



Geología

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Otoño 2021

Metalogénesis: Alteración Árgílica Moderada y Avanzada

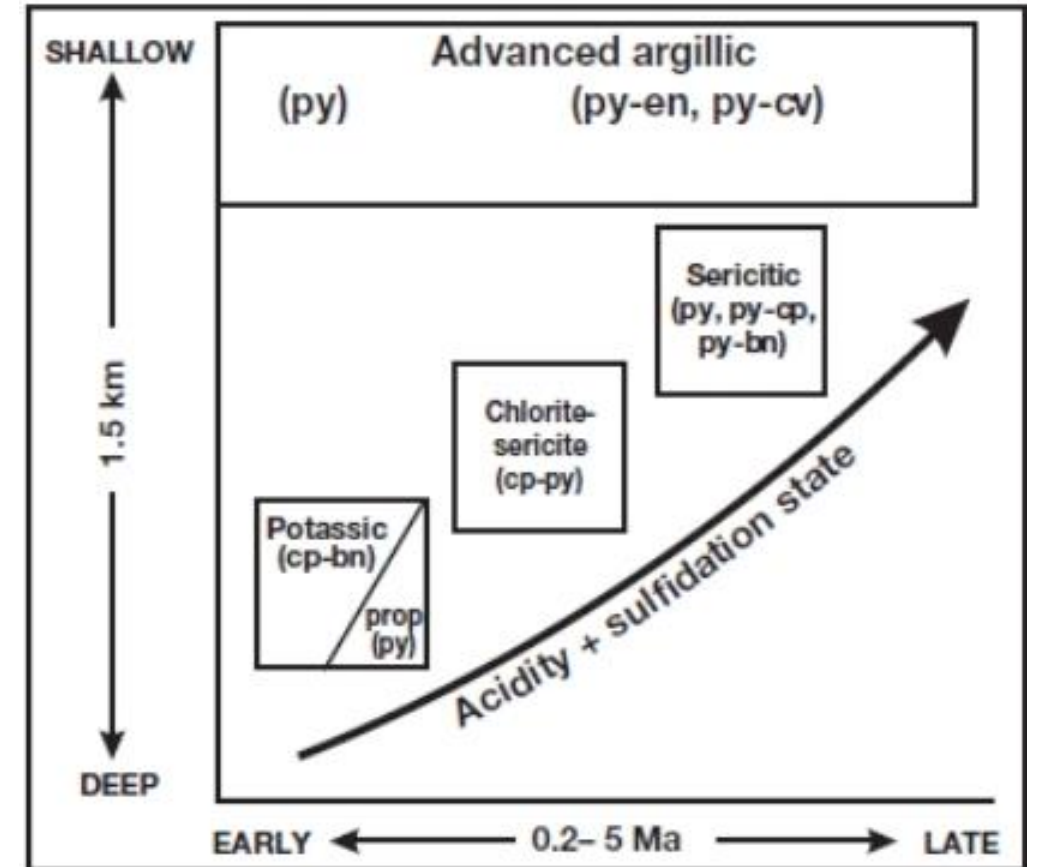
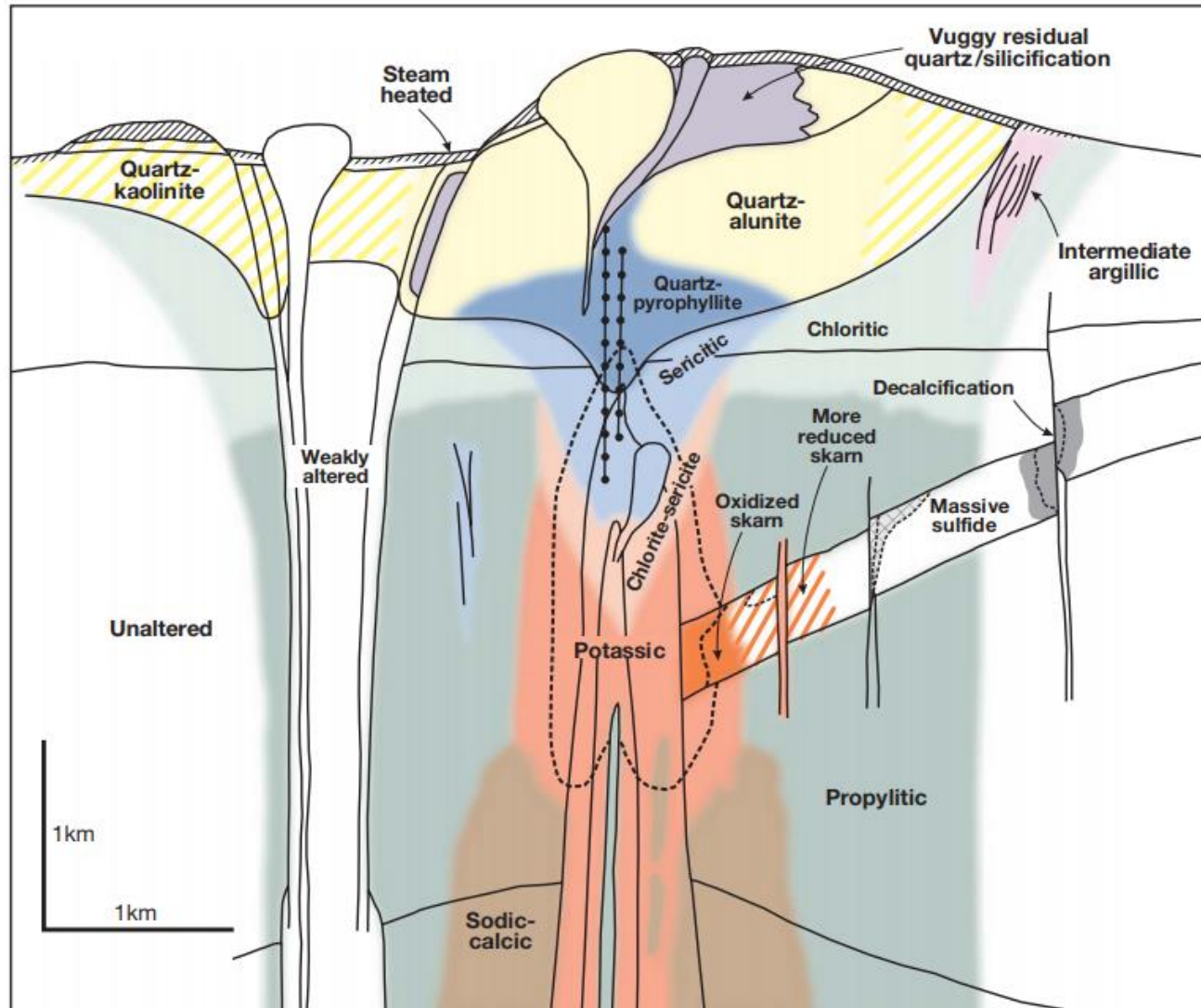
Cuerpo Docente:

Rodrigo Espinoza Reyes

José Moreno Toledo



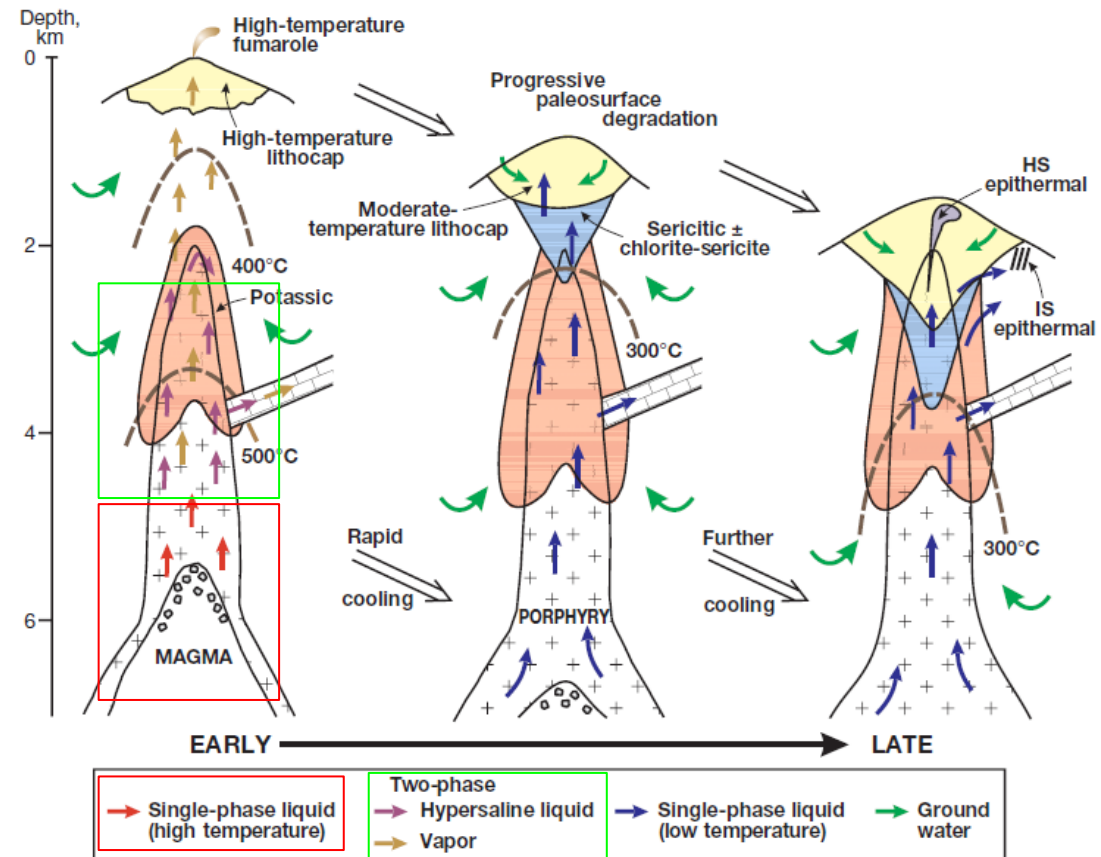
Alteración Argílica



Fase temprana:

1. Exsolución y ascenso de un **fluido monofásico supercrítico** a altas presiones (1.5 kbar) y temperatura (800-1000 °C)

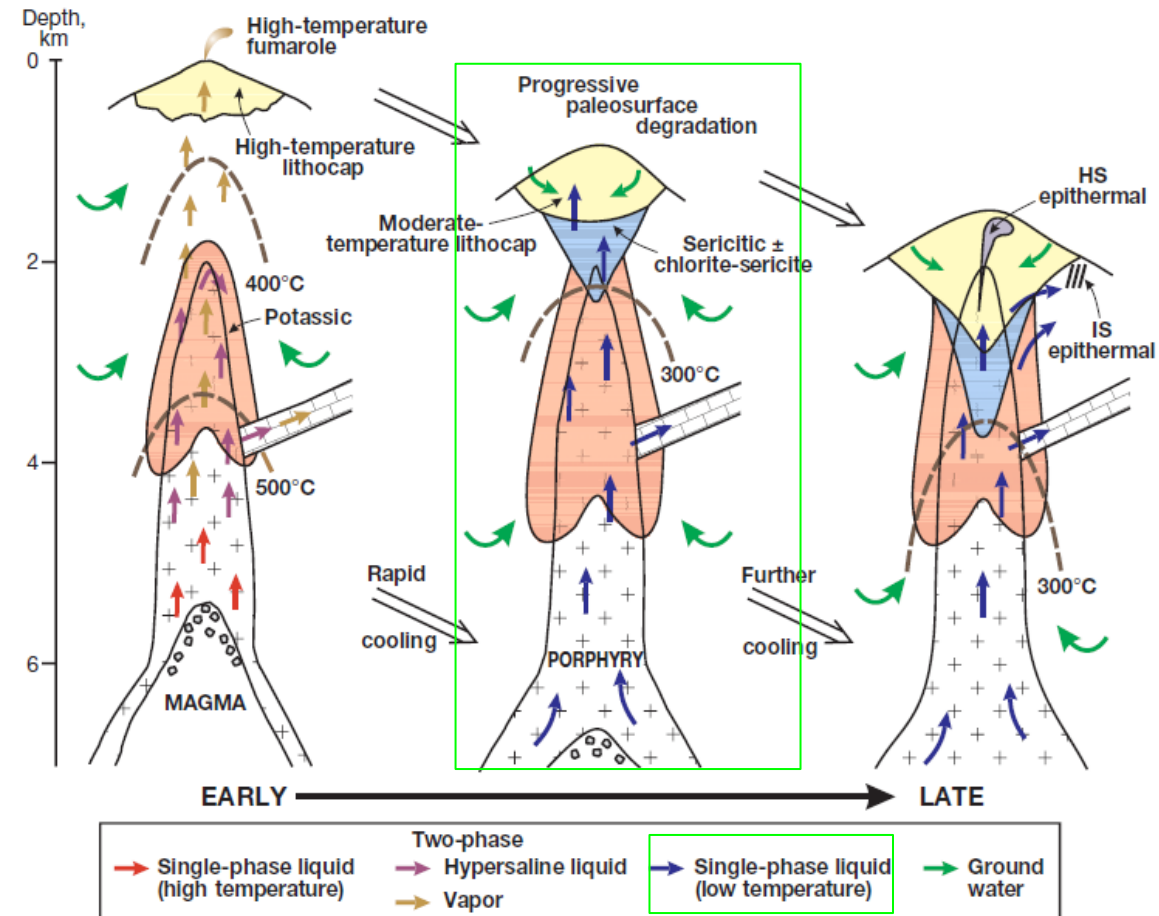
2. Separación de fases: **líquido hipersalino** y una **fase vapor** (500°C, 5 Kbar), esta separación de fases puede ocurrir directamente al exsolverse el fluido del intrusivo o al ascender. Este fluido generaría la **alteración potásica** y mineralización de Cu en profundidad, mientras que el vapor de baja densidad asciende a la superficie y forman **alteración argílica avanzada** (estadio fumarola).



Fase intermedia:

El frente de cristalización avanza hacia abajo, la temperatura desciende y se da paso a un fracturamiento frágil, en conjunto con una degradación progresiva de la paleosuperficie.

Se exsuelve **fase líquida de baja temperatura**, la cual asciende y genera las alteraciones sericítica y clorita-sericita



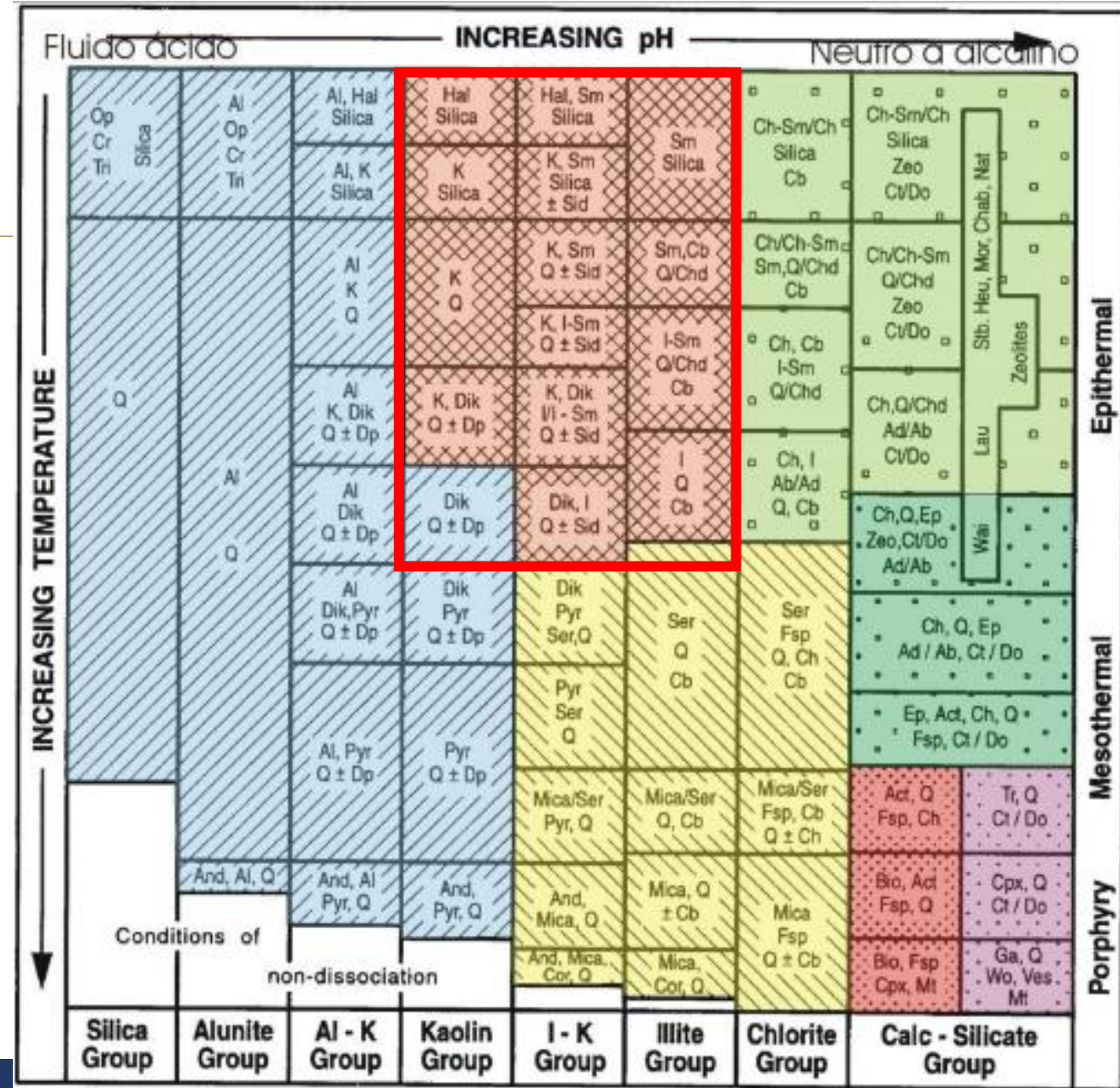
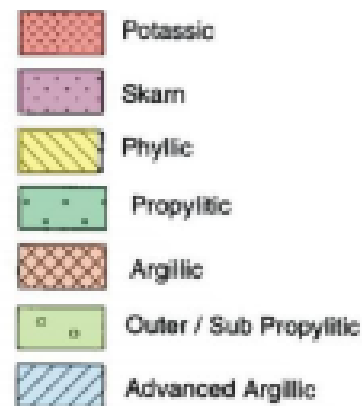
Alteración

Argílica Moderada

Mineralogía

- Arcillas
- Caolinita
- Dickita
- Illita
- Esmeclita
- Montmorillonita
- Carbonatos
- Cuarzo

Corbett y Leach,
1998. SEG Special
Publication N° 6



¿Cómo se produce?

- Metasomatismo H^+ (hidrólisis)
- Cationes de H^+ son extraídos del fluido e incorporados en los mxles de alteración → el fluido incrementa su pH, pero su variación depende de la presencia de minerales buffers de pH.

Reacciones características

- **Hidrólisis e hidratación**
- **Caolinitización de la Sericita**



- **Otras:**

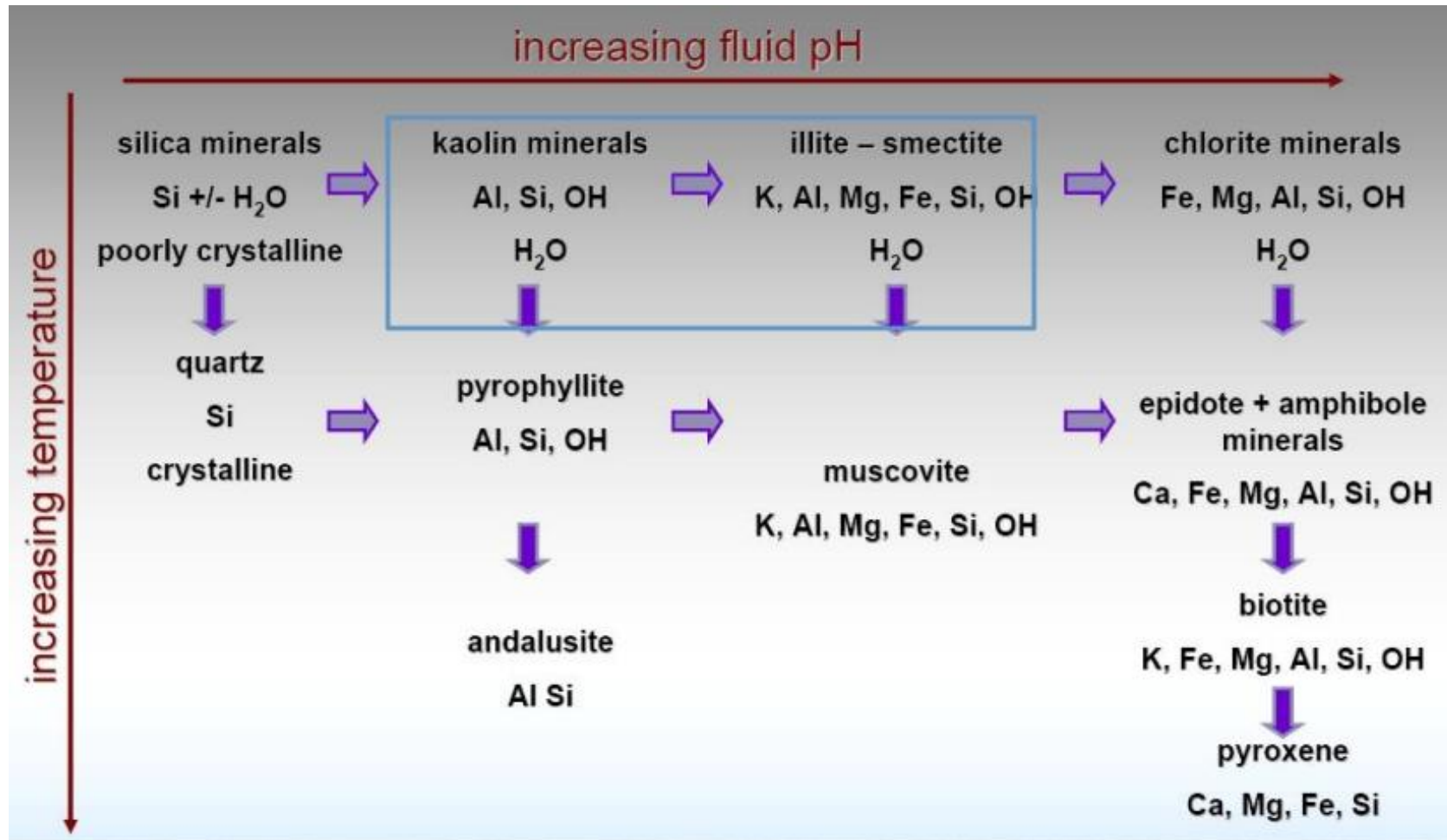
Alunitización de la Sericita



Caolinitización de la Plagioclasa



Alteración Argílica Moderada





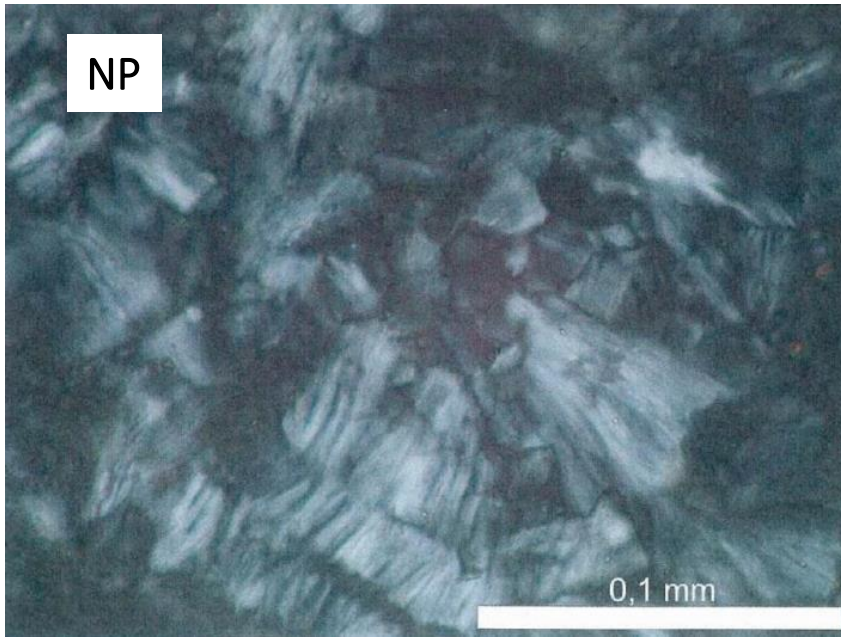
Alteración Arg. Moderada

- Mineralogía:
 - Arcillas (Caolinita)
 - Dickita, illita, montmorillonita, esmectita.
 - Cuarzo y piritita
- Temperatura: Baja, 150-300°C
- Condiciones de pH: ácido 4 – 5
- Textura roca caja preservada

Lado mayor de la imagen = 2.2 mm

(TS-PPL) Fenocristales alterados a caolinita e illita
cortados por vetilla de cuarzo + caolinita + sulfuros

NP



Caolinita-microscopio



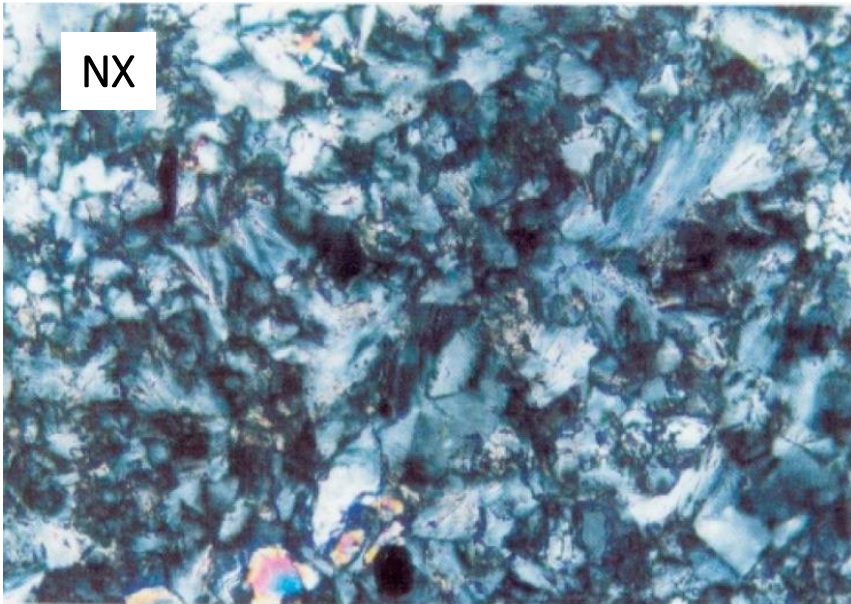
[Caolinita-más-información](#)

Caolinita

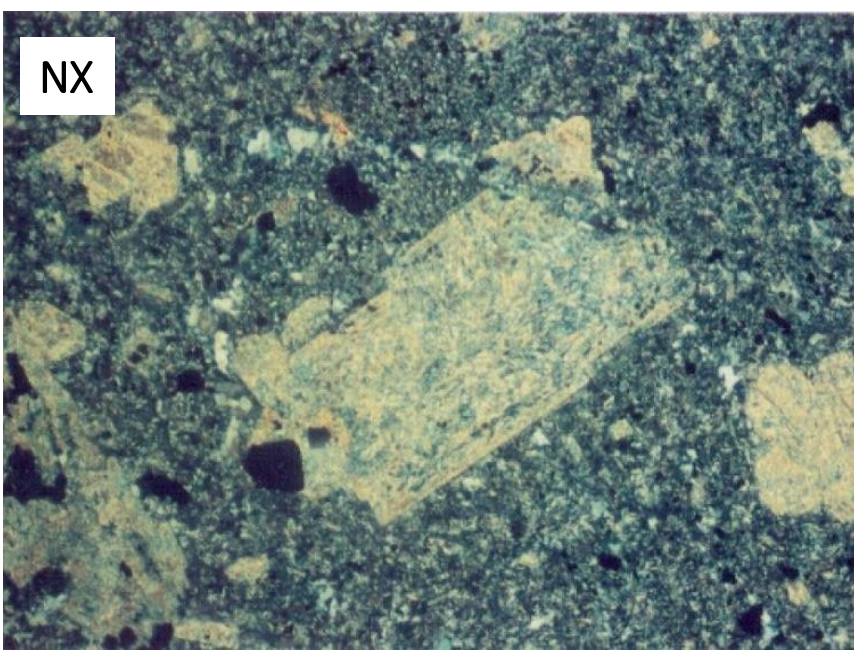
Alt. Arg. Moderada

- **Color:** Incolora a grises amarillentos.
- **C.I:** Variables, dependiendo del hábito y tamaño. Generalmente 1er orden.
- **Pleocroísmo:** Leve
- **Hábito:** Típicamente anhedral, en vetillas como agregados de grano pequeño
- **Otros:** Agregados criptocristalinos por reemplazo de feldespatos.

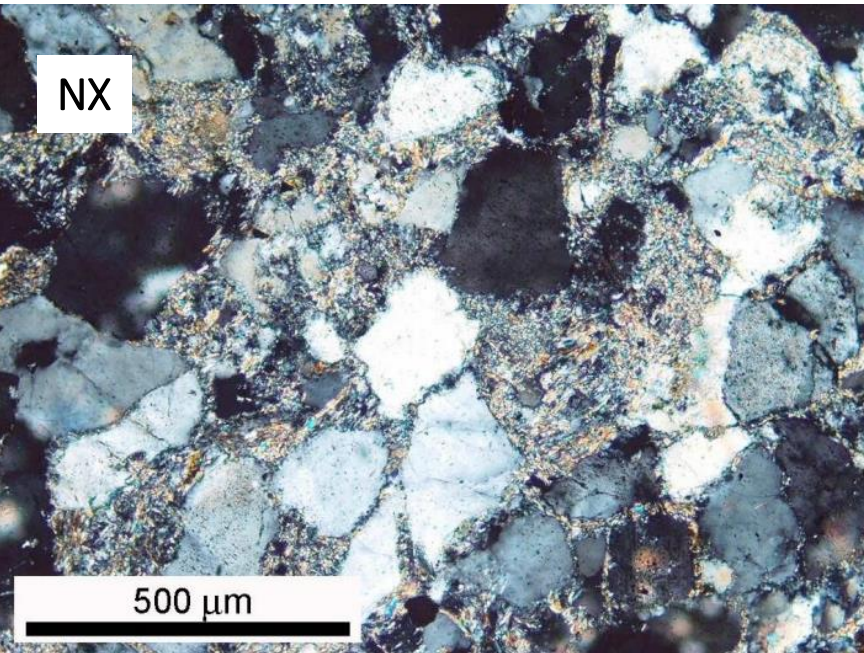
NX



NX



NX



Illita-microscopio



[Illita-más-información](#)

Illita

Alt. Arg. Moderada

- **Color:** Incoloro
- **Relieve:** Bajo.
- **Pleocroísmo:** Leve
- **Hábito:** Grano fino, alterando a feldespatos y a otras arcillas. A veces como relleno de espacios abiertos.
- **C.I:** Variables, hasta 2do orden.
- **Extinción:** Paralela
- **Otros:** Muy similar a la sericita. Mica con más sílice y menos K que sericita.

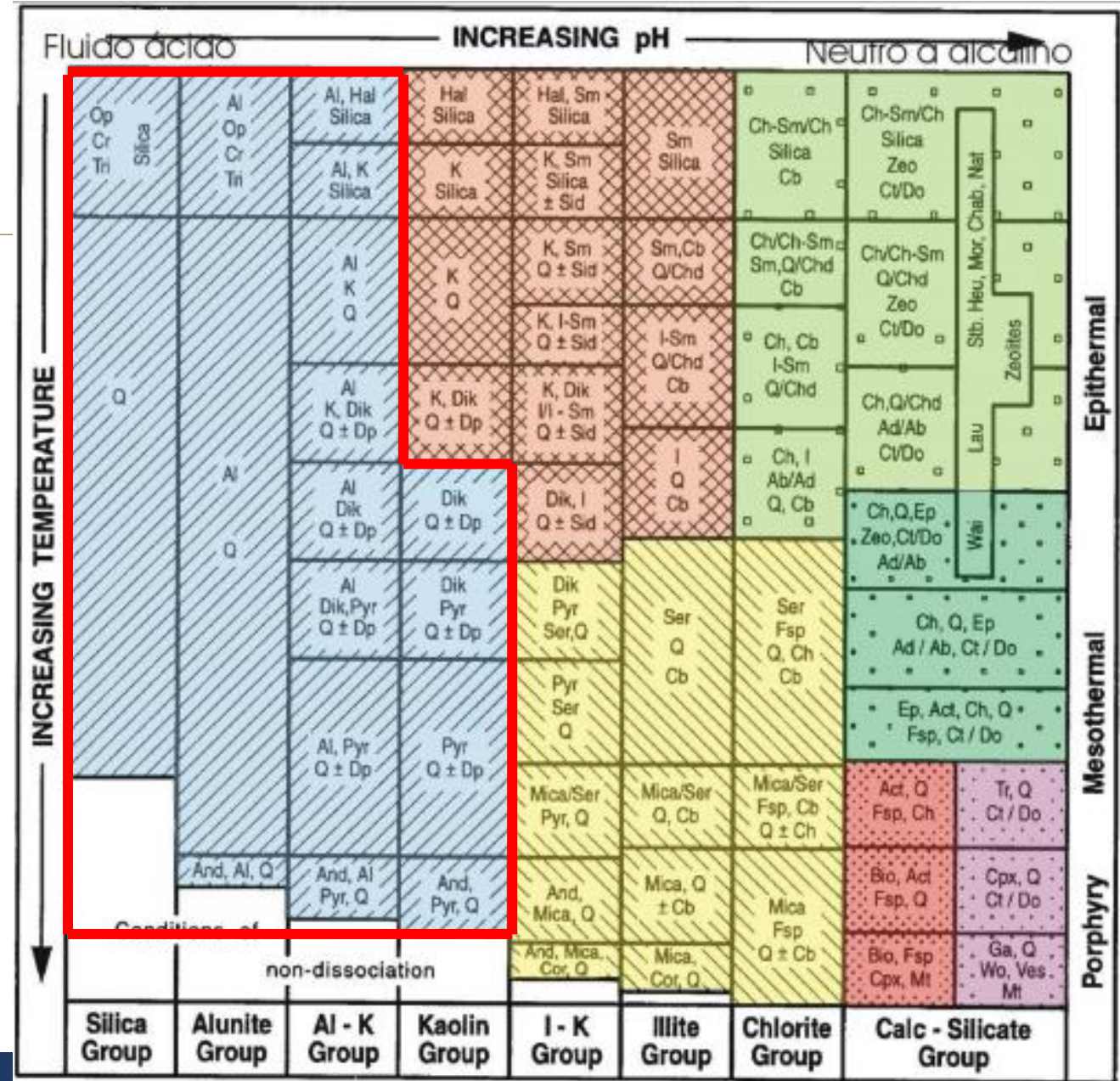
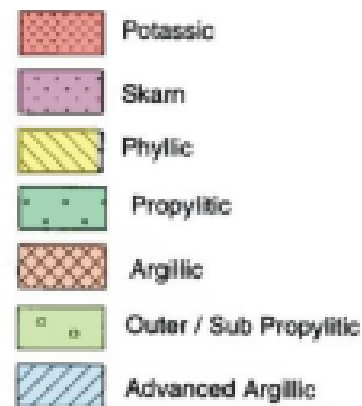
Alteración

Argílica Avanzada

Mineralogía

- Cuarzo
- Alunita
- Diásporo
- Pirofilita
- Andalucita
- Caolinita

Corbett y Leach,
1998. SEG Special
Publication N° 6



¿Cómo se produce?

- Metasomatismo H^+ (hidrólisis)
- Cationes de H^+ son extraídos del fluido e incorporados en los mxles de alteración → el fluido incrementa su pH, pero su variación depende de la presencia de minerales buffers de pH.



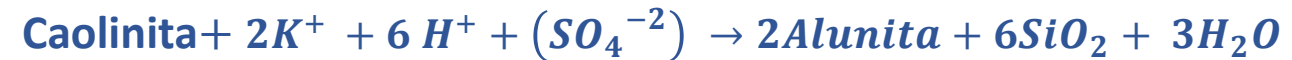
Reacciones características

- Hidrólisis
- Otras:

Alunitización de la Sericita



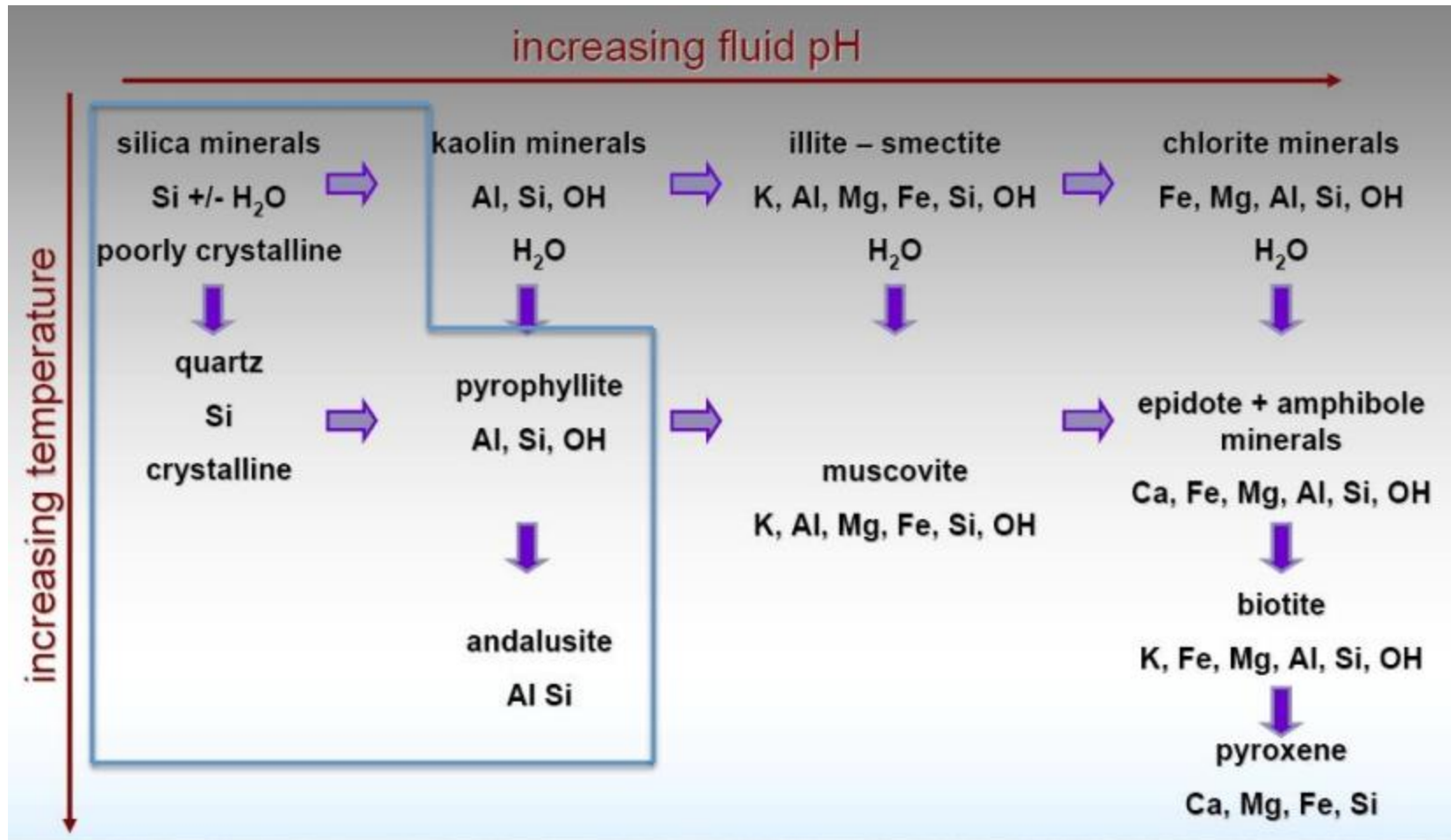
Alunitización de la Caolinita

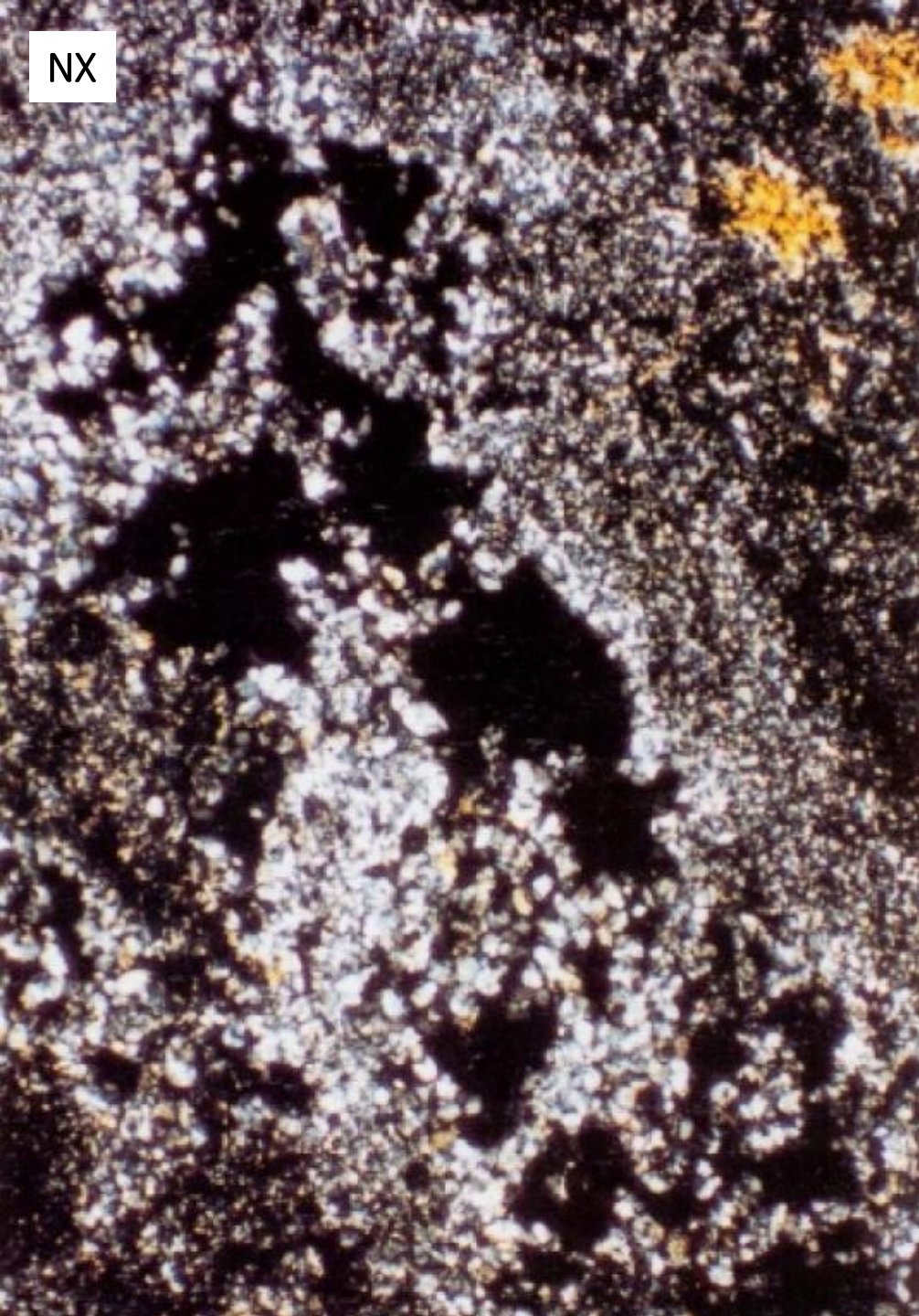


Caolinita → Cuarzo



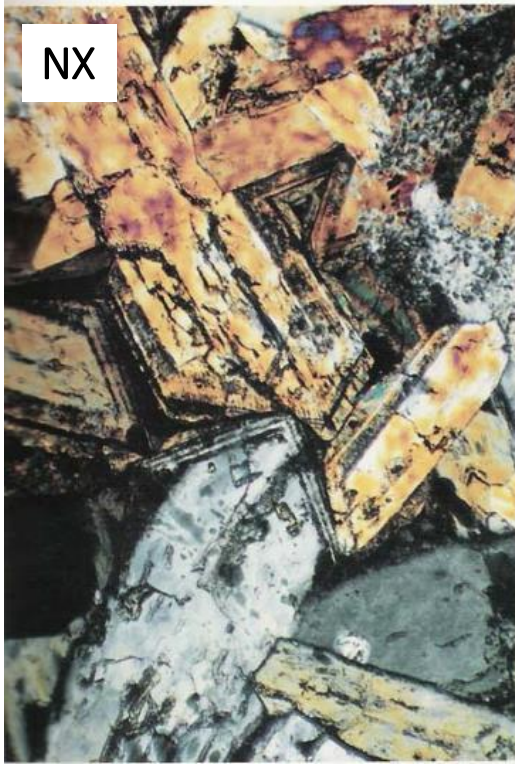
Alteración Argílica Avanzada



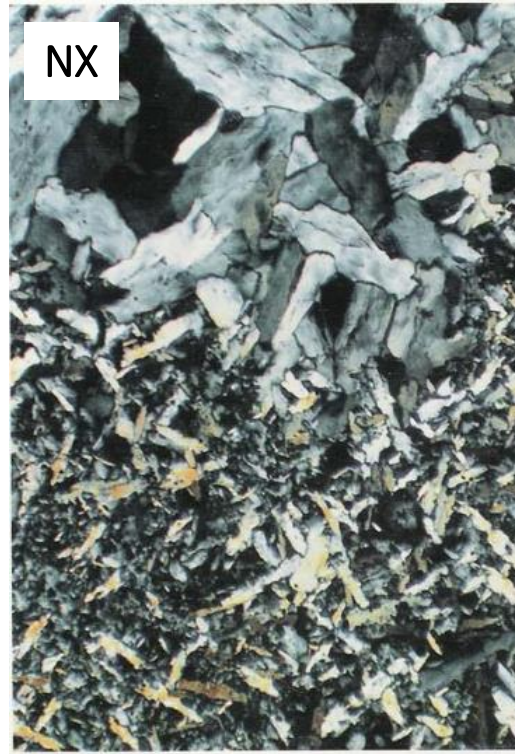


Alteración Arg. Avanzada

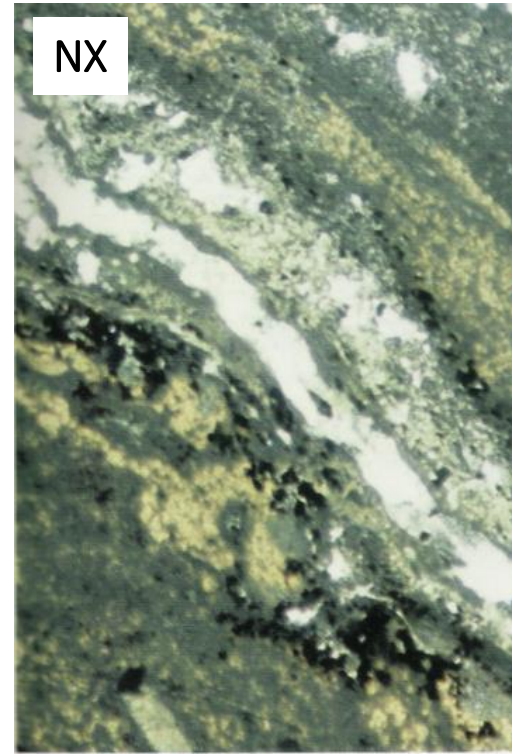
- Mineralogía:
 - Alunita, cuarzo, caolinita
 - Jarosita, pirofilita, diásporo
 - Andalucita >350°
 - Pirita, rutilo, hematita
- Temperatura: **Amplio rango de T°**
- Condiciones de pH: **ácido 1 – 3,5**
- Extrema lixiviación, muy pervasiva y destructiva.



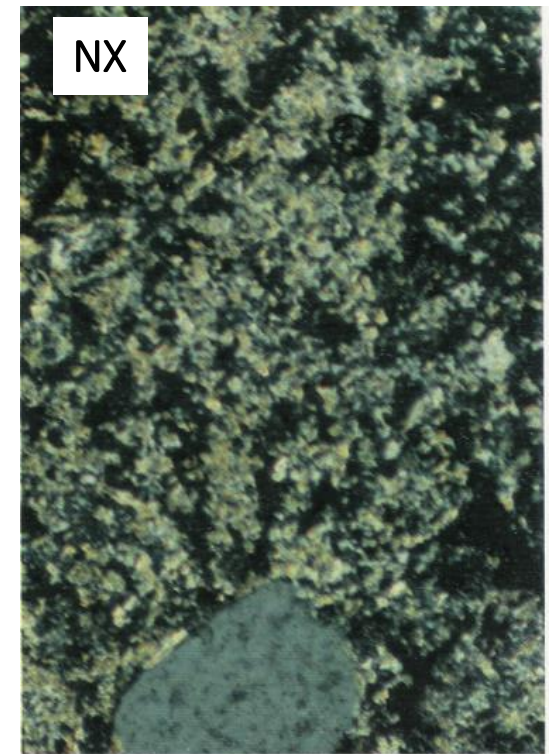
Lado mayor de la imagen = 2.1 mm
(TS-XPL) Cristales tabulares de alunita parcialmente remplazadas por jarosita supérgena.



Lado mayor de la imagen = 2.1 mm
(TS-XPL) Alunita tabular relleno con cristales de cuarzo en masa fundamental



Lado mayor de la imagen = 1 mm
(TS-XPL) Cristales criptocristalinos de cristobalita + alunita + caolinita

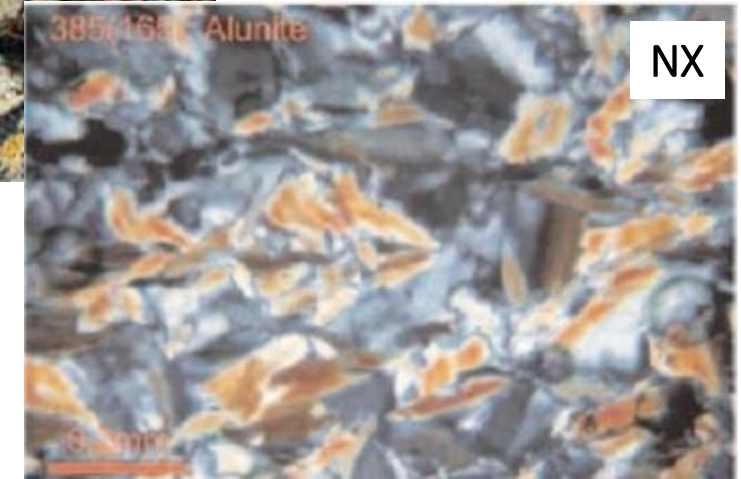
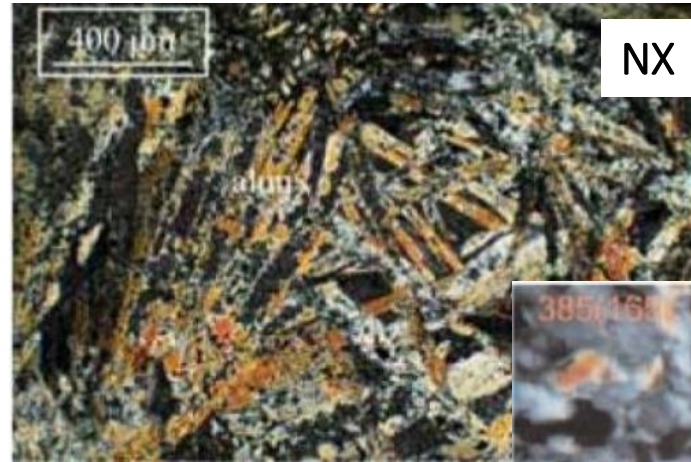
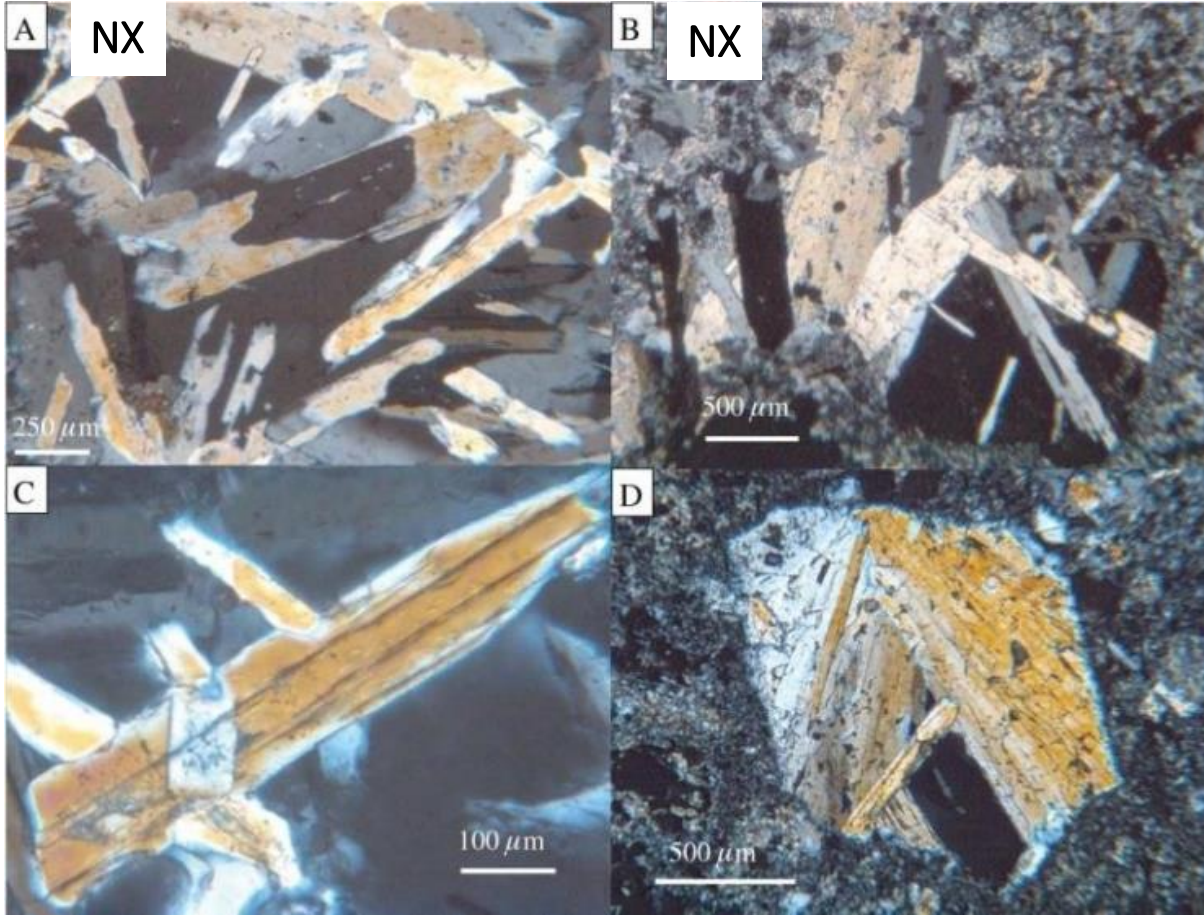


Lado mayor de la imagen = 1 mm
(TS-XPL) Fenocristal de qz primario con cristales de grano fino de alunita + caolinita

Alunita

Alteración Arg. Avanzada

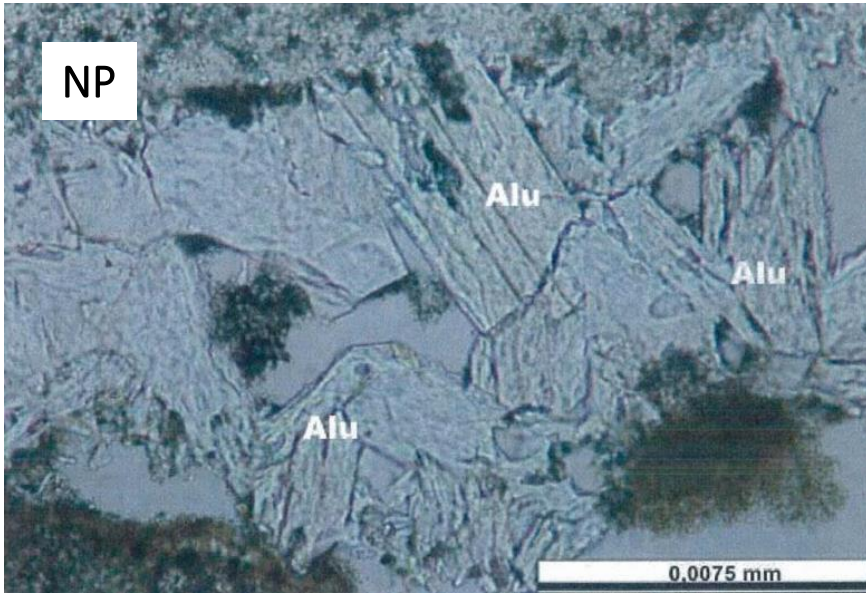
*Imágenes extraídas de "Atlas of Alteration: A field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals"



Alunite

Alteración Arg. Avanzada

NP



Alunita-microscopio



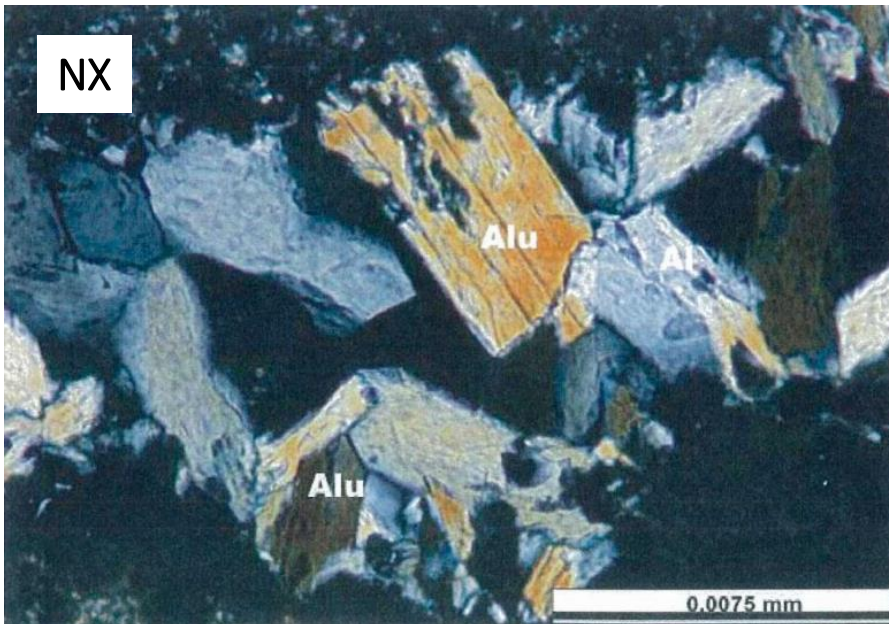
[Alunita-más-información](#)

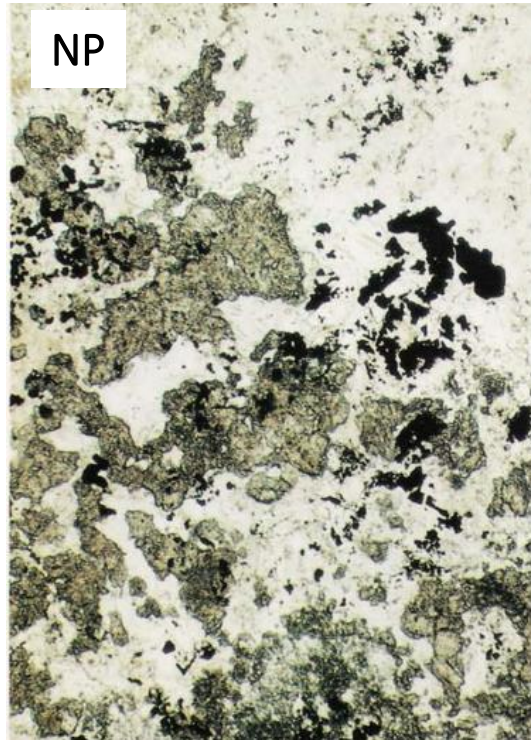
Alunita

Alt. Arg. Avanzada

- Color: Incoloro.
- Relieve: Moderado
- Hábito: Dagas tabulares o agregados granulares de grano fino o grueso
- C.I: 1er orden, puede alcanzar azul de 2do orden.
- Extinción: Paralela.
- Otros: Exfoliación perfecta en una dirección.

NX

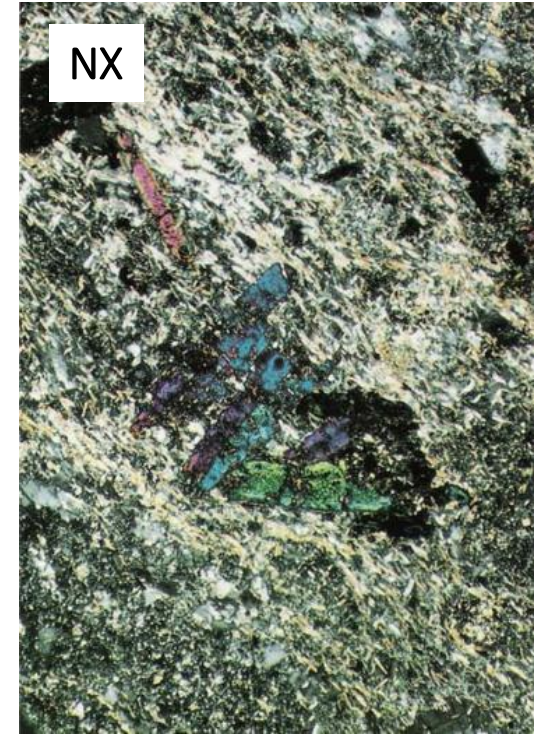




Lado mayor de la imagen = 2.5 mm
(TS-PPL) Diásporo en una matrix con
pirofilita-pirita.



Lado mayor de la imagen = 2.5 mm
(TS-PPL) Diásporo prismático en una
zona rica en pirofilita.



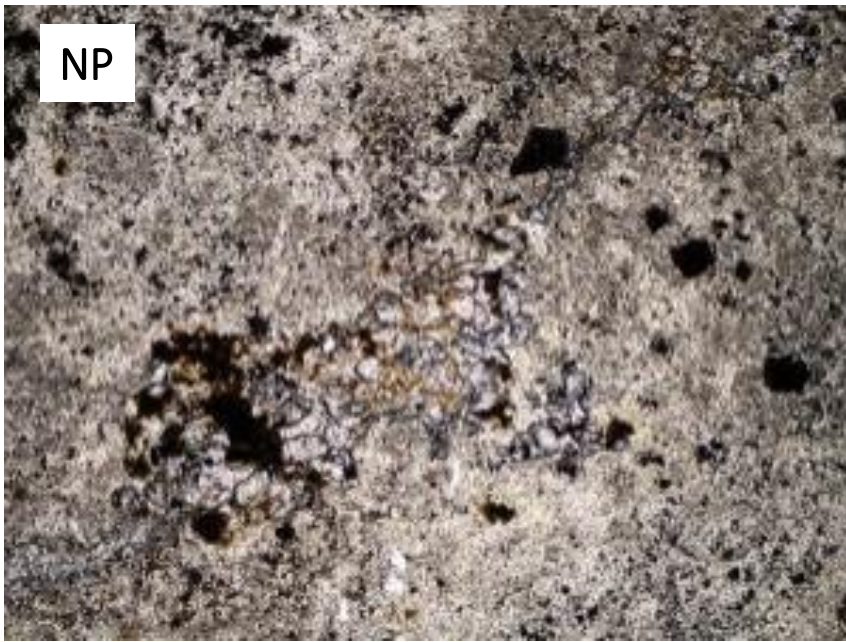
Lado mayor de la imagen = 0,8mm
(TS-XPL) Diásporo + zona rica pirofilita
+ qz-pirofilita

Diásporo

Alteración Arg. Avanzada

*Imágenes extraídas de "Atlas of Alteration: A field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals"

NP



Diásporo-microscopio



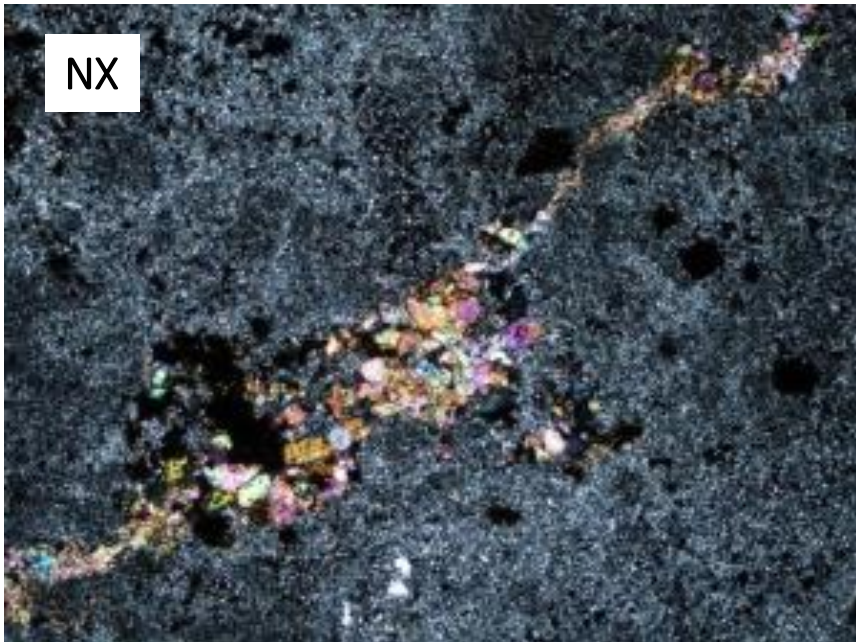
[Diásporo-más-información](#)

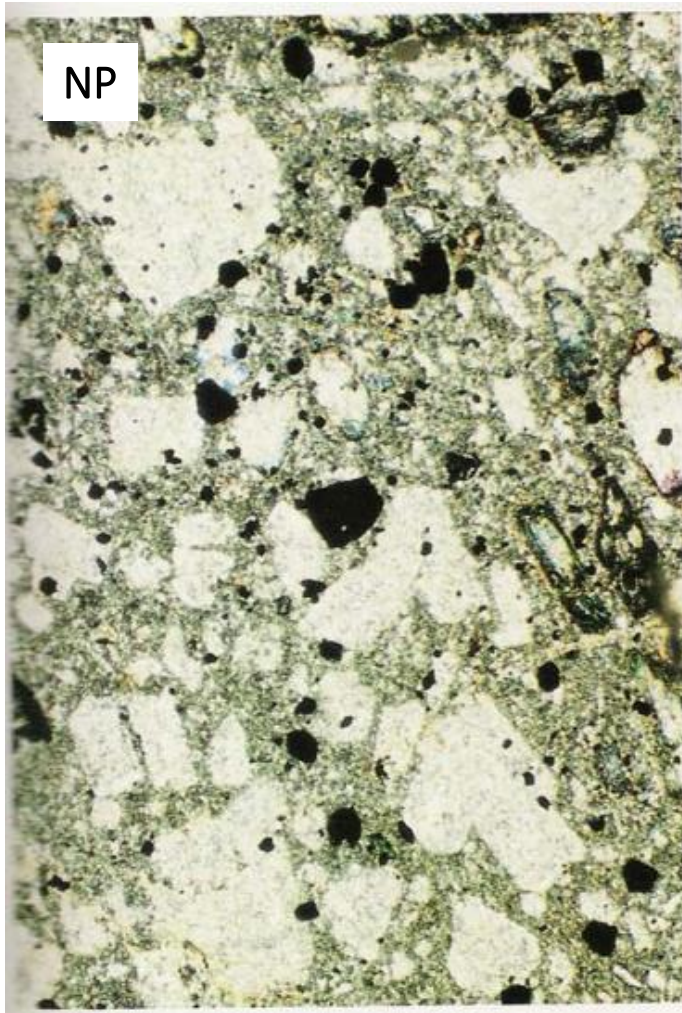
Diásporo

Alt. Arg. Avanzada

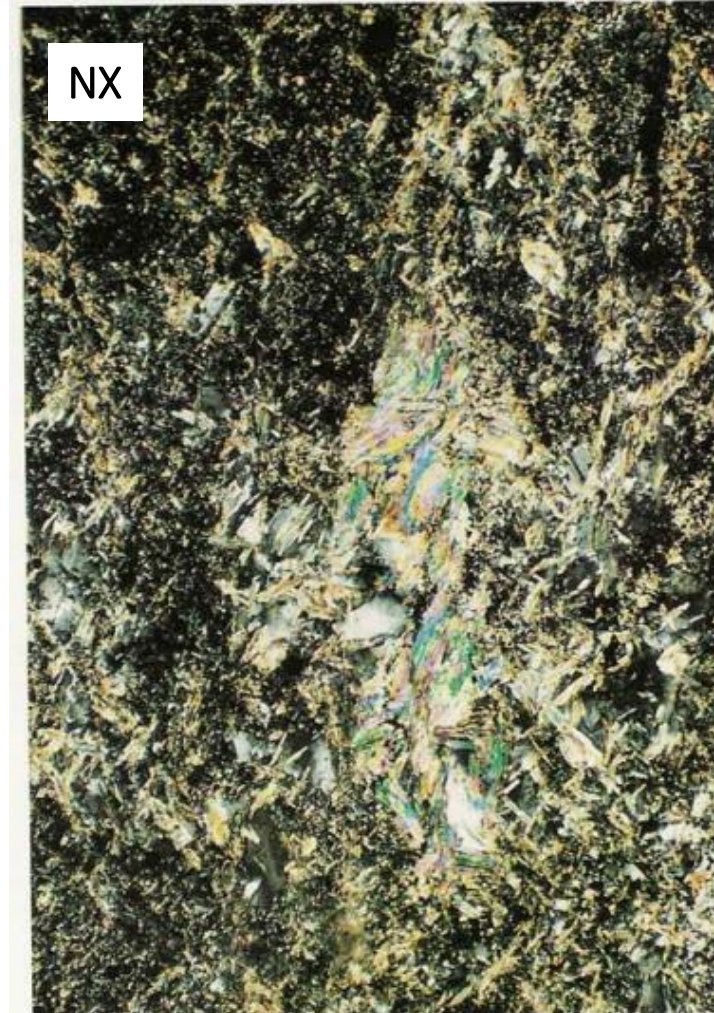
- Color: Incoloro.
- Relieve: Alto
- Hábito: Agregados granulares de grano fino.
- Pleocroísmo: Muy débil a ausente.
- C.I: Hasta 3er orden.
- Otros: En paragénesis con pirofilita

NX





Lado mayor de la imagen = 2.5 mm
(TS-PPL) Pirofilita reemplazando selectivamente a fenocristales de feldespato en matriz rica en cuarzo. También hay diásporo



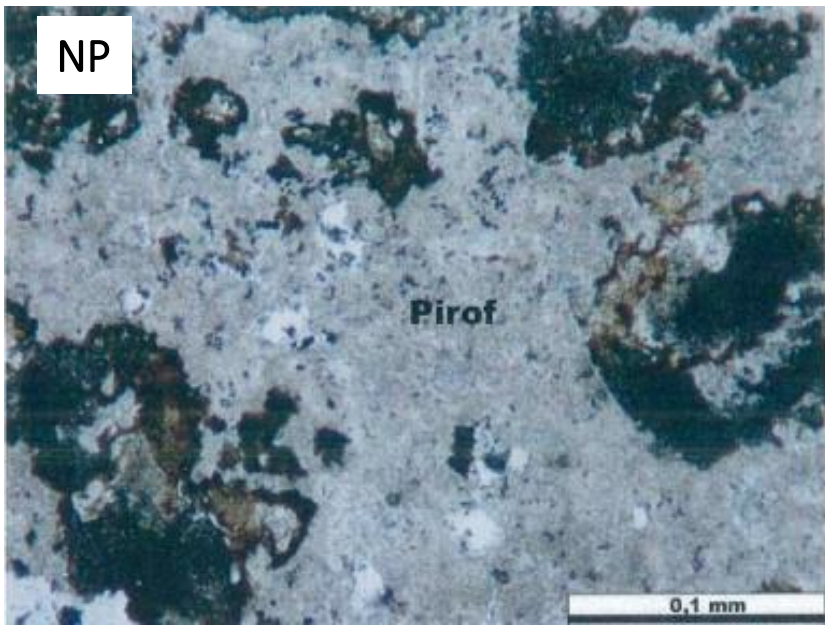
Lado mayor de la imagen = 1.25 mm
(TS-XPL) Pirofilita en matriz, agregados finos y gruesos. Intercrecida con cuarzo.

Pirofilita

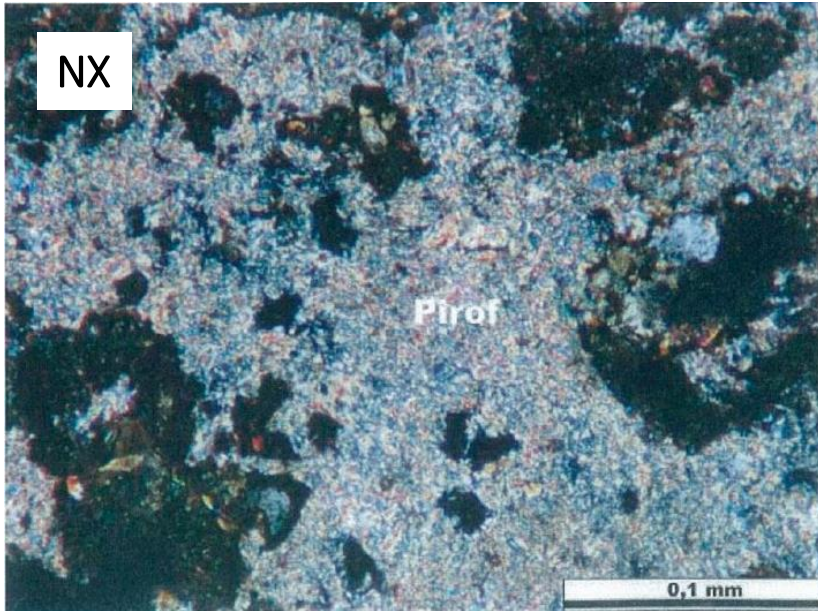
Alteración Arg. Avanzada

*Imágenes extraídas de "Atlas of Alteration: A field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals"

NP



NX



[Pirofilita-microscopio](#)



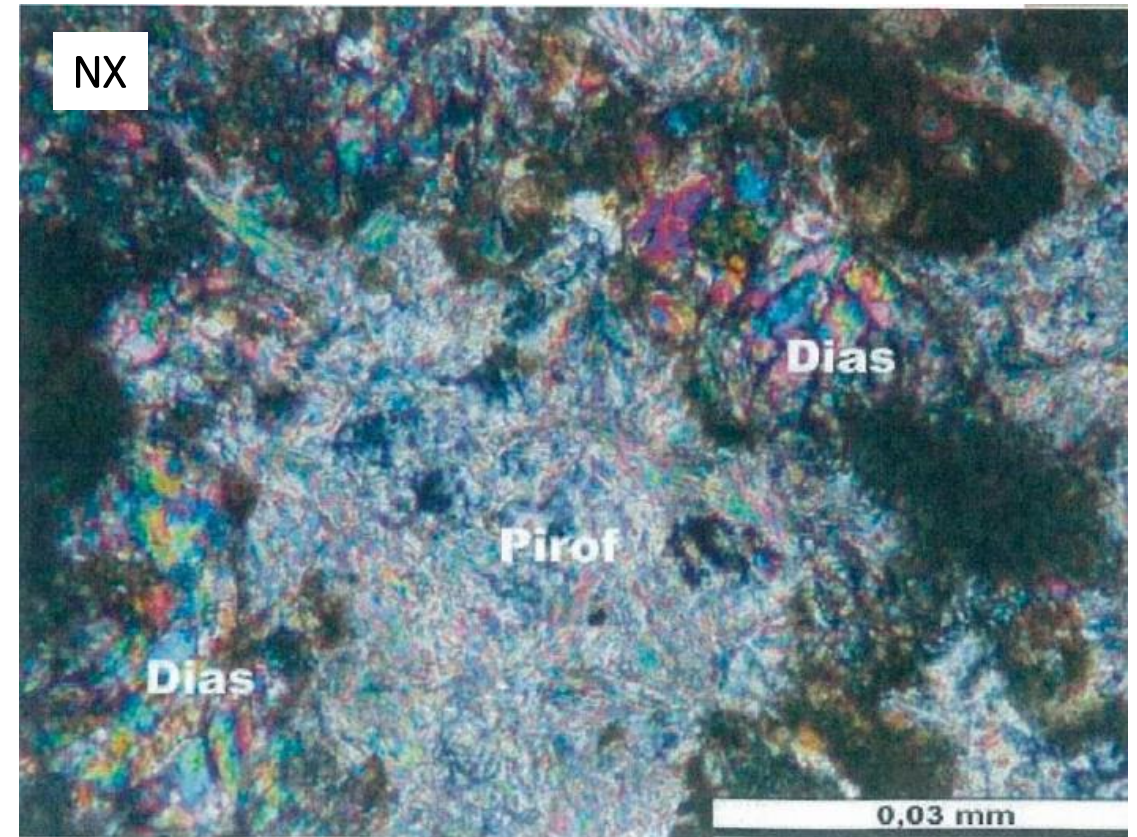
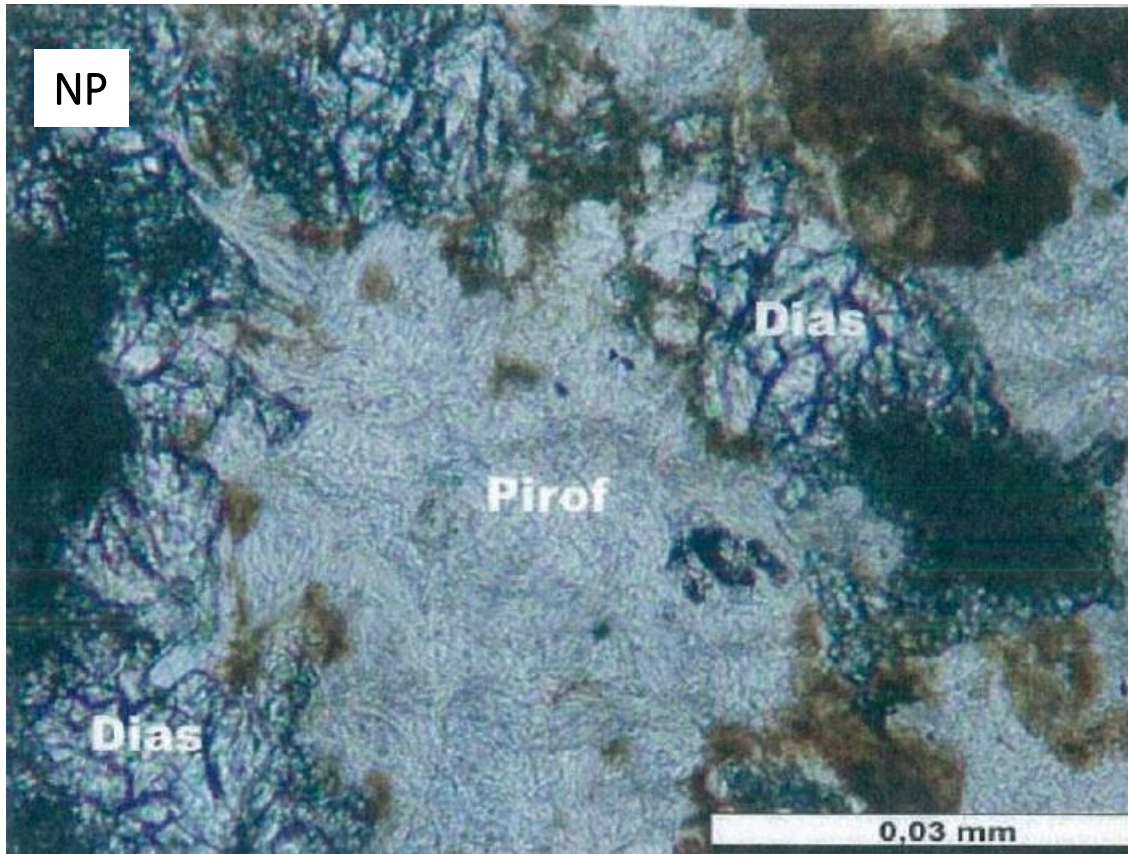
[Pirofilita-más-información-pág.163-164](#)

Pirofilita

Alt. Arg. Avanzada

- Similar a la sericita, se puede diferenciar si se encuentra en paragénesis con diásporo.
- Se forma a mayor temperatura que la caolinita y menor que la andalucita (200 – 350°C)
- Reemplaza selectivamente a los feldespatos.

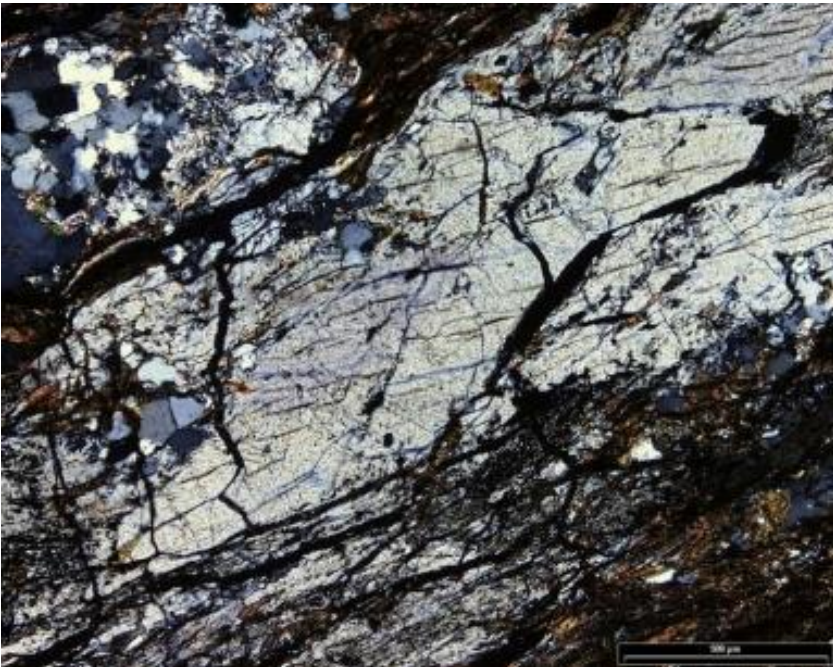




Pirofilita + Diásporo

Alt. Arg. Avanzada

*Imágenes extraídas de "Atlas of Alteration: A field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals"



[Andalucita-microscopio](#)

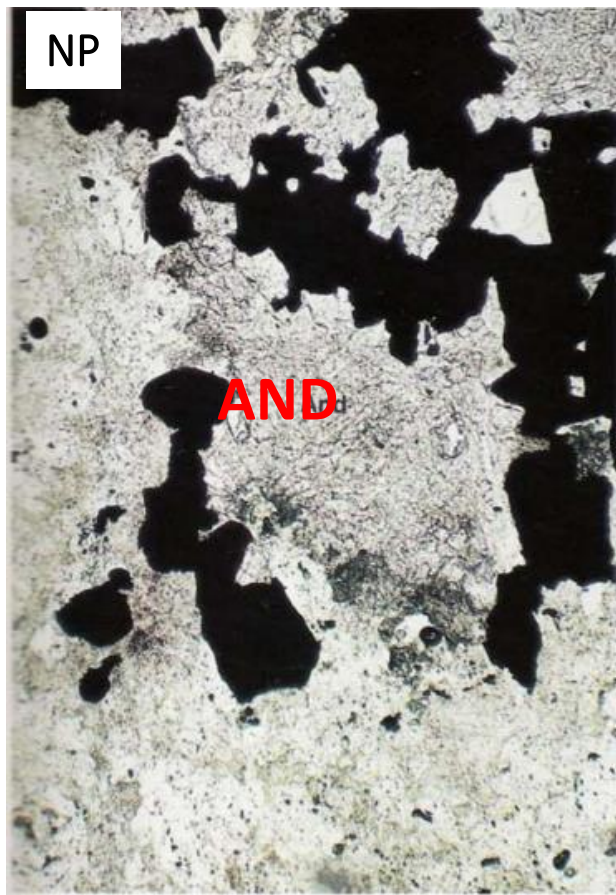


[Andalucita-más-información](#)

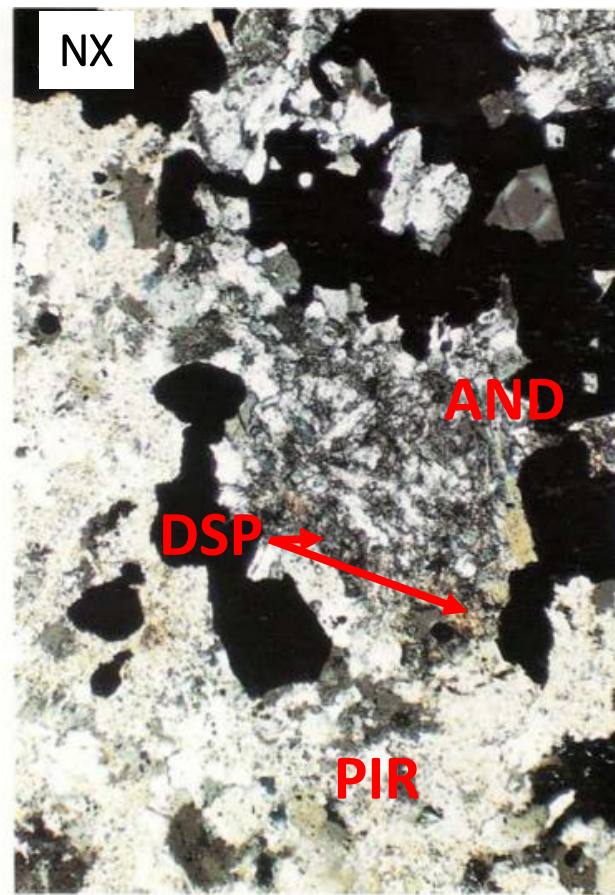
Andalucita

Alt. Arg. Avanzada

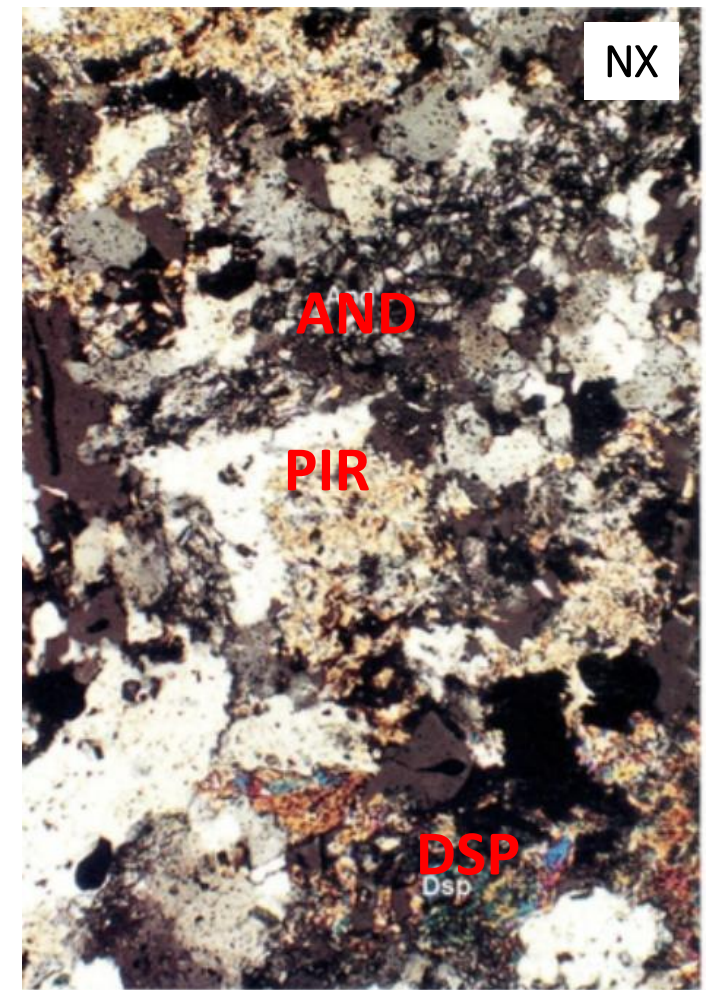
- Color: Incoloro.
- Relieve: Alto
- Hábito: Prismático, granular.
- Extinción: Recta
- C.I: 1er orden.
- Elongación: Largo rápido.
- Otros:
- Se forma a altas T.
- Suele estar asociado con diásporo y pirofilita.
- Típicamente agregados granulares reemplazando feldespatos o diseminado en la masa.



Lado mayor de la imagen = 1.25 mm
(TS-PPL) Andalusita (en el centro) como un agregado.



Lado mayor de la imagen = 1.25 mm
(TS-XPL) Andalusita con agregados finos de pirofilita (birrefringencia moderada), diásporo (birrefringencia alta) + qz + py



Lado mayor de la imagen = 1.25 mm
(TS-XPL) Agregados de andalusita + pirofilita + diásporo en matriz de cuarzo + py

Andalusita + Diásporo + Pirofilita = Alt. Arg. Avanzada de alta T

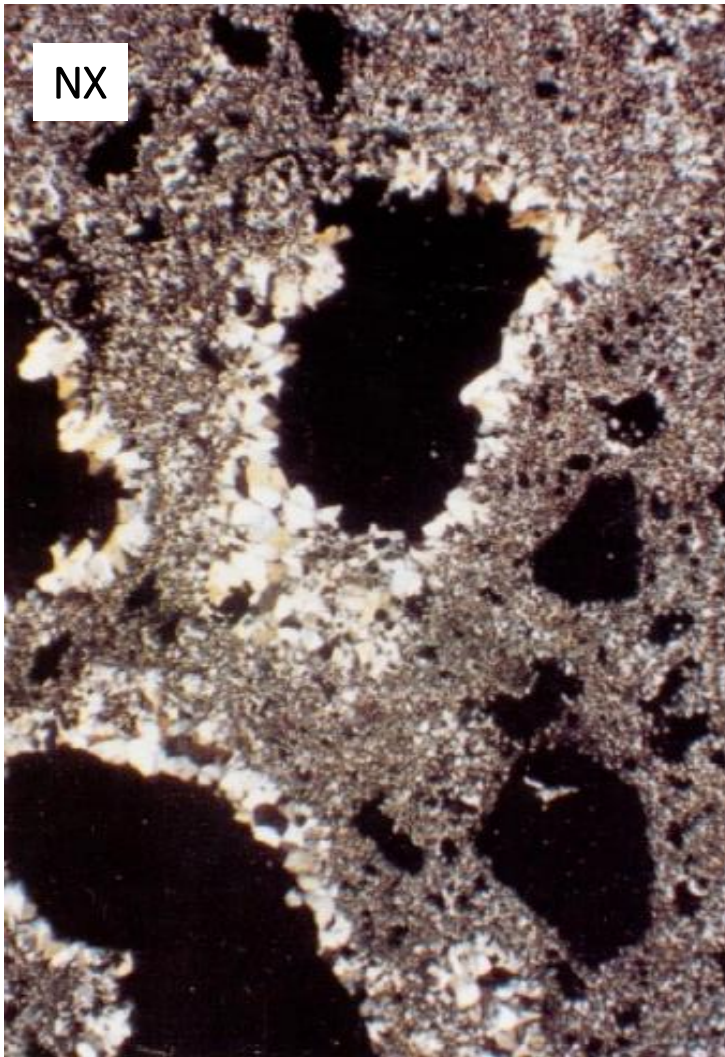
*Imágenes extraídas de "Atlas of Alteration: A field and petrographic guide to hydrothermal alteration minerals"



Cuarzo (Vuggy)

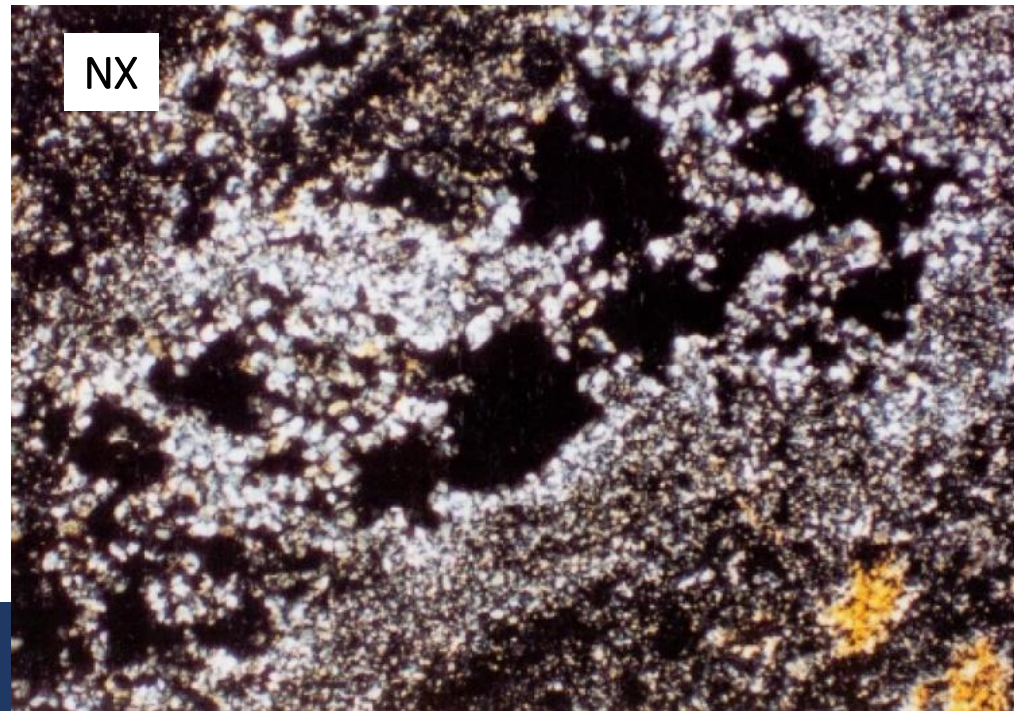
Alt. Arg. Avanzada

- Alteración argílica muy intensa → Lixiviación total por drenaje ácido.
- Presenta boxwork de pirita y sulfuros de Cu.



Lado mayor de la imagen = 4.2 mm

(TS-XPL) Cuarzo vuggy con cavidades con cuarzo subhedral (delineado)



Lado mayor de la imagen = 4.2 mm

(TS-XPL) Qz vuggy con “fantasmas” de fenocristales de feldespatos. Los feld han sido reemplazados por qz o alunita o han sido lixiviados, dejando cavidades



Geología

FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

Otoño 2021

Metalogénesis: Alteración Árgílica Moderada y Avanzada

Cuerpo Docente:

Rodrigo Espinoza Reyes

José Moreno Toledo

