



fcfm

Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Metamorfismo de bajo grado

Petrología Ígnea y Metamórfica GL5103-3, Primavera 2022

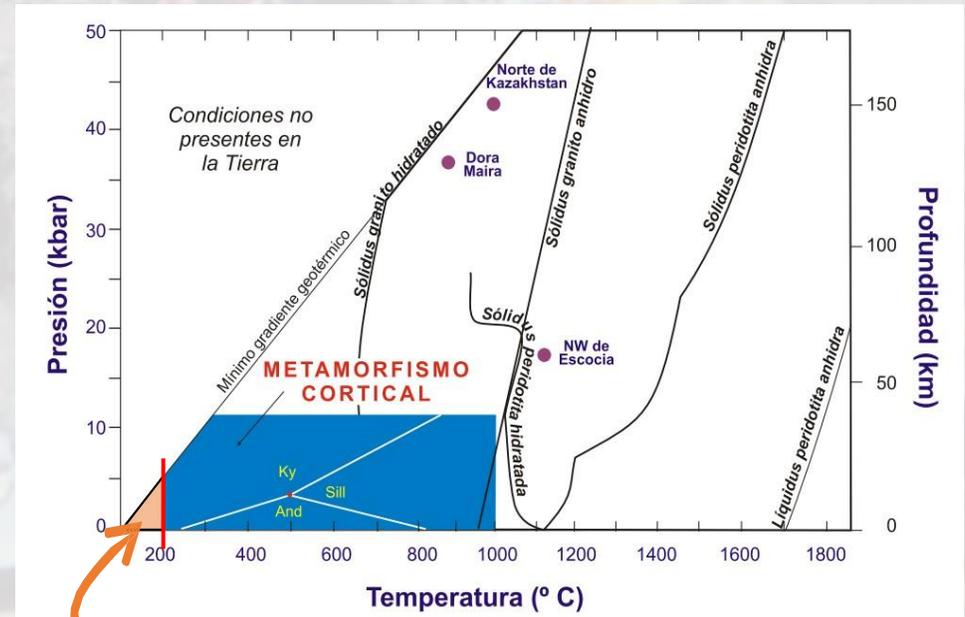
Profesor: Diego Morata

Auxiliar: Matías Poblete

Ayudante: Valentina Villanueva

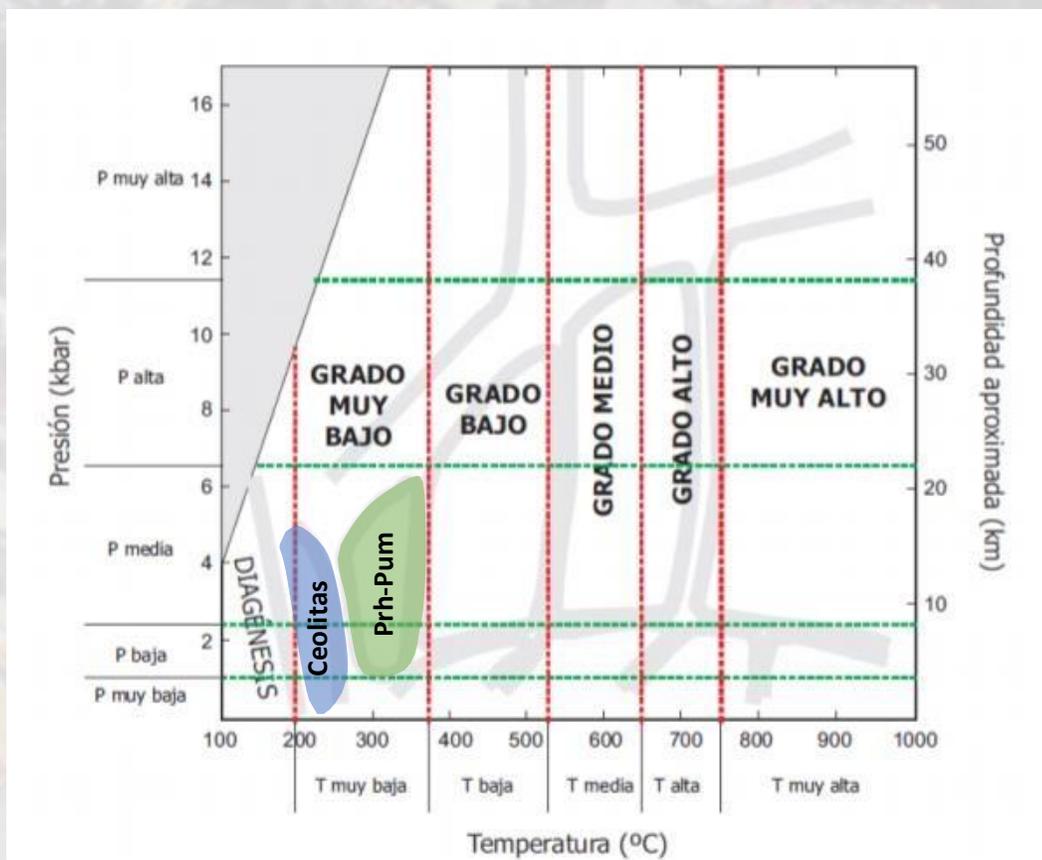
Metamorfismo

- Roca originalmente ígnea o sedimentaria
- Recristalización a estado sólido en respuestas a nuevas condiciones (P, T) en un tiempo t
- Pueden retener alguna característica del protolito, pero también se pueden desarrollar nuevos minerales y nuevas texturas
- Los factores responsables del cambios son la temperatura, la presión, presencia y composición de la fase fluida



Diagénesis: Cambios físicos y químicos en los sedimentos durante y después de su depositación; previo a su consolidación.

Grado metamórfico



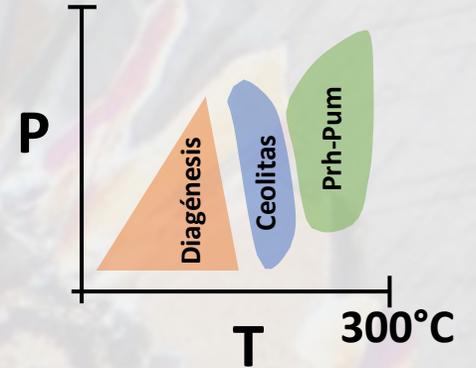
Metamorfismo de bajo grado

Características

- Temperatura < 300°C (MBGM).
- Ausencia de deformación.
- Conservación de texturas primarias y composición química global de las rocas.
- Crecimiento de minerales secundarios en *metadominios*.
- Dificultad para definir texturas de equilibrio.

¿De qué depende?

- Temperatura
- Mineralogía primaria
- Composición global del protolito
- Naturaleza de la fase fluida
 - Filosilicatos + fluidos (Mg – Fe): clorita
 - Filosilicatos + fluidos (álcalis): illita
- Tiempo de permanencia de los fluidos.
- Cinética de reacción.
- Textura, permeabilidad y porosidad de la roca.



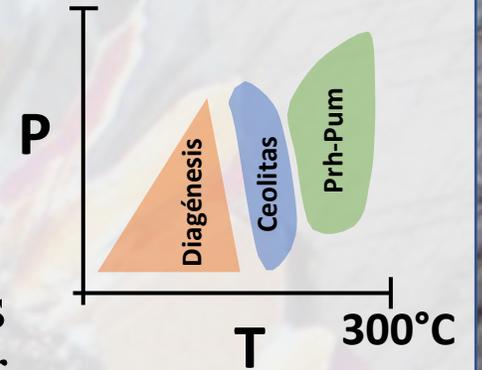
Se define metamorfismo de bajo grado para las facies de Ceolitas y Prehnita – Pumpellyta (Coombs, 1961).

Complicaciones

- Sobre – imposición de eventos
- Control del metadominio
- Actividad de los fluidos presentes
- Progreso de la reacción

Complicaciones

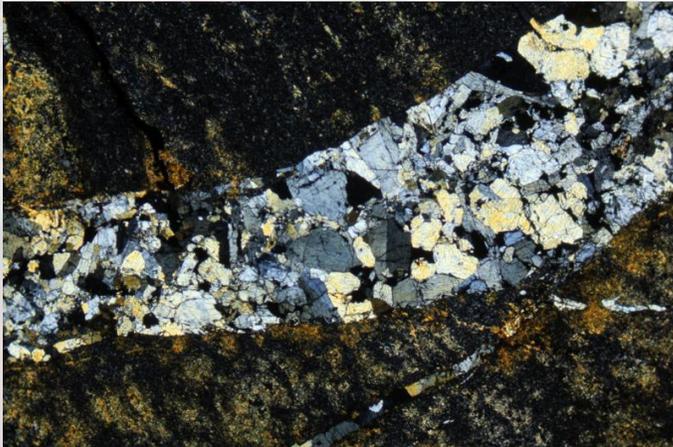
- **Sobre-imposición de eventos:** Dos eventos metamórficos diferentes, e.g., metamorfismo de carga precedido por metamorfismo de contacto, complican la asignación de asociaciones mxs a un evento específico
- **Control del metadominio:** Algunas fases minerales (e.g., Pumpellyta) son muy sensibles y muestran importantes variaciones (químicas y ópticas) dependiendo del metadominio.
- **Actividad de los fluidos presentes:** Actividades de algunos componentes controlan la presencia de fases minerales (e.g., calcita inhibe la formación de prenhita debido a la elevada concentración de CO₂).
- **Progreso de la reacción:** Asociadas a la determinación del progreso de reacciones (e.g., avance de Rx de esmectita a clorita).



Metadominio

Lugar dónde se ubica la mineralogía metamórfica dentro de la roca. Los más comunes son:

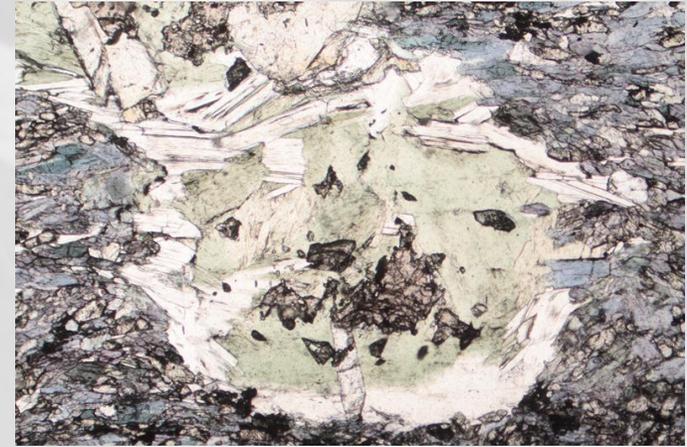
- **Vetillas**
- **Amígdalas**
- **Cristales** (fase mx particular).



Vetilla de epidota



Amígdala



Grt pseudomorfizado por Clorita

Tipos de MMBG

- **Piso oceánico (100 – 500 °C/km)**

Circulación de fluidos en el fondo oceánico

- **Hidrotermal (80 – 160 °C/km)**

Fluidos intersticiales a alta temperatura, alta razón fluido/roca

- **Térmico (50 – 60 °C/km)**

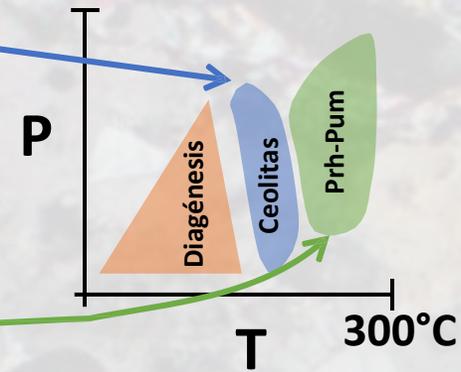
Intrusiones en poca profundidad, análogo al de contacto, pero de menor temperatura.

- **Carga (20 – 35 °C/km)**

Enterramiento en potentes secuencias volcano-sedimentarias

Facies del MMBG

1. **Facie de Ceolitas**
2. **Facie de Prehnita – Pumpellyta**

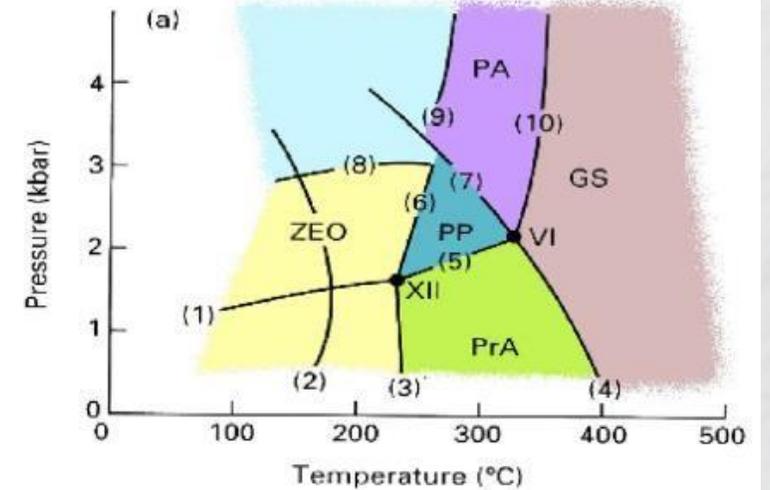
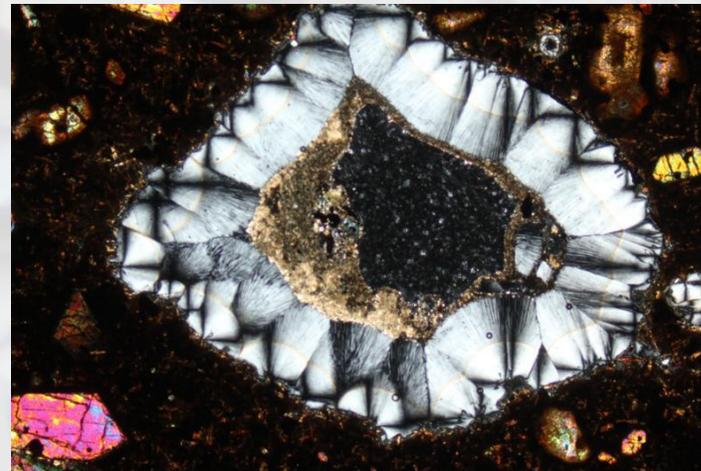
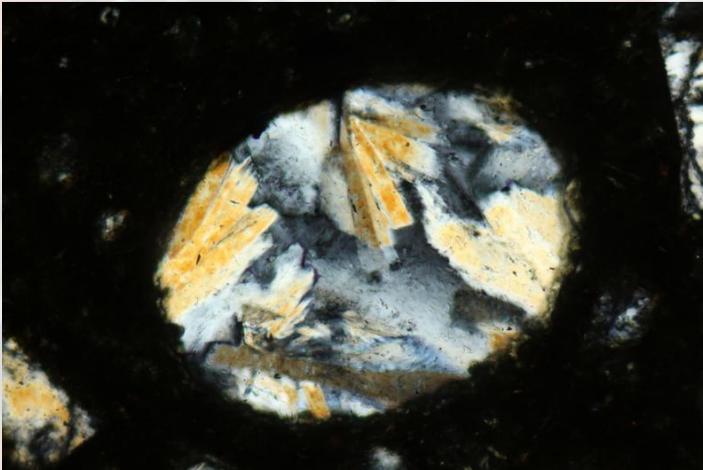


Facies / Protolito	Pelítico	Calcáreo	Máfico
Ceolita 100 – 200°C	Esmectita, clorita, calcita	Calcita	<u>Laumontita (Lm)</u> , calcita, esmectita, clorita
Prehnita – Pumpellyta 150 – 300 °C	Prehnita – Pumpellyta, calcita, clorita, albita	Calcita	Prehnita, Pumpellyta, calcita, clorita, albita

Facies Ceolita

Definida por la **ocurrencia de ceolitas en protolitos máficos**; no diferenciable en metapelitas.

- **Ceolita de baja T**
- **Ceolita de alta T (*)**



(*) Límite está marcado por la aparición de laumontita a los 180 °C aprox.
La presencia de Prh depende de la actividad de CO_2 y se restringe a los dominios rico en Ca.

Facies Prenhita-Pumpellyita

Se puede subdividir en 3 sub-facies según su asociación mineral característica:

1) **Prenhita – Pumpellyita (PP)**: Definida por la presencia de prenhita y pumpellyita en rocas de protolito máfico y por la presencia de illita, clorita y esmectita en rocas de protolito pelítico.

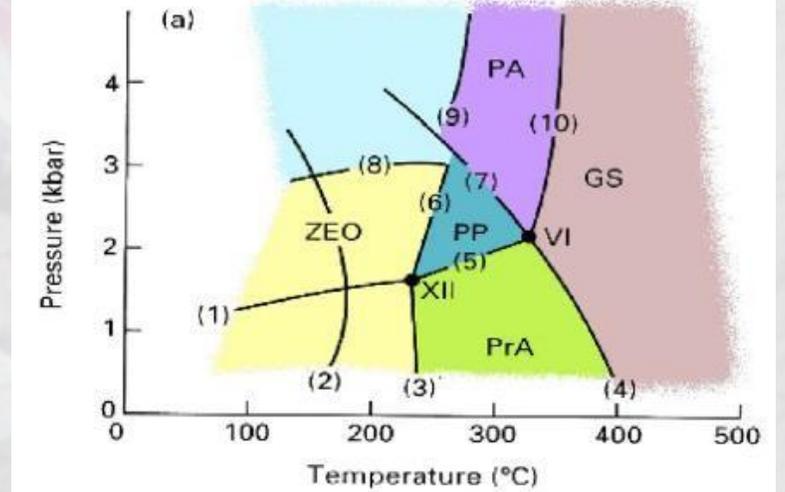
$Pum + Ep \pm Prh$, ausencia de Lm y Act

2) **Prenhita – Actinolita (PrA)**: Definida por la presencia de pumpellyita + actinolita en rocas de protolito máfico.

$Prh + Act + Ep (+ Chl + Ab + Qtz + Tit)$, ausencia de Pum

3) **Actinolita – Pumpellita (PA)**: Definida por la presencia de prenhita + actinolita en rocas de protolito máfico.

$Pm + Act + Ep (+ Chl + Ab + Qz)$



A microscopic view of mineral grains, likely mica, showing vibrant interference colors such as red, orange, yellow, and purple. The grains are arranged in a somewhat regular pattern on a light-colored, textured surface. A dark horizontal band is overlaid across the center of the image, containing the word 'Mineralogía' in a yellow, serif font.

Mineralogía

Ceolita

Propiedades ópticas

N//

- Color: incoloro
- Relieve: bajo
- Hábito: **tabular, fibroso o radiales**

NX

- CI: de 1er orden
- Signo óptico: Uniaxial o Biaxial según variedad

Muchas variedades, ej:

- Natrolita: sist. ortorrómbico
- Analcima: sist. Isométrico o cúbico



Pumpellyita

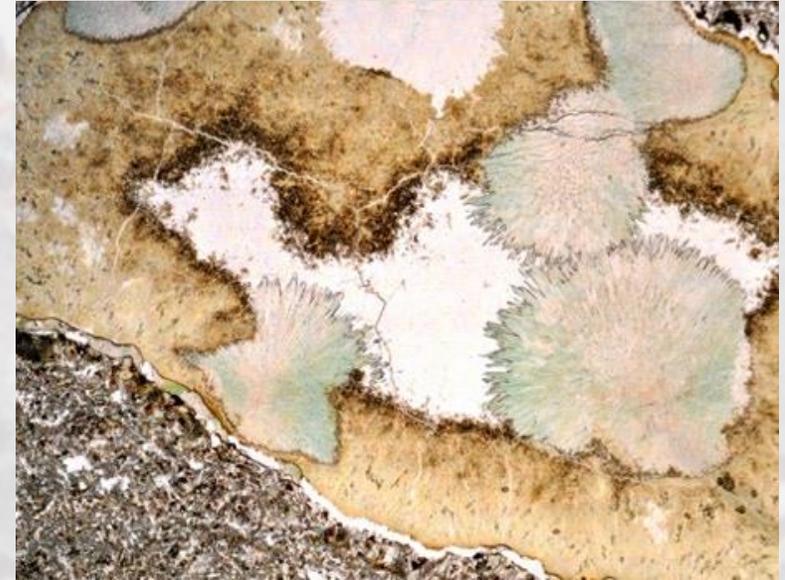
Propiedades ópticas

N//

- Color: **verde manzana, amarillo a pálido**
- Relieve: **alto**
- Pleocroísmo: **fuerte**
- Hábito: cristales elongados, agregado fibroso (radiales) o masivos

NX

- Extinción: **atigrada**
- CI: **desde rojo de 1er orden hasta azul de segundo orden. Puede presentar colores anómalos (azul o marrón). El color de interferencia y los índices de refracción aumentan con el contenido de Fe.**



Epidota

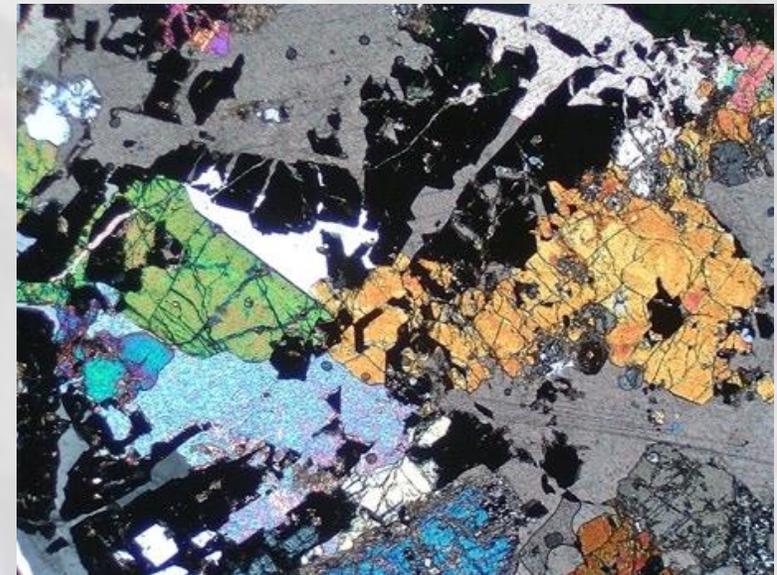
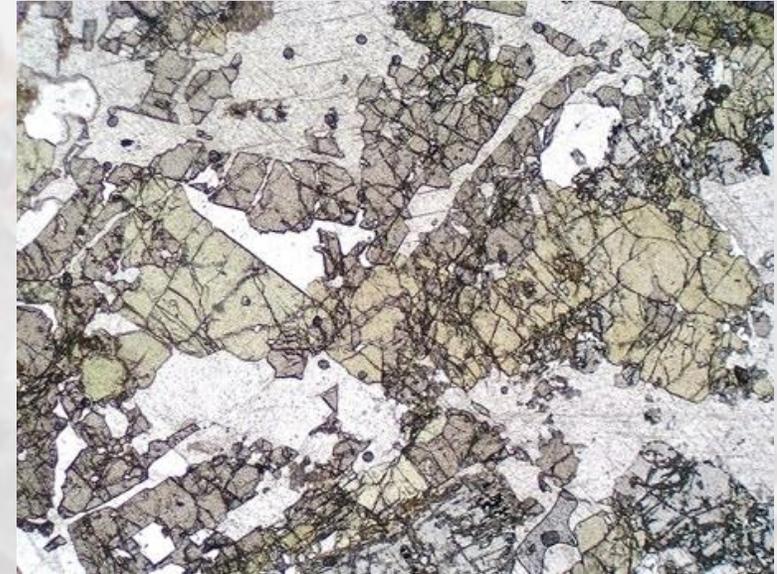
Propiedades ópticas

N//

- Color: **inoloro, verde o amarillo, dependiendo de la cantidad de Fe**
- Relieve: **alto**
- Pleocroísmo: puede presentar según su contenido de Fe
- Hábito: **prismático, granular o lenticular**

NX

- CI: **hasta de 3° orden, aumenta con el contenido de Fe.**
- Manto de Arlequín**
- Extinción: **inclinada (25°-40°) y paralela (si es alargada)**
 - Signo óptico: **Biaxial -**



Prehnita

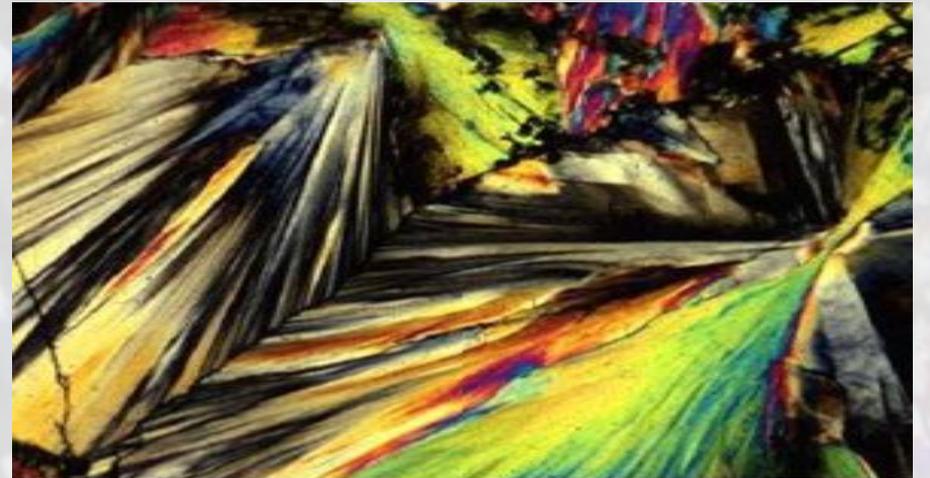
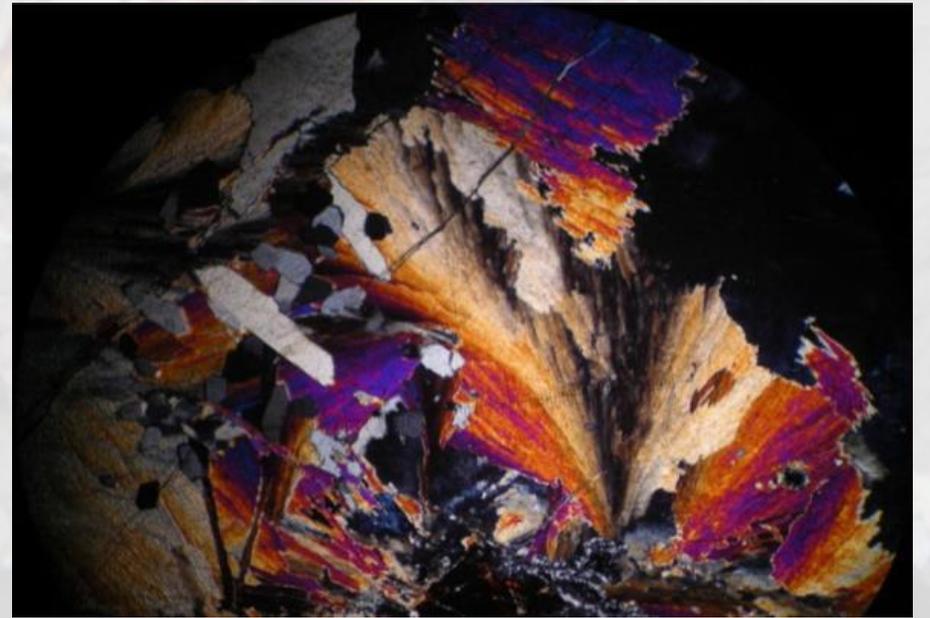
Propiedades ópticas

N//

- Color: incoloro
- Relieve: medio
- Hábito: **crisales en agregados radiales, tabulares o columnares.**

NX

- CI: **hasta 2° orden**
- Extinción: **paralela en abanico**
- Signo óptico: **Biaxial (+)**



Tremolita(Mg)-Actinolita- Ferroactinolita(Fe)

Propiedades ópticas

N//

- Color: incoloro, amarillo verdoso pálido, azul verdoso pálido, verde, verde pálido, verde azulado, verde oscuro.
- Pleocroísmo: **débil**
- Hábito: prismático
- Relieve: **moderado a alto relieve**
- Clivaje: en 1 o dos direcciones

NX

- CI: **hasta mitad de 2º orden.**
- Extinción: **entre 11 y 28º**
- Elongación: largo lento
- Signo óptico: Biaxial -

Tremolita



Actinolita



Clorita

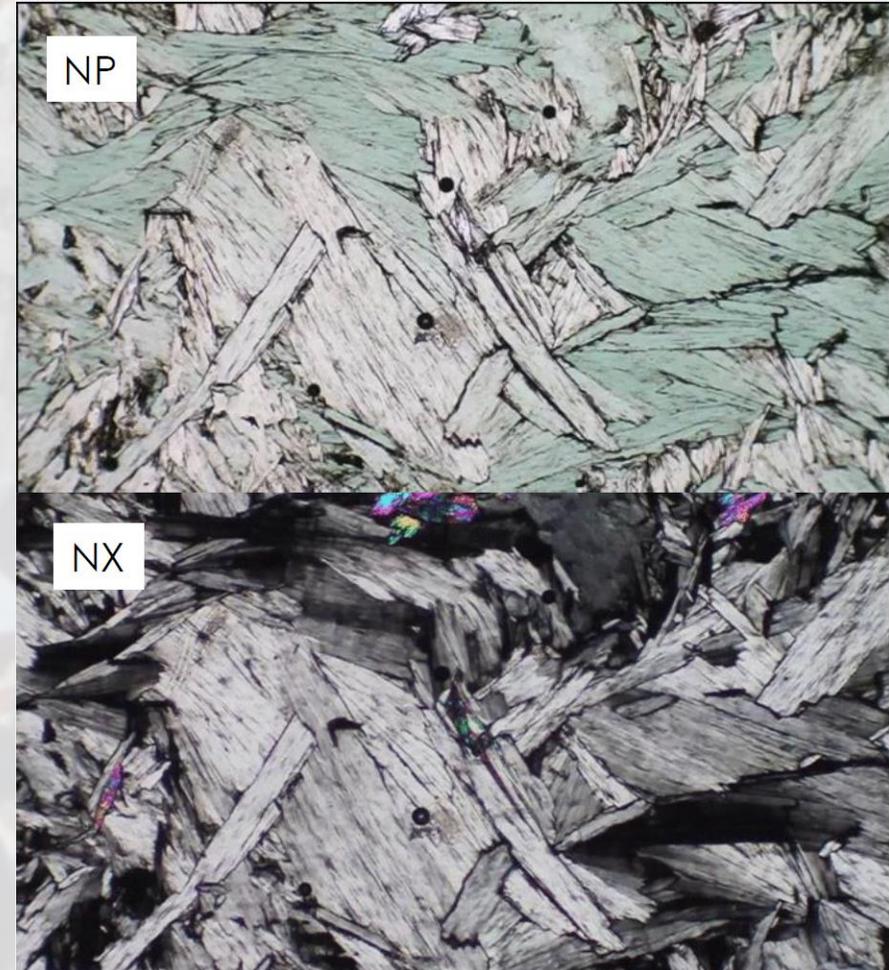
Propiedades ópticas

N//

- Color: **ligeramente verdes a verdes medios**
- Pleocroísmo: débil a moderado → absorción E-W
- Hábito: tabular, micáceo, laminar o fibroso
- Relieve: bajo a medio
- Clivaje: en una dirección

NX

- CI: de 1° orden. **Usualmente anómalo (azul Berlín)**
- Extinción: paralela.



Titanita

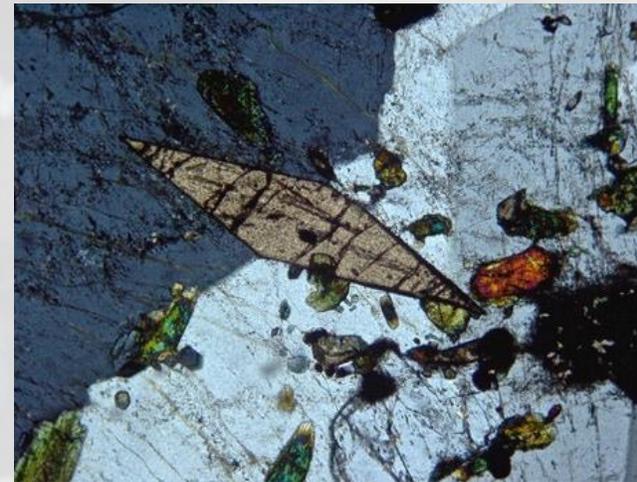
Propiedades ópticas

N//

- Color: incoloro, amarillo, verdoso o marrón pálido
- Relieve: **muy alto**
- Forma: euhedral a subhedral, rombos

NX

- C.I: **enmascarado** por muy alta birrefringencia
- Extinción: **paralela** (sección rómbica)



Piemontita

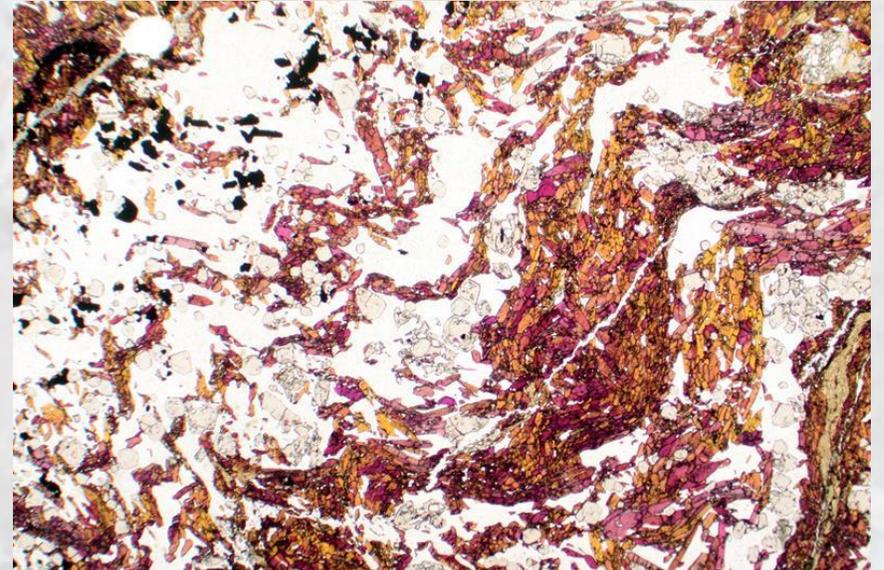
Propiedades ópticas

N//

- Color: **rojo, amarillo, naranja o violeta**
- Relieve: **alto**
- Pleocroísmo: **presenta**
- Clivaje: **en 1 dirección**
- Hábito: **prismático alargado, columnar, acicular o como agregados granulares**

NX

- CI: **gran rango de ci's. Debido a su intenso color, se presenta enmascarada a NX (otra razón para el enmascaramiento además de altos ci's como en biotita).**
- Extinción: **inclinada (27° - 35°) y paralela (si es alargada)**



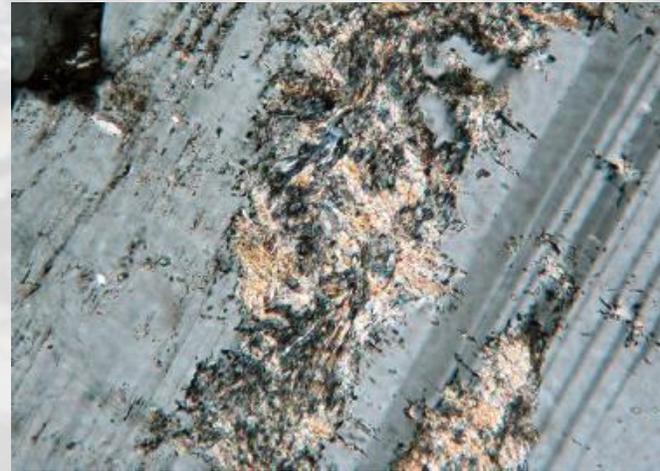
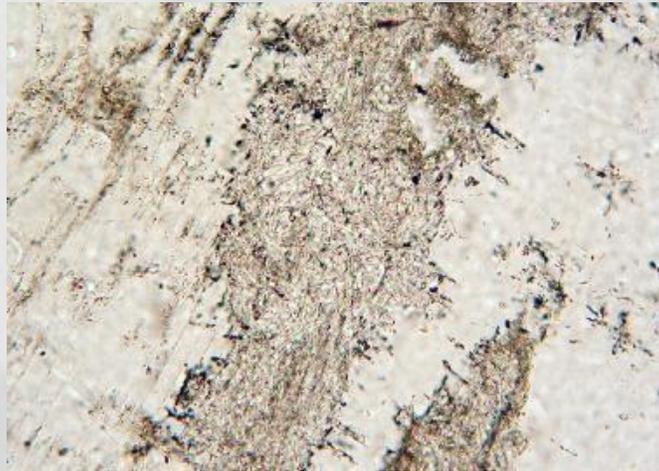
Clorita-Esmectita



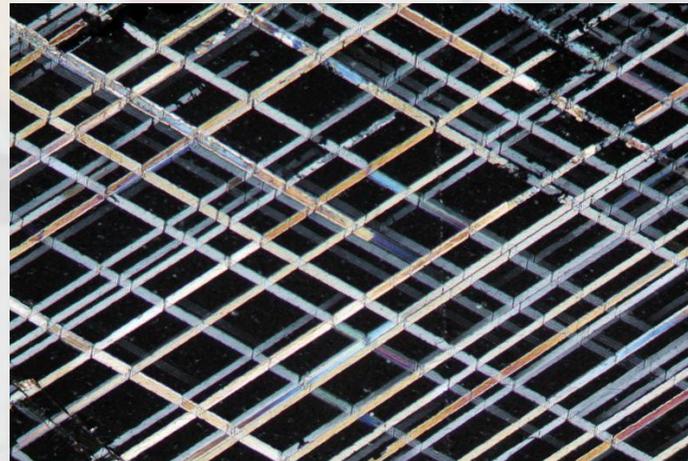
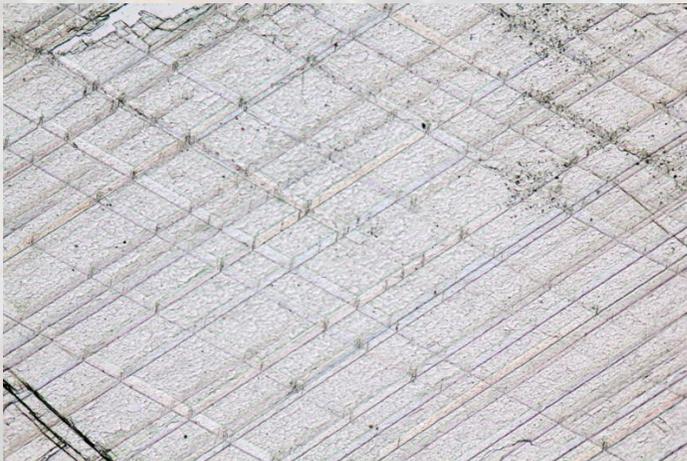
Celadonita



Sericita

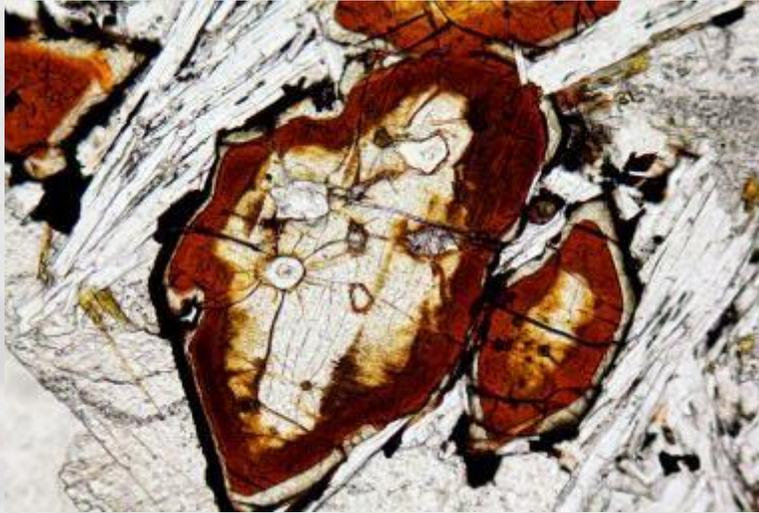


Calcita



- Forma: agregados anhedrales de finos a gruesos.
- CI: 5to orden. Muy altos.
- Color: incoloro.
- *Clivaje romboédrico perfecto se cruza a unos 75°.*

Iddingsita





fcfm

Geología
FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Metamorfismo de bajo grado

Petrología Ígnea y Metamórfica GL5103-3, Primavera 2022

Profesor: Diego Morata

Auxiliar: Matías Poblete

Ayudante: Valentina Villanueva