

PROCESE

ȘI

ROCI METAMORFICE

STRUCTURA

1. Rocile metamorfice. Ce este de metamorfismul?
2. Factorii de control ai metamorfismului
3. Intensitatea metamorfismului
4. Transformările și modificările metamorfice
5. Noțiunile de:
 - izograd, zonă mineralogică și facies metamorfic
6. Structura rocilor metamorfice
7. Tipurile de metamorfism și produsele acestora
8. Tipuri de roci metamorfice

1. Rocile metamorfice. Ce este de metamorfismul?

Metamorfismul – reprezintă totalitatea transformărilor în stare solidă, prin care rocile preexistente tind să se adapteze la noile condiții fizico-chimice create în scoarța terestră (temperatură, presiune, fluide), proces în urma căruia rezultă rocile metamorfice.

În fapt, metamorfismul constă în transformarea în stare solidă a unei roci preexistente (**protolit**), care poate proveni din oricare dintre categoriile de roci cunoscute (magmatice sau sedimentare), într-un alt tip petrografic (**metamorfite**), deosebit de protolit prin caracteristicile structural-texturale, alcătuire mineralogică și compoziție chimică.

- **schimbarea structurii și texturii petrografice** prin modificarea formei și dimensiunilor cristalelor, fie printr-o rearanjare în spațiu a mineralelor protolitului;
- **schimbarea compoziției mineralogice a protolitului**, chimismul rocii metamorfice fiind același cu a protolitului;
- **schimbarea compoziției chimice și mineralogice a protolitului**.

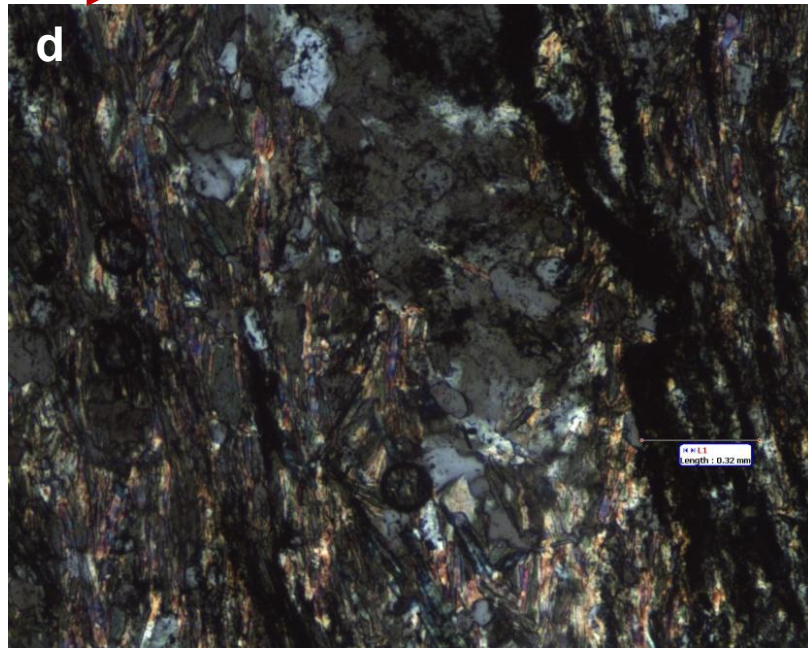
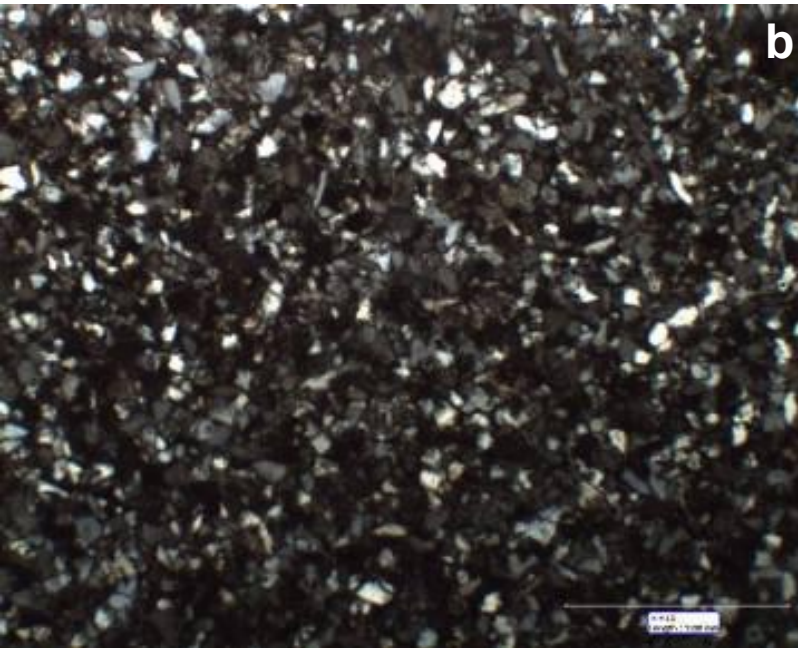
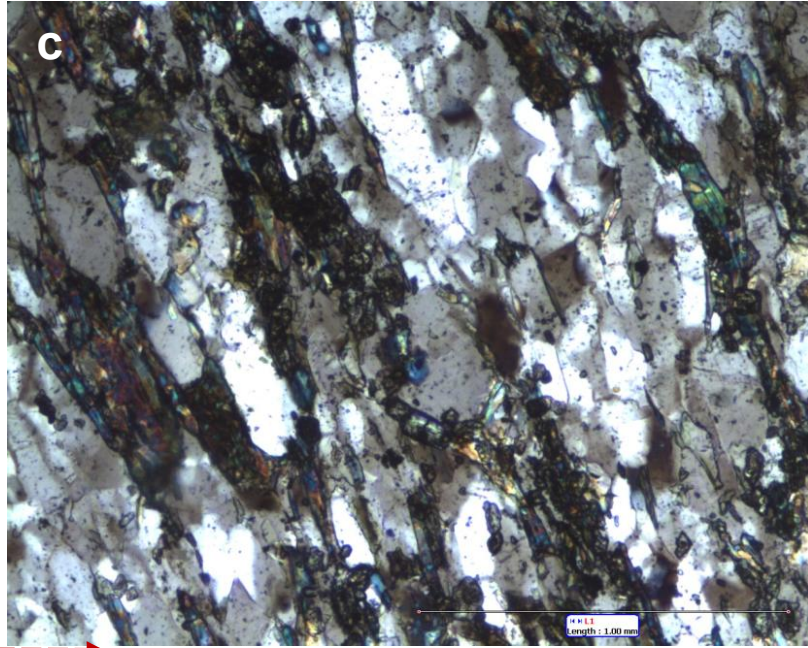
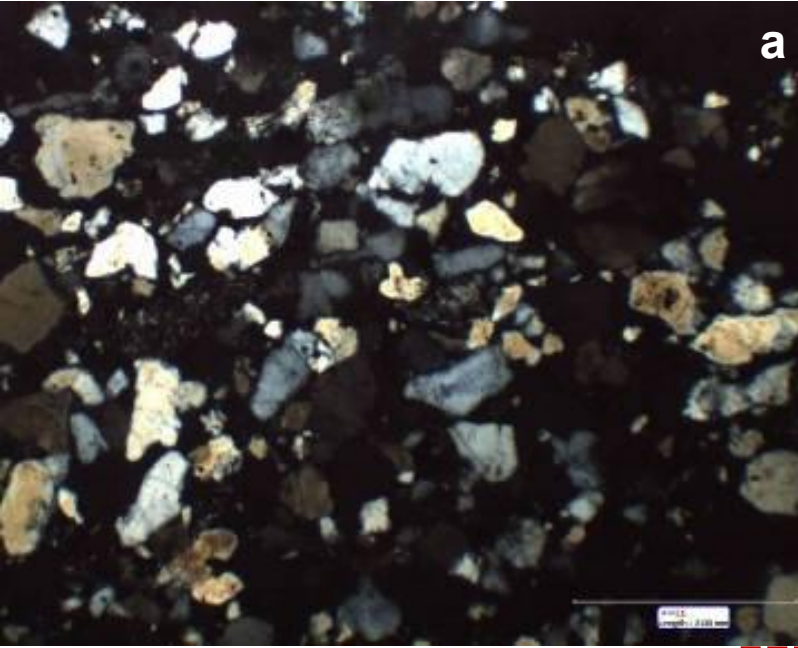
Protoliți

- (a) Gresie cuarțoasă
- (b) Siltit cuarțos

Temperatură
Presiune

Metamorfite

- (c) Șist cuarțitic cu mică
- (d) Micașist cuarțitic



Temperatură
Presiune

2. Factorii de control ai metamorfismului

*Temperatura

*Presiunea

*Fluidele

2.1. Temperatura – reprezintă un factor de metamorfism de mare importanță. Aceasta crește cu adâncimea, ceea ce face ca rocile să ajungă prin “**îngropare**” în domenii cu temperaturi semnificativ mai ridicate. Situația poate evolua în sens invers, dacă rocile deja metamorfozate ajung în domenii în care temperatura scade progresiv. Datorită variației temperaturii, se produc următoarele efecte:

- prin creșterea progresivă a temperaturii, rocile hidratate își pierd apa de constituție, iar carbonații sunt descompuși - rezultă un **metamorfism termic prograd**;

- prin scăderea temperaturii în raport cu condițiile inițiale de metamorfism, procesele se petrec în sens invers - rezultă un **metamorfism termic retrograd**;

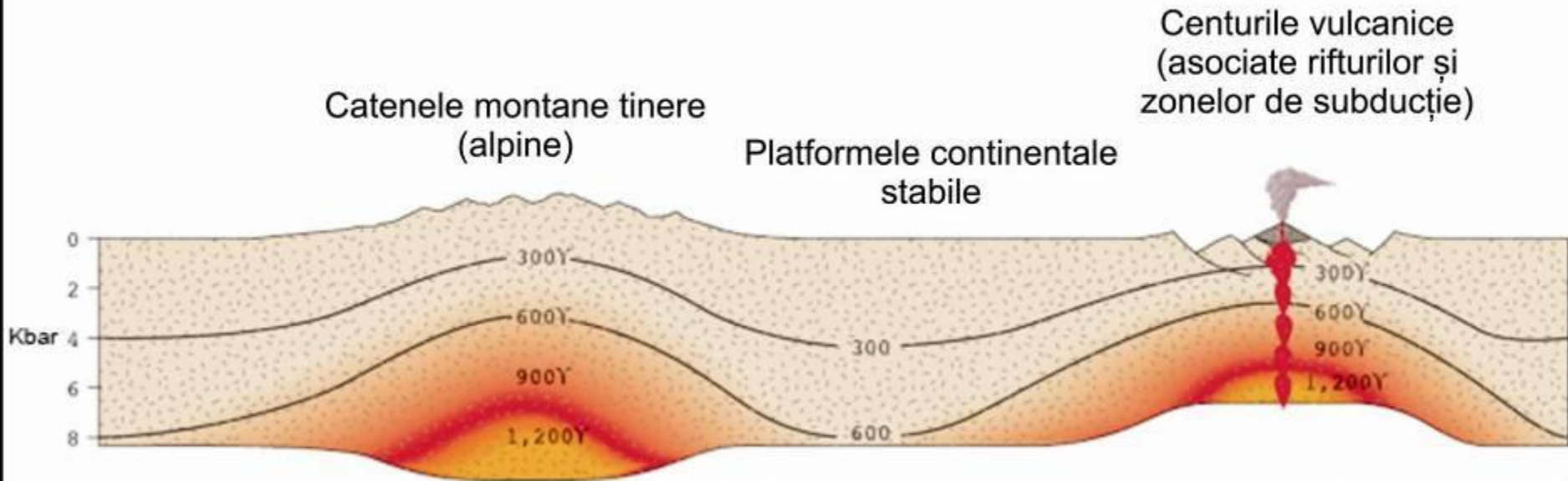
- în cazul corpurilor magmatice fierbinți, la contactul acestora cu rocile din jur are loc un **metamorfism termic de contact**, manifestat pe o distanță variabilă în jurul ”sursei” de căldură. Această zonă în care au loc transformări metamorfice este denumită **aureolă de contact**.

Metamorfismul prograd

*intensitatea metamorfismului crește progresiv;

*de exemplu, în cazul metamorfismului de îngropare, odată cu creșterea adâncimii crește temperatura și presiunea și se formează în funcție de adâncime roci epi-, mezo- și catametamorfe.

Distribuția izotermelor în corelație cu izobarele în domeniile morfostructurale majore



Prelucrat după materialele Institutului de Geostiințe – Universitatea din Sao Paulo (<http://www.igc.usp.br/>)
- <http://www2.igc.usp.br/disciplinasweb/12009/0440100/Archanjo/Metamorfismo.pdf>

Sensul de creștere a temperaturii

grad scăzut (200°C)

grad mediu

grad ridicat (700°C)

MINERALE INDEX
ȘI
ZONE MINERALOGICE

Clorit

Muscovit

Biotit

Almandin (granat)

Staurolit

Sillimanit

Cuarț

Feldspat

ROCILE
METAMORFICE

Diagenză

Ardezie

Filite

Șisturi

Gnaise

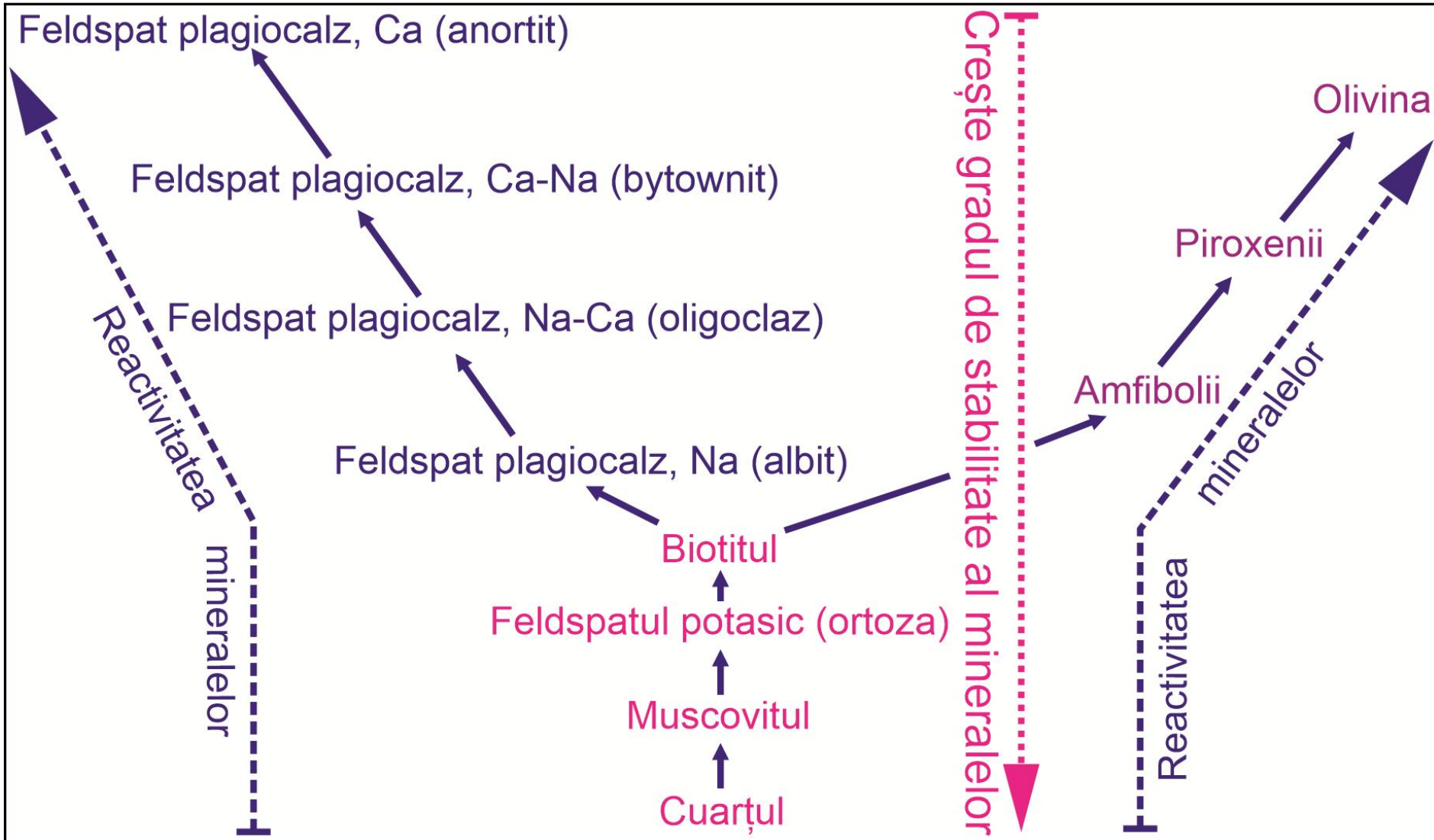
Fuziune

Prelucrat după materialele Institutului de Geștiințe – Universitatea din Sao Paulo (<http://www.igc.usp.br/>)
- <http://www2.igc.usp.br/disciplinasweb/12009/0440100/Archanjo/Metamorfismo.pdf>

Metamorfismul retrograd

*intensitatea metamorfismului corpurilor de roci metamorfice scade progresiv;

*de exemplu, dacă corpurilor de roci mezo- și catametamorfice formate la adâncimi mari, prin exondare ajung spre suprafață, în condiții de temperatură-presiune mai joase, atunci acestea suferă un metamorfism de intensitate mai scăzută.

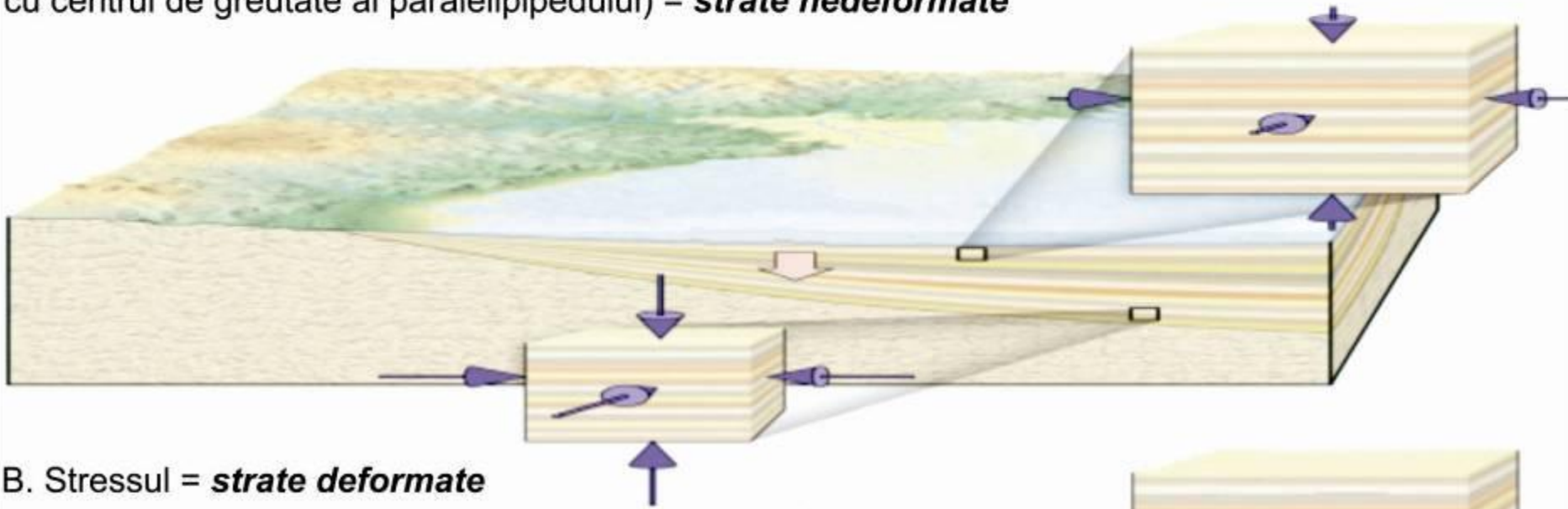


2.2. Presiunea

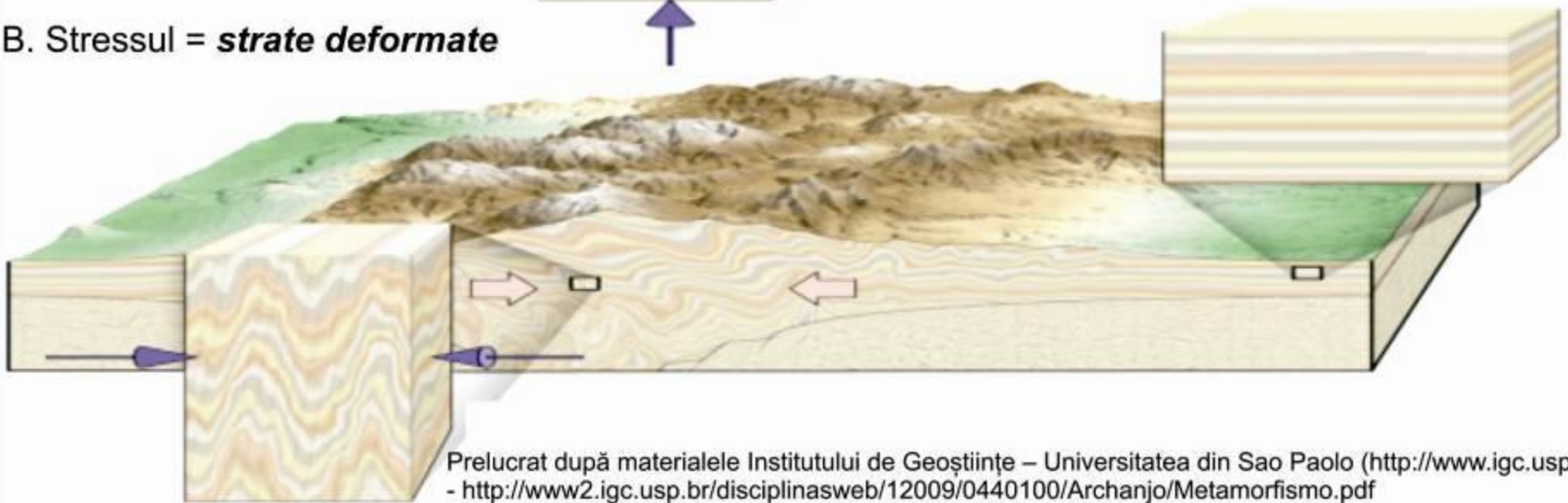
- **presiunea litostatică** – este unul dintre factorii cu acțiune generală și constant crescătoare cu adâncimea, datorat coloanei de roci situată deasupra. Această presiune este similară *presiunii hidrostatice*, în sensul că este *nedeformațională*, acționând pe orizontală cu valori egale în toate direcțiile, astfel încât produce tasarea depozitelor, dar nu le deformează. Creșterea ei cu adâncimea reduce porozitatea depozitelor;

- **presiunea orientată** (*stressul*) - este prin excelență *deformațională*, deoarece acționează preferențial, pe o anumită direcție. Pentru adaptarea la stress, rocile fie că sunt fragmentate, fenomen numit **cataclazare** (rocile rezultate se numesc **cataclazite**), fie că determină reorientarea mineralelor pe direcții perpendiculare cu direcția de acțiune a stress-ului. Acest proces conduce la **apariția șistozității**, caracteristica principală a rocilor afectate de metamorfismul regional. Acestea sunt cunoscute sub denumirea generică de **șisturi cristaline**.

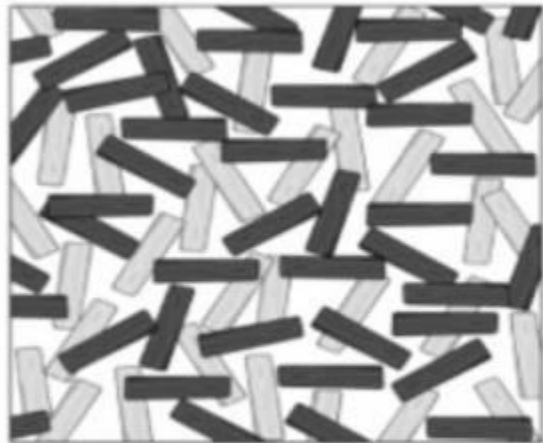
A. Componentele verticale și orizontale ale presiunii rezultante care acționează asupra paralelipedului sunt egale și de semn contrar (originea sistemului de referință coincide cu centrul de greutate al paralelipedului) = **strate nedeformate**



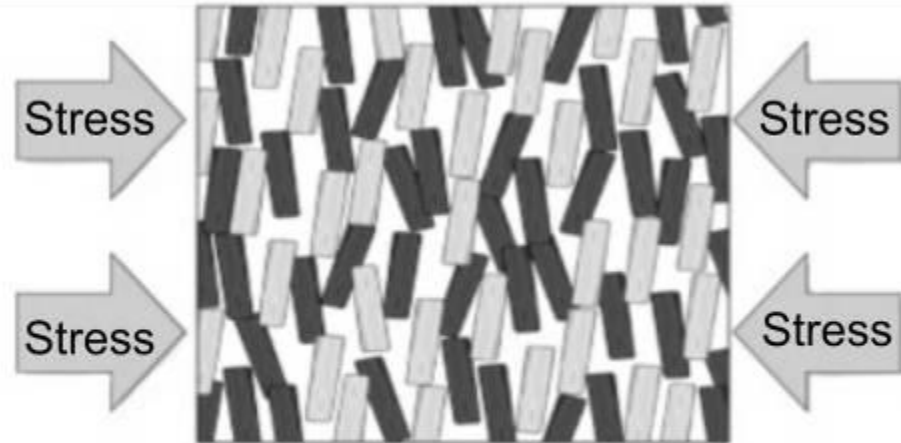
B. Stressul = **strate deformate**



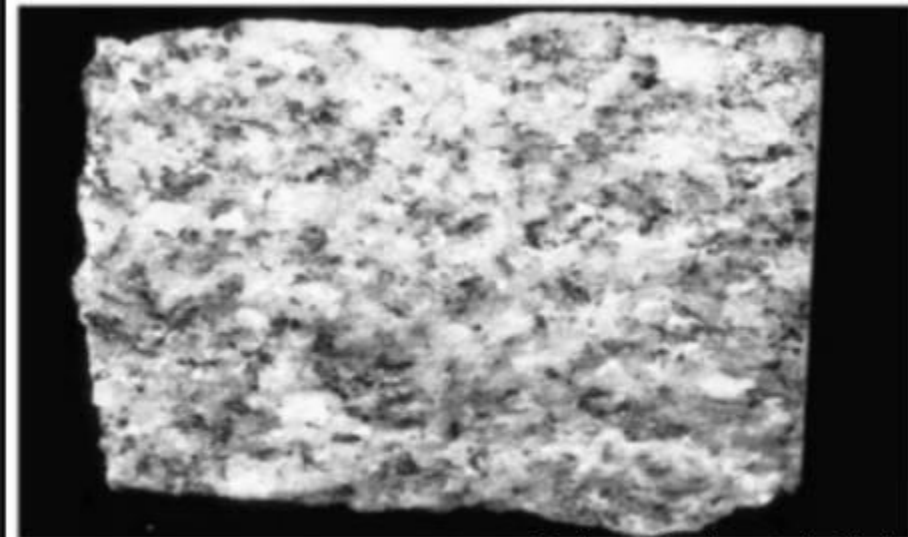
Formarea foliației în raport cu direcția de acțiune a stressului



A. Structura protolitului



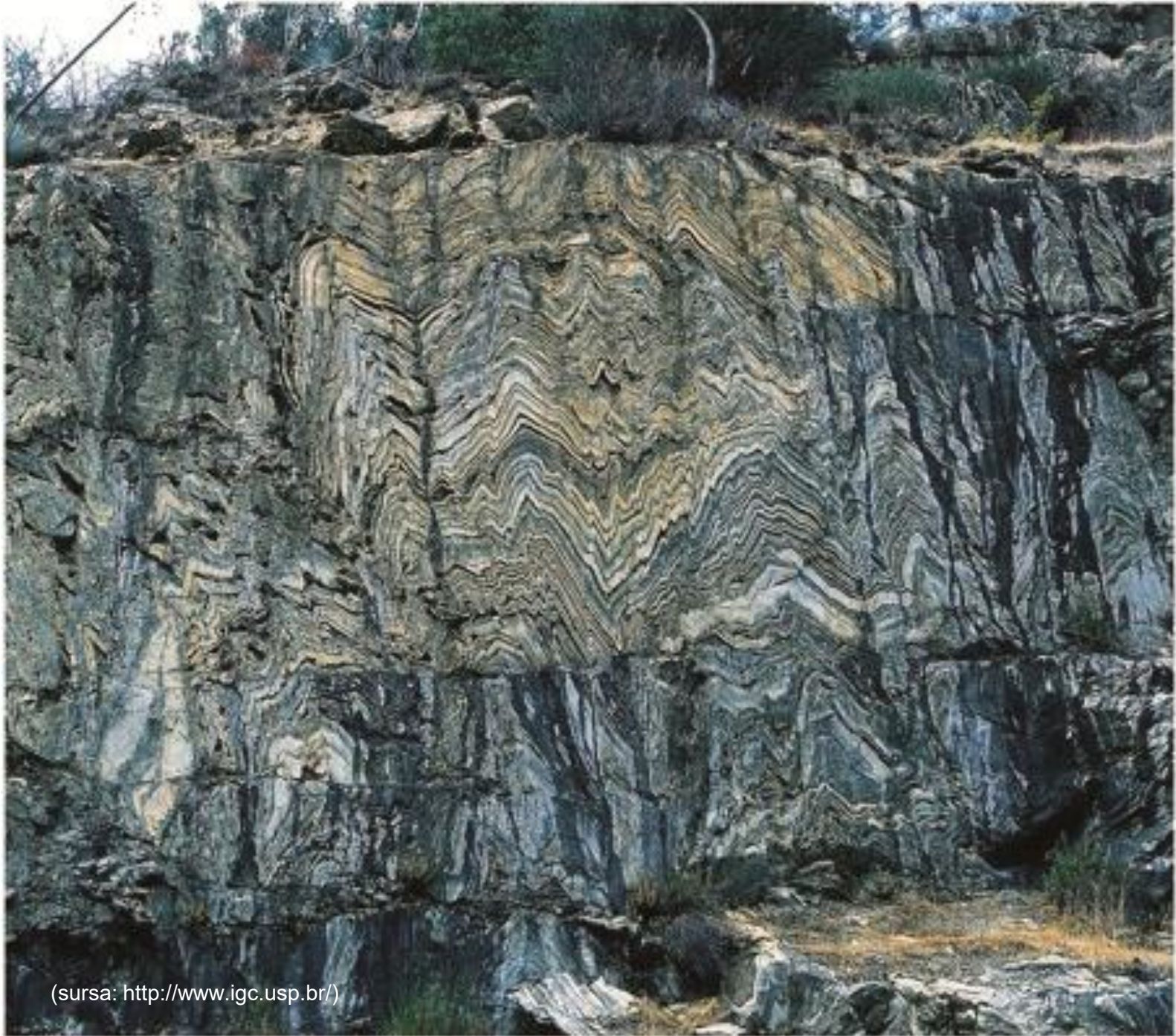
B. Structura metamorfitei



Cutarea și poziția planelor axiale a cutelor în raport cu direcția de acțiune a stressului



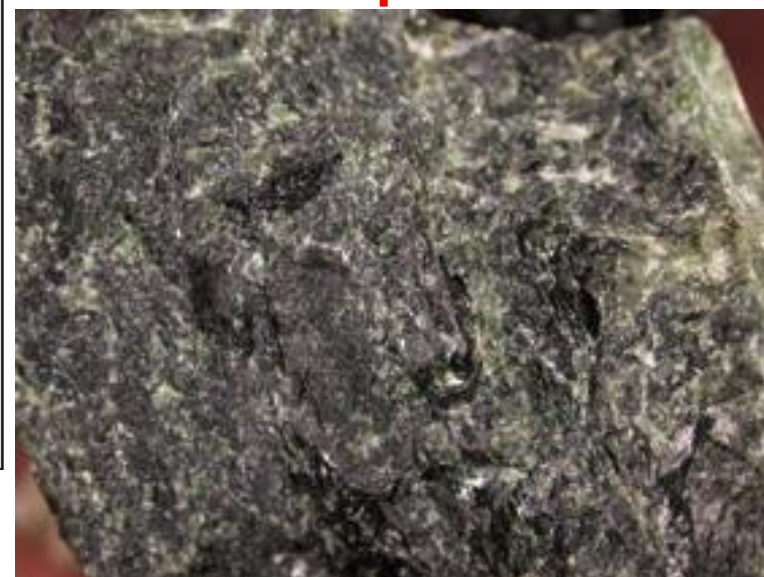
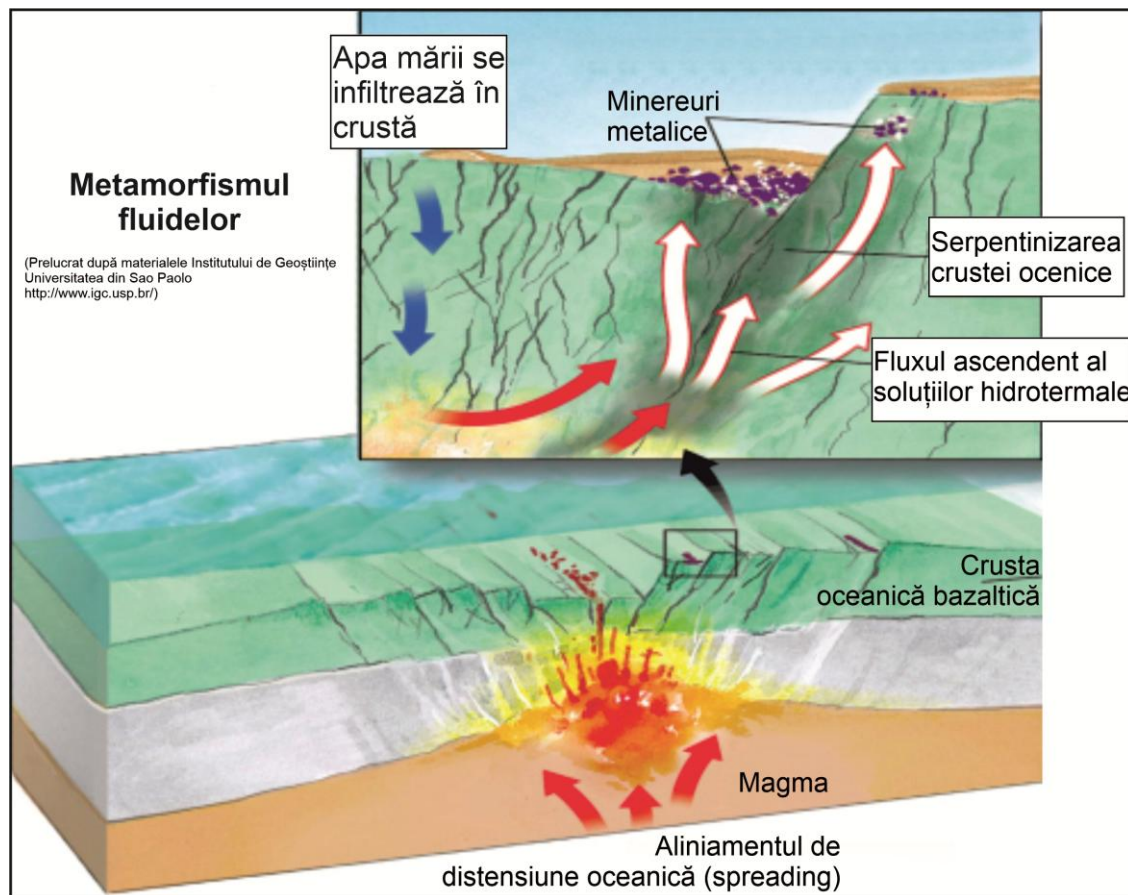
(sursa: <http://www.igc.usp.br/>)



(sursa: <http://www.igc.usp.br/>)

2.3. Fluidele (în stare lichidă și gazoasă)

- reprezintă vectorii care asigură “migrația” componentelor chimici în corpurile de roci
- catalizează reacțiile chimice, crescând viteza de transformare a rocilor
- factor de transformare chimică și mineralogică (de ex. “alterarea hidrotermală”)



3. Intensitatea metamorfismului

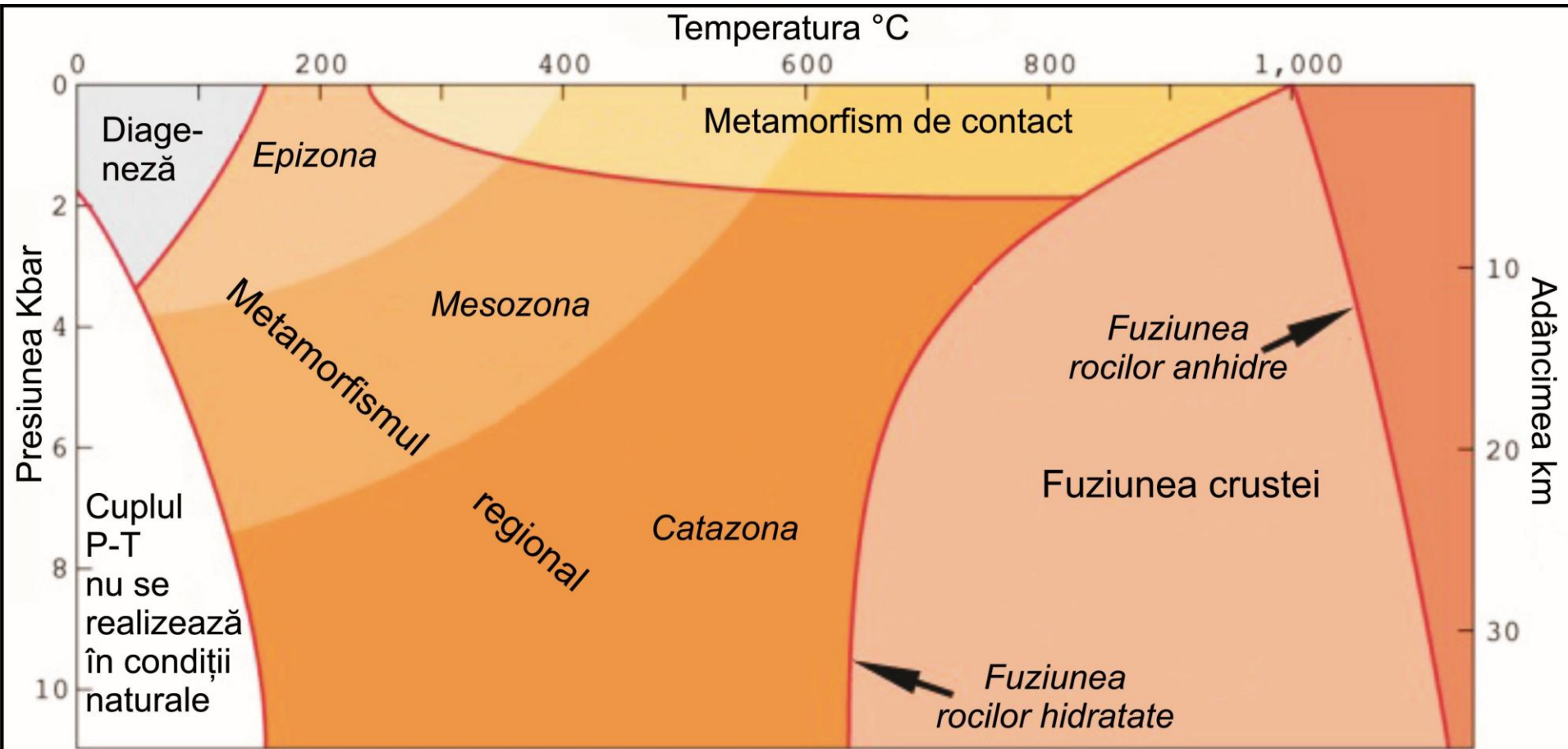
a. Temperaturile la care au loc procesele metamorfice sunt cuprinse între 200°C și 1000°C. Temperaturile sub 200°C caracterizează procesele de diagenază, la 200°C observându-se primele transformări în argile, iar la peste 1000°C, aproape de *anatexie*, începe topirea rocilor anhidre. În funcție de valoarea temperaturii, între limitele de variabilitate, pot fi delimitate patru trepte (*grade*) de metamorfism:

- **scăzut**, (**anchimetamorfism**) între 200°C - 400°C – filite, șisturi;
- **mediu** între 400 C și 600°C – șisturi, micașisturi;
- **înalt** peste 600°C - șisturi, amfibolite, gnaise;
- **foarte înalt** (**ultramorfism**), în domeniul **anatectic** (**topirea selectivă a rocilor în scoarța continentală – se formează magme anatectice**).

b. Presiunile la care se desfășoară metamorfismul sunt cuprinse, între valori de la câțiva bari (1 bar = 0,98 atm) în apropiere de suprafața Pământului până la aproximativ 10 Kilobari (9800 atm), la adâncimi de aproximativ 35 km. Din punct de vedere al condițiilor barice se disting trei tipuri de metamorfism:

- **scăzut**, până la 4 Kilobari, când au loc recristalizări slabe, se formează filite;
- **mediu**, de 4-7 Kilobari, cu recristalizări puternice;
- **de presiune înaltă și foarte înaltă**, peste 7 kilobari, când se formează gnaise, granito-gnaise (cu textură gnaisică) etc.

CLASIFICAREA DOMENIILOR DE METAMORFISM ȘI ROCILOR METAMORFICE ÎN FUNCȚIE DE CUPLUL T-P



Prelucrat după materialele Institutului de Geostiințe – Universitatea din Sao Paulo (<http://www.igc.usp.br/>) - <http://www2.igc.usp.br/disciplinasweb/12009/0440100/Archanjo/Metamorfismo.pdf>

Acțiunea cuplului temperatură-presiune în metamorfismul dinamo-termic

Zona de adâncime	Temperaturi [°C]	Presiune litostatică	Stressul	Tipuri de roci
Epizona	200 - 400	slabă	puternic	Filite Șisturi Cuarțite
Mezozona	400 – 600	medie	slab	Șisturi Micașisturi Amfibolite Marmure
Catazona	600 – pct. de fuziune al rocilor	puternică	slab / f. slab	Gnaise Roci cuarțo-feldspatice Amfibolite Marmure

4. Transformările

și

modificațiile metamorfice

4.1. Modificațiile metamorfice

- **recristalizare simplă** - în primul caz prezentat mai sus se modifică numai structura, producându-se, de exemplu, o trecere de la o structură izotropă la alta anizotropă sau de la o granulație mai mică la una mai mare și invers. Întrucât în cadrul acestui metamorfism nu au loc schimbări mineralogice (izomineral) ori de chimism (izochimic) acesta este cunoscut ca „*recristalizare*” simplă; un exemplu în acest sens îl constituie transformarea unui *calcar recifal*, prin acțiunea presiunii și temperaturii ridicate în **calcar cristalin** (*marmură*);
- **metamorfismul izochimic** - dacă structura și compoziția minerală a protolitului sunt modificate, dar chimismul global rămâne același, cazul cel mai frecvent de metamorfism din natură, acesta este un *metamorfism izochimic*. Un astfel de metamorfism poate fi exemplificat prin trecerea unei **marne** prin metamorfism izochimic, în **amfibolit**;
- **metamorfism metasomatic** sau **alochimic** – se modifică chimismului global într-un sistem mineral solid prin *metasomatoză* (proces de substituție ale unor minerale preexistente cu altele, prin intermediul unor fluide lichide sau gazoase), de unde și numele de *metamorfism metasomatic* sau *alochimic*; de ex. formarea **skarnelor**.

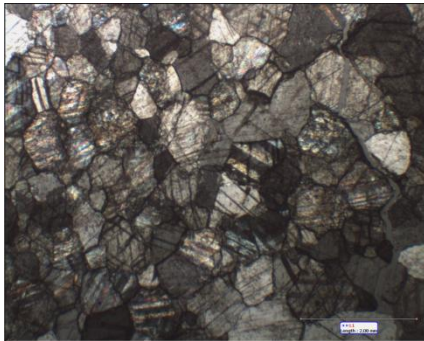
4.2. Procese și efecte metamorfice în funcție de acțiunea cuplului temperatură-presiune

a. Metamorfism termobaric static în care presiunea orientată este neglijabilă, și constă în special din procesul de blasteză (creșterea cristalelor în stare solidă);

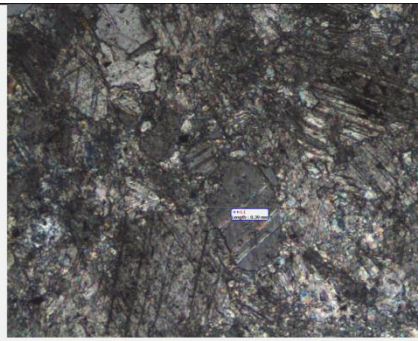
b. Metamorfism blasto-cinematic (metamorfism sincinematic) în care toți cei trei factori acționează simultan și se formează șisturile cristaline tipice, al căror caracter principal îl constituie șistozitatea;

c. Metamorfism cinematic (deformațional) acționează cu precădere presiunea orientată și se formează milonitele, prin procesul de cataclazare.

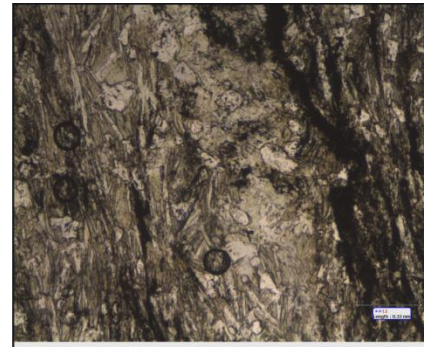
d. Metamorfism metasomatic determinat de prezența soluțiilor lichide sau gazoase din masa solidă a rocilor (fisuri, spații intergranulare, pori) care pot produce simultan dizolvări sau precipitări modificând chimismul global al rocii fără a perturba starea solidă a rocii. Acest proces numit de metasomatoză produce: feldspatizări, dolomitizări, albitizări etc.



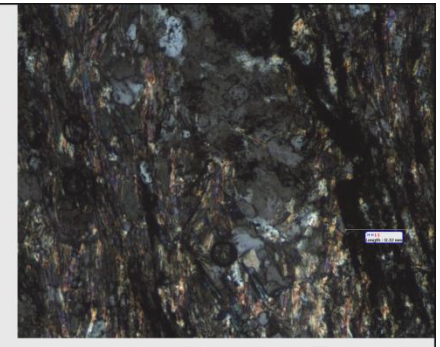
Calcar cristalin (3,2x; N+)



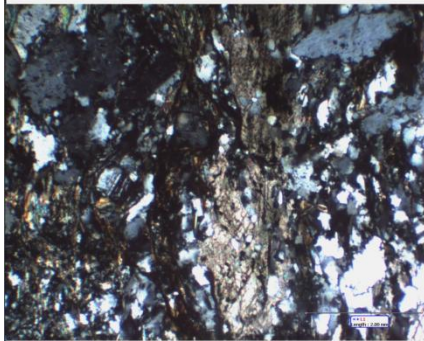
Calcar cristalin (10x, N+)



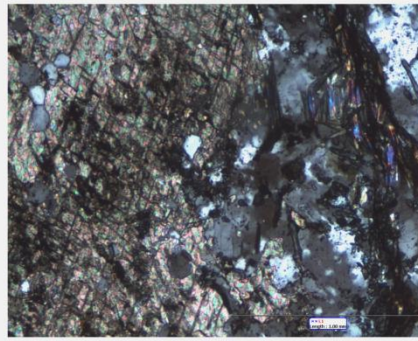
Șist cuațitic sericito-grafitos (10x; N-)



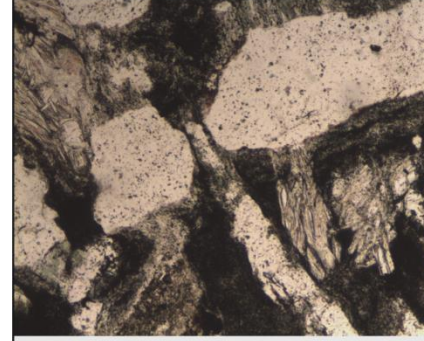
Șist cuațitic sericito-grafitos (10x; N+)



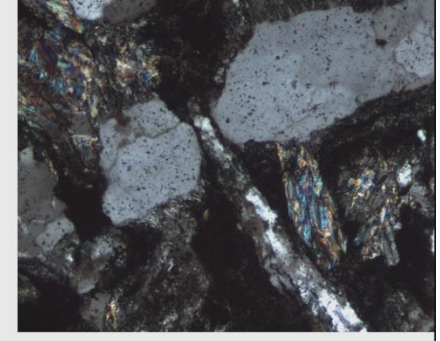
Șist calcaros (3,2x; N+)



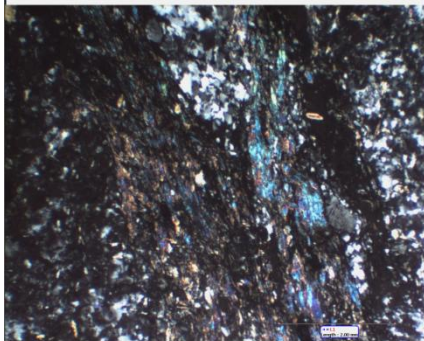
Șist calcaros (10x; N+)



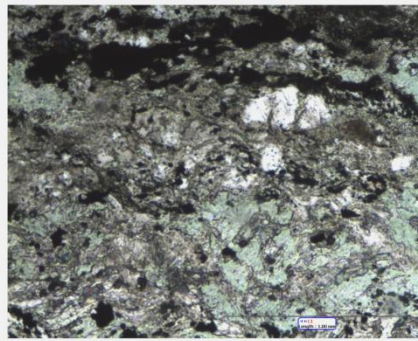
Șist cuațitic grafito-seritos (10x; N-)



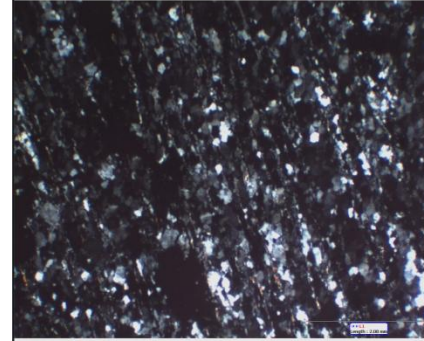
Șist cuațitic grafito-sericitos (10x; N+)



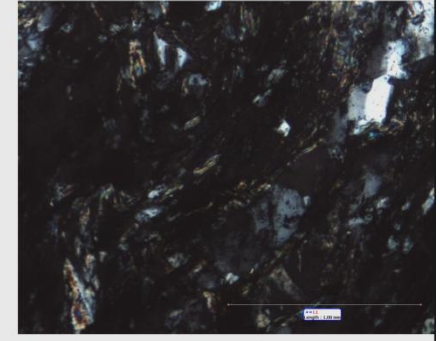
Șist cuarțito-sericitos (3,2x; N+)



Șist clorito-sericitos (3,2x; N+)



Cuarțit (3,2x; N+)



Cuarțit grafito-sericitos (10x, N+)

Roci epimetamorfice din Grupul de Tulgheș (Carpații Orientali)

5. Noțiunile de:

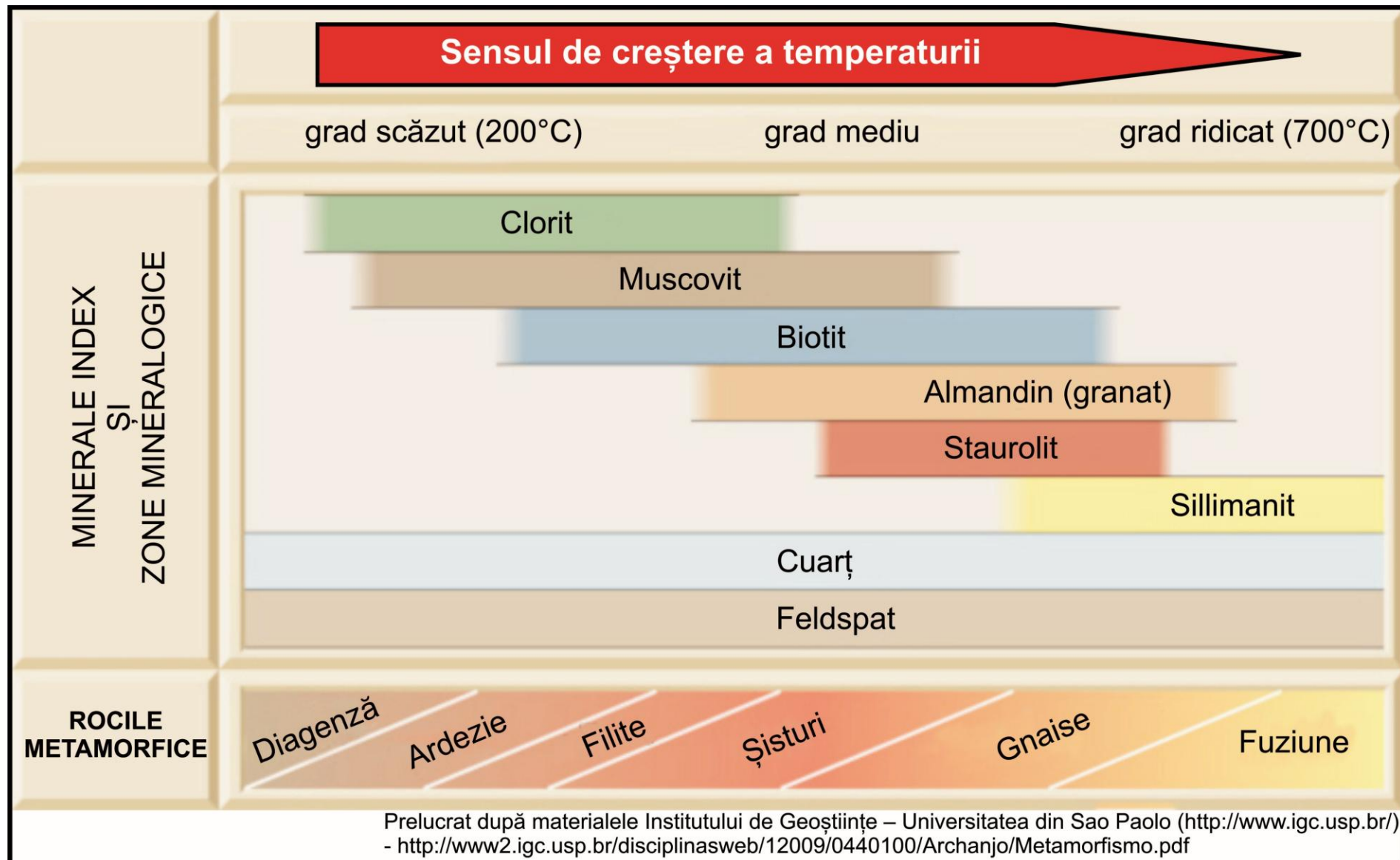
- izograd

- zonă mineralogică

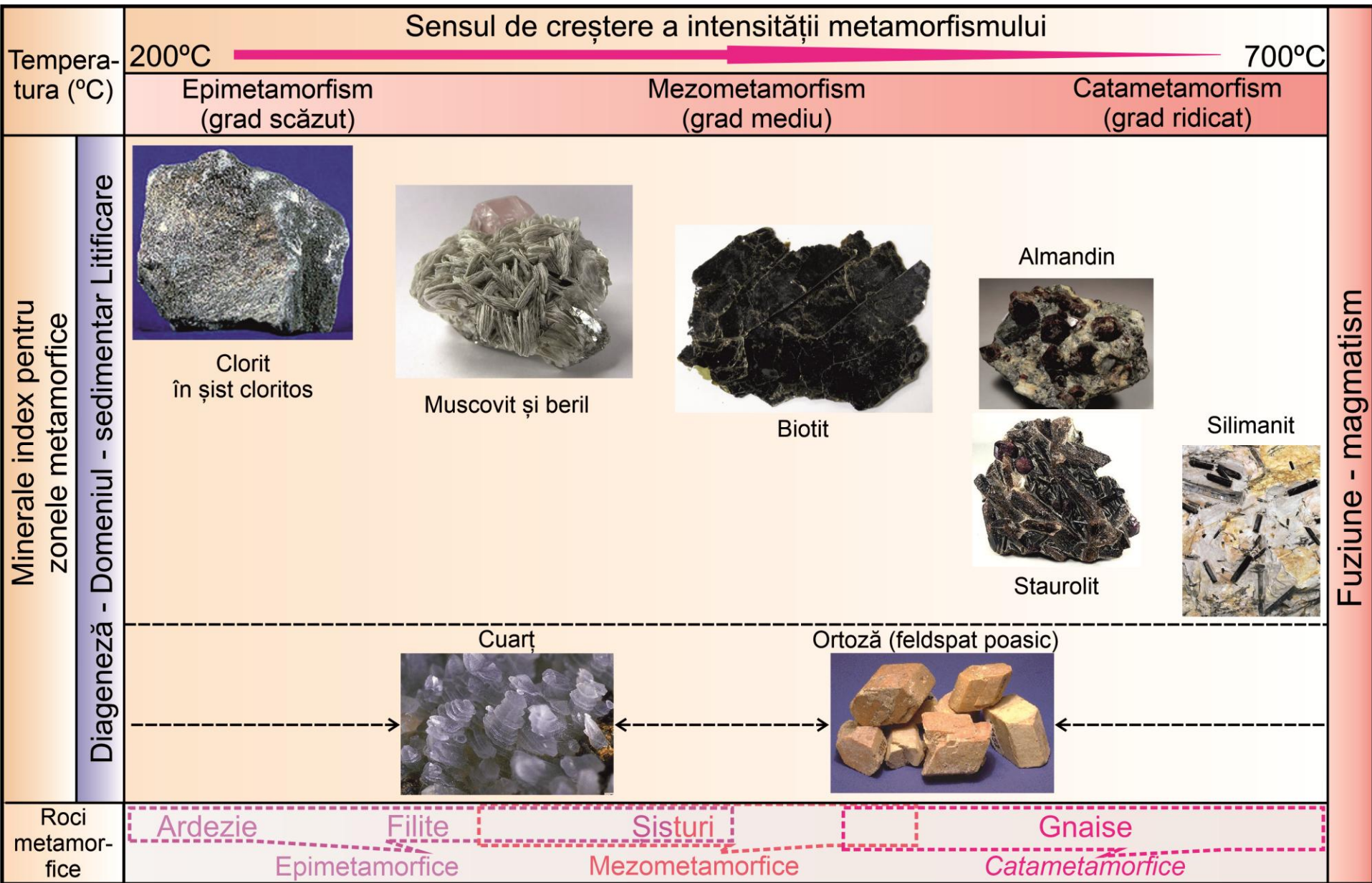
- facies metamorfic

5.1. Izograd și 5.2. Zona mineralogică

G. Barrow (1983) – studiază metamorfismul regional progresiv într-un complex pelitic



Mineralele indicatoare (index) pentru zone mineralogice și intensitatea metamorfismului



Fuziune - magmatism

Asociații litologice corespunzătoare zonelor mineralogice

Zona cu clorit	Filite Șisturi clorito-sericitoase Șisturi clorito-sericitoase cu albit Șisturi cu cloritoid
Zona cu biotit	Șisturi cu biotit Șisturi cu sericit și biotit Șisturi cu clorit și biotit Șisturi cu albit și biotit
Zona cu almandin	Micașisturi cu granat Micașisturi cu granat și albit Micașisturi cu grafit
Zonele cu disten, staurolit și sillimanit	Șisturi cuarțo-feldspatice Ortoгнаise Paragnaise

5.3. Faciesurile metamorfice

Asociațiile de roci formate sub controlul aceluiași factori de control (presiune, temperatură, fluidele), caracterizate de asociații minerale diagnostic specifice, alcătuiesc faciesurile metamorfice.

De exemplu:

- la temperaturi și presiuni scăzute și medii se formează faciesul șisturilor verzi;
- la temperaturi medii și presiuni ridicate se formează faciesul amfibolitic;
- la temperaturi ridicate (prin contact termic cu roci plutonice fierbinți) și presiuni scăzute se formează faciesul corneenelor.

Pe baza conținutului mineralogic se stabilește faciesul și implicit condițiile de formare a rocilor metamorfice.

6. Structura și foliația rocilor metamorfice

Structura: Recristalizarea în stare solidă se numește **blasteză**, iar **structurile** rezultate se numesc **cristaloblastice**. După forma cristalelor și raportul dintre ele se disting:

- **structuri granoblastice** – rocile sunt alcătuite din granule echidimensionale, în care predomină cele izometrice, de ex. marmura, corneenele *etc.*;
- **structuri lepidoblastice** (lepidos = solz) – rocile sunt formate din cristale lamelare (foiase, tabulare) dispuse în pachete paralele, asemănătoare solzilor de pește; structura este tipică pentru micașisturi;
- **structuri nematoblastice** - rocile sunt formate din cristale prismatice alungite și sunt orientate liniar-parale (amfibolite);
- **structuri porfiroblastice** – dimensiuni eterogene ale granulelor/mineralelor;

Foliația (Textura) - modul de distribuție în spațiu a mineralelor:

- **sistoasă**, constituită din minerale foioase aranjate după plane paralele așa cum se întâlnește de ex. la micașisturi;
- **gnaisică** – în cazul rocilor cuarțo-feldaspatice de tipul gnaiselor: oculare, rubanate, liniare;
- **masivă** - minerale nu au o orientare preferențială, de ex. cuarțitele.

7. Tipurile de metamorfism

și

produsele acestora

(rocile metamorfice)

7.1. M. regional

Factorii: P și T se manifestă în întreaga gamă de valori, până la cele ce determină fuziunea rocilor, de regulă în sistem închis; acționează în special stressul și într-o mai mică măsură presiunea litostatică;

Condiții geologice: în regiunile de convergență a plăcilor, acolo unde are loc cutarea formațiunilor geologice;

Distribuție: de regulă în arii alungite, paralele cu zonele de subducție și de sutură a plăcilor;

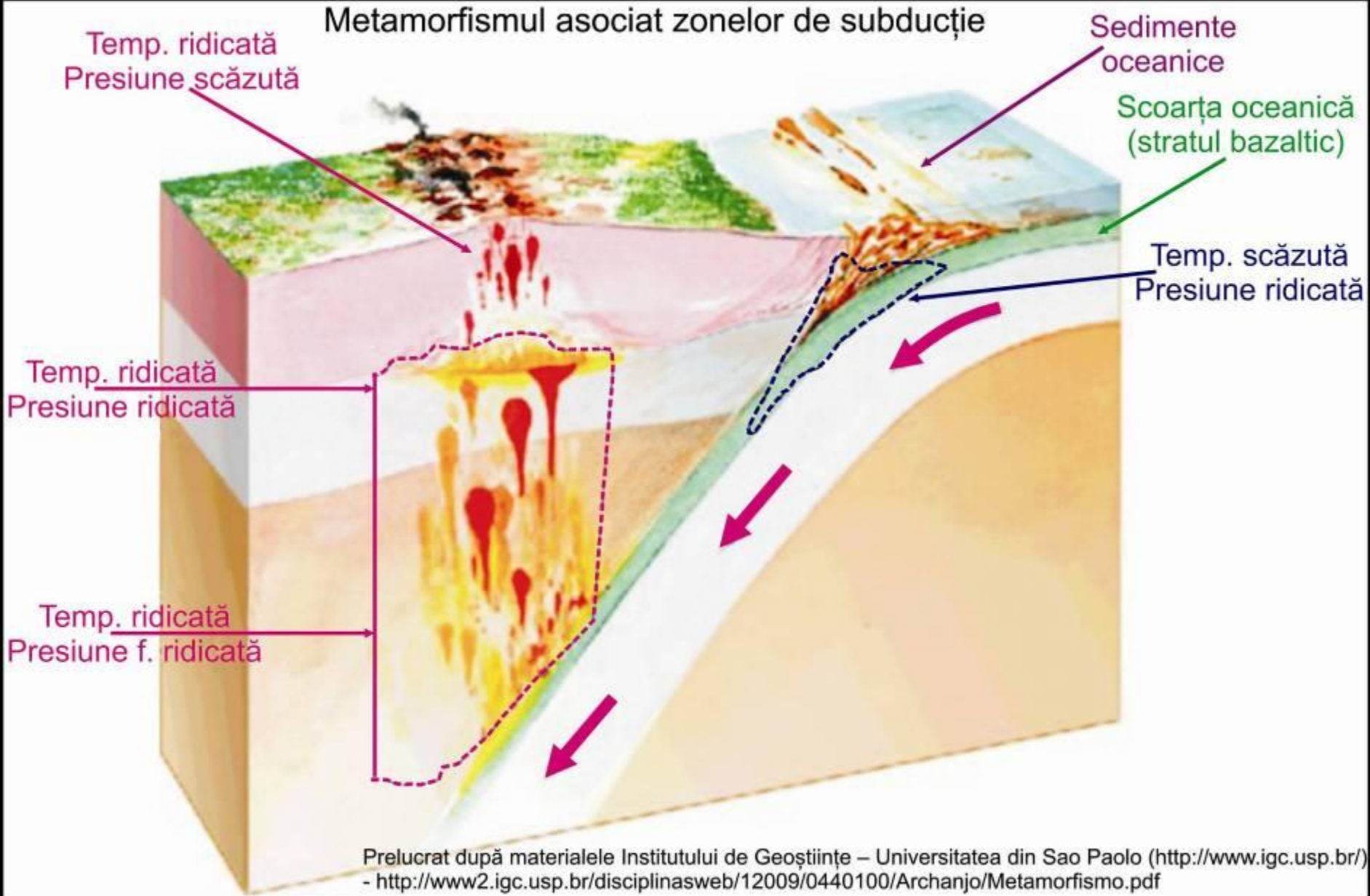
Caractere petrografice: roci foarte variate constituite din neformațiuni, cu șistozitate pronunțată, cu o distribuție petrografică zonală;

Metamorfimul regional este divizat în trei subtipuri, în corelație cu adâncimile la care se manifestă:

Acțiunea cuplului temperatură-presiune în metamorfismul dinamo-termic

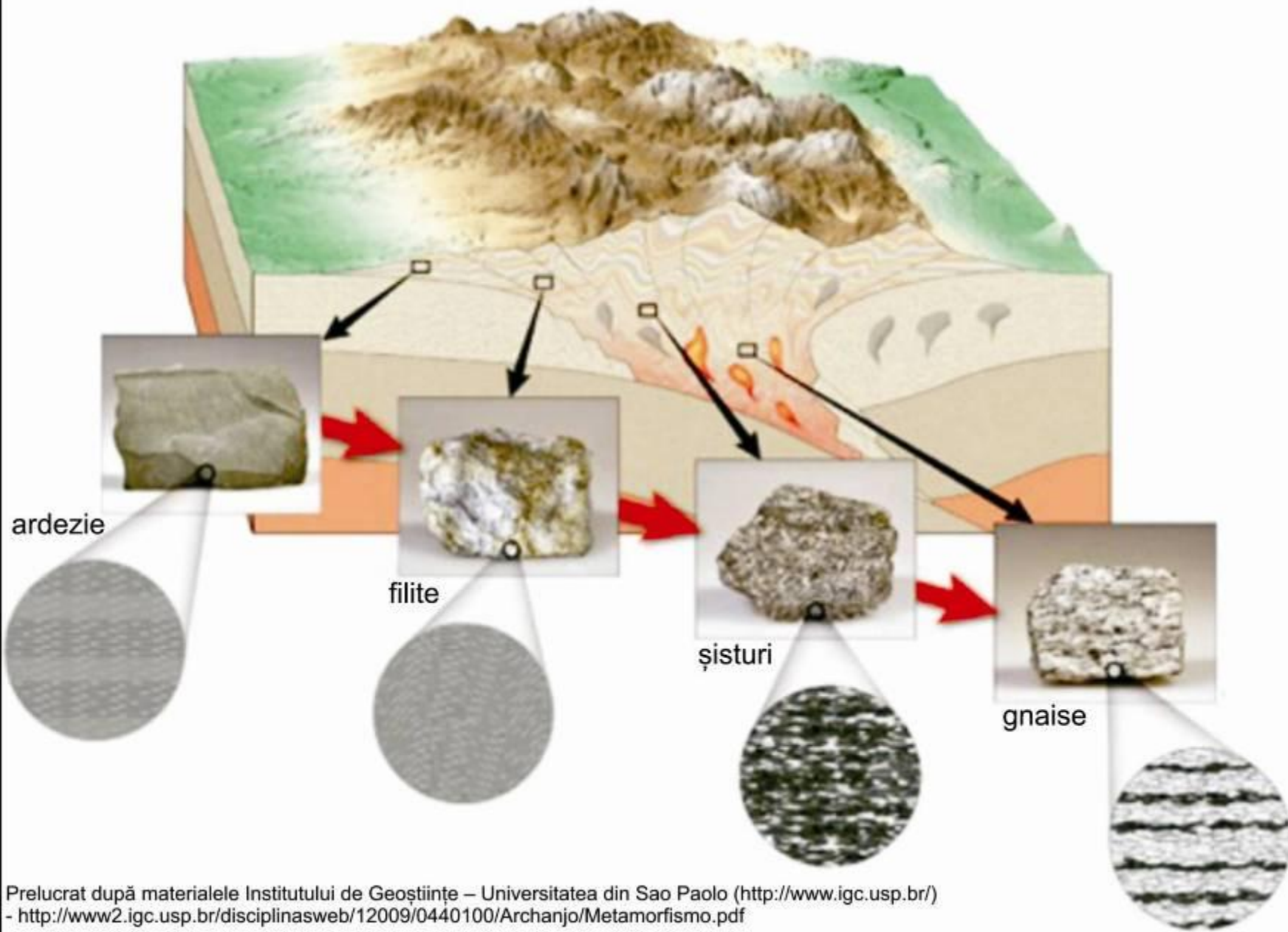
Zona de adâncime	Temperaturi [°C]	Presiune litostatică	Stressul	Tipuri de roci
Epizona	200 - 400	slabă	puternic	Filite și șisturi
Mezozona	400 – 600	medie	slab	Micașisturi Amfibolite Marmure Cuarțite
Catazona	600 – pct. de fuziune al rocilor	puternică	slab / f. slab	Gnaise Roci cuarțo-feldspatice

Metamorfismul asociat zonelor de subducție



Prelucrat după materialele Institutului de Geștiințe – Universitatea din Sao Paulo (<http://www.igc.usp.br/>)
- <http://www2.igc.usp.br/disciplinasweb/12009/0440100/Archanjo/Metamorfismo.pdf>

Metamorfozarea rocilor sedimentare pelitice în domeniile de convergență (zonele de subducție)



7.2. M. fundurilor oceanice

Factori: T și soluțiile hidrotermale cu un caracter sodic; sistemul este deschis;

Condiții geologice: în imediata apropiere a rifturilor oceanice;

Distribuție: datorită expansiunii fundului oceanic, deși generate lângă rift, produsele ajung să aibă o largă dezvoltare cvasitabulară în întreg bazinul oceanic;

Caractere petrografice: roci cu caracter bazic, neșistoase (masive), conținând adesea albit și minerale hidratate: *serpentinitele*, *metabazaltele*, *metagabrourele*.

7.3. M. cataclastic

Factori: stressul și cu totul accidental T, acționând în sistem închis;

Condiții geologice: în apropierea faliilor cu deplasări importante;

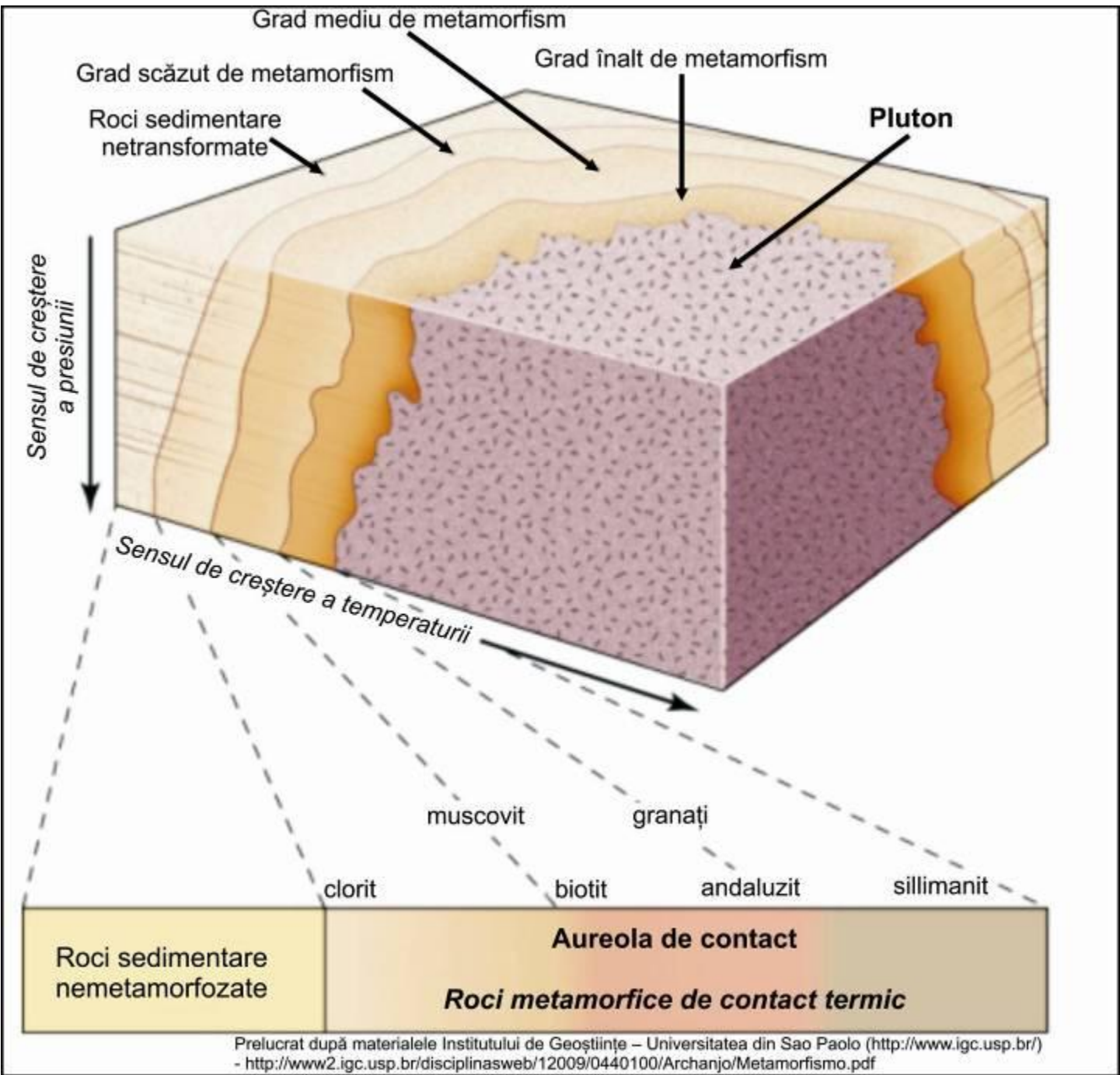
Distribuție: corpuri tabulare, subțiri, care urmăresc planul de falie;

Caractere petrografice: simpla zdrobire a mineralelor preexistente și crearea unei puternice șistozități și neoformații de minerale lamelare; roci puțin coerente; roci cataclastice necoezive, milonite, gnaise milonitice.

7.4. M. de contact

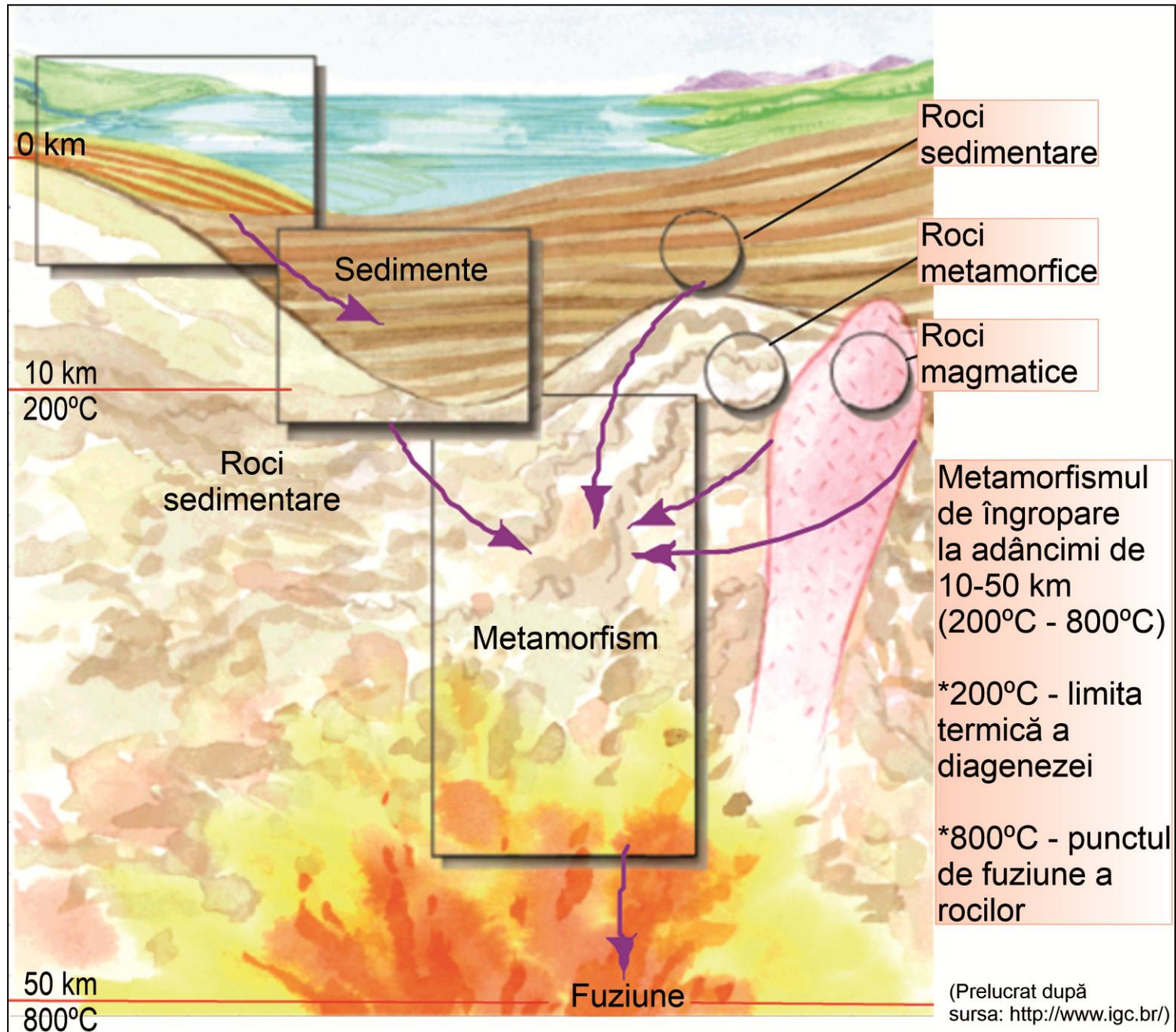
- Termic (*corneene*)

- Pirometasomatic (*skarne*)



Prelucrat după materialele Institutului de Geosciințe – Universitatea din Sao Paulo (<http://www.igc.usp.br/>)
 - <http://www2.igc.usp.br/disciplinasweb/12009/0440100/Archanjo/Metamorfismo.pdf>

7.5. Metamorfismul de îngropare



8. Tipuri de roci metamorfice

Asociații litologice corespunzătoare zonelor mineralogice

Zona cu clorit	Filite Șisturi clorito-sericitoase Șisturi clorito-sericitoase cu albit Șisturi grafitoase Șisturi cu cloritoid
Zona cu muscovit și biotit	Micașisturi muscovitice (șisturi cu muscovit) Șisturi verzi Șisturi cu sericit și biotit Șisturi cu clorit și biotit Șisturi cu albit și biotit Micașisturi biotitice (șisturi cu biotit)
Zona cu granat	Micașisturi cu granat Micașisturi cu granat și albit Micașisturi cu grafit
Zonele cu disten, staurolit și sillimanit	Șisturi cuarțo-feldspatice Orognaise Parognaise

Zona de adâncime	Temperaturi [°C]	Presiune litostatică	Stressul	Tipuri de roci
Epizona	200 - 400	slabă	puternic	Filite și șisturi
Mezozona	400 – 600	medie	slab	Micașisturi Amfibolite Marmure Cuarțite
Catazona	600 - 700	puternică	slab / f. slab	Gnaise Roci cuarțo-feldspatice

**CORPURI DE ROCI METAMORFICE
ȘI
RELIEFURI FORMATE PE ACESTEA**

MUNȚII FĂGĂRAȘI

Relief format pe corpurile de rocile metamorfice ale grupului de Șerbota



Bâlea Lac
(2034 m)

Versanți formați pe șisturi cristaline



Șisturi retromorfe
și roci gnaisice

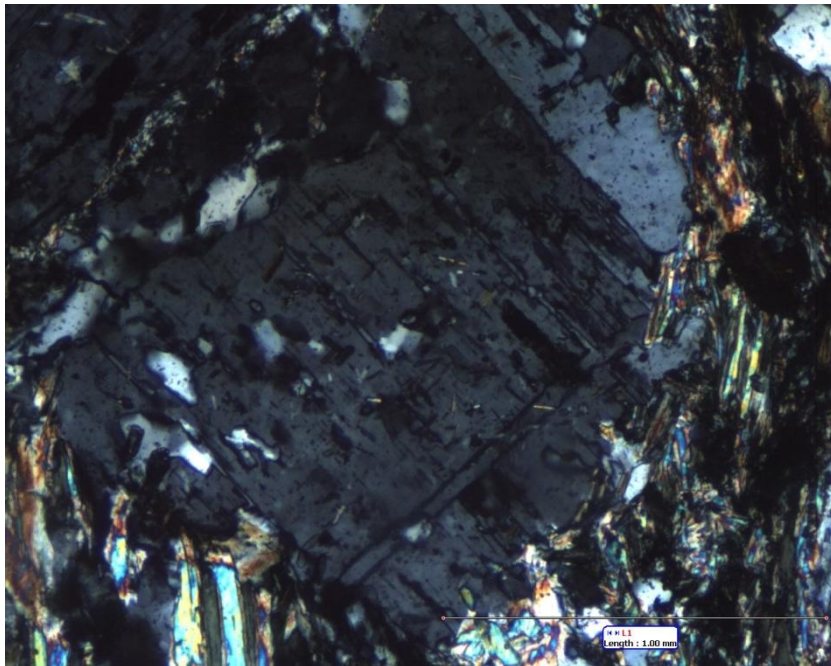
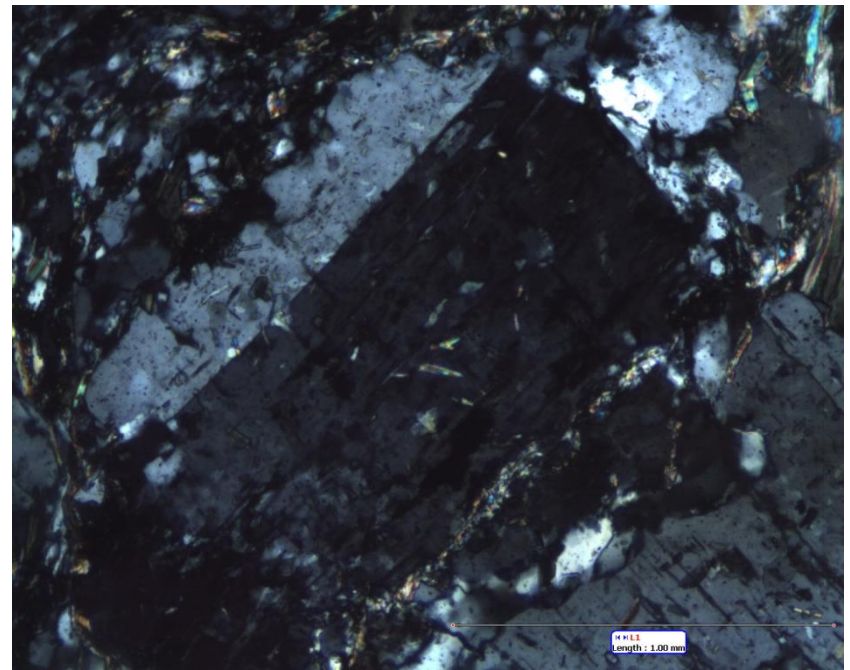
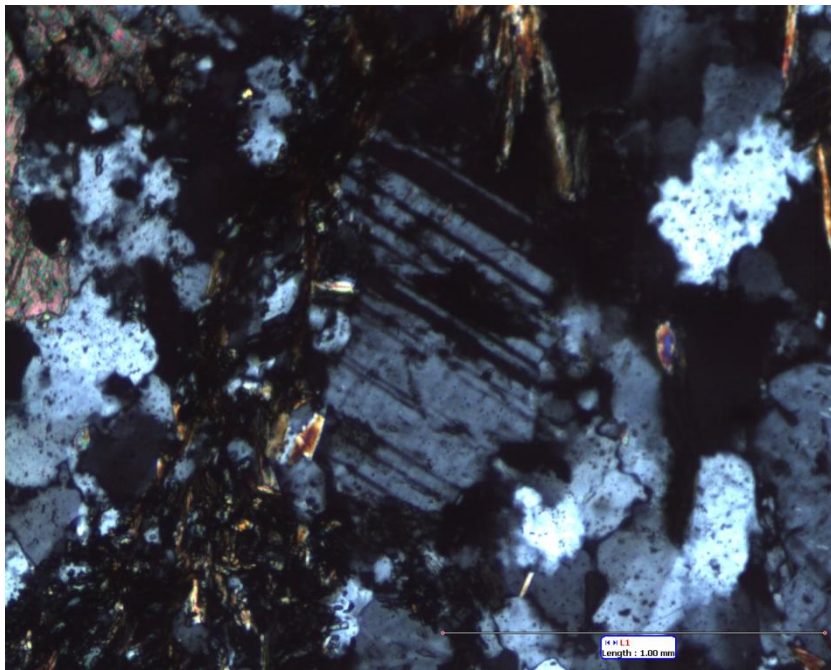




Șisturi retromorfe
(șisturi clorito-sericitoase)

Roci cuarțo-feldspatice pe Transfăgărășan

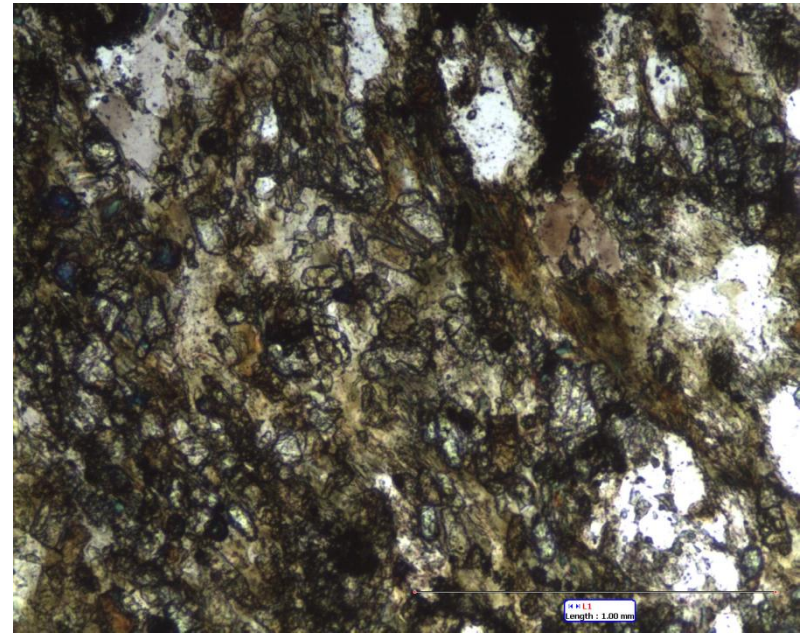
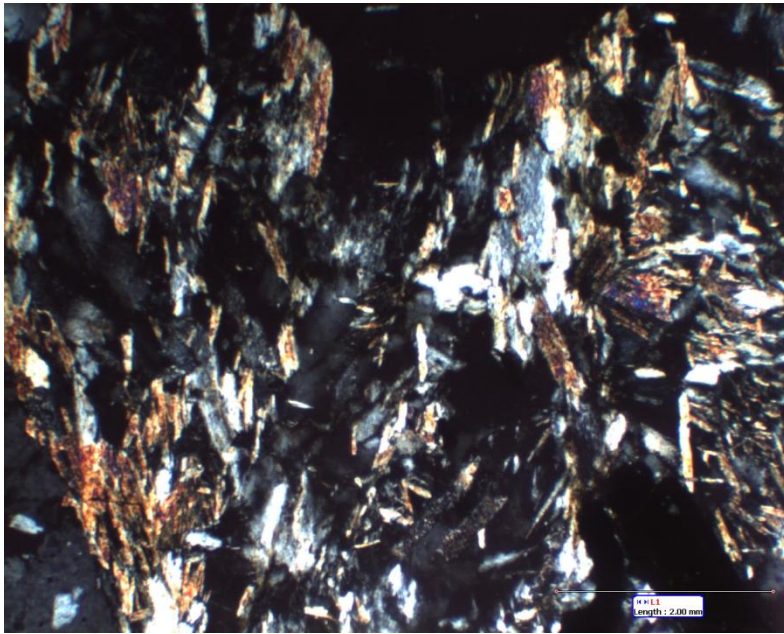




**Roci metamorfice
cuarțo-feldspatice micacee**

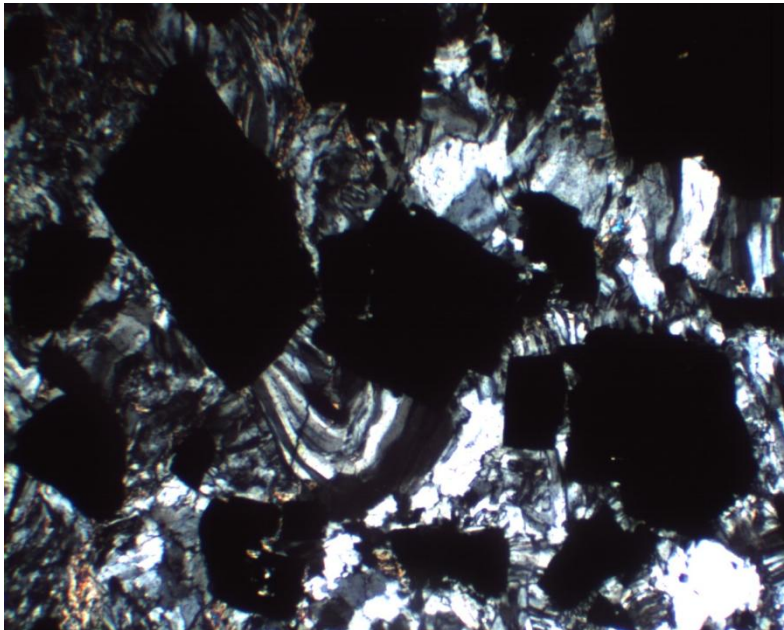
Șisturi cristaline pe Transfăgărașan





Micașist

Amfibolit



**Rocă porfirogenă, cataclazată
cu pirită**

Morfogeneză epiclastică în substrat metamorfic
(*blocuri alcătuite din șisturi retromorfe și roci cuarțo feldspatice, transport gravitațional*)



PARCUL NAȚIONAL KINGS CANYON, Sierra Nevada, California

Canionul Kings sculptat în corpuri de roci magmatice plutonice și vulcanice și corpuri de roci metamorfice



2017 08 17



2017 08 17



2017 08 17





2017 08 17

VALEA ZILLER, Alpii Orientali (tirolezi), Austria

Valea Ziller



2016 08 14



2016 08 14



2016 08 14

SCHÜRZEN
MÄRK



Relief format pe substrat metamorfic prehercinic

2016 08 14



Calcare cristalline

2016 08 14



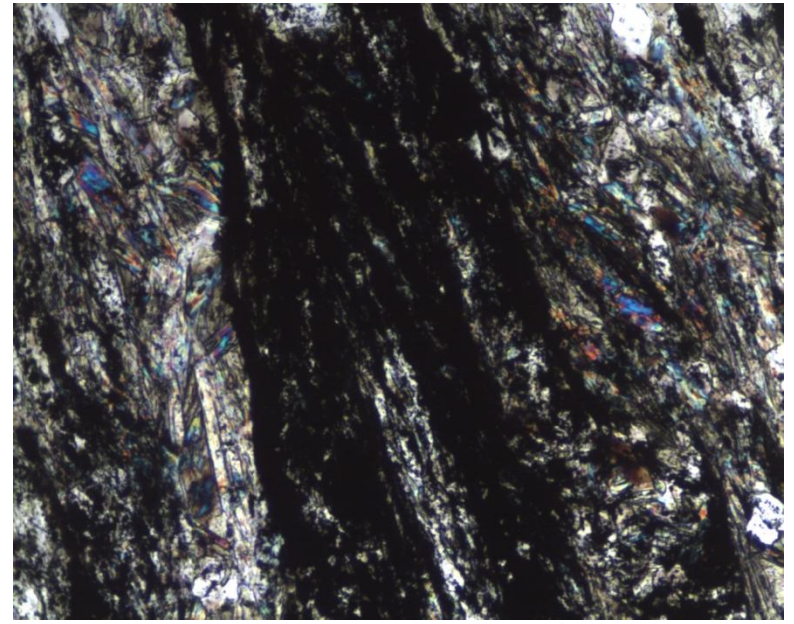
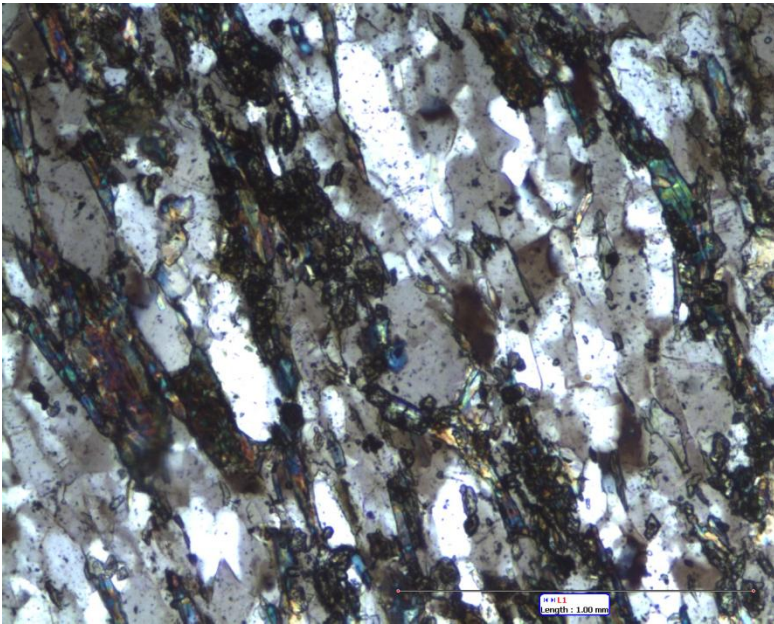
Calcar cristalin
epizonal

2016 08 14



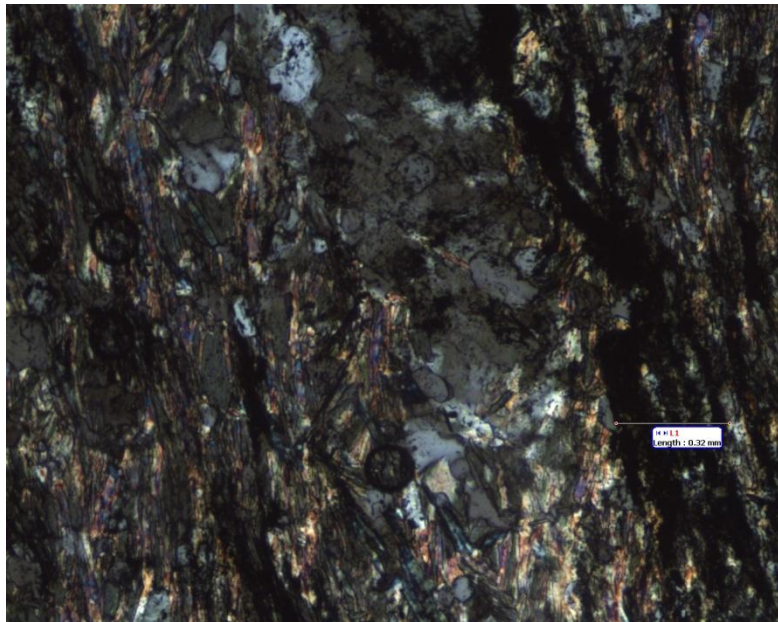
Șisturi cuarțitice
sericito-coritoase ± grafit

2016 08 14



Şist cuarţitic sericitos

Şist cuarţitic grafito-sericitos



Micaşist cuarţitic




Rocă profirogenă,
sericito-cloritoasă

2016 08 14

A photograph of a rocky mountain slope. The foreground and middle ground are dominated by large, light-colored, layered rock formations, likely gneiss, interspersed with patches of green grass and small shrubs. The background shows a dense forest of evergreen trees, and further back, a valley with a small building and a road is visible under a clear sky.

Roci gnaise

2016 08 14



Circuri glaciare

Șisturi cristaline

2016 08 14

Morfogeneza epiclastică la altitudini mari

Transportul depozitelor epiclastice (pânze de grohotiș) este grafitățional

Detaliu - circuri glaciare

2016 08 14






Peisaj sculptat pe substrat
metamorfic la 2900 m

2016 08 14



Roci metamorfice la
2900 m

2016 08 14



Peisaj contemplat de
la 2000 m

2016 08 14

Amenajare versanților (parapeți) antiavalanșe



2016 08 14



2016 08 14

MONT BLANC, Courmayeur (1224), Italia

Valea d'Aosta



18 08 2019



COURMAYEUR

18 08 2019



18 08 2019

La al-2-lea tronson spre Mont Blanc (3466 m)



18 08 2019

- *Ghețari alpini
- *Eroziune glaciară
- *Transport material epiclastic: ghețari/gravitațional
- *Văi glaciare



18 08 2019



18 08 2019



18 08 2019

Morfogeneză alpină



18 08 2019



18 08 2019




18 08 2019

Mont Blanc (4810 m)



18 08 2019



Ghetar sub
Mont Blanc

18 08 2019

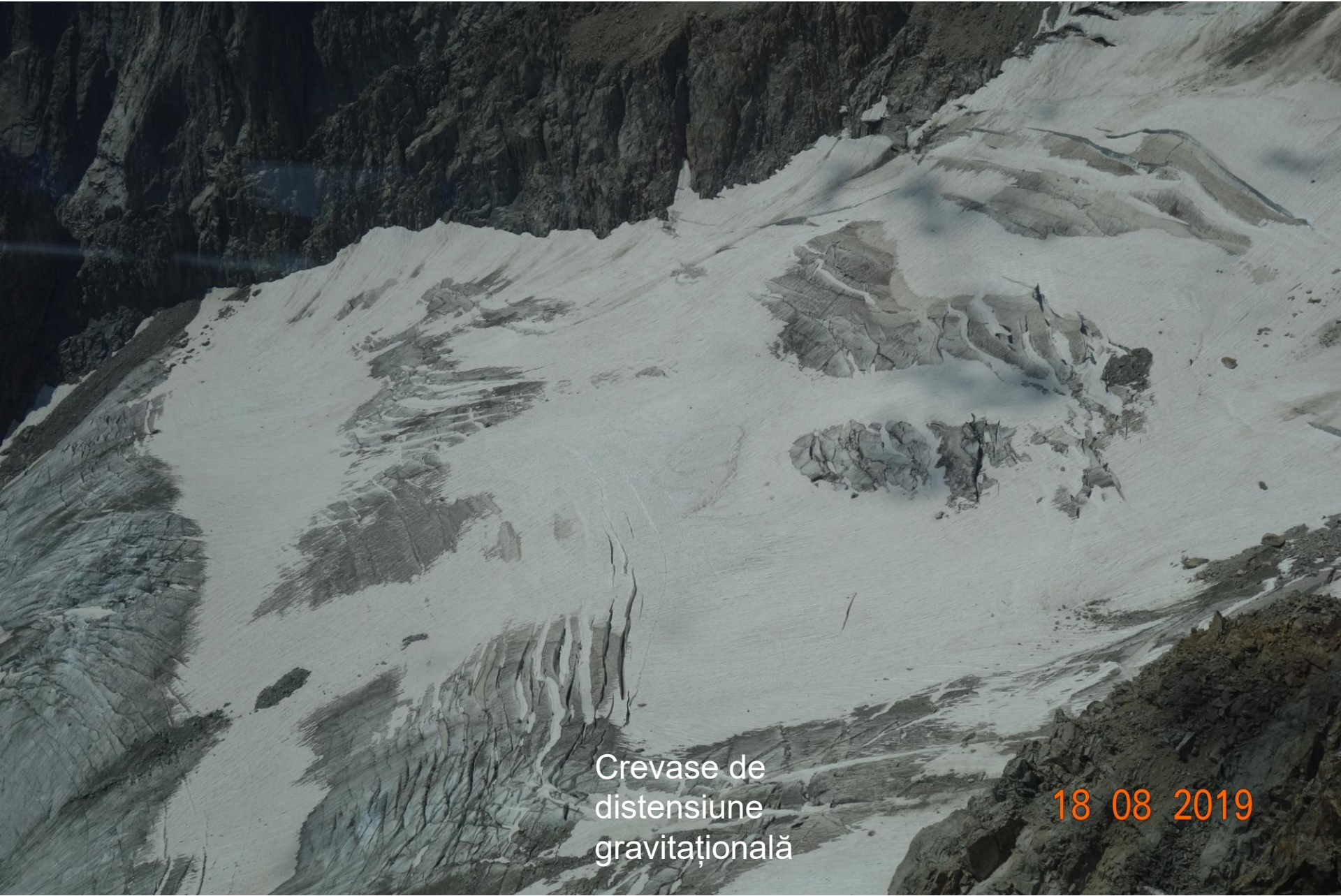


Crevase de
distensiune
gravitațională

18 08 2019




18 08 2019



Crevase de
distensiune
gravitațională

18 08 2019



Procese gravitaționale cu efecte similare,
de distensiune, și în corpurile de roci
metamorfice și în masa ghețarului

18 08 2019



Depozite
epiclastice

18 08 2019

Granite care
alcătuiesc corpul
plutonic (batholit)



18 08 2019



Granite cuarțolitică

18 08 2019

Granitoid gnaissic


18 08 2019





Gnais

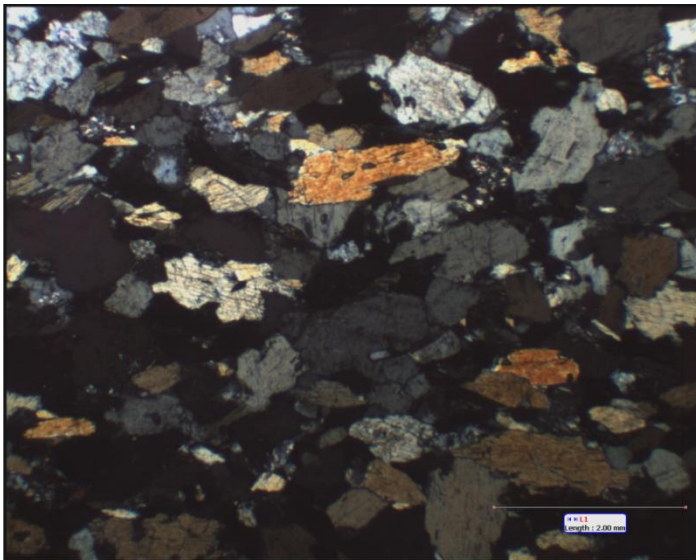
18 08 2019



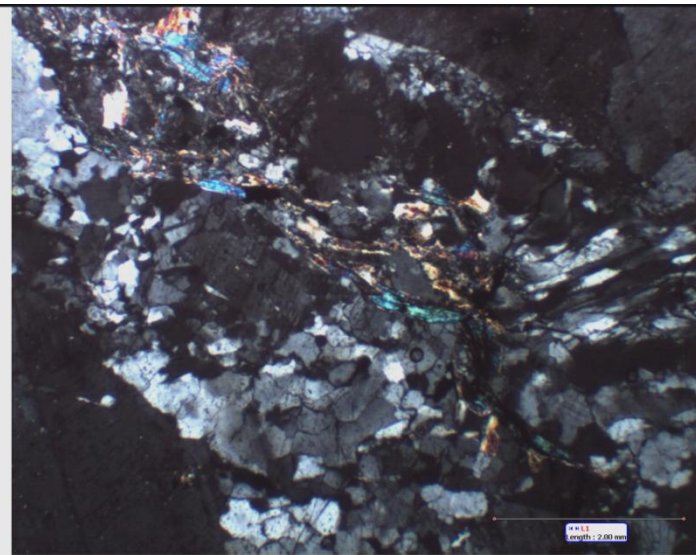
Sisturi retromorfe
și amfibolice

Gnais

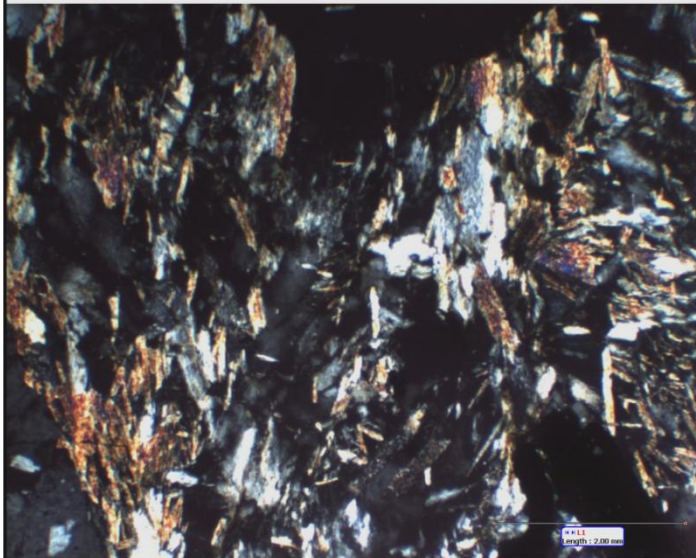
18 08 2019



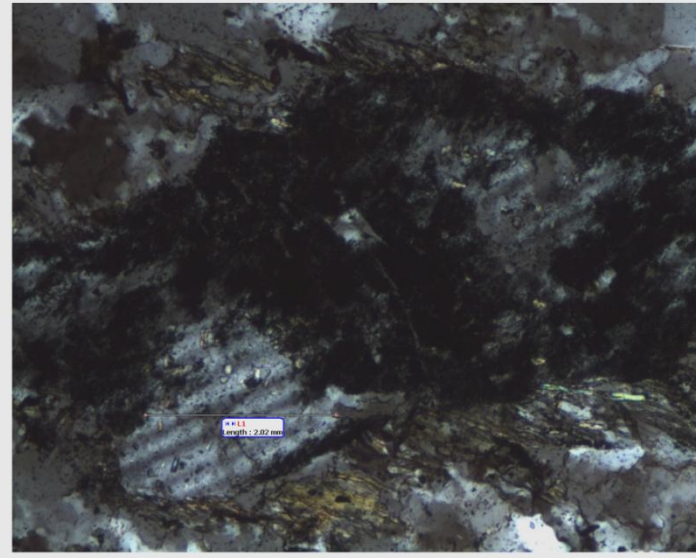
Amfibolit (3,2x; N+)



Gnais (3,2x; N+)

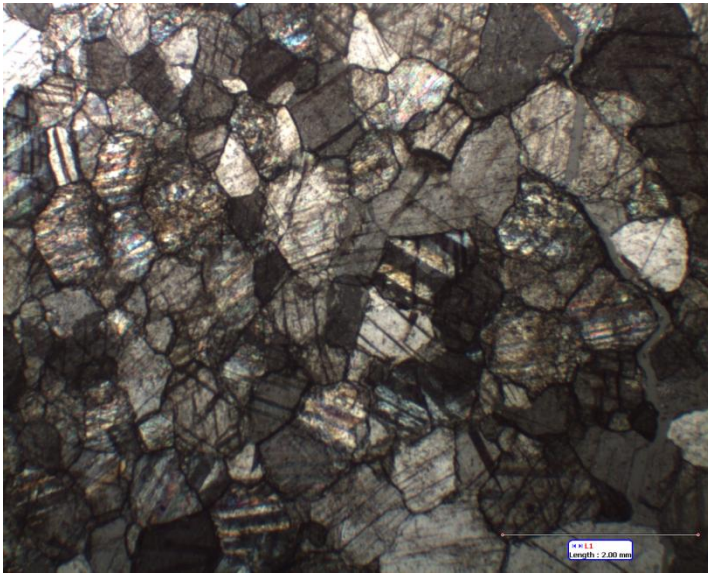


Micașist (3,2x; N+)

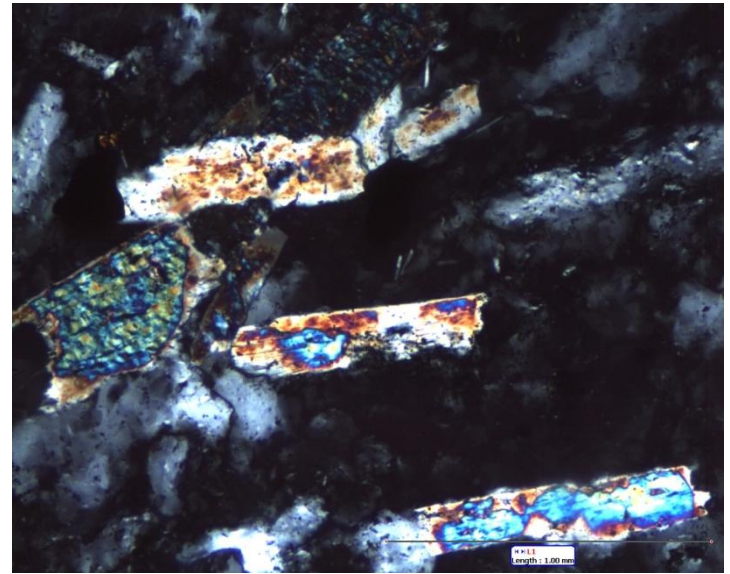


Retromorfism în paragneise (3,2x; N+)

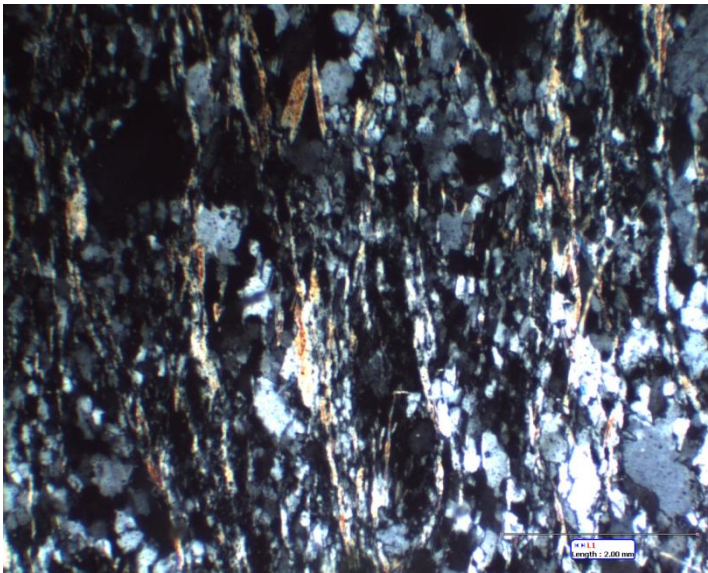
Roci mezo-, catametamorifice



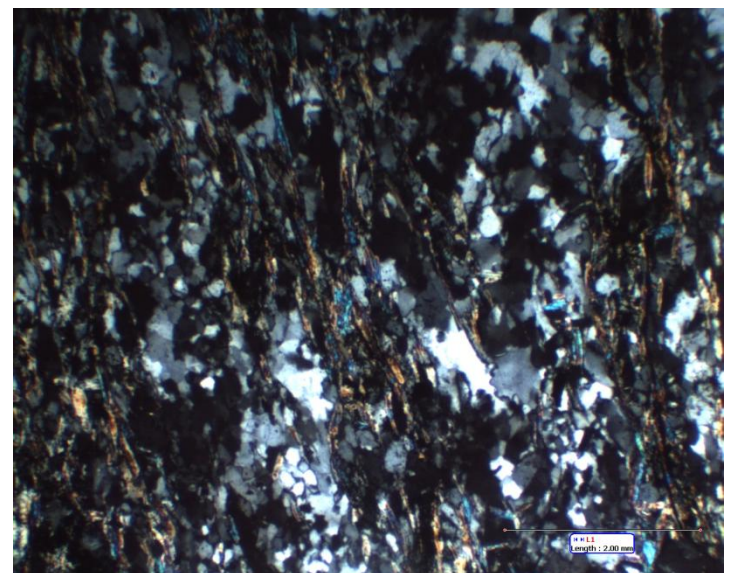
Calcar cu tremolit



Micașist cu feldspați



Cuarțite sericitoase



PIRINEI ÎNALȚI (Hautes-Pyrénées), Pic du Midi (2877), Franța

Pirineii francezi

Morfogeneză pe substrat metamorfic cu intruziuni de corpuri plutonice





02 08 2019



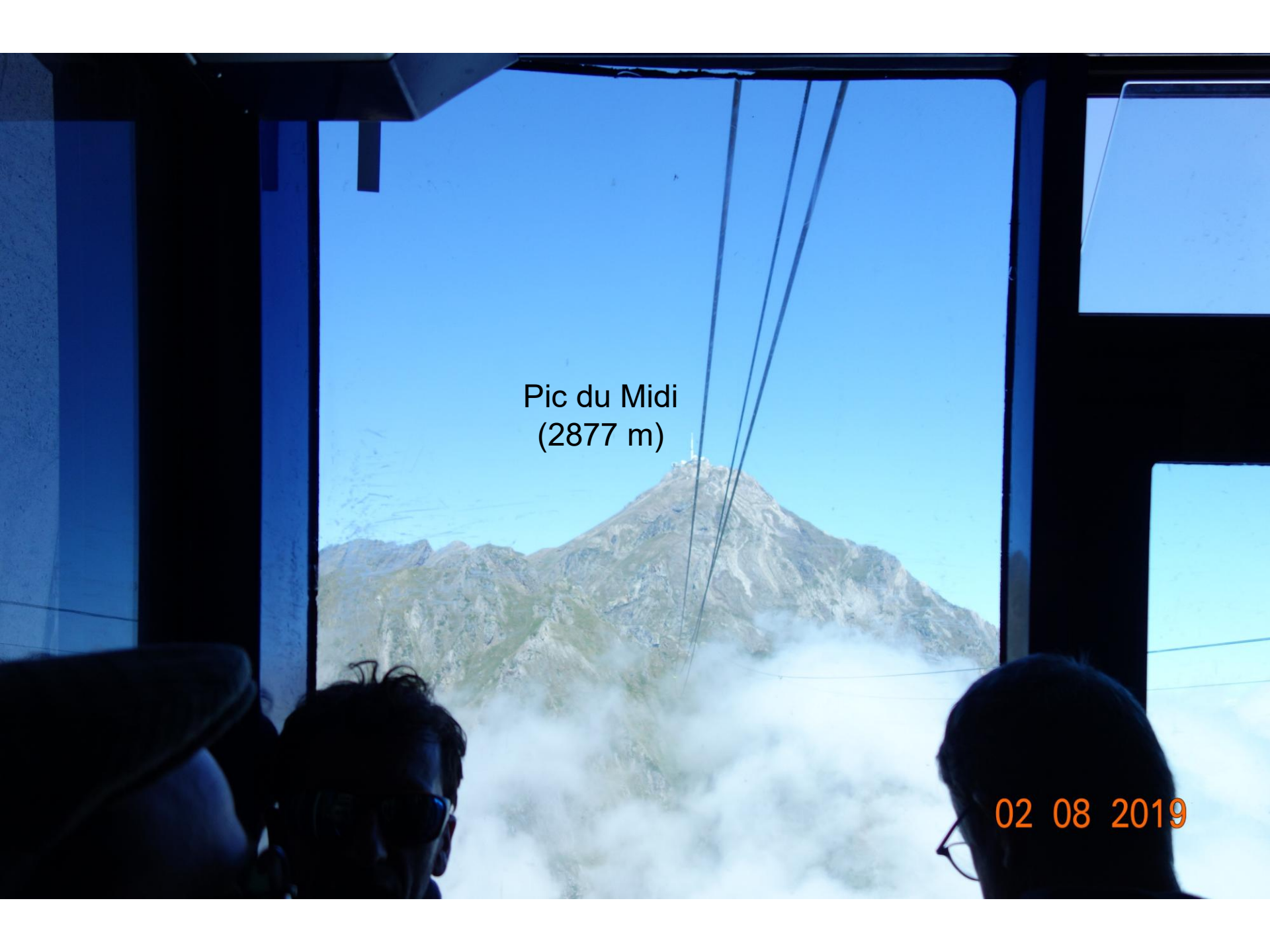
Șisturi cristaline

02 08 2019



02 08 2019

Şisturi cu epidot



Pic du Midi
(2877 m)

02 08 2019



Pic du Midi
(2877 m)

02 08 2019



02 08 2019



02 08 2019



Roci metamorfice

02 08 2019



Șisturi epidotice

02 08 2019



Gnais microcutat

02 08 2019



Marea alpină în Pirinei

02 08 2019

MUNȚII TESSALIEI, Salonic, Grecia



2018 09 01

A close-up photograph of a rock outcrop showing mica schist. The rock is characterized by a foliated texture with alternating layers of light-colored mica and darker, more crystalline material. The overall color palette ranges from light tan to dark grey. The rock is broken into several large, angular fragments. The text "Micașisturi cloritoase±granați" is overlaid in the upper right quadrant. A date stamp "2018 09 01" is located in the bottom right corner.

Micașisturi cloritoase±granați

2018 09 01

Calcare cristaline (marmură)

2018 09 01



Calcare cristaline (marmură)

2018 09 01





Calcare cristaline (marmură)

2018 09 01



Calcare cristaline (marmură)

2018 09 01



Calcare cristaline (marmură)

2018 09 01

Grohotiș cu epiclaste de marmură



2018 09 01

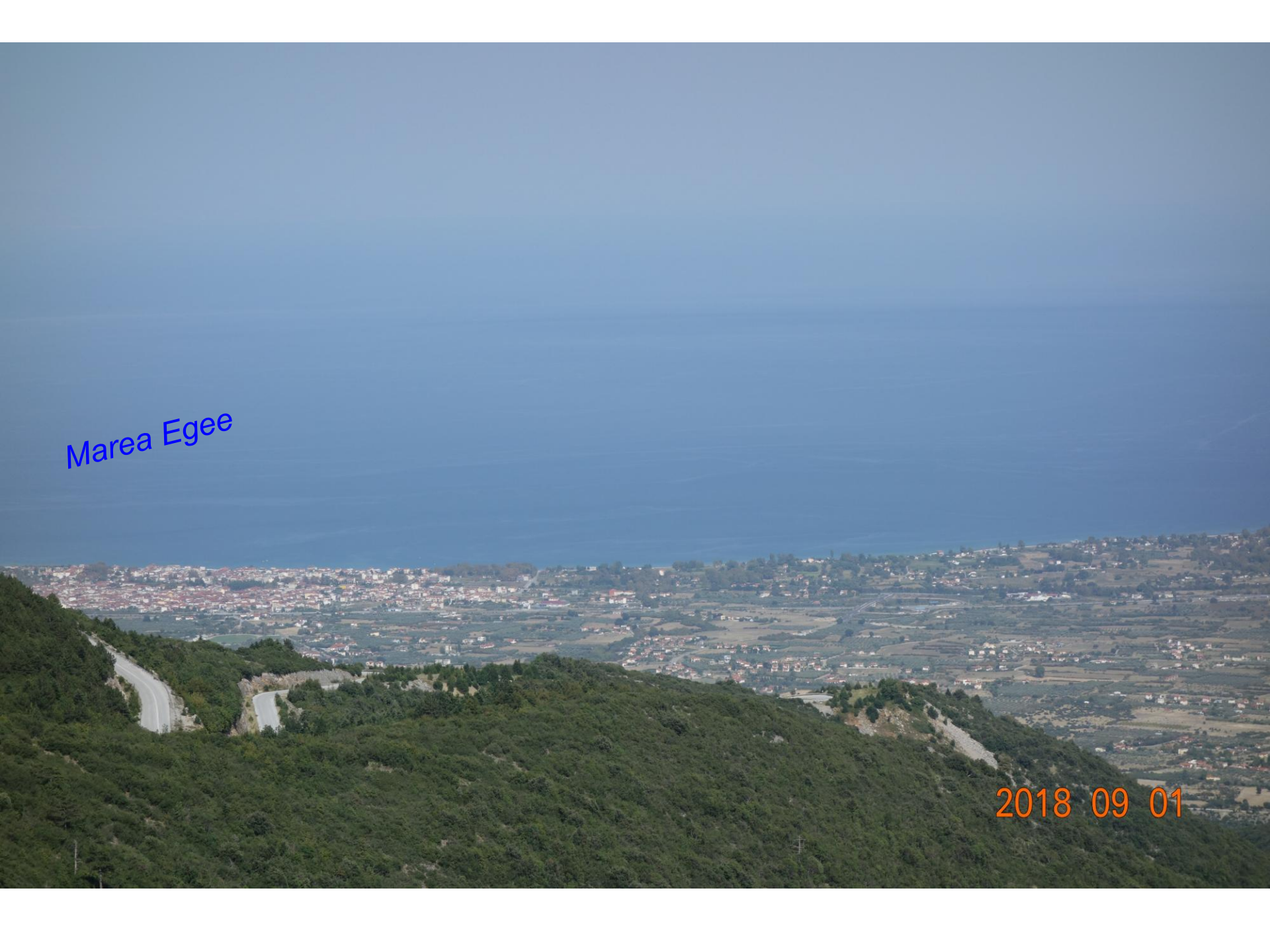


Marea Egee

2018 09 01

Marea Egee

2018 09 01



În Salonic



2018 09 01

MUNȚII RODNEI, Carpații Orientali



Pietrosul Rodnei (2303 m)



Șisturi cristaline (Grupul de Rebra)



Calcare cristaline
(Grupul de Rebra)



Cascada Cailor

CARPAȚII ORIENTALI, Obcina Mestecănișului



Oușorul

Depresiunea
Dornelor

2018 08 16



Exploatare pentru minereuri de
mangan la Ulmi (Bazinul Bistriței)

2018 08 16




2018 09 07

Exploatare pentru minereuri cuprifere
la Mănăila (Bazinul Bistriței)



2018 09 08



Exploatare de calcare cristaline la
Valea Stîinii (Bazinul Bistriței)

2018 08 16



2018 08 16

MUNȚII APUSENI, Moneasa



2018 08 08



2018 08 08

Cariera pentru exploatarea marmurei negre
și roșii de la Moneasa



2018 08 08



2018 08 08




2018 08 08

Blocuri de marmură fasonate din cariera

2018 08 08





Calcar breços

2018 08 08