

Le Rocce Metamorfiche al Microscopio

Contenuti:

- ◆ Introduzione sul processo metamorfico e i suoi fattori
- ◆ Le tessiture metamorfiche e loro significato
- ◆ Esempi di rocce metamorfiche al microscopio

Introduzione: Il Processo Metamorfico

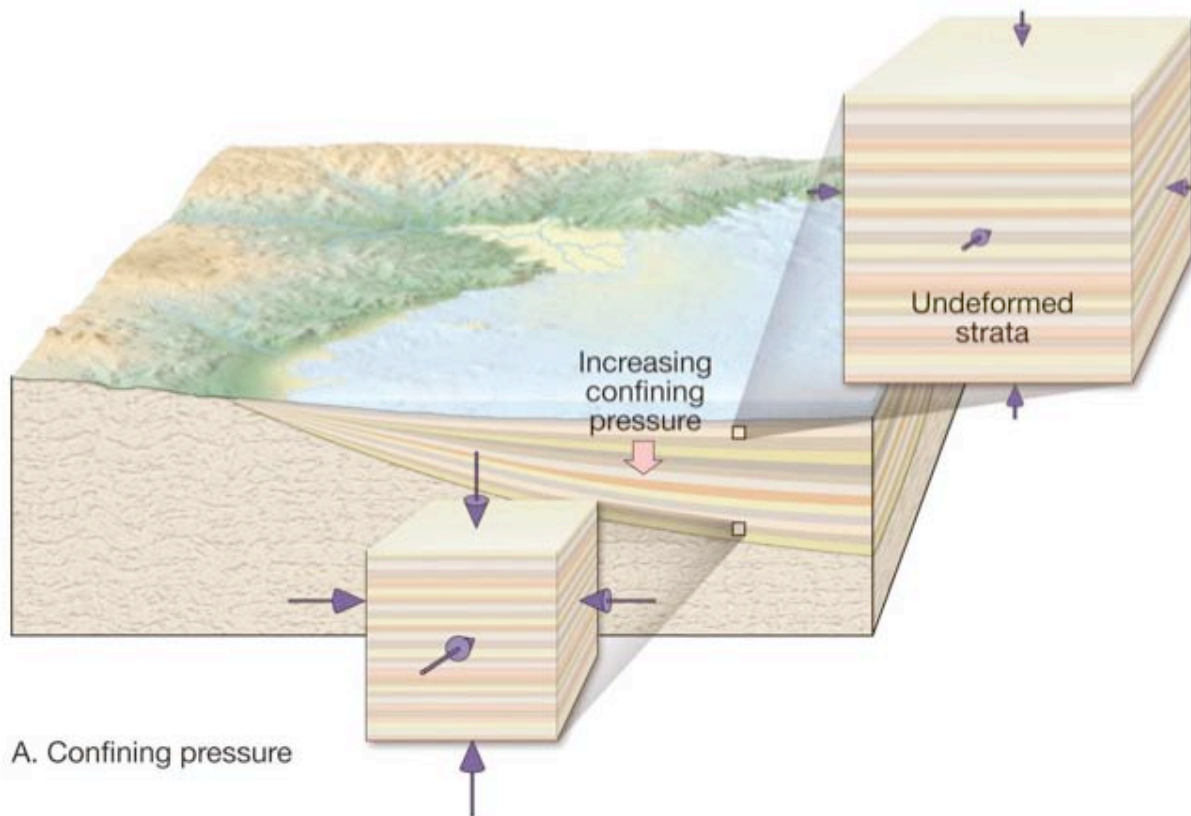
- è la trasformazione allo stato solido di rocce pre-esistenti per effetto di temperatura (T) e pressione (P). Quando i minerali vengono a trovarsi in condizioni di P e T nelle quali non sono più stabili, si trasformano in nuovi minerali generando così nuove rocce.
- Le rocce metamorfiche sono prodotte per trasformazione di rocce sedimentarie e ignee, o per successivo metamorfismo di rocce metamorfiche

Introduzione: I fattori del Metamorfismo

- I fattori che determinano la formazione delle rocce metamorfiche sono quindi:
 - La temperatura (T) - aumenta con la profondità
 - La pressione (P) - aumenta con la profondità
 - La composizione della roccia di partenza denominata **PROTOLITO**

Introduzione: La Pressione Litostatica

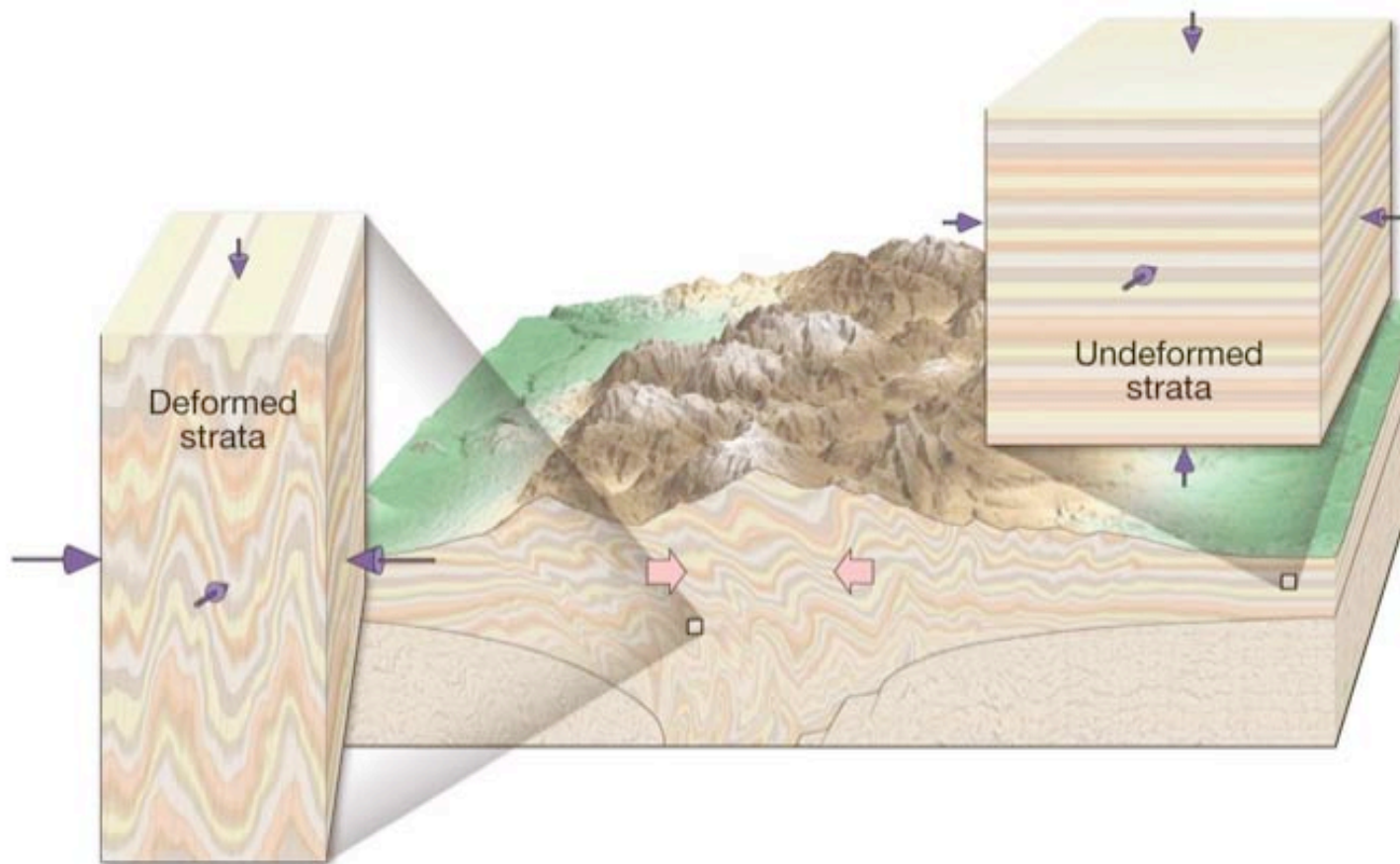
Pressione dovuta al seppellimento, di tipo **litostatico**, cioè uguale in tutte le direzioni (come la pressione idrostatica). Non deforma gli strati, non condiziona la crescita di nuovi minerali secondo direzioni preferenziali.



La pressione litostatica aumenta con la profondità ma si mantiene sempre uguale in tutte le direzioni.

Introduzione: La Pressione Orientata

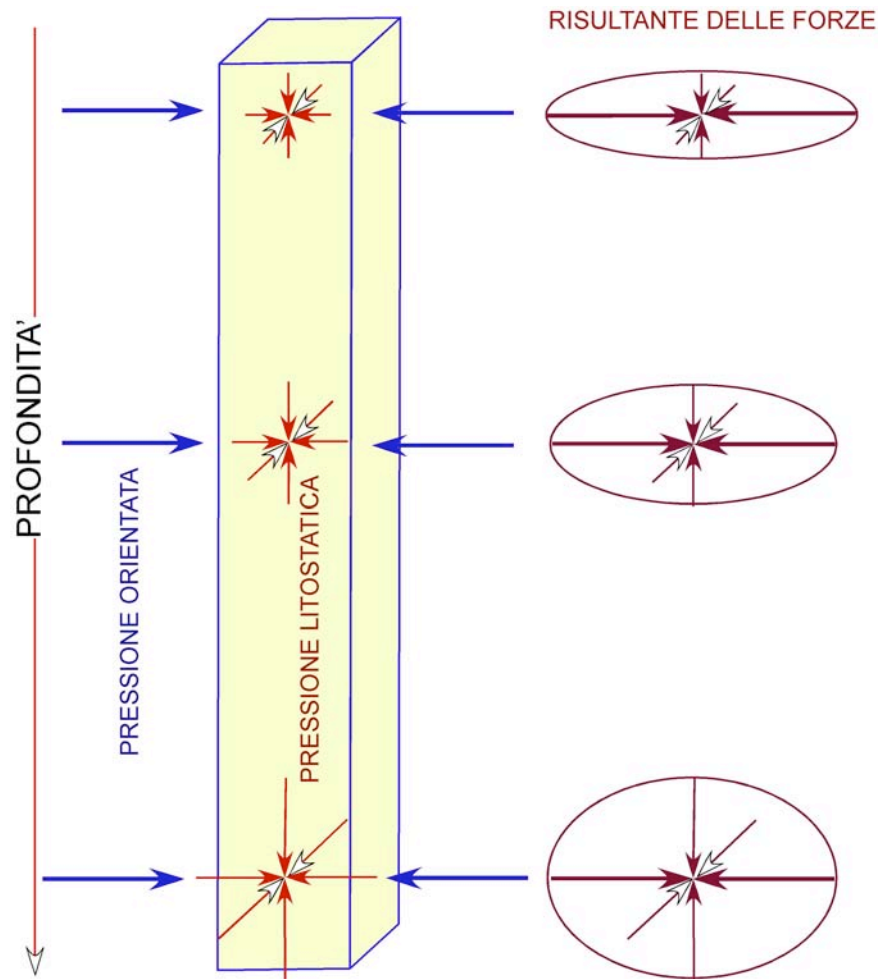
Pressione dovuta ai movimenti tettonici, di tipo **orientata**, cioè non uguale in tutte le direzioni. Deforma gli strati, condiziona la crescita di nuovi minerali secondo direzioni preferenziali.



B. Differential stress

Introduzione: La Pressione Orientata

L'intensità della pressione orientata generalmente non dipende dalla profondità, ovvero, la spinta tettonica è grossomodo uguale a tutte le profondità



Alle diverse profondità, la pressione a cui è sottoposta la roccia è la risultante della somma della pressione orientata e di quella litostatica e può essere rappresentata da un ellissoide delle forze. A basse profondità, la pressione totale è fortemente condizionata dalla pressione orientata in quanto quella litostatica è molto inferiore a essa. A grandi profondità, la pressione orientata risulta meno influente in quanto quella litostatica è di intensità paragonabile o, addirittura, superiore.

Ne risulta che, gli effetti della pressione orientata sulla tessitura della roccia saranno sempre meno influenti andando dalle basse alle grandi profondità

Introduzione: La Temperatura

La temperatura aumenta con la profondità secondo il gradiente geotermico. Il gradiente geotermico medio varia da 20 a 30°C / km, ma si possono avere gradienti di 5-10°C/km, gradienti di 40-50°C/km e anche di circa 100°C/km in diverse zone del pianeta, a seconda delle diverse condizioni geodinamiche. Al contrario, la pressione aumenta con la profondità in maniera relativamente uniforme nelle diverse zone (circa 3.5 kbar/10km).

Di conseguenza, a seconda del diverso tipo di gradiente, si potranno raggiungere temperature molto diverse fra di loro a parità di pressione (profondità). Questo determina i diversi tipi di metamorfismo.

Tipi di metamorfismo e facies metamorfiche

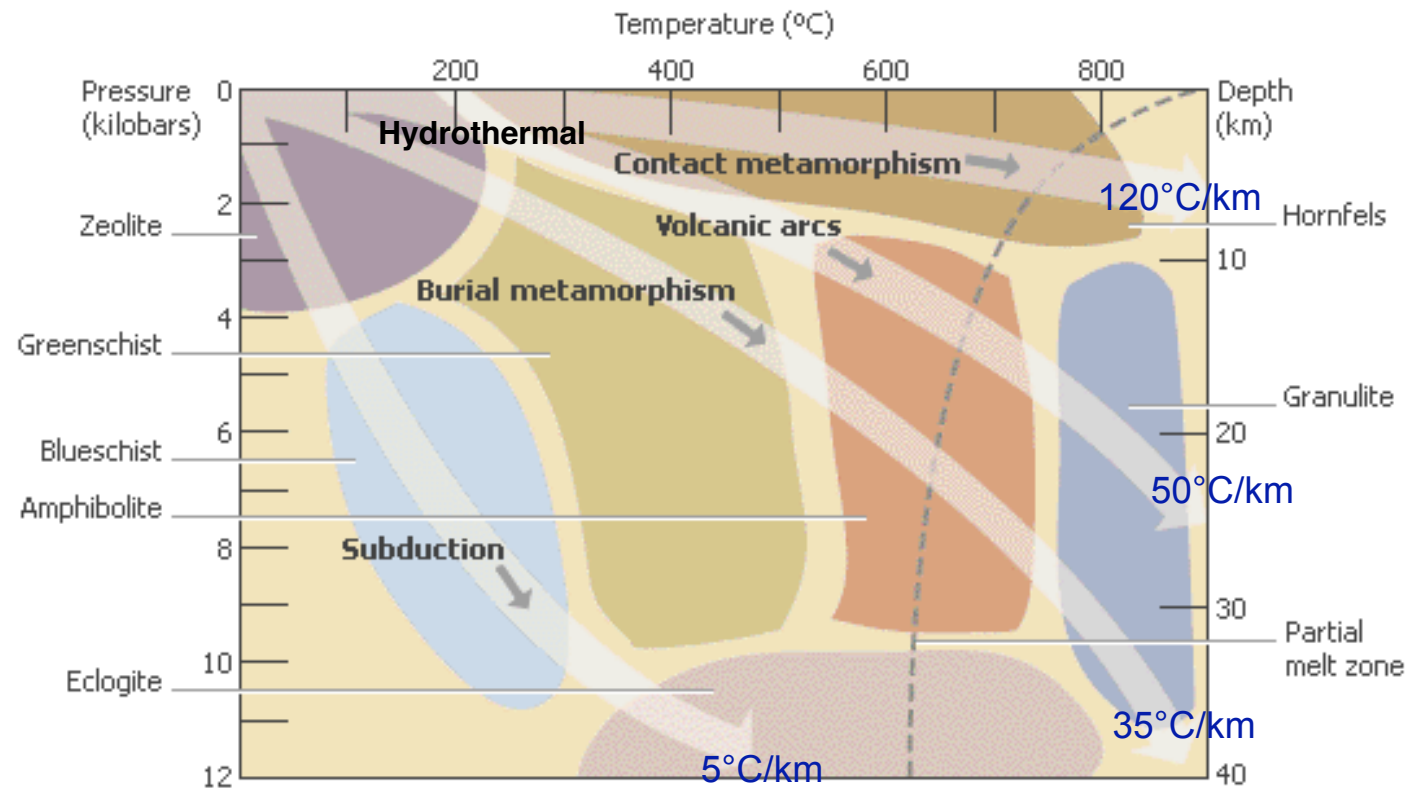
Essendo T e P i fattori del metamorfismo, si usa un diagramma in cui figurano entrambe. In questo diagramma i gradienti geotermici sono rappresentati con delle frecce.

Sul diagramma sono rappresentati i diversi tipi di metamorfismo che corrispondono a diversi gradienti:

- Metamorfismo di fondo oceanico (idrotermale)
- Metamorfismo di contatto
- Metamorfismo regionale (arco vulcanico, seppellimento) legato a eventi orogenetici
- Metamorfismo di alta pressione e bassa temperatura (subduzione)

Nel diagramma sono rappresentate anche le principali facies metamorfiche (zeoliti, scisti verdi, anfiboliti, ecc.)

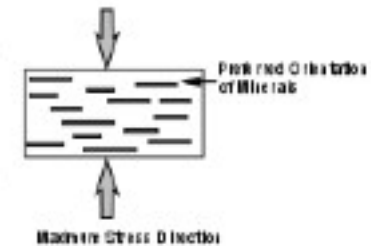
Nota: le facies granulitica ed eclogitica si riferiscono a condizioni di pressione anidra ($PH_2O \ll P$), mentre le altre facies sono riferite a condizioni di pressione idrata ($PH_2O = P$)



Le Tessiture delle Rocce Metamorfiche

Ruolo della Pressione sulla tessitura

La pressione gioca un ruolo importante nel condizionare la tessitura di una roccia metamorfica. Se i minerali allungati (es., anfiboli) o appiattiti (es., fillosilicati) si formano sotto un campo di pressione **orientata** si disporranno durante la crescita in modo da opporre la massima resistenza alla direzione principale della pressione. Cioè tenderanno a disporsi con gli assi allungati o appiattiti perpendicolarmente alla pressione massima.



Se, al contrario, si formano sotto un campo di pressione **litostatica**, tenderanno a crescere con gli assi allungati o appiattiti in tutte le direzioni dello spazio.

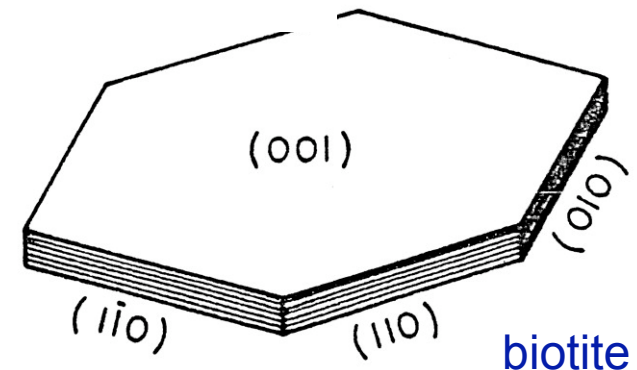
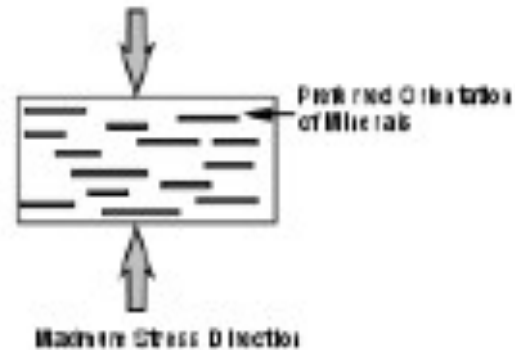
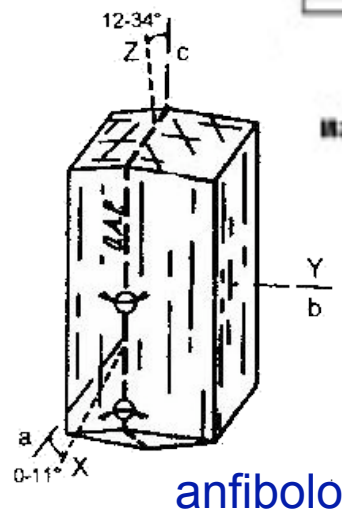


Nel primo caso, la roccia avrà una tessitura anisotropa caratterizzata da minerali disposti lungo direzioni preferenziali. Mentre, nel secondo caso, la roccia avrà una tessitura isotropa senza direzioni preferenziali nello spazio.

Ruolo dei Minerali sulla tessitura

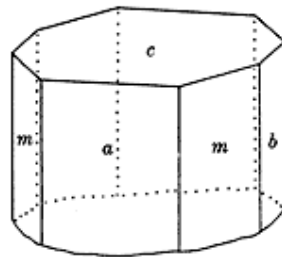
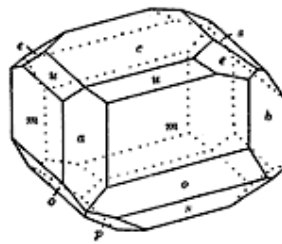
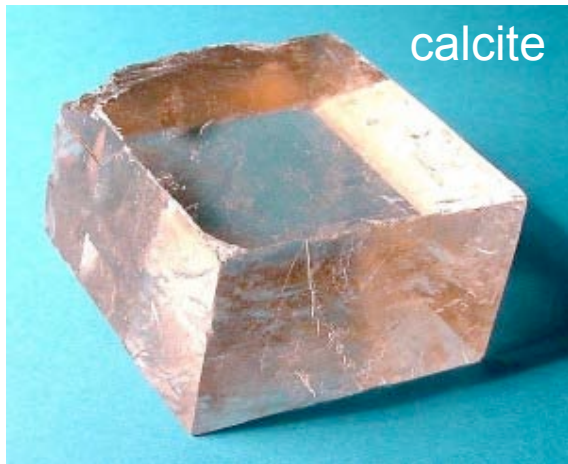
L'habitus dei diversi minerali che si formano durante il metamorfismo condiziona la tessitura di una roccia metamorfica. Se i minerali sono allungati (es., anfiboli, sillimanite) o appiattiti (es., fillosilicati) e si formano sotto un campo di pressione **orientata** si disporranno (durante la crescita) in modo da opporre la massima resistenza alla direzione principale della pressione. Cioè tenderanno a disporsi con gli assi allungati o appiattiti perpendicolarmente alla pressione massima. Di conseguenza, la roccia avrà una tessitura anisotropa caratterizzata da minerali disposti lungo direzioni preferenziali.

Questo tipo di minerali sono definiti come **minerali scistogeni**

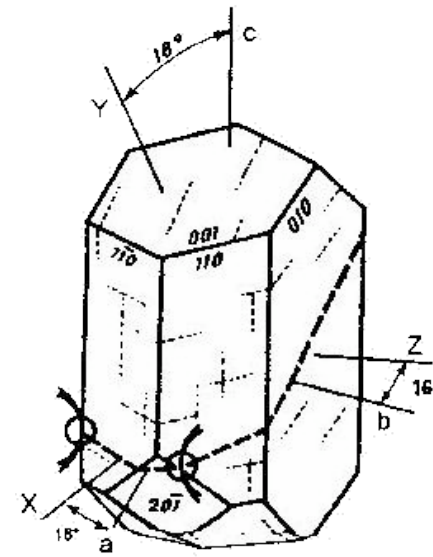


Ruolo dei Minerali sulla tessitura

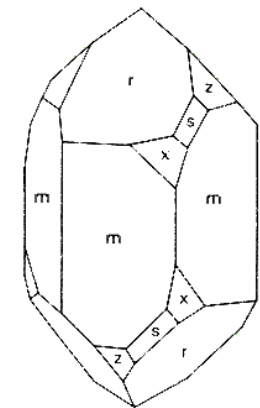
Se, al contrario, i minerali hanno un habitus quasi isodiametrico (es., quarzo, calcite, pirosseni) anche in presenza di forti pressioni orientate non si disporranno secondo direzioni preferenziali e pertanto la roccia (o porzioni della roccia) non avranno tessiture anisotrope.



pirosseni



microclino



quarzo

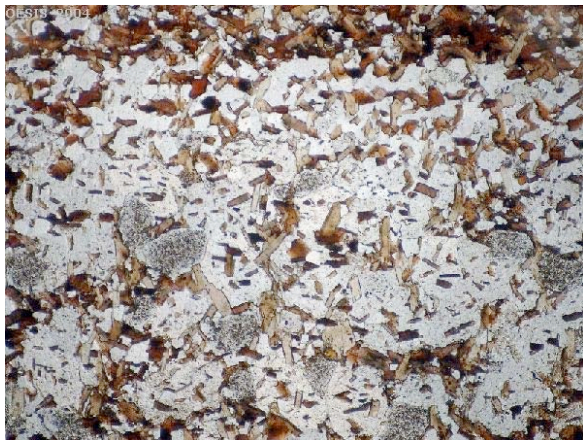
Rocce metamorfiche non scistose

Quindi, se la roccia metamorfica si forma in assenza di pressioni orientate e/o è costituita da minerali con habitus quasi isodiametrico la sua tessitura sarà tendenzialmente isotropa, priva di scistosità.

E' il caso dei metamorfismi di contatto (es., **cornubianiti**) e di fondo oceanico (es., **metabasalti**) dove non si hanno pressioni orientate.

Oppure dei **marmi** e delle **quarziti**, dove i minerali sono praticamente isodiametrici.

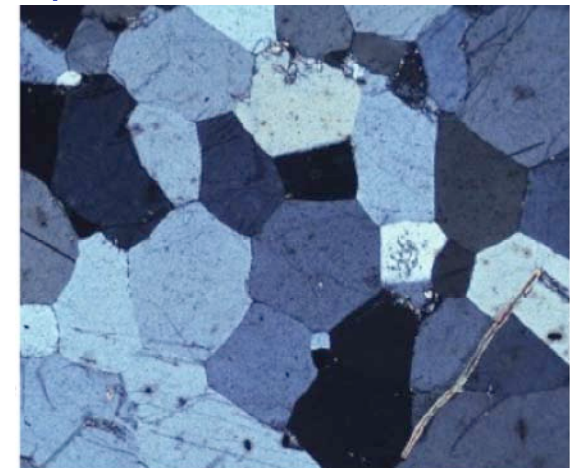
cornubianite.



metabasalto



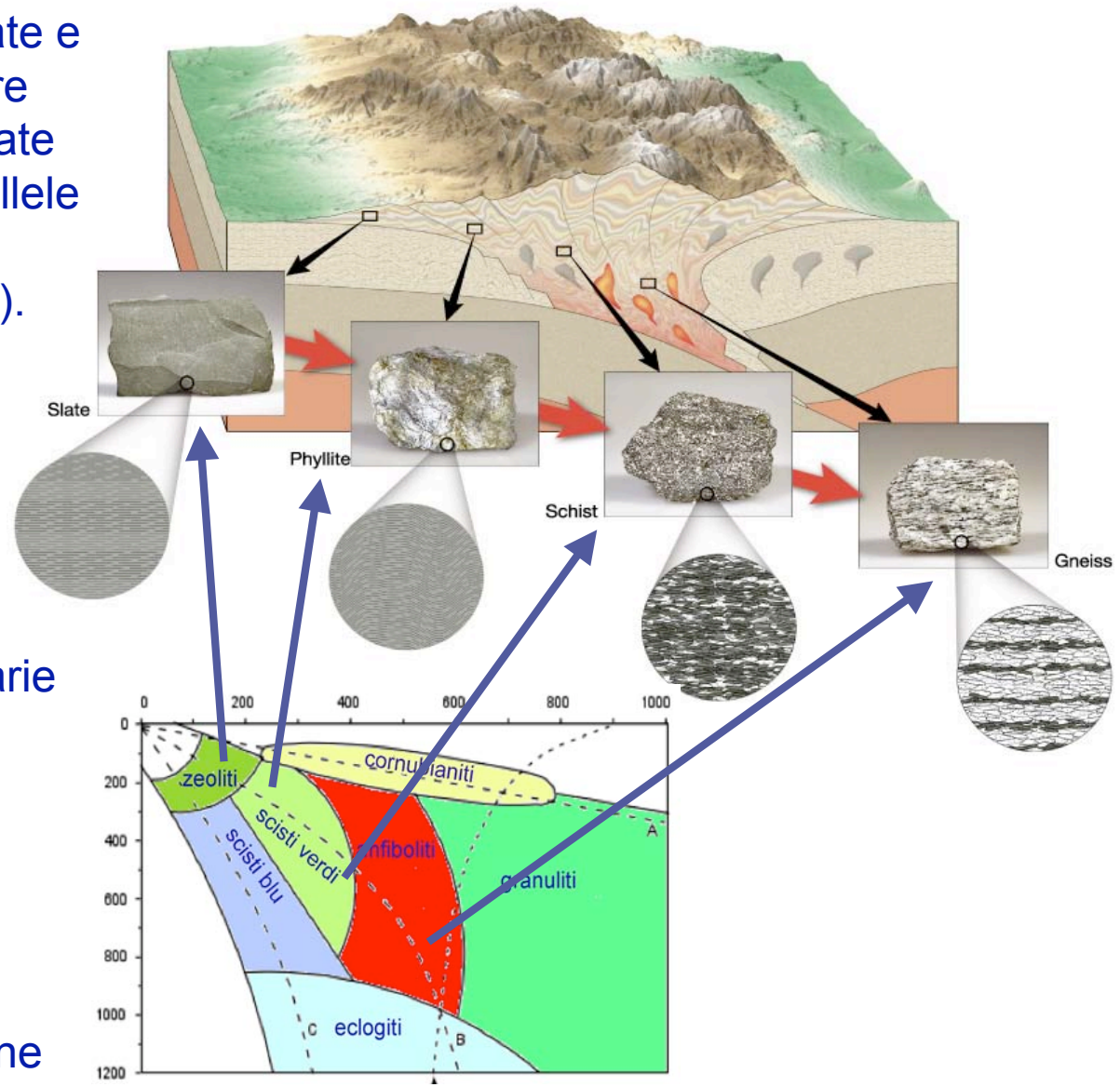
quarzite



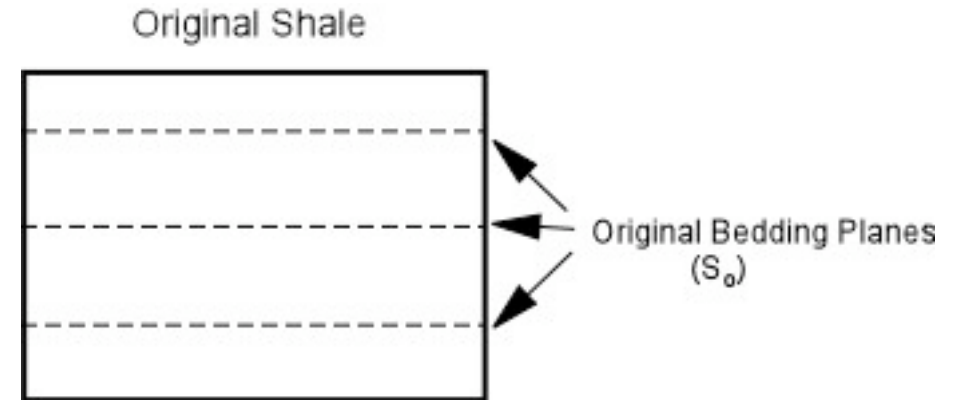
Rocce metamorfiche scistose

In presenza di pressioni orientate e di minerali scistogeni le tessiture delle rocce saranno caratterizzate da anisotropie planari sub-parallele che prendono diversi nomi (foliazione, scistosità, clivaggio). E' il caso della maggior parte delle rocce metamorfiche che si formano per metamorfismo regionale e di alta pressione/bassa temperatura.

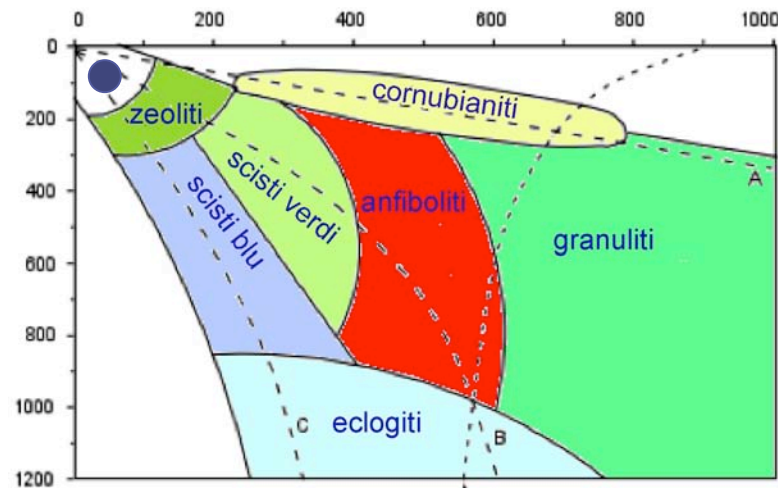
Nella figura sono illustrate le varie rocce che si formano per metamorfismo regionale di un protolite pelitico (shale), per successivo aumento del grado metamorfico. Nelle diapositive successive saranno illustrati i singoli passi della trasformazione tessiturale e composizionale



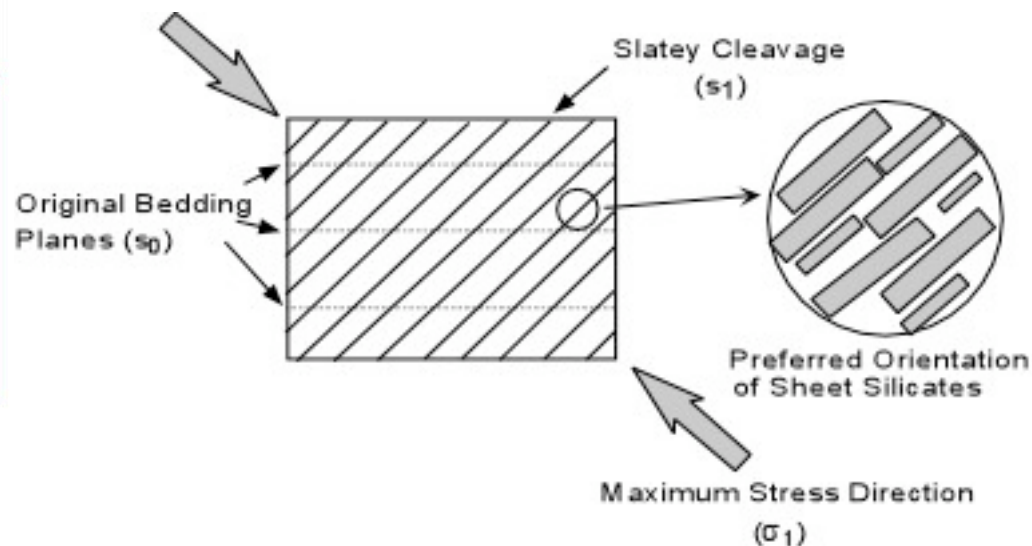
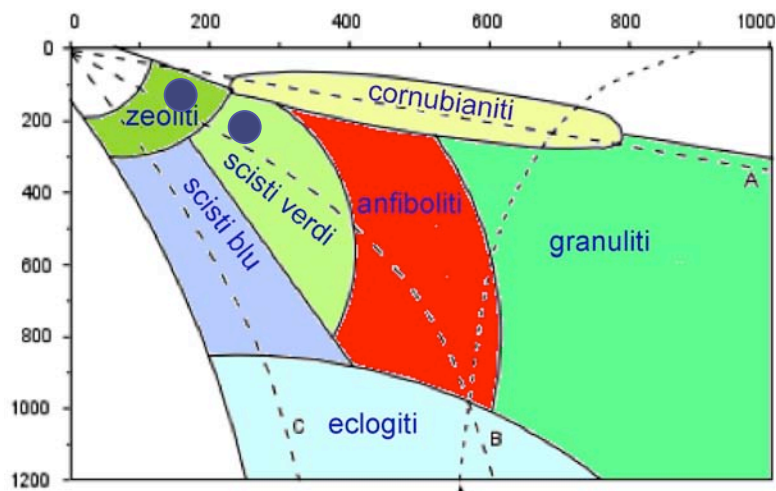
Shale



Le shale (peliti) sono rocce sedimentarie terrigene costituite da materiale delle dimensioni del silt e dell'argilla. Composizionalmente, sono costituite in gran parte da minerali argillosi e, subordinatamente, da quarzo, calcite e feldspati. Hanno una fissilità dovuta all'originaria deposizione dei minerali argillosi con i loro piani $\{001\}$ orientati parallelemani alla stratificazione.

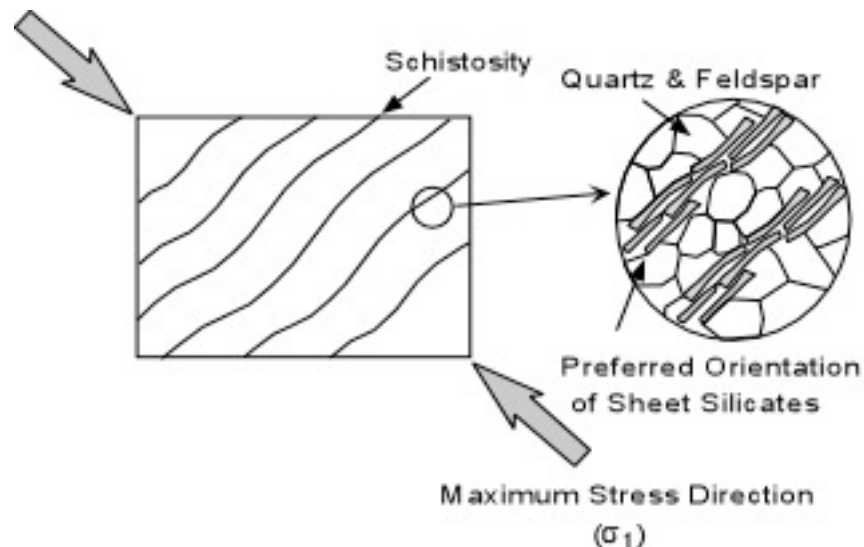
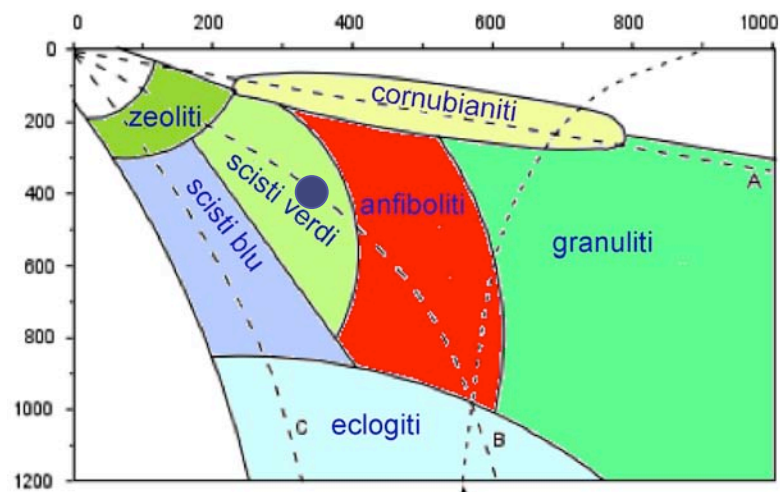


Slate e Filladi



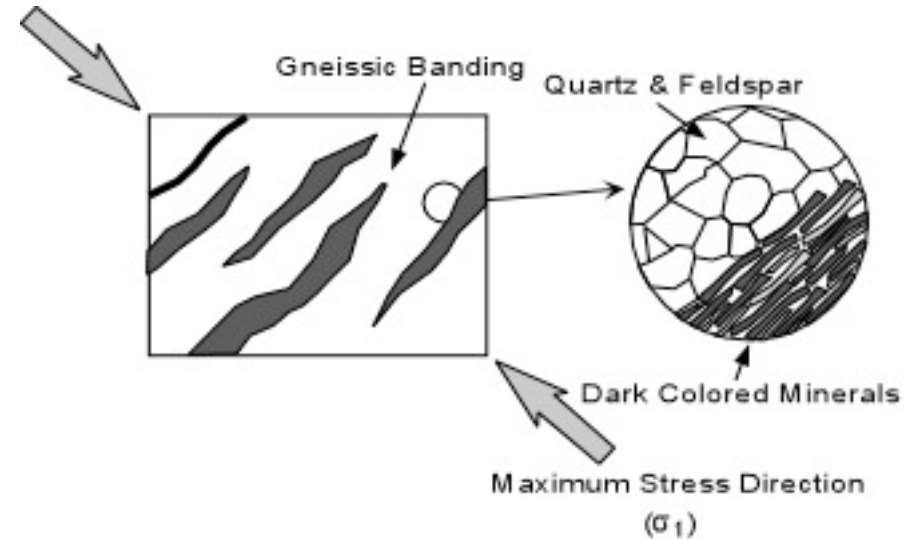
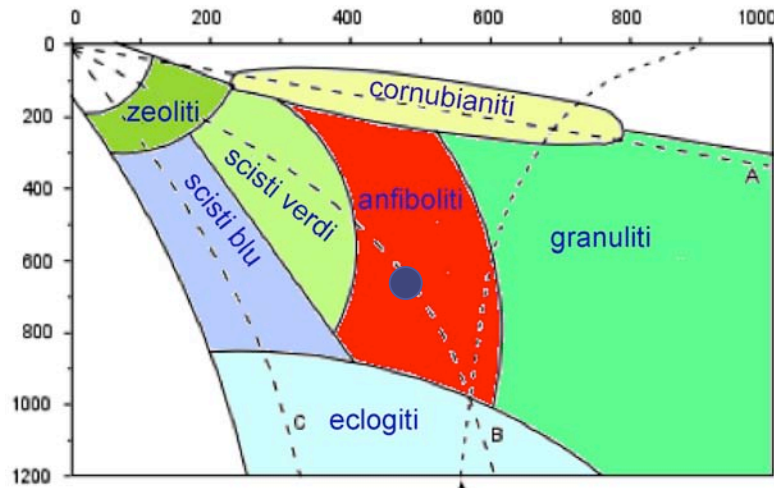
Le slate e le filladi si formano per gradi metamorfici, rispettivamente bassissimi (facies delle zeoliti) e molto bassi (facies degli scisti verdi di basso grado) attraverso la crescita di clorite e minerali argillosi. La crescita di questi fillosilicati avviene con disposizione dei piani $\{001\}$ orientati perpendicolarmente alla direzione di pressione orientata principale. Si genera in questo modo una tessitura detta **foliazione** (s₁ nello schema). Nei bassissimi gradi metamorfici, può restare traccia dell'originaria fissilità sedimentaria (s₀)

Scisto



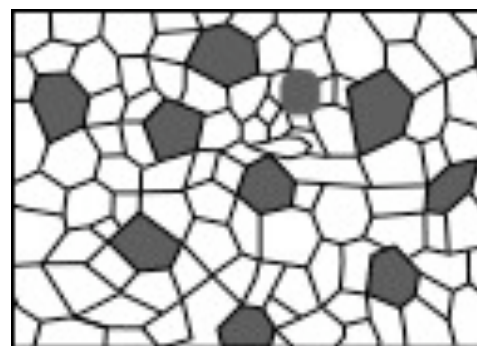
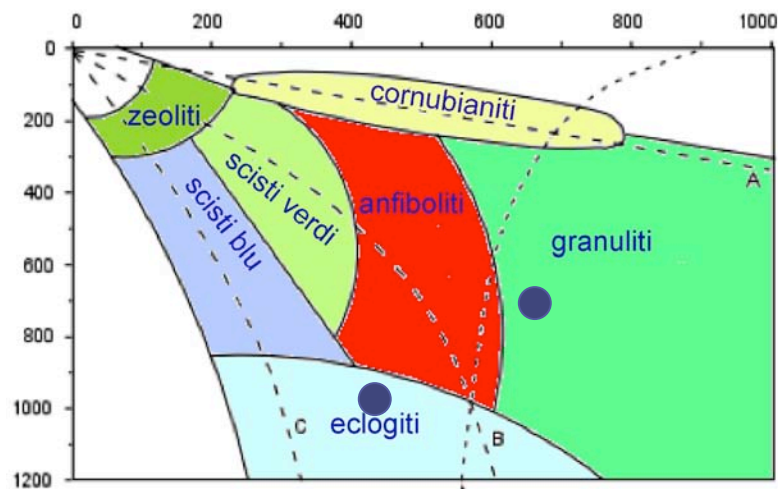
Nel passaggio fra filladi e scisti, i nuovi minerali che si formano (o la crescita di minerali preesistenti), tendono a diventare più grandi. La roccia tende quindi a sviluppare una foliazione quasi-planare dovuta all'orientazione preferenziale di minerali planari (es. muscovite e biotite) o minerali allungati (es. anfibolo tremolitico-actinolitico). Quarzo e feldspati, tuttavia, non mostrano una orientazione preferenziale in quanto non hanno direzioni di allungamento o appiattimento preferenziali. Questa tessitura viene definita come **scistosità**.

Gneiss



Al passaggio fra scisti (facies degli scisti verdi) e gneiss (facies amphibolitica) i minerali fillosilicatici tendono a divenire instabili e si formano orneblenda, plagioclasio calcico, microclino, sillimanite, cianite. I minerali femici e quelli sialici tendono a separarsi in bande distinte (differenziazione metamorfica). Siccome i minerali femici (principalmente orneblenda) formano cristalli allungati, si disporranno secondo direzioni preferenziali perpendicolari alla pressione principale. Si genera in questo modo una tessitura detta gneissica. A questo stadio metamorfico, la tessitura scistosa diviene più grossolana (meno marcata) rispetto alle rocce precedenti. Ciò, come osservato in precedenza, è dovuto a due fattori concomitanti: 1) la progressiva riduzione di minerali scistogeni e il progressivo aumento di minerali non scistogeni; 2) la progressiva diminuzione dell'influenza delle pressioni orientate con l'aumento di profondità.

Granuliti ed Eclogiti



Ai gradi metamorfici più elevati (granuliti) e a pressioni estremamente elevate (eclogiti), i minerali idrati (anfiboli e miche) divengono instabili e si passa nelle condizioni metamorfiche anidre ($P_{H_2O} \ll P$). Quindi, non ci sono minerali che possono mostrare una orientazione preferenziale (minerali scistogeni).

I minerali che si formano in queste condizioni metamorfiche tendono a formare contatti fra di loro a circa 120° in modo da opporre la massima resistenza alle forti pressioni. La tessitura che ne risulta è generalmente isotropa e viene detta **pavimentosa** o **granulitica**.

Esempi di rocce metamorfiche al microscopio

ATTENZIONE.

Nelle seguenti diapositive sono illustrati gli esempi più comuni di rocce metamorfiche.

TUTTAVIA, LE DESCRIZIONI DELLE ROCCE ILLUSTRATE NELLE SEGUENTI DIAPOSITIVE SI RIFERISCONO SOLAMENTE ALLE ROCCE MOSTRATE. LE PARAGENESI, TESSITURE E DESCRIZIONI NON POSSONO ESSERE RITENUTE VALIDE PER QUALUNQUE VARIETA' DI CIASCUN TIPO ILLUSTRATO.

Ad esempio, lo scisto blu mostrato in questa presentazione contiene glaucofane, quarzo, albite, muscovite ed epidoto. Ma gli scisti blu possono contenere altri anfiboli sodici al posto del glaucofane (es., riebekite, arfvedsonite), cloritoide, lawsonite, jadeite e granato.

Abbreviazioni

//P: solo polarizzatore

XP: nicols incrociati

Slate

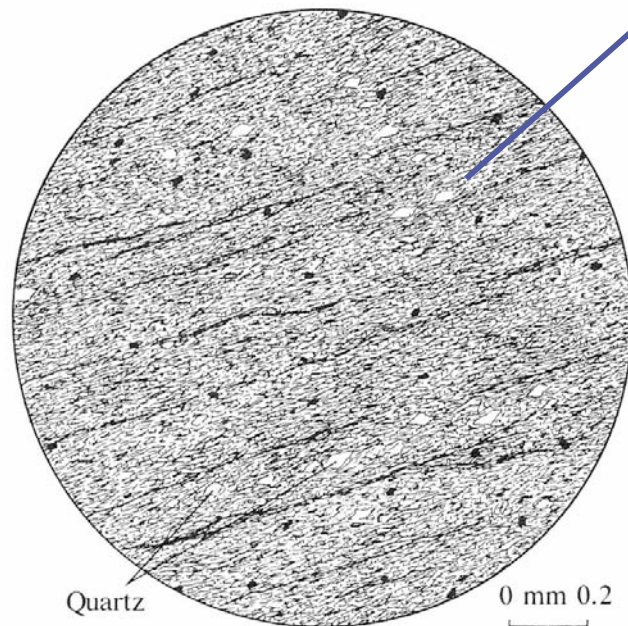
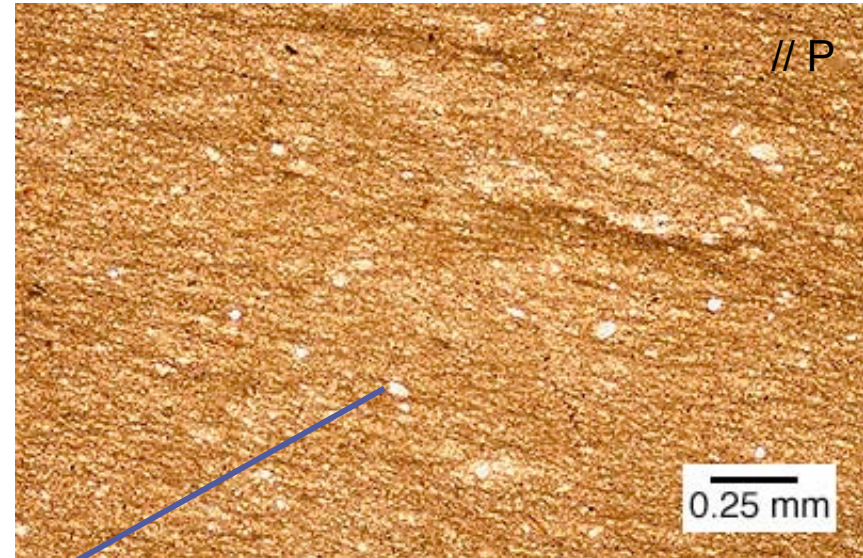
Metamorfismo: regionale

Grado: bassissimo

Facies: delle Zeoliti

Paragenesi: minerali argillosi, clorite, quarzo

Descrizione: roccia grana molto fine con foliazione a scala sub-millimetrica. La dimensione estremamente fine dei cristalli rende difficile il loro riconoscimento al microscopio. Quasi il 100% del volume risulta foliato.



Abbreviazioni
Qz: quarzo

Fillade

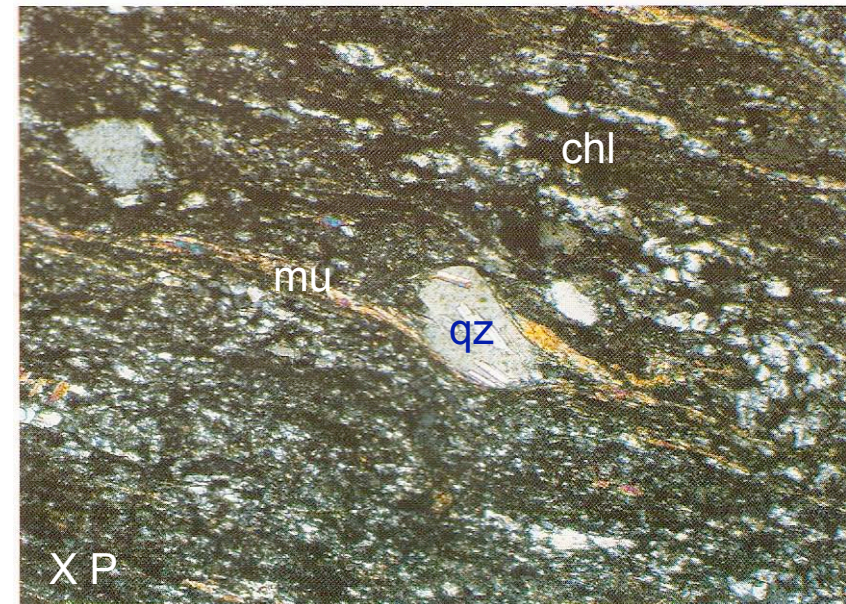
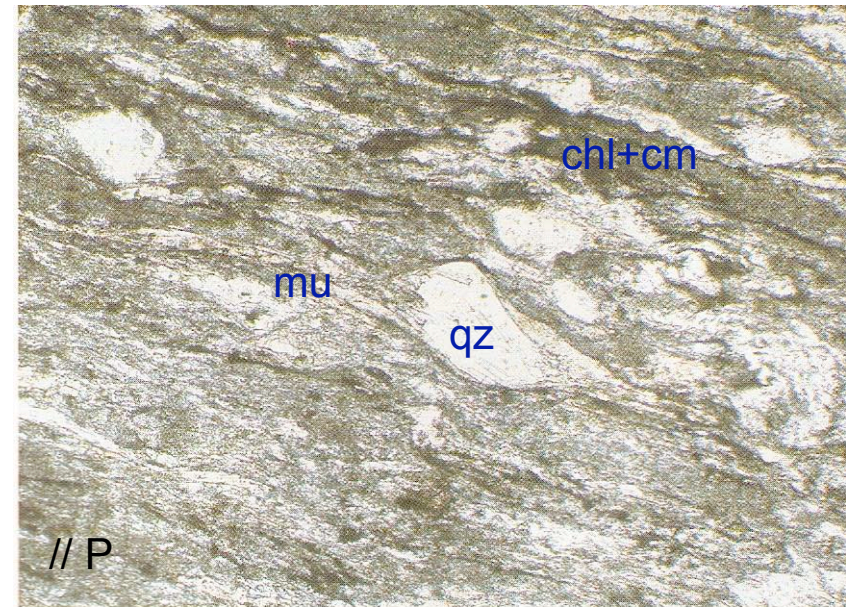
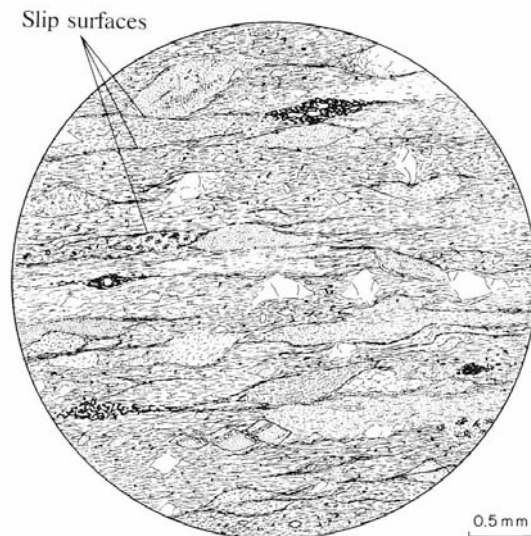
Metamorfismo: regionale

Grado: molto basso

Facies: degli scisti verdi di basso grado

Paragenesi: minerali argillosi, clorite, muscovite, quarzo.

Descrizione: roccia grana molto fine con foliazione a scala sub-millimetrica / millimetrica. La foliazione è molto intensa; tuttavia, rispetto alle slate, diviene più grossolana ed è marcata dai minerali fillosilicatici. Il quarzo e la muscovite possono formare cristalli di dimensioni più grandi. Quasi il 100% del volume risulta foliato.



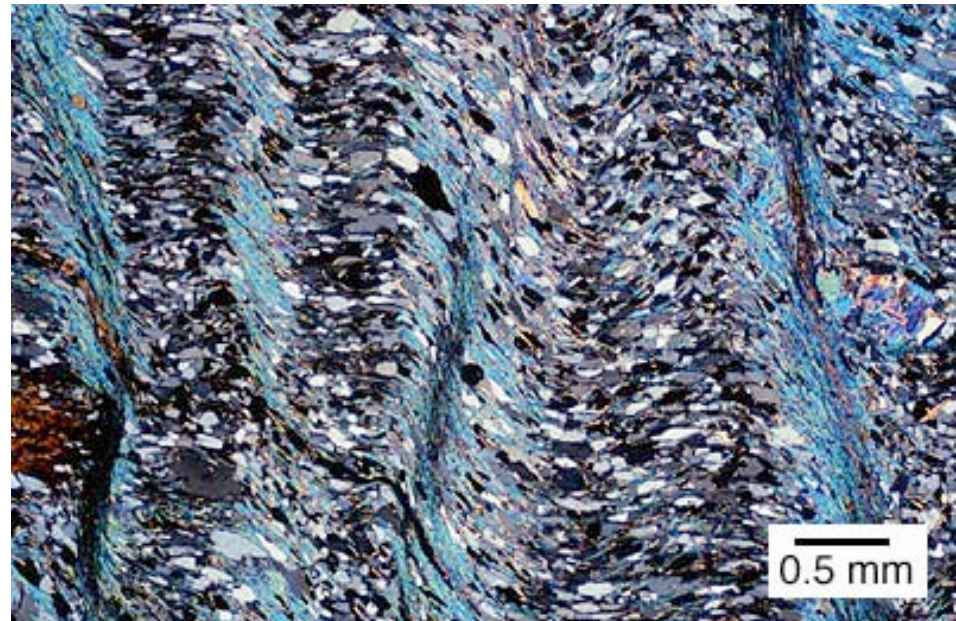
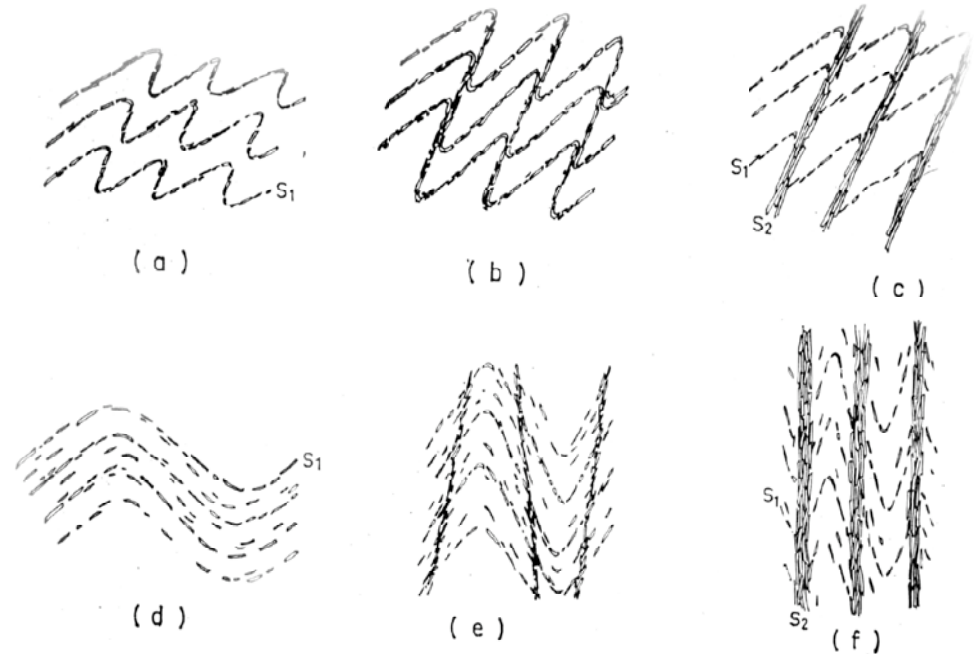
Abbreviazioni

Qz: quarzo; Mu: muscovite; Chl: clorite; Cm: minerali argillosi

Clivaggio di crenulazione

Nelle slate e, in minor misura, nelle filladi si riscontra molto frequentemente un tipo di tessiture detta clivaggio di crenulazione (crenulation clivage). Questa si forma per deformazione della foliazione (schemi a-c e d-f). La deformazione piega la foliazione s_1 (a, d) fino a far sì che i fianchi delle pieghe si allineino lungo nuove direzioni. Ne risulta una nuova foliazione (s_2) generalmente più marcata della s_1 .

La foliazione s_2 si può sviluppare in modo asimmetrico (a-c) o simmetrico (d-f) rispetto alla precedente s_1 . Nella foto è illustrato un esempio di tipologia asimmetrica.



Scisto ad actinolite ed epidoto

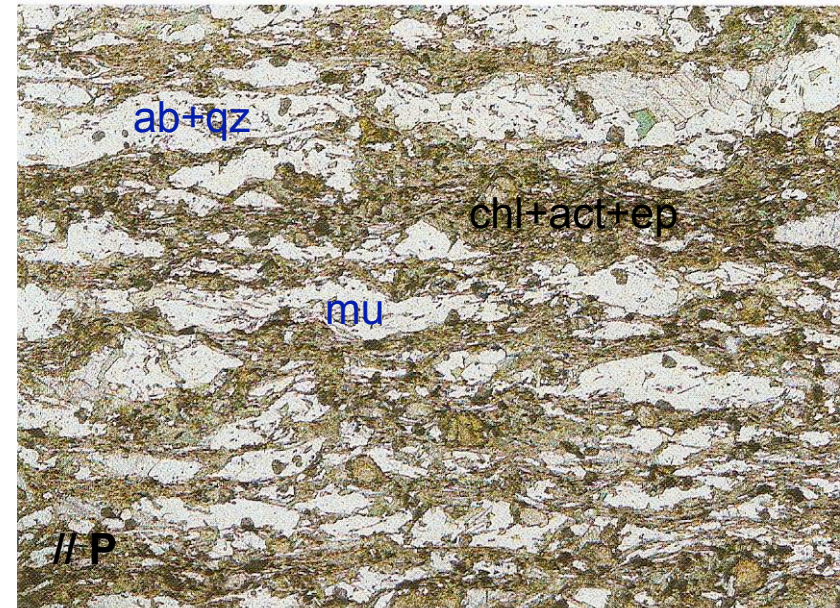
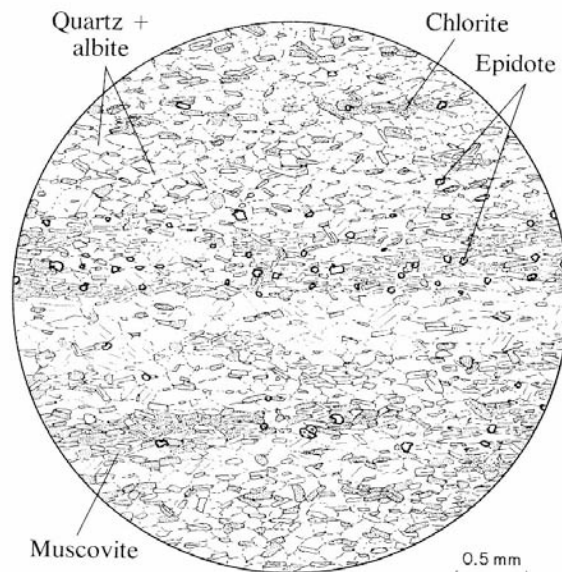
Metamorfismo: regionale

Grado: basso

Facies: degli scisti verdi di medio grado

Paragenesi: albite, quarzo, muscovite, actinolite, clorite, epidoto

Descrizione: roccia fortemente scistosa con scistosità ben marcata da alternanze di bande a clorite, actinolite ed epidoto alternate a porfiroblasti di albite e scarso quarzo. E' presente anche scarsa muscovite. Il protolito era probabilmente un'arenaria vulcanoclastica.



Abbreviazioni

Qz: quarzo; Ab: albite; Mu: muscovite; Chl: clorite; Act: actinolite; Ep: epidoto

Scisto a granato e biotite

Metamorfismo: regionale

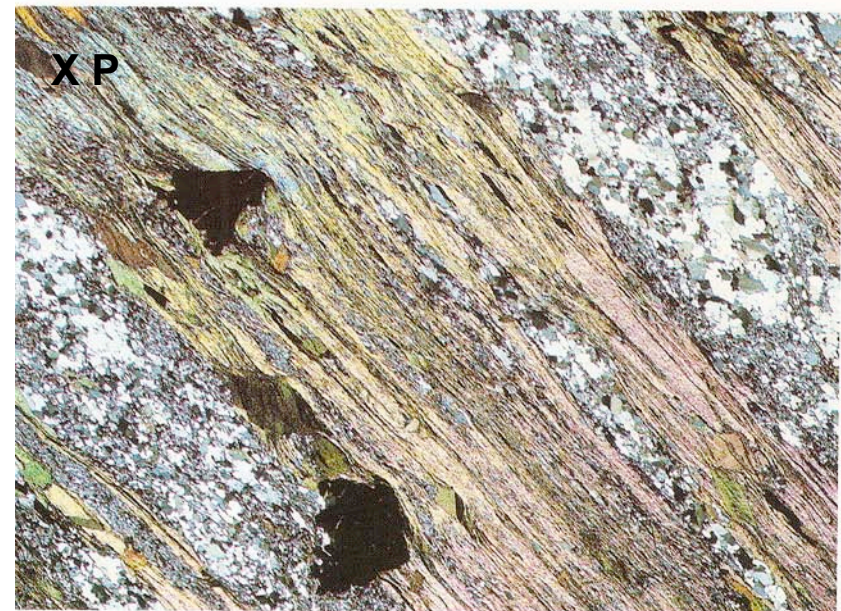
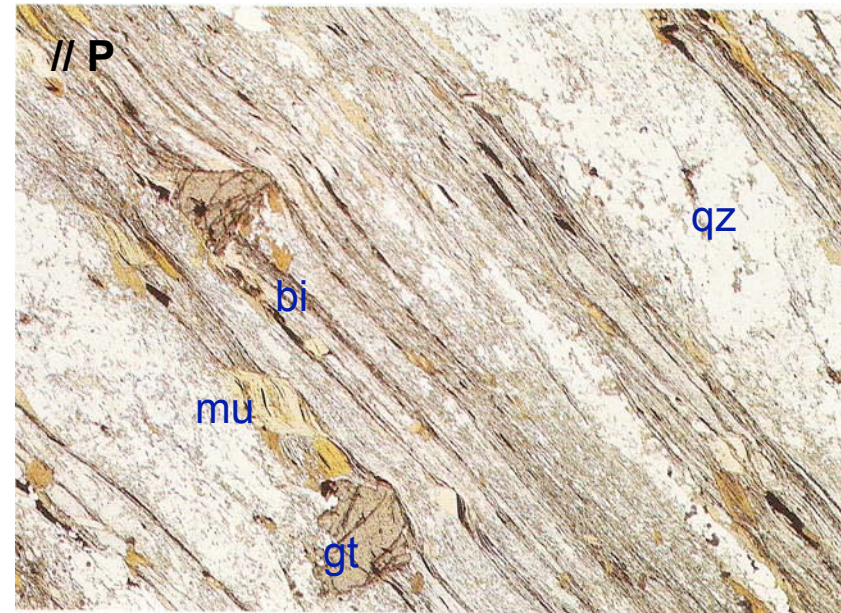
Grado: basso

Facies: degli scisti verdi di medio grado

Paragenesi: quarzo, muscovite, porfiroblasti di granato

Descrizione: la scistosità è data dall'alternanza di bande parallele ricche di quarzo e muscovite, rispettivamente. La foliazione tende ad avvolgere i porfiroblasti di granato testimoniando che la deformazione è avvenuto dopo la loro formazione.

Nota: il granato è riconoscibile per la forma generalmente tozza, una debole colorazione, alto rilievo e totale estinzione a nicols incrociati



Abbreviazioni

Qz: quarzo; Mu: muscovite; Bi: biotite; gt: granato

Scisto a granato e cloritoide

Metamorfismo: regionale

Grado: medio

Facies: degli scisti verdi

Paragenesi: quarzo, albite, muscovite, cloritoide, granato

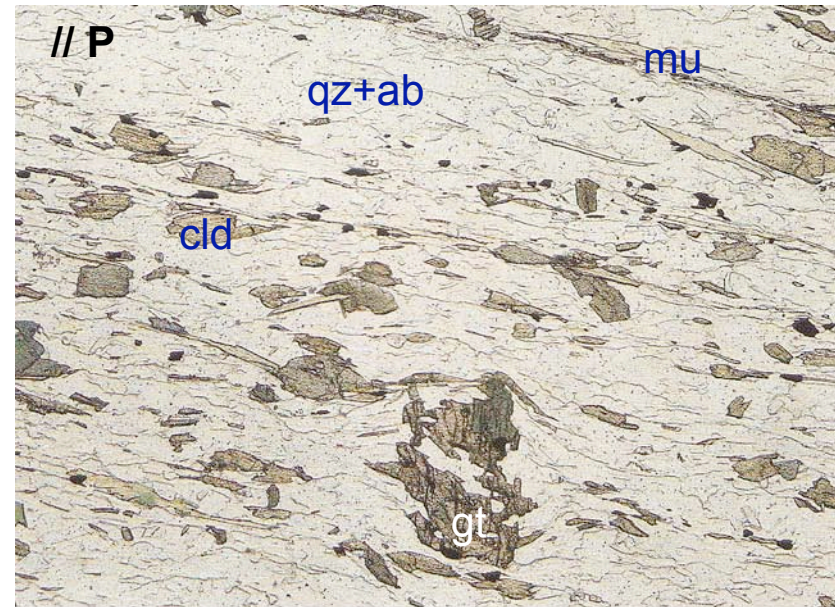
Descrizione: il cloritoide è riconoscibile per il suo colore verde caratteristico. La roccia si presenta con tessitura scistosa marcata da bande di muscovite e cloritoide alternati a bande a quarzo + albite.

La presenza di granato e cloritoide indica un abbondante contenuto in Al_2O_3 del protolito.

Abbreviazioni

Qz: quarzo; Ab: albite; Mu: muscovite; Cld: cloritoide

Gt: granato



Micascisto a granato

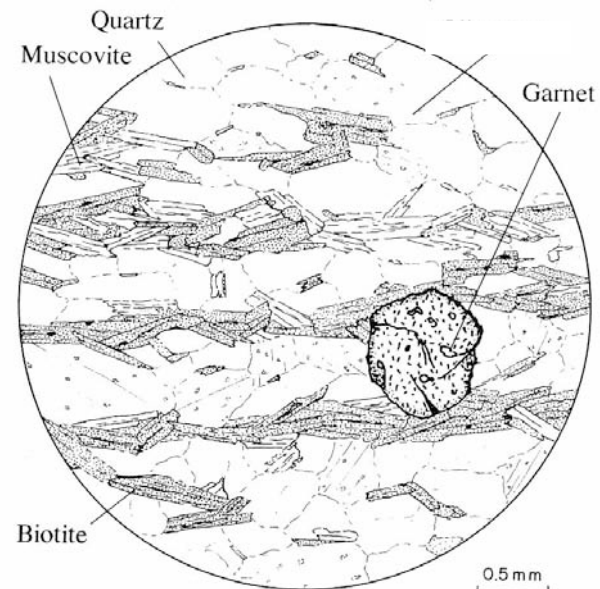
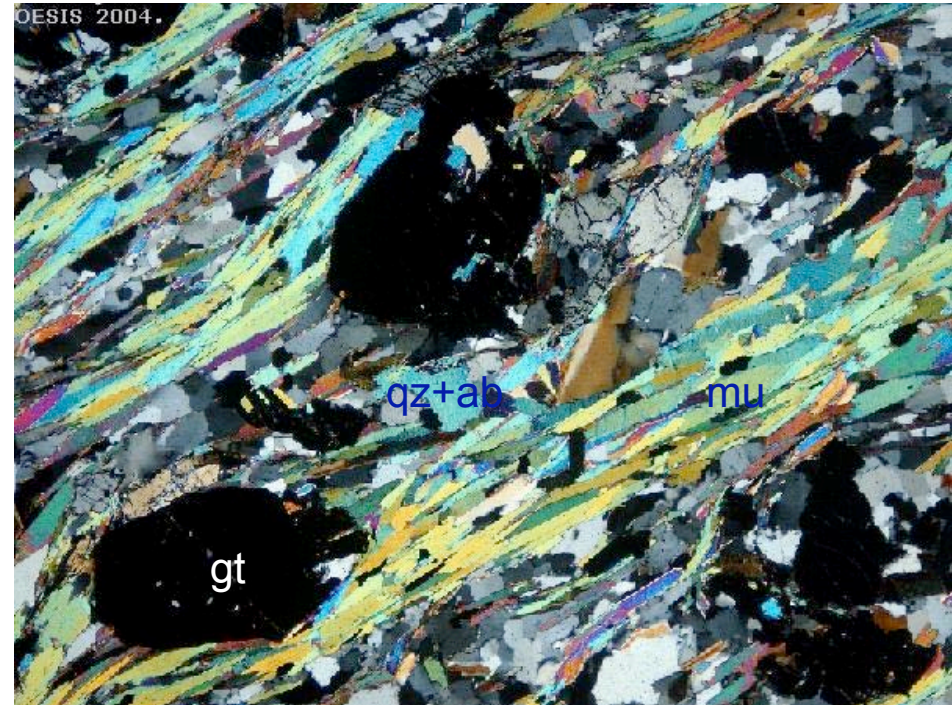
Metamorfismo: regionale

Grado: basso

Facies: degli scisti verdi

Paragenesi: quarzo, albite, epidoto, muscovite, granato

Descrizione: Roccia con tessitura scistosa molto evidente e continua marcata da bande di muscovite alternate a bande a quarzo + albite. Il granato è presente in porfiroblasti.



Abbreviazioni

Qz: quarzo; Ab: albite; Mu: muscovite

Gt: granato

Scisto a quarzo e muscovite

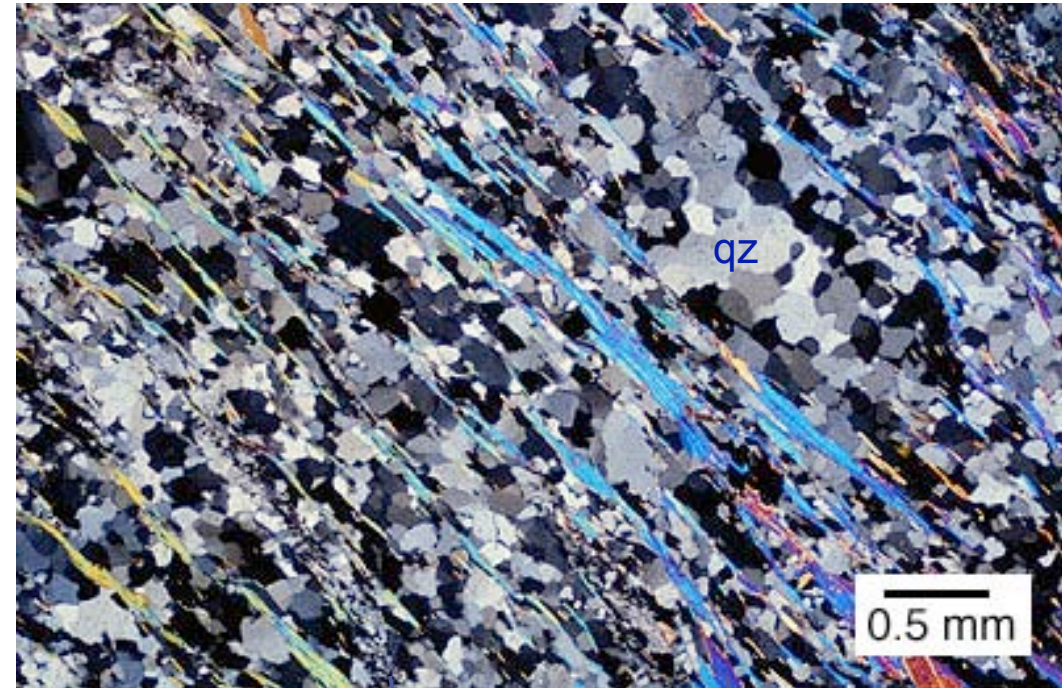
Metamorfismo: regionale

Grado: basso

Facies: degli scisti verdi

Paragenesi: quarzo, albite, muscovite

Descrizione: roccia a grana molto fine con alternanza di bande a quarzo+albite separate da sottili bande di muscovite. La notevole quantità di quarzo e la scarsa quantità di muscovite indica che il protolito era costituito da una roccia molto ricca in quarzo, probabilmente una siltite o una arenaria quarzosa fine.



X P

ab

mu

Abbreviazioni

Qz: quarzo; Ab: albite; Mu: muscovite

Scisto a biotite

Metamorfismo: regionale

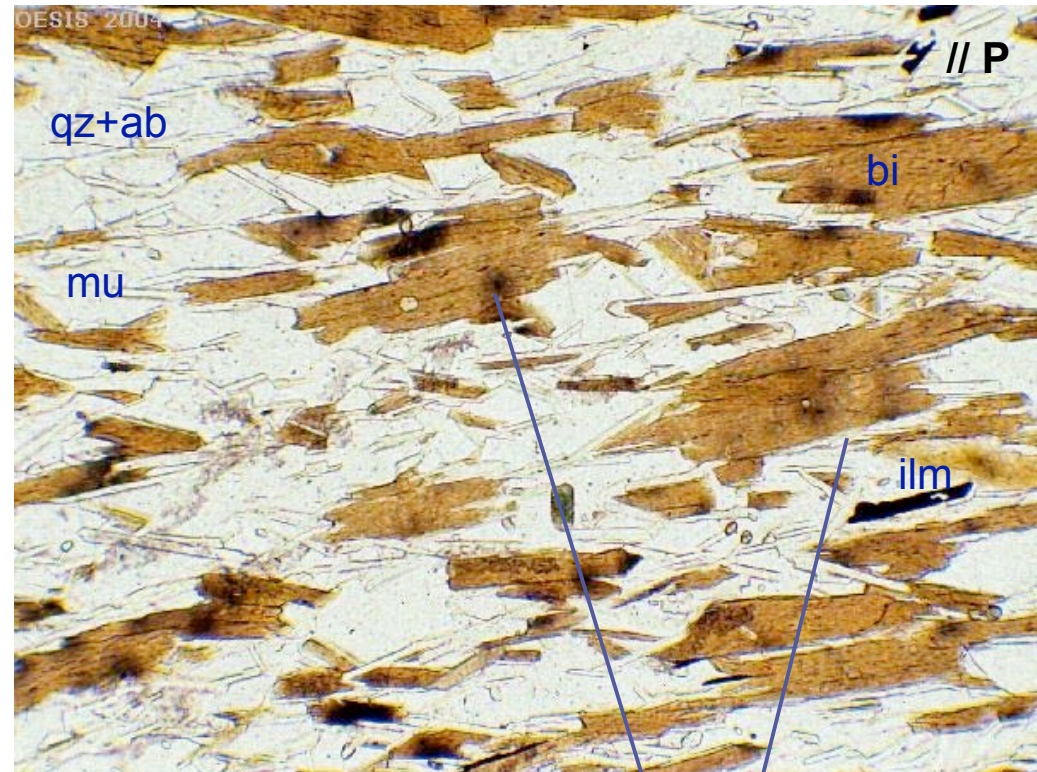
Grado: medio-alto

Facies: degli scisti verdi

Paragenesi: quarzo, albite, muscovite, biotite, zircono, minerali opachi (ilmenite)

Descrizione: Roccia con tessitura scistosa molto evidente, ma un po' discontinua, marcata dall'allineamento di muscovite e biotite.

All'interno delle biotiti si notano i caratteristici aloni scuri attorno ai piccoli cristalli di zircono.



aloni scuri in biotite

Abbreviazioni

Qz: quarzo; Ab: albite; Mu: muscovite; Bi: biotite; Ilm: ilmenite

Gneiss

Metamorfismo regionale

Grado alto

Facies delle anfiboliti

Paragenesi: biotite, muscovite, albite, epidoto, quarzo, microclino

Descrizione: la paragenesi indica che questa roccia si trova al passaggio fra la facies degli scisti verdi (albite, epidoto, muscovite) e quella delle anfiboliti (microclino).

La scistosità è poco marcata e spesso interrotta. Il microclino tende a formare dei grandi cristalli bordati da muscovite (tessitura occhiadina).

L'epidoto si riconosce per l'alto rilievo e per i vivaci colori di interferenza



Abbreviazioni

Qz: quarzo; Mic: microclino; Mu: muscovite

Bi: biotite; Ep: epidoto

Gneiss a staurolite

Metamorfismo: regionale

Grado: alto

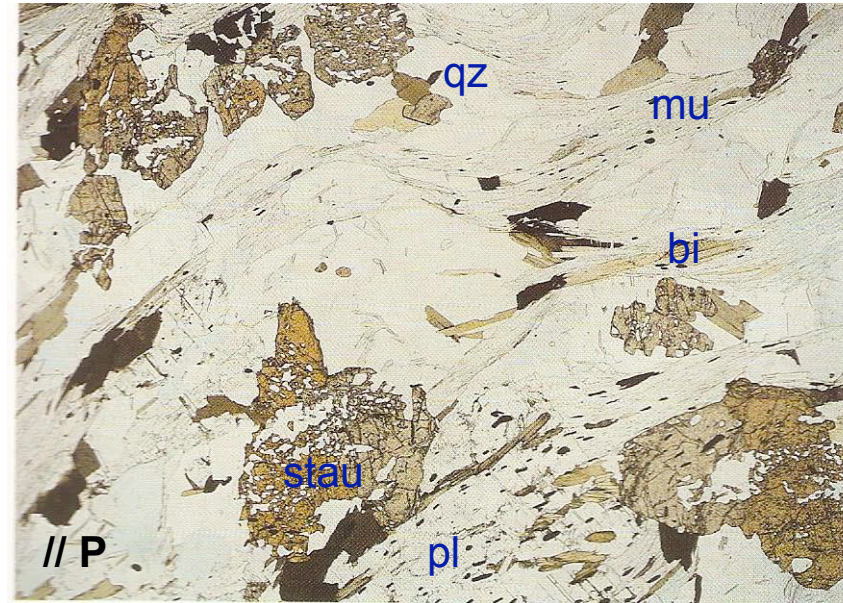
Facies: delle anfiboliti

Paragenesi: quarzo, plagioclasio, biotite, muscovite, staurolite

Descrizione: la roccia presenta tessitura gneissica con scistosità poco marcata e discontinua evidenziata dalla biotite e muscovite (probabilmente formata per retrocessione).

Sia i cristalli di staurolite che quelli di plagioclasio mostrano tessitura peciloblastica, cioè includono al loro interno altri cristalli.

La staurolite si riconosce per il forte rilievo e la debole colorazione (simili a quelli del granato) e i deboli colori di interferenza (max 1° ordine).



Abbreviazioni

Qz: quarzo; Pl: plagioclasio; Mu: muscovite

Bi: biotite; Stau: staurolite

Gneiss

Metamorfismo: regionale

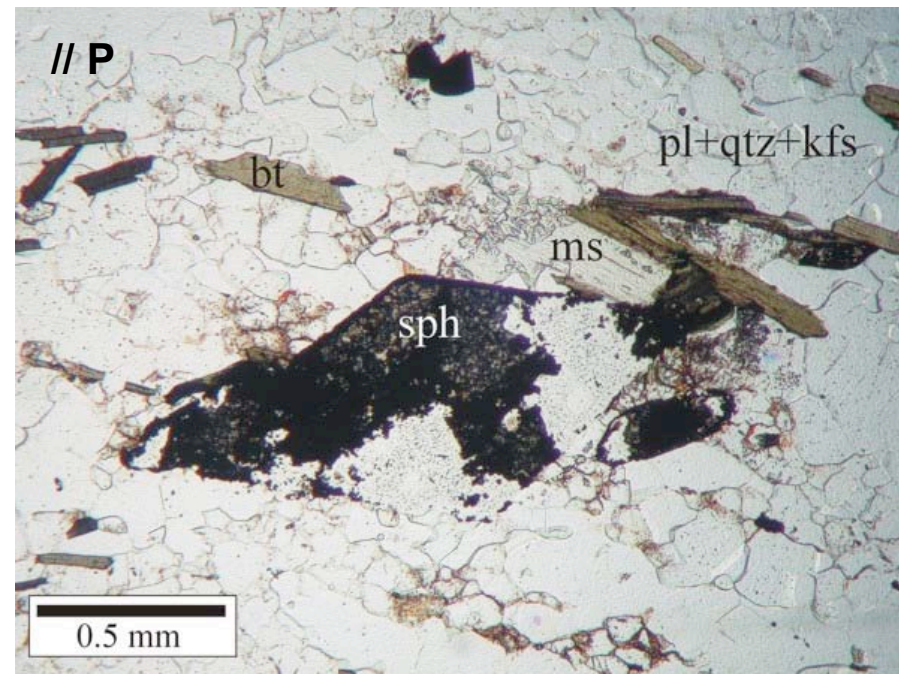
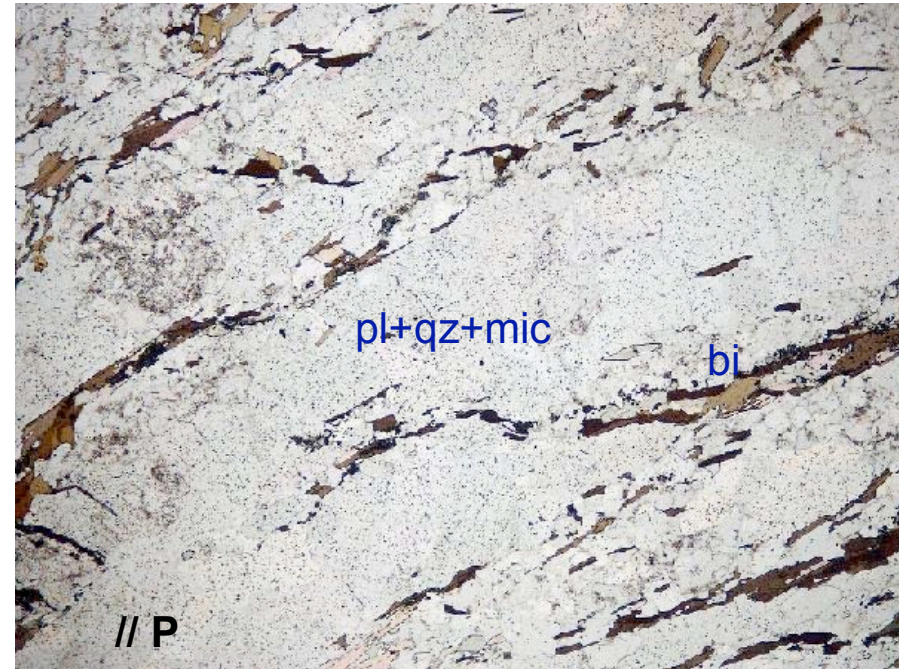
Grado: alto

Facies: delle anfiboliti

Paragenesi: quarzo, plagioclasio, k-feldspato, biotite, muscovite, titanite (sphene)

Descrizione: la roccia presenta tessitura gneissica con scistosità poco marcata e discontinua evidenziata dalla biotite.

In porzioni della roccia si notano grossi cristalli di titanite.



Abbreviazioni

Qz: quarzo; Mic: microclino; Pl: plagioclasio; Bi: biotite;

sph: titanite

Gneiss occhiadino

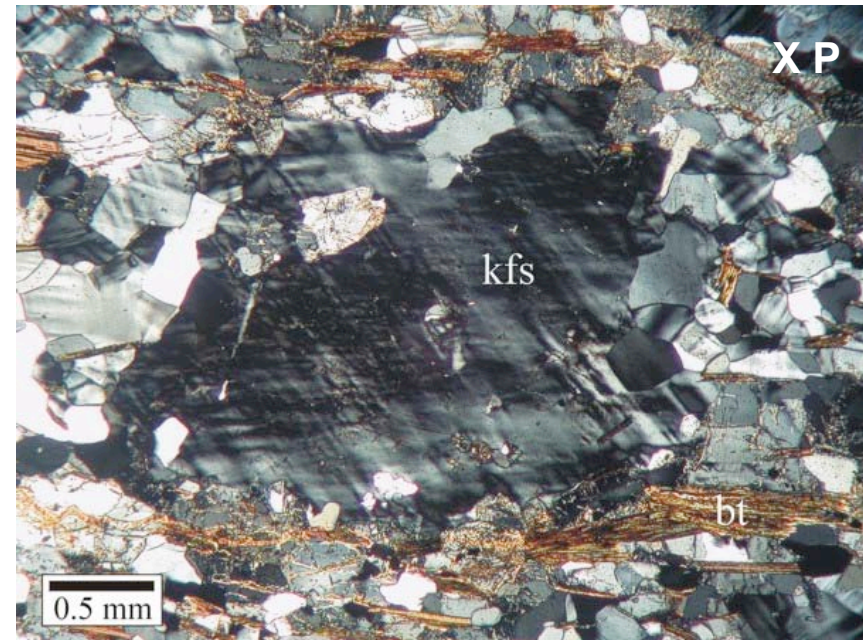
Metamorfismo: regionale

Grado: alto

Facies: delle anfiboliti

Paragenesi: quarzo, K-feldspato (microclino), plagioclasio, biotite

Descrizione: Al microscopio, questa roccia è caratterizzata da grandi cristalli (porfiroblasti) di microclino che le conferiscono la classica tessitura occhiadina.



Abbreviazioni

kfs: microclino; Bi: biotite

Gneiss a biotite e sillimanite (gneiss kinzigitico o kinzigite)

Metamorfismo: regionale

Grado: alto

Facies delle anfiboliti

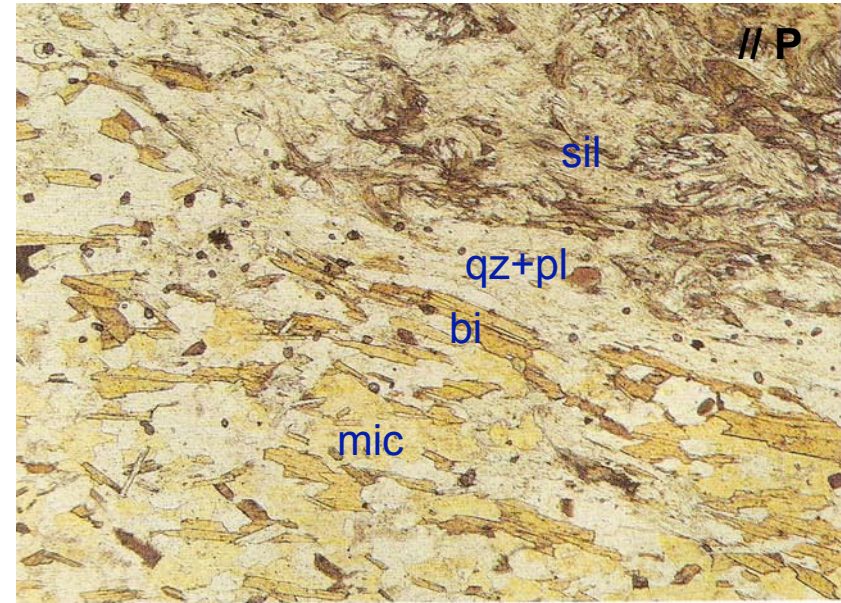
Paragenesi: K-feldspato, plagioclasio,
quarzo, sillimanite, biotite, granato

Descrizione: roccia derivata da
protolito fortemente ricco in Al_2O_3 .

La sillimanite indica che la roccia si è
formata ad alta temperatura.

Questo minerale forma aghetti fibrosa
concresciuti con bi e qz.

Nota: il K-feldspato è stato colorato
chimicamente in giallo per consentirne
la distinzione dal plagioclasio non
geminato.



Abbreviazioni

Qz: quarzo; Mic: microclino; Pl: plagioclasio; Bi: biotite Sil: sillimanite

Granulite acida

Metamorfismo: regionale (anidro)

Grado: molto alto

Facies: delle granuliti

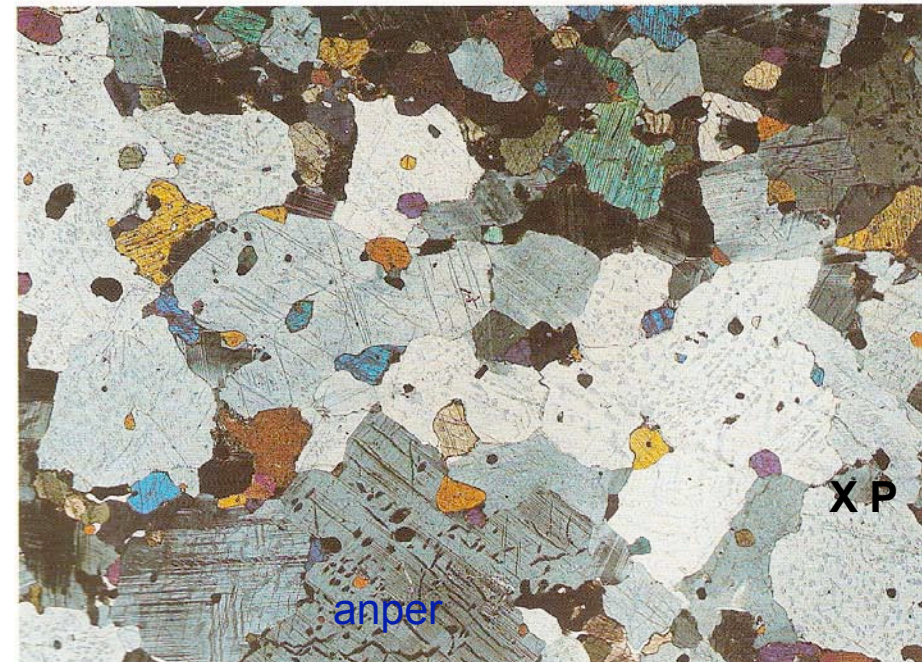
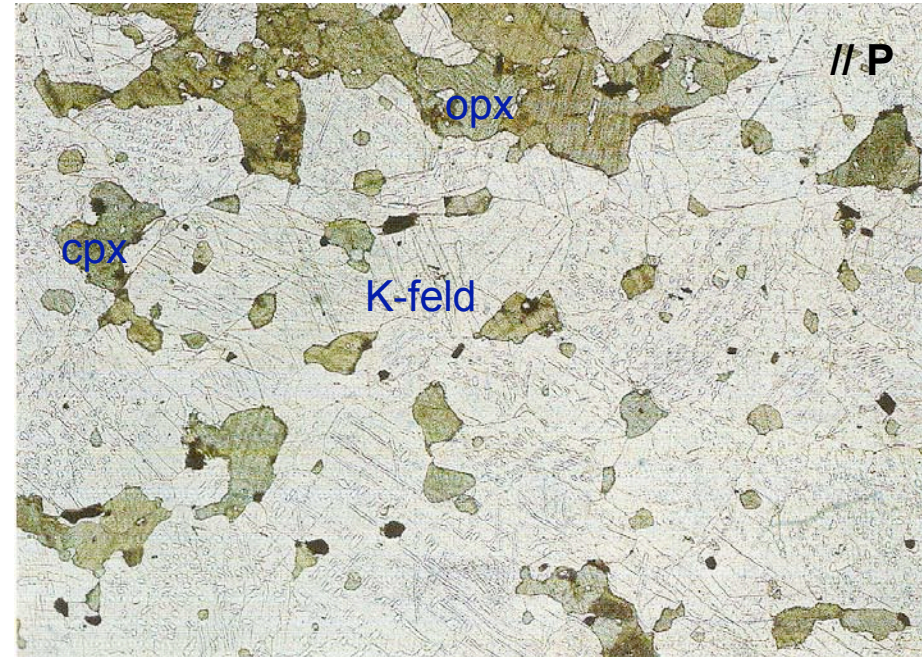
Paragenesi: clinopirosseno,
ortopirosseno, K-feldspato

Descrizione: la roccia è priva (o quasi) di scistosità. E' ben visibile la tessitura pavimentosa con angoli a 120°. Il K-feldspato mostra smescolamenti antipertitici (anper).

La distinzione fra opx e cpx è difficoltosa al solo polarizzatore, mentre a nicols incrociati i due minerali mostrano diversi colori di interferenza: bassi per l'opx e più alti per il cpx.

Abbreviazioni

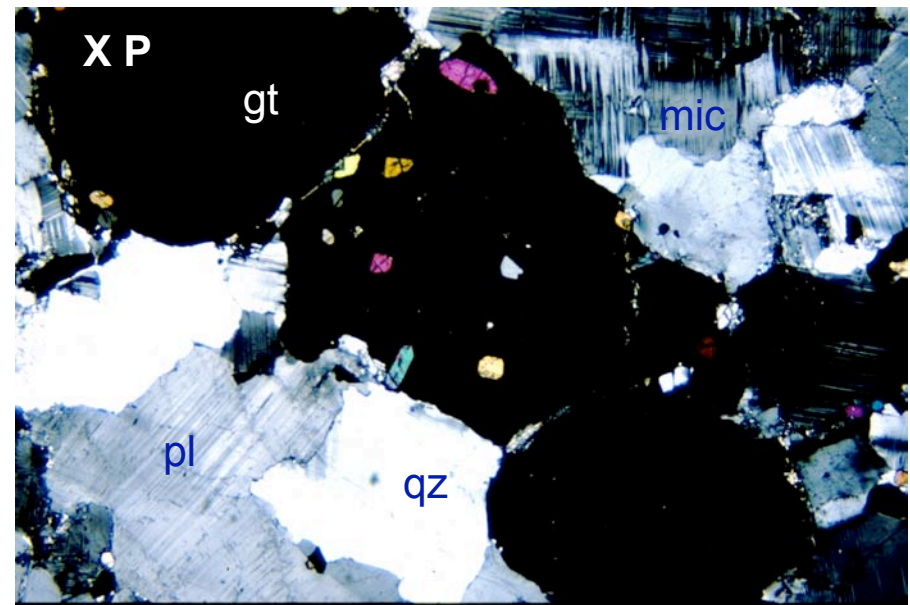
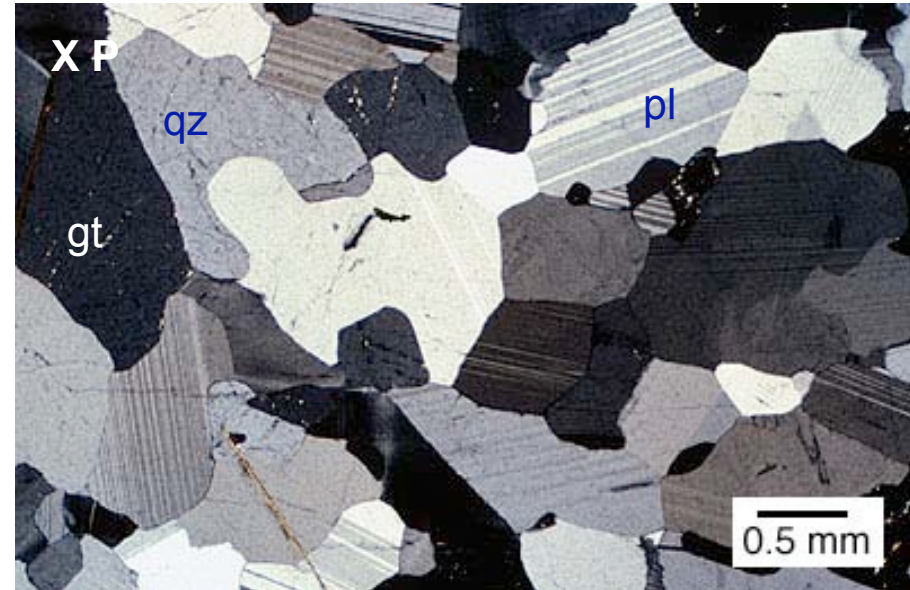
K-feld: K-feldspato; opx: ortopirosseno; cpx: clinopirosseno



Granulite acida

Metamorfismo: regionale (anidro)
Grado: molto alto
Facies: delle granuliti
Paragenesi: granato, K-feldspato,
plagioclasio, quarzo.

Descrizione: la roccia è priva di scistosità.
E' ben visibile la tessitura pavimentosa
con angoli a 120°. I diversi minerali sono
grossomodo equidimensionali.



Abbreviazioni

Qz: quarzo; Mic: microclino; Pl: plagioclasio Gt: granato

Granulite basica

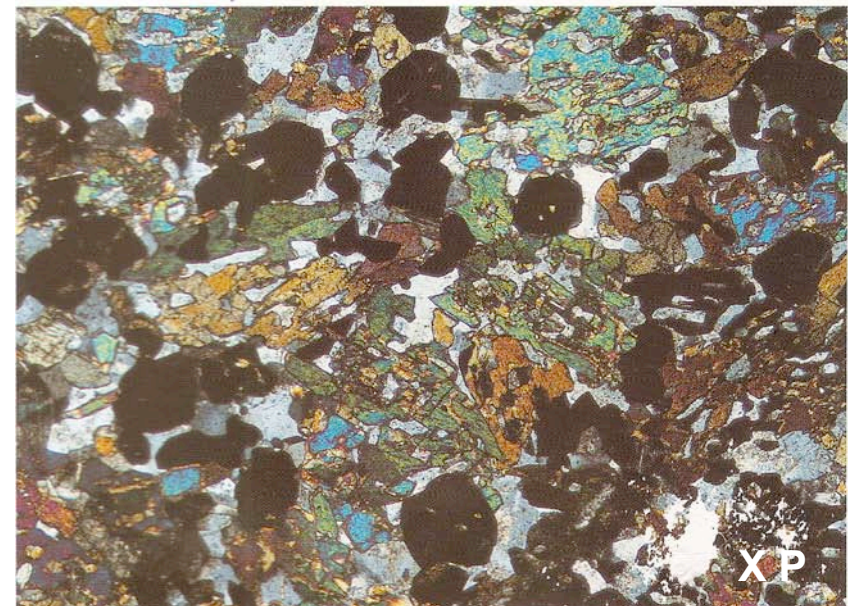
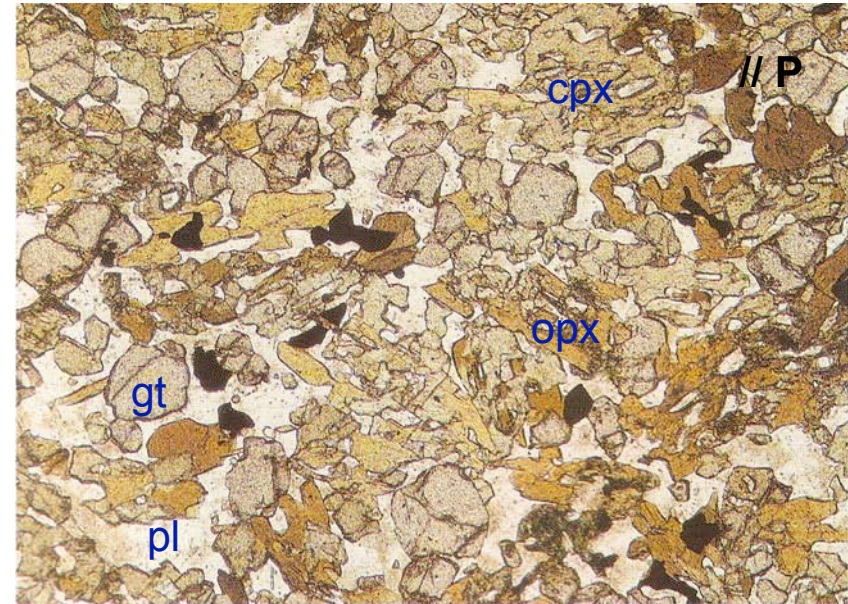
Metamorfismo: regionale (anidro)

Grado: molto alto

Facies: delle granuliti

Paragenesi: ortopirosseno, clinopirosseno, plagioclasio, granato

Descrizione: la roccia deriva da un protolite basico (basalto). L'assenza di minerali scistogeni comporta l'assenza di scistosità. Per questo motivo, e in assenza di granato, gli studenti non di rado confondono le granuliti basiche con i gabbri. Tuttavia, nei gabbri, essendo rocce magmatiche, si può riconoscere l'ordine di cristallizzazione dei minerali; cosa che non è possibile nelle granuliti.



Abbreviazioni

Pl: plagioclasio; Gt: granato; opx: ortopirosseno; cpx: clinopirosseno

Granulite basica

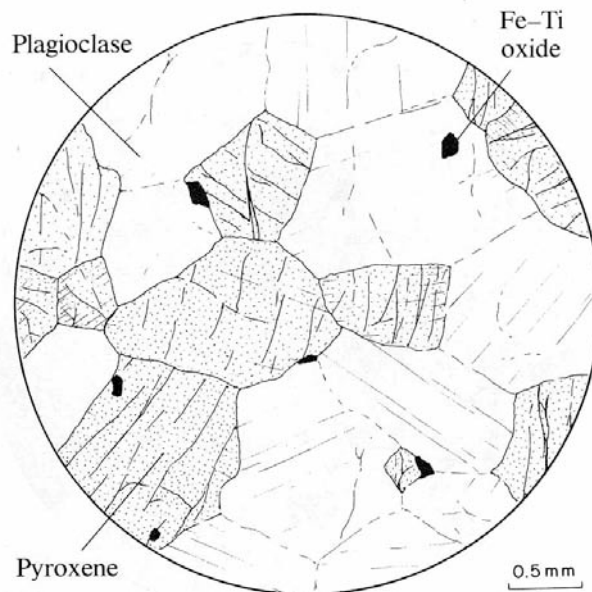
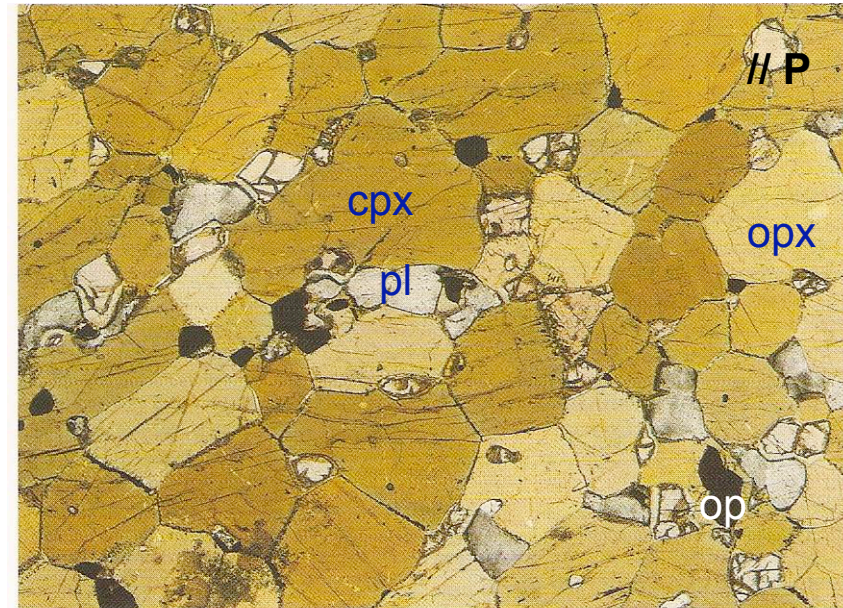
Metamorfismo: regionale (anidro)

Grado: molto alto

Facies: delle granuliti

Paragenesi: ortopirosseno, clinopirosseno, plagioclasio, granato

Descrizione: anche in questo caso, si nota l'assenza di scistosità ma, a differenza della roccia precedente, la tessitura pavimentosa è ben sviluppata.



Abbreviazioni

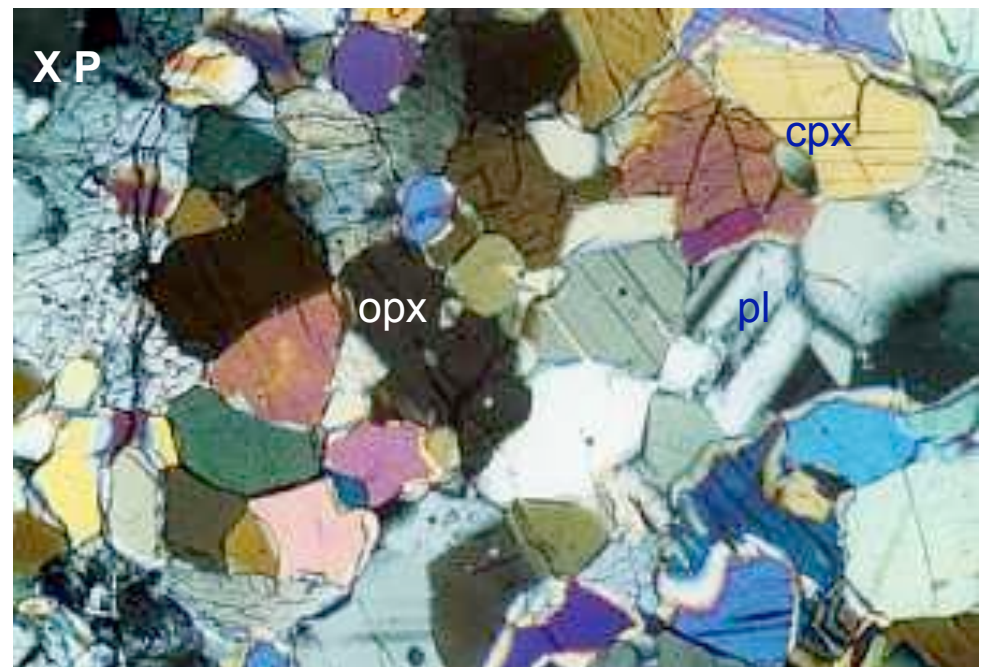
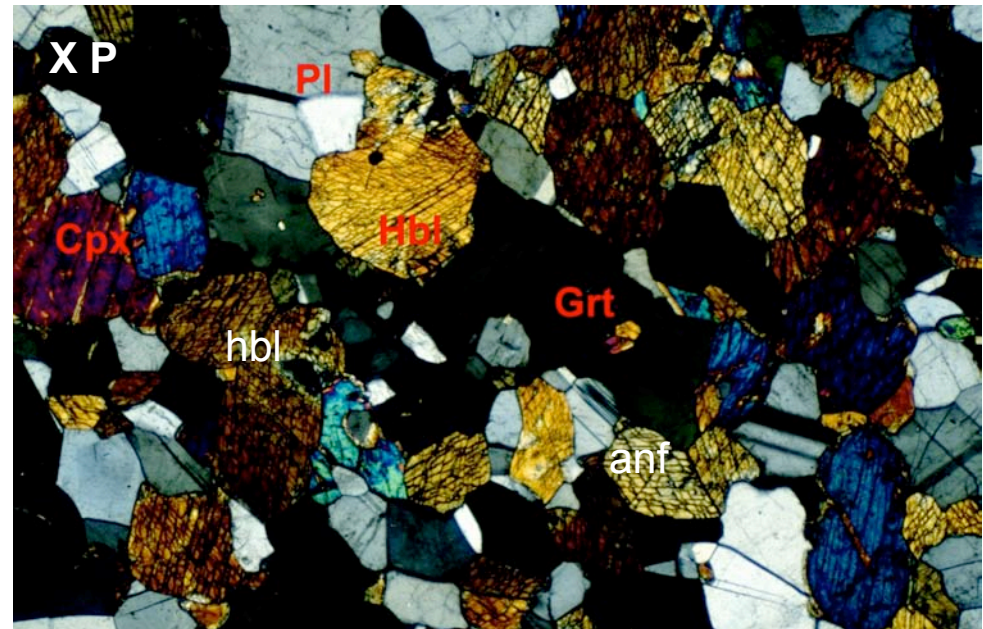
Pl: plagioclasio; op: minerali opachi; opx: ortopirosseno; cpx: clinopirosseno

Granulite basica

Metamorfismo: regionale (anidro)
Grado: molto alto
Facies: delle granuliti
Paragenesi: ortopirosseno, clinopirosseno, plagioclasio, granato

Descrizione: Nella roccia in alto è molto evidente la sostituzione dei pirosseni in anfibolo (notare gli angoli a 120° delle tracce di sfaldatura nelle sezioni basali). Essendosi, infatti, formate a condizioni metamorfiche estreme, queste rocce subiscono spesso un ri-equilibrio a gradi metamorfici più bassi durante la loro esumazione. In questi casi, i pirosseni potranno essere (anche parzialmente) sostituiti da anfiboli in facies anfibolitica.

Al contrario, nella roccia in basso la paragenesi originaria della granulite è totalmente preservata.



Abbreviazioni

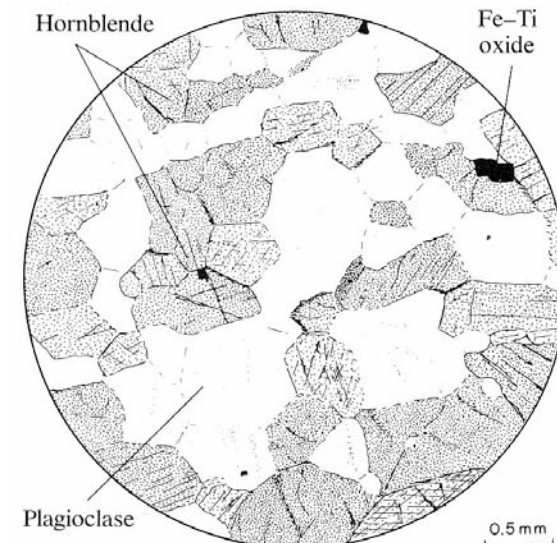
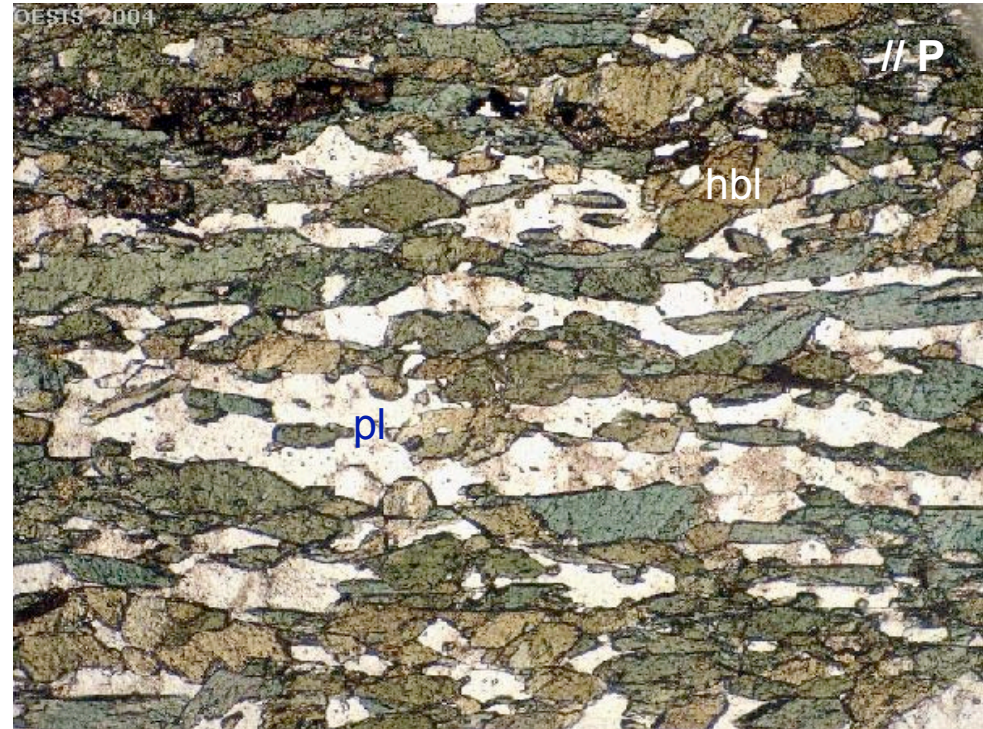
Pl: plagioclasio; Gt: granato; opx: ortopirosseno; cpx: clinopirosseno; hbl: orneblenda

Anfibolite

Metamorfismo: regionale
Grado: alto
Facies: delle anfiboliti
Paragenesi: plagioclasio, orneblenda,
minerali opachi (es., ilmenite)

Descrizione: roccia con scistosità ben marcata determinata dall'alternanza di bande di orneblenda e di plagioclasio. Derivata da un protolite basico (basalto). All'interno delle bande a plagioclasio, spesso i cristalli di plagioclasio mostrano contatti reciproci a 120° . Talvolta nelle anfiboliti è presente anche una piccola quantità di quarzo.

Abbreviazioni
Pl: plagioclasio; Hbl: orneblenda



Scisto blu

Metamorfismo: alta P / bassa T

Grado: medio

Facies: degli scisti blu

Paragenesi: glaucofane, quarzo, albite, epidoto, muscovite

Descrizione: roccia scistosa con alternanza di bande a glaucofane e muscovite e bande a quarzo+albite.

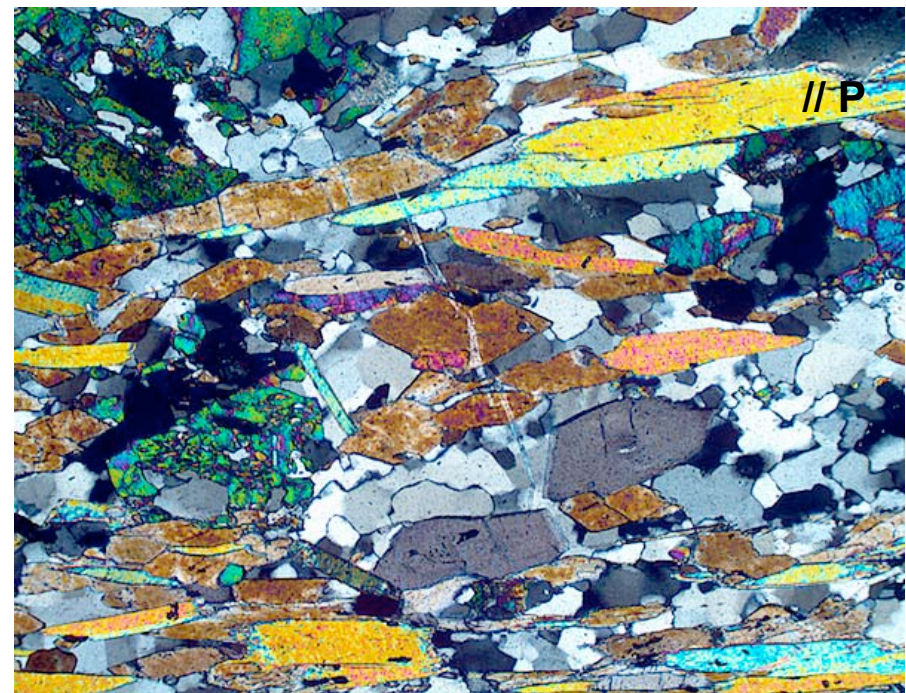
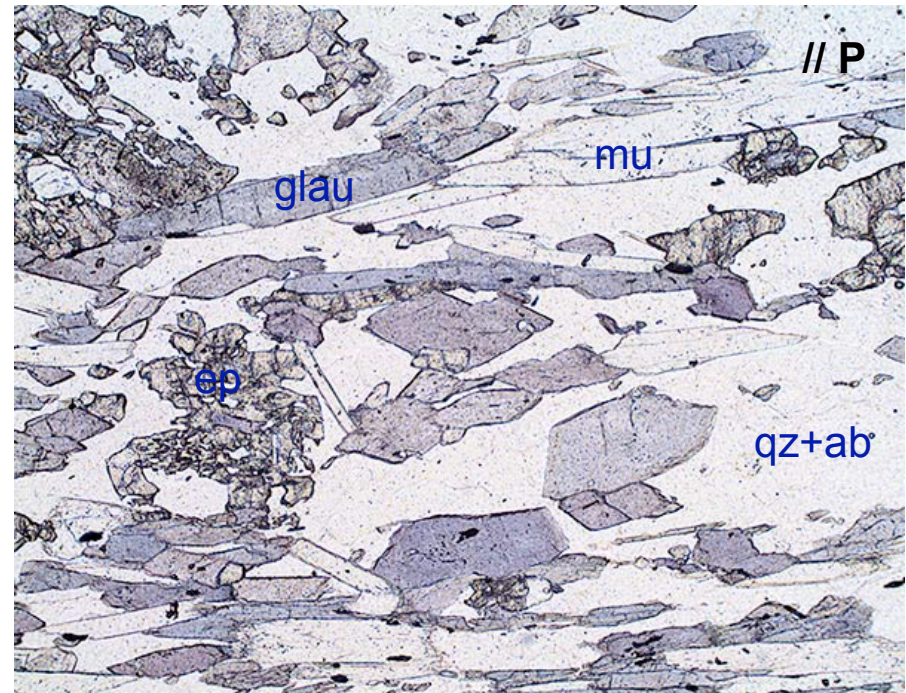
Il glaucofane si riconosce facilmente per il caratteristico pleocroismo sui toni dell'azzurro. L'epidoto si distingue per i vivaci colori di interferenza.

Il protolito era probabilmente un basalto.

Nota. Durante l'esumazione dalle zone profonde in cui si formano, gli scisti blu possono comunemente subire un riequilibrio a basse temperature in condizioni di metamorfismo regionale. In questo caso, nella roccia compariranno minerali tipici di questo metamorfismo (es., tremolite-actinolite) assieme a relitti di glaucofane.

Abbreviazioni

Qz: quarzo; Ab: albite; Mu: muscovite; Glau: glaucofane



Eclogite

Metamorfismo: alta P (anidro)

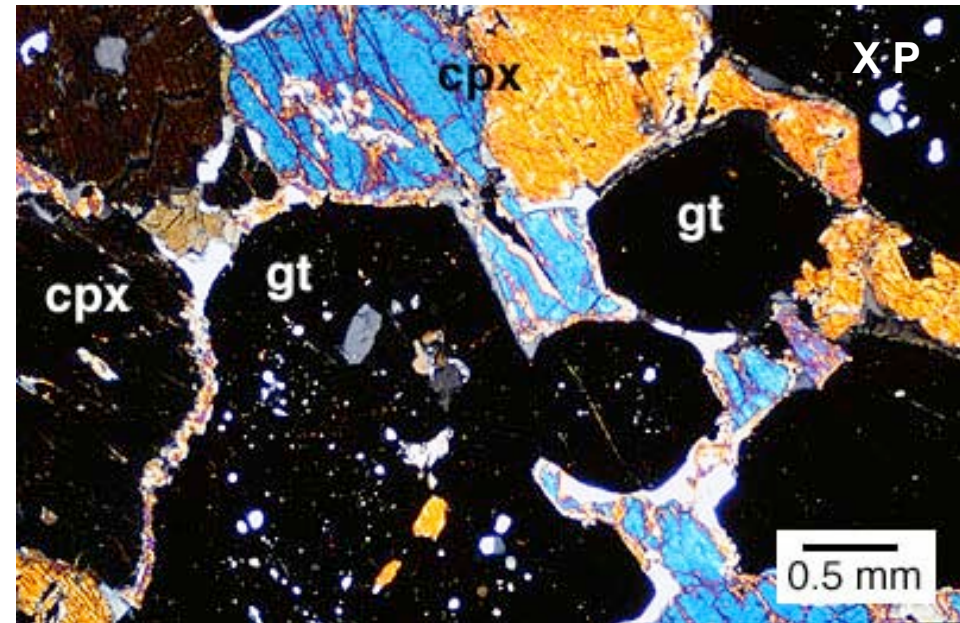
Grado: medio

Facies: delle eclogiti

Paragenesi: Granato (almandino-pyropo),
Clinopirosseno ricco in sodio (omphacite)

Descrizione: roccia derivata da un protolite basaltico con tessitura pavimentosa. I minerali accessori possono includere cianite, rutilo, quarzo, anfibolo, epidoto.

Talvolta può essere presente anche glaucofane formato in condizioni di più bassa pressione durante la fase di esumazione oppure come relitto della precedente fase metamorfica in facies degli scisti blu, non completamente distrutto in facies eclogitica.



Abbreviazioni

Gt: granato; cpx: clinopirosseno

Quarzite

Metamorfismo: regionale e di contatto

Grado: variabile

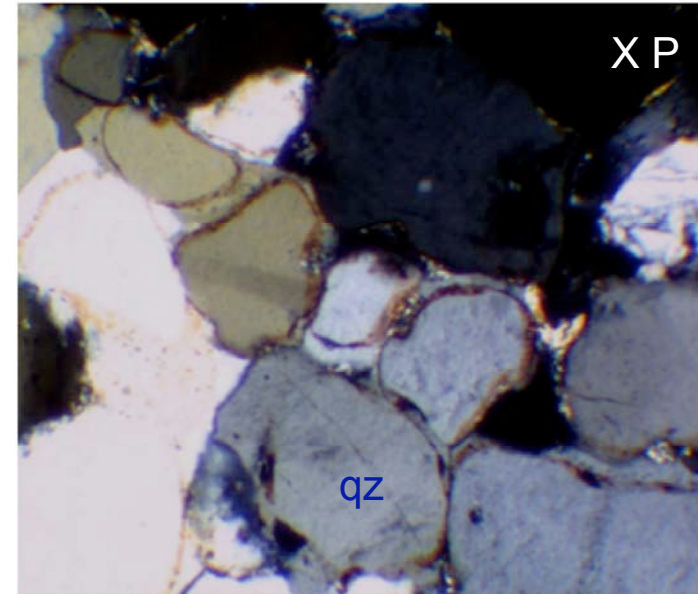
Facies: variabile

Paragenesi: quarzo occasionalmente con
scarse quantità di muscovite o biotite

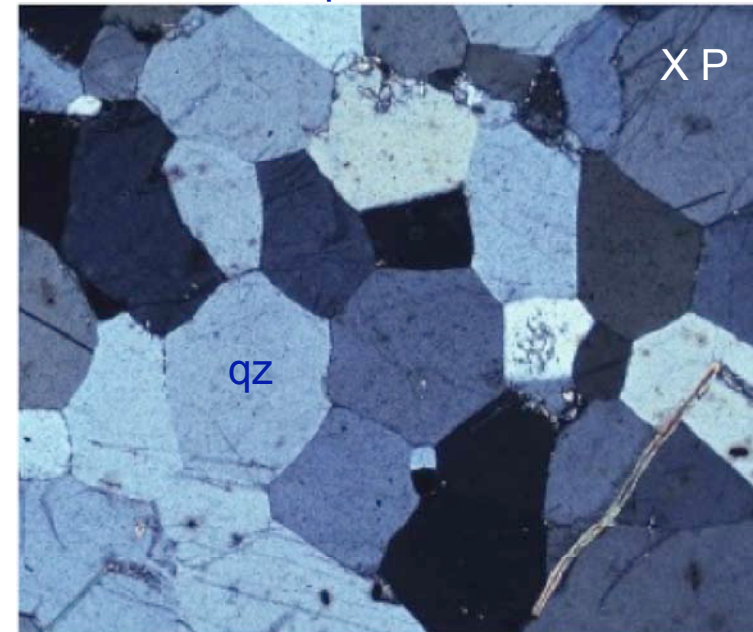
Descrizione: il quarzo è un minerale non
scistogeno; quindi, la sua tessitura sarà priva
di scistosità anche in condizioni di
metamorfismo dinamico. Il quarzo tende a
formare angoli a 120° fra i cristalli.

Le quaziti derivano da protoliti quarzoarenitici.

quarzoarenite



quarzite



Abbreviazioni
Qz: quarzo

Marmo

Metamorfismo: regionale e di contatto

Grado: variabile

Facies: variabile

Descrizione: I Marmi derivano principalmente da protoliti sedimentari carbonatici (calcari e dolomie) e si formano sia in condizioni di metamorfismo di contatto, che regionale. Possono essere costituiti esclusivamente da calcite (marmi puri) o contenere variabili quantità di minerali silicatici, quali: anfiboli (tremolite - actinolite), miche (flogopite), quarzo, Calciloproseni (wollastonite), Mg-olivine (forsterite).

Nei marmi puri (foto), i cristalli di calcite si dispongono normalmente con contatti con angoli di ca 120°.



marmo puro

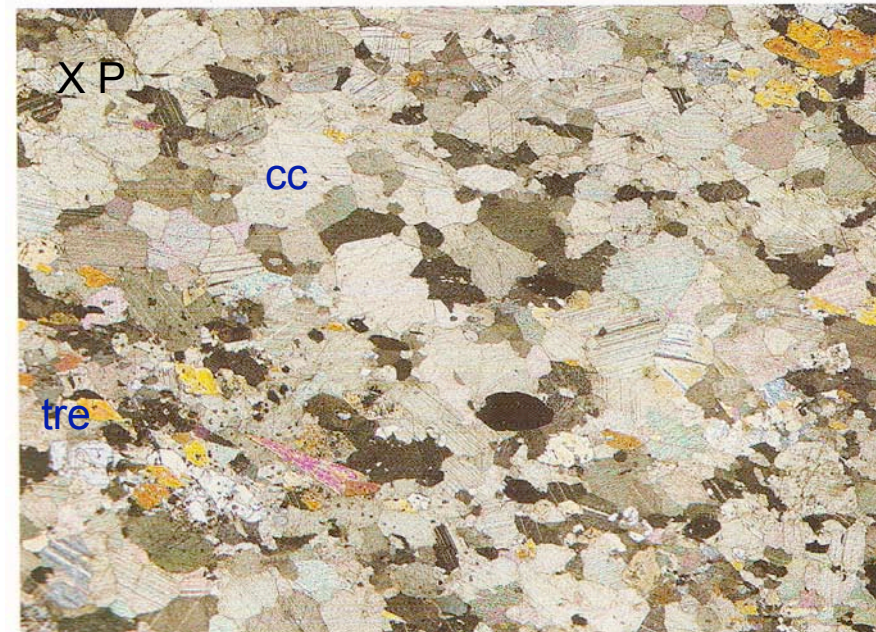
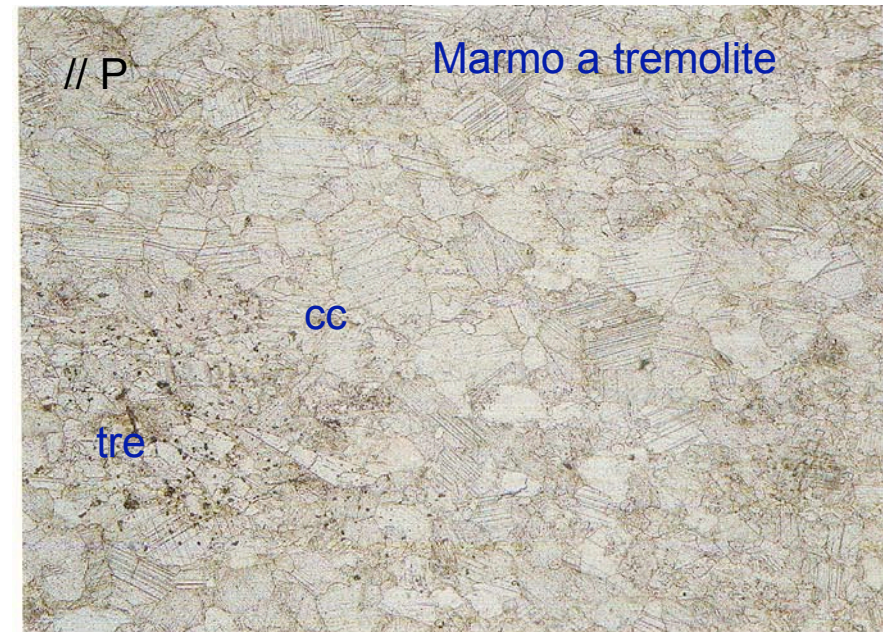
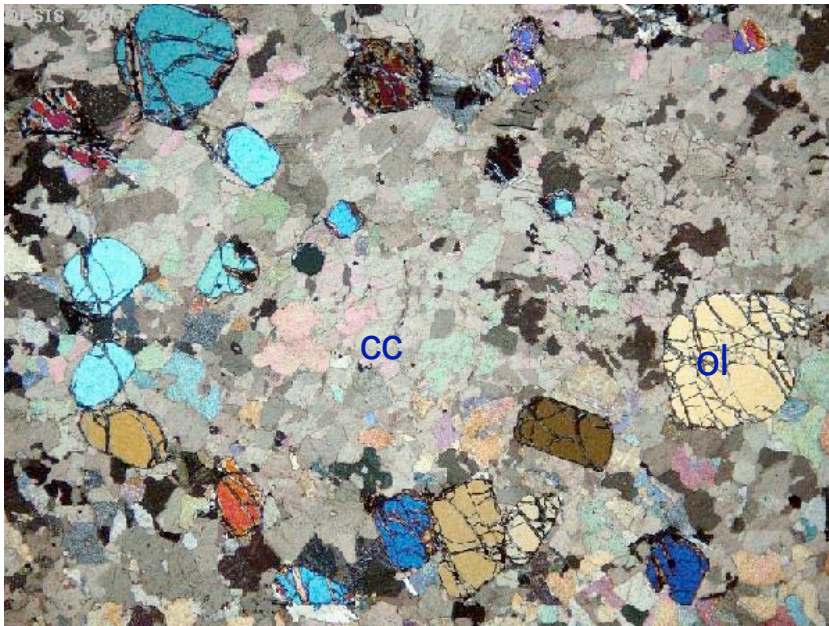
Abbreviazioni

Cc: calcite

Marmo

La “purezza” del marmo dipende dalla composizione del protolito. Se questo era costituito da un calcare puro, nella paragenesi del marmo si avranno solo minerali carbonatici. Al contrario, se il calcare conteneva variabili, ma comunque piccole, quantità di materiale terrigeno (minerali argillosi, quarzo, feldspati, ecc.) la paragenesi del marmo comprenderà anche minerali silicatici, come nei casi mostrati in foto. Nota: quando i silicati sono in quantità notevole, la roccia prende il nome di calcefiro.

Marmo a olivina



Abbreviazioni
Tre: tremolite; Cc: calcite; Ol: olivina

Calcescisto

Metamorfismo: regionale

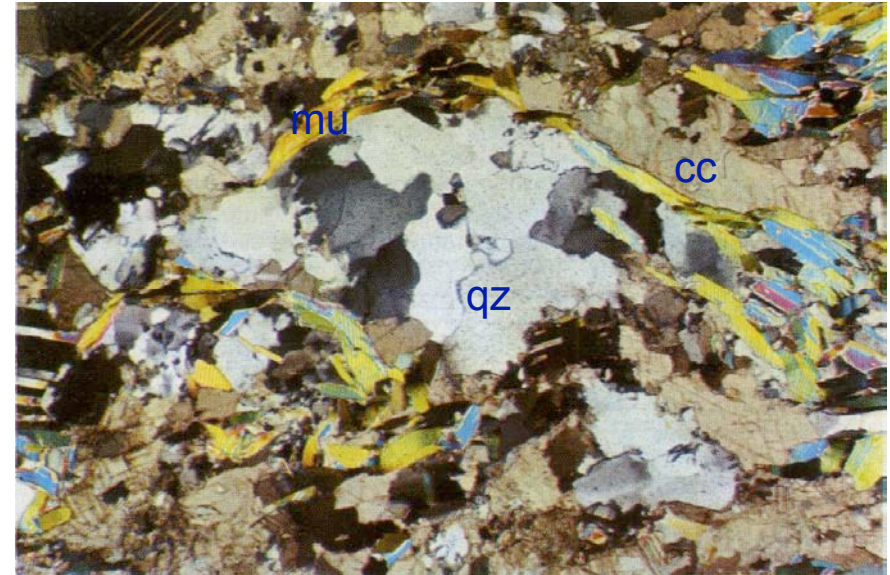
Grado: basso

Facies: degli scisti verdi di basso grado

Paragenesi: calcite, quarzo, muscovite
(sovente anche tremolite ed epidoto).

Descrizione: i calcescisti sono caratterizzati da una marcata scistosità determinata da alternanza di bande a calcite con bande a miche e quarzo. Derivano da protoliti argilloso-calcarei. Il rapporto originario fra materiale argilloso e materiale calcareo determina la proporzione fra minerali carbonatici e silicatici nel calcescisto.

In presenza di notevoli quantità di magnesio nel protolito, si avrà la presenza di tremolite nella roccia metamorfica.



Abbreviazioni

Qz: quarzo; Mu: muscovite; Cc: calcite

Metabasalto

Metamorfismo: di fondo oceanico

Grado: bassissimo

Facies: delle zeoliti

Paragenesi: pl, cpx, clorite, laumontite (zeolite)

Descrizione: il metamorfismo di fondo oceanico è di tipo statico; pertanto, la tessitura originaria del protolito basaltico (in questo caso, porfirica) è perfettamente conservata. Conservati sono anche gran parte dei minerali originali (pl+cpx). L'evento metamorfico produce la trasformazione della pasta di fondo in clorite + minerali argillosi e (parzialmente) dei plagioclasti in minerali zeolitici, come si osserva nella foto a maggiore ingrandimento.

Abbreviazioni

Pl: plagioclasio; cpx: clinopirosseno;

lau: laumontite; chl: clorite; cm: minerali argillosi

