y empobreciendo en minerales Op. De lo expresado se infiere que el Fe se consumía a medida que cristalizaban minerales opacos y el fundido residual se enriquecía en P.

El porcentaje de cristales de circón en las rocas máficas de la comarca del cuerpo Gábrico Cantera Champaquí, se presenta con valores del 0,23 y 1,1 %. En la Figura V.2."H" se puede apreciar que los valores más significativos en circón, se hallan en aquellas rocas máficas más diferenciadas (cuarzodiorita y diorita hornblendo-biotítica).

Por último en una etapa más tardía de evolución y de diferenciación magmática, pero antes de la cristalización y solidificación total del mismo, se da la formación de pequeños cuerpos pegmatíticos ovoides propios del cuerpo máfico, evidenciado por poseer un arreglo estructural de bordes subconcordantes con la foliación magmática del cuerpo básico y por darse la presencia de bordes de reacción integrados por grandes concentraciones de biotita. Estos cuerpos ígneos se habrían generado a partir de un líquido residual félsico proveniente del fundido magmático básico, los cuales fueron colectando a través de pequeños canales hasta determinadas zonas dentro del cuerpo máfico, donde se emplazaron y el intrusivo básico paso a formar parte de la roca encajante de los cuerpo félsicos. Los mismos fueron diferenciándose mineralógicamente aun más, dando lugar a cuerpos pegmatíticos zonados, integrados por Pl + Qtz + Kfs + Bt, en cuyos núcleos se da la formación de grandes cristales de Qtz + Kfs.

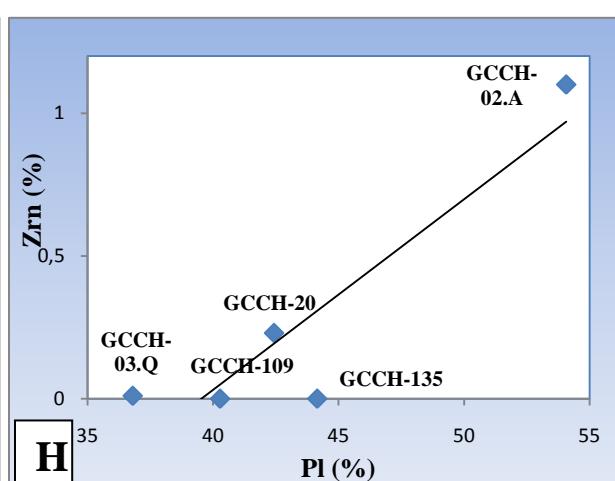
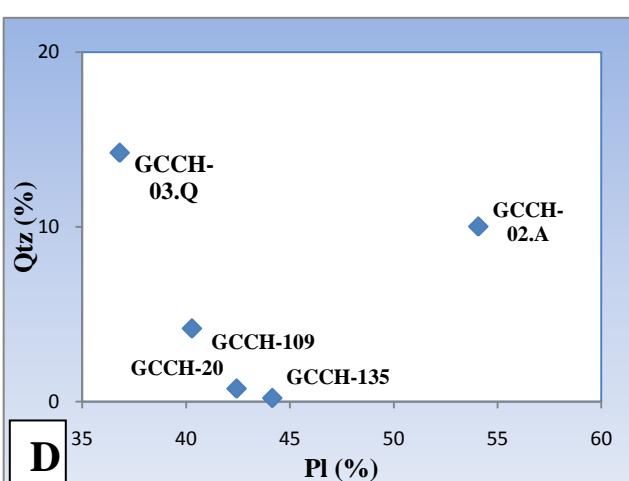
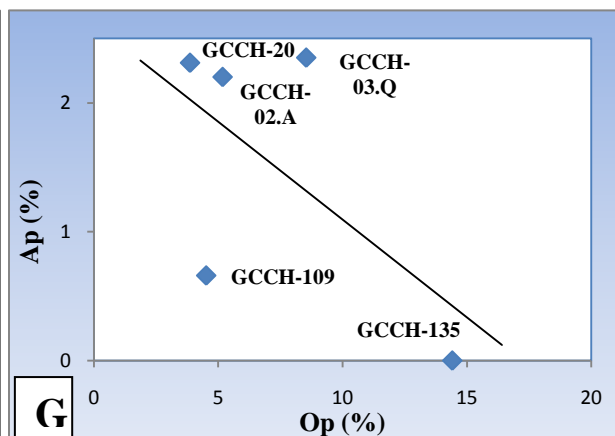
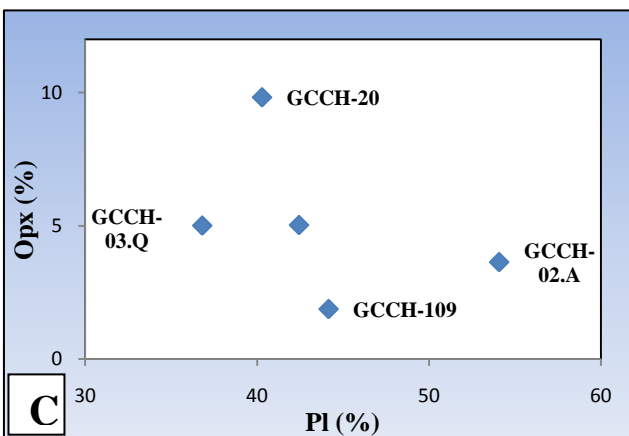
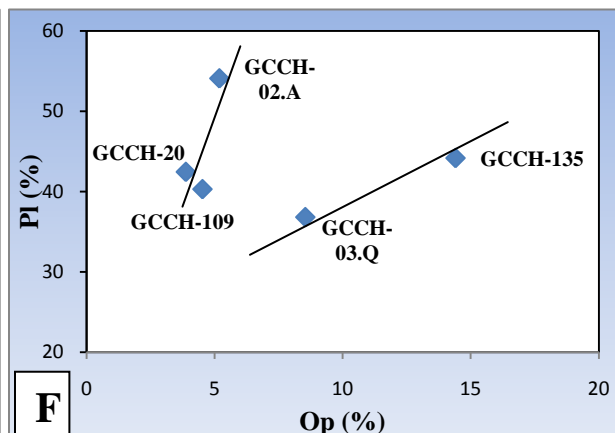
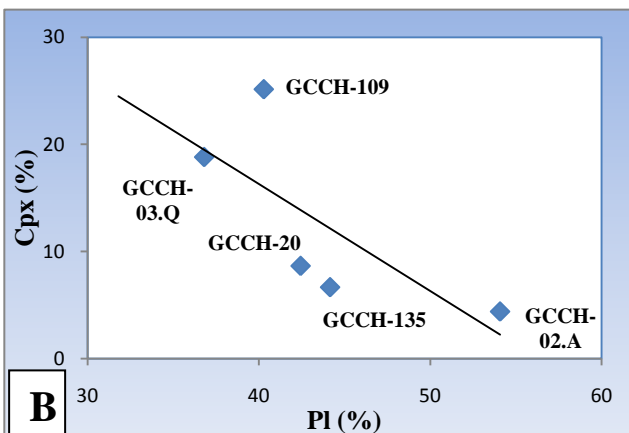
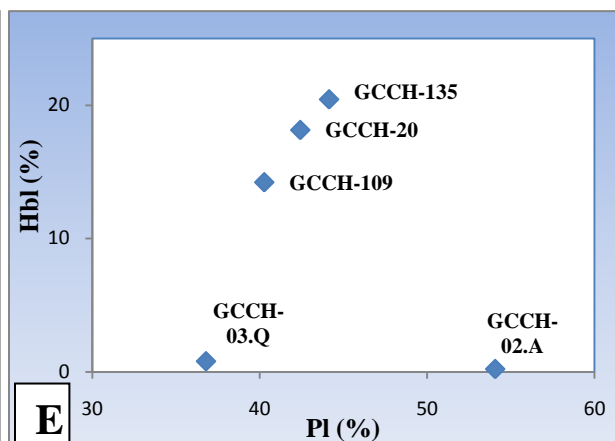
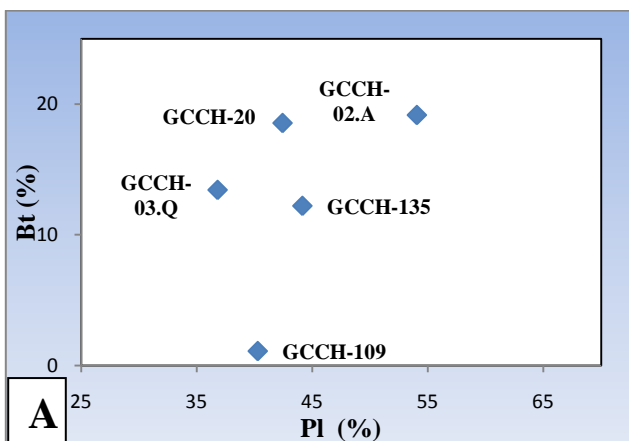
Texturas antipertíticas presente en dos tipos de rocas (gabro biotítico y cuarzodiorita) indican la desmezcla en estado sólido de plagioclasa (albita) y feldespatos potásicos, al dejar de ser miscibles por descenso de la temperatura durante la etapa de enfriamiento del fundido magmático. Con menor frecuencia, se ha reconocido el desarrollo de texturas de origen post-magmático y/o metamórfico. Entre ellas las más importantes son debidas al reemplazo, casi pseudomórfico, de minerales piroxenos o anfíbol primario por anfíbol secundario. Observándose sólo por sectores,

procesos de recristalización estática de minerales a alta temperatura con uniones triples a 120° o del tipo pseudopoligonal.

Durante ésta última etapa, fluidos tardío-magmáticos producen la retrogradación de biotita primaria a clorita, generando la liberación de Ti y cristalización de grandes cantidades de titanita de grano muy fino diseminado por toda la roca, como así también en grandes cristales de hasta 1mm, producto de la reconcentración de titanio y cristalización como individuos euhédricos con caras bien definidas.

En consecuencia, el análisis precedente sugiere que las rocas máficas de este complejo fueron originadas a partir de un magma rico en Fe y Mg, evidenciado por los altos porcentajes en piroxeno y opacos, siendo también la biotita quien indica significativos valores de K y Ti en el magma. Del mismo modo éste se encuentra enriquecido en elementos como son P y Zr, debido a las altas concentración de apatito y circón como fases accesorias en las rocas máficas. De lo expresado se infiere que el magma enriquecido en elementos incompatibles (HFSE), evolucionó principalmente por cristalización fraccionada, donde las fases minerales constituidas principalmente por Fe, Mg y Ca cristalizaron tempranamente, luego lo hicieron las fases intermedias y finalmente aquellos minerales conformados principalmente por Na, K, Si y pobres en Fe y Mg. De igual modo puede inferirse que durante el ascenso y emplazamiento del magma, el mismo sufrió asimilación de roca de caja, siendo esto evidenciado por hallarse la presencia de tabiques de rocas metamórficas, de variadas dimensiones en distintas zonas del cuerpo máfico principal, aunque no se ve esto reflejado en la mineralogía de las rocas estudiadas. Como respuesta al fraccionamiento de los minerales anhidros y a una apertura del sistema por la incorporación de roca de caja, el magma sufrió incorporación de agua, elevando de esa manera la fugacidad de H_2O en el líquido residual, permitiendo de tal modo la generación de fases hidratadas (Hbl_1) en baja proporción, ya que el proceso de asimilación actuó en forma subordinada. La evolución del magma, de acuerdo a sus características geoquímicas, procesos evolutivos y ambiente donde se emplazó el mismo, permitió la generación de las diversas rocas máficas existentes (gabro biotítico, cuarzogabro anfibólico, diorita hornblendo-biotítica, cuarzodiorita y tonalita piroxénica), pertenecientes al cuerpo Gabro Cantera Champaquí.

Figura V.2.: Diagramas ortogonales de modas minerales para las distintas rocas que integran la asociación máfica. A) Relación entre plagioclasa y biotita, B) Correlación negativa entre plagioclasa y clinopiroxeno. C) Relación entre plagioclasa y ortopiroxeno, D) Relación de plagioclasa y cuarzo, marcando un mayor contenido de cuarzo para las rocas más evolucionadas, E) Relación de plagioclasa y hornblenda, donde se observa un menor porcentaje modal de Hbl en aquellas rocas más evolucionadas, F) Relación de plagioclasa y minerales opacos, mostrando dos correlaciones positivas, G) Correlación negativa entre minerales opacos y apatito, H) Diagrama donde se observa la correlación positiva existente entre plagioclasa y circón presente en las rocas máficas.



V.3. Secuencia de cristalización:

Como resultado del análisis de la petrogénesis de las rocas básicas y teniendo en cuenta lo anteriormente expresado en el capítulo V.2, la secuencia de cristalización magmática de acuerdo a la evolución del magma máfico sería:

<u>Rocas</u>	Gabro -----> Tonalita
<u>Minerales</u>	<u>Evolución</u> ----->
Clinopiroxeno	_____
Ortopiroxeno	_____
Plagioclasa	_____
Biotita	_____
Hornblenda	_____
Opacos	_____
Cuarzo	_____
Apatito	_____
Circón	_____

Figura V.3.: Esquema ejemplificativo donde se expresan los distintos minerales de origen magmático de las rocas máficas analizadas, según la secuencia de cristalización fraccionada que ocurrió durante la evolución del fundido magmático básico.

V.4. Petrogénesis de las rocas ígneas máficas del cuerpo Cantera Champaquí:

Una gran cantidad de datos geocronológicos soportan la idea de que la evolución tectónica y petrológica más significativa registrada en todas las unidades litoestratigráficas encontradas en este cordón serrano ocurrieron en el Cámbrico inferior durante la orogenia Pampeana (c. 520–530 Ma; Rapela *et. al.*, 1998; Sims *et. al.*, 1998).

Durante el evento Cámbrico ocurrió la progresión del proceso metamórfico, designados M1-M2 por Gordillo y Lencinas, (1979) y M1-M2-M3-M4 por Rapela *et. al.*, (1998). Concomitante con el clímax térmico del evento Cámbrico, las rocas metasedimentarias alcanzaron diferentes grados de fusión parcial (metatexitas-diatexitas, Gordillo, 1984; Otamendi y Patiño Douce, 2001).

Estudios más recientes (Otamendi *et. al.*, 1999; Otamendi y Patiño Douce, 2001) realizados al noroeste del área de estudio (zona de los complejos de Suya Taco y Sol de Mayo-Inti yaco), estudian la secuencia metasedimentaria aflorante y establecen, de acuerdo a las características mineralógicas, elementos mayoritarios y traza, que la transición litológica observada (metatexitas, migmatitas, migmatitas diatexíticas y granulitas) corresponde a rocas progresivamente deprimidas en fundidos derivados de la fusión parcial de grauvacas aluminosas metamorfozadas en facies de anfibolitas alta y granulitas. Rapela *et. al.*, (1998) concluyen que este metamorfismo se desarrolló durante el Cámbrico temprano (530 Ma). Las estimaciones de P-T mostraron que el pico

metamórfico de la secuencia metamórfica del Cámbrico ocurrió bajo presiones moderadamente altas (7–8 Kbar) y temperaturas comprendidas entre 650 y 950 ° C (Rapela *et. al.*, 1998; Otamendi *et. al.*, 1999; Otamendi *et. al.*, 2005).

La presencia del magmatismo máfico en ambos complejos al noroeste del área de estudio, que está intruyendo a la secuencia metamórfica, fue observada por Bonalumi y Gigena (1987). Posteriormente, Demichelis *et. al.*, (1996), clasificaron a dichas rocas como ferronoritas y ferrodioritas con característica química de tipo OIB, y propusieron que los magmas se generaron por bajo grado de fusión parcial de un manto enriquecido. Estudios posteriores describen similares características mineralógicas y texturales de las rocas máficas y sus encajantes en la comarca de Río Grande, al sur del área de estudio (Demichelis *et. al.*, 2000).

Estimaciones barométricas realizadas por Tibaldi *et. al.*, (2006) para los complejos de Sol de Mayo y Suya Taco en diferentes litologías, indican presiones de cristalización comprendidas entre 5,5 y 7 kbar para las rocas máficas del complejo Suya Taco y entre 7 y 9 kbar en las rocas máficas del complejo Sol de Mayo. A su vez las presiones estimadas en granulitas de Sol de Mayo son similares a aquellas determinadas para las migmatitas del norte de la Sierra de Comechingones, indicando que la intrusión de este cuerpo máfico es coetánea con la del pico bárico. Por su parte, las presiones de las granulitas del complejo Suya Taco (6 kbar) indican que este cuerpo máfico se emplazó a menor presión que las migmatitas que lo rodean. De lo anterior se desprende que para el tiempo de la intrusión del magmatismo máfico las rocas estaban soterradas entre 22 y 29 km de profundidad, del mismo modo se infiere que ambos complejos representan diferentes pulsos del mismo evento magmático.

En lo que respecta a las rocas máficas en la zona del cuerpo "Gabro Cantera Champaquí", el estudio del mismo permitió inferir que, de acuerdo a evidencia petrográficas y relaciones de yacencia, donde el mismo se halla emplazado en rocas metamórficas de alto grado (metatexitas y diatexitas) y no presentan evidencias de metamorfismo (M2), coincidente parcialmente con los complejos nombrados anteriormente, se infiere que las rocas integrantes de la asociación máfica también se habrían emplazado posterior al pico térmico. El cuerpo máfico principal no presenta aureola de contacto térmico, indicando que el mismo se emplazó en un ambiente donde el contraste término fue bajo.

Para generar un magmatismo con improntas geoquímicas de tipo OIB el manto debería haber experimentado un enriquecimiento a través de un agente metasomatizante (Pilet *et. al.*, 2005). A continuación se describe una posible situación de modo esquemático, que permitiría explicar estos procesos.

Aunque las condiciones para fundir una corteza oceánica podrían ser potencialmente alcanzadas en cualquier margen destructivo, es más probable que suceda durante la subducción de una corteza oceánica joven o una dorsal centro oceánica subducida por debajo de una placa litosférica suprayacente (Martin, 1999; Peacock *et. al.*, 1994). Pulsos de fundidos formados por pequeños grados de fusión parcial que son liberados desde la litósfera oceánica subducida dentro del manto suprayacente podrían metasomatizar la cuña mantélica, y por lo tanto promover la fusión parcial del manto en sí mismo, como consecuencia de que el agente metasomatizante disminuye el *solidus* del manto peridotítico que forma parte de la cuña astenosférica. Cuando una

dorsal está siendo subducida, este mecanismo petrológico podría ser asistido por la apertura de una ventana astenosférica y/o la creación de una extensión litosférica, fenómenos que de ocurrir permiten la generación de un magmatismo derivado del manto (Uehara y Aoya, 2005).

De lo anterior se desprende que muchas de las condiciones necesarias para generar magmatismo de tipo OIB se alcanzan cuando una dorsal oceánica es subducida. Otros modelos petrológicos actuales presentados por Pilet *et. al.*, (2005) plantean alternativamente que el magmatismo de tipo OIB podría resultar de la delaminación de la corteza continental inferior o el manto litosférico (Kay y Kay, 1993).

En síntesis el magmatismo máfico observado en este complejo, posiblemente se haya dado mediante ascenso por fracturas profundas en corteza continental hasta niveles corticales superiores. El mismo se pudo emplazar en la corteza, durante la subducción de una dorsal oceánica (Gromet y Simpson, 2000) como sugiere también Tibaldi *et. al.*, (2006) para los complejos de Sol de Mayo y Suya taco.

V.5. Evolución del magma Charnockítico:

El término “charnockitización” fue definido por Srikantappa *et. al.*, 1985, para denominar el proceso por el cual gneises graníticos con Bt son transformados en gneises con Opx por influencia de fluidos metasomáticos ricos en CO₂, generando productos anhidros; cuya reacción de deshidratación fundamental involucrada es $Qtz + Bt = Kfs + Opx + H_2O$, aunque se han propuesto otras.

Hasta hace poco más de una década, la cuestión sobre la génesis de rocas charnockíticas estaba principalmente centrada en la alternativa entre un origen ígneo *vs* un origen metamórfico (incluido el metasomático). Donde según Perchuck and Gerya, 1993, la generación de charnockitas *s.l.* a partir de rocas granulíticas, generadas durante la exhumación por metasomatismo, se da a presiones intermedias (de 3 a 6 kb). Las hipótesis más importantes han sido sugeridas sobre un origen ígneo de las charnockitas *s.l.*, siendo el resultando de la cristalización a partir de:

- a) magmas parentales con magmas anortosíticos o líquidos residuales a partir de estos (Ashwal, 1982; Emslie *et. al.*, 1994; Duchesne and Demaiffe, 1978; Demaiffe and Hertongen, 1981);
- b) productos de la fusión parcial de la corteza baja (Duchesne *et. al.*, 1989; Duchesne, 1990);
- c) rocas transicionales de una secuencia anortosítica a jotunítica (Owens *et. al.*, 1993; Duchesne and Wilmart, 1997);
- d) magmas máficos sin relación con anortositas (Emslie, 1985);
- e) la cristalización de un magma rico en TiO₂, P₂O₅ y K₂O, con enriquecimiento en hierro con la diferenciación, denominados magmas FTP ó tipo C (Kilpatrick and Ellis, 1992).

En términos generales, la composición de la fase fluida exsuelta tanto en sistemas metamórficos como en magmáticos ó la fase fluida sólo disuelta en líquidos magmáticos, debe tener una a_{H_2O} lo suficientemente baja para permitir la desestabilización de la Bt para generar $Opx + Kfs$ (sistemas metamórficos – Perchuck and Gerya, 1993) o impedir la cristalización de la Bt y estabilizar Opx (sistemas ígneos).

Las rocas pertenecientes a la serie de las charnockitas halladas en la comarca del cuerpo máfico Cantera Champaquí, poseen características de yacencia y petrográficas, que manifiestan y expresan la naturaleza de las mismas y eventos evolutivos ocurridos durante el tiempo de enfriamiento y cristalización del magma; tales como texturas y paragénesis típicas de procesos ígneos e hibridación, como así también características texturales asociadas a otro origen.

Las relaciones de campo observadas, como son: íntima asociación espacial entre granitos anatéticos con fenocristales de feldespato potásico - granitoides (con Px-Kfs) - rocas máficas, contactos transicionales entre rocas charnockíticas y máficas, y segregados félsicos con fenocristales de feldespato potásico, expresan mezcla de magmas. Del mismo modo, características petrográficas manifiestan el proceso de hibridación por mezcla química (*mixing*), lo cual es reflejado en las texturas observadas en fenocristales de feldespato potásico y plagioclasa, como lo son los bordes corroídos, reflejando un desequilibrio mineral. Las texturas antirapakivi en cristales de plagioclasa indican una mezcla de magmas de distinta composición, con la consecuente reacción de la plagioclasa que sufre por un reequilibrio con el líquido híbrido, debido a que el cristal es rodeado por una sustancia de menor temperatura (magma félsico) y cristaliza alrededor de él feldespato potásico. El proceso de mezcla química está acompañado por diferenciación física o mecánica, en la cual los cristales de feldespato potásico se concentran en mayor o menor proporción en las rocas, debido a procesos como flotación, hundimiento o flujo magmático, producto de las condiciones físicas del medio (densidad del fundido, viscosidad) o de los individuos cristalizados en las primeras fases (megacristales de feldespato potásico y plagioclasa), lo cual permitirá a su vez dar lugar a rocas con mayor proporción de megacristales y poca matriz ó rocas con gran volumen de matriz y pocos ó nada de megacristales.

En la Figura V.5, se encuentran representadas las distintas litologías de naturaleza ígnea que integran el área de estudio, tanto las rocas máficas y félsicas (producto de la fusión de la roca de caja, granito anatético con fenocristales de feldespato potásico), como las rocas de la serie de las charnockitas. En éste diagrama, se observa una línea discontinua indicando el perfil de unión entre los extremos magmáticos félsico-máfico, que darían origen a la hibridación producto de la mezcla química entre ambos fundidos. Dependiendo del porcentaje de mezcla y proceso evolutivo seguido de éste evento será el tipo de roca generado; en el caso de aquellas rocas que luego de la hibridación cristalizaron, sin darse algún otro proceso, las mismas poseerán una composición intermedia y se encontrarán en la línea formada entre ambos extremos.

Otro proceso que permitiría la generación de tal diversidad de rocas halladas en el área de estudio, fue el de diferenciación magmática por cristalización fraccionada luego de haberse dado el *mixing* entre ambos fundidos, pero de forma continua con la separación o aglutinamiento de las fases cristalinas (fenocristales). El proceso de diferenciación magmática, estaría manifestado en algunas de las rocas halladas en la zona de estudio que no presentan desarrollo de megacristales o que se encuentran ausentes por separación física temprana. Este proceso estaría reflejado con las líneas continuas observadas en la Figura V.5, donde las flechas marcarían la trayectoria de diferenciación desde la roca de origen híbrido hasta la roca de mayor diferenciación para cada una de las tres ramas distinguidas. Las mismas poseen distintos porcentajes de mezcla entre ambos fundidos; en la primera rama se distingue un porcentaje mayor de fundido máfico que félsico, la

tercera posee una mezcla intermedia entre ambos fundidos. La rama número dos, posee valores intermedios de mezcla entre ambas ramas de diferenciación.

En cuanto a la explicación del proceso de diferenciación por cristalización fraccionada, sólo se tomará en cuenta para la ilustración la rama número tres, ya que presenta una mayor diferencia entre las rocas analizadas y debido a que se considera que las mismas poseen un cierto paralelismo entre cada una de las ramas graficadas.

En el diagrama QAP (Figura V.5.) se puede interpretar posiblemente, que la diferenciación ocurrida luego que se mezclaran los fundidos extremos y ocurriera separación física, tuvo lugar mediante cristalización fraccionada, permitiendo de tal modo generar rocas más diferenciadas. En el mismo, se puede apreciar que a medida que las rocas iban evolucionando, los contenidos de plagioclasa disminuían por cristalizar tempranamente en las primeras fases y se enriquecían en cuarzo.

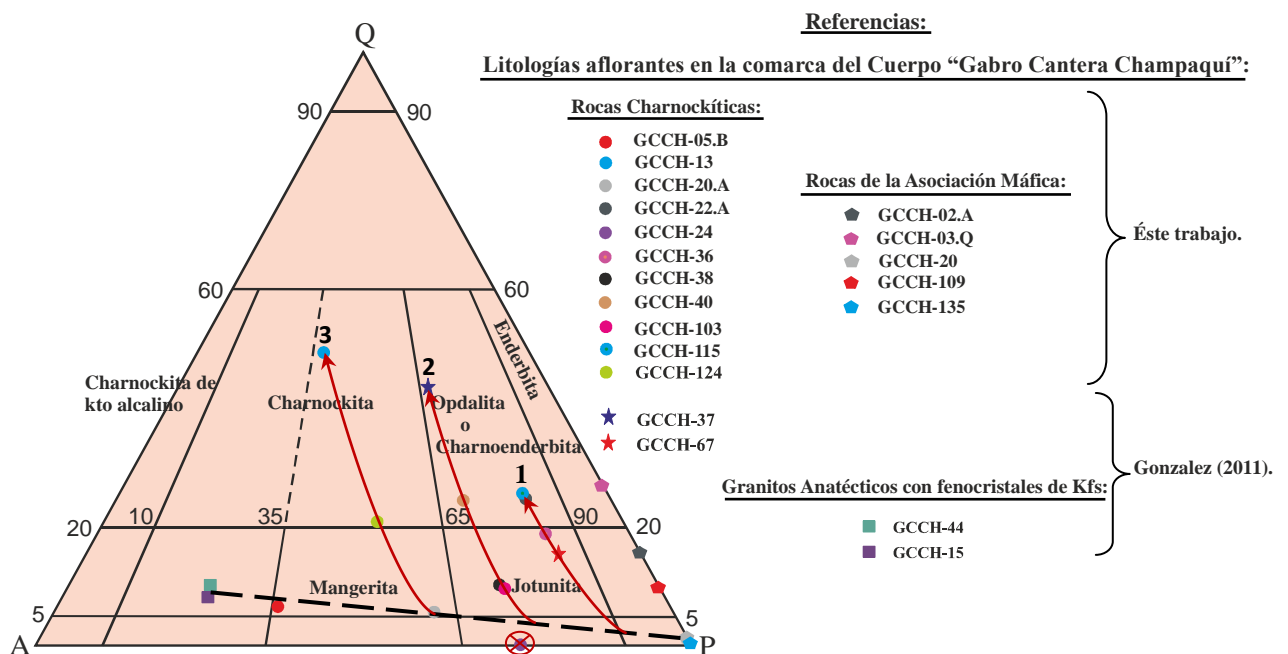


Figura V.5.: Diagrama QAP basado en la clasificación de Le Maitre *et. al.*, (2002) modificado para rocas charnockíticas, donde se encuentran el ploteo de las distintas rocas ígneas que conforman el área "Cantera Gabro Champaquí", como así también la línea de mezcla propuesta entre ambos extremos félsico-máfico y las trayectorias de cristalización fraccionada. (El círculo rojo con una cruz indica que no se la muestra N° GCCH-24 no se tomará en cuenta en éste capítulo por encontrarse con una pervasiva alteración, lo cual generó la pérdida de cuarzo)

V.6. Petrogénesis de las rocas híbridas presentes en el área del cuerpo ígneo "Gabro Cantera Champaquí":

Durante la intrusión del cuerpo gábrico estudiado, coetáneo con las últimas etapas de evolución de la orogenia Pampeana y correspondiente con la etapa de descompresión regional, el imput térmico entregado por el magmatismo básico habría permitido generar nuevamente fusión parcial de las rocas migmáticas, dando como producto la segregación de fundidos félsicos. Éstos

se habrían colectado, generando pequeños cuerpos tabulares con una gran concentración de fenocristales de feldespato potásico.

Estos segregados félsicos (magmas félsicos, con mayor o menor removilización del fundido intersticial) derivados de las rocas de caja, habrían interactuado con el magma gábrico (*mixing*) y generado rocas de naturaleza híbrida (rocas de la serie de las charnockítas). Este proceso estuvo acompañado por una diferenciación física, permitiendo una mayor o menor concentración de megacristales de feldespato potásico y, luego de ocurrido esto, posiblemente mediante cristalización fraccionada las mismas se diferenciaron en mayor o menor grado.

C

apítulo VI:

CONCLUSIONES

Capítulo VI: Conclusiones

- ✚ Los tipos litológicos que conforman el encajante metamórfico-migmático de alto grado aflorante en el área del cuerpo Gabro Cantera Champaquí, son predominantemente metatexitas y diatexitas, entre los que se intercalan en menor medida pequeños cuerpos de anfibolitas, mármoles y pegmatitas.
- ✚ El encajante metamórfico-migmático está intruido por rocas de composición máfica, félsicas e híbridas (serie de las charnockítas), emplazadas durante y con posterioridad al pico tectono-metamórfico correspondiente al orógeno Pampeano, evidenciado porque el cuerpo básico presenta un bajo contraste reológico con el encajante y no se encuentra metamorfizado.
- ✚ El cuerpo máfico principal "Gabro Cantera Champaquí" posee forma ovoide, con 3200 m en su eje mayor y 2000 m en su sección más ancha, cuyo eje mayor se encuentra orientado según un rumbo NE-SO y apófisis laterales con forma de brazos, con un rumbo NO-SE en su porción más austral y NE-SO al SE del cuerpo.
- ✚ El gabro "Cantera Champaquí" presenta contactos netos con el encajante metamórfico y transicional o gradual con charnockítas.
- ✚ Los tipos litológicos que conforman el cuerpo máfico son: gabro biotítico, cuarzogabro anfibólico, diorita hornblendo-biotítico, cuarzodiorita y tonalita piroxénica. En menor proporción se hallan cuerpos pegmatíticos ovoides propios del cuerpo gábrico, generados como producto de fundidos residuales tardíos, enriquecidos en $Pl + Qtz + Bt + Kfs$.
- ✚ El cuerpo gábrico presenta una foliación magmática, dada por la orientación de minerales máficos (piroxenos, anfíboles y biotitas) y félsicos (Pl y Qtz), con un rumbo general de $N050^\circ$ a $N330^\circ$ y buzamientos generalmente mayor a 40° , tanto al oeste como al este.
- ✚ El magma máfico que dio origen a estas rocas se encontraba enriquecido en: Fe, Mg, Ca y P, como así también en elementos trazas incompatibles (Zr y Ti) de alto potencial iónico (HFSE).
- ✚ Tales elementos infieren que las rocas máficas del cuerpo Gabro Cantera Champaquí, tienen las características químicas propias de un magmatismo del tipo OIB y, sugiere que los magmas primitivos provendrían de una fuente mantélica enriquecida.
- ✚ Se infiere que el magmatismo máfico observado en este complejo, posiblemente haya ascendido por fracturas profundas en corteza continental hasta niveles corticales superiores

y, emplazado durante la subducción de una dorsal oceánica como sugiere Gromet y Simpson, 2000 y Tibaldi *et. al.*, (2006) para los complejos de Sol de Mayo y Suya Taco.

- ✚ La evolución del magma gábrico se dio principalmente por cristalización fraccionada y en menor proporción por asimilación de la roca de caja.
- ✚ El *imput* térmico producido por la intrusión del magma máfico durante las etapas tempranas de deformación D3, produjo la fusión local de las rocas migmáticas y la subsiguiente generación y segregación de fundidos.
- ✚ Dichos fundidos félsicos se colectaron generando granitos anatéticos con fenocristales de Kfs (clasificación según Gonzalez, 2011).
- ✚ Luego los fundidos magmáticos félsicos se habrían mezclado con los máficos, dando como producto a rocas con el par Opx-Kfs (rocas charnockíticas), caracterizadas por poseer fenocristales de Kfs.
- ✚ En el complejo Gabro Cantera Champaquí, se observa la serie charnockítica casi completa; desde términos con bajo porcentaje de mezcla en fundidos máficos y poco diferenciados, hasta rocas muy diferenciadas y con un mayor porcentaje de hibridación con el fundido félsico. Las rocas clasificadas como tal corresponden a: jotunita (monzodiorita con Hy), mangerita (monzonita con Hy), opdalita (granodiorita con Hy) y charnockita (monzogranito con Hy).
- ✚ Las relaciones de campo y texturas especiales (bordes corroídos, texturas tipo rapakivi y antirapakivi), sugieren que los granitoides con Px-Kfs son productos híbridos generados por la interacción de magmas máficos y fundidos derivados de materiales corticales, como consecuencia de una mezcla química (*mixing*) entre estos dos tipos de magmas y separación de fases sólidas por procesos físicos.
- ✚ El proceso de cristalización fraccionada actuó luego de la mezcla química entre ambos fundidos, pero de forma coetánea con la física, permitiendo así generar una mayor variedad de rocas híbridas.
- ✚ Tanto el plutonismo máfico, como el félsico y todos los productos híbridos generados por la interacción de los mismos, se generaron y emplazaron durante y con posterioridad al pico tectono-metamórfico correspondiente al orógeno Pampeano, considerándose por ello sin-orogénicos a tardío-orogénicos.
- ✚ Las rocas graníticas pegmatíticas diqueformes y aplíticas, que presentan una relación de intrusividad discordante con las rocas máficas y su encajante metamórfico, se emplazaron con posterioridad al magmatismo máfico (orogenia Famatitiana).

BIBLIOGRAFÍA:



Bibliografía:

- Aceñolaza, F.G. y Toselli, A.J., 1973.** Consideraciones estratigráficas y tectónicas sobre el Paleozoico inferior del Noroeste Arg. 2° Cong. Latinoam. Geol. (Caracas), Actas 2:755-763.
- Ashwal, L., 1982.** Mineralogy of mafic and Fe-Ti oxide rich differentiates of the Marcy anorthosite massif, Adirondacks, NY. Am. Mineralogist, 67:14-27.
- Baldo, E., Schmidt, C., Bertolino, S., Martínez., M., 1993.** Características estructurales y petrográficas de las filitas del borde occidental de la Sierra de Pocho. IX Reunión de Microtectónica. Mendoza. Arg.
- Baldo, E., Pankhurst, R., Rapela, C., Saavedra, and Mazieri, C., 1998.** Granito “El Cerro”, Magmatismo colisional famatiniano en el sector austral de la Sierra Norte-Ambargasta, Córdoba. 10° Cong. Latinoam. Geol. y 6° Cong. Nac. Geol. Econ. 2: 374-378. Buenos Aires. Arg.
- Bonalumi, A.A., Gigena A.A., 1987.** Relación entre las metamorfitas de alto grado y las rocas básicas y ultrabásicas en el Depto. de Calamuchita, Córdoba. Rev. Asoc. Geol. Arg., 42: 73-81.
- Bonalumi, A., Escayola, M., Kraemer, P., Baldo, E., Martino, R., 1999.** Sierras Pampeanas (Córdoba, Santiago del Estero). A) Precámbrico paleozoico inferior de las Sierras de Córdoba. En: Caminos, R: Geol. Regional Arg. Anales 29: 141-145. Subs. Min. Nac., SEGEMAR.
- Caminos, R., 1979.** Sierras Pampeanas de Tucumán, Catamarca, La Rioja y San Juan. En Turner, J. C. M. (Ed): Segundo Simp. de Geol. Reg. Arg., pp.41-80. Acad. Nac. Cs, Córdoba.
- Chincarini, A. D., Martino, R. D., Guereschi, A. B., 1998.** Origen alóctono del gabro del cerro San Lorenzo, sierra de Comechingones, Córdoba. Rev. Asoc. Geol. Arg., 53: 435-444.
- Dalla Salda L.1984,** La estructura intima de Las Sierras de Córdoba, Asoc. Geol. Arg., Rev. 23 (1-2): 38-51.
- Demaiffe, D. and Hetertong, J., 1981.** Rare Earth Geochemistry and strontium isotopic composition of a massiftype anorthositic-charnockitic body: the Hydra Massif (Rogaland, SW Norway). Geoch. Cosmoch. Acta, 45:1545-1561.
- Demichelis, A.H, Coniglio, J.E., Otamendi, J.E., and Rabbia, M.O., 1996.** Geology and Petrol. of Sol de Mayo – Inti Yaco metagabbro (Comechingones Ranges, Córdoba). 13° Cong. Geol. Arg., Actas, 5: 413.
- Demichelis, A.H., Paul, S., Schonwand, D., Rabbia, O.M., Tibaldi, A., Otamendi, J.E., 2000.** Mineralogía y textura de las rocas máficas y sus encajantes en la comarca de Río Grande, Sierras de Comechingones, Arg. XI Cong. Geol. Chil., Actas 1: 605-609.
- Demichelis, A.H., Rabbia, O., Ayers, J., Otamendi, J., Tibaldi, A., 2008.** Nuevos aportes al conocimiento del Orógeno Pampeano: Dataciones U-Pb e isótopos de Nd y Sr en metagrauvas y rocas ígneas, en la Sierra de Comechingones, Córdoba. XII Cong. Geol. Arg., Actas III, pp 1340. Jujuy.
- Demichelis, A.H., Otamendi, J.E., Tibaldi, A.M., Rabbia, O.M., y Hernández, L., 2011.** Edad y Signatura Geoquímica/Isotópica del magmatismo máfico en el centro este de la Sierra de

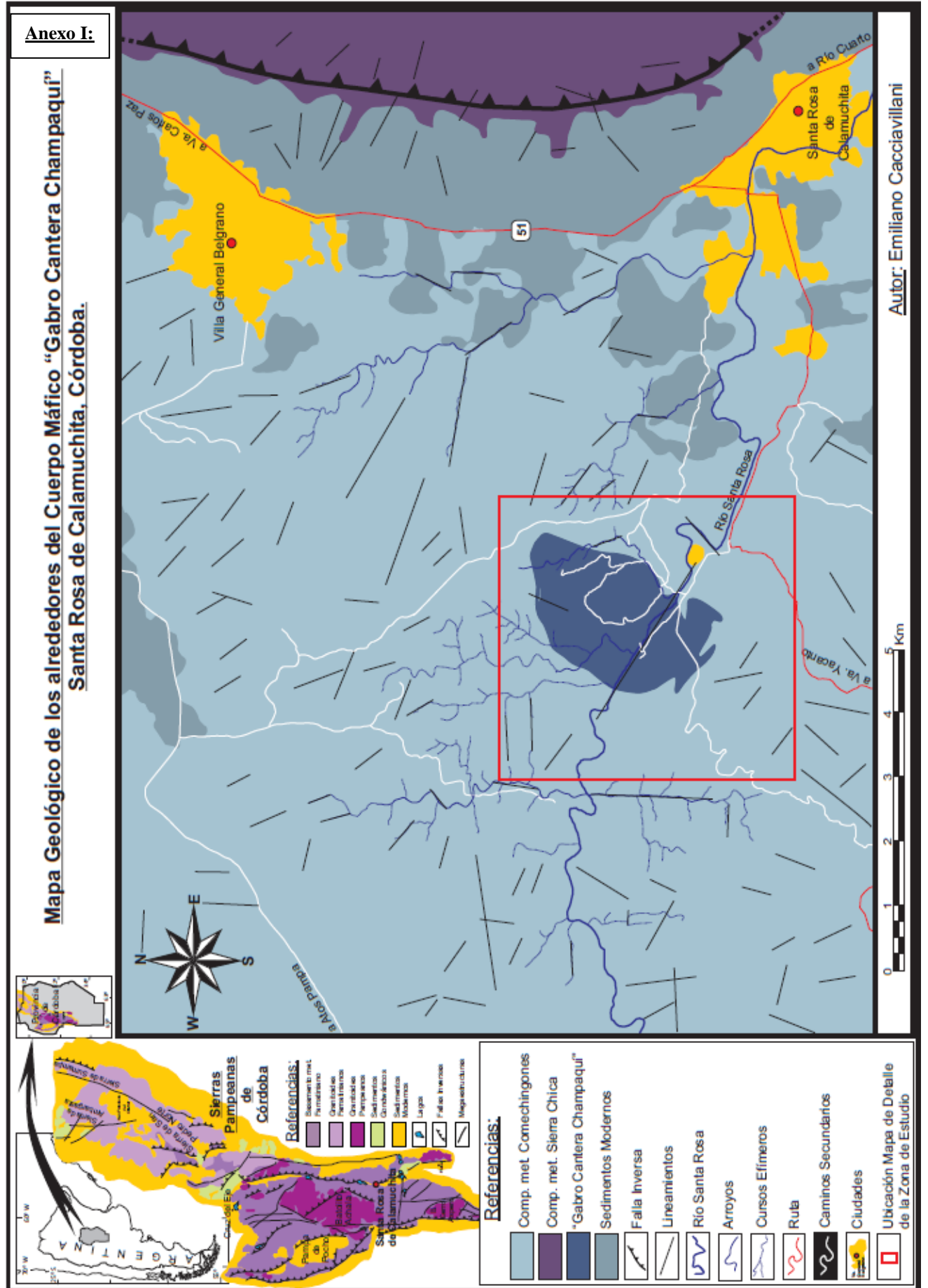
- Comechingones (Arg.): Su significado en la evolución del Orógeno Pampeano. XVIII Cong. Geol. Arg., en prensa.
- Duchesne, J. and Demaiffe, D., 1978.** Trace elements and anorthosite genesis. *Earth Planet. Sc. Let.*, 38:249-272.
- Duchesne, J., Wilmart, E., Demaiffe, D. and Hertogen, J., 1989.** Monzonorites from Rogaland: a series of rocks coeval but not comagmatic with massif-type anorthosites. *Precambrian Research*, 45:111-128.
- Duchesne, J., 1990.** Origen and evolution of monzonorites related to anorthosites. *Schweiz. Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 70:189-198.
- Duchesne, J. and Wilmart, E., 1997.** Igneous charnockites and related rocks from the Bjerkreim-Sokndal layered intrusion (SW Norway): a jotunite (hyperstene monzodiorite)-derived A-type granitoid suite. *J. Petrol.*, 38:337-369.
- Emslie, R., 1985.** Proterozoic anorthosite Massifs. En: Tobi, A. and Touret, J. (eds) *The Deep Proterozoic Crust in the North Atlantic Provinces*. NATO Adv. Study Inst. C158. Dordrecht: D. Reidel, pp. 39-60.
- Emslie, R., Hamilton, M. and Thériault, R., 1994.** Petrogenesis of the Mid-Proterozoic Anorthosites-Mangerite-Charnockite-Granite (AMCG) complex: isotopic and Chem. evidence from the Naim Plutonic Suite. *J. Geol.*, 102:539-558.
- Escayola, 1994.** Faja ultramáfica de la Sierra Grande de Córdoba entre Inti Yaco y Estancia San Miguel, Dpto. de Calamuchita, Córdoba, Arg. Inédito. Tesis Doctoral. U. Nac. Cba.
- Escayola, M.P, Ramé, G.A. y Kraemer, P.E. 1996.** Caracterización y significado geotectónico de las fajas ultramáficas de las Sierras Pampeanas de Córdoba. 13° Cong. Geol. Arg., Actas 3: 421-438
- Escayola, M.P, Pimentel, M.M. y Armstrong, R. 2007.** Neoproterozoic back-arc basin: Sensitive high-resolution ion microprobe U-Pb and Sm-Nd isotopic evidence from the Eastern Pampean Ranges, Arg. *Geology*, 35: 495-498.
- Fagiano, M., Pinotti, L. y Esparza A, M., 1997.** Estudio geológico de las rocas metamórficas en el sector centro-sur de la Sierra de Comechingones. 7° Cong. Geol. Chil., III: 1627-1630.
- Fagiano, M., Pinotti, L., Esparza, A.M., Martino, R.D., 2002.** La faja de cizalla Guacha Corral, Sierras Pampeanas de Córdoba, Arg. XV Cong. Geol. Arg., 1: 259-264.
- Friend, C., 1985.** Evidence for fluid pathways through Archean crust and the generation of the Closepet granite, Karnataka, South India. *Precambrian Research*, 27:229-250.
- Gómez, Jiménez J., 2006.** Metamorfismo, apuntes de la asignatura Petrología Endógena II. 3° Curso de la Licenciatura de Geología., Depto. Cs, de la Tierra, U. de Zaragoza. 191 p.
- Gonzalez, V., 2011.** Caracterización petro-estructural de las metamorfitas encajantes del cuerpo máfico Cantera Champaquí, área de Santa Rosa de Calamuchita, Provincia de Córdoba. Tesis de Licenciatura, Univ. Nac. Río Cuarto (Inédito)
- Gordillo C. y Lencinas A., 1979.** Sierras Pampeanas de Córdoba y San Luis. 2° Simp. Geol. Reg. Arg., Acad. Nac. Cs, Córdoba, 1, 577-650.
- Gordillo, C., 1979.** Observaciones sobre la petrología de las rocas cordieríticas de la Sierra de Córdoba. *Bol. Acad. Nac. Cs., Córdoba*, 53: 3-44

- Gordillo, C., 1984.** Migmatitas cordieríticas de las Sierras de Córdoba; condiciones físicas de la migmatización. *Miscelánea* 68:1-40, Acad. Nac. Cs., Córdoba.
- Gromet, L.P., Simpsons, C., 2000.** Cambrian orogeny in the Sierras Pampeanas, Arg.: ridge subduction or continental collision?. *Geological Soc. of America, Boston, Abst. with prog.*, v.63, T314.
- Gromet, L.P., Otamendi, J.E., Miró, R., Demichelis, A., Schwartz, J., Tibaldi, A., 2005.** The Pampean Orogeny: Ridge Subduction or Continental Collision?. *Gondwana 12 Conference, Abstracts*: p. 185.
- Janardhan, A., Newton, R., and Hansen, E., 1982.** The transformation of amphibolite facies gneiss to charnockite in southern Karnataka and northern Tamil Nadu, India. *Contrib. Mineral. Petrol.*, 79:130-149.
- Kay, R.W., Mahlburgh Kay, S., 1993.** Delamination and delamination magmatism. *Tectonophysics*, 219: 177-189.
- Kilpatrick, J. A., Ellis, D. J., 1992.** C-type magmas: Igneous charnockites and their extrusive equivalents. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh - Earth Science*, 83: 155-164.
- Kraemer, P., Escayola, M., Martino, R., 1995.** Hipótesis sobre la evolución neoproterozoica de las Sierras Pampeanas de Córdoba. 30° S 32° S. Provincia de Córdoba. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 50: 47-59.
- Kretz, R., 1983.** Symbols for rock-forming minerals. *Am. Mineralogist*, 68: 277-279.
- Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, J., Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R., Zanettin, B., 1989.** A classification of igneous rocks and glossary terms. Blackwell, Oxford.
- Le Maitre R.W. (Editor), Streckeisen A., Zanettin, B., Le Bas, M.J., Bonin, B., Bateman, P., Bellieni, G., Dudek, A., Efremova, S., Keller, J., Lameyre, J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Woolley, A.R., 2002.** Igneous rocks. A classification and glossary of terms. 2ª Edition. Recommendations of the International Union of Geological Sciences. Subcomission on the systematic of igneous rocks. Cambridge University press. USA. 236 p.
- Leveratto, M.A., 1968.** Geología de la zona al oeste de Ullún-Zonda, borde oriental de la Precordillera de San Juan, eruptividad subvolcánica y estructura. *Asoc. Geol. Arg., Rev.*, 23(2):129-157.
- Lira, R., Millone, H.A., Kirschbaum, A.M., Moreno, R.S., 1997.** Calc-alkaline arc granitoid activity in the Sierra Norte-Ambargasta Ranges, central Arg. *J.S. Amer. Earth Sc.*, 10, 157-177.
- López, M.G. y Sola, P., 1981.** Manifestaciones volcánicas alcalinas de los alrededores de Las Chacras y de la región de Villa Mercedes - Chaján, provincias de San Luis y Córdoba. 8º Cong. Geol. Arg., Actas 4: 967-978.
- Martin, H., 1999.** Adakitic magmas: modern analogues of Archaean granitoids. *Lithos*, 46: 411-429.
- Martino, R. D., 1993.** La faja de deformación "Guamanes": petrología, estructura interna y significado tectónico, Sierra Grande de Córdoba. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 48: 21-32.

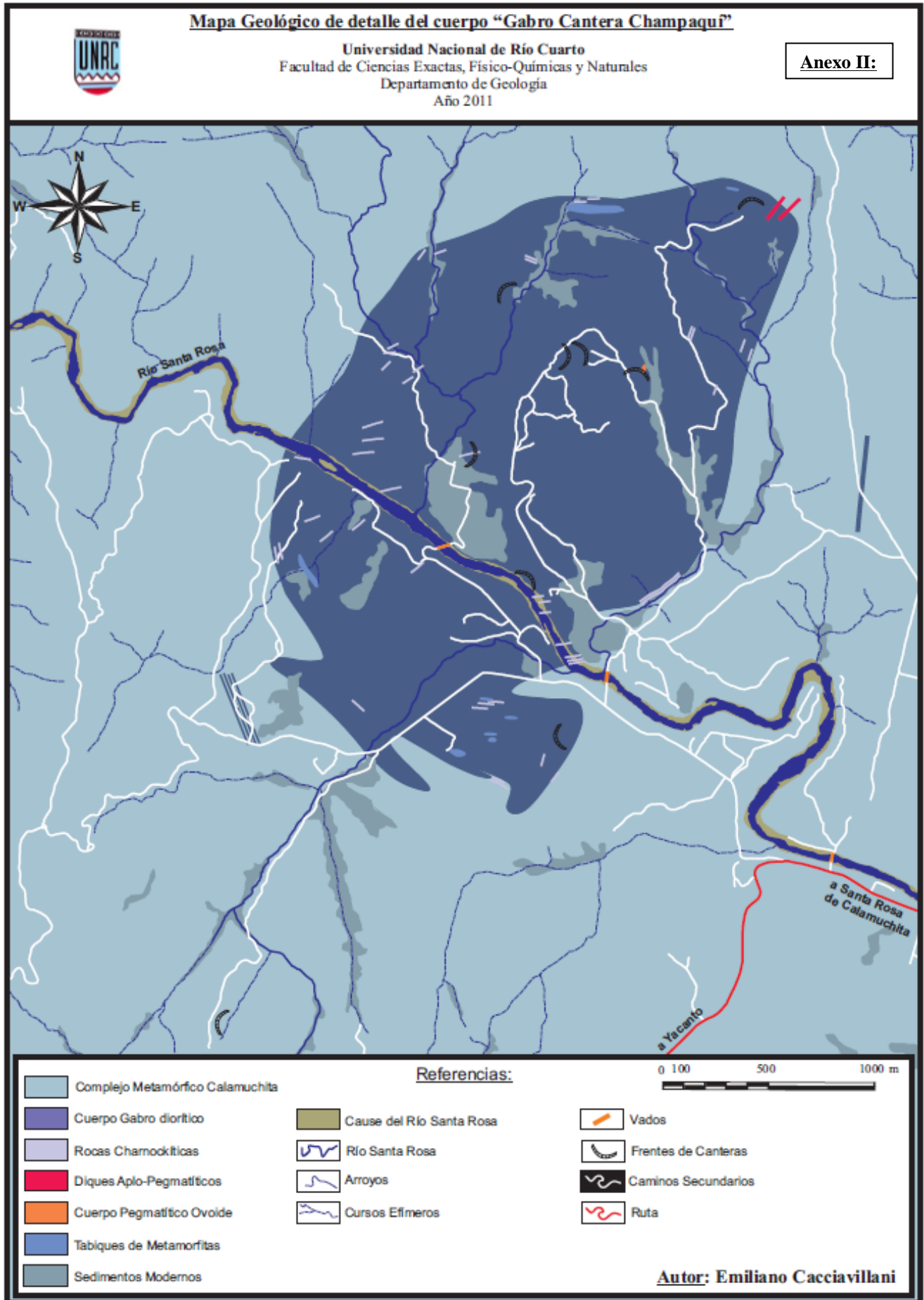
- Martino, R., Kraemer, P., Escayola, M., Giambastiani, M. and Arnosio, M. 1995.** Transecta de las Sierras Pampeanas de Córdoba a los 32° S. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 50: 60-77.
- Martino, R.D., Guereschi, A.B. y Giambastiani M., 1997.** El sinforme de la Sierra Blanca: petrología y evolución estructural, Sierras de Comechingones, Córdoba, Arg. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 52(2): 143-156.
- Martino, R., Guereschi, A., Sfragulla, J., 1997.** Las anatexitas y las venas auríferas de Río Hondo, extremo suboriental del macizo de San Carlos, Córdoba, Arg. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 52: 433-450.
- Martino, R., Guereschi, A., Sfragulla, J., 1999.** Los pliegues no cilíndricos de Sagrada Familia y su significado en la evolución deformacional del Macizo de San Carlos, Sierra de Córdoba. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 48: 139-151.
- Martino, R.D., 2003.** Las fajas de deformación dúctil de las Sierras Pampeanas de Córdoba: Una reseña general. *Rev. Asoc. Geol. Arg.*, 58: 549-571
- Mutti, D. y Di Marco, 1998.** Discriminación litogeoquímica entre ambiente de arco y de retroarco en el centro y el Sur de las sierras de Córdoba, Arg. X Cong. Latinoamer. Geol. y VI Cong. Nac. Geol. Econ., Actas II: 238-244.
- Olsacher, J., 1972.** Descripción Geol. de la Hoja 21h Cerro Champaquí. Provincia de Córdoba. Dirección Nac. de Geol. y Minería. Bol. 1-64.
- Otamendi, J.E., Patiño Douce, A.E. and Demichelis, A.H., 1999.** Amphibolite to granulite transition in aluminous greywackes from the Sierra de Comechingones, Arg. *J. Metam. Geol.*, 17: 415-434.
- Otamendi, J.E., Patiño Douce, A.E., 2001.** Partial melting of Aluminous Metagreywacke in the Northern Sierra de Comechingones, Central Arg. *J. Petrol.*, 42: 1751-1772.
- Otamendi, J.E., Demichelis, A.H., Rabbia, O.M., 2003.** Petrology of rocks formed by interaction of mafic magmas and high-grade metamorphic rocks at Suya Taco area, northern Sierra de Comechingones, Arg. *Lithos*, 66: 107-132.
- Otamendi, J.E., Tibaldi, A.M., Demichelis, A.H., y Rabbia, O.M. 2005.** "Metamorphic evolution of the Rio Santa Rosa granulites, northern Sierra de Comechingones, Argentina.". *J.S. Amer. Earth Sc.*, 18: 163-181. doi:10.1016/j.jsames.2004.10.006.
- Otamendi, J.E., Demichelis, A.H., Tibaldi, A.M., De La Rosa, J.D., 2006.** Genesis of aluminous and intermediate granulite: a study case in the eastern Sierra Pampeanas, Arg. *Lithos*, 89: 66-88.
- Owens, B., Rockow, M. and Dymek, R., 1993.** Jotunites from Greenville Province, Quebec: petrological characteristics and implications for massif anorthosite petrogenesis. *Lithos*, 30:57-80.
- Paul, S., 2000.** Estudio de las metamorfitas en los alrededores del cuerpo gabrodiorítico de Río Grande, Dique Arroyo Corto, Dpto. Calamuchita, Córdoba, Arg. Tesis de Licenciatura, Univ. Nac. Río Cuarto (Inédito).
- Peacock, S.M., Rushmer, T., Thompson, A.B., 1994.** Partial melting of subducting oceanic crust. *Earth and Planetary Science Letters*, 121: 227-244.

- Perchuk, L. and Gerya, T., 1993.** Fluid control of charnockitization. *Chem. Geology*, 108:175-186.
- Pilet, S., Hernandez, J., Sylvester, P., Poujol, M., 2005.** The metasomatic alternative for ocean island basalt chemical heterogeneity. *Earth and Planetary Science Letters*, 236: 148-166.
- Pinotti, L., Coniglio, J. E., y Llambías, E., 1996.** Características Geológicas-Estructurales del Plutón Alpa Corral, 32°38′-32°47′S y 64°55′-64° 45′W. Sierras Pampeanas de Córdoba Arg.. XII Cong. Expl. Hidroc., Actas III: 477-486.
- Pinotti, L., 1998.** El batolito Cerro Áspero. Modelo de intrusión y su relación con la evolución de las Sierras Pampeanas. Depto. de Geol., Univ. Nac. Río Cuarto. 201 p. (inédito).
- Pinotti, L., Coniglio, J., Esparza, A., D'eramo, F. y Llambías, E. 2002.** Nearly circular plutons emplaced by stoping at shallow crustal levels, Cerro Aspero batholith, Sierras Pampeanas de Córdoba, Arg. *J.S. Amer. Earth Sc.*, 15: 251-265.
- Rabbia, O.M., A.H. Demichelis, J. Otamendi and J. Coniglio, 1996.** Evidences of premetamorphic within plate magmatismo at Sierras de Córdoba, Eastern Pampean Ranges, Arg.. Simp.: Proto-Andean Margin of Gondwana, Actas, XIII Cong. Geol. Arg. y III Cong. Exp. Hidroc., V: 441. Buenos Aires.
- Ramos, V. 1999a.** Las Provincias Geológicas del territorio Argentino. *Geol. Arg. Instituto de Geol. y Recursos Minerales. Anales* 29 (3): 41-96. Buenos Aires.
- Ramos, V., 1999b.** Rasgos estructurales del territorio Argentino. *Geol. Arg. Instituto de Geol. y Recursos Minerales. Buenos Aires. Anales* 29 (24): 715-784.
- Rapela, C.W. y Pankhurst, R., 1996.** The Cambrian plutonism of the Sierras de Córdoba: pre-Famatinian subduction? and crustal melting. 13° Cong. Geol. Arg. y 3° Cong. Expl. Hidroc., Actas 5: 491.
- Rapela, C.W., Pankhurst R. J., Casquet, C., Baldo, E., Saveedra, J., Galindo C. y Fanning, C.M., 1998.** The Pampean Orogeny of the southern proto-Andes: Cambrian continental collision in the Sierras de Córdoba. En; R. J. Pankhurst and C. W. Rapela (Eds): *The proto-Andean Margin of the Gondwana*, p. 181-287, Geological Soc., London, Spec. Paper 142, Londres.
- Rapela, C.W., Casquet, C., Dahlquist, J., Pankhurst, R.J., Galindo, C., Saavedra, J., 2001.** Las Orogénesis del Paleozoico Inferior en el margen proto-andino de América del Sur, Sierras Pampeanas, Arg.. *J. Iberian Geology*: 23-41.
- Schonwandt, D., 2000.** Estudio de los cuerpos gabro-dioríticos del Río Grande en el área de Cerro Pelado, Dpto. Calamuchita, Córdoba. Tesis de Licenciatura, Univ. Nac. Río Cuarto (Inédito).
- Simpson, C., Law, R.D., Gromet, L.P., Miro, R., Northrup, C.J., 2003.** Paleozoic deformation in the Sierras de Córdoba and Sierra de La Minas, eastern Sierras Pampeanas, Arg.. *J. of South Am. Earth Sciences*, 15: 749-764.
- Sims, J.P., Ireland, T.R., Camacho, A., Lyons, P., Pieters, P.E., Skirrow, R.G., Stuart-Smith, P.G., Miró, R., 1998.** U-Pb, Th-Pb and Ar-Ar geochronology from the southern Sierras Pampeanas, Arg.: implications for the Palaeozoic tectonic evolution of the western

- Gondwana margin. In: Pankhurst, R. J. and Rapela, C. W. (Eds.), *The Proto-Andean Margin Gondwana Research Geological Soc. London, Spec. Publication, 142: 259-281.*
- Streckeisen, A., 1976.** To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews. International Magazine for Geo-Scientists. Amsterdam. Vol.12, p.1-33.*
- Srikantappa, C., Raith, M. and Spiering, B., 1985.** Progressive charnockitization of a leptynite-knondalite suite in southern Kerala, India – evidence for formation of charnockites through decrease in fluid pressure. *J. of Geological Soc. of India, 26:849-872.*
- Stelzner, A., 1871, 1872 y 1873.** Comunicaciones al Profesor H.B. Geinitz. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie, Jahrgang 1872: 193-198 y 630-636, Stuttgart 1872, e Ibidem 1873: 726-746, 1873.* Traducido por R. Kittl, 1966, en *Acad. Nac. Cs, Bol. 45: 115-150, Buenos Aires.*
- Stelzner, A., 1875.** Comunicaciones sobre la Geología y mineralogía de la República Arg. *Acad. Nac. Cs., Actas 1. También en Anales del Ministerio de Agricultura de la República Arg., Buenos Aires, Tomo 1 (1873) y Tomo 2: (1874) 1-12.*
- Tibaldi Alina, 2001.** Estudio del basamento cristalino y evolución tectónica en el área de Arroyo Corto, Sierras Pampeanas de Córdoba. Tesis de Licenciatura, Univ. Nac. Río Cuarto (Inédito).
- Tibaldi, A.M., Demichelis A.H., Otamendi, J.E., 2002.** Deformación extensional en el área de arroyo corto, córdoba. ¿Evidencias de distensión al final del orógeno Pampeano?. *Avances en Microtectónica y Geología Estructural, Asoc. Geol. Arg., Serie D: Publicación ESPEC., N° 7:118-123.*
- Tibaldi, A.M. 2006.** Petrogénesis de rocas híbridas asociadas con plutonismo máfico en la Sierra de Comechingones, Córdoba, Arg. Tesis Doctoral, Facultad de Cs, Exactas Físico-químicas y Naturales, Univ. Nac. Río Cuarto, (inédita) 459 p., Río Cuarto.
- Tibaldi, A. M., Otamendi, J. E., Gromet, L. P. and Demichelis, A. H., 2008.** Sua Taco and Sol de mayo mafic complexes from eastern Sierras Pampeanas, Arg.: Evidence for the emplacement of primitive OIB-like magmas into deep crustal level at a late stage of the Pampean orogeny. *J.S. Am. Earth Sc., 26 (2): 172-187.*
- Tramannoni, P, C.L., 2008.** Estudio petro-estructural de la aureola de contacto en el área sur y sureste del batolito Cerro Áspero, Sierra de Comechingones, Córdoba. Depto. Geol., Univ. Nac. de Río Cuarto. 180p. (inédito).
- Uehara, S., Aoya, M., 2005.** Thermal model for approach of a spreading ridge to subduction zones and its implications for high-P/high-T metamorphism: Importance of subduction versus ridge approach ratio. *Tectonics 24, doi:10.1029/2004TC001715.*
- Villar, L.M., 1975.** Las fajas y otras manifestaciones ultrabásicas de la Republica Arg. y su significado metalogenético. *II Cong. Iberoam. Geol. Econ., Actas 3: 135-155.*
- Vujovich, G. y Kay, S., 1996.** Evidencias geoquímicas del origen y ambiente Geológico de las rocas metamórficas de composición máfica e intermedia de las Sierras Pampeanas Occidentales. *13° Cong. Geol. Arg., Actas 5:273-292.*



Autor: Emiliano Cacciavillani

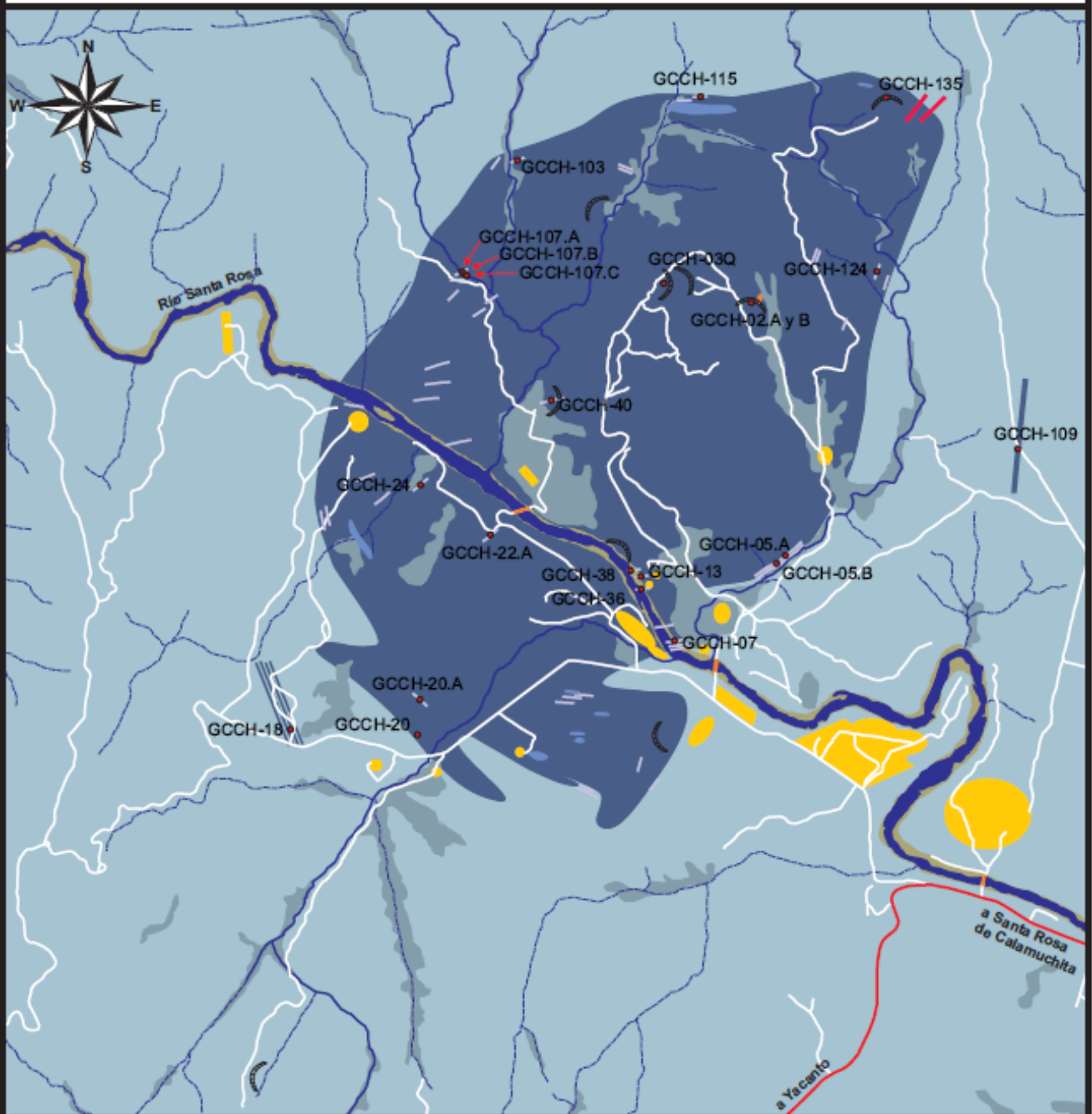


Mapa Localización de muestras pertenecientes al área del cuerpo "Gabro Cantera Champaquí"



Universidad Nacional de Río Cuarto
 Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales
 Departamento de Geología
 Año 2011

Anexo III:



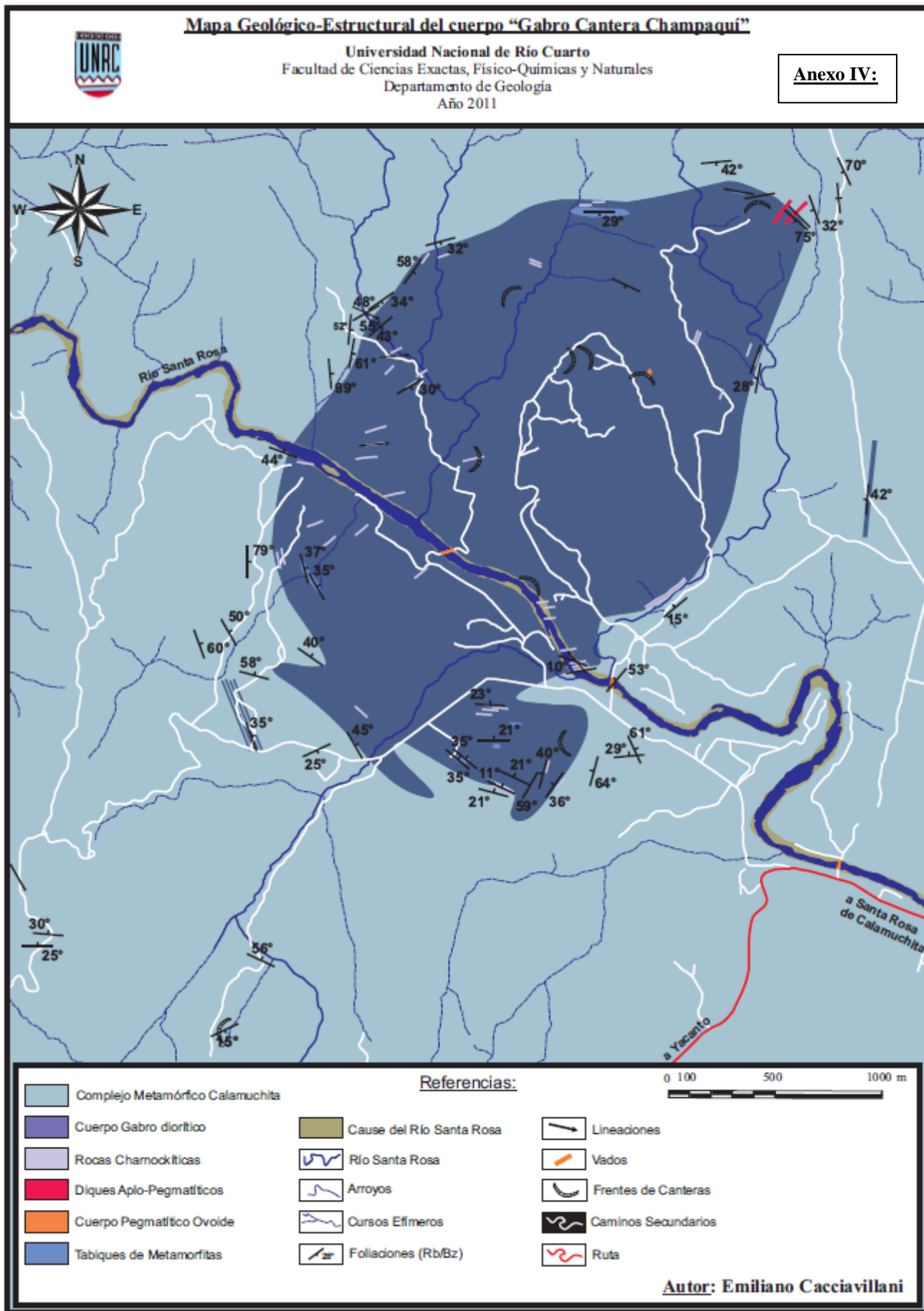
- Complejo Metamórfico Calamuchita
- Cuerpo Gabro diorítico
- Rocas Charnockíticas
- Diques Aplo-Pegmatíticos
- Cuerpo Pegmatítico Ovoides
- Tabiques de Metamorfitas
- Sedimentos Modernos

Referencias:

- Cause del Río Santa Rosa
- Río Santa Rosa
- Arroyos
- Cursos Efímeros
- Punto toma de muestra
- Vados
- Frentes de Canteras
- Acentamientos
- Caminos Secundarios
- Ruta



Autor: Emiliano Cacciavillani



Anexo V: Descripciones Petrográficas

Para realizar las descripciones petrográficas de las secciones delgadas obtenidas durante la etapa de laboratorio, se tuvieron en cuenta distintos parámetros fundamentales a observar para lograr dicho objetivo; como son patrón textural, composición mineralógica, microtexturas, granulometría, alteraciones, etc.

Las abreviaturas utilizadas para denotar los minerales presentes, fueron tomadas de la clasificación según Kretz (1983) y la composición de las plagioclasas fue estimada según el método de Michel Levy, para un conjunto de cristales de plagioclasas tomados de varios cortes delgados.

En cuanto al tamaño de grano, se tuvo en cuenta las siguientes granulometrías:

Tamaño de grano	(mm)
muy grueso	> 50 mm
grueso	<50 mm a > 5
medio	<5 mm a > 1
fino	<1 mm a > 0,1
muy fino	<0,1 mm a > 0,01

Ficha Petrográfica N° 1:

N° de Muestra: GCCH-02.A

- **Clasificación:** Cuarzodiorita
- **Textura:** Ígnea, inequigranular panidiomórfica, con un tamaño de grano grueso.
- **Observaciones:** Presenta una incipiente alteración sericítica.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Cpx, Bt, Qtz, Opx, Hbl.
 - ✓ **Accesorios:** Op, Ap, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Hbl, Ser.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₂₉):** Abundante, con cristales euhedrales a subhedrales, de bordes lobulados y rectos, y un tamaño de grano grueso y medio. Posee maclado polisintético y una alteración sericítica incipiente. Se destacan inclusiones de Ap, Op, Bt, Hbl, Cpx y Zr, como también texturas antipertítica en

Minerales	Abreviaturas
Actinolite	Act
Amphibole	Am
Anorthite	An
Apatite	Ap
Biotite	Bt
Calcite	Cal
Chlorite	Chl
Clinopyroxene	Cpx
Epidote	Ep
Hornblende	Hbl
Ilmenite	Ilm
Kaolinite	Kln
K-feldspar	Kfs
Opaque mineral	Op
Orthopyroxene	Opx
Plagioclase	Pl
Pyroxene	Px
Quartz	Qtz
Rutile	Rt
Sericite	Ser
Titanite	Ttn
Tremolite	Tr
Zircon	Zrn

parches (en cuyos parches de Kfs, donde a su vez, por sectores se observan exsoluciones de Qtz dando origen a una textura simplectítica. Otro tipo de textura importante es la poiquilítica (inclusiones de Cpx, Hbl, Op y Ap).

- **Clinopiroxeno:** el Cpx se halla como individuos subhedrales a anhedrales, con bordes lobulados a rectos y un tamaño de grano medio.
Presenta una alteración parcial a Hbl y se destacan inclusiones de Op, Bt, Pl, Ap y Opx.
- **Biotita:** Se encuentran como cristales subhedrales a euhedrales, con bordes lobulados a rectos y un tamaño de grano medio a fino.
Estos poseen inclusiones de Op, Ap, Cpx, Pl, y Qtz, en algunos individuos se da la presencia de texturas simplectíticas de Qtz-Bt.
Se observan coronas de reacción entre los cristales de Cpx que se encuentran como inclusiones en la Bt, ya que se produce la formación de una corona con dendritas de Op y a su vez se da la generación de un mineral no reconocido de hábito fibroso-radial que se dispone coronando al Cpx.
- **Cuarzo:** Estos individuos se presentan ocupando los intersticios cristalinos, con formas anhedras, bordes lobulados a rectos y un tamaño de grano medio a fino. Presentan inclusiones de Bt, Opx, Op y trenes de inclusiones fluidas.
- **Ortopiroxeno:** Estos se presentan con forma anhedral a subhedral, con bordes rectos e irregulares, y un tamaño de grano medio y fino.
Muestran un alto fracturamiento y algunos sufren una retrogradación parcial a Hbl.
Se observan inclusiones de Op, Pl y Ap, al igual que en algunos de los individuos se destacan texturas simplectítica de Qtz-Bt.
- **Hornblenda:** Se diferencian dos clases de individuos: a) aquellos producto de la alteración de Cpx y Opx, siendo anhedrales con bordes irregulares y de un tamaño de grano medio-fino, y b) cristales euhedrales de tamaño fino y medio, que se encuentran como inclusiones en Pl.
- **Opacos:** Se encuentran presentes como los minerales accesorios más abundantes, siendo anhedrales a subhedrales y con un tamaño de grano fino a medio fino.
Los de mayor tamaño se encuentran ocupando los intersticios cristalinos, formando parte de la matriz de la roca y los de menor tamaño se disponen como inclusiones en Pl, Cpx, Bt y Opx.
- **Apatito:** Abundante, por lo general se presentan como inclusiones euhedrales a subhedrales, con bordes rectos y un tamaño de grano fino a muy fino, en Pl, Cpx, Opx y Bt, o formando parte de los intersticio cristalinos con un tamaño de grano medio-fino.

- **Circón:** Hallados como minerales de formas bien euédras, poseen con bordes rectos y un tamaño de grano medio a fino.
Los más pequeños se encuentran como inclusiones en Pl y los de mayor tamaño se disponen en los intersticios cristalinos.

Ficha Petrográfica N° 2:

N° de Muestra: GCCH-02.B

- **Clasificación:** Cuarzodiorita
- **Textura:** La roca presenta una textura Ígnea, equigranular panidiomórfica, con un tamaño de grano medio-grueso.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Cpx, Qtz, Bt, Opx, Hbl.
 - ✓ **Accesorios:** Op, Ap, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Ser, Hbl.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₃₀):** Es el mineral principal más abundante, con cristales de formas subhedrales a euédrales, un tamaño de grano grueso a medio con y bordes rectos a lobulados.
Poseen por lo general un maclado polisintético, las cuales en sectores se encuentran acuñaadas, y en menor proporción se combinan con maclado de dos individuos.
Se presentan inclusiones de Bt, Ap, Op, Pl, Hbl, Cpx y Qtz, al igual que alteraciones, donde los individuos presentan una incipiente seritización. Algunos cristales manifiestan una textura poiquilítica (englobando Cpx, Op, Bt y Ap) y otros presentan textura antipertítica.
 - **Clinopiroxeno:** El mismo se encuentra como individuos euédrales a subhedrales, de bordes rectos a lobulados y con un tamaño de grano medio a fino.
La mayoría de los cristales presentan maclado de dos individuos, un fracturamiento medio e inclusiones de Op, Bt, Qtz y Ap. En cuanto a la alteración de los mismos, solo algunos sufren una retrogradación parcial a Hbl o a Bt, pero éste último es menos significativo.
 - **Cuarzo:** Se da como cristales anhédrales, con bordes lobulados y un tamaño de grano medio y fino. Los individuos se encuentran ocupando los intersticios cristalinos (destacados por presentar una textura consertal, ya que se da un interdigitado entre el

Qtz y el resto de los minerales que lo rodeen) o se disponen como inclusiones en Pl y Opx, Bt y Op. A su vez éstos poseen inclusiones de Cpx y Op.

- **Biotita:** Éstos se presentan con forma de tablillas, bordes rectos y lobulados o aserrados y con un tamaño de grano grueso y medio.
Estos poseen inclusiones de Op, Pl, Cpx, Qtz y Ap, hallándose formando parte de los intersticios cristalinos de la roca o como inclusiones en Pl y Qtz.
- **Ortopiroxeno:** Presentes como cristales de aspecto anhedral a subhedral, con bordes rectos y lobulados y con un tamaño de grano medio a fino. Se encuentran muy fracturados, con gran cantidad de inclusiones de Qtz, Op, Cpx, y Ap, como así también con una incipiente retrogradación a Bt.
El Opx se presenta principalmente formando parte de los intersticios cristalinos de la roca y en menor proporción, en algunos individuos de Pl se dan como inclusiones de grano muy fino.
- **Hornblenda:** Éste es el mineral principal menos abundante en la muestra, y se encuentra presente como inclusiones en Pl, con un tamaño de grano muy fino, de formas euhedras y caras bien definidas con bordes rectos o lobulados, o como retrogradación de clinopiroxeno.
- **Opacos:** Siendo el mineral accesorio más abundante, se presentan de formas anhedral y subhedral, con un tamaño de grano fino y muy fino, hallados como inclusiones en Pl, Px, Bt y Qtz.
Estos a su vez poseen inclusiones de Ap y Cpx, algunos cristales muestran inclusiones compuestas (Op esféricos incluidos de Cpx y ambos incluidos en un Op).
- **Apatito:** Los cristales de Ap se disponen como inclusiones en Pl, Cpx, Opx, Bt, Qtz y Op, siendo estos euhedrales, con caras bien definidas y un tamaño de grano fino y muy fino, o formando parte de los intersticios cristalinos, con individuos de formas euhedras a subhedral.
- **Circón:** Muy escaso en la roca (se halló un individuo en la sección delgada), de grano muy fino, euhedral y formando parte de los intersticios cristalinos de la misma.

Ficha Petrográfica N° 3:

N° de Muestra: GCCH-03.Q

- Clasificación: Tonalita Piroxénica

- **Textura:** Esta roca presenta una textura Ígnea, inequigranular hipidiomórfica, con un tamaño de grano medio-fino y grueso.

- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Cpx, Qtz, Bt, Opx, Hbl.
 - ✓ **Accesorios:** Op, Ap, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Ser, Hbl, Bt.

- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₃₀):** Abundante, se presenta como cristales subhedrales a anhedrales, con bordes rectos a lobulados y un tamaño de grano medio a fino.
Posee por lo general maclado polisintético y algunos individuos presentan maclado de dos individuos conjugado con el anterior mencionado.
Se destacan inclusiones de Ap, Op, Bt, Opx y Hbl, como así también alteración del tipo sericítica, presente de forma incipiente en los individuos.

 - **Clinopiroxeno:** Hallado de forma anhedral, con bordes rectos y un tamaño de grano medio a fino.
Los cristales muestran un marcado fracturamiento e inclusiones de Ap, Op, y Pl, como así también una retrogradación parcial a Hbl.

 - **Cuarzo:** Distribuido homogéneamente, se dan en menor abundancia que el Cpx. Los cristales son anhedrales, de bordes lobulados a rectos y con un tamaño de grano medio. Presentan inclusiones de Ap, Bt y Op.

 - **Biotita:** Se da como individuos de hábito laminar, con bordes irregulares y rectos, con un tamaño de grano grueso y medio, o muy fino cuando se encuentra como inclusiones en Pl y Qtz.
Se destaca la presencia de inclusiones de Ap, Op, Qtz, Pl y Cpx, también se observa una textura subofítica en los individuos de mayor tamaño, donde presentan continuidad óptica.

 - **Ortopiroxeno:** Se presenta con cristales subhedros, de bordes rectos y con un tamaño de grano medio a fino.
Se encuentra fracturado, con inclusiones de Ap, Op, Cpx y Pl, como así también con una incipiente retrogradación a Hbl y Bt.

 - **Hornblenda:** Los individuos se encuentran con formas euhedrales a subhedrales y con un tamaño de grano muy fino. Se presentan como inclusiones en Pl o producto de la retrogradación de piroxenos.

- **Opacos:** Son los minerales accesorios de mayor predominio en la muestra, con un tamaño de grano por lo general fino a muy fino, de formas anhedralas a subhedralas, con bordes irregulares y lobulados.
Se hallan como inclusiones en Pl, Cpx, Qtz, Bt y Opx, o como parte de la matriz de la roca.
- **Apatita:** Por lo general se presenta como inclusiones del tipo euhedrales a subhedralas, con bordes rectos y un tamaño de grano fino a muy fino, en Pl, Cpx, Qtz, Bt y Opx, o formando parte de la matriz con un tamaño de grano un poco mayor.
- **Circón:** Especie mineral muy poco cuantiosa, formando parte de la matriz, con un tamaño de grano muy fino y formas subhedralas a anhedralas.

Ficha Petrográfica N° 4:

N° de Muestra: GCCH-05.A

- **Clasificación:** Esquisto Máfico, retrogradado en facies de Esquistos Verdes.
- **Textura:** Roca con textura granoporfidoblástica panidiomórfica, con un tamaño de grano medio y menos significativo sectores con una textura granolepidoblástica.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Bt, Cpx, Opx, Qtz.
 - ✓ **Accesorios:** Ap, Op, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Ser, Chl, Tr-Ac, Ep.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₃₀):** Abundante, con cristales anhedralas a subhedralas, cuyos bordes son irregulares y presentan un tamaño de grano medio y fino.
Posee maclado polisintético, acuñado y/o difuso en algunos individuos, como así también se hallan inclusiones de Ap, Op, Opx, Bt, Cpx y Zrn, y en cuanto a alteraciones, los individuos presentan una pervasiva alteración sericítica.
 - **Biotita:** se Halla presente con un hábito laminar, bordes irregulares y aserrados y un tamaño de grano fino y muy fino. Estas se disponen orientada, lo que le da la esquistosidad a dicha roca. Presentan inclusiones de Ap y Op, como así también una retrogradación a Chl y generación de Ep de hábito grumoso.

- **Clinoanfíbol (Tremolita-Actinolita):** Siendo un mineral secundario, producto de la retrogradación de Px, se encuentra como individuos de hábito fibroso, dispuestos en forma radial o se encuentran como aglomerados granulares y un tamaño de grano muy fino. Dichos cristales son producto de la alteración de Cpx, generando bordes de reacción, donde se observa la retrogradación

Cpx ----- Tr-Ac ----- Chl

- **Clinopiroxeno:** Los individuos se presentan forma anhedral, de bordes irregulares y con un tamaño de grano medio-fino.
- **Ortopiroxeno:** Se halla como cristales de aspecto subhedral a anhedral, de bordes irregulares y con un tamaño de grano medio-fino y muy fino en aquellos sectores donde se presentan como inclusiones en Pl.
Se dan inclusiones de Op y Zrn, como así también se encuentran con halos de alteración, debido a que se dan procesos de uralitización en los individuos.
- **Cuarzo:** Éste mineral, se halla en un tamaño de grano fino a muy fino, de forma anhedral, constituyendo parte de la matriz de la roca, y en aquellos sectores de mayor retrabajo textural, se da la generación de subgranos, con un tamaño de grano muy fino.
- **Apatita:** Los cristales se disponen como inclusiones en Pl, Bt y Hbl, siendo estos euhedrales, con bordes cristalinos rectos y un tamaño de grano fino.
- **Opacos:** Poseen un tamaño de grano muy fino y fino, de formas anhedral principalmente y subhedral, hallados como inclusiones en Pl, Opx y Bt o en los intersticios cristalinos.
- **Circón:** Escasos, de tamaño de grano muy fino, euhedros y presentes como inclusiones en Pl y Opx.

Ficha Petrográfica N° 5:

N° de Muestra: GCCH-05.B

- **Clasificación:** Mangerita
- **Textura:** Ígnea, porfírica inequigranular hipidiomórfica, de grano grueso.
- **Observaciones:** Presenta fenocristales de Kfs de hasta 2 cm de longitud en su eje mayor.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Bt, Opx, Kfs, Qtz.

- ✓ **Accesorios:** Ap, Op, Zrn.
- ✓ **Alteración:** Ser, Tr-Ac, Chl, Bt, Rt.

- **Características de los minerales:**

- **Plagioclasa (An₃₀):** Siendo el principal mineral formador de la matriz de la roca, se presenta con cristales euhedrales a subhedrales, con bordes rectos e irregulares y un tamaño de grano medio.
Poseen maclado polisintético, como así también inclusiones de Ap, Bt, Qtz, y Zrn con un tamaño de grano fino, y una incipiente alteración sericítica, que llega a tornarse pervasiva en algunos granos. En cuanto a texturas, se da la presencia de textura antipertítica en parches y en otros individuos donde se da el contacto con los fenocristales de Kfs, se generan mirmequitas. Del mismo modo se observan texturas antirapakivi, dado por una corona de Kfs en continuidad óptica con la Pl.
- **Biotita:** Se presentan formando parte de la matriz de la roca, con un tamaño de grano medio a medio-fino o como inclusiones en fenocristales de Kfs, con un tamaño de grano muy fino.
Los individuos poseen forma subhedra, bordes irregulares y rectos, y un fuerte pleocroísmo (de pardo claro a pardo-rojizo claro). Se destacan inclusiones de Ap, Op y Zrn, como así también una incipiente cloritización de los individuos, volviéndose pervasiva.
En cuanto a microtexturas, en ellos se destacan intercrecimiento de Qtz en bordes de Bt (simplectíticas), también en algunos se da una textura sagenítica, dado por el crecimiento de agujas de rutilo.
- **Ortopiroxeno:** Siendo constituyente de la matriz de la roca, éste se halla en menor proporción que la Bt, presentándose como individuos subhedros y anhedros, con bordes rectos e irregulares, y con un tamaño de grano medio-fino y fino.
Estos poseen inclusiones de Op, Ap y Pl, en sus bordes a su vez, se destacan halos de alteración integrados por tremolita-actinolita y clorita, cuyos centros retrogradan incipientemente a Bt, como así también una desferrización de los mismos, denotado por una coloración rojiza sobre éstos.
- **Feldespato Potásico:** Se presente en la matriz de la roca, con un tamaño de grano fino, de formas anhedras a subhedras, y en ellos se distinguen texturas pertítica en cintas. Del mismo modo se hallan como fenocristales de hasta 2 cm de longitud en su eje mayor, orientados según el sentido del flujo magmático. Los fenocristales presentan formas subhedras a euhedras, y bordes irregulares, presentan inclusiones de Bt, Ap y Op, maclado de dos individuos y un difuso desarrollo de maclado del tipo enrejado. En cuanto a microtexturas, éstos poseen pertitas en forma de cintas, al igual que bordes

corroídos y texturas tipo rapakivi, debido a que se presenta de forma discontinua contorneando a los cristales de Kfs.

- **Cuarzo:** Es el mineral primario menos abundante, presente con un tamaño de grano muy fino, con cristales anhedral, con una típica extinción ondulosa. Se hallan presentes en los intersticios cristalinos, formando parte de la matriz de la roca.
- **Apatita:** Abundantes, y de homogénea distribución, se encuentran con un tamaño de grano muy fino y de formas euhedras, presentes como inclusiones en Pl, Bt, Opx, Kfs y Op, o como constituyente de la matriz.
- **Opacos:** Se lo encuentra de dos subtipos distintos: a) con un tamaño de grano medio, de formas anhedral a subhedral, alojados en los intersticios cristalinos. b) con un tamaño fino a muy fino, dispuestos como inclusiones en Bt, Opx y Kfs.
- **Circón:** Individuo hallado en muy baja proporción, con un tamaño de grano muy fino, de forma subhedral y presente como inclusiones en Pl.

Ficha Petrográfica N° 6:

N° de Muestra: GCCH-07

- **Clasificación:** Jotunita
- **Textura:** Ígnea, inequigranular hipidiomórfica de grano medio.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Cpx, Bt, Kfs, Opx.
 - ✓ **Accesorios:** Op, Ap, Zrn, Ttn.
 - ✓ **Alteración:** Chl, Ser, Ep, Tr-Ac, Bt, Hbl, Qtz, Cal.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₂₈):** Abundante, de individuos subhedral y anhedral, con bordes rectos y lobulados, y un tamaño de grano medio, fino y muy fino.
Presentan generalmente un maclado polisintético, el cual se torna difuso en algunos individuos y conjuga con maclado de dos individuos, también se hallan inclusiones de Ap, Cpx, Op, Bt y Plg.
Los cristales por lo general presentan una pervasiva alteración sericítica, junto a una incipiente epidotización, con desarrollo de cristales de grano muy fino de Ep, del mismo modo que una generación de Clinoanfíbol (tremolita-actinolita) de grano muy fino y de hábito fibroso-radial.

- **Clinopiroxeno:** Se presenta de formas euhedras a subhedras, con bordes rectos y lobulados, y un tamaño de grano medio.
En algunos de ellos se observa un maclado de dos individuos, al igual que inclusiones de Ap, Op y Chl. La alteración q se hallan en los individuos de dicha roca, es una incipiente retrogradación a Hbl y Bt, en donde también se encuentran texturas de recristalización *in situ* de Cpx, denotado por contactos triples entre los granos, con bordes bien rectos.
- **Clorita:** Se halla producto de la retrogradación de la Bt, encontrándose con un habido laminar, de bordes aserrados e irregulares, y un tamaño de grano medio y fino.
Poseen inclusiones de Op y segregados irregulares de Qtz. Producto de la saussuritización de la Bt, se da la retrogradación a Chl y generación de titanita, debido a la liberación de titanio de la Bt, como así también Ep, gracias a la circulación de fluidos pos-magmáticos ricos en Calcio.
- **Biotita:** Presente formando parte de intersticios cristalinos de la roca, producto de la retrogradación de piroxenos y anfíbol o como inclusiones en Pl y Kfs, sin alterarse, de formas euhedras y un tamaño de grano muy fino.
- **Feldespato Potásico:** Se observa como individuos anhedral a subhedral, de bordes lobulados e irregulares, y un tamaño de grano medio y fino.
Los mismos se presentan sin desarrollo de maclas y con una extinción ondulosa, dándose la presencia en ellos de inclusiones de Bt, Ap, Op y Chl, como así también una alteración sericítica de carácter incipiente.
- **Ortopiroxeno:** Este es el mineral formador de la roca menos cuantioso, exhibiendo una forma subhedra, de bordes lobulados a rectos y un tamaño de grano medio y fino.
Poseen inclusiones de Op y una incipiente retrogradación a Hbl y Bt.
- **Opacos:** Se distinguen dos subtipos de individuos anhedral a subhedral: a) de tamaño de grano medio y medio-fino, los cuales se alojan en los intersticios cristalinos y, b) con un tamaño de grano muy fino, presentes principalmente como inclusiones en Pl, Cpx, Chl, Opx y Kfs.
- **Apatita:** Presente como inclusiones de grano muy fino, de formas euhedrales, con caras cristalinas bien definidas, en Pl, Cpx, Kfs y Op, o formando parte de los intersticios cristalinos.
- **Calcita y Cuarzo:** Los cristales se localizan en fracturas o venillas donde se alojan como cristales anhedral, con bordes rectos a lobulados y un tamaño de grano fino a muy fino.

- **Circón:** El mismo se presenta con un tamaño de grano muy fino y alojado en los intersticios cristalinos de la roca.

Ficha Petrográfica N° 7:

N° de Muestra: GCCH-13

- **Clasificación:** Charnockita enriquecida en cuarzo.
- **Textura:** Ígnea, equigranular alotriomórfica, de grano medio-fino.
- **Observaciones:** No se da el desarrollo de fenocristales de Kfs, se destaca un bandeo composicional y textural, dado por sectores integrados por Qtz + Pl + Kfs y muy pocos mafitos, de grano medio, y sectores con un tamaño de grano fino y medio-fino, con mayor predominio de Bt y Opx.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Qtz, Kfs, Pl, Bt, Opx.
 - ✓ **Accesorios:** Ap, Op, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Ser, Chl, Bt, Rt.
- **Características de los minerales:**
 - **Cuarzo:** Es el mineral dominante en la roca, presente en individuos anhedral, con bordes lobulados y rectos en menor proporción, con un tamaño de grano medio y fino. Estos se encuentran con inclusiones de Bt, Zrn, Ap y Pl, como así también el Qtz se exhibe en otros minerales como inclusiones en Kfs y Pl.
 - **Feldespato Potásico:** Se encuentra con un tamaño de grano medio, de forma anhedral a subhedral y bordes lobulados. En ellos se da la presencia de un maclado del tipo enrejado de aspecto difuso en general, como así también se hallan inclusiones de Qtz, Pl, Bt, Ap, Zrn y Op. En lo referido a microtexturas, en éstos se dan perfitas en cintas en la mayoría de los individuos y texturas poiquilítica dadas por numerosas inclusiones de Qtz anhedral, Pl, Bt y Ap.
 - **Plagioclasa (An₃₂):** Se presentan con un tamaño de grano medio-fino a muy fino, cristales anhedral y subhedral, con bordes lobulados. Poseen maclado polisintético, inclusiones de Ap, Op y Bt, como así también de carácter localizado en algunos individuos se da una pervasiva alteración sericítica y microtexturas mirmequíticas.
 - **Biotita:** Se hallan principalmente distribuidos en las bandas con tamaño de grano medio-fino, y orientadas de forma paralelas al bandeo.

Las Bt, se presentan como tablillas subhedras y anhedras en menor proporción, con bordes rectos y lobulados, y un tamaño de grano muy fino a fino. Poseen inclusiones de Op anhedros y pequeñas agujas de rutilo, dando origen a una textura sagenítica, y también ellos se observa una incipiente cloritización.

Estas se encuentran principalmente alojados en los intersticios cristalinos de la roca o como inclusiones en Qtz, Kfs y Pl.

- **Ortopiroxeno:** Se encuentran en individuos subhedrales a anhedrales, con bordes lobulados e irregulares y con un tamaño de grano medio y fino, hallándose muy fracturados y con inclusiones de Op y Qtz.
También en ellos se observa una desferrización de los granos, dado por una coloración pardo-amarillenta de los individuos, como así también una incipiente retrogradación a Hbl o Bt.
- **Apatita:** Siendo los minerales accesorios más abundantes, se encuentran como inclusiones en Qtz, Pl y Kfs, siendo de formas euhedras, de bordes rectos y un tamaño de grano muy fino.
- **Opacos:** Presentes principalmente en sectores próximos a Bt y Opx, formando parte de los intersticios cristalinos, producto de la alteración de los minerales mencionados, con un tamaño de grano muy fino y bordes irregulares. También se presentan como inclusiones de grano muy fino en Kfs, Bt y Opx.
- **Circón:** Se encuentran como inclusiones en Qtz, siendo cristales anhedrales a subhedrales, con bordes redondeados y un tamaño de grano fino.

Ficha Petrográfica N° 8:

N° de Muestra: GCCH-18

- **Clasificación:** Tonalita Piroxénica
- **Textura:** Ígnea, equigranular hipidiomórfica, de grano fino, con zonas porfírica y tamaño de grano grueso.
- **Observaciones:** Presenta fenocristales de Cpx de hasta 7mm de longitud en su eje mayor.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Qtz, Cpx, Opx, Hbl.
 - ✓ **Accesorios:** Ap, Op, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Ser, Bt, Hbl, Qtz.

- **Características de los minerales:**

- **Plagioclasa:** Se presenta como cristales subhedros a anhedros, un tamaño de grano fino a muy fino, hallándose con el típico maclado polisintético, de forma difusa, con así también pero de menor frecuencia, se presentan cristales con maclado de dos individuos.

La mayoría de los individuos de Pl muestran un textura poiquilítica, definida por un sin número de inclusiones de Qtz, Ap, Op, Hbl y Zrn.

En cuanto a alteraciones, solo se observa una incipiente y muy localizada alteración sericítica.

- **Cuarzo:** Se halla como individuos de tamaño de grano fino y por sectores medio-grueso, anhedros, con bordes lobulados y con extinción ondulosa.

Los mismos se encuentran con inclusiones de Hbl, Pl y Ap, formando parte de la matriz de la roca o como inclusiones en Pl y Cpx.

- **Clinopiroxeno:** Se presenta como cristales de formas subhedras a anhedras, con bordes rectos y lobulados, con un tamaño de grano fino, medio y grueso en menor frecuencia.

Aquellos de mayor tamaño presentan una textura poiquilítica, dada por la presencia de inclusiones de Pl, Op y Zrn. En cuanto a alteraciones, solo se da una incipiente retrogradación a Bt y Hbl, junto a exsoluciones goticulares de Qtz.

- **Ortopiroxeno:** Este se encuentra de formas subhedrales y anhedrales, de bordes rectos y en menor proporción lobulados, con un tamaño de grano medio-fino a fino.

Presentan inclusiones de Pl, Qtz y Op, como así también exsoluciones goticulares e irregulares de Qtz en centro y bordes de los cristales de Opx.

- **Hornblenda:** Mineral hallado como individuos euhedros, con un tamaño de grano muy fino y presente como inclusiones en Pl y Qtz, o producto de la retrogradación de clinopiroxeno.

- **Apatita:** Siendo el mineral accesorio más abundante y distribuido homogéneamente, presenta un tamaño de grano muy fino, de forma euhedra y subhedra, y se encuentran como inclusiones en Pl y Qtz o alojado en los intersticios cristalinos.

- **Opacos:** Se presentan de formas anhedras, bordes rectos y lobulados, con un tamaño de grano fino y muy fino. El mismo se encuentra como inclusiones en Pl, Cpx y Opx, pero principalmente formando parte de la matriz de la roca.

- **Circón:** El mismo presenta en forma de inclusiones ovoideas en Pl y Cpx, con un tamaño de grano muy.

Ficha Petrográfica N° 9:

N° de Muestra: GCCH-20

- **Clasificación:** Diorita Hornblendo-biotítica
- **Textura:** Ígnea, inequigranular hipidimorfica de grano medio.
- **Observaciones:** Presenta una pervasiva alteración sericítica.

- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Hbl, Bt, Cpx, Opx
 - ✓ **Accesorios:** Op, Ap, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Ser, Qtz, Hbl, Ep.

- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₃₂):** Se encuentra en cristales de tamaño medio a grueso, con formas subhedrales a anhedros, presentando maclado polisintético, acuñado y difuso, mientras que por sectores se observa una sutil extinción zonada.
A su vez se dan inclusiones de Ap, Op, Bt, Hbl y una pervasiva alteración sericítica en la mayoría de los individuos, como así también epidotización.
 - **Hornblenda:** Se halla como cristales anhedrales a subhedrales de tamaño medio en general. Se hallan como inclusiones en Pl o producto de la retrogradación de clinopiroxenos. La hornblenda encuentra en diferentes orientaciones cristalográficas, con fracturas irregulares e inclusiones de Pl, Op, Bt, Ap y Zrn.
 - **Biotita:** Los cristales se exhiben en formas subhedrales a anhedrales, con bordes rectos a lobulados y un tamaño de grano medio, al igual que con inclusiones de Op.
 - **Clinopiroxeno:** Se presenta como individuos anhedrales a subhedrales y de un tamaño de grano medio.
Presentan inclusiones de Op y Pl, al igual que una incipiente retrogradación a Hbl, con generación de Qtz goticular y en menor proporción, solo en algunos individuos una marcada desferrización.
 - **Ortopiroxeno:** Presente como cristales de diferentes tamaños, desde medio a pequeño, anhedrales a subhedrales, formando parte de la matriz.

- **Opacos:** Son los minerales accesorios más abundantes, siendo anhedrales a subhedrales, los primeros de tamaño medio, conformando parte de la matriz de la roca y ubicados en los intersticios de la misma. Los de formas subhedrales poseen un tamaño de grano fino y se presentan como inclusiones en Hbl, Bt y Pl.
- **Apatito:** Mineral hallado en un tamaño de grano fino y cristales euhedros, presentes como inclusiones en Pl y Hbl.
- **Epidoto:** Se encuentra en baja proporción, como producto de la alteración de Pl o formando parte de la matriz, con un tamaño de grano fino, cristales subhedrales a anhedrales, de bordes rectos y lobulados.

Ficha Petrográfica N° 10:

N° de Muestra: GCCH-20.A

- **Clasificación:** Mangerita
- **Textura:** Inequigranular hipidiomórfica de grano medio.
- **Observaciones:** Presenta fenocristales de Kfs de hasta 3cm aproximadamente y se observan inclusiones goticulares de sulfuros.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Bt, Hbl, Kfs, Opx, Qtz, Cpx
 - ✓ **Accesorios:** Op, Ap y Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Ser, Chl, Hbl, Cal.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₂₆):** Este se presentan como cristales de formas subhedrales y anhedrales, con un tamaño de grano medio. Poseen maclado polisintético y en sectores acuñadas, dándose en algunos casos la combinación según ley albita y periclino. Los individuos se encuentran con una pervasiva alteración sericítica, como así también carbonatización y cloritización pero en menor medida. Presentan texturas antipertítica en manchas o parches y en otros individuos ésta es acompañada de una textura poiquilítica, como así también inclusiones de Op, Bt, Ap y Hbl.
 - **Biotita:** Esta posee bordes rectos y lobulados, siendo cristales subhedrales, anhedrales y en menor frecuencia euhedrales.

Se presentan como individuos de tamaño medio a fino, con inclusiones de Ap, Op y Zrn, observándose en la mayoría de los cristales una textura sagenítica, dada por la presencia de agujas de rutilo.

- **Hornblenda:** Se encuentra con un tamaño de grano medio y fino, de formas subhedral y anhedral. Se halla como inclusión en Pl y Kfs o producto de la retrogradación de clinoporoxeno. Presenta inclusiones de Op, Bt, Pl, Ap y algunos de los individuos se encuentran cloritizados.
- **Feldespato Potásico:** Se distingue principalmente dos tipos de individuos: a) con un tamaño de grano medio, subhedros y anhedral, conformando parte de la matriz de la roca. y b) de mucho mayor tamaño (fenocristales de hasta 3cm aproximadamente de longitud) con bordes lobulados, los cuales presentan maclado de dos individuos. En estos se destacan: texturas peritética en manchas y cintas, texturas poiquilítica definida por un gran número de inclusiones (Bt, Op, Hbl, Pl, Opx y Zrn), como así también bordes corroídos y una incipiente alteración sericitica y carbonatización.
- **Ortopiroxeno:** Los individuos son subhedral y anhedral, de bordes rectos y lobulados, con un tamaño de grano medio y fino, encontrándose muy fracturados. Presentan inclusiones de Op y Pl, al igual que una pervasiva carbonatización y desferrización localizada, lo cual le otorga a los mismos una coloración rojiza.
- **Cuarzo:** Hallado en agregados cristalinos de tamaño fino a medio, posee bordes engolfados, rectos y lobulados, relleno los espacios inter-cristalinos de la roca.
- **Clinopiroxeno:** Se presenta como cristales subhedral y anhedral, con un tamaño de grano medio-fino, en los cuales se observa una pervasiva carbonatización y retrogradación a Hbl.
- **Opacos:** Este mineral se halla de formas anhedral a subhedral, con un tamaño de grano fino a medio-fino, en forma de inclusiones o formando parte de los intersticios cristalinos de la roca.
- **Apatita:** Es el segundo mineral accesorio más abundante en la muestra, presentándose de formas euhedral a subhedral, con un tamaño de grano fino y de homogénea distribución como inclusiones en Pl, Hbl, Bt y Op.
- **Calcita:** Este mineral se presenta relleno de pequeñas fracturas en la roca, con un tamaño de grano muy fino, donde por sectores es acompañada de clorita.

- **Circón:** Se halla de forma euhedral a subhedral, con un tamaño de grano muy fino en aquellos individuos que se presentan como inclusiones en Bt y Kfs o formando parte de la matriz de la roca, con un tamaño de grano fino.
- **Clorita:** Se encuentra principalmente como cristales de grano medio-fino, subhedros y presentes en la matriz, o al igual que la calcita, éste se presenta rellenando microfracturas, posee un tamaño de grano muy fino y se da con un habito radial en sectores de mayor espacio y con un habito fibroso-laminar en zonas más estrechas.

Ficha Petrográfica N° 11:

N° de Muestra: GCCH-22.A

- **Clasificación:** Opdalita o Charnoenderbita.
- **Textura:** Ígnea, inequigranular hipidiomórfica de grano medio-grueso.
- **Observaciones:** No se da la presencia de fenocristales y presenta pequeñas inclusiones goticulares de minerales opacos.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Bt, Qtz, Kfs, Opx, Cpx.
 - ✓ **Accesorios:** Ap, Op, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Ser, Cal.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₃₂):** Los cristales se encuentran distribuidos homogéneamente, con un tamaño de grano medio, bordes lobulados y en menor medida rectos, siendo individuos subhedros y anhedros.
Presentan inclusiones de Ap, Op, Bt y Opx, al igual que maclado polisintético y de dos individuos, donde por sectores se vuelve acuñado.
En cuanto a alteraciones, en los cristales se da una seritización incipiente y por sectores pervasiva.
 - **Biotita:** Se observa como individuos de tamaño medio y grueso, subhedros a anhedros. Poseen inclusiones de Ap, Op, Opx y Zrn, destacándose pequeños lentes de Calcita, elongados paralelos a las folias de algunos cristales de Bt.
 - **Cuarzo:** Este se presenta en cristales anhedros, con un tamaño de grano medio y fino, cuyos bordes son lobulados y por sectores rectos.
Los individuos presentan la típica extinción ondulosa, como así también inclusiones de Ap, Opx y Pl.

- **Feldespatos Potásicos:** Se da como cristales subhedrales y anhedrales de tamaño medio. La mayoría se presenta sin desarrollo de maclas y algunos individuos poseen maclado de dos individuos, dando se en ellos inclusiones de Ap, Opx, Op y Bt.
- **Ortopiroxeno:** Distribuidos homogéneamente en el corte delgado, se encuentran en menor proporción que el Kfs y con un tamaño medio-fino en relación a los anteriores minerales descriptos. La forma de los Opx es subhedral a anhedral, con bordes lobulados y rectos.
Poseen inclusiones de Op, Bt, Zrn y Qtz; en cuanto a alteraciones, en ellos se destaca una incipiente cloritización y carbonatización, siendo por sectores pervasiva, en aquellos cristales muy fracturados, dificultando su identificación.
- **Clinopiroxeno:** Este se presenta en cristales subhedrales y anhedrales, y con un tamaño medio a fino.
- **Apatito:** Siendo los minerales accesorios más abundante y presentes como inclusiones en Bt, Pl, Kfs y Qtz, poseen formas euhedrales y caras bien definidas.
- **Opacos:** son los segundos minerales accesorios de mayor dominio en la muestra, se hallan en dos subtipos: a) como inclusiones, de formas euhedras y subhedras, con bordes rectos e irregulares, poseen un tamaño de grano medio-fino a fino, y b) opacos presentes como diminutas esferas o de forma goticular (blebs), incluidas en Pl, Kfs y en menor proporción en Qtz.
- **Circón:** Se encuentra como cristales subhedros y anhedros, y un tamaño de grano muy fino.
- **Calcita:** Siendo el mineral accesorio menos abundante, se presenta con un tamaño de grano muy fino y formando pequeños lentes elongados entre las folias de Bt.

Ficha Petrográfica N° 12:

N° de Muestra: GCCH-24

- **Clasificación:** Jotunita
- **Textura:** Ígnea, inequigranular hipidiomórfica, de grano medio.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Bt, Cpx, Kfs, Opx
 - ✓ **Accesorios:** Ap, Op, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Tr-Ac, Hbl, Ser, Kln, Chl, Ep, Cal, Qtz, Bt.

- **Características de los minerales:**

- **Plagioclasa:** Abundante, conformando una matriz de cristales con un tamaño de grano medio-fino y algunos de mayor tamaño, llegando a ser individuos de grano medio. Poseen forma subhedral y anhedral, con bordes rectos e irregulares, maclado polisintético, siendo por sectores difusas y acuñadas. Se dan inclusiones de Ap, Op y Bt, junto a una incipiente alteración sericítica. En aquellos sectores donde se da la presencia de microfracturas, la alteración se torna pervasiva, siendo del tipo sericítica, caolinítica, carbonática y en menor proporción epidótica en algunos individuos de Pl. También se da la formación de tremolita-actinolita, con una tamaño de grano muy fino y de hábito fibroso-radial en la Pl.
- **Hornblenda:** Siendo producto de la retrogradación de piroxenos, éste se presenta con una tamaño de grano medio y medio-fino por sectores. La Hbl posee formas subhedral y anhedral, con bordes rectos e irregulares, pudiéndose observar por sectores contactos triples, producto de una recristalización in situ. Poseen inclusiones de Pl, Op y Ap, al igual que una retrogradación a Bt por sectores.
- **Biotita:** Presenta forma de tablitas, con bordes rectos e irregulares. Se dan inclusiones de Ap y Op, al igual que una pervasiva cloritización e incipiente epidotización y carbonatización por sectores.
- **Clinopiroxeno:** Se encuentra con un tamaño de grano medio-fino, bordes rectos e irregulares y con formas euhedrales a subhedral. Presenta inclusiones de Op y Ap, al igual que una incipiente seritización y carbonatización, tornándose pervasiva en algunos individuos y observándose en otros una leve retrogradación a Hbl.
- **Feldespato Potásico:** Presente como cristales anhedral a subhedral y un tamaño de grano medio-fino. Estos por lo general se encuentran sin desarrollo de maclas, salvo en algunos individuos donde se distinguen maclado del tipo enrejado, y una sutil extinción ondulosa. El Kfs presenta inclusiones de Op y Ap, al igual que una incipiente alteración caolinítica y carbonatización.
- **Ortopiroxeno:** Se encuentra como cristales subhedral y anhedral, bordes rectos e irregulares y un tamaño de grano fino y medio-fino. Los mismos se dan con inclusiones de Op y una incipiente carbonatización, la cual llega a tornarse pervasiva en muchos otros individuos.

- **Apatito:** Siendo el accesorio más abundante, se presenta con forma euhedral a subhedral y un tamaño de grano muy fino. Se disponen formando parte de la matriz de la roca o como inclusiones en Pl, Hbl, Bt, Cpx y Kfs.
- **Opacos:** Se los puede diferenciar en dos subtipos: a) opacos de grano medio-fino, de formas anhedral y con inclusiones de Bt, Pl y Hbl, formando parte de los intersticios cristalinos. b) opacos de grano muy fino y fino, de formas subhedral y anhedral, constituyendo principalmente parte de las inclusiones en Pl, Hbl, Bt, Cpx, Kfs y Opx.
- **Clinoanfíbol (Tremolita-Actinolita):** Se presenta de forma muy localizada y producto de la alteración de Pl, con un tamaño de grano muy fino y un hábito fibroso-radial.
- **Circón:** Éste forman parte de los intersticios cristalinos de la roca, con un tamaño de grano medio y fino, cuyas formas van de euhedral a subhedral y en menor proporción anhedral.
- **Calcita y Cuarzo:** Éstos, de hábito cristalino y tamaño de grano muy fino, se localizan rellenando micro-fracturas en la roca.

Ficha Petrográfica N° 13:

N° de Muestra: GCCH-36

- **Clasificación:** Jotunita
- **Textura:** Ígnea, inequigranular hipidiomórfica, de grano medio, y en sectores granolepidoblástica de grano medio-fino.
- **Observaciones:** Presenta fenocristales de Kfs de hasta 8mm aproximadamente en su eje mayor.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Bt, Qtz, Opx, Kfs, Cpx, Hbl.
 - ✓ **Accesorios:** Ap, Op, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Hbl, Ser, Bt.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₃₂):** Posee forma subhedral y anhedral, con bordes lobulados y rectos en menor medida, cuyo tamaño varía entre medio y fino. Éstos presentan por lo general maclado polisintético, aunque algunos por sectores se encuentran difusas y acuñadas o conjugadas con maclado de dos individuos.

Las inclusiones que poseen son de Op, Bt, Ap, Hbl, Qtz y Zrn, observándose texturas poiquilíticas (Hbl, Bt, Op y Ap), al igual que una incipiente seritización.

- **Biotita:** Está como individuos de formas subhedras y anhedras, de bordes rectos y lobulados.
El tamaño de grano varia de medio a muy fino en aquellos sectores principalmente donde se da la presencia de una textura granolepidoblástica. En cuanto a inclusiones se refiera, los mismos poseen Ap, Op, Zrn, Pl y Qtz.
- **Cuarzo:** Es el tercer mineral de mayor proporción en la roca, siendo de formas anhedras, con bordes lobulados y un tamaño de grano medio y fino. Presentan inclusiones de Ap, Op, Hbl, Bt y Cpx.
- **Ortopiroxeno:** Hallado como individuos de un tamaño de grano medio y fino, poseen formas subhedras y anhedras, de bordes lobulados e irregulares, en los cuales se observa un fuerte pleocroísmo (de levemente rozado a rosa pálido oscuro). Presentan inclusiones de Op, Qtz, Ap y Pl, como así también una incipiente retrogradación a Hbl y Bt, llegando a ser por sectores de carácter pervasiva la retrogradación a Hbl.
- **Feldespato Potásico:** El mismo se presenta de dos formas: a) formando parte de la matriz de la roca, con un tamaño de grano medio, subhedros y anhedros, con bordes lobulados e irregulares. Poseen inclusiones de Ap, Hbl y Bt, al igual que una incipiente alteración sericítica. Se presentan sin desarrollo de maclado por lo general, solo se les observa una extinción levemente sonada y en algunos otros se distingue un maclado de dos individuos. b) como fenocristales de hasta 8 mm aproximadamente de longitud, de formas subhedras y bordes lobulados e irregulares. Los mismos presentan maclado de dos individuos, microtextura perfitica en parches, bordes corroídos e inclusiones de Bt (las cuales se encuentran algunas cloritizados) y Op, al igual que una incipiente seritización.
- **Clinopiroxeno:** Se encuentra presente de formas subhedras y anhedras, con bordes rectos a irregulares y un tamaño de grano medio-fino y fino. En sectores se hallan contactos triples entre Cpx, dado por una recristalización estática de los mismos. Posee inclusiones de Pl, Op y Zrn, del mismo modo que una incipiente retrogradación a Hbl, lo cual llega a tornarse de carácter pervasivo.
- **Hornblenda:** Éste se encuentra presente como inclusiones en Pl, Qtz y Kfs, con un tamaño de grano muy fino, siendo cristales euhedros y por lo general con caras cristalinas bien formadas o producto de la retrogradación de piroxenos.

- **Apatito:** Es el mineral accesorio más abundante, presente con formas subhedral y euhedral, y con un tamaño de grano muy fino.
Se hallan como inclusiones en Pl, Bt, Qtz, Opx y Kfs, al igual que formando parte de la matriz de la roca.
- **Opacos:** Se hallan presente como inclusiones de grano muy fino en Pl, Qtz, Bt, Opx, Kfs y Cpx, o formando parte de la matriz de la roca, con un tamaño de grano fino a medio-fino.
Ambos de formas anhedral y en menor proporción subhedral, de bordes irregulares, lobulados o rectos en los individuos más pequeños. Los de mayor tamaño poseen en algunos casos inclusiones de Pl, Ap y Cpx.
- **Circón:** Es el mineral accesorio hallado en menor proporción, con un tamaño de grano fino, cuya forma varía entre individuos euhedrales y subhedral, siendo encontrados los mismos como inclusiones o formando parte de la matriz de la roca.

Ficha Petrográfica N° 14:

N° de Muestra: GCCH-38

- **Clasificación:** Jotunita.
- **Textura:** La roca presenta un bandeo composicional y textural, en el cual se diferencian zonas (melanocráticas) con textura inequigranular hipidiomórfica, con un tamaño de grano medio a grueso, compuesta mayormente por minerales máficos y grandes placas de Bt, y zonas (leucocráticas) con textura granolepidoblástica y un tamaño de grano medio-fino, dominado por Pl, tabillitas de Bt y en menor medida Kfs.
- **Observaciones:** Roca con presencia de pequeños enclaves máficos, los cuales corresponderían a las zonas mencionadas como melanocrática, identificados al ser observados en muestras de mano y afloramientos.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Bt, Kfs, Qtz, Opx, Cpx.
 - ✓ **Accesorios:** Ap, Op, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Hbl, Ser y Chl.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₄₆):** Abundante y de mayor predominio en las zonas leucocráticas, conformando una matriz de cristales medio a fino, subhedral y anhedral.

Presentan en general maclado polisintético, dándose por sectores difusas y acunadas. Los mismos poseen inclusiones de Bt, Op, Hbl, Qtz y Zrn, al igual que una incipiente alteración sericítica. Se destacan texturas antipertíticas en parches o manchas.

En el sector melanocrático se destacan la presencia de uniones triples entre cristales de Pl, dado por recristalización estática.

- **Biotita:** Se encuentra como cristales subhedros conformando tablillas y anhedralos con bordes irregulares a lobulados, en forma de placas irregulares.
Los cristales con un tamaño de grano medio-grueso y fino, presentan inclusiones de Ap, Op, Pl, Opx, Cpx y Zrn. En sectores donde la Bt está en contacto con Kfs se da una cloritización de los individuos, observándose patrones de reabsorción producto de un desequilibrio químico entre ambos.
- **Feldespato Potásico:** Se presenta como cristales subhedros a anhedralos de diferentes tamaños, desde fino a medio y sin desarrollo de maclas.
En ellos se destaca una textura pertítica en parches, inclusiones de Bt, minerales máficos no distinguidos por su reducido tamaño y Pl, junto con una incipiente alteración sericítica.
- **Cuarzo:** Éste se encuentra restringido únicamente al sector melanocrático, con cristales de tamaño medio y fino en menor proporción, de bordes lobulados a rectos en sectores. Se dan inclusiones de Ap y Bt, pero en muy escasa proporción y solo en algunos individuos.
- **Ortopiroxeno:** Está como individuos subhedros a anhedralos, cuyo tamaño de grano varía de medio a fino. Presentan un importante fracturamiento, donde en algunos sectores facilita la alteración parcial a Hbl, tornándose pervasiva en otros. Posee inclusiones de Op y Pl.
En sectores donde está en contacto con Pl, se observan procesos de reabsorción, debido a un contraste químico, generando una cloritización en los bordes de Opx hacia la Pl.
- **Hornblenda:** Éste mineral se presenta producto del remplazo de Cpx, por lo que se lo considera un mineral secundario, presentándose como cristales subhedros y anhedralos, de tamaño medio-fino y grueso en la zona denominada melanocrática. En ellos se dan inclusiones de Pl y Bt.
- **Clinopiroxeno:** Es el mineral principal menos abundante en la muestra, manifestándose como individuos subhedros a anhedralos, con un tamaño de grano medio-fino. Estos poseen inclusiones de Op y Bt, y al igual que el Opx presenta una incipiente retrogradación a Hbl.

- **Apatito:** Mineral accesorio más abundante, de bordes rectos y caras bien definidas, siendo cristales euhedros y subhedros., dando los mismos como inclusiones en Bt, Pl y Qtz.
- **Opacos:** Encontrándose los mismos como inclusiones de tamaño fino-medio ó en las zonas de espacios intercrystalinos, con un tamaño de grano medio.
- **Circón:** Es el accesorio menos cuantioso, de tamaño fino y formas subhedras, presentándose a modo de inclusiones en minerales tales como Bt y Pl.

Ficha Petrográfica N° 15:

N° de Muestra: GCCH-40

- **Clasificación:** Opdalita o Charnoenderbita.
- **Textura:** Ígnea, equigranular a inequigranular hipidiomórfica por sectores, de grano grueso.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Bt, Qtz, Kfs, Opx, Cpx, Hbl.
 - ✓ **Accesorios:** Ap, Op, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Hbl, Ser, Bt.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₃₄):** Posee forma subhedral y anhedral, con bordes lobulados a rectos y un tamaño de grano medio y grueso.
Presenta maclado polisintético, los cuales por sectores se acuñan o tornan difusas, otras maclas que se reconocen son las de dos individuos conjugadas con las anteriormente mencionadas, distinguiéndose también extinción zonada por sectores.
Se dan inclusiones de Opx, Op, Hbl, Bt y Ap, como así también una incipiente alteración sericítica en algunos individuos, texturas antipertíticas en parches o manchas y en menor proporción individuos de Pl con uniones triple, debido a recristalización estática.
 - **Biotita:** Se da en cristales de formas anhedrales y subhedrales, de bordes rectos e irregulares, un tamaño de grano grueso y muy grueso, y presentando inclusiones de Op, Ap, Pl, Opx y Zrn.
 - **Cuarzo:** Presente de forma anhedra, con bordes lobulados, posee un tamaño de grano medio-grueso y posee inclusiones de Bt₁, Ap, Op y Opx.

- **Feldespató Potásico:** Se halla con un tamaño de grano medio, se presenta de forma anhedral a subhedral, con bordes rectos y lobulados, y sin desarrollo de maclas. El mismo posee inclusiones de Ap, textura perfitica en parches y una incipiente alteración sericítica, muy localizada.
- **Ortopiroxeno:** Presente en un tamaño de grano medio y grueso, posee bordes rectos e irregulares y muy fracturado. Se destacan inclusiones de Pl y Op, como así también una retrogradación parcial a Hbl, llegando a ser por sectores total. A su vez se observan exsoluciones irregulares de Qtz y una retrogradación parcial a Bt.
- **Clinopiroxeno:** Se da con un tamaño de grano medio, bordes rectos y lobulados. Posee inclusiones de Op, Ap y Pl, con una incipiente retrogradación a Hbl, la cual por sectores llega a tornarse muy marcada.
- **Hornblenda:** Ésta se observa como inclusiones en Pl, de formas subhedralas y euhedralas, con bordes rectos y lobulados y con un tamaño de grano muy fino a fino o producto de la retrogradación de piroxenos.
- **Apatita y Opacos:** Ambos se presentan como inclusiones o formando parte de la matriz de la roca. El Apatito posee un tamaño de grano fino y opacos variando de un tamaño fino-muy fino a medio, de bordes irregulares a lobulados.
- **Circón:** Presente como inclusiones en Bt y de un tamaño de grano muy fino, con bordes rectos y lobulados.

Ficha Petrográfica N° 16:

N° de Muestra: GCCH-103

- **Clasificación:** Jotunita.
- **Textura:** Ígnea, equigranular hipidiomórfica.
- **Observaciones:** Presenta una pervasiva alteración sericítica.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Cpx, Bt, Kfs, Qtz, Opx.
 - ✓ **Accesorios:** Op, Ap, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Ser, Chl, Cal, Tr-Ac, Hbl, Ep, Qtz, Bt.

- **Características de los minerales:**

- **Plagioclasa (An₃₆):** Se presenta como individuos de formas subhedras, bordes irregulares y rectos, y con una granulometría variante entre media y media-fino. Poseen maclado polisintético, presentándose por sectores acunadas y difusas. También se suelen presentar cristales donde el maclado se conjuga con el de dos individuos. Se dan inclusiones de Op, Opx, Ap y Bt, al igual que una incipiente seritización, donde por sectores se tornan pervasiva debido a la presencia de microfracturas en la roca, lo cual conlleva una fuerte seritización, carbonatización, incipiente epidotización y generación de tremolita-actinolita de grano muy fino y de habito fibroso-radial.
- **Clinopiroxeno:** Se presenta de formas subhedras, bordes irregulares, lobulados y escasos rectos, con un tamaño de grano fino y en algunos se distingue un maclado de dos individuos. Los mismos presentan una incipiente retrogradación a Hbl y Bt, al igual que inclusiones de Op.
- **Biotita:** Se halla con un tamaño de grano fino a muy fino, de formas subhedras (tablillas) y anhedras (placas irregulares), con bordes rectos e irregulares. Se destacan inclusiones de Op y Ap, como así también una incipiente retrogradación a Clorita.
- **Feldespato Potásico:** Se presenta como granos subhedros y anhedros, con un tamaño de grano fino a muy fino. Se dan inclusiones de Op, Cpx, Bt y Ap, y una incipiente seritización de los individuos.
- **Cuarzo:** Se encuentra formando parte de los intersticios cristalinos de la roca, con un tamaño de grano fino y muy fino, de formas anhedras, bordes lobulados e irregulares, una típica extinción ondulosa e inclusiones de Ep y Ap, o dispuestos en microfracturas con un tamaño de grano muy fino a criptocristalino.
- **Ortopiroxeno:** Es el mineral principal menos cuantioso en la muestra, hallándose el mismo de formas subhedras a euhedras, con bordes rectos y lobulados, y un tamaño de grano fino. Poseen en algunos casos el desarrollo de maclado de dos individuos. Estos presentan segregados subsféricos de Qtz, reconcentraciones irregulares de Fe, al igual que una incipiente retrogradación a Hbl, como así también una pervasiva carbonatización y cloritización.
- **Opacos:** Mineral accesorio dominante, de formas anhedras y bordes irregulares a lobulados, con un tamaño de grano fino y muy fino. Presentan inclusiones de Opx, Pl y Qtz.

Los individuos de mayor tamaño se hallan formando parte de los intersticios cristalinos de la roca y los menores por lo general se presentan como inclusiones en Pl, Cpx, Bt y Kfs.

- **Apatito:** Conformando individuos euhedros, éstos se encuentran con un tamaño de grano muy fino, presentes como inclusiones y en menor medida formando parte de los intersticios cristalinos de la roca.
- **Clinoanfíbol (tremolita-actinolita):** Se encuentra como agregados fibrosos, de tamaño muy fino, dispuestos como en un entramado cristalino de fibras o agujas, dejando visible el relictos de bordes rectos de lo que fue probablemente un mineral primario máfico. También se presenta con un hábito fibroso-radial, de grano muy fino, producto de la alteración de la Pl.
- **Calcita:** Éste se halla localizado en determinados sectores, rellenando microfracturas de la roca, con un tamaño de grano muy fino.
- **Clorita:** Posee un tamaño de grano muy fino, se encuentra al igual que la calcita, rellenado es el espacio de microfracturas de la roca o producto de la retrogradación de Bt y Opx.
- **Circón:** Es el mineral accesorio menos abundante en la roca, con un tamaño de grano fino, siendo individuos euhedros y con caras bien definidas, alojados en los espacios intercristalinos.

Ficha Petrográfica N° 17:

N° de Muestra: GCCH-107.A

- **Clasificación:** Mangerita.
- **Textura:** Presenta una textura Ígnea, granoporfidoblastica y por sectores granular, de grano medio.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Bt, Kfs, Cpx, Opx, Qtz.
 - ✓ **Accesorios:** Ap, Op, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Hbl, Ser, Chl, Cal, Bt.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₂₆):** Posee individuos de formas anhedras y muy escasos subhedros, tamaño de grano medio y por sectores fino.

Presentan maclado polisintético, con algunas maclas acuñadas y difusas, observándose por sectores extinción zonada y maclas levemente flexuradas.

Se destacan inclusiones de Ap, Bt y Op, alteración sericítica y carbonática incipiente, siendo en algunos cristales de carácter pervasivo en cuanto a la seritización.

Una de las texturas reconocidas en los individuos son antipertitas con forma de parches o manchas.

- **Biotita:** La biotita se presenta de forma subhedra, con aspecto de tablillas y en menor frecuencia anhedrales, ambas por lo general orientadas y dispuestas en los contornos de los individuos de Pl y Kfs, dando lugar a la mencionada textura de la roca. Posee inclusiones de Ap y Op, al igual que una incipiente cloritización.
- **Hornblenda:** Siendo un mineral secundario producto de la retrogradación de Cpx, se encuentra con un tamaño de grano medio a fino y en menor proporción en tamaño grueso. Estos muestran formas subhedrales, con bordes lobulados a irregulares y en sectores euhedrales, con caras bien definidas. Este posee inclusiones de Ap y Op, junto con una incipiente retrogradación a Bt, igual que una pervasiva carbonatización pero solo en algunos individuos, donde solo se preserva nada más que la forma externa de los mismos.
- **Feldespato Potásico:** Presenta forma anhedral, un tamaño de grano medio y sin desarrollo de maclado. El mismo presenta inclusiones de Bt, Ap y Op, texturas pertíticas en algunos individuos y una incipiente alteración sericítica, tornándose en algunos casos pervasiva.
- **Clinopiroxeno y Ortopiroxeno:** Ambos se presentan con un tamaño de grano medio a fino, forma subhedral y anhedral. Estos se encuentran siendo alterados parcialmente a Hbl, hallándose en algunos casos mucho más marcado y quedando solo algunos sectores del mineral original preservado.
- **Cuarzo:** Es el mineral principal menos cuantioso en la muestra, encontrándose algunos cristales con un tamaño de grano fino, presentan extinción ondulosa, bordes lobulados y ocupando los intersticios cristalinos.
- **Apatito:** Mineral accesorio dominante. Se presenta de forma euhedral y subhedral, con un tamaño de grano fino, distribuidos homogéneamente y presentes como inclusiones en Pl, Hbl, Bt, Kfs, y Op.
- **Opacos:** Se llegan a distinguir dos clases: a) de un tamaño de grano medio y medio-fino, ubicados en los espacios intercristalinos de la roca y con inclusiones de Ap. y b)

opacos con un tamaño de grano fino, presentes como inclusiones en Pl, Bt, Hbl, Kfs, Cpx y Opx.

- **Clorita:** Éste se encuentra producto de la retrogradación de Bt_{1y2} , con un habito laminar, bordes aserrados e irregulares, y un tamaño de grano fino.
- **Circón:** Siendo el accesorio menos frecuente, se presenta como individuos de gran tamaño (de 0,5 a 1,5 mm) y muy fracturados.

Ficha Petrográfica N° 18:

N° de Muestra: GCCH-107.B

- **Clasificación:** Roca máfica alterada.
- **Textura:** Ígnea, equigranular hipidiomórfica y por sectores granolepidoblastica, de grano medio.
- **Observaciones:** Presenta una pervasiva alteración por recirculación de fluidos, generando así diversos tipos de alteraciones en la roca, lo cual deja escasos indicios de la mineralogía primaria.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Kfs.
 - ✓ **Accesorios:** Ap, Op, Zrn, Ttn.
 - ✓ **Alteración:** Tr-Ac, Hbl, Ser, Chl, Cal, Ep, Qtz.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa:** Abundante, de cristales con un tamaño de grano medio-grueso a medio, dominando éste último y con formas subhedras a anhedras.
Se encuentran con maclado polisintético, donde por sectores se muestran acuñaadas y difusas y de dos individuos. En cuanto a microtexturas, solo se halla la presencia de antipertitas.
Los mismos presentan una pervasiva seritización, carbonatización incipiente y epidotización incipiente, denotado por la presencia de pequeños cristales de epidoto en Pl. También se da una generación de finos cristales, de hábito acicular-radial de tremolita-actinolita. La Pl posee inclusiones de Op, Ap y Zrn.
 - **Feldespato Potásico:** Es el segundo mineral principal distinguible en la roca. Éste se encuentra con un tamaño de grano medio a medio-fino, bordes lobulados e irregulares y formas anhedras a subhedras.

Por lo general no presenta desarrollo de maclado, solo una extinción ondulosa-zonada, al igual que maclado del tipo enrejado pero de aspecto difuso y en algunos individuos. Se distinguen a su vez inclusiones de Ap y una pervasiva alteración sericítica.

- **Clinoanfibol (Tremolita-Actinolita):** Es el mineral secundario que domina, con un tamaño de grano muy fino, de forma euhedral a subhedral y de aspecto fibroso-radial. Los mimos se dan en Pl y Kfs, producto de la alteración de los mismos, dispuestos aleatoriamente y generando un aspecto de entramado de cristales.
- **Clorita:** Éste se encuentra como láminas o tablillas, subhedras y anhedras, donde en sectores se aprecian en habito radial, con un tamaño de grano medio-fino a fino y de fuerte pleocroísmo.
La Clorita presentan inclusiones de Op, Ap y Zrn, al igual que se lo encuentra relacionado con otros minerales, como son titanita, epidoto, calcita y un mineral de aspecto grumoso y de alto relieve, no distinguible debido a su tamaño de grano muy fino.
- **Apatito:** Se encuentra con un tamaño de grano fino y muy fino, forma euhedral y subhedral. Este se dispone como inclusiones de tamaño muy fino en Pl, Kfs, Chl y Hbl ó alojados en los intersticios cristalinos de la roca, siendo individuos de grano fino.
- **Opacos:** Se han identificado dos subtipos de opacos principalmente: a) como inclusiones en Pl, Kfs, Hbl y Chl, con un tamaño de grano fino, de formas subhedras, anhedras y en menor frecuencia euhedros, b) en los intersticios de la roca, con un tamaño de grano medio-fino y fino, de formas anhedras, cuyos bordes van desde irregulares a rectos con menor frecuencia.
- **Epidoto:** Se da en distintos tamaños de grano, desde muy fino a medio, con bordes irregulares a rectos y formas anhedras a subhedras.
Se distinguen tres subtipos de Epidoto principalmente: a) con un tamaño de grano muy fino y presentes en Pl, producto de su alteración. b) con un tamaño de grano medio y medio-fino, formando parte de intersticios cristalinos de la roca o presente en zonas de fracturas, sector donde se presentan los individuos de mayor tamaño. c) con un tamaño de grano muy fino, de aspecto grumoso y formando unas especies de ramilletes de pequeños cristales, los cuales se encuentran relacionados principalmente a la Clorita como intercrecimientos paralelos a las folias o cortando las mismas.
- **Titanita:** La misma se da con un tamaño de grano muy fino, de formas subhedras a anhedras y relacionada a la Chl y Ep de aspecto grumoso.

- **Circón:** Es el mineral accesorio de menor abundancia en la muestra, con un tamaño de grano muy fino a fino y presente como inclusiones en Pl y Chl.
- **Hornblenda:** Siendo un mineral generado producto de la retrogradación de minerales máficos que constituían dicha roca, se encuentra distribuido homogéneamente, con un tamaño de grano medio y medio-fino, de formas subhedral y en menor medida anhedral.
Se da la presencia de inclusiones de Op, Ap y Zrn, también se observan exsoluciones goticulares de Qtz y una pervasiva carbonatización de los individuos.
- **Cuarzo:** Éste se presenta producto de la removilización y cristalización del sílice, dándose así con un tamaño de grano muy fino y en determinados sectores, como son los espacios intercristalinos de la roca, o en el caso de los cristales de Hbl, como exsoluciones irregulares dentro o en los bordes del mismo.

Ficha Petrográfica N° 19:

N° de Muestra: GCCH-107.C

- **Clasificación:** Diorita Piroxénica
- **Textura:** Ígnea, granular y por sectores granoporfidoblástica, de grano medio.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Bt, Cpx, Opx, Qtz, Hbl.
 - ✓ **Accesorios:** Op, Ap, Zrn, Ttn.
 - ✓ **Alteración:** Hbl, Ser, Chl, Cal, Ep, Bt.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₃₁):** Se halla de forma subhedral y anhedral, con bordes lobulados a irregulares y un tamaño de grano medio.
Presenta generalmente maclado polisintético, siendo en algunos casos individuos acuñados y difusos. Los mismos poseen inclusiones de Bt, Op, Ap y Hbl, alteración sericítica incipiente y pervasiva en algunos casos, como así también una incipiente carbonatización.
 - **Hornblenda:** El mismo es clasificado como un mineral secundario, ya que se encuentra producto de la retrogradación de Cpx, con un tamaño de grano medio y fino, de forma anhedral a subhedral. En menor proporción se halla como inclusiones en Pl, teniendo un origen primario magmático, de forma euhedral y tamaño de grano fino a muy fino. En las primeras se destacan inclusiones de Op y Pl, como si también retrogradación a Bt.

- **Biotita:** Posee un tamaño de grano medio-fino, subhedros y con forma de tablillas. En estos se observan inclusiones de Op, Zrn y Ap, al igual que una incipiente cloritización en algunos individuos.
- **Clinopiroxeno:** Presenta formas subhedras a anhedralas, con un tamaño de grano medio-fino. Los mismos se encuentran siendo reemplazados incipientemente a Hbl y por sectores se da una incipiente carbonatización.
- **Ortopiroxeno:** Se halla con un tamaño de grano medio a fino, posee formas subhedras y anhedralas. Exhibe inclusiones de Op y se destaca una incipiente retrogradación a Hbl, la cual llega a tornarse en algunos casos pervasiva.
- **Cuarzo:** Es el mineral principal menos abundante en la muestra, con un tamaño de grano fino. Presenta forma anhedrala, con bordes lobulados e irregulares y se ubican en los espacios intercristalinos, formando parte de la matriz.
- **Opacos:** Se presentan dos subtipos principalmente, diferenciados por su tamaño y posición cristalina que ocupan en la roca: a) opacos con tamaño de grano medio-fino, con bordes irregulares y lobulados, alojados en los intersticios de la roca. b) con un tamaño de grano fino a muy fino, de formas elípticas, rectangulares y en menor medida irregulares, presentes como inclusiones en Hbl, Bt, Pl y Cpx.
- **Apatito:** Presentando formas euhedras y subhedras, poseen un tamaño de grano fino a medio-fino y dispuestos como inclusiones en Pl y Bt o formando parte de la matriz de la roca.
- **Titanita:** Se halla de formas subhedras y anhedralas, y un tamaño de grano variable entre muy fino a 1mm en los individuos más grandes, Los cristales más pequeños, se presentan con bordes irregulares a lobulados y muy fracturados, mientras que los de mayor tamaño, poseen bordes rectos y en sectores irregulares, distinguiéndose en algunos individuos el particular maclado de la esfena.
- **Epidoto y Circón:** Ambos son los minerales de menor abundancia, siendo de formas anhedralas, muy fracturados y con un tamaño de grano fino. Estos se presentan formando parte de la matriz de la roca o en el caso del Zr, algunos individuos se presentan como inclusiones en Bt₁.

Ficha Petrográfica N° 20:

N° de Muestra: GCCH-109

- **Clasificación:** Cuarzogabro anfibólico.
- **Textura:** Inequigranular a granonematoblástica de grano medio.
- **Microestructura:** Bandeado composicional, dado por una alternancia de capas ricas en Hbl y capas ricas en Cpx y Opx.

- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Cpx, Hbl, Opx, Qtz, Bt.
 - ✓ **Accesorios:** Op, Ap, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Hbl, Ser, Bt.

- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₅₅):** Abundante, conformando una matriz de grano medio y medio-fino, siendo cristales subhedros y anhedros, de bordes lobulados y en menor medida rectos. Presenta por lo general maclado polisintético, por sectores difusas y acuñadas, o con extinción sonada y sin desarrollo de macla. Se dan inclusiones de Hbl, Opx, Ap y Op, al igual que una incipiente alteración sericítica pero muy localizada en algunos individuos.

 - **Clinopiroxeno:** Se encuentra como individuos anhedros a subhedros, de bordes rectos y lobulados, y con un tamaño de grano medio. Algunos de ellos alcanzan un tamaño de 4 mm, en los cuales se observa una continuidad óptica. Presentan inclusiones de Pl y Op, al igual que una incipiente alteración a Hbl en algunos cristales.

 - **Hornblenda:** Éste es el mineral que da origen a la textura granonematoblástica. Aparece mayormente como cristales subhedros y con un tamaño de grano medio a medio-fino. Se han identificado dos subtipos principalmente: a) como inclusiones en Pl, y b) de mucho grano medio, producto de la retrogradación de Cpx, los cuales a su vez se encuentran en sectores con bordes retrogradando a Bt.

 - **Ortopiroxeno:** Se presenta como cristales subhedros y anhedros, con bordes lobulados a rectos y un tamaño de grano medio y medio-grueso en aquellos individuos que poseen continuidad óptica, (alcanzando los 6 mm), lo que genera en la textura un aspecto de mallado poiquilítico de Opx.

Presentan inclusiones de Pl y Op, como así también una incipiente alteración a Hbl en algunos cristales.

- **Cuarzo:** Éste se encuentra con un tamaño de grano muy fino, de formas anhedralas, con bordes lobulados y rectos. El mismo forma parte de la matriz de la roca y se presenta distribuido homogéneamente.
- **Biotita:** Está presente por lo general en las bandas compuestas por anfíboles y distribuidas paralelas a ellas.
Posee un tamaño de grano fino a muy fino, apareciendo como láminas elongadas y euhedras, alojados en los intersticios cristalinos de la roca o producto de la retrogradación de Hbl.
- **Opacos:** Es el mineral accesorio más abundante, distribuido homogéneamente, con un tamaño de grano fino a muy fino, de formas anhedralas y subhedralas.
Los mismos se dan en forma de inclusiones en Pl, Cpx y Opx, o intersticios de la roca.
- **Apatito:** Posee un tamaño de grano muy fino, de formas subhedralas a euhedras, y presentes como inclusiones en plagioclasa o alojados en los intersticios cristalinos.
- **Circón:** Se halla con un tamaño de grano muy fino, de forma subhedrala u presente en los intersticios cristalinos.

Ficha Petrográfica N° 21:

N° de Muestra: GCCH-115

- **Clasificación:** Opdalita o charnoenderbita.
- **Textura:** Ígnea, inequigranular hipidiomórfica de grano medio-groeso.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Bt, Opx, Qtz, Kfs, Cpx.
 - ✓ **Accesorios:** Op, Ap, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Hbl, Ser, Bt, Qtz.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₄₉):** Posee un tamaño de grano grueso y en menor proporción de grano medio, de formas subhedralas a euhedras, con bordes rectos y lobulados.
Presentan por lo general maclado polisintético y en otros éstas se acuñan o se vuelven difusas. También poseen una incipiente alteración sericítica, inclusiones de Op, Ap, Bt y

Opx, al igual que en algunos individuos se da la presencia de textura antiperitítica en parches.

- **Hornblenda:** Éste es el segundo mineral más abundante en la roca, el cual debe su origen producto de la retrogradación de Opx, siendo esto reconocido porque por sectores se observan relictos del Opx (mineral primario). A su vez la Hbl se encuentra por en algunos individuos retrogradando a Bt.
La Hbl posee un tamaño de grano medio-grueso, formas subhedral y anhedral, con bordes rectos y lobulados. Presenta inclusiones de Ap, Op y Pl, y en bordes o centro de algunos cristales se observan exsoluciones de Qtz, de forma irregular o goticular.
- **Biotita:** Se encuentra con un tamaño de grano medio y fino, de forma subhedral y anhedral. Muestra inclusiones de Op, Pl, Ap y Hbl; del mismo modo la Bt se presenta incluida en Pl, Qtz y Kfs.
- **Ortopiroxeno:** Se halla con un tamaño de grano grueso y fino, siendo individuos muy fracturados y de formas anhedral y subhedral, Posee inclusiones de Op, al igual que una incipiente retrogradación a Hbl, llegando a ser pervasiva en otros casos. En estos también se distingue una desferrización, evidenciado por coloraciones rojizas sobre los individuos.
- **Cuarzo:** Conformando parte de la matriz de la roca, éste se presenta de forma anhedral, con bordes lobulados y rectos, y un tamaño de grano medio-fino y fino. Posee una típica extinción ondulosa e inclusiones de Op y Bt.
- **Feldespato Potásico:** Éstos se exhiben con un tamaño de grano medio, de formas anhedral, cuyos bordes son lobulados e irregulares, carecen de maclado y solo se les observa una extinción sonada en algunos individuos.
Algunos de los cristales presenta una incipiente alteración sericítica, y en ellos se destaca también inclusiones de Op, Ap y Bt.
- **Clinopiroxeno:** Siendo el mineral principal menos abundante en la muestra, éste posee un tamaño de grano medio, forma subhedral y anhedral en menos proporción, con bordes irregulares y lobulados.
Presenta inclusiones de Op, Pl y Ap, al igual que una incipiente desferrización y retrogradación a Hbl.
- **Opacos:** Siendo el mineral accesorio más abundante, se distingue principalmente tres subtipos: a) individuos de formas irregulares, con un tamaño de grano medio-fino, conformando parte de la matriz de la roca, b) granos con un tamaño fino a medio-fino, de formas ovoides, rectangulares e irregulares, presentes por lo general como

inclusiones en Hbl, Pl, Bt, Opx y Cpx, c) individuos de formas goticulares (*blebs*) y tamaño muy fino, presentes como inclusiones en Pl.

- **Apatito:** Éste se encuentra con un tamaño de grano medio-fino y fino, forma euhedras y presentas en la roca como parte de la matriz o como inclusiones en Pl, Hbl, Bt, Kfs y Cpx.
- **Circón:** Es el mineral accesorio menos frecuente, siendo individuos anhedros y subhedros, de bordes lobulados y rectos, con un tamaño de grano medio-fino y hallado en la matriz de la roca.

Ficha Petrográfica N° 22:

N° de Muestra: GCCH-124

- **Clasificación:** Farsundita enriquecida en plagioclasa
- **Textura:** Ígnea porfírica, inequigranular hipidiomórfica, de grano medio y grueso.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Bt, Kfs, Qtz, Opx.
 - ✓ **Accesorios:** Op, Ap, Zrn.
 - ✓ **Alteración:** Ser, Chl, Tr-Ac, Hbl, Ep.
- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa:** Es el mineral más abundante, de formas subhedras y anhedras, con bordes lobulados a irregulares y en menor medida rectos, de grano medio-fino hasta individuos de grano medio. Presentan por lo general maclado polisintético, estando combinado en algunos casos con la de dos individuos y en otros observadas difusas y/o acuñadas. Poseen inclusiones de Bt, Ap y Op, al igual que una incipiente alteración sericítica, la cual llega a tornarse por sectores de carácter pervasivo. También se distinguen microtexturas, como son antipertitas y mirmequitas debido al intercrecimiento de dos fases al mismo tiempo (Qtz-Pl).
 - **Biotita:** Se halla con un tamaño de grano medio y medio-fino, cuyas formas varían entre individuos anhedros y subhedros. Por lo general se encuentran orientadas y dispuestas en los contornos de los granos o como inclusiones en Pl y Kfs. Se observan microtexturas del tipo simplectíticas (Qtz-Bt), como así también se destacan inclusiones de Ap, Op y Zrn.

Los individuos se encuentran en algunos sectores retrogradando a cloritas, la cual llega a tornarse de carácter pervasivo.

- **Feldespato Potásico:** Se hallan como cristales anhedral a subhedral, con bordes lobulados a irregulares, un tamaño de grano variable entre medio y grueso a medio-fino y ausencia de maclado. Estos presentan inclusiones de Bt y Ap, desarrollo de microtexturas tales como pertitas en parches y con forma de cintas en algunos individuos.
- **Cuarzo:** Éste aparece con un tamaño de grano fino y localmente muy fino, formas anhedral y presentando una típica extinción ondulosa.
El mismo se encuentra por sectores, formando parte de la matriz de la roca, con inclusiones de Bt y Ap. Se reconocen texturas simplectíticas, debido a una intercrecimiento de Bt-Qtz, como así también mirmequitas (Qtz-Pl)
- **Ortopiroxeno:** Éste mineral se encuentra totalmente alterando a tremolita-actinolita y a Hbl, y solo observables o reconocibles por hallarse individuos de Opx de grano fino por sectores.
- **Opacos:** Es el mineral accesorio dominante, presentándose los mismos en distintos tamaños, desde muy fino generalmente como inclusiones en Bt y Pl, hasta de grano medio-fino, formando parte por lo general de la matriz.
- **Apatito:** Se presenta con un tamaño de grano fino a muy fino, con formas euhedras. Presentes como inclusiones en Pl, Bt y Kfs, como así también formando parte de la matriz en dicha roca.
- **Clinoanfíbol (tremolita-actinolita):** Dichos minerales se encuentran generados a expensas de la retrogradación de Opx. Presentan un hábito fibroso, con un tamaño de grano muy fino y dispuesto como agregados cristalinos.
- **Circón:** Presente en algunos sectores de la muestra, con un tamaño de grano fino y muy fino, de formas euhedrales a subhedral, hallados como inclusiones en Bt o formando parte de la matriz de la roca.
- **Epidoto:** Distribuido en determinados sectores de pequeñas fracturas y sus ramificaciones, presente con un tamaño de grano fino a muy fino y con cristales de formas anhedral a subhedral, los cuales a su vez se encuentran relacionados espacialmente a cloritas.

Ficha Petrográfica N° 23:

N° de Muestra: GCCH-135

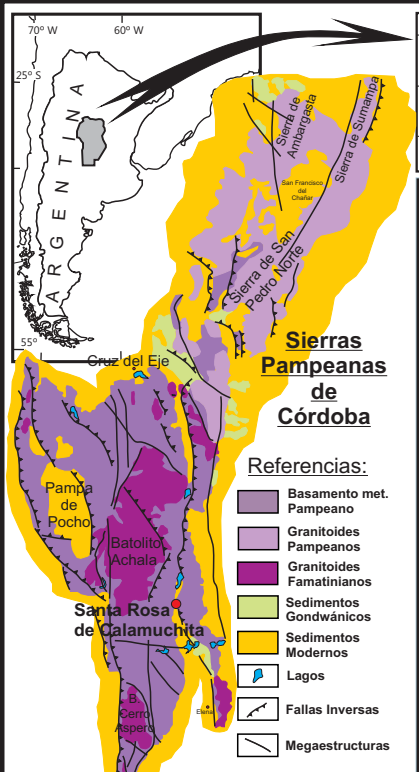
- **Clasificación:** Gabro Biotítico.
- **Textura:** Ígnea, subofítica de grano grueso.
- **Composición mineral:**
 - ✓ **Principales:** Pl, Bt, Opx, Cpx.
 - ✓ **Accesorios:** Op, Ap.
 - ✓ **Alteración:** Hbl, Ser, Qtz.

- **Características de los minerales:**
 - **Plagioclasa (An₅₃):** Mineral dominante, presentando formas subhedrales y anhedrales, tamaño de grano medio y grueso, donde algunos de ellos poseen inclusiones de Bt, Op y Ap. Presentan maclado polisintético, con algunos individuos en donde se les observa un acuñamiento del maclado y otros donde el maclado es de dos individuos conjugado con éste primero. Por sectores en algunos cristales se distingue una extinción ondulosa. En cuanto a microtexturas, en ellos se dan antiperititas en parches y en otros una textura poiquilítica, con inclusiones de Bt, Op y Ap.
 - **Hornblenda:** Considerado un mineral secundario producto de la retrogradación de piroxenos, se halla como cristales subhedros a anhedros, de gran tamaño (desde 1 a 8 mm). Estos generan una textura subofítica, debido al crecimiento de los mismos entre cristales de Pl, con continuidad óptica. Presentan inclusiones de Op, Pl y Bt. Las evidencias que se observan y dan certeza de un origen secundario, son relictos del mineral primario, al igual que exsoluciones irregulares de Qtz., producto de una liberación de Sílice al darse la retrogradación de piroxenos.
 - **Biotita:** Está presente de formas subhedras y anhedras, con bordes rectos e irregulares, de tamaño medio-fino, en destacándose en algunos de ellos la presencia de inclusiones de Op.
 - **Ortopiroxeno y Clinopiroxeno:** Se encuentran como cristales subhedrales y anhedrales, muy fracturados y de un tamaño de grano medio-fino. Estos sufren una incipiente retrogradación a Hbl, pero que llega en algunos individuos a tornarse pervasiva.
 - **Opacos:** Es el mineral accesorio principal en dicha roca, dándose principalmente como inclusiones en Hbl, con formas por lo general elípticas o pequeñas cintas, como así también en menor frecuencia rectangulares a irregulares de tamaño muy fino.

Otra forma de presentarse en formando parte de la matriz de la roca, donde dichos individuos presentan un tamaño de grano por lo general medio-fino, de formas anhedrales y bordes irregulares.

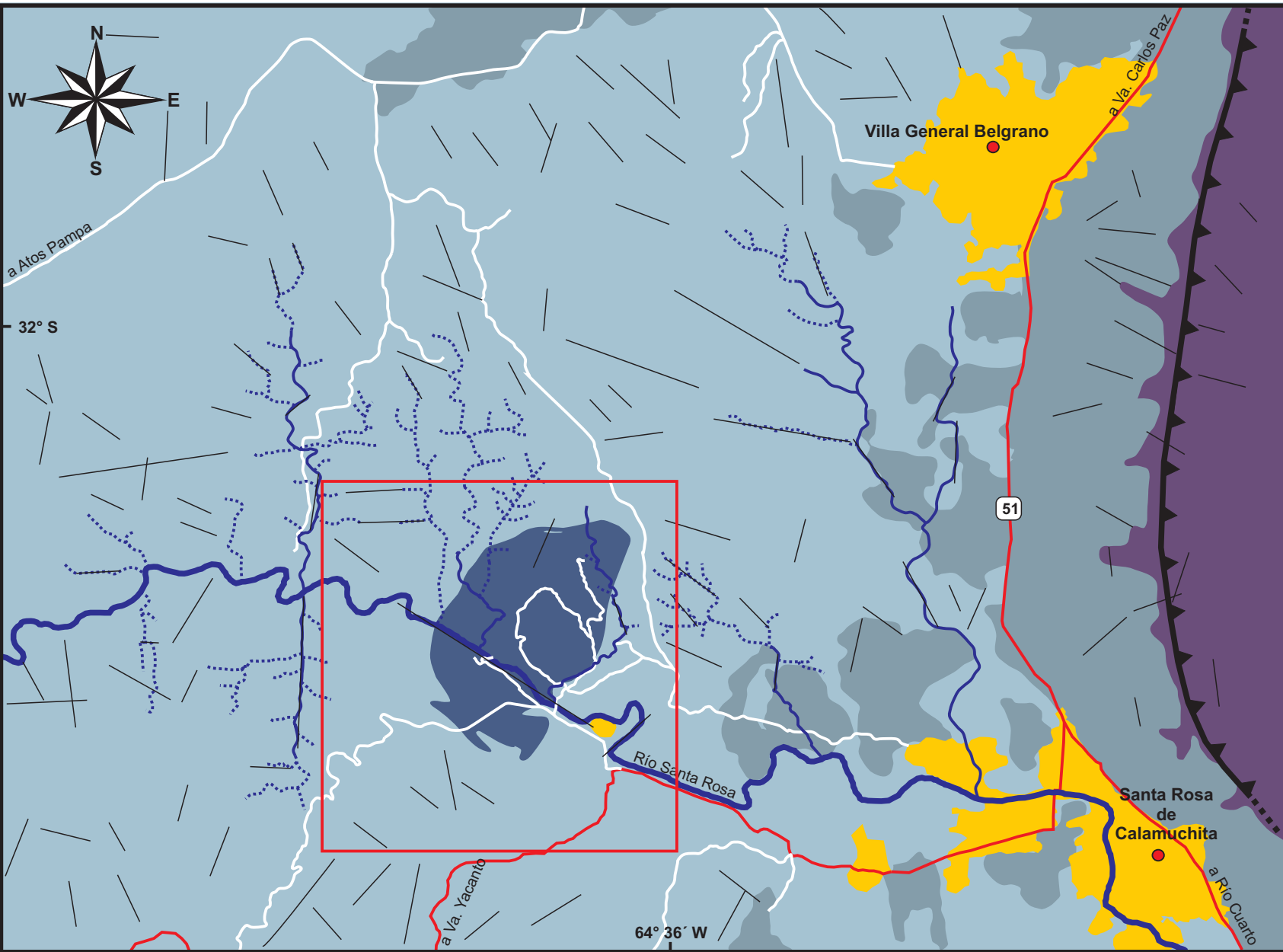
- **Apatito:** Los mismos se hallan de formas euhedras a subhedras y tamaño de grano fino, los cuales se encuentran conformando parte de la matriz de la roca.
- **Circón:** Se presentan con un tamaño de grano muy fino, de forma euhedra a subhedra y hallado en los intersticios cristalinos.

Mapa Geológico de los alrededores del Cuerpo Máfico "Gabro Cantera Champaquí" Santa Rosa de Calamuchita, Córdoba.



- Referencias:**
- Basamento met. Pampeano
 - Granitoides Pampeanos
 - Granitoides Famatinianos
 - Sedimentos Gondwánicos
 - Sedimentos Modernos
 - Lagos
 - Fallas Inversas
 - Megaestructuras

- Referencias:**
- Comp. met. Comechingones
 - Comp. met. Sierra Chica
 - "Gabro Cantera Champaquí"
 - Sedimentos Modernos
 - Falla Inversa
 - Lineamientos
 - Río Santa Rosa
 - Arroyos
 - Cursos Efímeros
 - Ruta
 - Caminos Secundarios
 - Ciudades
 - Ubicación Mapa de Detalle de la Zona de Estudio

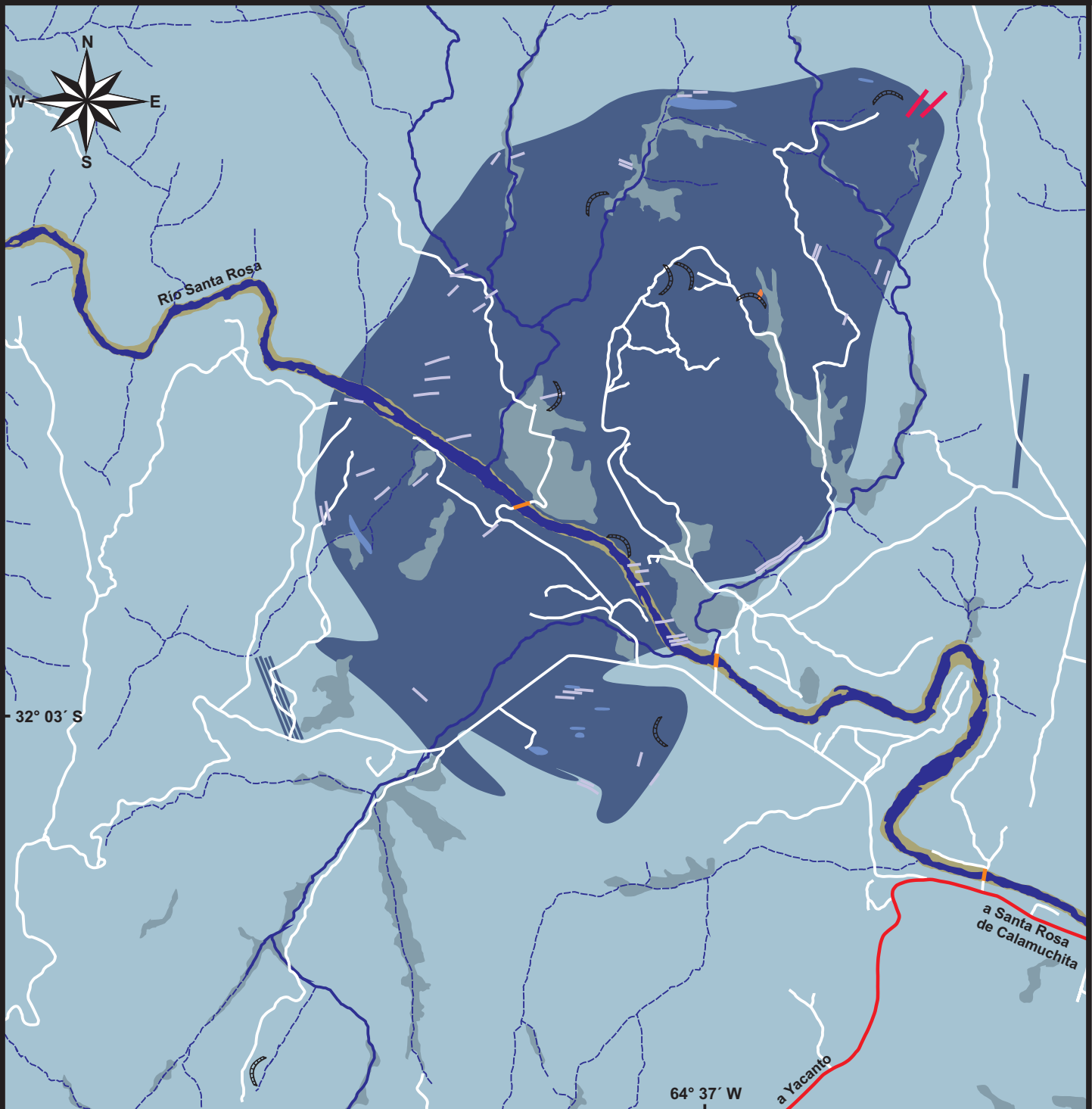




Mapa Litológico del cuerpo "Gabro Cantera Champaquí"

Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales
Departamento de Geología
Año 2011

Anexo II:



- Complejo Metamórfico Calamuchita
- "Gabro Cantera Champaquí"
- Rocas Charnockíticas
- Diques Aplo-Pegmatíticos
- Cuerpo Pegmatítico Ovoide
- Tabiques de Metamorfitas
- Sedimentos Modernos

Referencias:

- Cause del Río Santa Rosa
- Río Santa Rosa
- Arroyos
- Cursos Efímeros

- Vados
- Frentes de Canteras
- Caminos Secundarios
- Ruta

0 100 500 1000 m

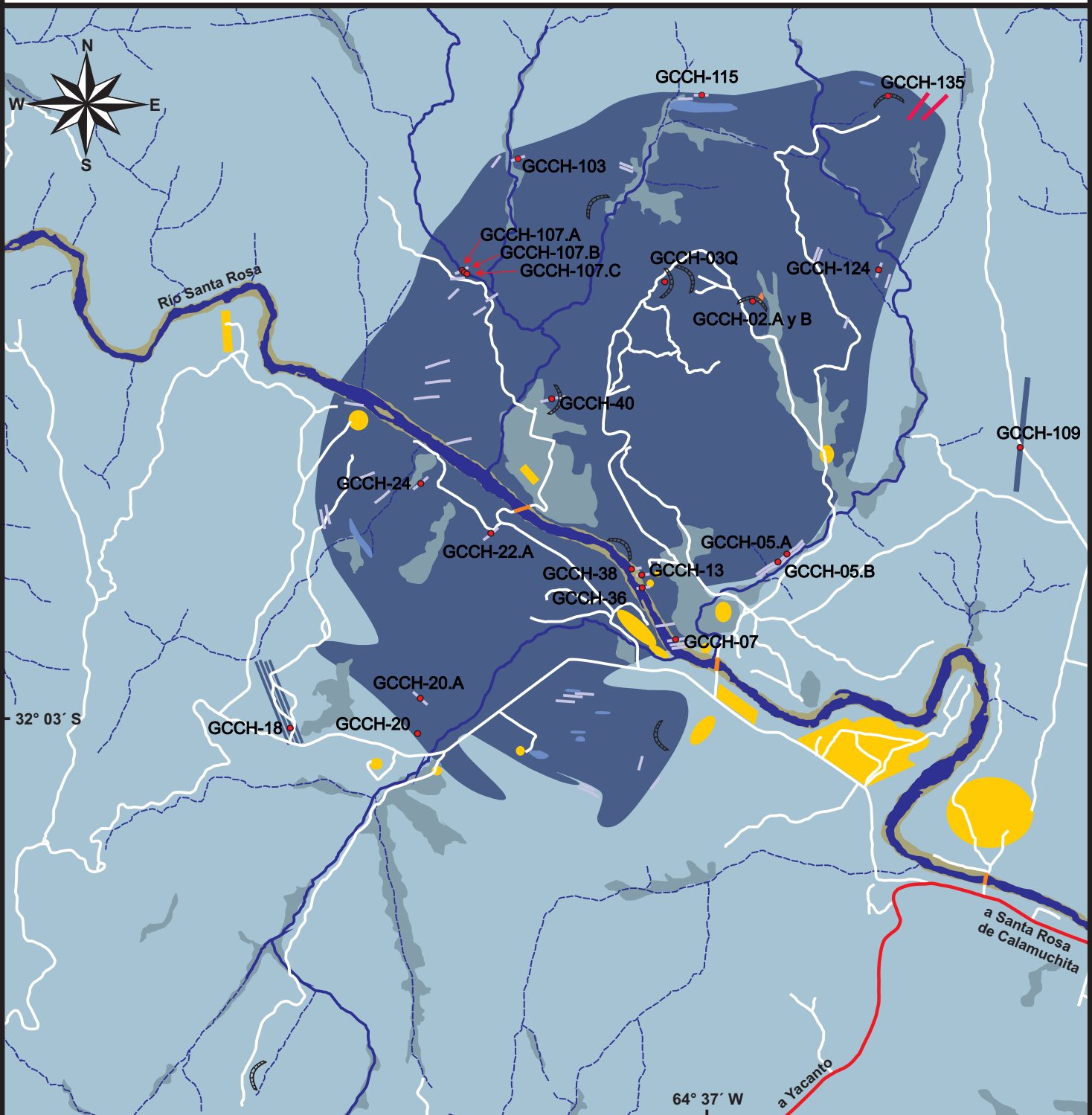
Autor: Emiliano Cacciavillani

Mapa Localización de muestras pertenecientes al área del cuerpo “Gabro Cantera Champaquí”



Universidad Nacional de Río Cuarto
 Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales
 Departamento de Geología
 Año 2011

Anexo III:



Referencias:

Complejo Metamórfico Calamuchita	Cause del Río Santa Rosa	Vados
“Gabro Cantera Champaquí”	Río Santa Rosa	Frentes de Canteras
Rocas Charnockíticas	Arroyos	Acentamientos
Diques Aplo-Pegmatíticos	Cursos Efímeros	Caminos Secundarios
Cuerpo Pegmatítico Ovoide	Punto toma de muestra	Ruta
Tabiques de Metamorfitas		
Sedimentos Modernos		

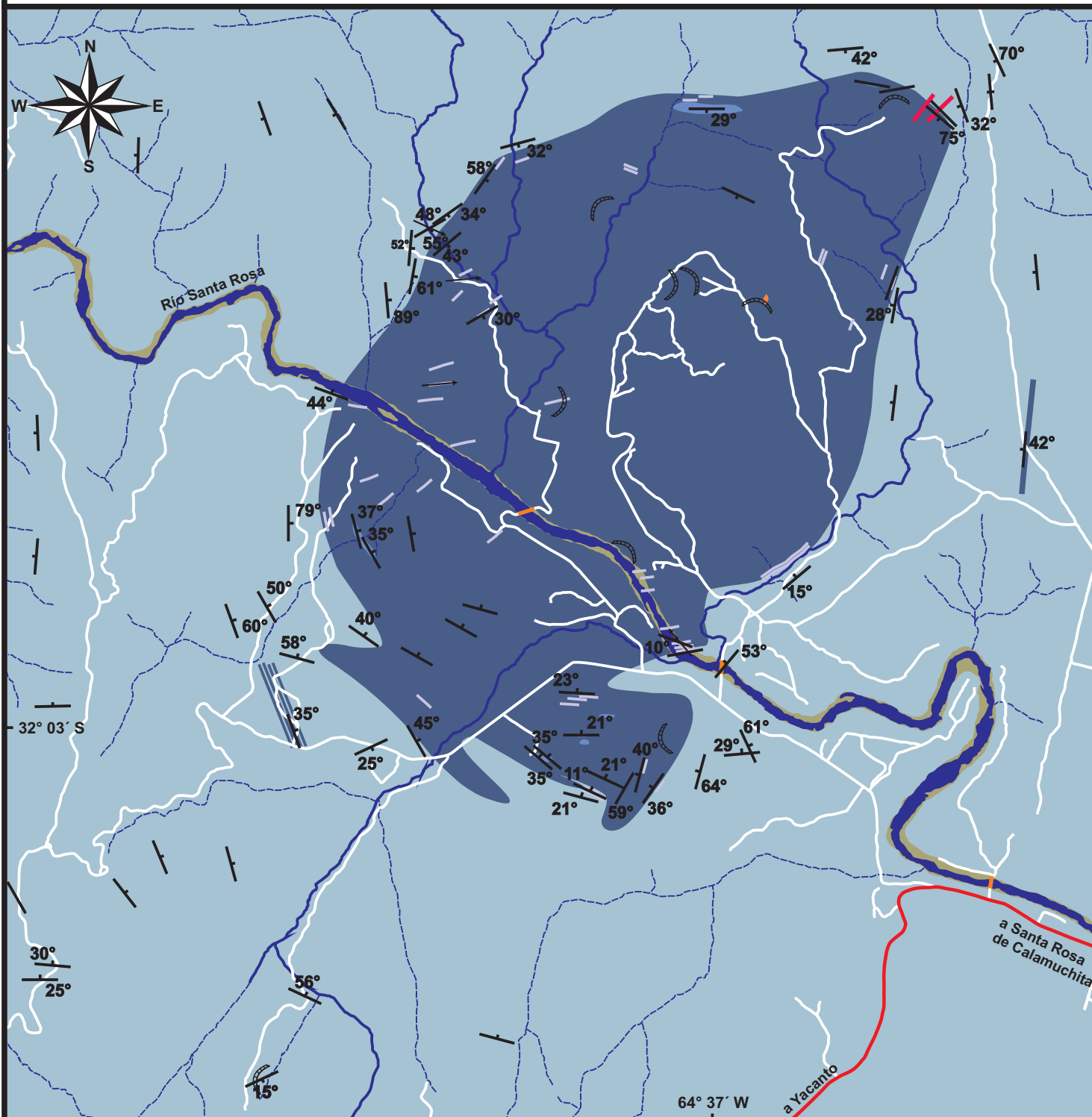
Autor: Emiliano Cacciavillani



Mapa Litológico-Estructural del cuerpo "Gabro Cantera Champaquí"

Universidad Nacional de Río Cuarto
Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas y Naturales
Departamento de Geología
Año 2011

Anexo IV:



- Complejo Metamórfico Calamuchita
- "Gabro Cantera Champaquí"
- Rocas Charnockíticas
- Diques Aplo-Pegmatíticos
- Cuerpo Pegmatítico Ovoide
- Tabiques de Metamorfitas

Referencias:

- Cause del Río Santa Rosa
- Río Santa Rosa
- Arroyos
- Cursos Efémeros
- Foliaciones (Rb/Bz)

- Lineaciones
- Vados
- Frentes de Canteras
- Caminos Secundarios
- Ruta



Autor: Emiliano Cacciavillani