

CAPÍTULO 4: PETROGRAFÍA

Este capítulo presenta los resultados obtenidos del análisis petrográfico y minerográfico de 31 muestras obtenidas en la Barranca de Rosendo, Cerro de Rosendo y en los alrededores del poblado Cambil. Se seleccionaron 24 muestras para estudio petrográfico, tres para estudio minerográfico y cuatro para estudios geoquímicos de elementos mayores y traza.

Las muestras obtenidas para análisis petrográfico y minerográfico se seleccionaron por ser representativas de litologías particulares encontradas en el campo. Tanto las láminas delgadas como las superficies pulidas fueron preparadas por la empresa Petroanálisis S.A. de C.V.

El estudio petrográfico y minerográfico consistió en la descripción de secciones delgadas y superficies pulidas por contenido mineral y textural y las clasificaciones se realizaron a partir de comparaciones visuales de porcentaje.

Las fotografías anexas se tomaron con una cámara digital marca Canon acoplada al microscopio de marca Carl Zeiss modelo Axio Vision. La localización de las muestras se presenta en la carta geológica anexa.

Las muestras analizadas forman parte del macizo anortosítico y rocas asociadas espacialmente. La vegetación es abundante en el área de estudio debido al clima tropical, dificultando el acceso, muestreo y mapeo de la zona. El clima ha provocado que las rocas estén intensamente meteorizadas, por lo que la tarea de coleccionar muestras sanas y representativas se complica. La topografía abrupta de la zona es otra dificultad para la obtención de muestras. Se han coleccionado las muestras de los afloramientos más frescos encontrados, por lo que el número de muestras es limitado por las circunstancias antes mencionadas.



Fig. 4.1.0 Relieve y vegetación del área de estudio. A) Rio Mazapa B) Anortositas en primer y segundo plano, tercer plano Formación Todos Santos, cuarto plano Grupo Santa Rosa y quinto plano Formación Sierra Madre. C) Valle que contiene a la falla Polochic-Motagua. D) Barranca de Rosendo.

Las abreviaciones utilizadas se han tomado a partir de Whitney y Evans (2010):

Allanita = Aln, Anfíbol= Amp, Apatito = Ap, Biotita = Bt, Clorita = Chl, Clinocloro = Clc, Epidota = Ep, Hornblenda= Hbl, Ilmenita= Ilm, Feldespato potásico = Kfs, Muscovita = Ms, Minerales opacos= Opq, Plagioclasa = Pl, Cuarzo = Qz, Rutilo = Rt, Sericita = Ser, Titanita = Ttn, Zircón = Zrn.

4.1 Anortositas

Las muestras de anortositas estudiadas fueron colectadas sobre la barranca El Rosendo, Cerro de Rosendo y en afloramientos en cortes carreteros que conducen a los poblados de Cambil y Nueva Libertad.

Las anortositas, en la mayor parte de los casos, forman cuerpos masivos de dimensiones métricas que rebasan los cientos de metros. Son prácticamente homogéneos en composición. Sin embargo, en ocasiones se presentan entre secuencias bandeadas, constituidas de intercalaciones de anortositas-anfibolitas (ver capítulo 4.3).

En gran parte de los afloramientos se les pueden observar franjas de cristales verdes de epidota, con tamaños variables entre 2 y 8mm de espesor, estos rasgos imprimen a la roca un aspecto foliado. Otro mineral que se observa en los afloramientos es el rutilo, se presenta con dimensiones que no rebasan ~5mm. La concentración de este mineral en las anortositas es muy variable, en ocasiones su aparición en los afloramientos es casi nula.

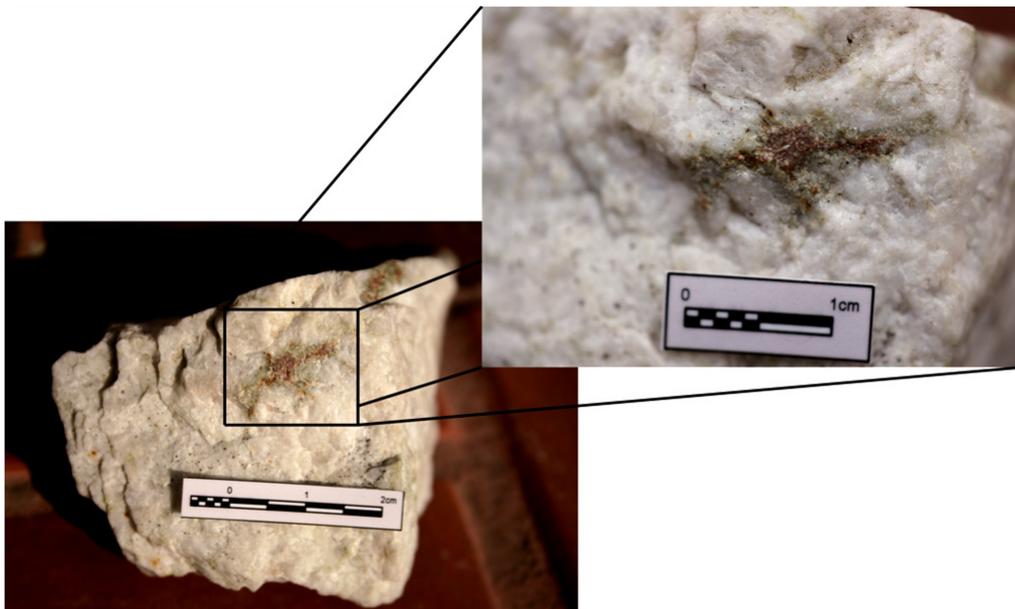


Fig. 4.1.1 Muestra de mano de anortosita con rutilo coronado por epidota.

Las anortositas contienen cuerpos de ilmenita masiva, se presentan comúnmente en forma de lentes, los cuales varían en tamaños desde pocos centímetros hasta cuerpos de casi 2 metros de espesor. En ocasiones se pueden encontrar cuerpos de ilmenita ricos en rutilo con tamaños de ~5mm. Existen cuerpos ajenos a las anortositas en forma de enclaves máficos deformados, se desconoce su composición.

Ciertos afloramientos muestran características de una deformación intensa. La mayoría de anortositas presentan un grado alto de fracturación. Se encuentran en contacto estructural con la Formación Todos Santos del Jurásico Medio, por medio de una falla lateral izquierda que forma parte del Sistema de Fallas Polochic-Motagua.



Fig. 4.1.2 Afloramientos de anortositas. A) Afloramiento de anortositas deformado. B) Afloramiento de anortositas masivas y homogéneas sobre corte carretero. C) Enclaves deformados de rocas máficas (delineados en rojo) dentro de anortositas en afloramiento en lecho del río. D) Lente de ilmenita dentro de anortositas. E) Anortositas con textura masiva. F) Contacto entre la Formación Todos Santos y anortositas. Sobre ellas, depósito reciente de conglomerados conformado en su mayoría por clastos angulosos de anortositas e ilmenita, entre otras rocas.

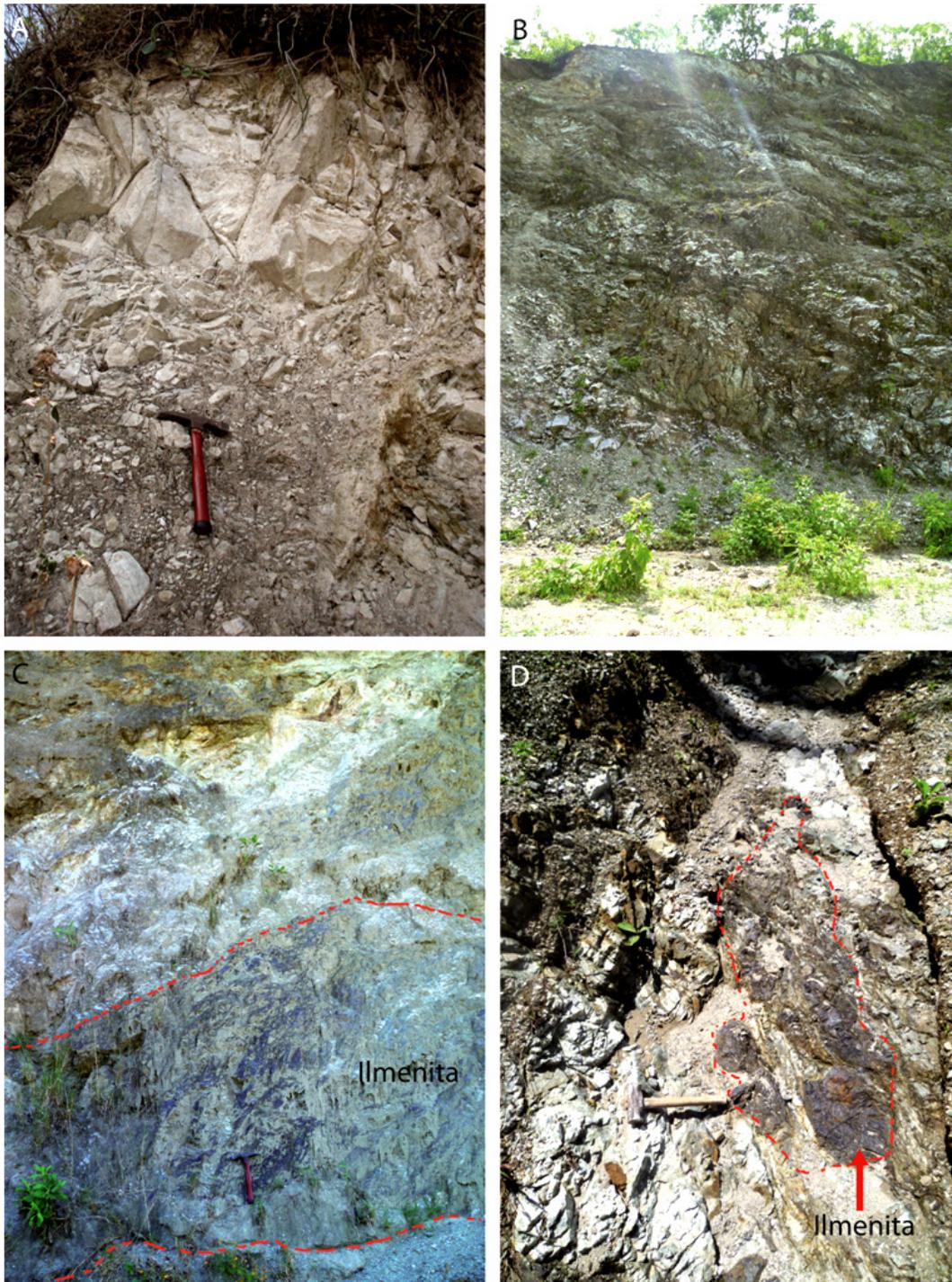


Fig. 4.1.3 Afloramientos de anortositas. A) Cuerpo masivo de anortositas altamente fracturado. B) anortositas con bandeamiento. C) Lente de ilmenita que supera el metro de espesor dentro de anortositas altamente meteorizadas. D) Lente de ilmenita sobre canal de carretera.

Las anortositas son rocas faneríticas leucocráticas, con cristales de tamaños medios a gruesos. Su coloración es blanca en la mayoría de los casos, en algunos otros, más grisácea o con tonalidades verdosas. Se pueden observar en algunas muestras cristales rojos o amarillos de rutilo de pequeñas dimensiones ($\sim 8\text{mm}$); los cuales se encuentran siempre rodeados de cristales verdes de epidota, también se observan minerales opacos de ilmenita finos con aureolas de óxidos. En la mayoría de las muestras analizadas puede observarse micas blancas de grano muy fino.

Como paragénesis primaria se tiene predominante $\text{Pl} + \text{Rt} + \text{Ap} + \text{Qz} + \text{Ilm}$ y trazas de zircón. Como paragénesis secundarias se tienen $\text{Ep} + \text{Ttn} + \text{Clc} + \text{Ms} + \text{Ser} + \text{Qz}$. Existe una mineralización de calcita posterior a las dos paragénesis, ésta se encuentra en las fracturas que presenta la roca y también se puede encontrar como cristales precipitados aislados en forma de parches.

La roca en lámina delgada presenta una textura magmática relictiva de tipo holocristalina hipidiomórfica. No se alcanza a observar foliación a nivel microscópico. El tamaño promedio de los granos minerales es grueso, aunque hay minerales secundarios en menor cantidad de grano fino. La roca se observa como un mosaico de plagioclasas con textura equigranular. Se presentan indicios de deformación como: microfallas, microfracturas, maclas de deformación, bandas de deformación, maclas flexuradas, migración de bordes y bordes suturados. La plagioclasa presenta extinción ondulante, al igual que algunos cristales de cuarzo y epidota. Los bordes de las plagioclasas son muy irregulares y su orientación cambia progresivamente hacia una formación incipiente de puntos triples.

La plagioclasa es la fase mineral más abundante, constituye más del 90% del área de la sección delgada. Tienen una composición de tipo oligoclasa-andesina, la cual se determinó ópticamente. Sus cristales presentan tamaños de granos medio y se presentan en su mayoría con formas subhedrales; una menor cantidad forma cristales anhedrales. La plagioclasa presenta grados variables de alteración, en algunas ocasiones es casi imposible identificarlas

y otros casos se encuentran con una alteración baja. La alteración que afecto a estas rocas es sericitización y epidotización. Tanto la sericita como la epidota se encuentran reemplazando a los cristales de plagioclasa. La sericita, por su parte, se encuentra en granos finos sobre la superficie de las plagioclasas, en ocasiones está como granos gruesos de muscovita, mientras que la epidota llega a ser de grano medio y se encuentra con mayor frecuencia en los contactos entre granos; en otros casos existe como parches dentro de la plagioclasa. Hay dos generaciones de epidota, una con mayor birrefringencia que la otra; la primera presenta formas euhedrales en comparación de la otra generación. Otro mineral secundario es la clorita rica en Mg y Al llamado clinocloro, el cual existe en proporciones muy bajas, menores al 1% y se observa siempre íntimamente relacionado al rutilo.

El cuarzo en estas rocas es de origen primario y secundario, siendo aproximadamente el 6% en volumen total de la muestra. Es fácil diferenciar las dos generaciones de este mineral, ya que el de origen primario presenta la misma extinción ondulante que las plagioclasas y está intersticialmente entre ellas, en ocasiones tiene sub-granos; mientras que el de origen secundario no tiene extinción ondulante, y suele estar en forma de agregados policristalinos, en ocasiones con texturas de núcleo y manto.

Como minerales accesorios la roca tiene rutilo, titanita, ilmenita y apatito. El rutilo se encuentra en cantidades ~1%, se puede hallar como un aglomerado, o en pequeños cristales como núcleos dentro de la titanita. En todas las zonas donde se localiza la relación rutilo-titanita, la epidota está rodeándolas. La titanita comúnmente reemplaza a los óxidos de Ti completamente o como coronas. La ilmenita se presenta en concentraciones menores al 1%. El apatito está como inclusiones de grano fino dentro de las plagioclasas y se muestra en proporciones bajas aproximadamente del 2 %.

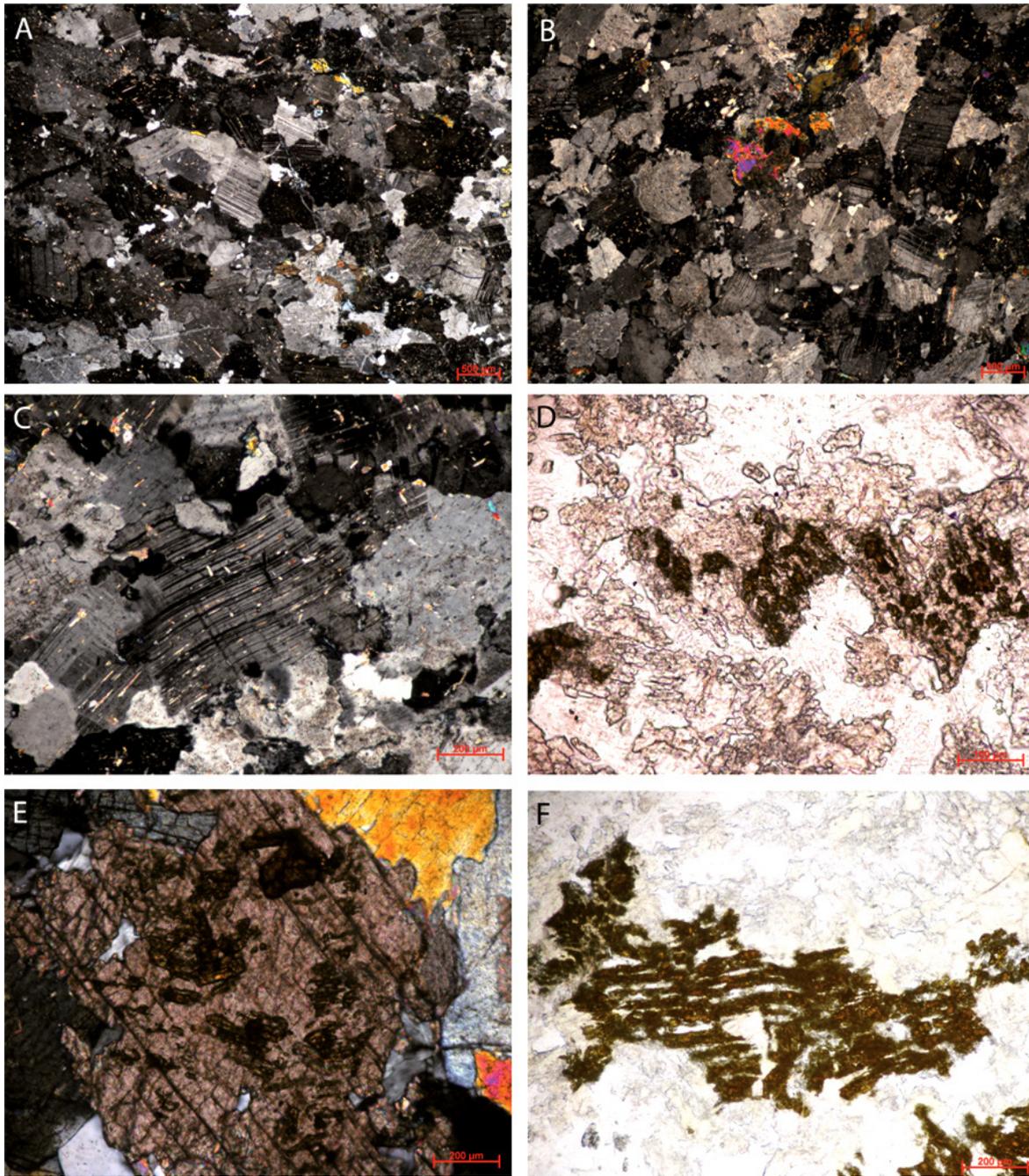


Fig. 4.1.4 Fotomicrografías de anortositas. A) Mosaico de plagioclasas de grano medio, presentan bordes suturados. B) Cristales de epidota sustituyendo plagioclasas a través de bordes y formando parches. C) Plagioclasa con deformación plástica. D) Cristales de rutilo (pardo más oscuro) siendo reemplazados por titanita. E) Islas de rutilo en cristal de titanita. F) Agregados de rutilo.

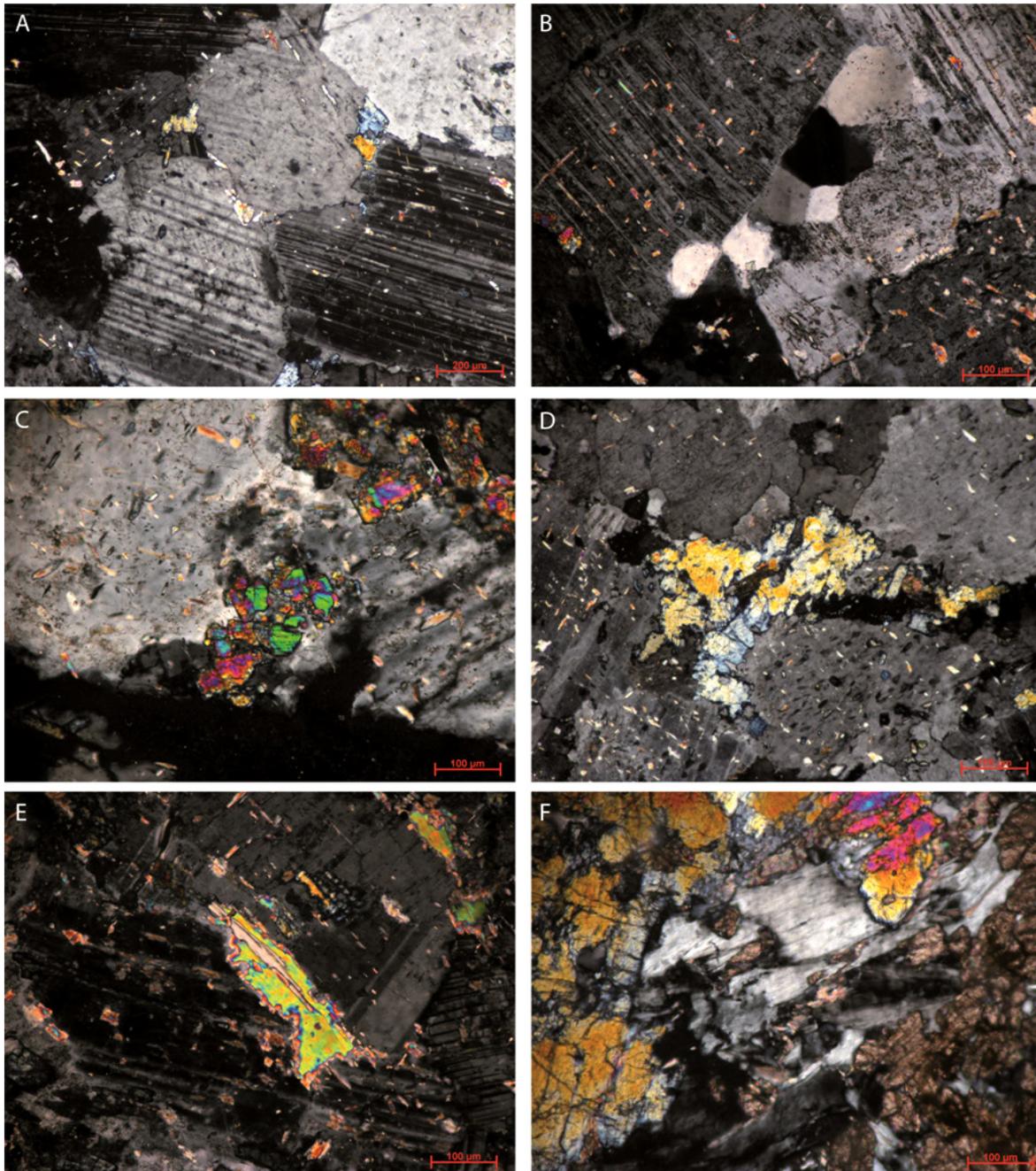


Fig. 4.1.5 Fotomicrografía de anortosita. A) Desarrollo incipiente de texturas en equilibrio. Se observan los bordes de estos minerales con suturas. B) Cristales de cuarzo intersticiales formando puntos triples. C) Generación de epidota subhedral de alta anisotropía reemplazando a plagioclasas a través de bordes. D) Generación de epidota con anisotropía normal y formas anhedrales reemplazando a plagioclasas a través de bordes. E) Cristales de grano grueso de muscovita en plagioclasas. F) Cristales de clinocloro (centro, con coloración de primer orden) intercrecidos con titanita y epidota.

4.2 Monzonitas

Las monzonitas es el tipo de roca mayoritario en el sector estudiado. Se halla bordeando los afloramientos de anortositas, aunque también se encuentran cuerpos más pequeños como pequeñas intrusiones dentro de las anortositas, como es visible en el mapa anexo.

Se colectaron muestras de los distintos afloramientos expuestos. Estas rocas se localizan formado cuerpos masivos y se observan una textura que podría ser confundida por gabróica (minerales máficos subhedrales dentro de una matriz félsica). En algunos afloramientos se puede observar una mayor concentración de minerales máficos haciendo ver a la roca con un índice de color melanocrático. Se encontraron zonas donde las monzonitas tienen una foliación incipiente de tipo discontinua generada por los minerales máficos presentes. En ocasiones se pueden observar fenocristales de feldespato potásico de hasta 3cm, los cuales están orientados con dirección de la foliación.

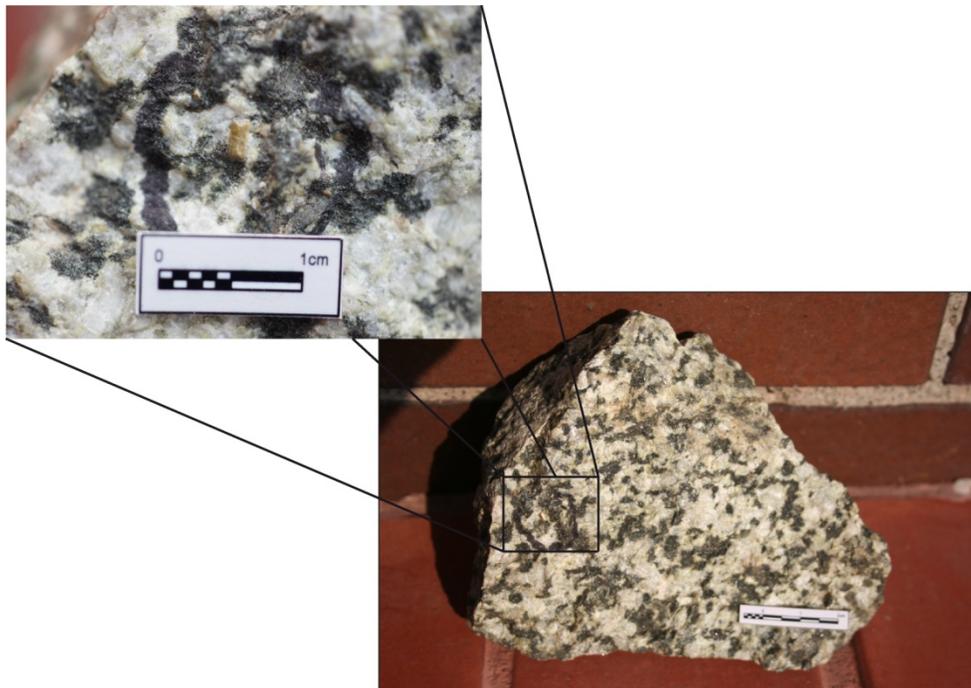


Fig. 4.2.0 Muestra de mano de monzonita con titanita de hasta 3mm

La roca tiene una textura fanerítica con granos gruesos. Su coloración es blanca con puntos negros (minerales máficos). Se observan minerales de titanita de color pardo claro que alcanzan hasta los tres milímetros de tamaño. Se puede observar a simple vista minerales verdes coronando a los minerales máficos. Los minerales máficos se observan con formas euhedrales a subhedrales formando prismas de hasta 1 cm.

La paragénesis primaria es abundante: Pl + Fks + Px? + escaso Aln + Zrn + Ap, y como paragénesis secundaria se tiene Ttn + Bt + Chl + Ep + Qz + Ser. Se puede observar en proporciones pequeñas calcita precipitada al igual que minerales oxidados que se consideran provenientes del rutilo, convertidos ahora en pseudorutilo.



Fig. 4.2.1 Afloramientos de monzonita. A) Textura fanerítica de la monzonita B) zonas con mayor concentración de minerales máficos C) Titanitas de aproximadamente 3 mm en monzonita. Nótese la coloración verdosa alrededor de los minerales máficos. D) Fenocristales de feldespato potásico.

Las muestras de monzonitas presentan una textura magmática relictiva de tipo holocristalina hipidiomórfica. El tamaño de los minerales que la constituyen en su mayoría son granos gruesos y en menor cantidad algunos finos. A excepción de algunas titanitas y zircones que son euhedrales, los minerales restantes tienen formas anhedrales a subhedrales.

Las fases minerales predominantes son plagioclasas y feldespatos potásicos, teniendo ambos porcentajes aproximados del 30% del volumen total de la roca. La fase máfica (Biotita y Clorita) forma cerca del 20% del volumen de la roca.

La plagioclasa presente se encuentra de parcial a totalmente alterada por procesos de sericitización y epidotización. Presentan microtexturas de deformación como extinción ondulante y bordes suturados. Debido al grado avanzado de alteración fue imposible encontrar su composición por medios ópticos.

Los feldespatos potásicos se hallan en dos fases: ortoclasa y microclina. Ambas fases se presentan con formas anhedrales a subhedrales y presentan maclado de tipo carlsbad y periclina respectivamente. Se observan sombras de presión por toda la superficie de estos minerales. Presentan una alteración incipiente comparada con la plagioclasa, por lo que su superficie se observa con mucha menos alteración.

La ortoclasa contiene gran cantidad de exsoluciones de plagioclasa formando pertitas en formas de flamas, lo que infiere una deformación en la roca. Algunos de estos feldespatos potásicos presentan zoneamiento, esto como resultado de cambios en las concentraciones de Ba en el sistema.

El feldespato potásico tiene inclusiones de plagioclasa de tamaños variables, en algunos casos las inclusiones están orientadas en el sentido del zoneamiento. Las inclusiones presentan una alteración avanzada a sericita y epidota, por lo que se pueden observar como islas alteradas dentro de feldespatos limpios de alteración.

Por otro lado, la fase máfica de la roca se localiza con una disposición en forma de cúmulos de granos finos y medios de biotita y clorita. La clorita se halla reemplazando a los cristales de biotita. Estos cúmulos de Biotita y clorita se interpretan como pseudomorfos de minerales ferromagnesianos preexistentes originados de forma intergranular junto a la plagioclasa y feldespato potásico, sufriendo una transformación como resultado de una hidratación del sistema. Los cúmulos de biotita y clorita, sin excepción alguna se observan coronados por cristales de epidota, lo cual es visible de la misma forma en muestra de mano.

Las Monzonitas contienen cuarzo, el cual se encuentra en forma de agregados policristalinos rellenando vetillas, conforma cerca del 8%. Como minerales accesorios se presenta la titanita (5%), ilmenita (4%), apatito, allanita y pseudorutilo <3%.

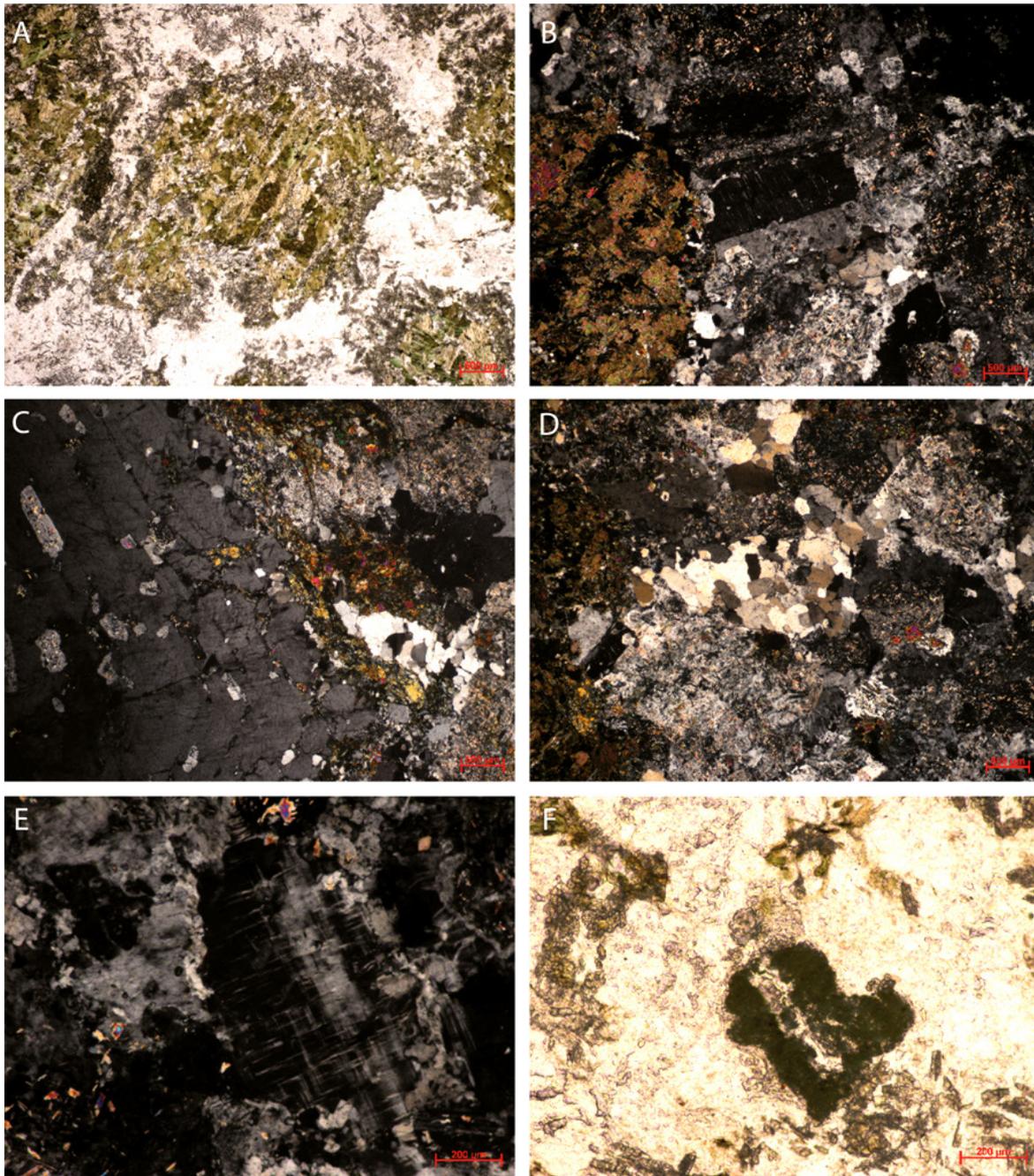


Fig. 4.2.2 Fotomicrografía de monzonita. A) Cúmulos de biotita y clorita como pseudomorfos de piroxenos?, coronados por un anillo de cristales de epidota. B) Cristal euhedral de ortoclasa (centro) con maclado tipo Carlsbad. Presenta lamelas de exsolución de plagioclasas en forma de pertitas e inclusiones de plagioclasas parcialmente alteradas. C) Fenocristal de feldespato potásico zoneado, presenta inclusiones orientadas en direcciones del zoneamiento. D) Agregados de cuarzo policristalino, rodeado de plagioclasas y feldespato potásico sumamente alterados. E) Cristal de microclina con maclado de tipo periclina. F) Evidencia de rutilo oxidado transformado en pseudorutilo.

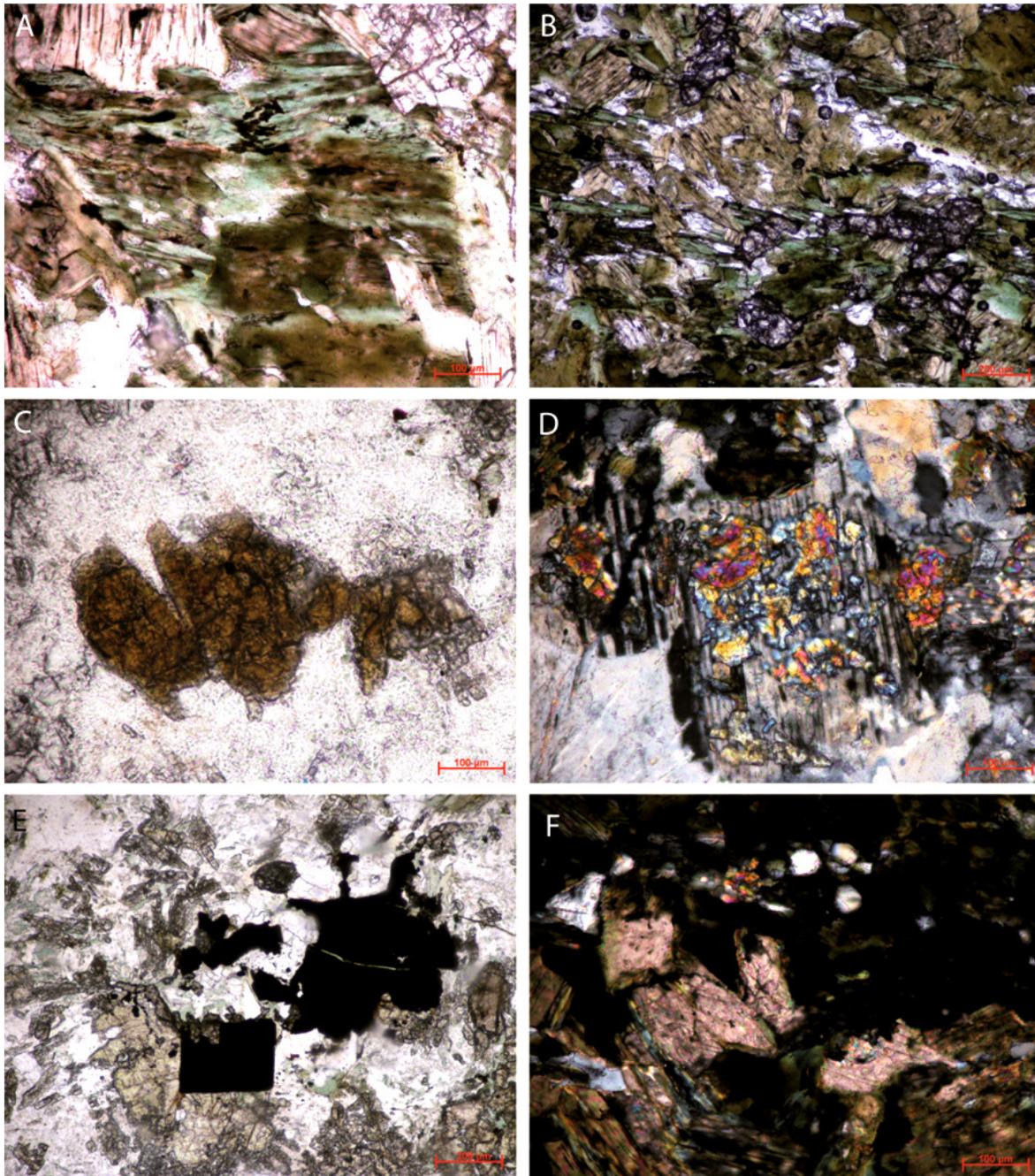


Fig. 4.2.3 Fotomicrografías de monzonitas. A) Clorita reemplazando a biotita. B) Cúmulos de minerales máficos. Titanitas (relieve alto) intercrecidas entre biotita y clorita. C) Cristal anhedral de allanita. D) Cristales de epidota reemplazando a plagioclasas. E) Ilmenita siendo reemplazados por titanita través de bordes. F) Parches de calcita precipitada dentro de cúmulo de biotitas y cloritas.

4.3 Anfibolitas

Las muestras de anfibolitas se encuentran íntimamente relacionadas a las anortositas. Éstas se localizan como cuerpos en forma de lentes o bandas intercaladas a ellas. Su extensión es reducida, apareciendo con mayor frecuencia en zonas que rodean a los cuerpos de ilmenita. Las bandas anfibolíticas varían entre pocos centímetros hasta 40 o 50 centímetros de espesor y los lentes en ocasiones alcanzan espesores mayores a un metro. Su coloración es verde oscura.

La roca presenta tamaños de grano medio, en ocasiones granos finos. Su textura es fanerítica. Se puede observar a simple vista una textura foliada. Algunas zonas de los afloramientos se encuentran totalmente alterados a micas, pudiéndose observar rocas formadas totalmente por estos minerales.

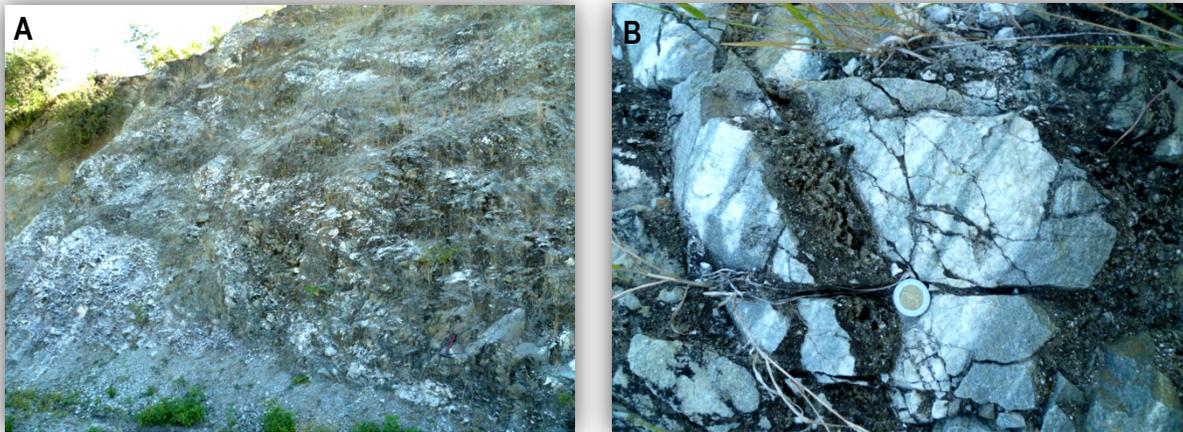


Fig. 4.3.1 Afloramientos de anfibolitas en anortositas. A) Afloramientos donde se observan bandas de anortositas y anfibolitas con lentes de ilmenita. B) Bandeamiento de menores dimensiones.

La paragénesis primaria en esta roca es $Hbl + Pl + Zrn + Ap + Ilm$, como paragénesis secundaria se tiene $Ep + Ttn + Bt + Chl + Ser + Qz$.

La roca presenta una textura holocristalina hipidiomórfica. Está constituida por una acumulación de minerales máficos y se observa una foliación continua generada por la hornblenda orientada. La roca contiene minerales que en su mayoría son subhedrales (hornblenda), algunos otros anhedrales que generalmente se localizan intersticialmente, o bien, los de origen secundario presentando formas anhedrales. Al igual que en las anortositas se han identificado dos generaciones de epidota, una de alta birrefringencia con formas subhedrales, y una generación de menor anisotropía con formas anhedrales.

Los contactos entre anfíboles son bastante rectos a diferencia de las anortositas, no se observan contactos suturados, ni microtexturas de deformación, sino solamente algunas microfracturas. La roca está afectada por alteraciones como sericitización y epidotización en un grado incipiente.

La hornblenda presenta una coloración verde a verde amarillento, forman la fase más prominente en la roca, siendo más del 90% de la muestra. Contienen inclusiones de zircón y apatito que llegan a tener tamaños bastante considerables (granos de tamaño medio). La biotita y clorita, se encuentran claramente reemplazando a los anfíboles. La plagioclasas (5%) están de forma intersticial; presentan formas anhedrales y están casi siempre acompañadas de una alteración, ya sea a epidota o sericita.

Como minerales accesorios se tiene ilmenita (2%) y titanita euhedral y subhedral de grano grueso en una proporción del 2%; se puede llegar a observar a la titanita rodeando a los minerales opacos en forma de coronas de reacción. Algunos de los minerales opacos se encuentran hematizados presentando una coloración roja traslucida. En esta muestra no se observan indicios de rutilo ni de óxidos provenientes de él.

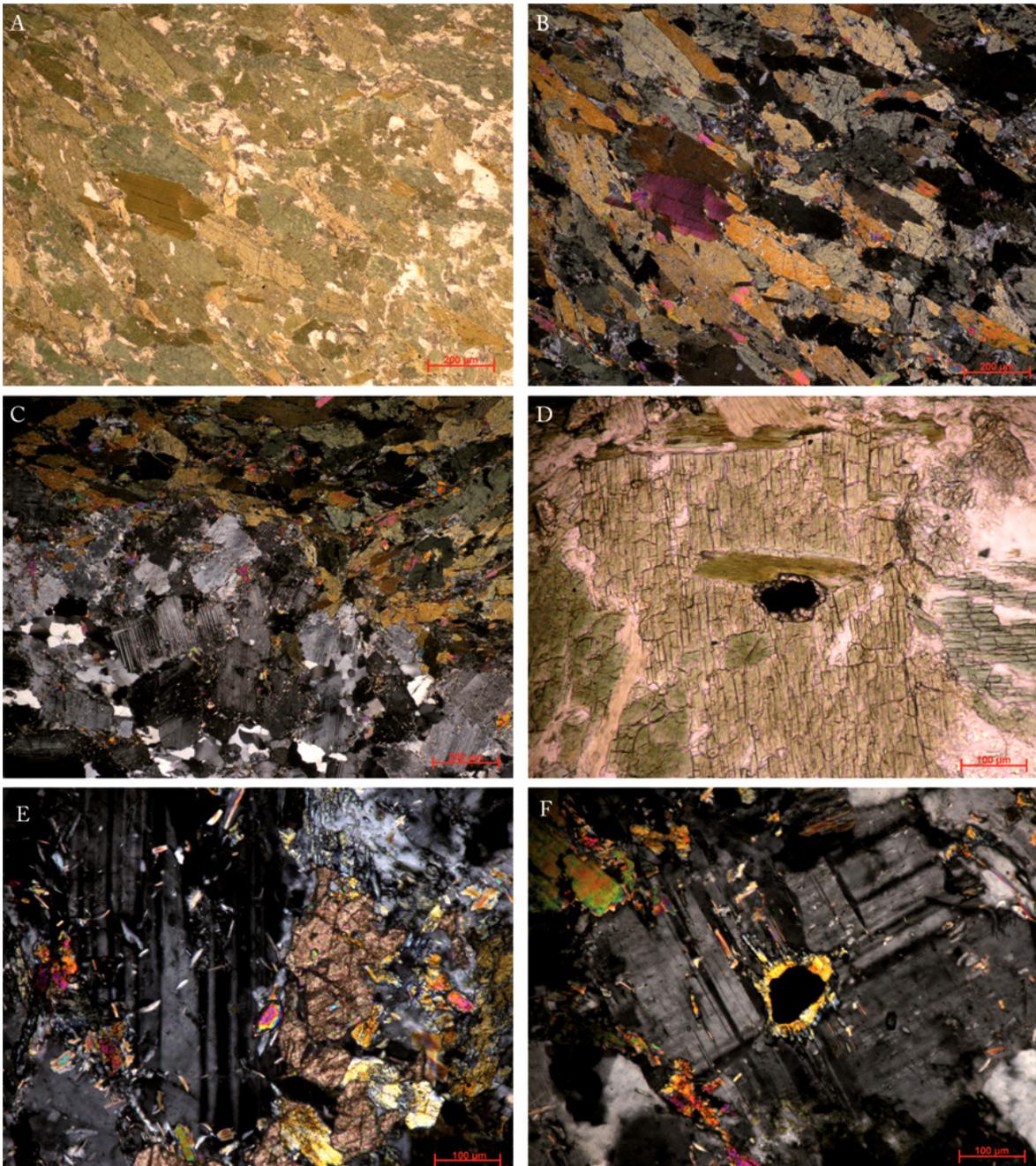


Fig. 4.3.2 Fotomicrografía de anfibolitas. A) Mosaico constituido por intercrecimiento de hornblenda verde. Las zonas incoloras de bajo relieve son plagioclasas intersticiales. B) Foliación de los anfíboles. C) Contacto entre anfibolitas y anortositas. Se puede observar cuarzo policristalino en vetillas. D) Inclusión en anfíbol de mineral opaco coronado por titanita. E) Plagioclasas parcialmente reemplazadas por titanita y epidota. En el centro de la fotografía se puede observar un zircón euhedral. F) Inclusión en plagioclase de mineral opaco coronado por epidota.

4.4 Ilmenita

La ilmenita se presenta como parte de los cuerpos masivos de anortositas. La ocurrencia más común de este mineral es en forma de lentes que alcanzan hasta 1.5m de espesor y algunos metros de largo. Su coloración es de tonalidades purpuras con un brillo submetálico. Esta roca de alta densidad se ha localizado sobre el cerro de Rosendo y a lo largo de la Barranca de Rosendo. Generalmente se localiza incluida dentro de anfibolitas de grano fino, las cuales están parcialmente alteradas a rocas ricas en micas oscuras, o bien rodeadas de rocas verdes, posiblemente anortositas con avanzada alteración a epidota, lo que le impregna ese color característico.



Fig. 4.4.1 Fotografías de afloramientos de ilmenita. A) Lentes de ilmenita contenidos en anortositas. B) Ilmenita con cristales de rutilo (granos rojos) de grano grueso.

La ilmenita se halla como una roca de textura homogénea constituida por cristales de tamaños gruesos. En ocasiones, contiene cristales de rutilo de grano grueso. No todos los afloramientos presentan las mismas concentraciones de rutilo, existen afloramientos donde la presencia de rutilo es nula y otros donde ocupa una proporción importante dentro de la ilmenita. Estos últimos se observan con una coloración rojiza y tienen formas redondeadas. Se pueden observar otros minerales en la ilmenita como clinocloro y apatito; este último no

se halla en las concentraciones necesarias para poder llamar a la roca nelsonita, ya que para esto, se necesitan proporciones de ilmenita y apatito de 2:1 respectivamente (Force, 1991).

El comportamiento espacial de los cuerpos de ilmenita no muestra una tendencia de orientación en los afloramientos estudiados. Esto debido al número reducido de afloramientos que no presenta vegetación que las recubra.

Al microscopio minerográfico, la ilmenita es la fase más abundante (70%), la cual contiene lamelas de exsolución de hematita de tamaños muy finos de una coloración gris clara, casi blanca. Estas exsoluciones se encuentran orientadas. Las proporciones de esta fase en la roca son de aproximadamente un 3%. El rutilo se observa con reflexiones internas y de coloración rojiza. Presentan su maclado típico. Esta fase en algunas zonas del área de estudio puede alcanzar hasta el 20% del volumen de la roca, en otras ocasiones su aparición se da en porcentajes muy bajos.

Al observar la ilmenita con nicoles cruzados, es apreciable un mosaico de cristales de grano grueso. Se observa claramente el maclado típico de la ilmenita. Los granos de ilmenita muestran contactos casi poligonales con inicio de desarrollo de puntos triples.

El estudio de secciones delgadas resalta la presencia de rutilo como inclusión en la ilmenita. Se observan cristales de rutilo de grano grueso dentro de una matriz de ilmenita, en ocasiones intercrecido con clinocloro. Generalmente en las zonas donde se encuentra el clinocloro, se observa en sus bordes rutilo dando una apariencia de estar coronando a este mineral, aunque en otras zonas de la lámina delgada se observa claramente un intercrecimiento, por lo que se descarta la idea de un borde de reacción entre la ilmenita y el clinocloro. Existe en estas muestras una abundante cantidad de zircones euhedrales.

Se han definido tres generaciones de rutilo presente en la muestra, esto posiblemente derivado de las coloraciones que presenta debido a los elementos traza que puede presentar como el hafnio, niobio. Una de las generaciones tiene coloraciones amarillo ámbar, y es

totalmente traslucido, lo que implica una pureza muy alta. Las otras dos generaciones se presentan con coloraciones rojizas y presentan una mayor impureza. Una generación presenta el color rojo típico del rutilo, mientras que la otra generación presenta colores rojizos con tonalidades azules y verdosas.

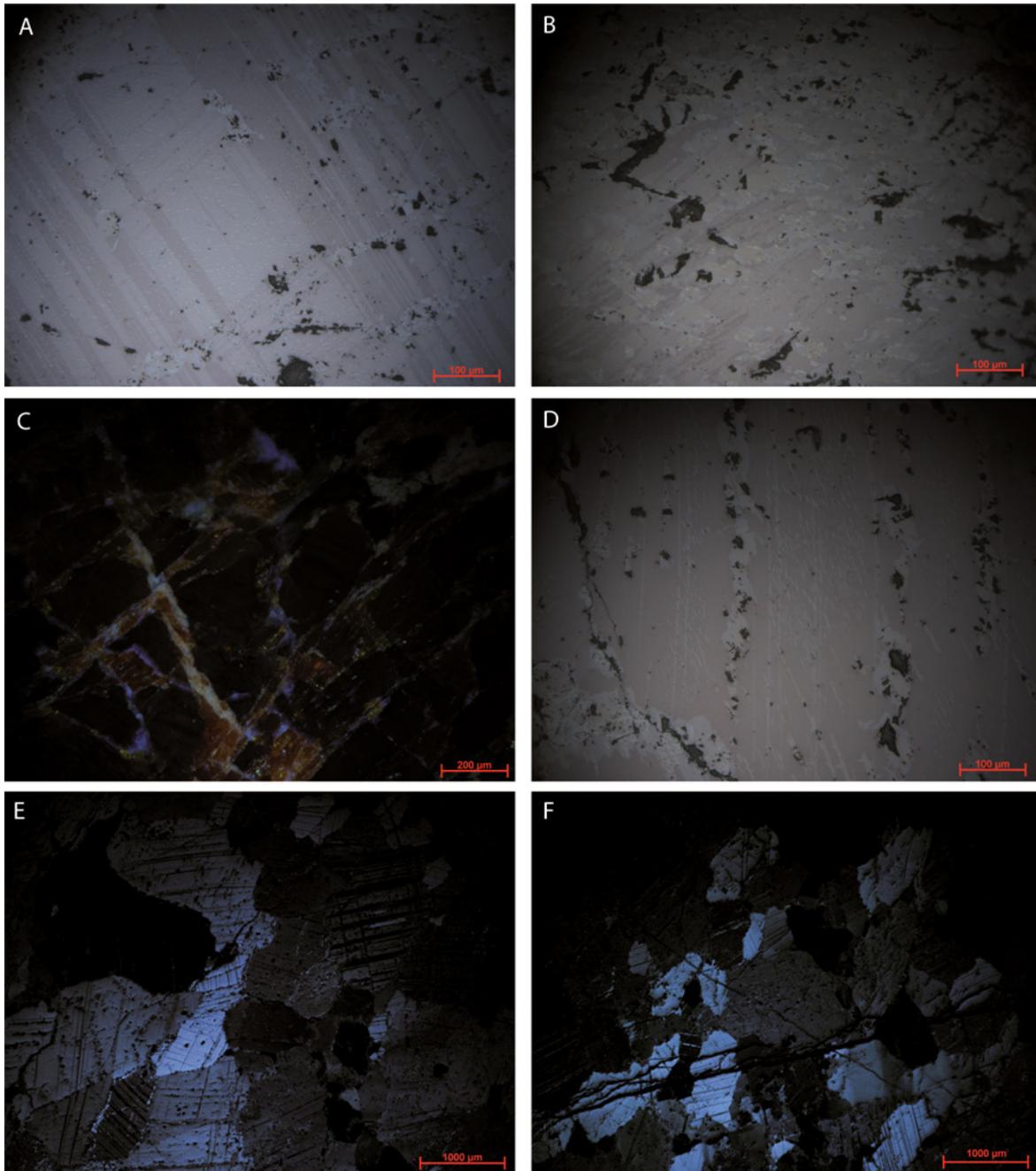


Fig. 4.42 Fotomicrografías en superficie pulida de ilmenita. A) Maclado de ilmenita. B) Distribución de minerales traslucidos (Rutilo, clinocloro, apatito) C) Cristal de rutilo con reflexiones internas. D) Hematita como lamelas de exsolución orientadas dentro de la ilmenita. E) Granos gruesos de ilmenita con indicios de desarrollo de puntos triples. F) Mosaico de cristales de ilmenita presentando su maclado característico.

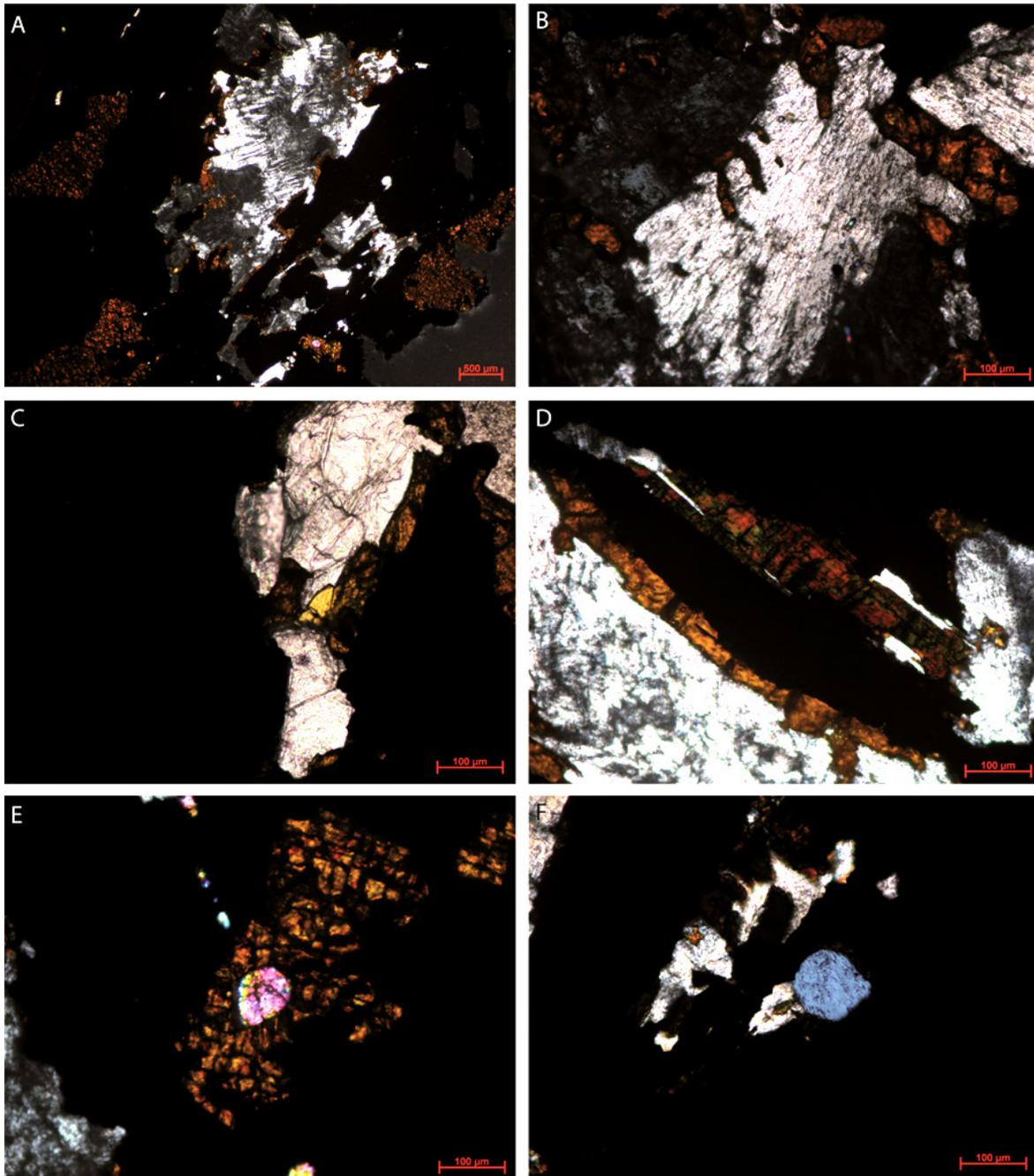


Fig. 4.43 Fotomicrografía de lámina delgada de ilmenita. A) Cristales de rutilo y clinocloro dentro de una matriz de ilmenita. B) Rutilo y clinocloro en intercrecimientos. C) Generación de rutilo puro (centro de la fotografía). D) Generaciones de rutilo con distinta pureza, nótese el cristal superior y su despliegue de colores verdosos y azules. E) Zircón como inclusión en rutilo. F) Cristal de apatito (centro).