



## ATLAS MACROSCÓPICO Y MICROSCÓPICO DE ROCAS UTILIZADAS COMO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

## 1. Objetivos

El objetivo de este proyecto es la “ELABORACIÓN DE UN ATLAS MACROSCÓPICO Y MICROSCÓPICO DE ROCAS UTILIZADAS COMO MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN” a partir de una colección de muestras de mano y láminas delgadas, como material didáctico de apoyo para las prácticas de la asignatura “Fundamentos de Materiales de Construcción” del Grado en Arquitectura Técnica, en donde comparten docencia los solicitantes.

Hasta el momento actual no se contaba con material de este tipo por lo que se planteó la posibilidad de obtener un nuevo recurso didáctico de gran ayuda en el desarrollo de las clases prácticas. En ellas, comúnmente, sólo se lleva a cabo la observación macroscópica de las rocas; la observación microscópica de las láminas delgadas permitirá distinguir los diferentes minerales constituyentes (principales, accesorios, secundarios), la textura y estructura, las posibles alteraciones y deformaciones y, finalmente, proceder a la clasificación de la roca.

Esta previsto que el empleo del material obtenido con este proyecto cause un impacto muy positivo sobre la docencia, al ampliar el campo de visión de las rocas utilizadas como materiales de construcción, e introduciendo una de las técnicas más comunes para describir, clasificar y evaluar la idoneidad de un material pétreo para su uso en construcción.

## 2. Introducción

En este apartado se presentan dos piezas claves para el desarrollo del proyecto; el microscopio de luz polarizada y las láminas delgadas. De ambos se hace una pequeña introducción que servirá al alumno para familiarizarse con las nuevas herramientas manejadas para la obtención de este atlas.

### 2.1. El microscopio de luz polarizada

El microscopio de luz polarizada, también llamado microscopio polarizante o microscopio petrográfico (Fig. 1), es similar, en parte, a un microscopio biológico. Ambos presentan por debajo de la muestra un sistema de iluminación ortoscópica (haces de luz no convergente) y de control de la intensidad de luz (diafragma). La muestra (lámina delgada) se dispone sobre un soporte, llamado platina. Por encima hay un conjunto de lentes, constituido por los objetivos, en general instalados en un soporte rotatorio (revólver), y por el ocular u oculares. De estas lentes dependen los aumentos que se pueden alcanzar; en el microscopio petrográfico oscilan entre 16x y 500x.

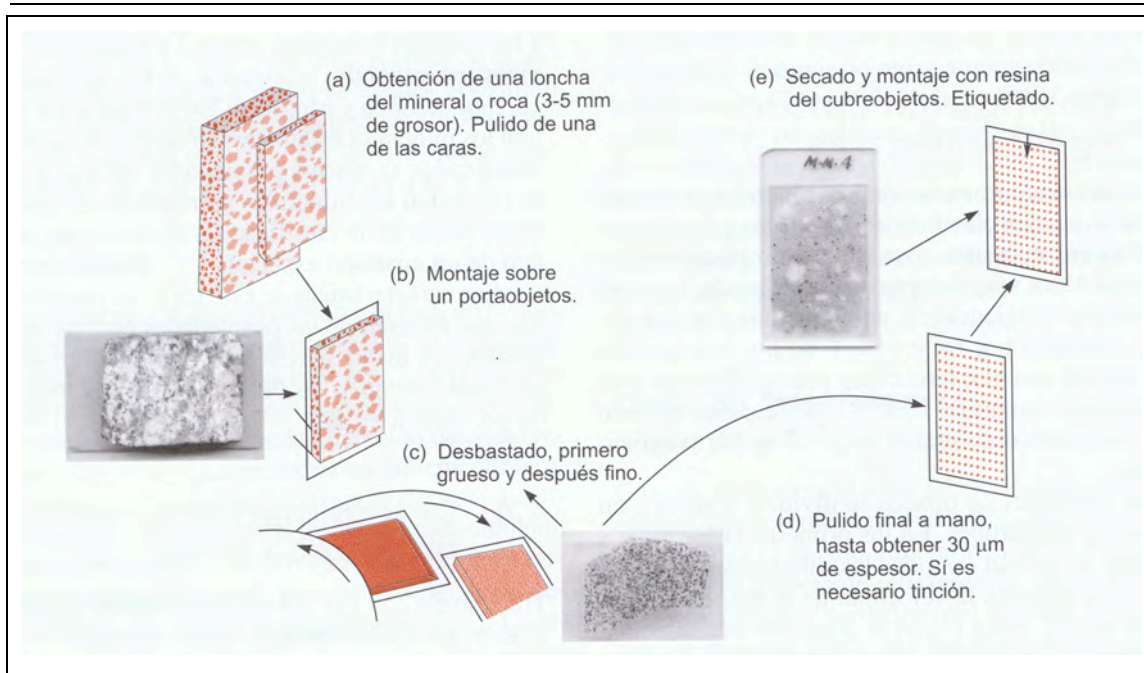
<p><b>Fig 1</b> Esquema de un microscopio petrográfico y de las partes que lo componen (tomada de Carretero León y Pozo Rodríguez, 2007).</p>	<p><b>Fig 2</b> Esquema explicativo de las diferencias entre luz no polarizada -o luz normal- y la luz polarizada (tomada de Carretero León y Pozo Rodríguez, 2007).</p>

Los otros constituyentes propios de un microscopio petrográfico son: la platina giratoria, los filtros polarizadores, la lente conoscópica (luz convergente), la lente de Bertrand y las ranuras para la inserción de las láminas compensadoras.

La característica más importante de este microscopio es la utilización de luz polarizada. La luz normal (no polarizada) vibra en cualquier plano mientras que la luz polarizada vibra en un solo plano (Fig 2). Concretamente, en el microscopio polarizante se utilizan 2 polarizadores: el primero de ellos, debajo de la platina, solo deja pasar la luz que vibra en una determinada dirección (generalmente E-O) y el segundo, por encima de la platina, solo la que vibra perpendicularmente (N-S). Las observaciones realizadas con un solo polarizador se denominan “con luz polarizada plana” y las realizadas con los dos “en polarizadores o nicoles cruzados”.

## 2.2. Obtención de láminas delgadas

Para el estudio microscópico de una roca se utilizan las láminas delgadas. En ellas, la muestra se adelgaza hasta lograr un grosor de 0,03 mm (30 μm), valor estándar. Salvo que el mineral sea opaco, este grosor permite que la luz se transmita a través de él. La sección mineral va montada sobre un portaobjetos y cubierta por un cubreobjetos, ambos de vidrio. En la Fig 3 se muestra un esquema de la elaboración de una lámina delgada.



**Fig 3** Esquema explicativo sobre los procesos necesarios para la obtención de una lámina delgada a partir de una muestra de roca (tomada de Pozo Rodríguez et al., 2004).

### 2.3. Clasificación óptica de los minerales

Los minerales en lámina delgada se pueden clasificar en opacos y no opacos. Los primeros requieren para su estudio del empleo de un microscopio de luz reflejada, en el que una muestra pulida se observa por reflexión. En el microscopio petrográfico de luz transmitida los minerales opacos se ven negros (solo con luz polarizada plana).

Los minerales no opacos, transparentes en lámina delgada, se dividen, a su vez, en isótropos y anisótropos (Fig 4). En los primeros la luz viaja a la misma velocidad en todas las direcciones, en los segundos, en cambio, varía en función de la dirección considerada. Una de las propiedades ópticas más evidentes de los minerales anisótropos es la existencia de los colores de polarización o interferencia, que se observan en “nicoles cruzados”. Estos dependen de la sección del cristal que se esté observando y de la birrefringencia (diferencia de índices de refracción en dicha sección).

Los dos tipos de determinaciones que se pueden realizar con un microscopio polarizante en luz transmitida se muestran en la Fig 5 y la Tabla 1. En la Fig 6 se ilustra de forma detallada una de las propiedades ópticas, el ángulo de extinción.

En la Fig 7 se describen al microscopio polarizante algunos de los minerales formadores de rocas más comunes.

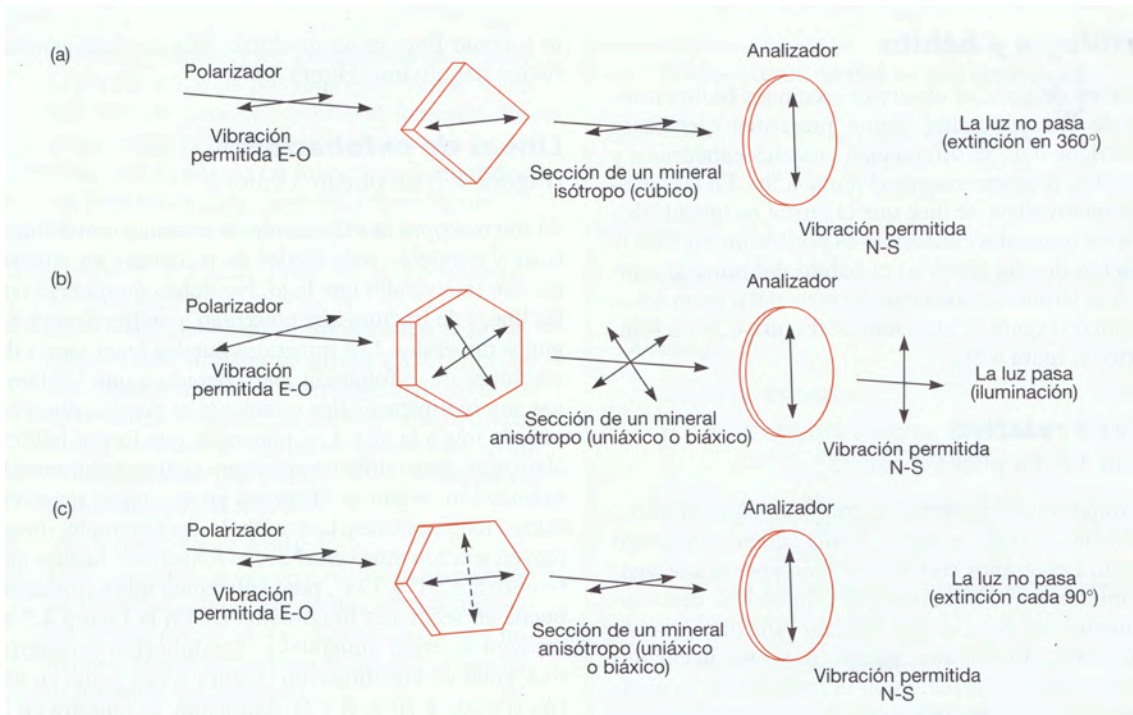


Fig 4 Representación del comportamiento de la luz al incidir sobre un mineral, y su respuesta final tras atravesar el analizador (tomada de Pozo Rodríguez et al., 2004).

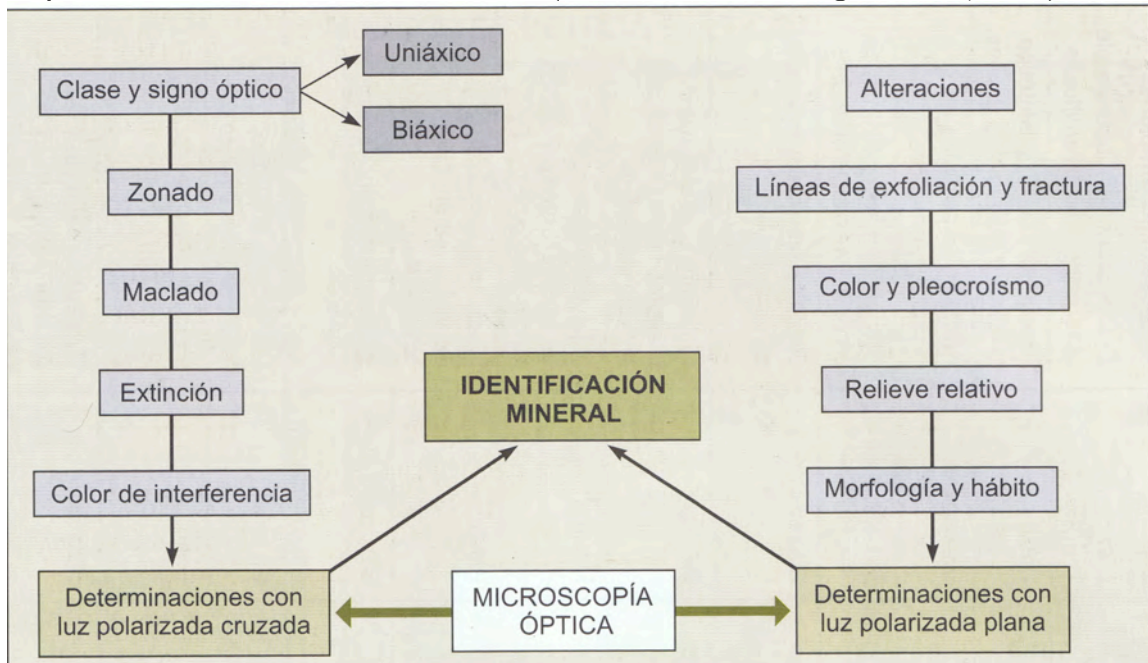
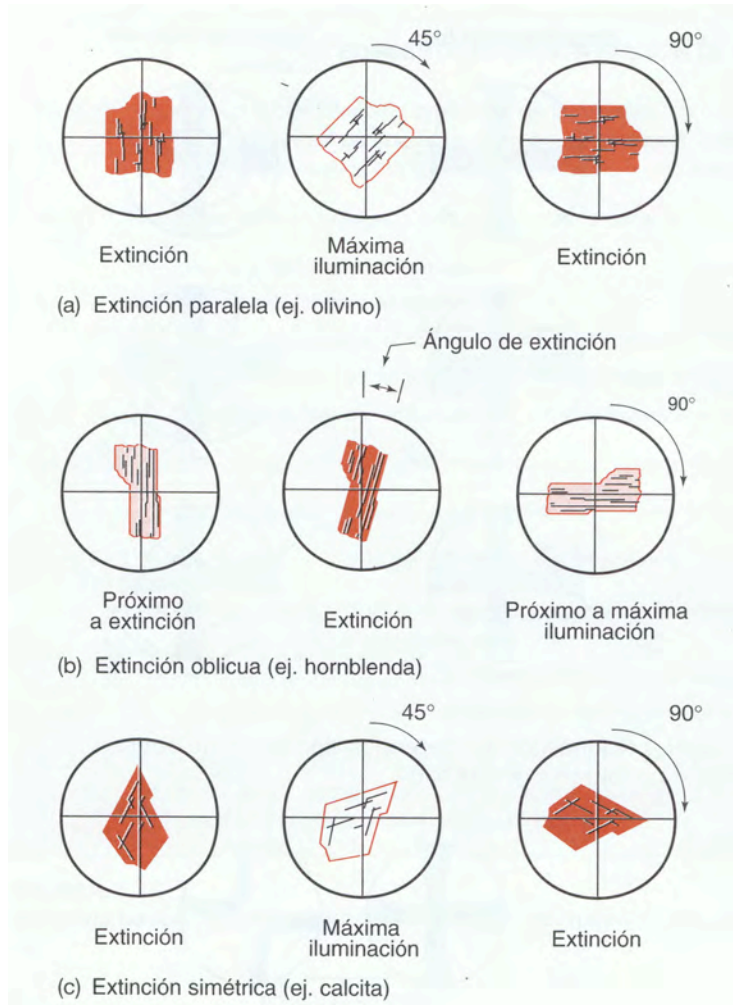


Fig 5 Tipos de determinación que se pueden realizar con un microscopio polarizante en luz transmitida (tomada de Carretero León y Pozo Rodríguez, 2007).



**Fig 6 Representación de la medida del ángulo de extinción entre minerales con (a) extinción paralela, (b) extinción oblicua y (c) extinción simétrica (tomada de Pozo Rodríguez et al., 2004).**

MINERAL PETROGENÉTICO	COLOR	RELIEVE	LÍNEAS DE EXFOLIACIÓN	BIRREFRINGENCIA Y COLORES DE INTERFERENCIA	EXTINCIÓN	ÓPTICA	OTROS
CUARZO	No	Muy bajo	No	Muy baja, blanco a gris de primer orden	Paralela	Uniaxial (+)	Sin alteración. Morfología de cristales según ambiente.
ORTOSA	No, salvo alteración	Bajo	Sí	Muy baja, blanco a gris de primer orden	Oblicua	Biáxial (-)	Ocasionalmente macla simple. Alteración a fases arcillosas.
MICROCLINA	No, salvo alteración	Bajo	Sí	Muy baja, blanco a gris de primer orden	Oblicua	Biáxial (-)	Frecuente macla polisintética en tartán. Alteración a arcillas.
SANIDINA	No, salvo alteración	Bajo	Sí	Muy baja, blanco a gris de primer orden	Oblicua	Biáxial (-)	Frecuente macla simple, cristales prismáticos.
PLAGIOCLASA	No, salvo alteración	Bajo	Sí	Baja, hasta amarillo de primer orden	Oblicua	Biáxial (+ o -)	Frecuente macla polisintética en una dirección. Zonado.
MOSCOVITA	No	Moderado	Sí, excelente	Moderada a alta, hasta amarillo y rojo de segundo orden	Oblicua, casi paralela	Biáxial (-)	Cristales tabulares. Extinción en «ojo de pájaro».
BIOTITA	Sí, marrón a amarillo. Pleocroico	Moderado	Sí, excelente	Moderada a alta, rojo de segundo orden	Oblicua, casi paralela	Biáxial (-)	Inclusiones de circón con aureolas oscuras. Extinción en «ojo de pájaro».
HORNBLENDA	Sí, marrón a verde. Pleocroico	Moderado, alto	Sí, excelente (124° y 56°)	Moderada a alta, colores medios de segundo orden	Oblicua	Biáxial (-)	Cristales prismáticos de sección basal euhédrica. Macla simple.
AUGITA	No, o tonos muy suaves	Alto	Sí, excelente (93° y 87°)	Moderada a alta, colores medios de segundo orden	Oblicua	Biáxial (+)	Maclas de diverso tipo. Zonación en cristales coloreados.
OLIVINO	No, salvo alteración	Alto	No visibles, líneas de fractura	Moderada a alta, colores altos de segundo orden	Paralela	Biáxial (+ o -)	Alteración a iddingsita y opacos.
CALCITA	No	Variable alto-bajo	Sí, excelente	Extrema, blanco a crema	Simétrica a la exfoliación	Uniaxial (-)	Maclado polisintético. Tiñe con alizarina roja S.
DOLOMITA	No	Variable alto-bajo	Sí, excelente	Extrema, blanco a crema	Simétrica a la exfoliación	Uniaxial (-)	Maclado polisintético. No tiñe con alizarina roja S. Zonación.
YESO	No	Bajo	Sí, excelente	Baja, blanco o gris hasta amarillo de primer orden	Paralela	Biáxial (+)	Maclado, a veces artificial durante la preparación de la lámina.
HALITA	No	Bajo	Sí	No	No	Isótropo	Cristales a veces zonados.

Fig 7 Características al microscopio de los principales minerales formadores de las rocas más comunes (tomada de Carretero León y Pozo Rodríguez, 2007).

<b>Determinaciones con luz polarizada plana</b>	
<b>Morfología</b>	En las láminas delgadas se observan secciones bidimensionales de los minerales. Dependiendo de si presentan o no elementos geométricos, se denominan cristales euhédricos/idiomórficos (con sus caras bien desarrolladas) y anhedrales/xenomórficos (con formas irregulares), respectivamente. En una situación intermedia entre ambos, el cristal sería subeuhédrico/subidiomórfico.
<b>Hábito</b>	Describe el aspecto del mineral con términos como: prismático (formas alargadas cortas), acicular (formas muy alargadas), fibroso (morfologías muy alargadas, filiformes), tabular (forma de paralelepípedo), planar (formas planas u hojosas) y equidimensional (normalmente en cristales del sistema cúbico).
<b>Relieve</b>	Describe el contraste entre el mineral y su entorno (resina cementante u otro mineral). Los granos con bajo relieve apenas son visibles mientras que los que presentan alto relieve destacan claramente. Se debe al contraste entre los índices de refracción de ambos medios.
<b>Color y pleocroísmo</b>	Muchos minerales coloreados en muestra de mano son incoloros o débilmente coloreados en lámina delgada.  El <b>color</b> es la respuesta del ojo humano a las radiaciones del espectro visible que le llegan desde un objeto. Al microscopio petrográfico, un mineral se ve del color correspondiente a las longitudes de onda del espectro visible que lo atraviesan más fácilmente. Un mineral puede variar la forma de absorber las diferentes longitudes de onda (y por lo tanto su color) en función de su orientación respecto al plano de polarización de la luz incidente. En estos casos, al girar la platina del microscopio, observamos una variación de color que se denomina <b>pleocroísmo</b> . Los minerales pleocroicos pueden mostrar cambios, más o menos evidentes, en el tono o en la intensidad del color.
<b>Líneas de exfoliación</b>	Al microscopio, la exfoliación se presenta como líneas finas y paralelas. Los minerales pueden tener diferentes exfoliaciones pero, como las láminas son bidimensionales, es raro observar más de dos o tres a la vez.
<b>Alteraciones</b>	Muchos minerales se alteran debido a la meteorización, la circulación de fluidos hidrotermales, etc..  La alteración da lugar al reemplazamiento parcial o total de un mineral por otro.



<b>Determinaciones con nicoles cruzados</b>	
<b>Colores de interferencia</b>	Los colores que se producen en el microscopio petrográfico al insertar el segundo polarizador están ocasionados por fenómenos de interferencia de la luz polarizada con los medios anisótropos. Al estudiar un mineral anisótropo entre polarizadores cruzados, observamos una variación máxima de los colores en un giro de 45°, entre la posición de menor iluminación (posición de extinción) y el color de interferencia (posición de máxima iluminación). En los medios isótropos no se producen estos procesos de interferencia, por lo que, entre polarizadores cruzados, y para cualquier posición, siempre se observan de color negro “o en extinción”.
<b>Extinción</b>	<p>Se denomina ángulo de extinción al definido entre las direcciones preferentes del grano (alargamiento en cristales automorfos o subautomorfos) y las direcciones de vibración de los dos rayos polarizados. Nos indica la posición de éstas respecto a la dirección de alargamiento del cristal.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Extinción recta. El mineral está en extinción cuando su dirección de alargamiento coincide con la orientación de los polarizadores. La posición de máxima iluminación se encuentra a 45° de las posiciones de extinción.</li> <li>• Extinción oblicua. El mineral no está en extinción cuando su dirección de alargamiento coincide con los polarizadores. Para encontrar la posición de extinción es necesario girar el grano, en este caso 40° (ángulo de extinción).</li> </ul>
<b>Zonado</b>	Las zonaciones, son cambios en las propiedades de un mineral (color, etc), desde el centro hacia el borde del grano, normalmente, debidas a variaciones composicionales.
<b>Exsoluciones</b>	Las exsoluciones (o desmezclas) son transformaciones de un mineral en dos de composición diferente, de forma que el minoritario aparece creciendo en el interior del mayoritario. El proceso consiste en que un mineral de composición AB da lugar a dos minerales diferentes, Mineral A + Mineral B, generalmente por procesos de cambio en las condiciones de temperatura.
<b>Maclas</b>	Las maclas son asociaciones de varios cristales de un mismo mineral que presentan relaciones cristalográficas entre ellos. Existen tipos de maclas características de un mineral (o de un grupo de minerales) y nos pueden ayudar a la identificación, como las maclas de Carlsbad en feldespatos, o las polisintéticas (compuestas por numerosos componentes separados por planos paralelos) de las plagioclasas.

Tabla 1 Algunas de las determinaciones que se pueden efectuar al observar una lámina delgada al microscopio, tanto con luz natural como con luz polarizada (o nicoles cruzados).

## 2.4. Fuentes de información

### Libros:

- Carretero León, I. y Pozo Rodríguez, M. (2007). Mineralogía Aplicada. Salud y medio ambiente. Thomson Eds. Paraninfo, S.A., 406 pp.
- Pozo Rodríguez, M., González Yélanos, J., Giner Robles, J. (2004). Geología Práctica: Introducción al conocimiento de materiales y análisis de mapas. Pearson Prentice Hall. 305 pp.

### Libros (on-line):

- Atlas en color de rocas y minerales en lámina delgada. MacKenzie & Adams. Ed. MASSON, 1997.
- Atlas de Petrografía - Minerales formadores de rocas en lámina delgada - by W. S. MacKenzie, C. Guilford web.
- Atlas de Rocas Sedimentarias - by Ed. Masson web
- Atlas de Rocas Metamórficas - B.W. Yardley , W.S. Mackenzie,C. Guilford (1997)
- Mineralogía Óptica. Kerr, Paul.

### Páginas web

- <http://petroignea.wordpress.com/>
- <http://pendientedemigracion.ucm.es/info/petrosed/>
- <http://es.slideshare.net/AlfredoPangue/atlas-de-rocas-metamorficas>

## 3. Actividades

Las actividades realizadas para la obtención del atlas que en esta memoria se presenta han sido las siguientes:

- Recolección y selección de muestras de mano de las rocas que van a ser consideradas en la elaboración del ATLAS: En total se ha trabajado con 17 muestras de rocas de diferentes tipos (sedimentarias, ígneas y metamórficas).
- Obtención de 17 láminas delgadas.
- Fotos de las muestras de mano.
- Descripción macroscópica de cada una de ellas.
- Estudio microscópico.
- Ficha para cada una de ellas con:

- Nombre y clasificación petrológicos.
  - Nombre y clasificación comerciales.
  - Breves descripciones macro y microscópicas.
  - Fotografías: una macroscópica y varias microscópicas.
- Elaboración del Atlas.

#### 4. Metodología

Para la elaboración de este material didáctico se han recogido 17 muestras de mano representativas de 17 tipos de roca distintos. Posteriormente, se han cortado y seleccionado secciones para la preparación de láminas delgadas, tarea ésta que se ha realizado en el Servicio de Preparación de Rocas de la Universidad de Salamanca. El listado de las muestras se puede consultar en *Tabla 2*.

Una vez obtenidas, las láminas delgadas se describieron al microscopio polarizante empleando un equipo de la casa NIKON, con cámara digital acoplada, y conectado a un monitor TV (Fig 8). Este equipo permite realizar observaciones tanto en luz transmitida como en luz reflejada. En general, las observaciones se realizaron a partir de imágenes de 40 aumentos, alcanzados con el empleo de un objetivo de x4 y un ocular de x10.

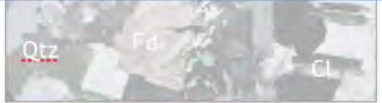
ROCAS ÍGNEAS		ROCAS SEDIMENTARIAS			ROCAS METAMÓRFICAS		
Granito con textura granuda	1	Conglomerado	Detríticas	7	Pizarra	FOLIADAS	12
Granito con textura porfídica	2	Arenisca		8	Esquisto granatífero		13
Sienita Roja	3	Caliza	Organógenas	9	Gneis		14
Sienita labrador	4	Travertino	Precipitación química	10	Mármol	NO FOLIADAS (MASIVAS)	15
Gabro	5	Yeso		11	Cuarcita		16
Dunita-basalto	6				Serpentinita		17

*Tabla 2 Muestras analizadas clasificadas según su origen.*

El montaje del atlas sigue el esquema que se muestra en la Fig 9.



Fig 8 Microscopio petrográfico empleado para la observación de las láminas delgadas.

NOMBRE PETROGRÁFICO	NOMBRE COMERCIAL
<b>Granito con textura granuda</b>	<b>Granito de Los Santos</b>
<p><b>MUESTRA DE MANO</b></p>  <p><b>Fotografía de la muestra de mano</b></p>	<p><b>MICROSCOPIO</b></p>  <p><b>Luz Natural (arriba)(LN)</b></p> <p><b>Fotografías del primer par de fotos de microscopio</b></p>  <p><b>Nícoles cruzados (debajo) (NX)</b></p>
<p><b>DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA</b> Descripción de los aspectos de la roca que se observan a simple vista, en la muestra de mano.</p>	<p><b>DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA</b> Descripción de la mineralogía y de los aspectos fundamentales observables al microscopio.</p>

NOMBRE PETROGRÁFICO	NOMBRE COMERCIAL	LÁMINA 1: Granito con textura granuda
<b>Granito con textura granuda</b>	<b>Granito de Los Santos</b>	<p><b>Descripción más completa y avanzada de las fotografías tomadas con el microscopio petrográfico.</b></p> <p>1º par de fotos: C. Mineralogía: Cuarzo (Qtz), feldospatos (Fd), mica (Biotita (Bt) y muscovita (Msc)), y granos (Gr). Observaciones: - Los cristales están en su estado transformado en (XO)O. - Inclusiones de pequeños cristales de epidoto (Epi) con su halo pleocroico negro característico por todo el campo de visión. El halo pleocroico es la luz que se observa alrededor de inclusiones minerales que contienen elementos radiactivos.</p> <p>2º par de fotos: C. Mineralogía: Cuarzo (Qtz), feldospatos (Fd), granos (Gr) y clorita (Cl). Observaciones: - Presencia de la feldita. - Micas y granos en feldospatos. - Asociación de algunos feldospatos (XO)O con los plagioclasos (XO)O a grandes escalas de tamaño de grano fino.</p>
<p><b>Luz Natural (arriba)(LN)</b></p> <p><b>Fotografías del segundo par de fotos de microscopio</b></p> <p><b>Nícoles cruzados (debajo) (NX)</b></p> 	<p><b>Luz Natural (arriba)(LN)</b></p> <p><b>Fotografías del tercer par de fotos de microscopio</b></p> <p><b>Nícoles cruzados (debajo) (NX)</b></p> 	

Fig 9 Esquema del atlas para cada una de las muestras estudiadas, consistente en una primera página en la que se muestra (arriba) la fotografía de las muestras de mano, el primer par de fotos al microscopio petrográfico, y las descripciones macro y microscópicas, con un encabezamiento en el que se incluye el nombre petrográfico y el comercial; (debajo a la izquierda) segundo y tercer par de fotos al microscopio petrográfico, con etiquetado de los minerales más característicos que se observan y (debajo, a la derecha), descripción más avanzada y extensa de las fotografías de microscopio.

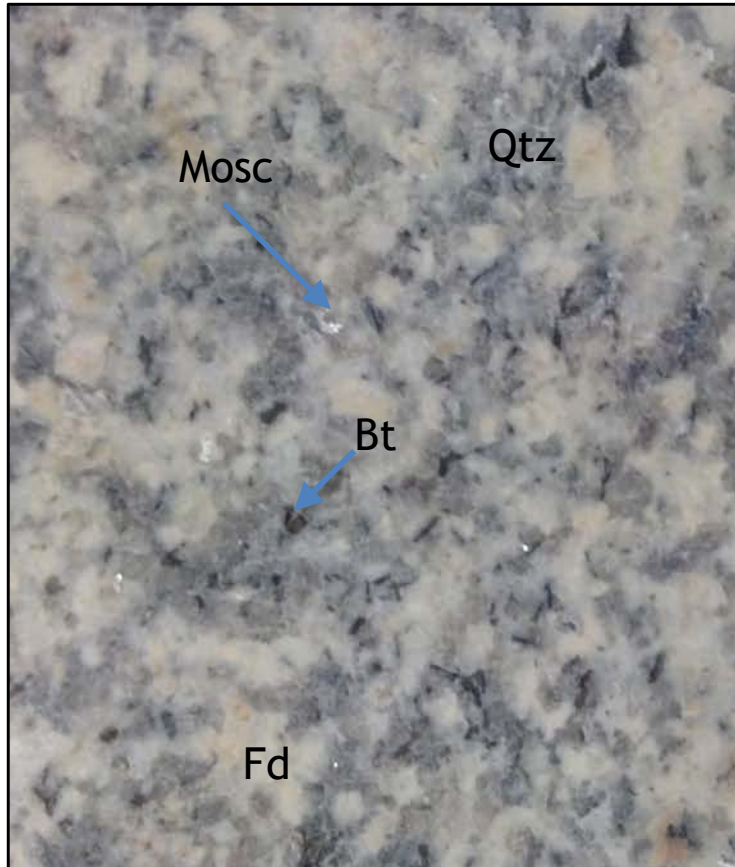
## **5. El Atlas: descripciones e imágenes de las muestras estudiadas.**



# Muestra 1

**Granito con textura granuda**

**MUESTRA DE MANO**

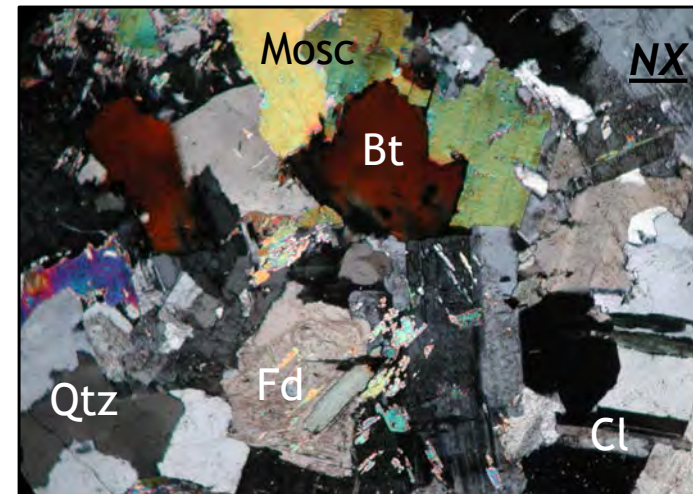
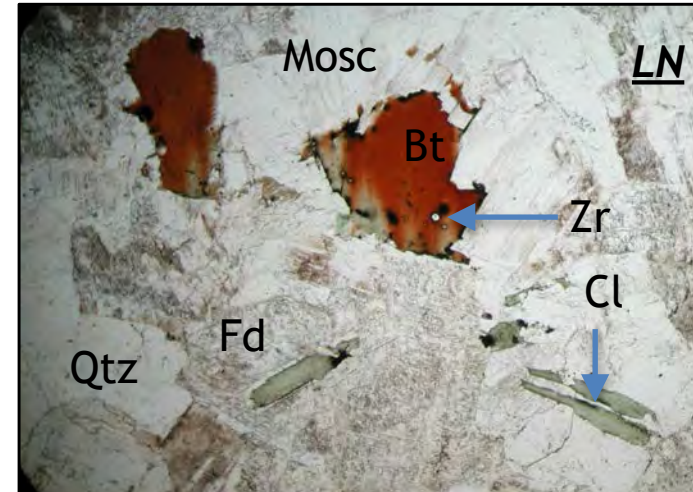


**DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA**

Roca de color gris claro compuesta por cuarzo (Qtz), feldespato (Fd), biotita (Bt) y moscovita (Mosc). Textura cristalina, fanerítica y granuda inequigranular.

**Granito de Los Santos**

**MICROSCOPIO**

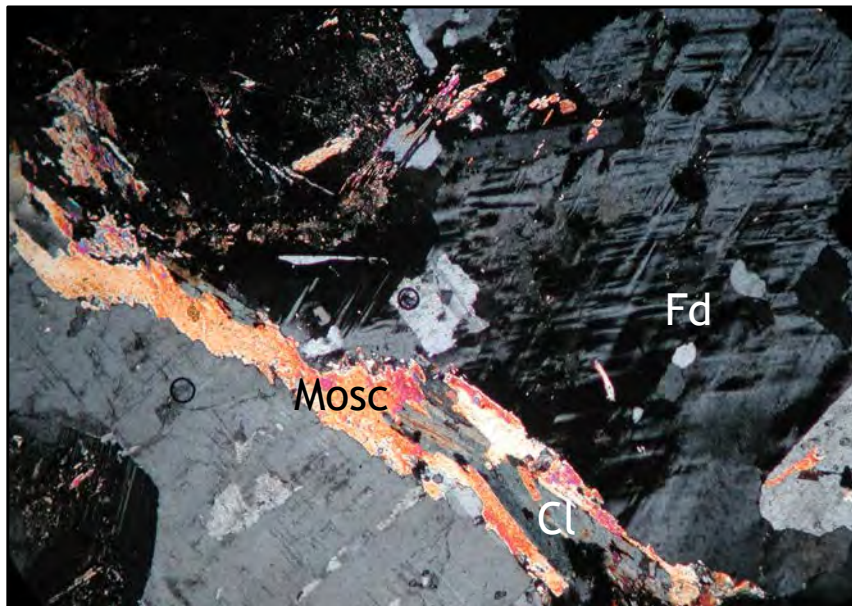
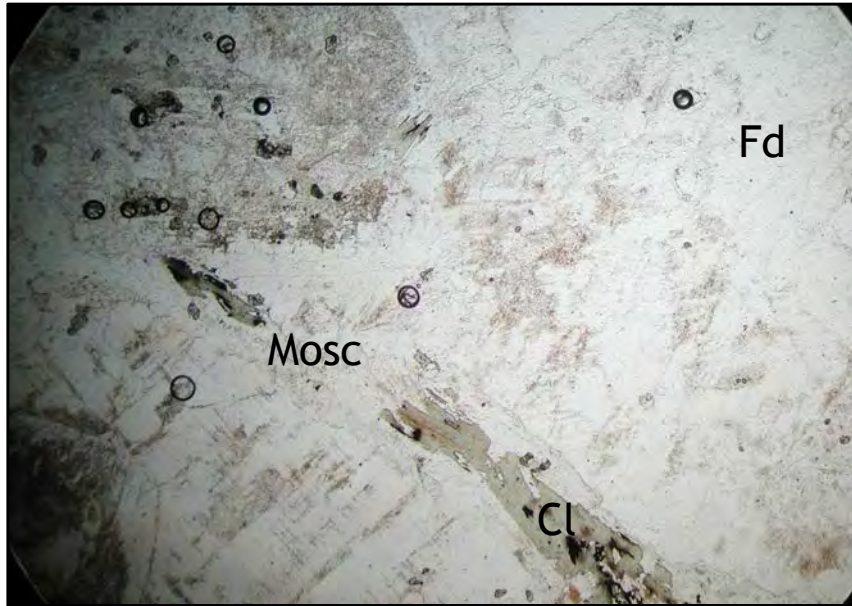


**DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA**

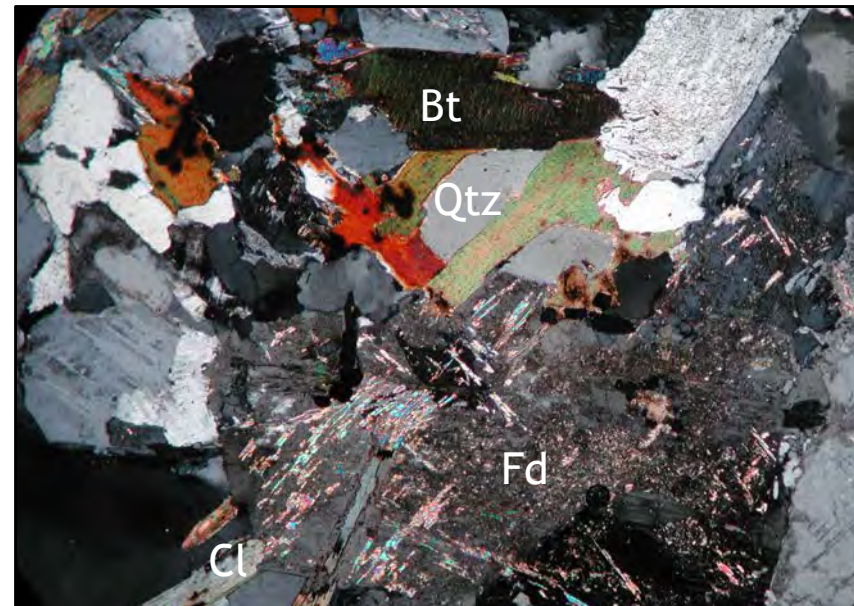
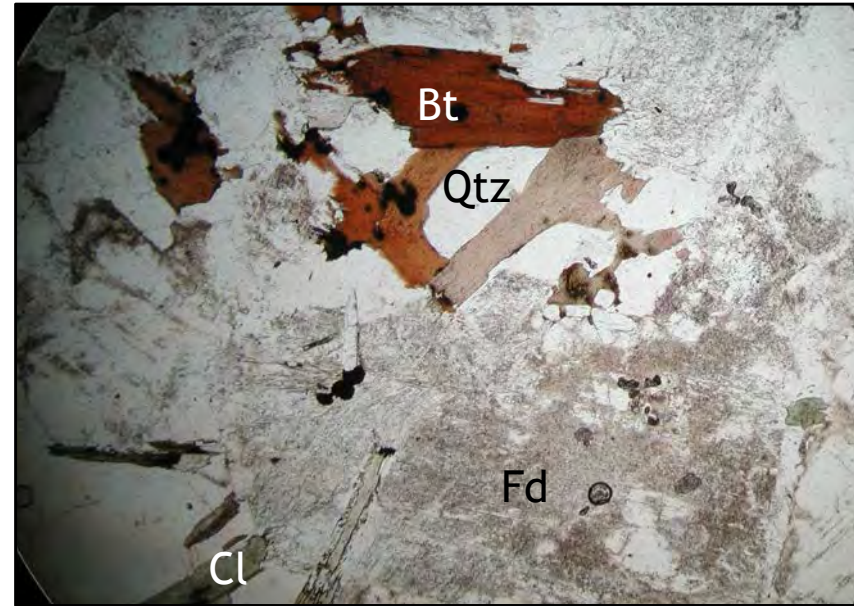
Predominio de minerales claros -cuarzo (Qtz), feldespato (Fd), moscovita (Mosc) -sobre oscuros -biotita (Bt), clorita (Cl).



*Granito con textura granuda*



*Granito de Los Santos*



## LÁMINA 1: Granito con textura granuda

### 1º par fotos

Composición mineralógica: Cuarzo (Q), feldespatos (Fd), micas biotita (Bi) y moscovita (Mosc), y clorita (Cl).

Observaciones:

- Las biotitas están parcial o totalmente transformadas en clorita.
- Inclusiones de pequeños cristales de circón (Zr) con su halo pleocroico negro característico (o todo negro) en biotita. El halo pleocroico es la aureola que se observa alrededor de inclusiones minerales que contienen elementos radiactivos.
- Los feldespatos aparecen maclados y algunos de ellos parcialmente alterados.
- Colores de interferencia altos en cristales de moscovita.

### 2º par de fotos

Composición mineralógica: Feldespatos (Fd), moscovita (Mosc) y clorita (Cl).

Observaciones: El feldespato de mayor tamaño es microclina (feldespato potásico), se reconoce fácilmente en nicoles cruzados gracias a su macla en enrejado (en tela escocesa o “tartán”).

### 3º par de fotos

Composición mineralógica: Cuarzo (Q), feldespatos (Fd), biotita (Bi) y clorita (Cl).

Observaciones:

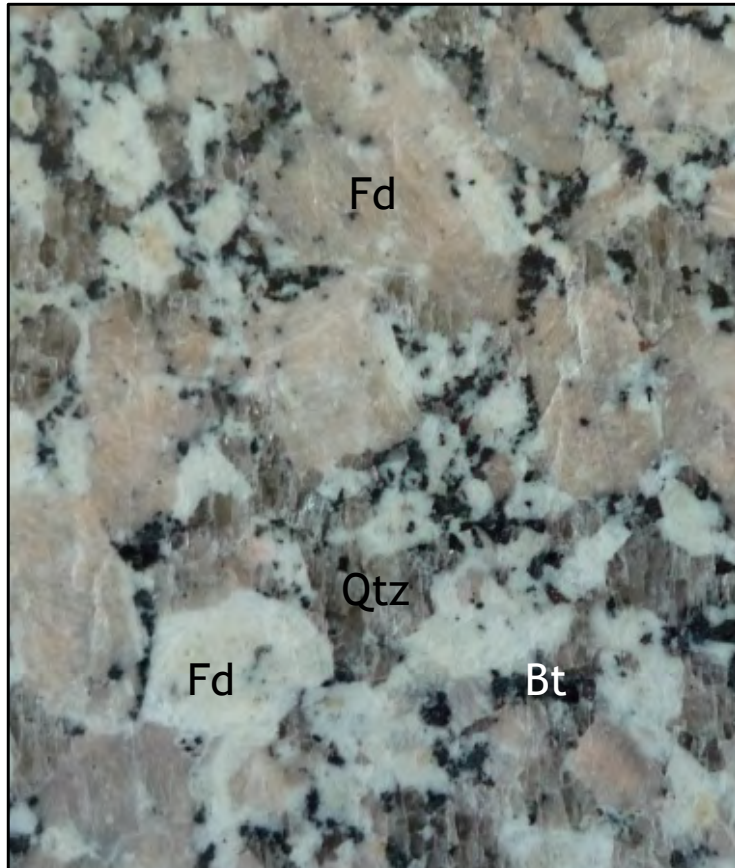
- Pleocroismo de la biotita
- Maclas y pertitas en feldespatos
- Alteración de algunos feldespatos (aspecto “sucio” con luz polarizada plana) a sericita, moscovita de tamaño de grano fino.



# Muestra 2

**Granito con textura porfídica**

MUESTRA DE MANO

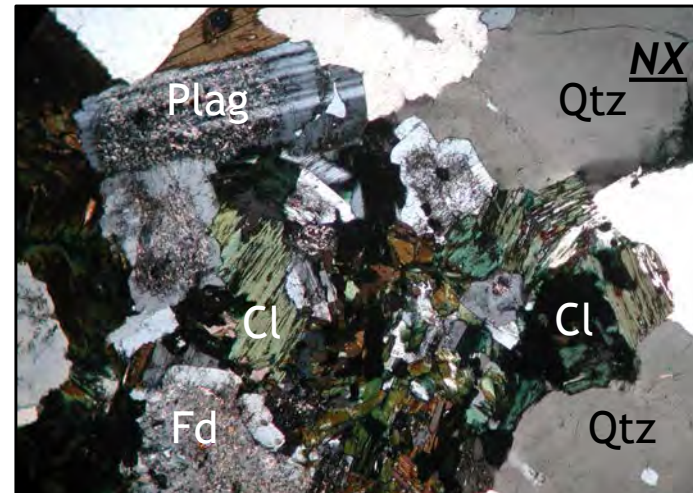
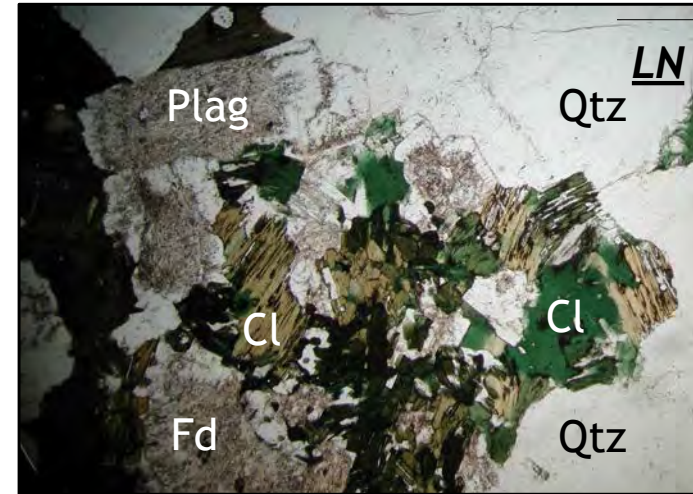


DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Roca de color gris compuesta por feldespato blanco y rosado (Fd), cuarzo (Qtz) y biotita (Bt). Textura cristalina, fanerítica y porfídica.

**Granito claro**

MICROSCOPIO



DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

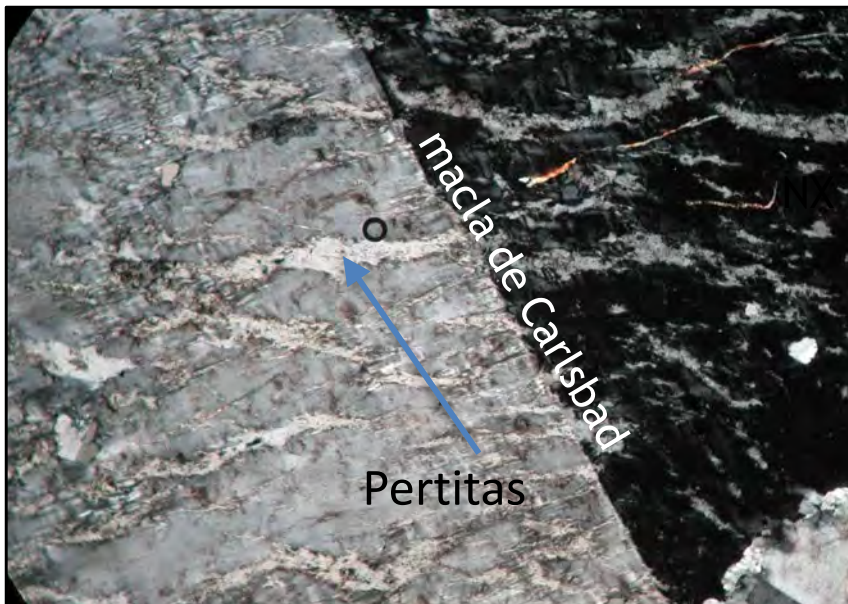
Cuarzo (Qtz) y feldespato (Fd) (alguno plagioclasa, Plag) y corita (Cl).

**NOMBRE PETROGRÁFICO**

*Granito con textura porfídica*

**NOMBRE COMERCIAL**

*Granito claro*



## LÁMINA 2: Granito con textura porfídica

### 1º par fotos

C. mineralógica: Cuarzo (Qtz), biotita cloritizada (Bt), clorita (Cl) y feldespatos (Fd).

Observaciones:

- Plagioclasas con la típica macla de la albita.
- Feldespatos parcialmente alterados a sericita (en algunos de ellos el núcleo está más alterado que los bordes).

### 2º par fotos

Fenocristal de feldespato maclado (macla de Carlsbad) con pertitas (exsoluciones de albita, feldespato sódico, en feldespato potásico). Las exsoluciones o desmezclas son transformaciones de un mineral en dos de composición diferente, de forma que el minoritario aparece creciendo en el interior del mayoritario. Los dos cristales maclados presentan distinta orientación óptica, por ello, uno aparece en extinción y el otro en posición de máxima luminosidad.

### 3º par de fotos

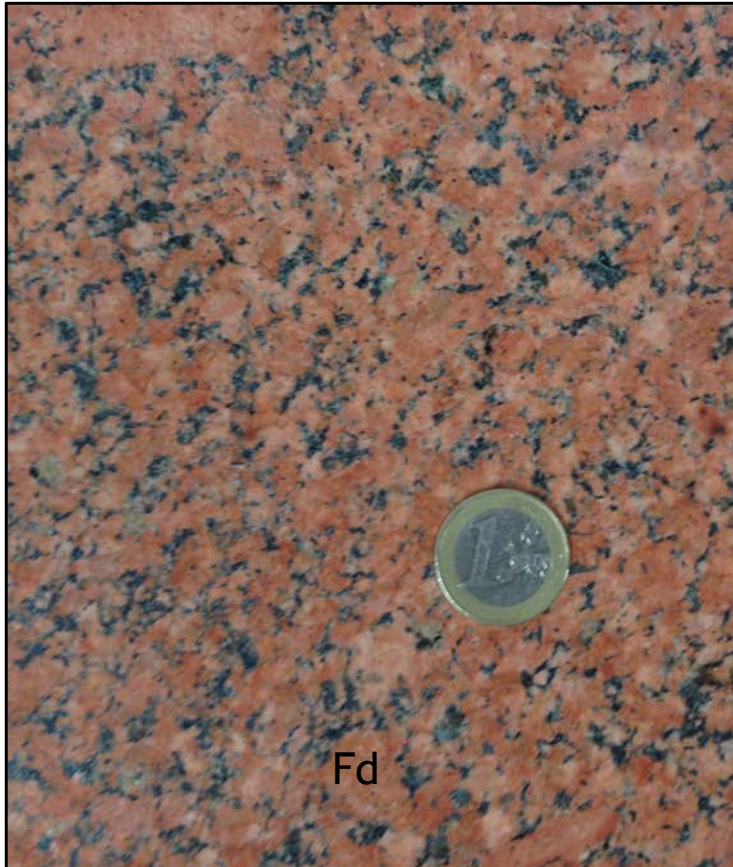
Fenocristal zonado de feldespato. Esta zonación óptica es debida a variaciones en la composición química.



# Muestra 3

***Sienita roja***

**MUESTRA DE MANO**



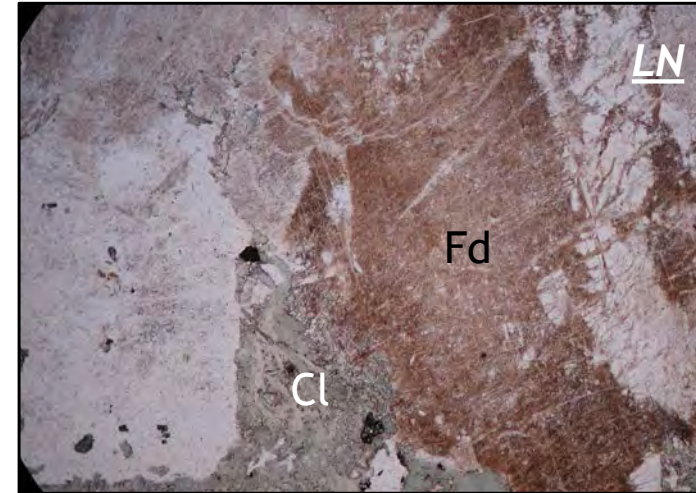
Fd

**DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA**

Roca de color rojizo compuesta mayoritariamente por feldespato (Fd) de color rojo por las inclusiones de óxidos de hierro). Textura cristalina, fanerítica y granular.

***Granito claro***

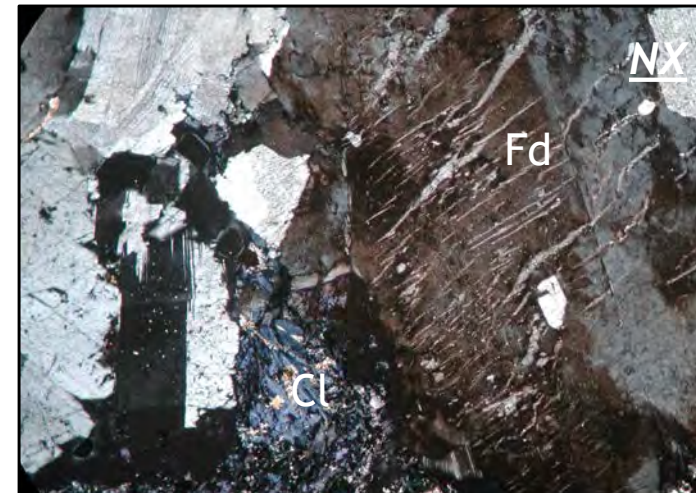
**MICROSCOPIO**



Fd

Cl

LN



Fd

Cl

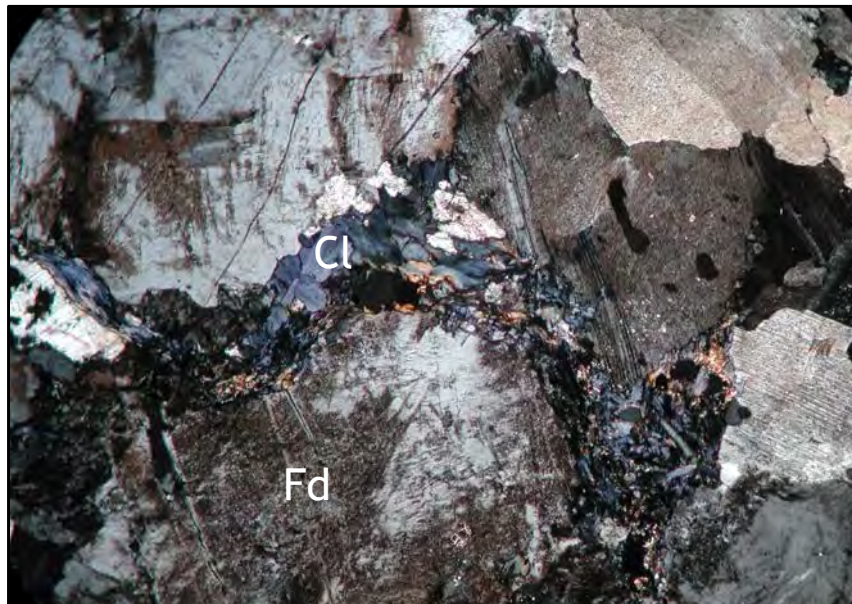
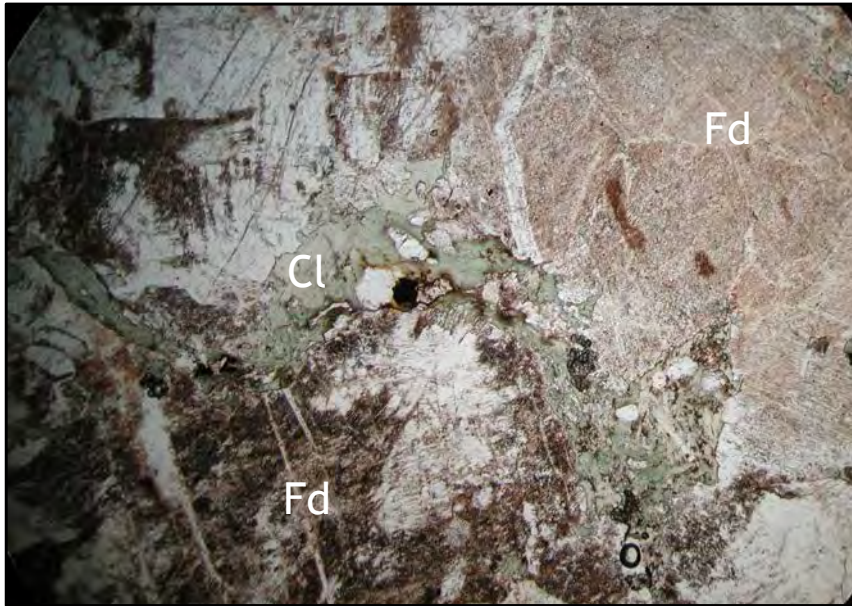
NX

**DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA**

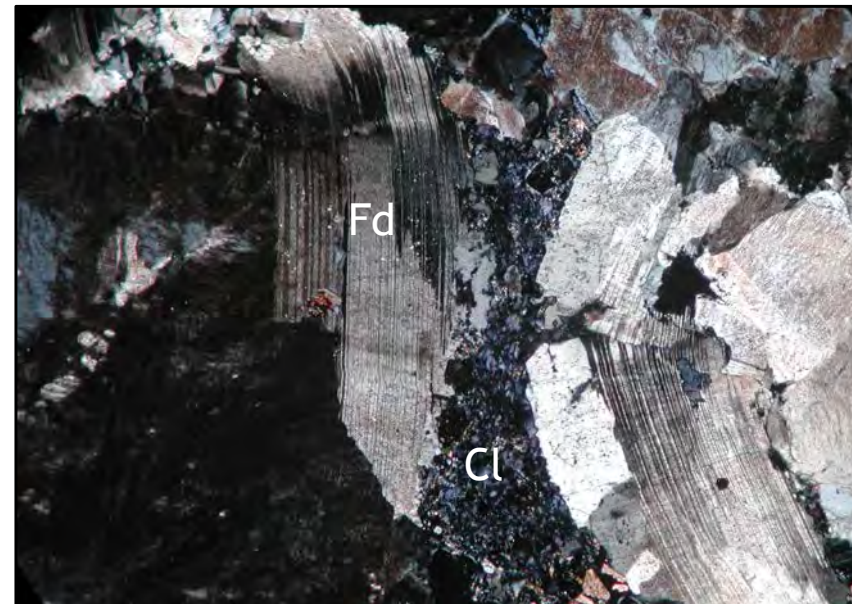
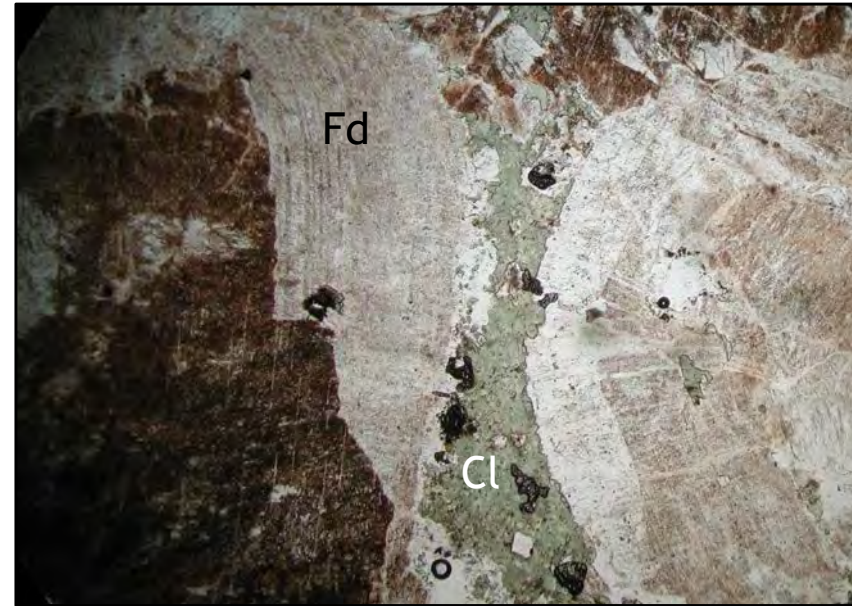
Cristales de feldespato (Fd), la mayoría de ellos con procesos de alteración y pertitas, y clorita (Cl).



*Sienita roja*



*Granito claro*



### **LÁMINA 3: SIENITA ROJA**

#### **1º par fotos**

C. Mineralógica: Feldespato (Fd) y clorita (Cl)

Observaciones:

- Colores de interferencia anómalos (azules) en la clorita
- Feldespatos maclados y con pertitas

#### **2º par fotos**

C. Mineralógica: Feldespatos (Fd) y clorita (Cl)

Observaciones:

- Colores de interferencia anómalos (azules) en la clorita
- Feldespatos parcialmente alterados

#### **3º par fotos**

C. mineralógica: Feldespatos (Fd) y clorita (Cl)

Observaciones:

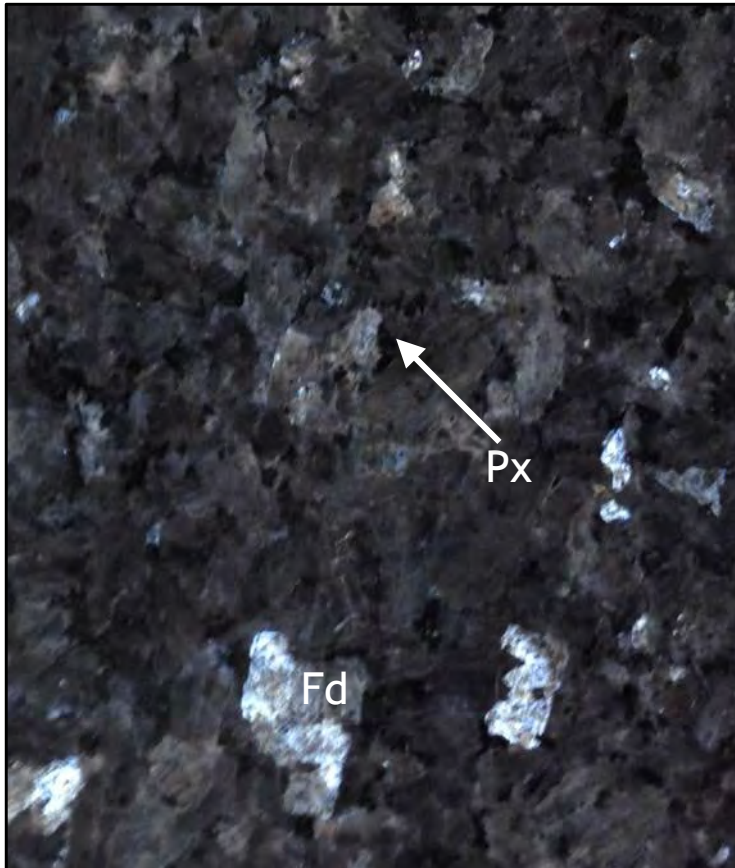
- Feldespatos con macla de la albita muy deformados (los planos de macla aparecen combados, arqueados)



# Muestra 4

*Sienita (larvikita)*

MUESTRA DE MANO

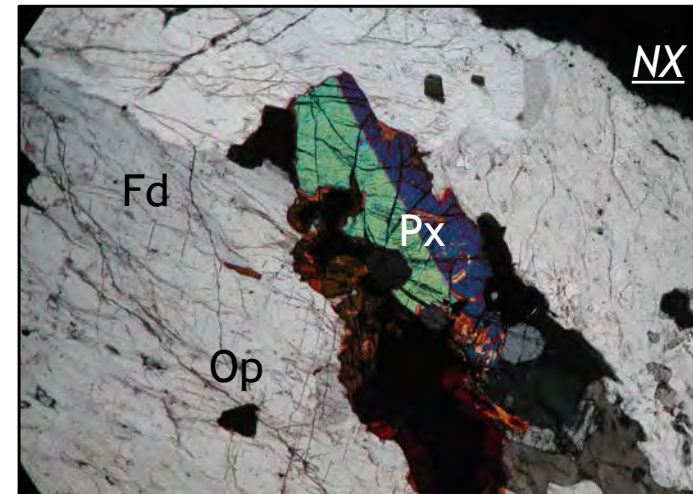
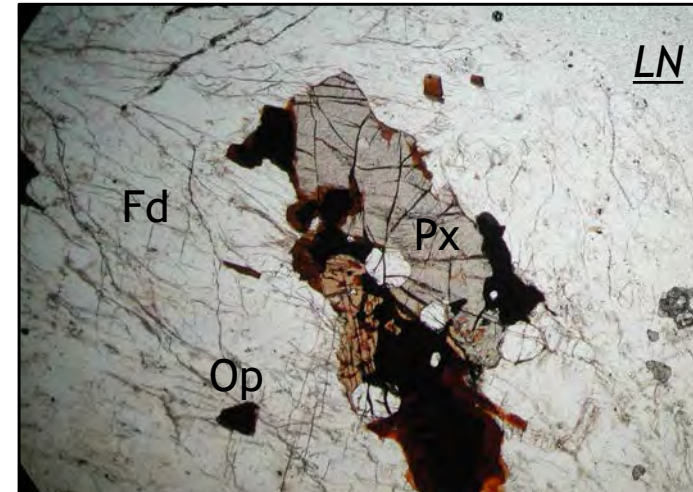


DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Roca de color oscuro compuesta por cristales de feldespato (Fd). Textura cristalina, fanerítica y granular.

*Labrador oscuro*

MICROSCOPIO

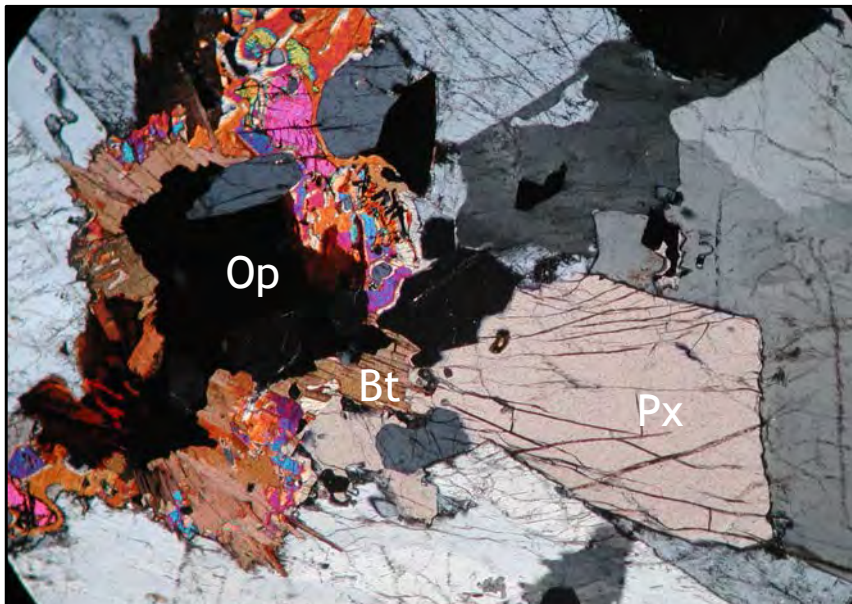
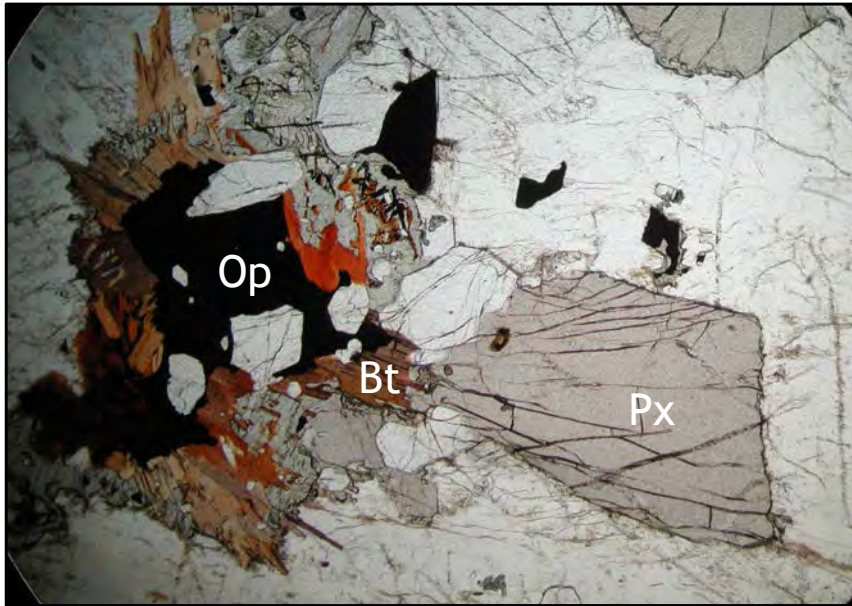


DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Cristales de feldespato (Fd) y piroxeno (Px), y algunos opacos (Op).

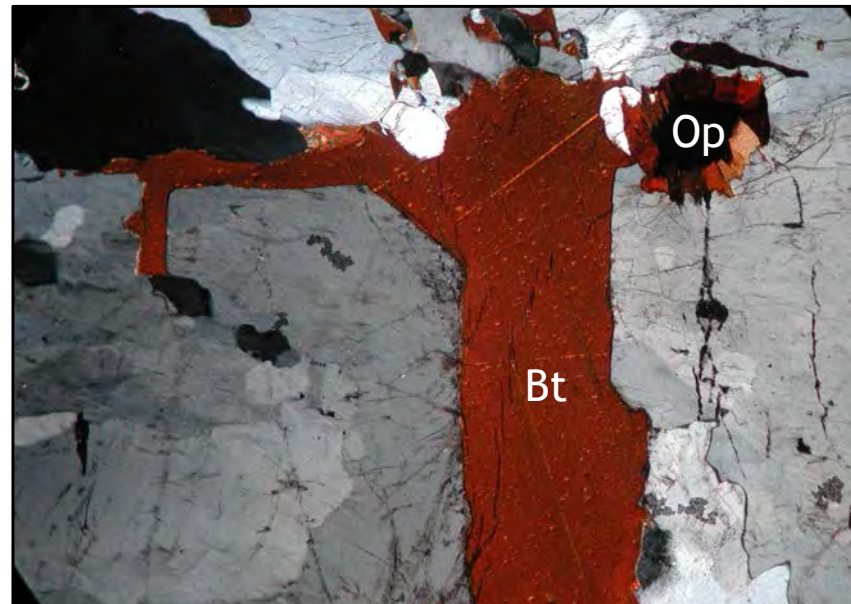
NOMBRE PETROGRÁFICO

*Sienita (larvikita)*



NOMBRE COMERCIAL

*Labrador oscuro*



#### **LÁMINA 4: SIENITA (LARVIKITA)**

##### **1º par fotos**

C. mineralógica: Feldespato (Fd) ternario (mezcla de ortosa, albita y anortita), biotita (Bt), piroxeno (Px) (augita titanífera) y opacos (Op).

Observaciones:

- Planos de exfoliación y de macla en los piroxenos

##### **2º par fotos**

C. mineralógica: Feldespato (Fd) ternario (mezcla de ortosa, albita y anortita), biotita (Bt), piroxeno (Px) (augita titanífera) y opacos (Op).

Observaciones:

- Disposición de las biotitas alrededor de los opacos.

##### **3º par fotos**

C. mineralógica: Feldespatos (Fd), biotita (Bt) y opacos.

Observaciones:

- Mezcla de feldespatos
- Biotita laminar tanto aislada (de mayor tamaño) como rodeando a opacos (de menor tamaño)



# Muestra 5

**Gabro**

MUESTRA DE MANO

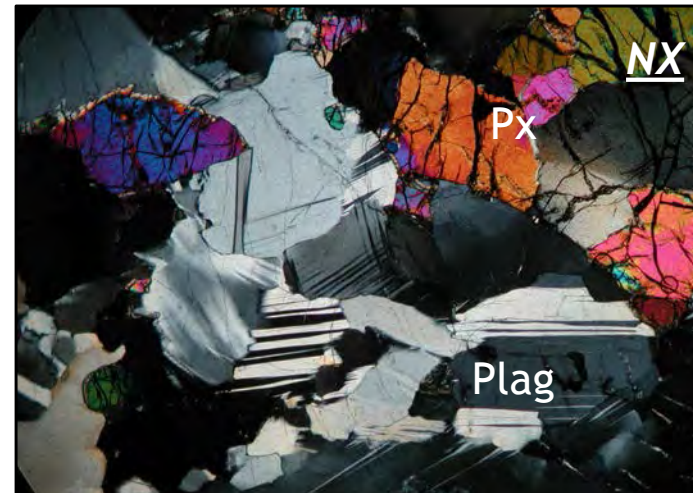
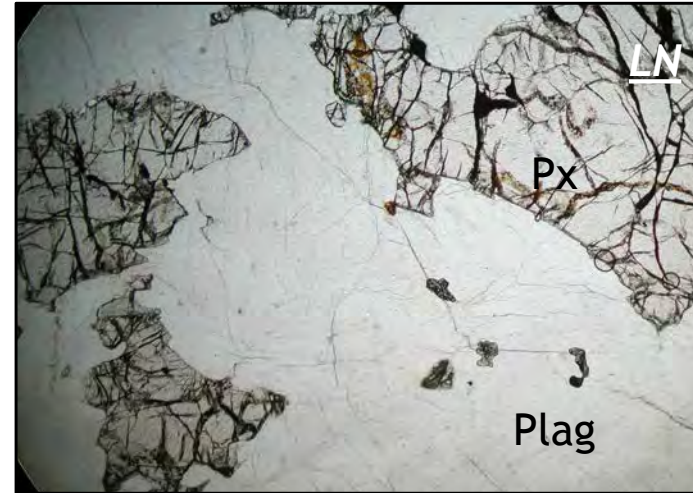


DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Roca de color oscuro formada por cristales de plagioclasa y piroxeno. Textura cristalina, fanerítica y granuda.

**Granito negro**

MICROSCOPIO

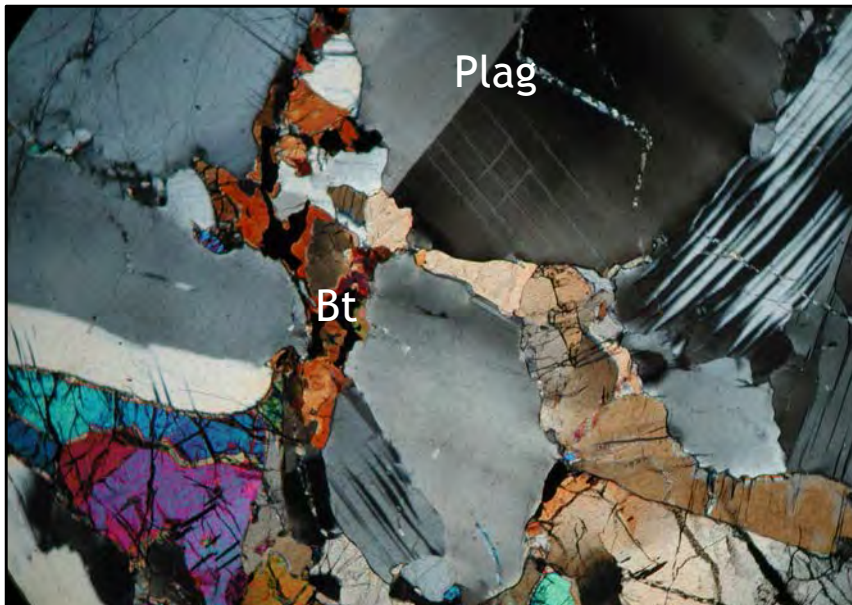
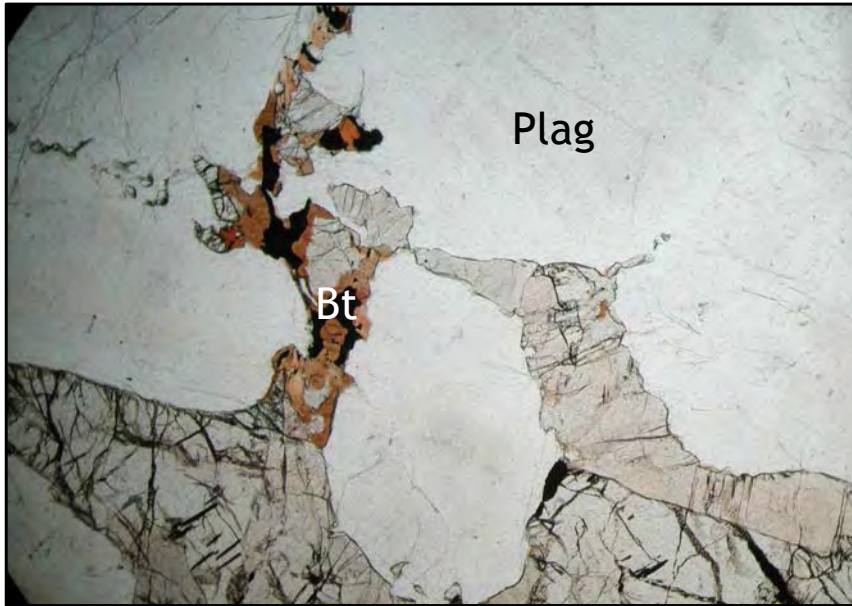


DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

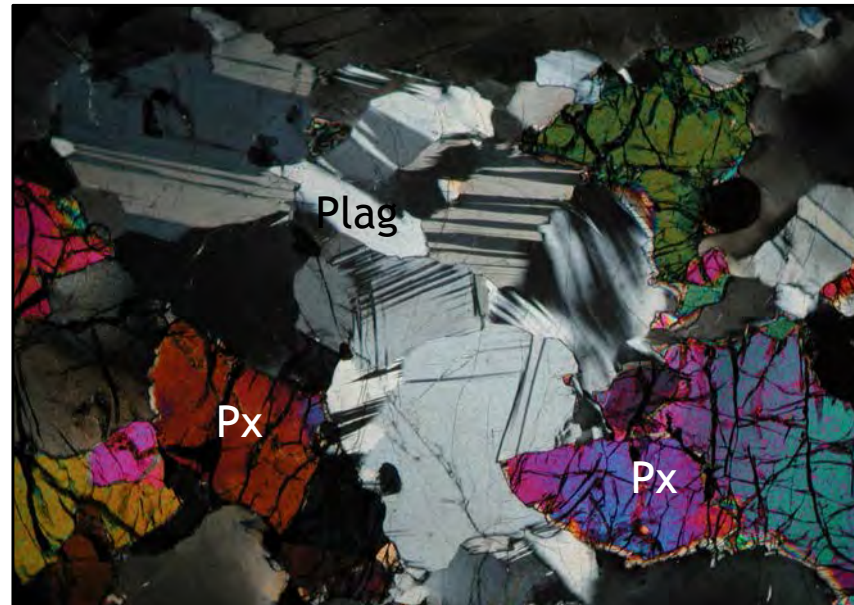
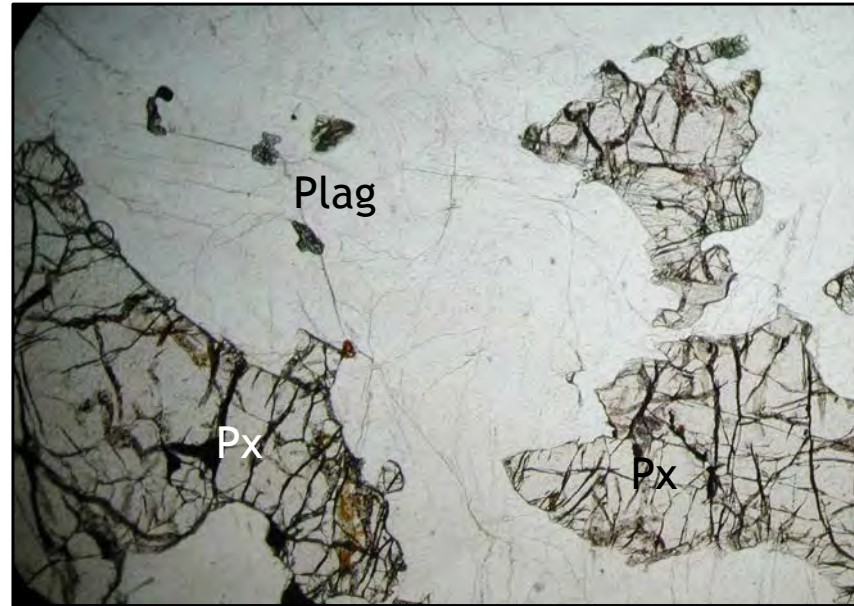
Cristales de plagioclasa (Plag) y piroxeno (Px), estos últimos muy fracturados.



***Gabro***



***Granito negro***



## LÁMINA 5: GABRO

### 1º par fotos

C. Mineralógica: Plagioclasas (Plag) y piroxenos (Px).

Observaciones:

- Plagioclasas con diferente tipo de maclado.

### 2º par fotos

C. Mineralógica: Plagioclasas (Plag), piroxenos (Px), biotitas (Bt) y opacos (Op).

Observaciones:

- Plagioclasas macladas y con extinción ondulante. Ésta se caracteriza porque el cristal no se extingue de una sola vez sino que, a medida que se gira la platina del microscopio, van extinguiéndose de forma progresiva diferentes partes del mismo. Indica que los minerales han sido deformados.

### 3º par fotos

C. Mineralógica: Plagioclasas (Plag), piroxenos (Px) y opacos (Op).

Observaciones:

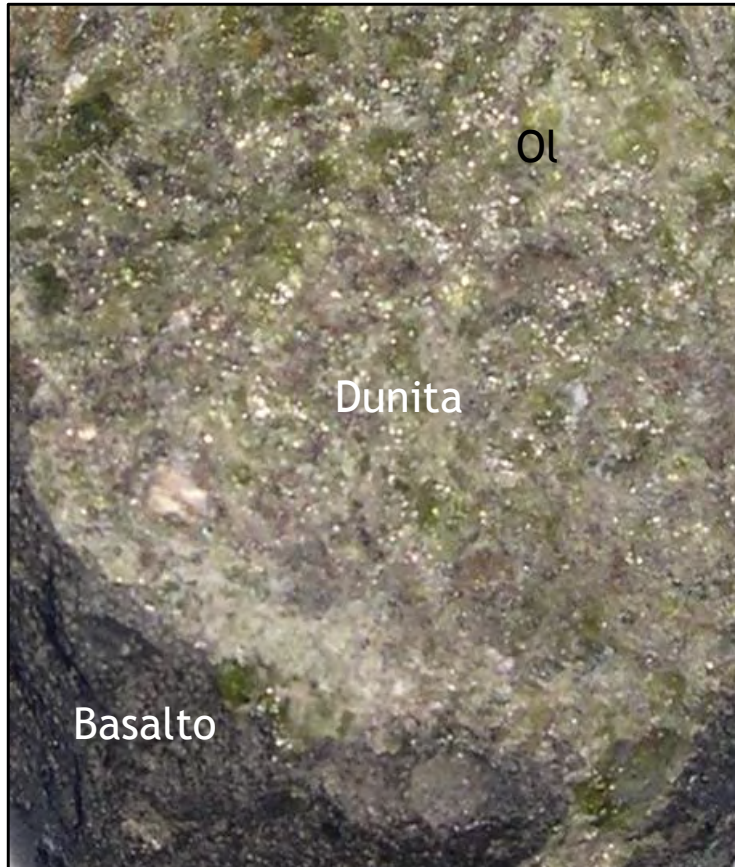
- Extinción ondulante en las plagioclasas



# Muestra 6

***Dunita/basalto***

**MUESTRA DE MANO**

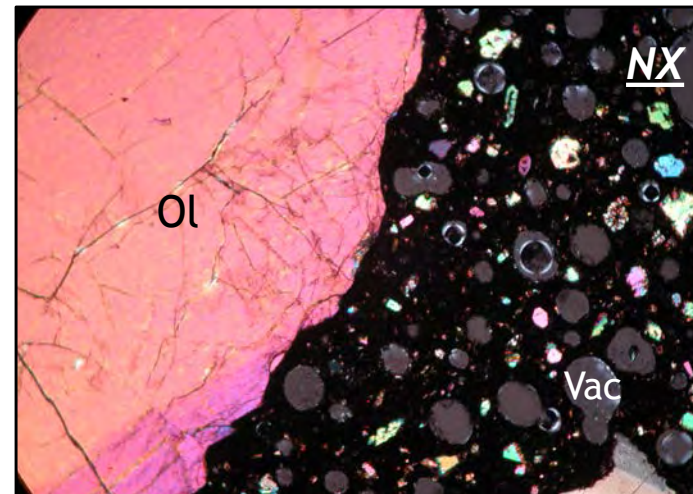
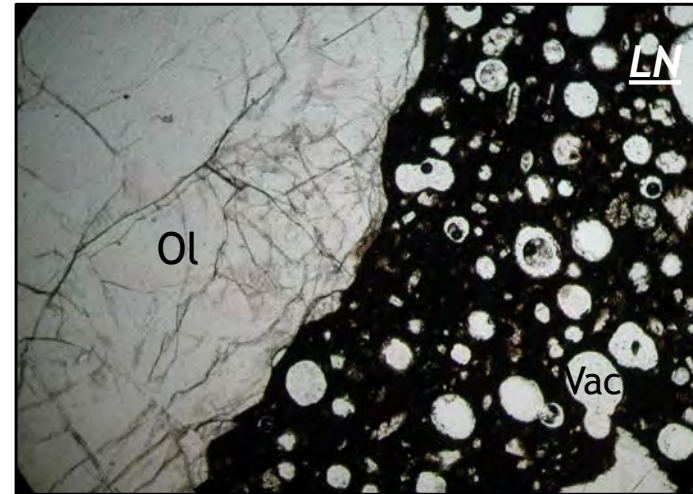


**DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA**

Fragmento de bomba volcánica constituida por un borde de color gris oscuro formado por olivino y matriz vítrea, y un núcleo de color verde oliva formada mayoritariamente por cristales de olivino (Ol).

***Granito negro/basalto***

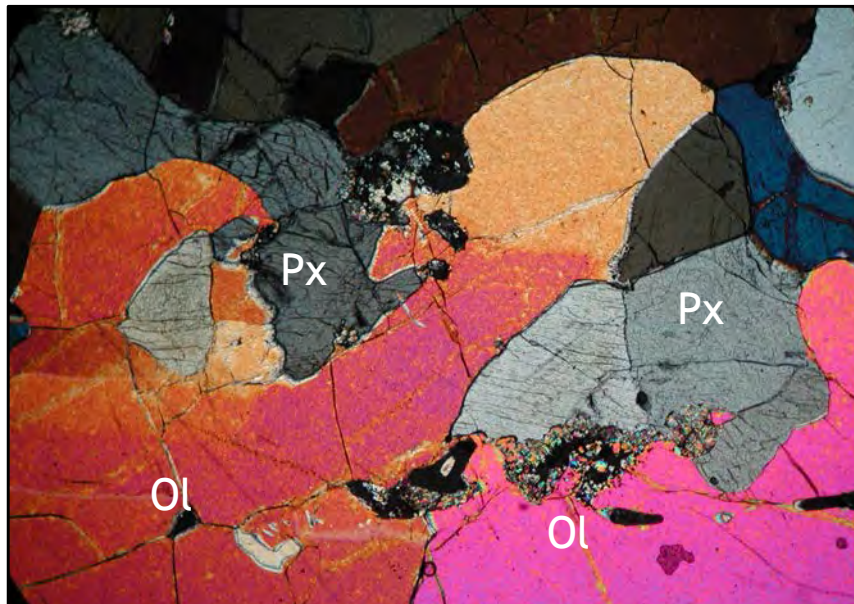
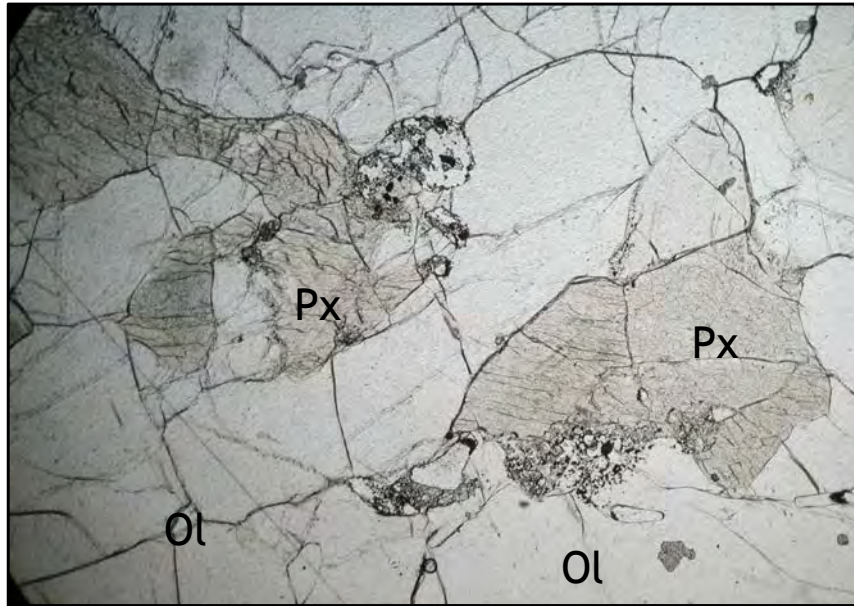
**MICROSCOPIO**



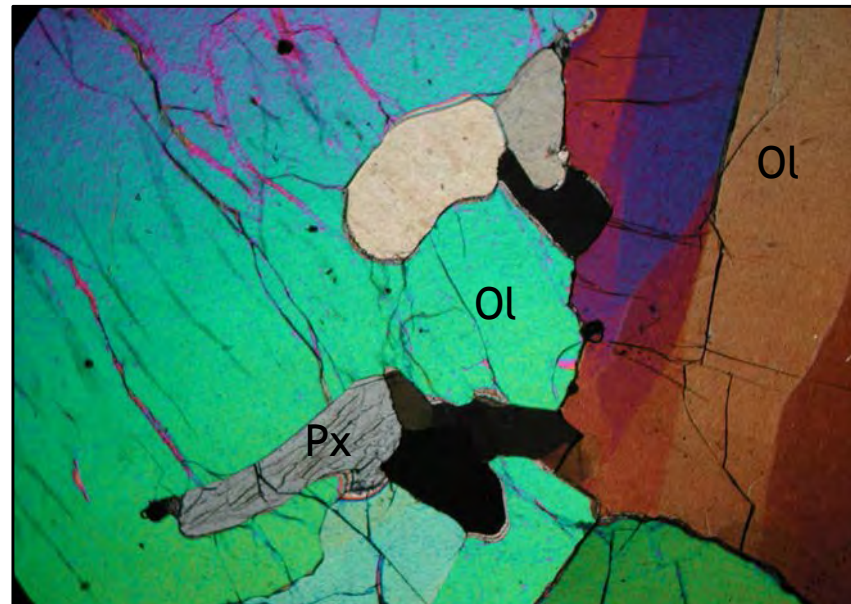
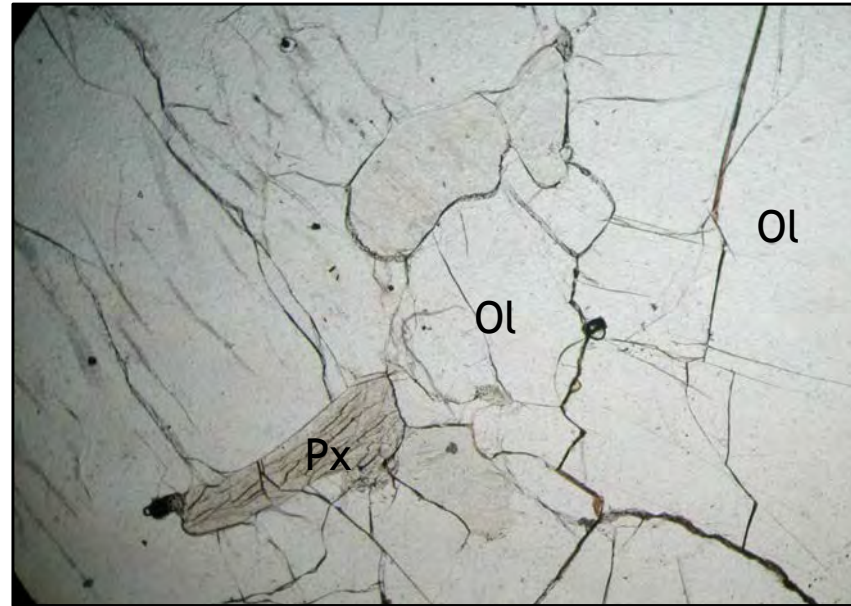
**DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA**

Cristal de olivino (Ol) de gran tamaño en dunita, y cristales de olivino (Ol) dentro de una matriz vítrea con abundantes vacuolas.

*Dunita*



*Granito negro/basalto*



## LÁMINA 6: DUNITA-BASALTO

### 1º par fotos

Parte derecha: Corresponde a un basalto en el que se distinguen cristales de olivino englobados en un vidrio volcánico (negro) y numerosos espacios redondeados vacíos denominados vacuolas

Parte izquierda: Dunita, constituida por olivino.

### 2º par fotos

Composición mineralógica: Olivino (Ol) y piroxeno (Px)

Observaciones:

- En el piroxeno son visibles hasta tres sistemas de planos de exfoliación.

### 3º par de fotos

Composición mineralógica: Olivino (Ol), mayoritario, y piroxeno (Px).

Observaciones:

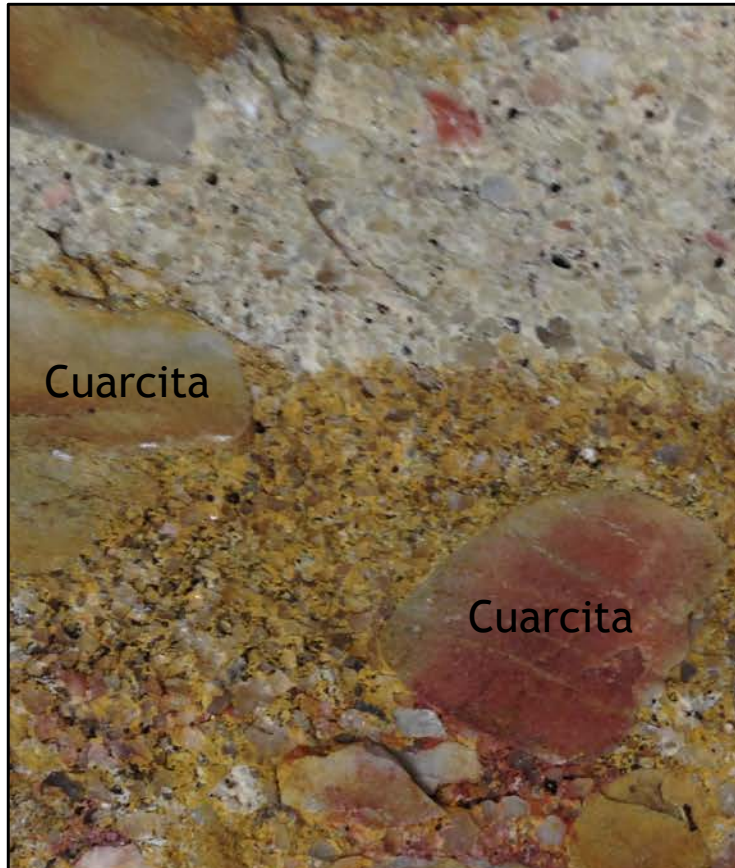
- En el piroxeno son visibles los tres sistemas de planos de exfoliación.



# Muestra 7

**Conglomerado silicificado**

MUESTRA DE MANO

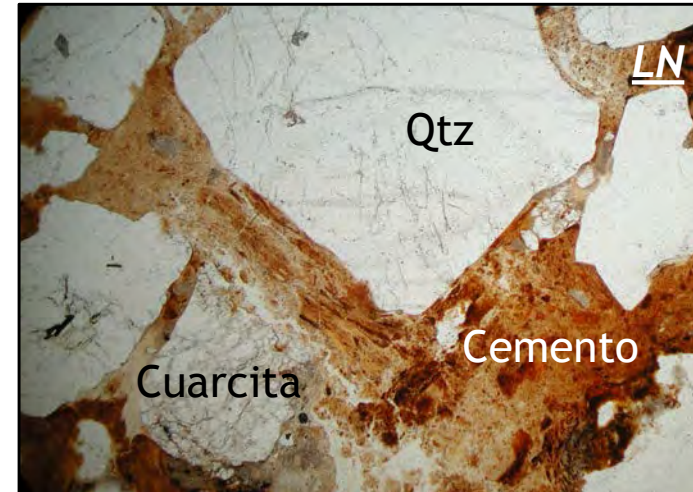


DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Clastos de diferente naturaleza (cuarzo, Qtz, y fragmentos de cuarcita), tamaño y morfología, en un cemento silíceo (blanco) y ferruginoso (anaranjado). Textura detrítica o clástica.

**Arenisca**

MICROSCOPIO



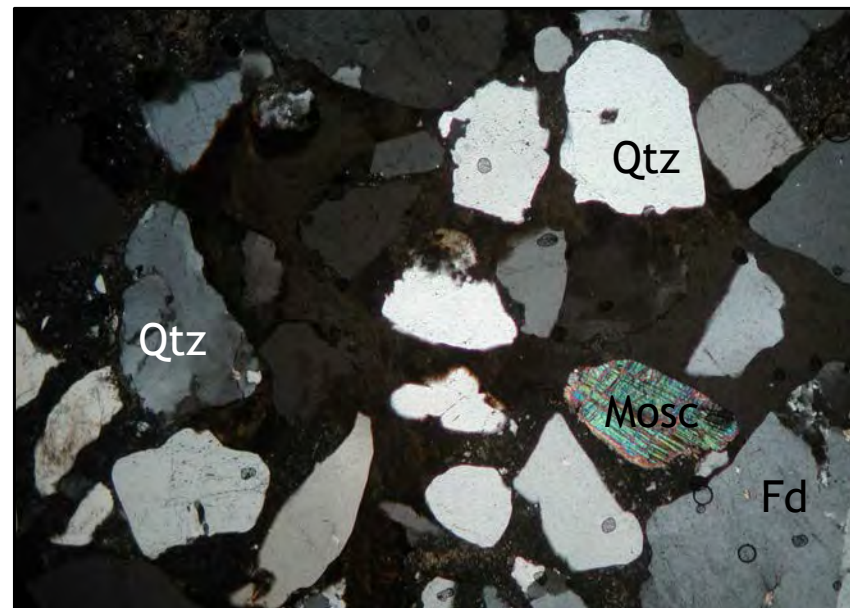
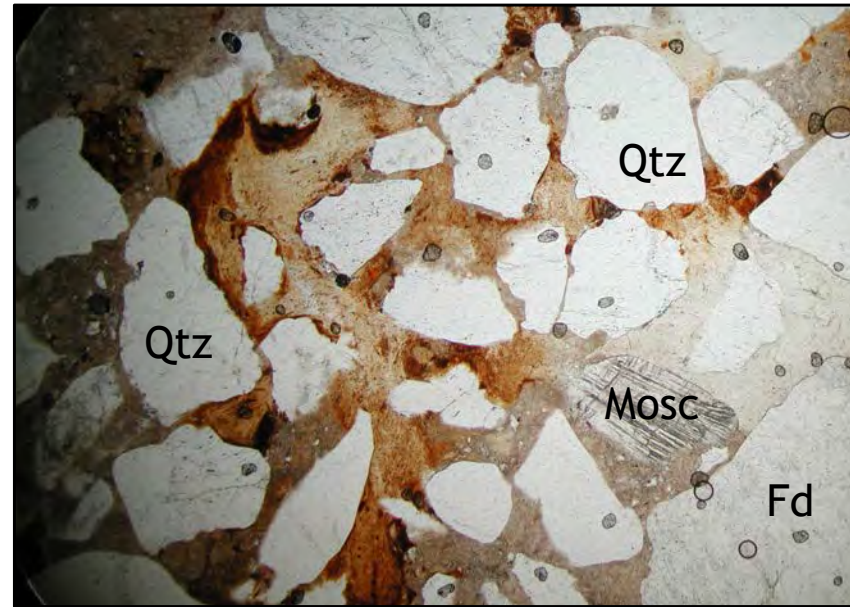
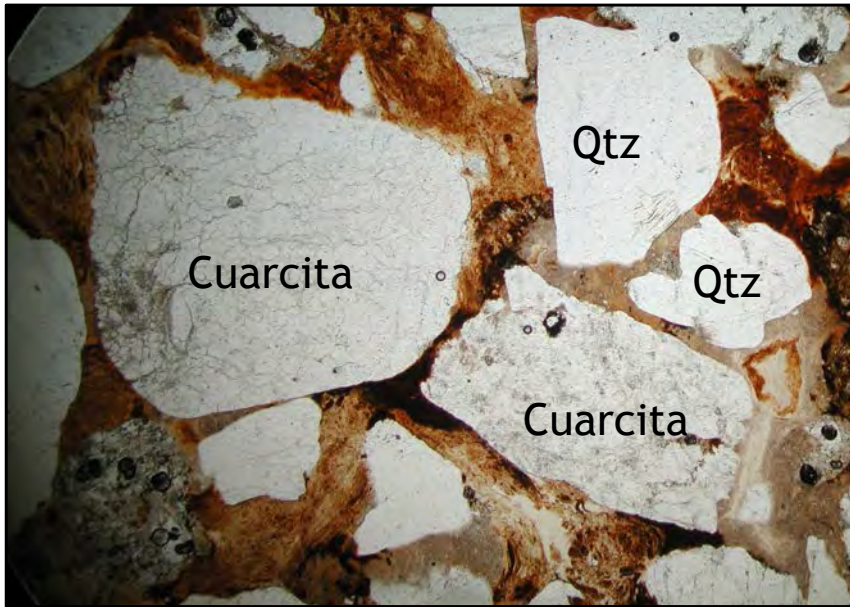
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Clastos de cuarzo (Qtz) y fragmentos de roca (cuarcita), englobados por un cemento silíceo.



*Conglomerado silicificado*

*Arenisca*





## LÁMINA 7: CONGLOMERADO

### 1º par fotos

Muestra formada por cantos de cuarzo (Qtz) heterométricos, que pueden ser monocristalinos, policristalinos o metamórficos) con bordes subredondeados o angulosos, apareciendo también feldespatos (Fd) como minerales accesorios.

### 2º par fotos

Los bordes del cuarzo (Qtz) puede ser neto o difuso, en función de la mayor o menor alteración sufrida.

### 3º par de fotos

Igual que la anterior, observándose además un clasto de moscovitas (Mosc).



# Muestra 8

**Arenisca**

MUESTRA DE MANO

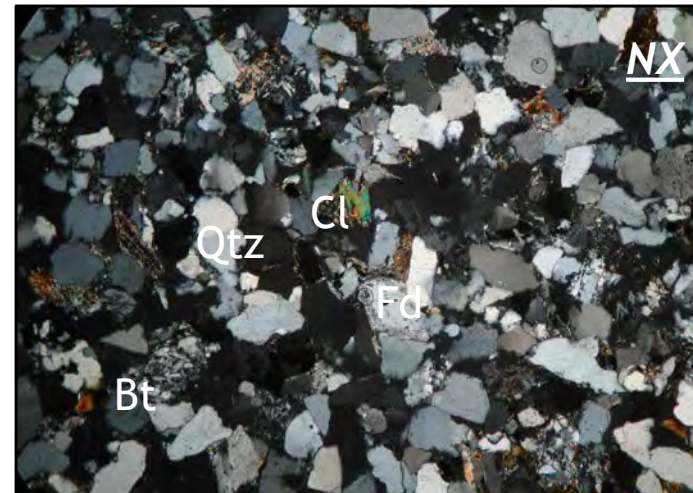
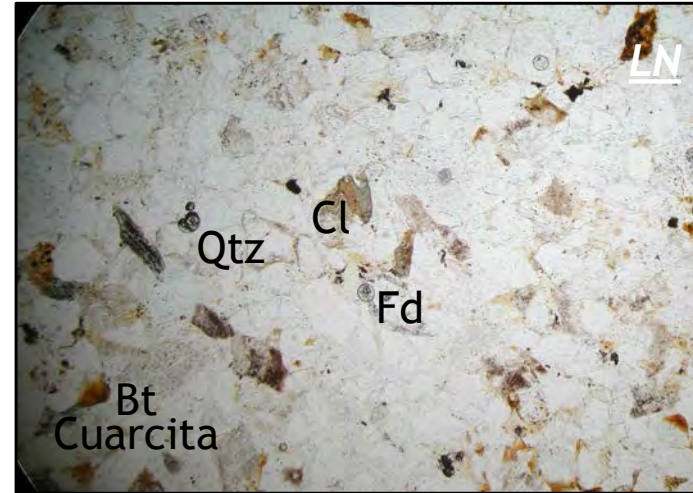


DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Roca de color anaranjado formada por clastos de pequeño tamaño de cuarzo (Qtz) y feldespato (Fd). Textura detrítica.

**Arenisca de Villamayor**

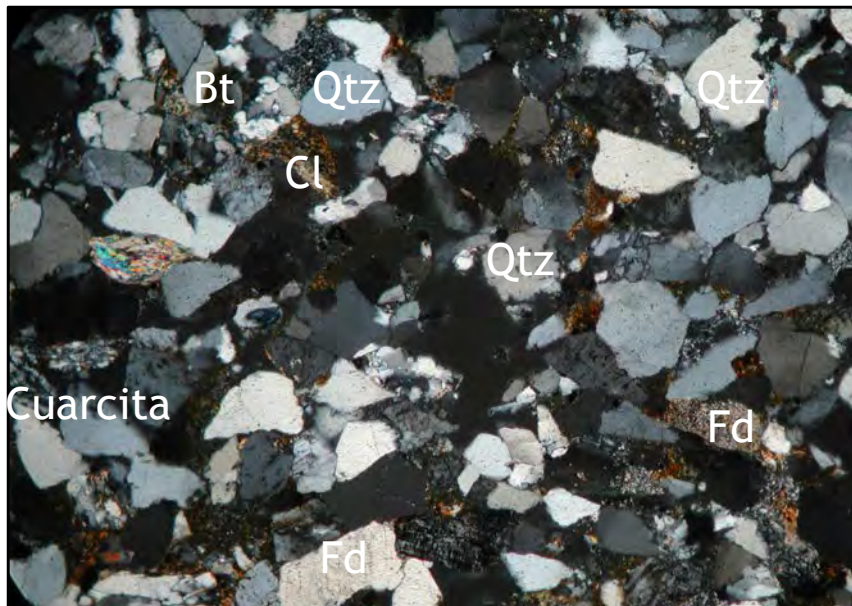
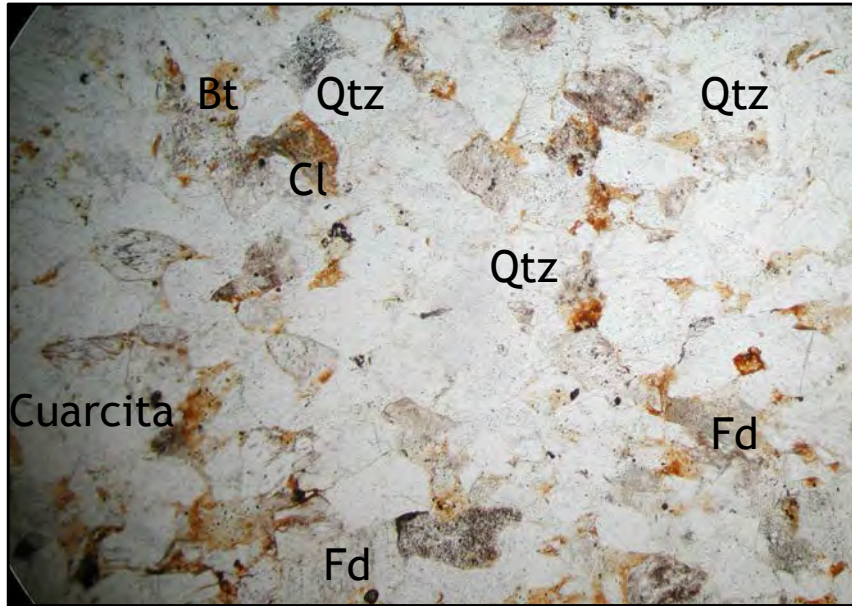
MICROSCOPIO



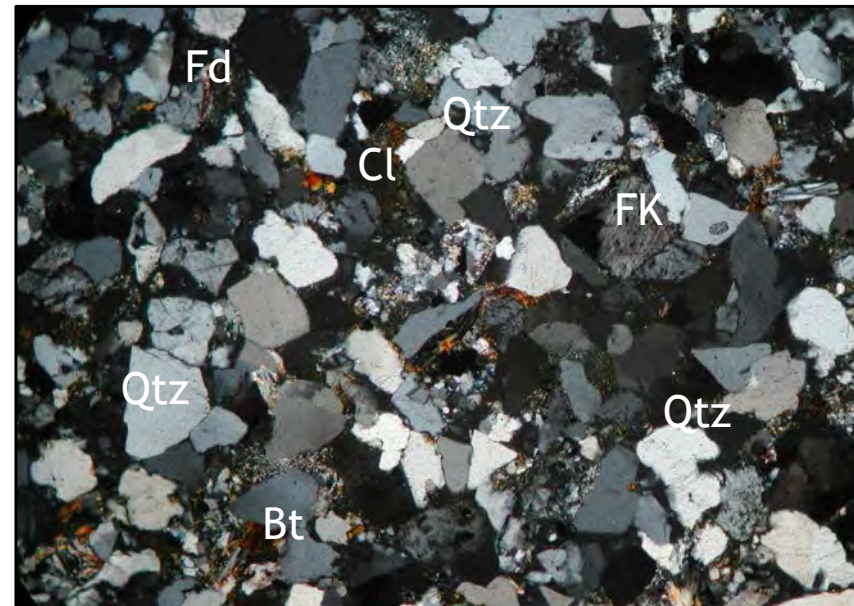
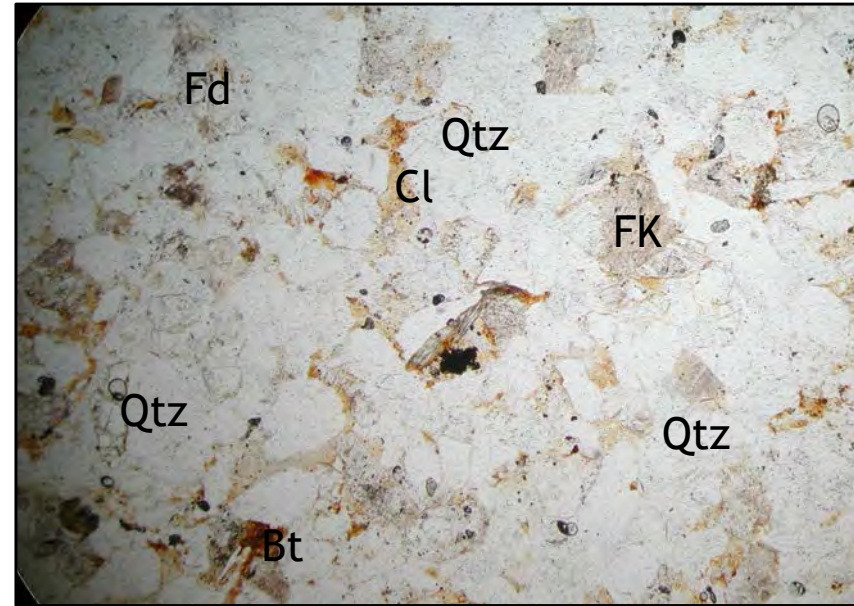
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Clastos homogéneos de cuarzo (Qtz) y, en mucha menor proporción, de feldespato (Fd), fragmentos de roca de tipo cuarcita y biotita (Bt) localmente alterada a clorita (Cl).

*Arenisca*



*Arenisca de Villamayor*



## LÁMINA 8: ARENISCA

### 1º par fotos

Se observan granos de cuarzo (Qtz)(blanco en LN y gris azulados en NX) y feldespato (blanco manchado en LN y azulados en NX), y algunas biotitas (Bt) (colores marrones pasando a verdes en LN, y verde chillón en NX) que se están transformando en cloritas (Cl)(color verde en LN). También se ven granos que corresponden a fragmentos de roca (cuarcita), lo que se manifiesta en la imagen de NX.

El tamaño de los cantos es relativamente homogéneo.

Los contactos grano-grano no son tan directos como en el caso de la lámina de cuarcita, existiendo varias zonas en las que entre granos hay minerales arcillosos.

### 2º y 3º par fotos

Igual que la anterior.



# Muestra 9

**Caliza**

MUESTRA DE MANO

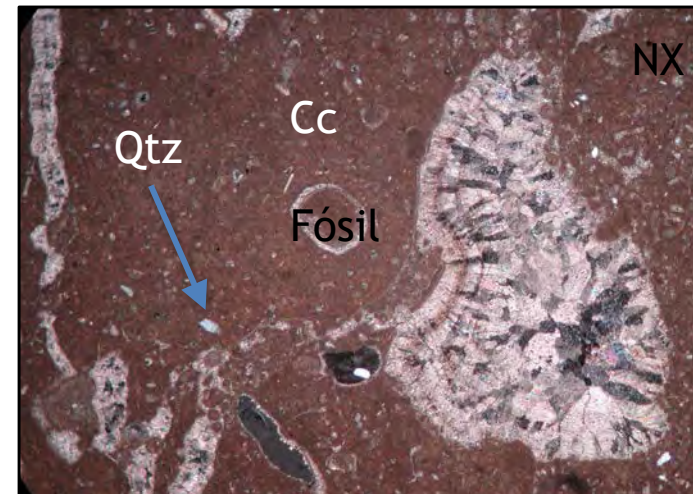
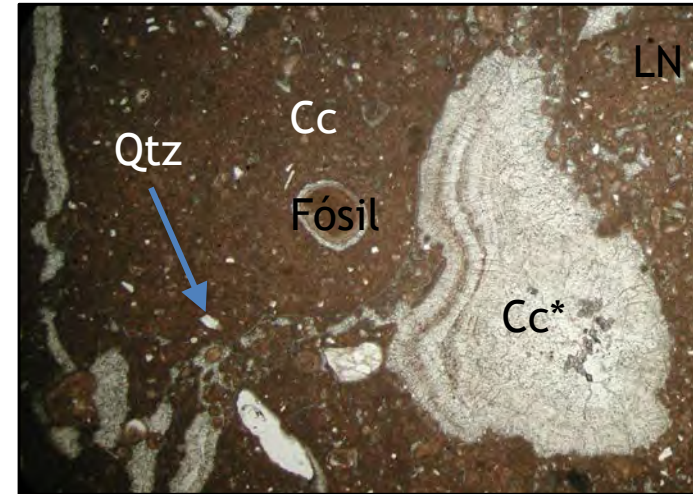


DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Roca de color blanco crema, de aspecto masivo, con abundantes poros (producto de disolución) y con fósiles. Formada por minerales carbonatados de tamaño pequeño.

**Caliza de Campaspero**

MICROSCOPIO

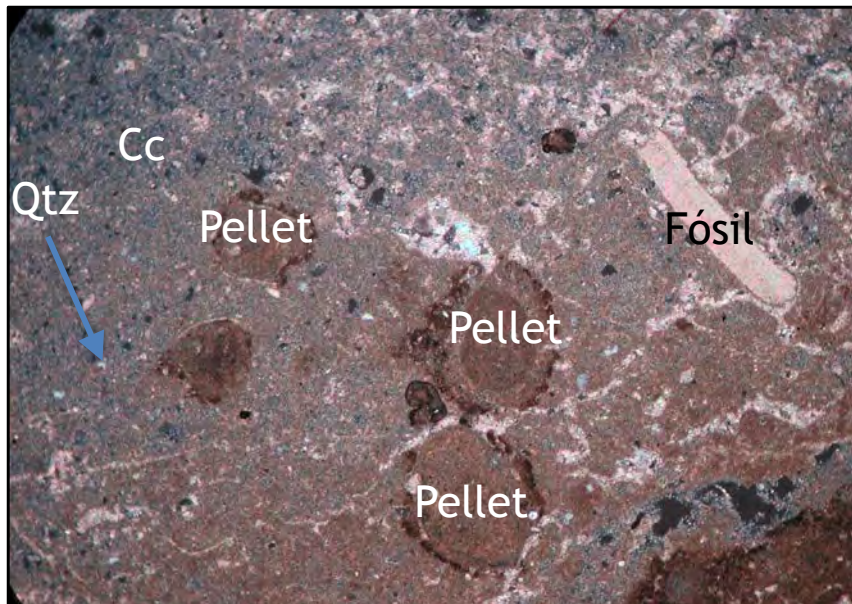
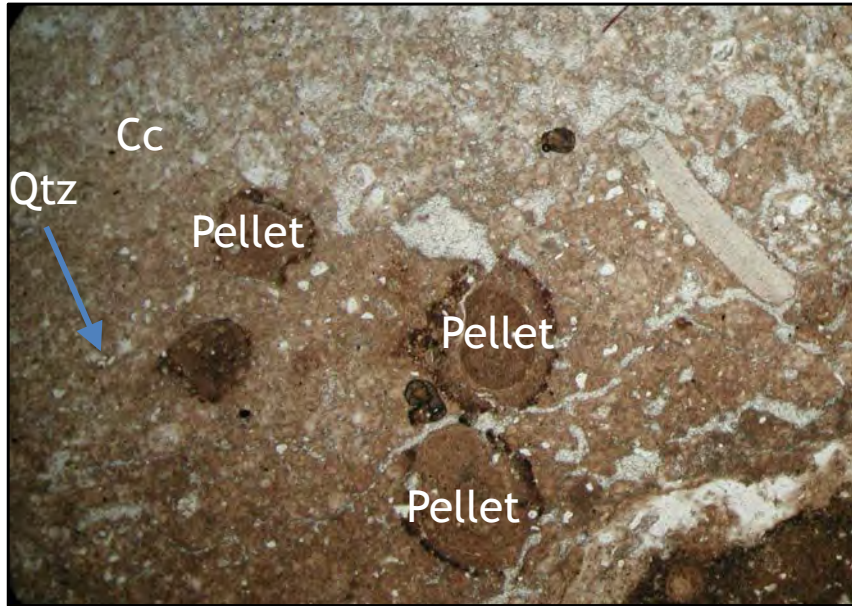


DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

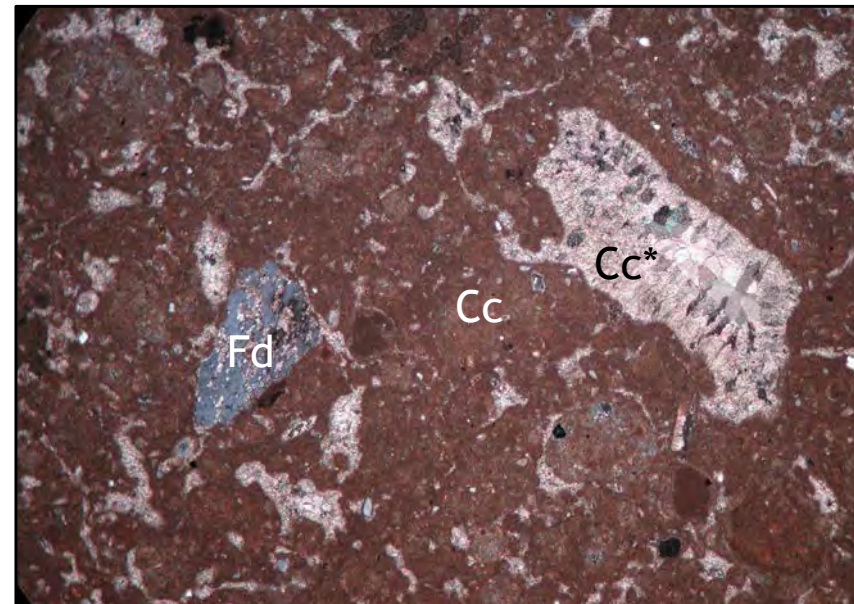
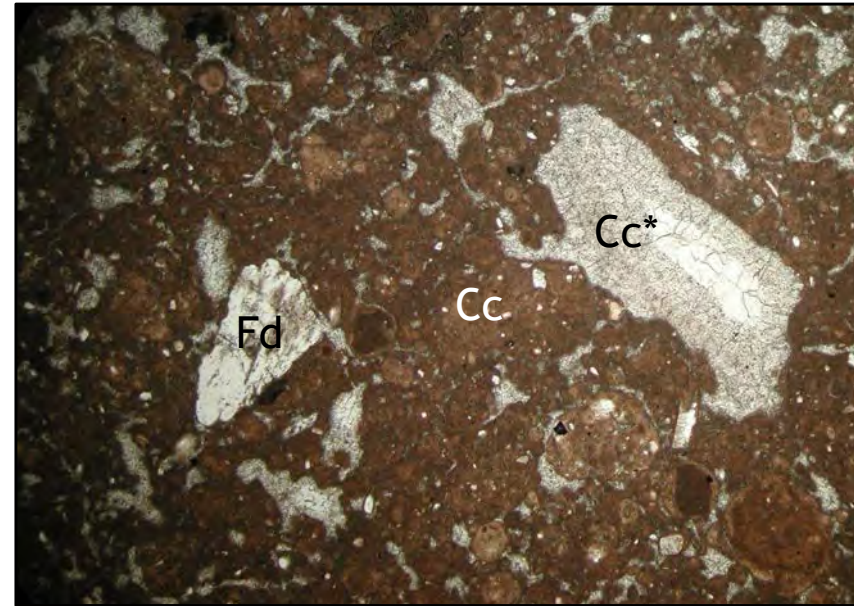
Calcita (Cc) de pequeño tamaño que crece de manera masiva o rellenando huecos (Cc\*). Se observan estructuras organógenas y pellets. Ocasionalmente cuarzo (Qtz).



*Caliza*



*Caliza de Campaspero*



## LÁMINA 9: CALIZA

### 1º par fotos

Se observa una masa de color marrón, preponderante, que cuenta en su interior con zonas de colores blanco-grisáceos de formas arriñonadas (las de mayor tamaño) o tubiformes.

Mineralógicamente se diferencian por su color (blanco en LN y azulado en NX) cantos de cuarzo relacionados con un origen inicial detrítico de esta roca. El mineral más abundante es la calcita (color blanco grisáceos o gris-negrucos en NX), que aparece en diferentes tamaños: más grande asociada a las formas arriñonadas y tubiformes, evidenciando una secuencia de formación debido a su aspecto en orla; y en menor tamaño entre la masa de color marrón que domina en ambas imágenes.

La porosidad en estas rocas está asociada a estos antiguos canales biogénicos, y a procesos de disolución kárstica.

### 2º par fotos

Muchos de las zonas más claras se generaron por la actividad de pequeños organismos (“gusanos”) que vivían en el sedimento cuando éste era todavía un material poco litificado.

Se observan pequeños cantos de cuarzo (Qtz) y de restos fósiles.

### 3º par de fotos

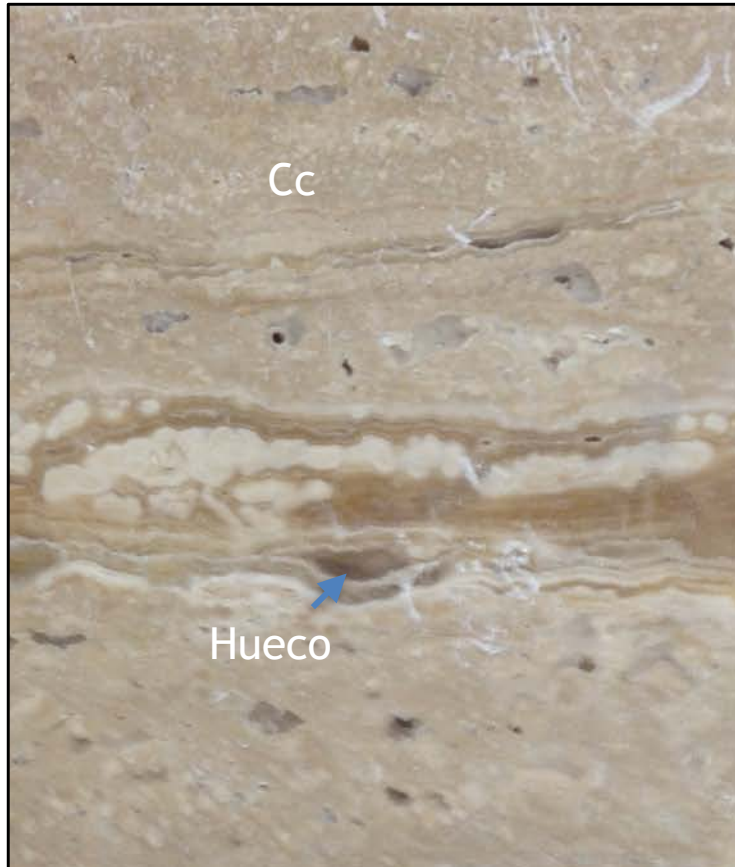
Igual que la anterior, observándose entre los clastos no carbonatados la presencia de feldespato (Fd).



# Muestra 10

**Travertino**

**MUESTRA DE MANO**

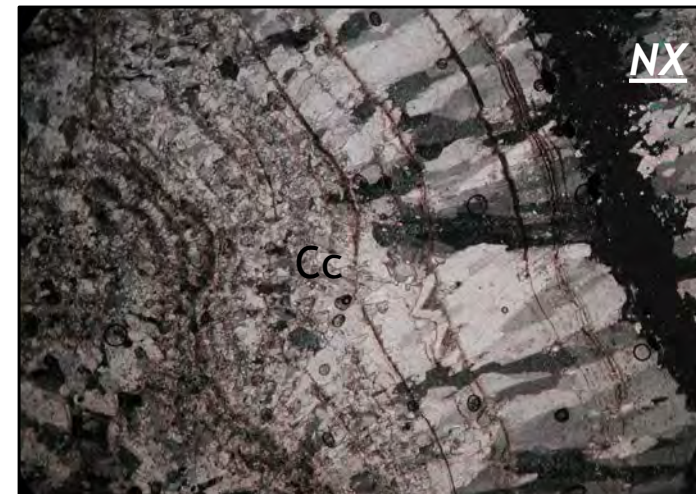
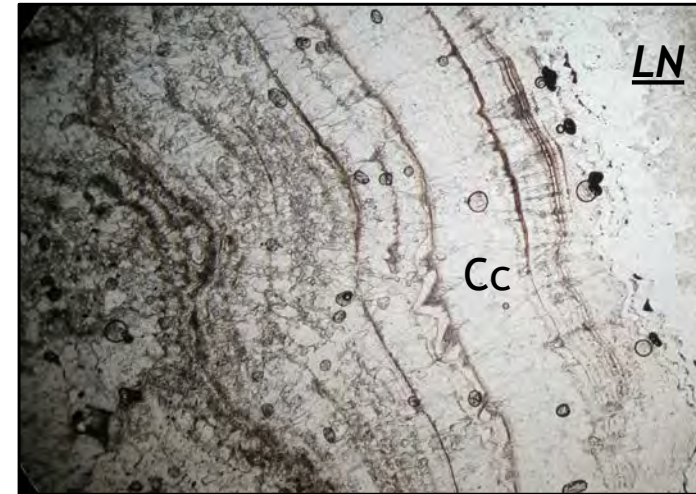


**DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA**

Roca carbonatada de color blanco crema, con abundantes cavidades y con una marcada laminación. Formada por calcita (Cc).

**Travertino romano**

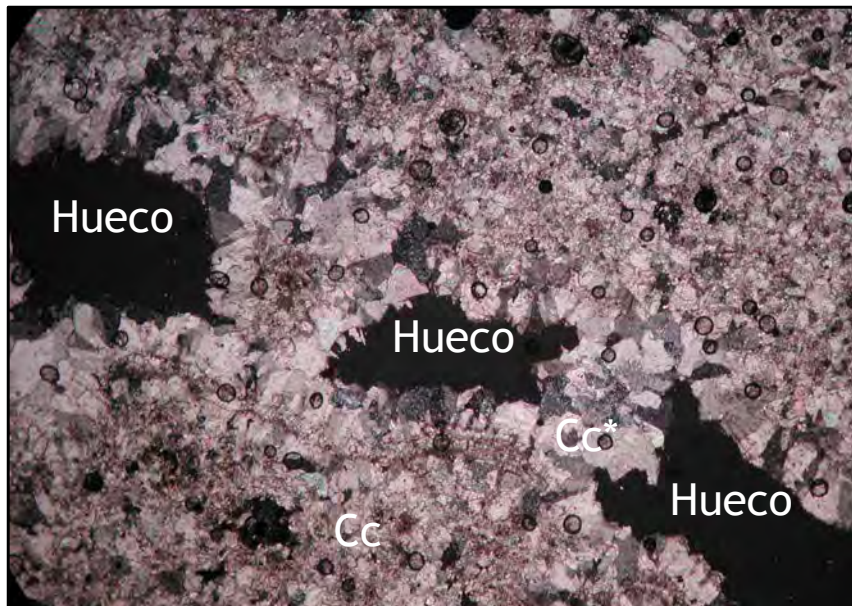
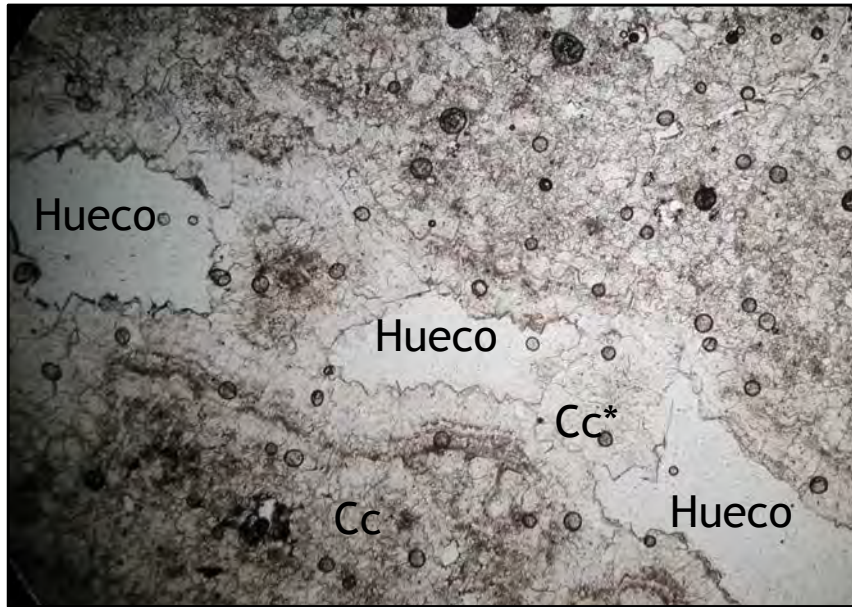
**MICROSCOPIO**



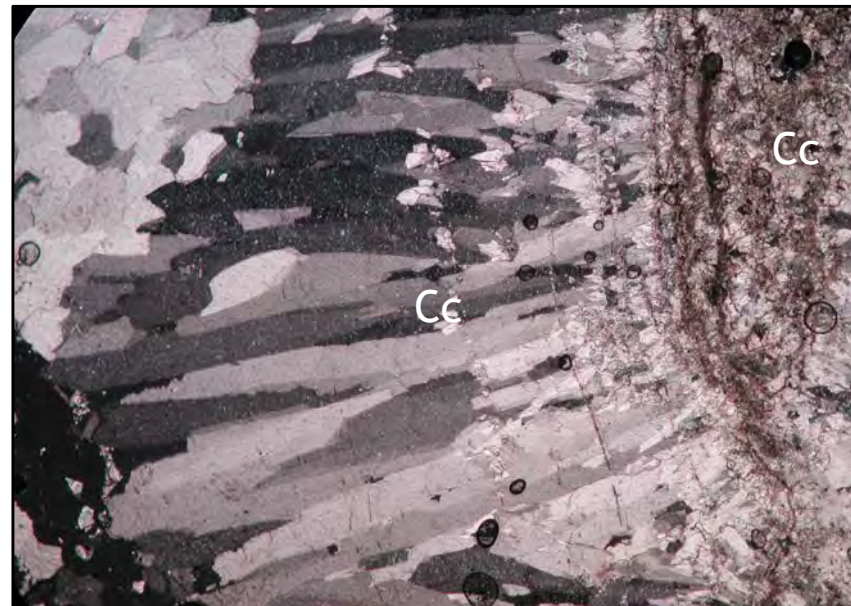
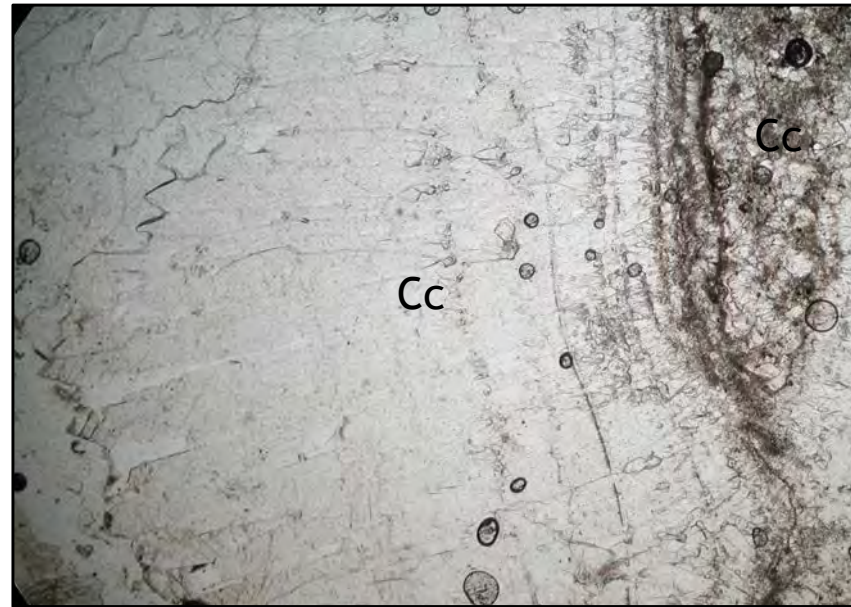
**DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA**

Calcita (Cc) dispuestos perpendicularmente al bandeado en el que se distribuyen. Variación del tamaño de grano hacia los poros, de más pequeño (Cc) a más grande (Cc\*).

*Travertino*



*Travertino romano*





# Muestra 11

Yeso

MUESTRA DE MANO

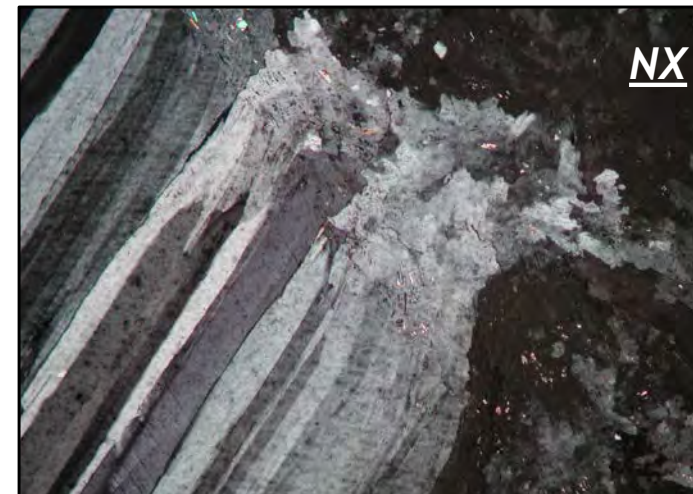


DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Roca de color blanquecino, constituida por una zona fibrosa (yeso) y otra masiva (alabastro).

Yeso

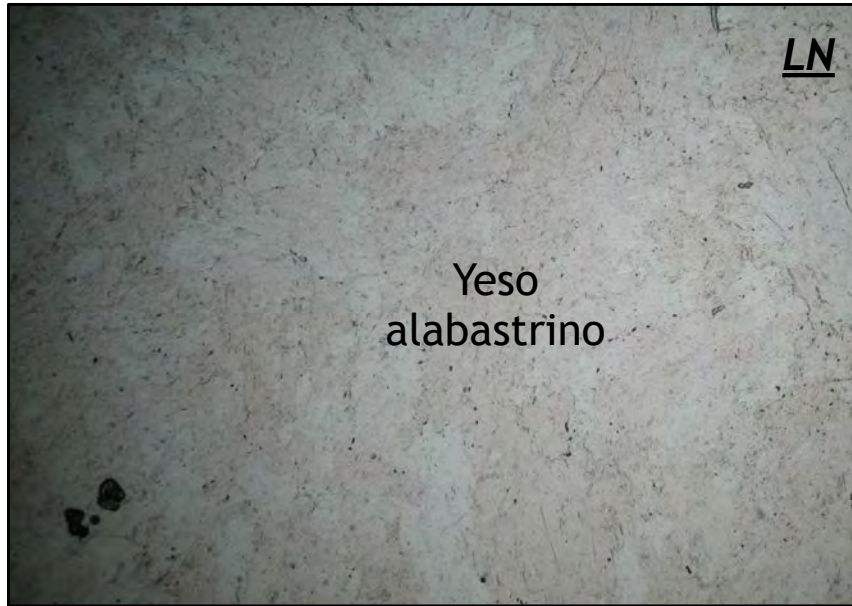
MICROSCOPIO



DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Yeso fibroso a la izquierda, y alabastrino a la derecha. Contraste del diferente hábito del yeso: en fibras y masivo o finamente granudo.

**Yeso**



**Yeso**



**LÁMINA 11: YESO**

**1º par fotos**

Composición mineralógica: yeso fibroso (a la izquierda) y alabastrino (a la derecha)

Observaciones:

- Contraste del diferente hábito del yeso: en fibras (yeso fibroso) y masivo o finamente granudo en el alabastro

**2º par fotos**

Detalle del yeso alabastrino, caracterizado por un relieve bajo y colores de interferencia grises.





# Muestra 12

**Pizarra**

MUESTRA DE MANO

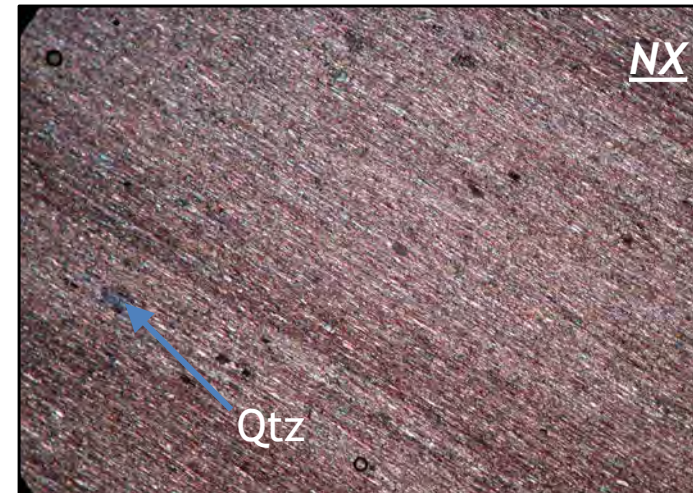
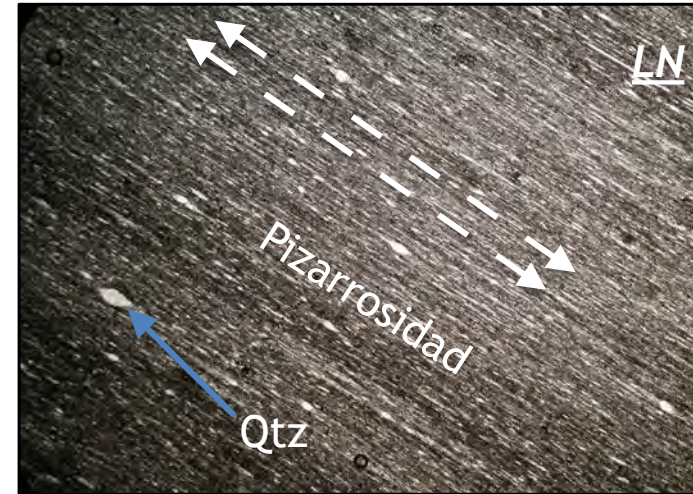


DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Roca de color negro y estructura laminar marcada por la pizarrosidad. Formada por minerales de tipo filosilicato de pequeño tamaño y que no se distinguen a simple vista. Textura afanítica y lepidoblástica.

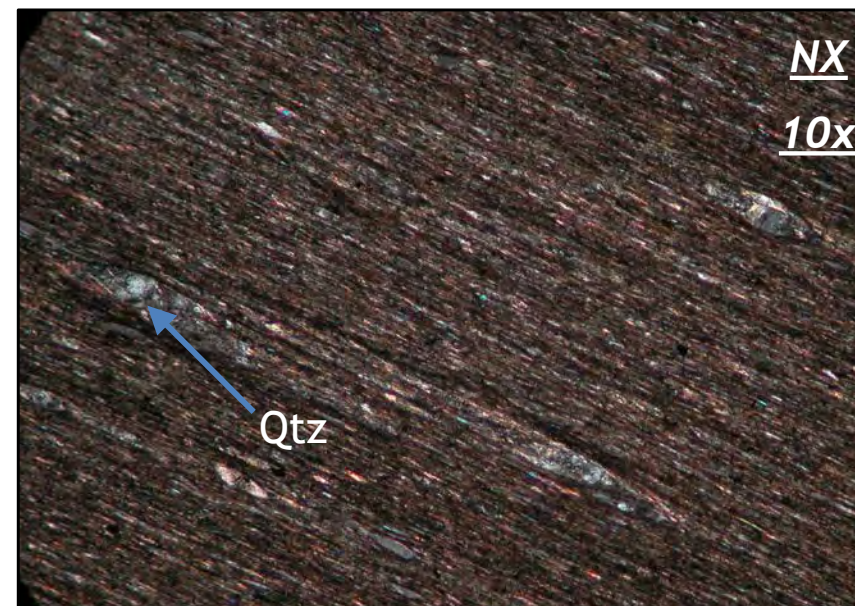
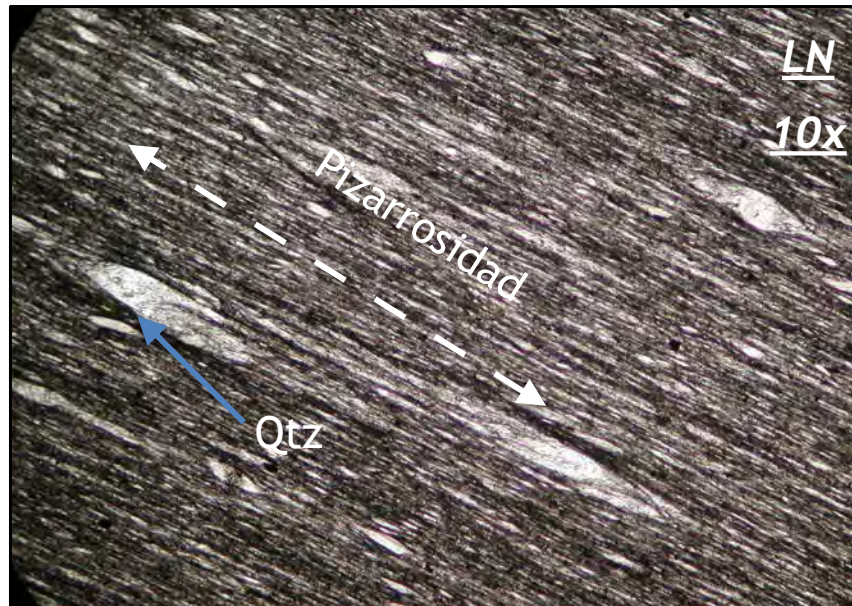
**Pizarra de Riofrío de Aliste**

MICROSCOPIO



DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Muestra con una clara orientación laminar debido a la pizarrosidad, que queda marcada por la alineación de filosilicatos. Se observa ocasionalmente algún blasto de cuarzo (Qtz). Textura lepidoblástica.



**LÁMINA 12: PIZARRA**

**1º par fotos**

Composición mineralógica: Cuarzo (Qtz) y filosilicatos (cloritas y mica moscovita)

Observaciones:

- Textura lepidoblástica con zonas grano-lepidoblásticas.
- Filosilicatos adaptando sus láminas a los granos de cuarzo de forma alargada.

**2º par fotos**

Detalle de la foto anterior (10x).



# Muestra 13

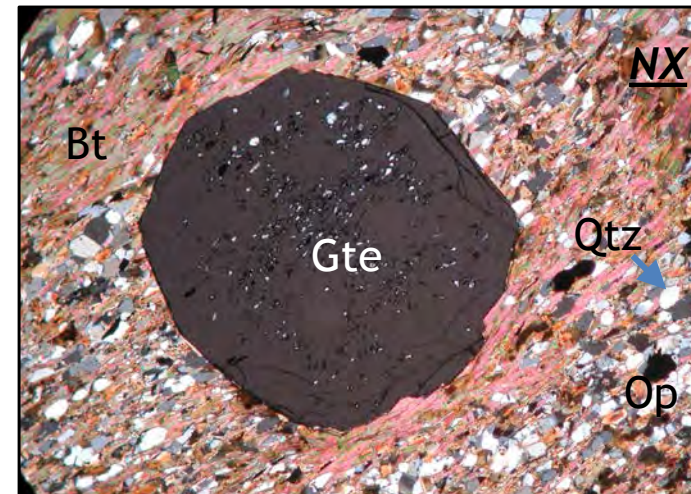
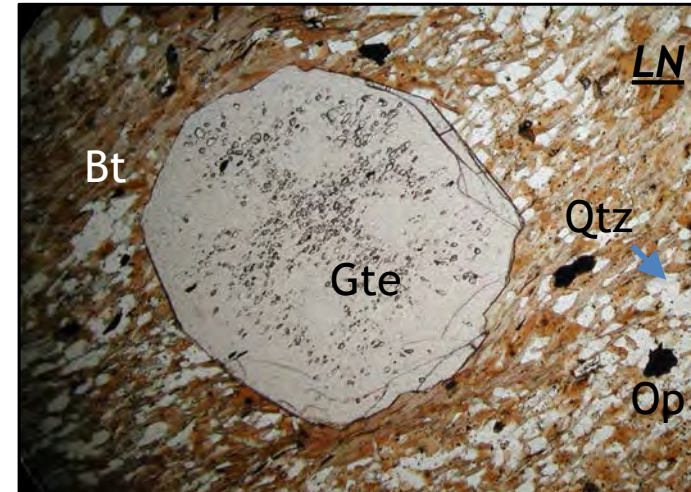
**MUESTRA DE MANO**



**DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA**

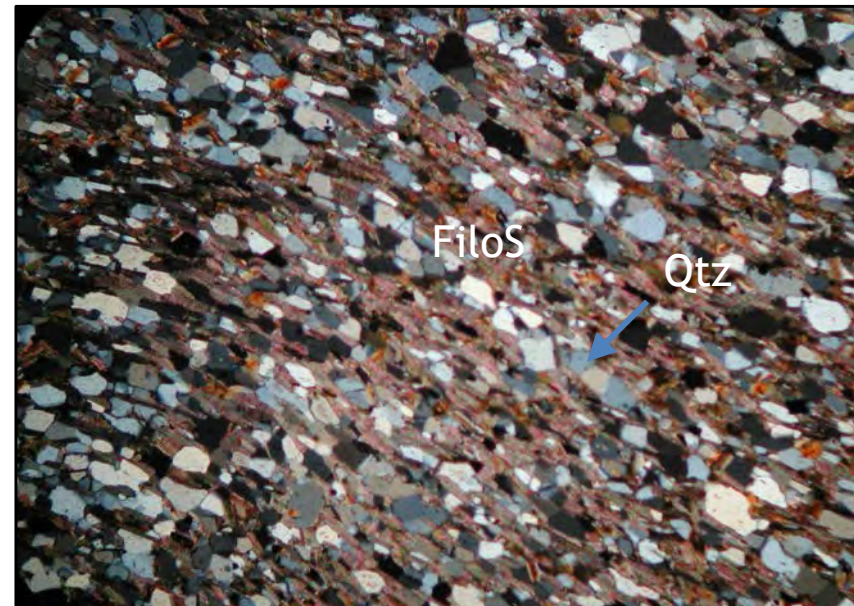
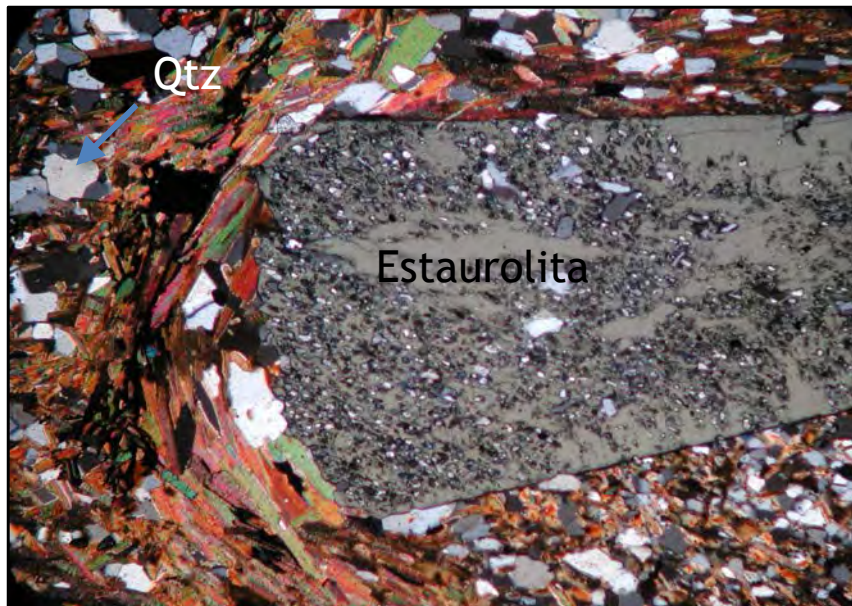
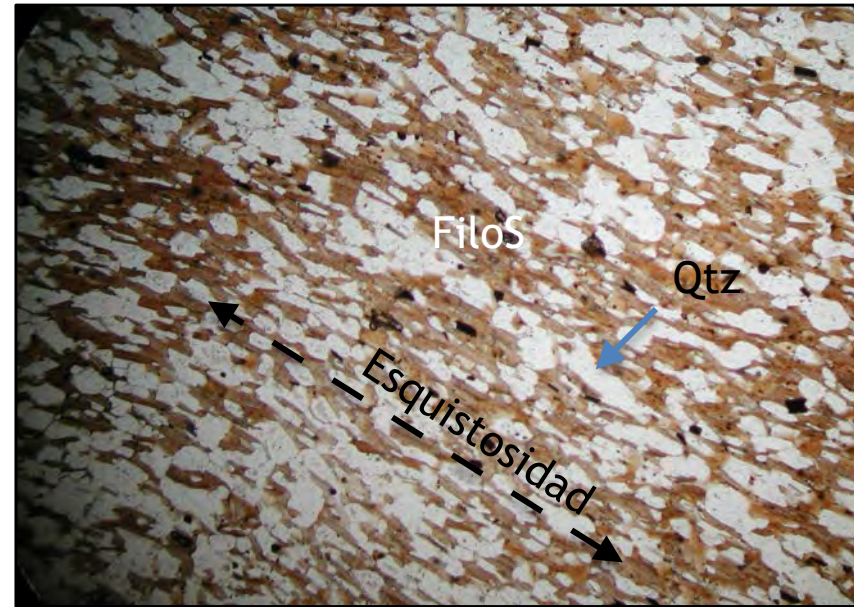
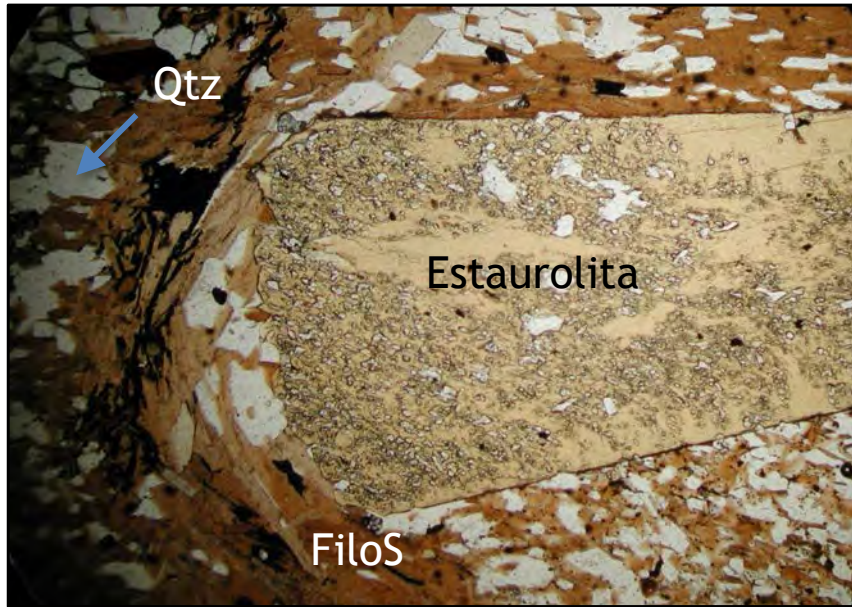
Roca con esquistosidad algo ondulada y con minerales de tamaño centimétrico -granates (Gte)-, algunos de ellos con hábito isométrico bien desarrolladas. Matriz afanítica. Textura granolepidoblástica.

**MICROSCOPIO**



**DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA**

Cristales de mayor tamaño (porfidoblastos) de tipo granate (Gte) englobados por una matriz fina de cuarzo (Qtz), botita (Bt) y opacos (Op).



## LÁMINA 13: ESQUISTO

### 1º par fotos

Composición mineralógica: Granate (Gr), cuarzo (Qtz), biotita (Bt) y opacos (Op).

Observaciones:

- El porfidoblasto de granate es poiquilítico (engloba a otros minerales) y aparece bordeado por cuarzo y biotita que definen la esquistosidad.
- Como el granate es cúbico, su comportamiento es isótropo, permaneciendo siempre en extinción al girar la platina.

### 2º par fotos

Composición mineralógica: Estauroлита, cuarzo (Qtz), biotita (Bt) y opacos (Op).

Observaciones:

- El porfidoblasto de estauroлита es poiquilítico. Láminas de biotita y blastos de cuarzo rodeándolo.

### 3º par fotos

Composición mineralógica: Cuarzo (Qtz), Biotita (Bt) y opacos (Op)

Observaciones:

- Disposición de la biotita y el cuarzo definiendo la esquistosidad

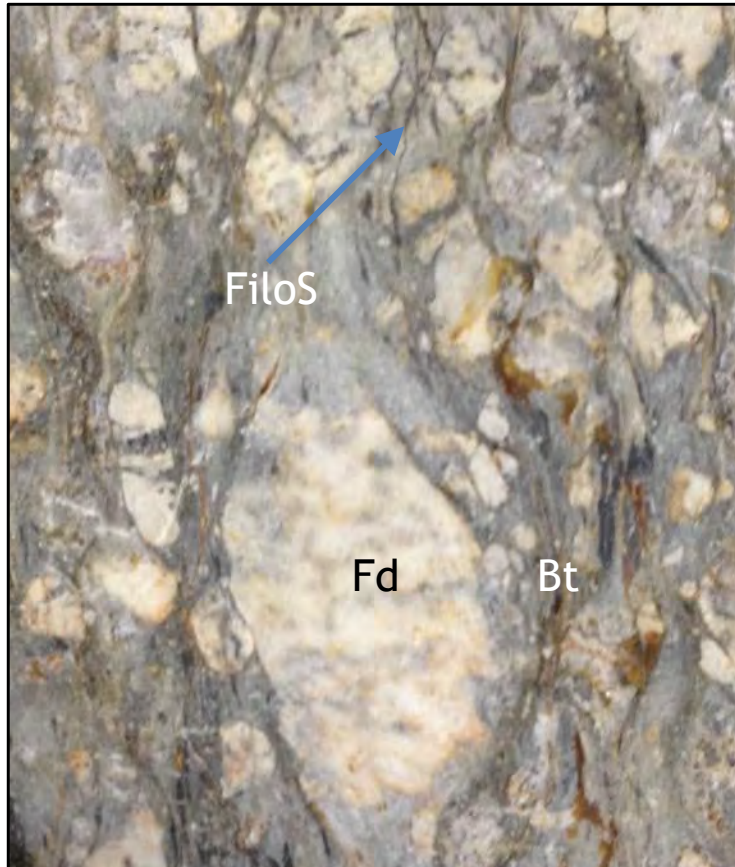


# Muestra 14



**Gneis**

MUESTRA DE MANO

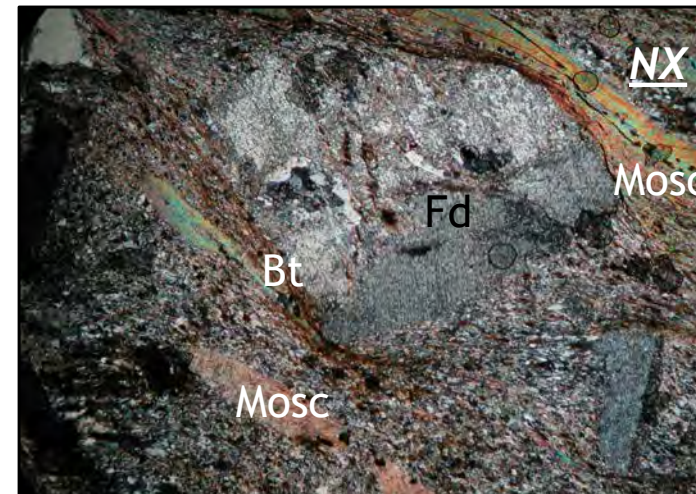
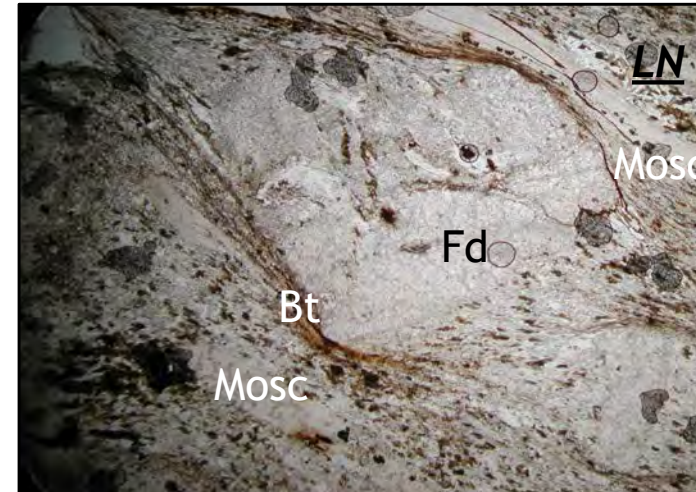


DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Roca con un bandeado gneísico -zonas más oscuras, en las que abundan minerales laminares (FiloS), y zonas más claras, en donde se ven feldespatos de gran tamaño (Fd) y cuarzo (Qtz)-. Textura porfidoblástica.

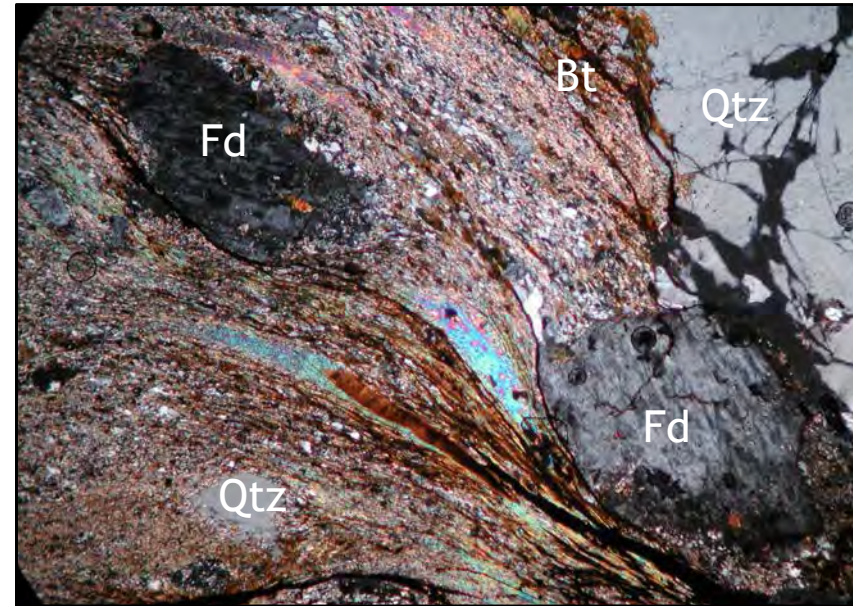
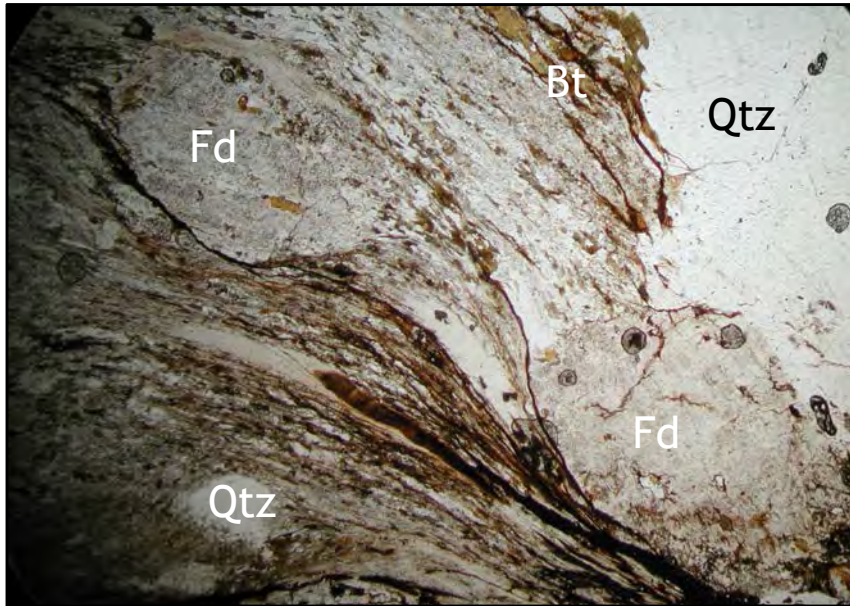
**Granito claro**

MICROSCOPIO



DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Porfidoblasto de feldespatos (Fd) rodeado de bandas de moscovita (Mosc), cuarzo (Qtz) y biotita (Bt).


**LÁMINA 14: GNEIS GLANDULAR U OCELAR**
**1º par fotos**

Composición mineralógica: Cuarzo (Qtz), feldespatos (Fd) y micas biotita (Bt) y moscovita (Mos)

Observaciones:

- Grandes porfidoblastos de feldespatos alrededor de los cuales se adapta el bandeo de minerales micáceos (principalmente, moscovita) y de cuarzo+feldespato.

**2º par fotos**

Composición mineralógica: Cuarzo (Qtz), feldespatos (Fd) y micas (moscovita y biotita)

Observaciones:

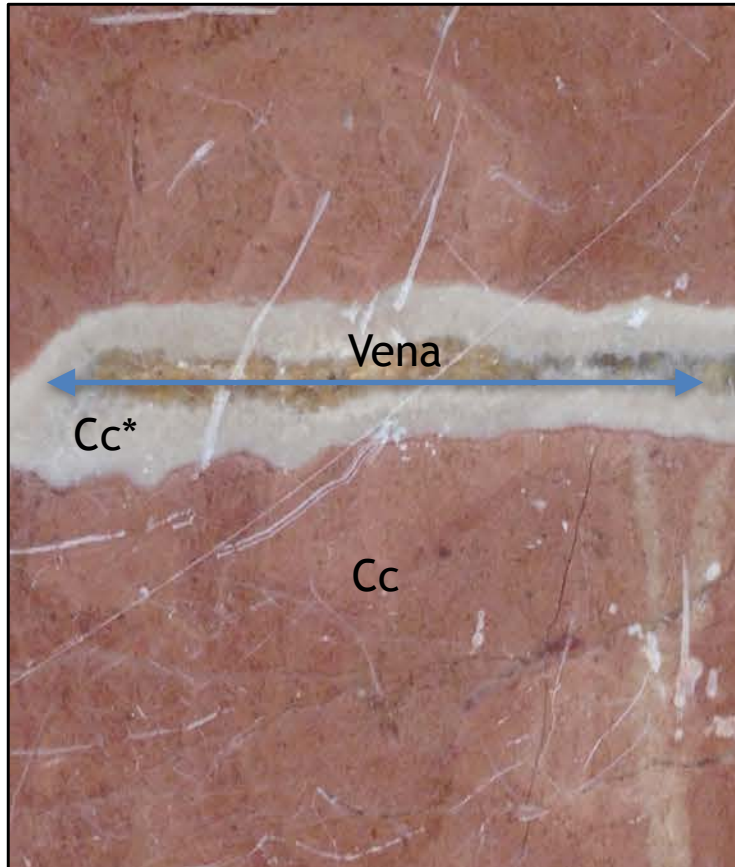
- Porfidoblastos de cuarzo y feldespatos; micas alrededor de ellos definiendo el bandeo micáceo.



# Muestra 15

**Mármol**

**MUESTRA DE MANO**

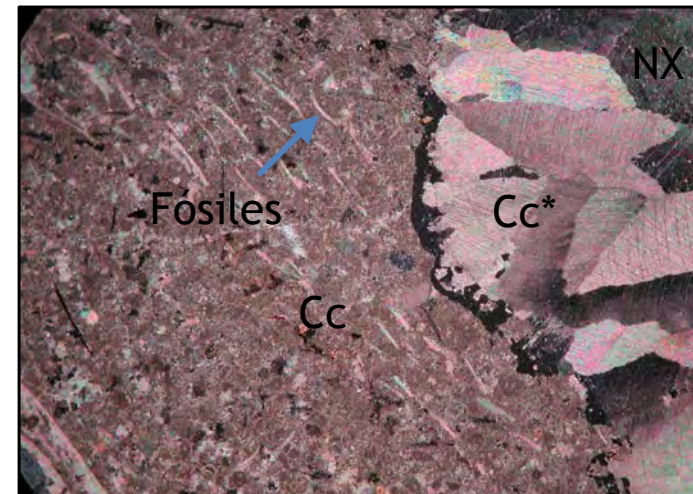
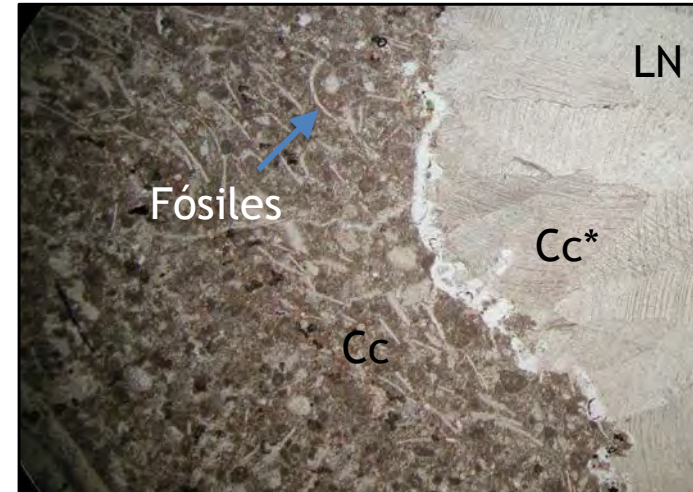


**DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA**

Roca carbonatada de color rojo atravesada por una veta de color blanco. Textura granoblástica y estructura masiva.

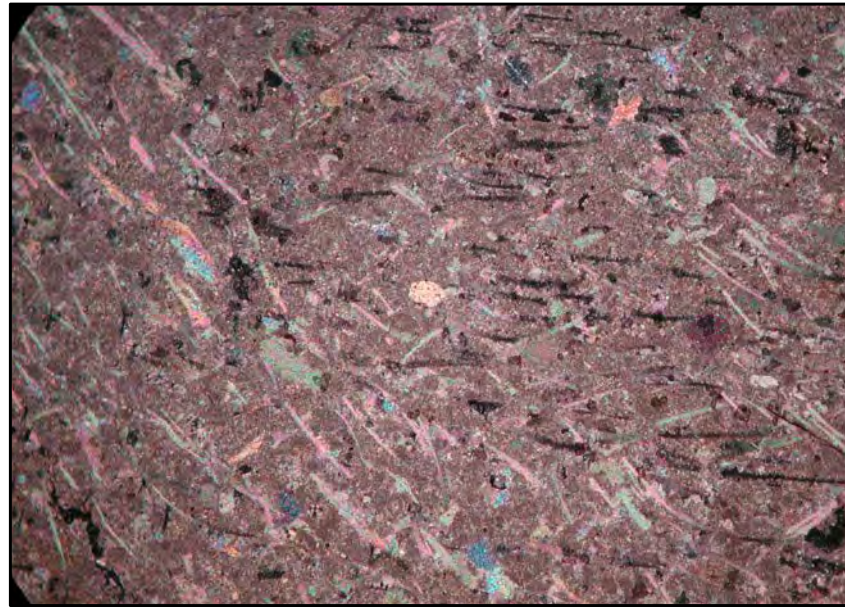
**Mármol rojo Alicante**

**MICROSCOPIO**



**DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA**

Muestra formada por cristales de calcita de diferente tamaño, mayores en la veta que se observa en muestra de mano. Abundancia de restos de fósiles.

**Mármol****Mármol rojo Alicante****LÁMINA 15: MÁRMOL****1º par fotos**

Composición mineralógica: Calcita (Cc)

Observaciones:

- Contacto mármol (izquierda)-veta de calcita (derecha)
- El mármol está constituido por calcita de tamaño de grano muy fino (micrita ( $< 5 \mu\text{m}$ )-microsparita) y en él se observan restos fósiles.
- La veta está formada por grandes cristales de calcita (esparita,  $>5\mu\text{m}$ ). Observar en ellos las líneas correspondientes a los planos de exfoliación (un solo polarizador) y los colores de interferencia (nícoles cruzados) tonos pastel debidos a su extrema birrefringencia (0.172)

**2º par fotos**

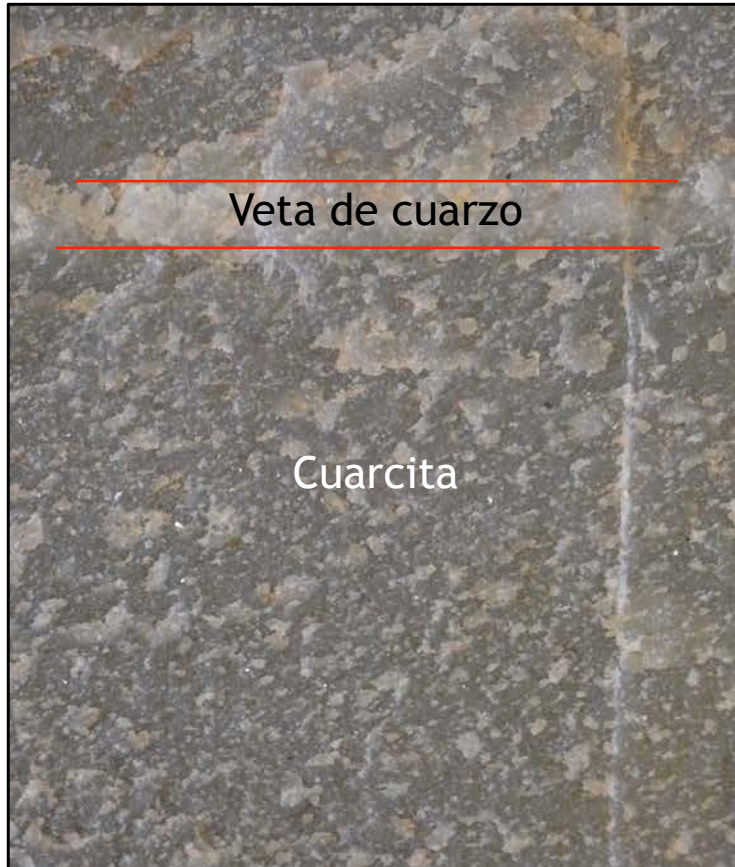
Aspecto general del mármol. Destaca la gran abundancia de restos fósiles.



# Muestra 16

**Cuarcita**

**MUESTRA DE MANO**

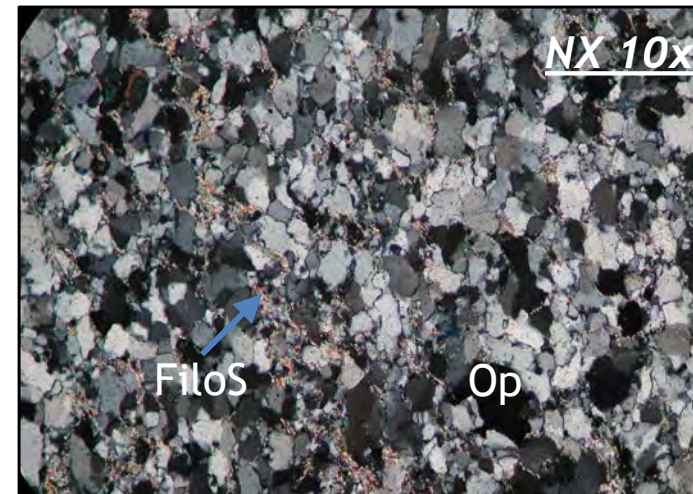
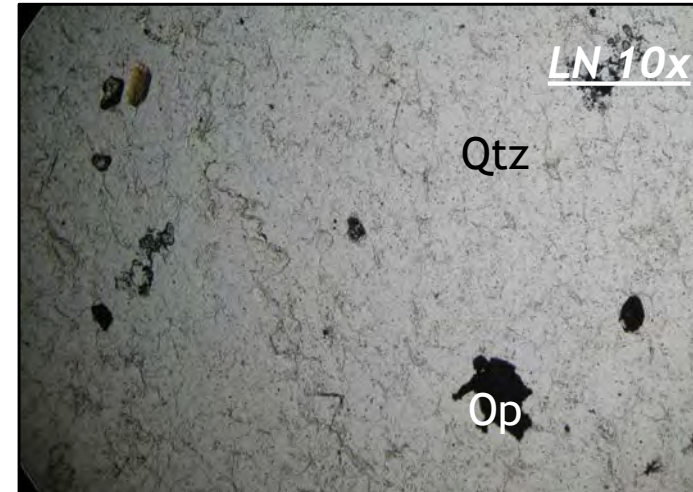


**DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA**

Roca de estructura masiva y textura granoblástica, atravesada por una veta de cuarzo.

**Cuarcita de Ferreruela**

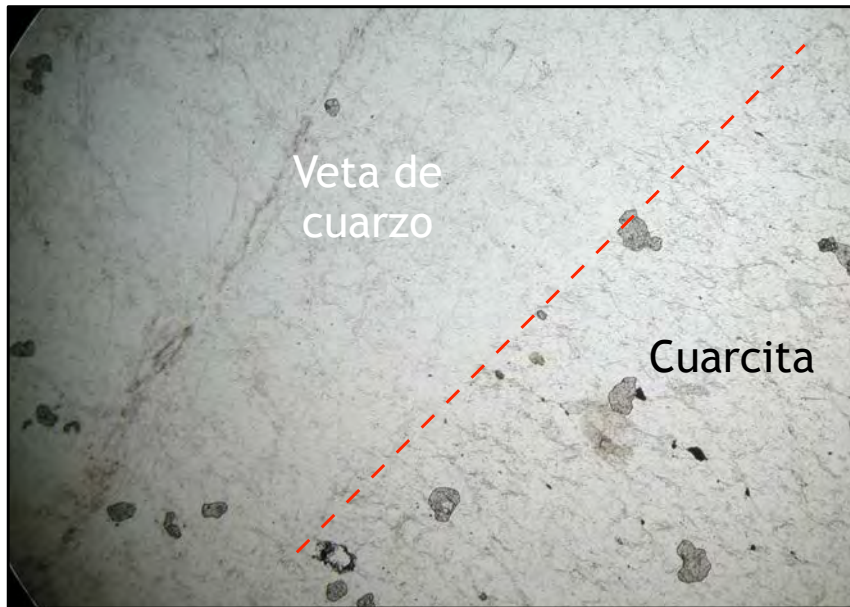
**MICROSCOPIO**



**DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA**

Cristales de cuarzo (Qtz) y, en menor proporción, filosilicatos (FiloS) y opacos (Op). Textura granoblástica.

**Cuarcita**



**Cuarcita de Ferreruela**



**LÁMINA 16: CUARCITA**

**1º par de fotos**

Composición mineralógica: Cuarzo (Qtz), sericita, filosilicatos(FiloS) y opacos.

Observaciones:

- Textura granoblástica definida por el cuarzo

**2º par fotos**

Observaciones:

- Límite cuarcita-veta de cuarzo.
- Observar el mayor tamaño de grano del cuarzo en la veta y la disposición de sus cristales perpendicularmente al borde de ésta.
- Colores de interferencia del cuarzo bajos (birrefringencia baja= 0.009).

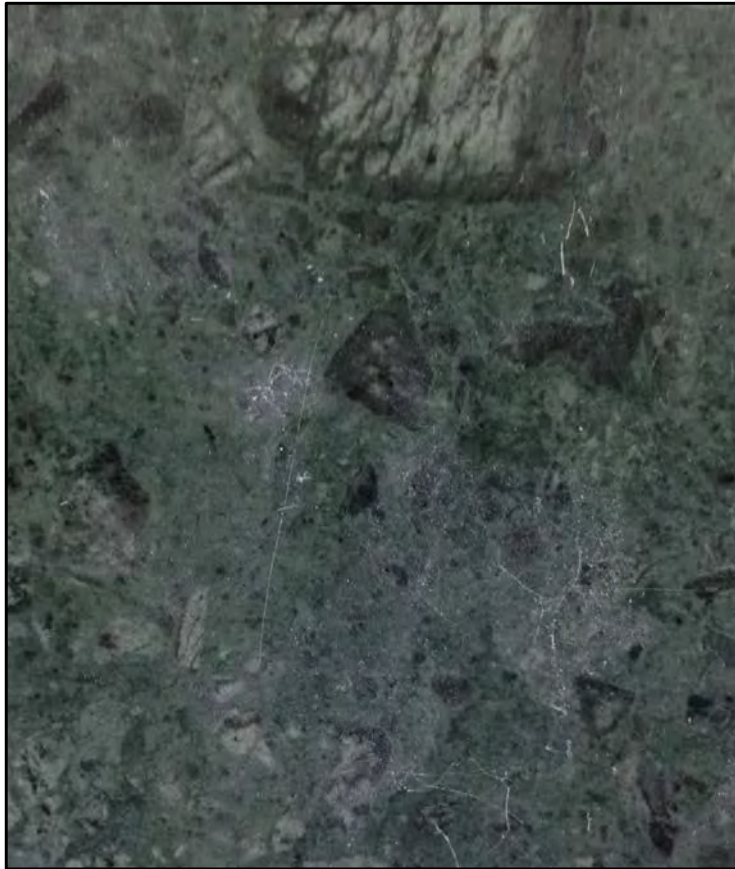




# Muestra 17

*Serpentinita*

MUESTRA DE MANO

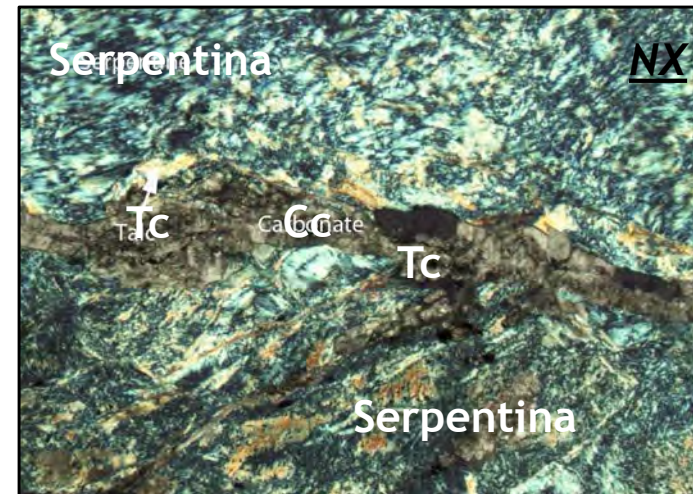
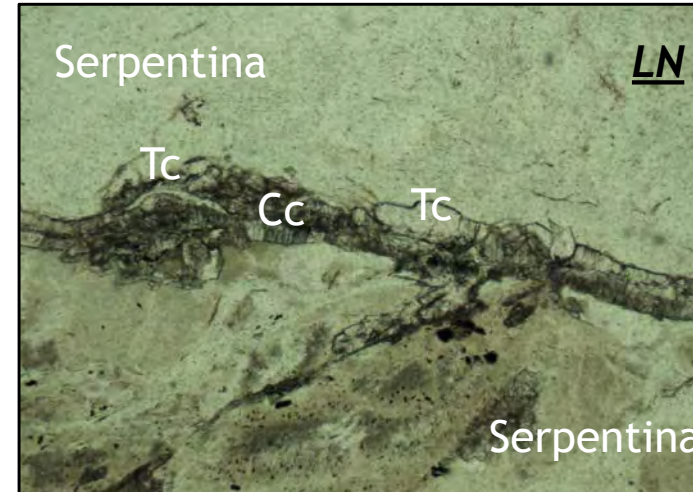


DESCRIPCIÓN MACROSCÓPICA

Roca de color verde y aspecto masivo y fanerítico.

*Mármol verde*

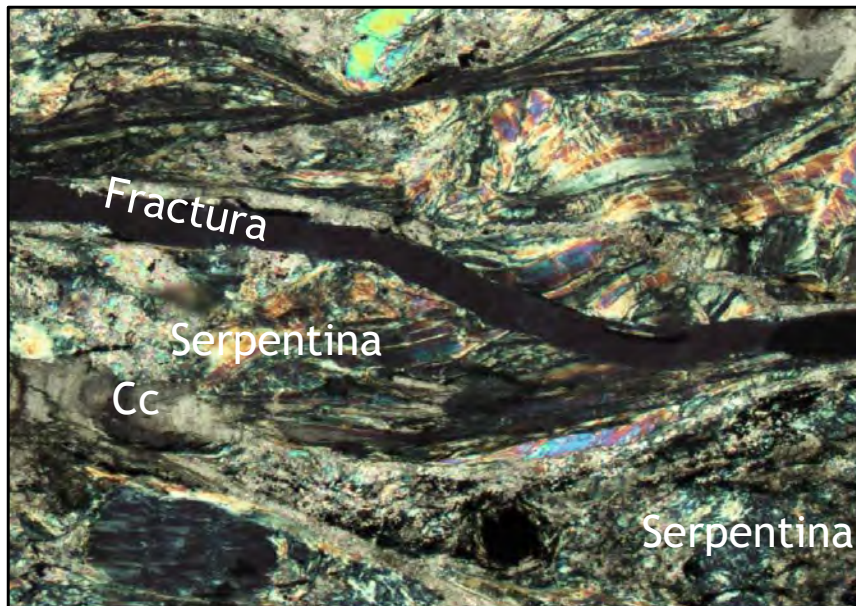
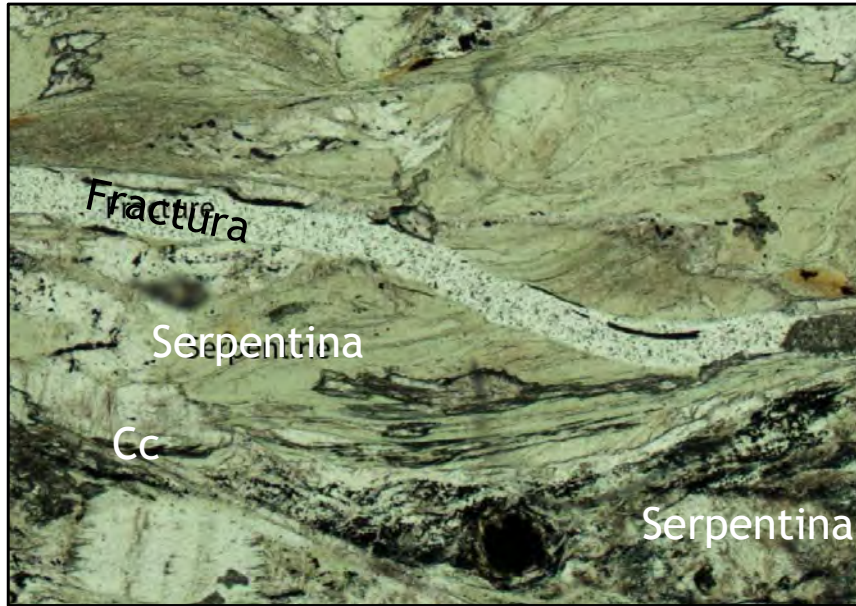
MICROSCOPIO



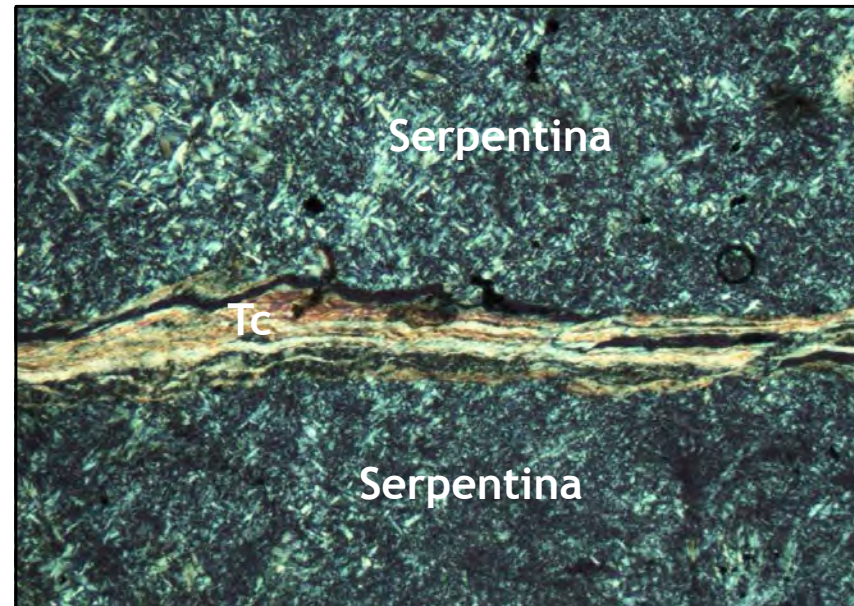
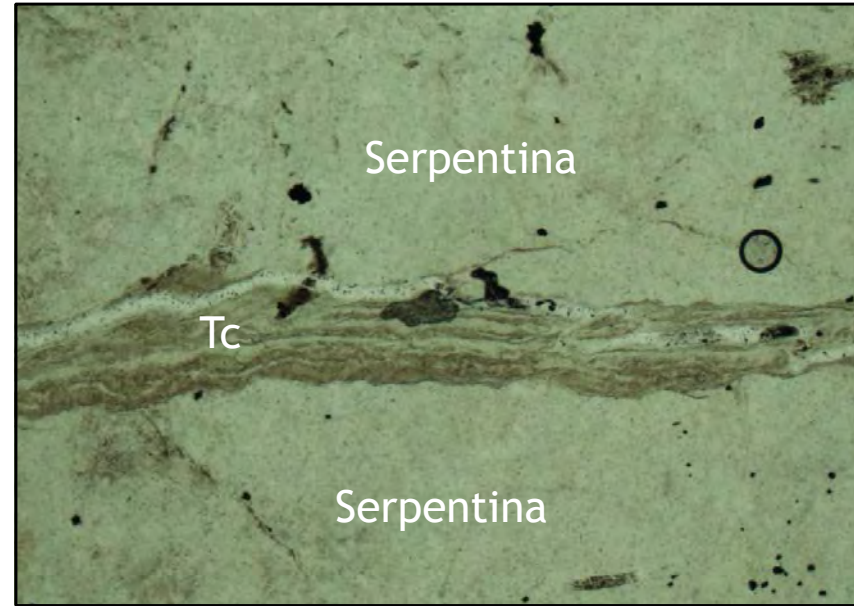
DESCRIPCIÓN MICROSCÓPICA

Constituida mayoritariamente por minerales del grupo de la serpentina, acompañados por talco (Tc) y calcita (Cc).

*Serpentinita*



*Mármol verde*



## **LÁMINA 17: SERPENTINITA**

### **1º par fotos**

Composición mineralógica: calcita (Cc), serpentina y talco (Tc).

### **2º par fotos**

Composición mineralógica: calcita (Cc), serpentina y talco (Tc)

Observaciones:

- la serpentina es de tipo crisotilo (variedad fibrosa).

### **3º par fotos**

Composición mineralógica: serpentina y talco (Tc).

Observaciones:

- Fractura siguiendo una foliación previa existente y rodeada de una zona intensamente serpentinizada, donde la serpentina es el mineral más abundante y prácticamente único.