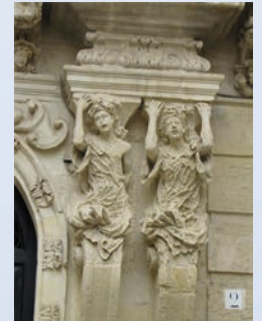
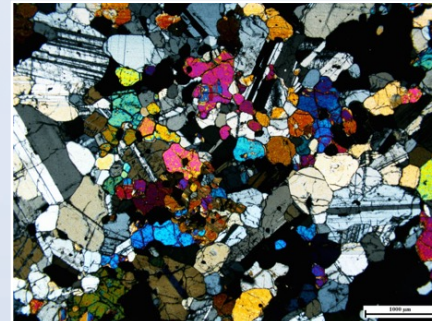


Mineralogia e Petrografia con Laboratorio

Modulo di Petrografia

Luca Ziberna

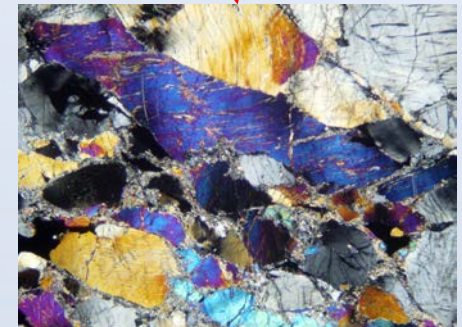
1.3. Le rocce e la petrografia



La petrografia

La Petrografia è quella disciplina che studia le rocce e insegna a descriverle, riconoscerle, classificarle ed interpretarle.

Le rocce sono la testimonianza dei processi geologici che le hanno prodotte, processi per lo più non direttamente osservabili, avvenuti nel passato e tuttora in atto, che hanno governato la dinamica del nostro pianeta e continuano a modificarlo.



La petrografia

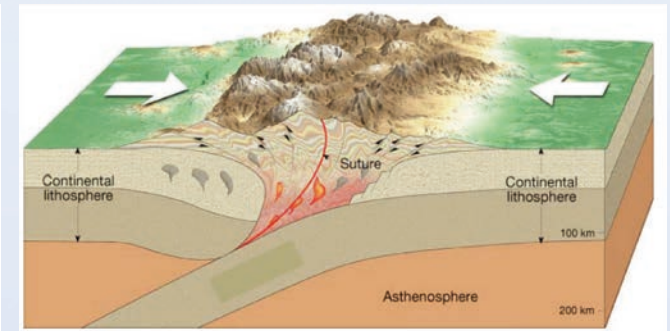
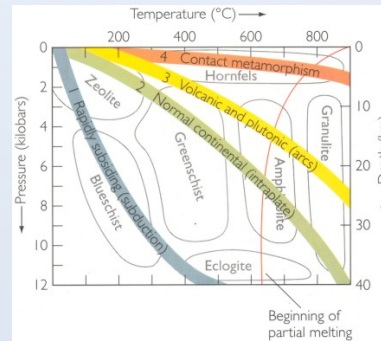
Scopi scientifici

Per ricostruire i processi che portano alla formazione e trasformazione delle rocce. Temi di ricerca sono ad esempio:

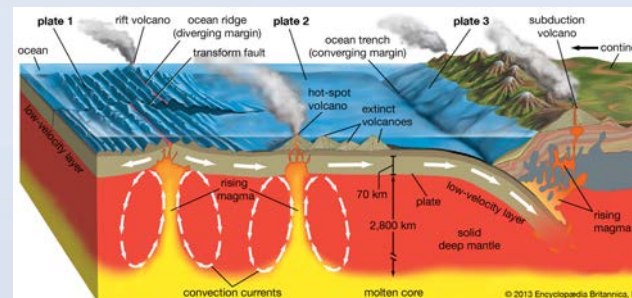
- Eruzioni vulcaniche



- Formazione della crosta terrestre



- Relazioni tra magmatismo ed eventi geodinamici



La petrografia

Scopi applicativi

- Rocce e geomateriali (marne, argille, calcari, gesso, sabbie silicee, feldspati...) sono utilizzati in campo industriale per produrre vetri, cementi, ceramiche..
- Molte rocce sono usate in edilizia come pietre da pavimentazione, rivestimento e arredi urbani esterni e interni...
- In realtà, buona parte dei materiali che utilizziamo e che ci circondano derivano dalle rocce....



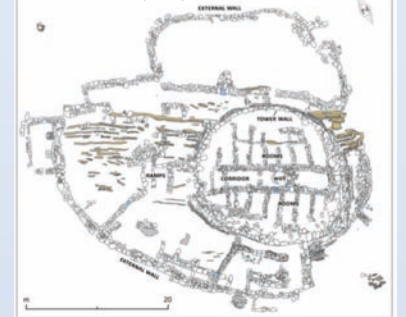
La petrografia

Scopi storico-culturali

- Per individuare il degrado delle rocce e gli interventi di tutela e conservazione nell'ambito dei Beni Culturali
- Per individuare le aree di provenienza della “materia prima” dei manufatti preistorici e quindi ricostruire gli scambi in età preistorica - Archeometria -



Bernardini et al. (2020)



Le rocce

Roccia: Aggregato naturale di uno o più **minerali** (rocce monomineraliche o polimineraliche) o **mineralodi**.

- **Minerali**



Feldspato



Olivina



Granato



Quarzo



Diamante

Calcite



- **Mineraloidi**

Sostanza inorganica



Sostanza organica



Sostanza organica



Le rocce – Criteri di classificazione

Genetico

- Ambiente di formazione (sulla superficie terrestre o all'interno della crosta)
- Processi geologici che portano alla loro formazione e trasformazione



Rocce magmatiche

Rocce sedimentarie

Rocce metamorfiche

Mineralogico - compositazionale

- **Composizione mineralogica:** minerali fondamentali ($\geq 95\%$ vol%) e minerali accessori ($\leq 5\%$)
- **Composizione chimica:** elementi chimici maggiori e minori espressi come % in peso degli ossidi + elementi in tracce espressi in ppm



Silicati, ossidi, carbonati, solfati, etc

Maggiori (in genere >1 wt%)
 SiO_2 , Al_2O_3 , FeO , MgO , CaO , Na_2O , K_2O ...

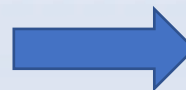
Minori (in genere 0,1-1 wt%)
 TiO_2 , MnO , P_2O_5 ...

Tracce (in genere $<0,1$ wt%)
Cr, Ni, Rb, Ba, Sr, Y, Zr, Nb, REE...



Proprietà fisiche e meccaniche

- Durezza e lavorabilità



Classificazione merceologica

(marmi, graniti, pietre...)

Criterio genetico

I 3 gruppi di rocce si formano in diverse condizioni ambientali (temperatura T, pressione P) dall'interno terrestre alla superficie, da differenti processi geologici.

La loro **struttura** e la loro **mineralogia** sono controllate dalla loro origine geologica, cioè da come e dove si sono formate.

Criterio genetico

Esempi: Rocce magmatiche o ignee

Roccia

Origine

Granito (roccia intrusiva)



Lenta solidificazione del magma nella crosta → formazione di rocce intrusive o plutoniche

Riolite (roccia effusiva)

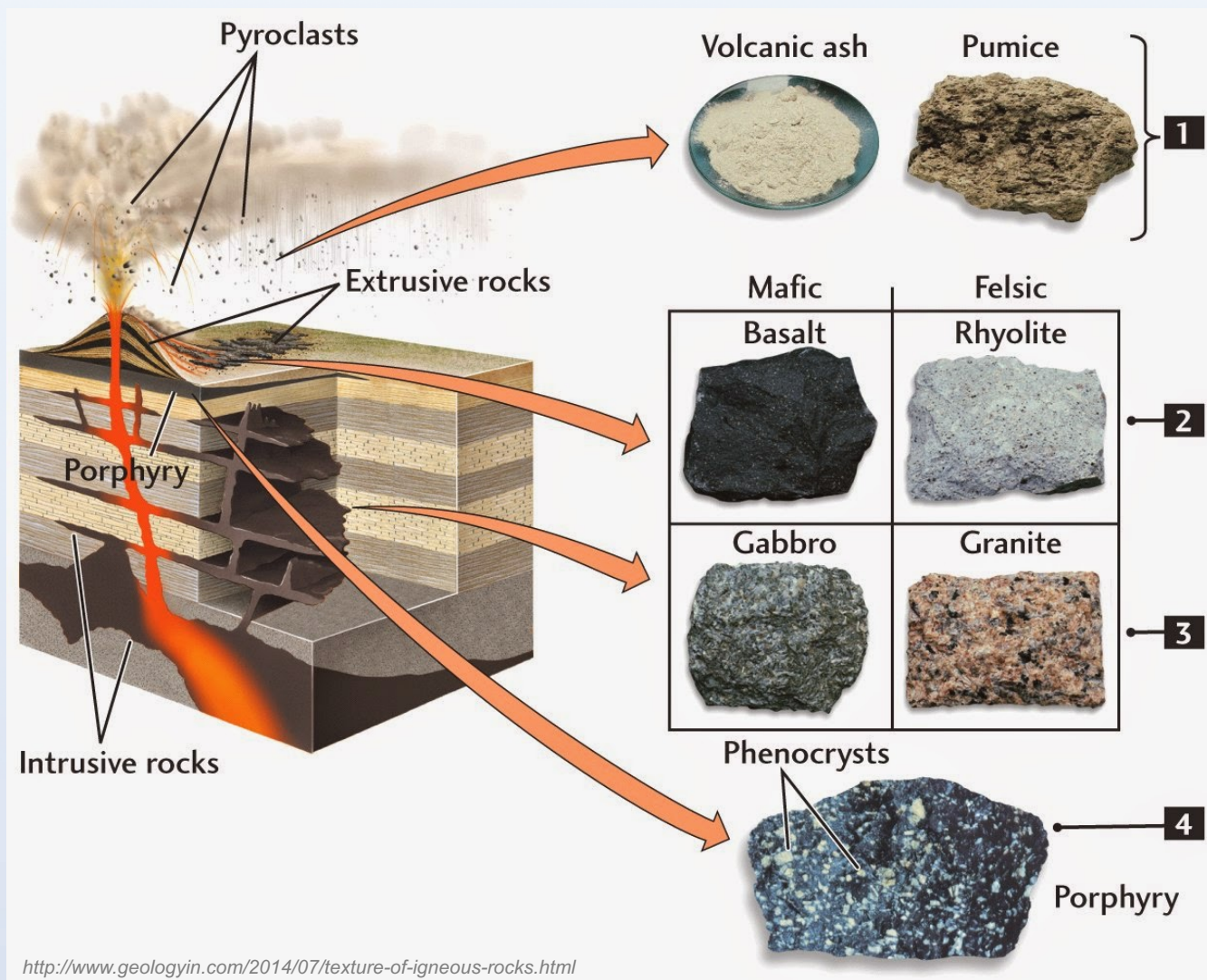


Rapida solidificazione del magma in superficie (lava) → formazione di rocce vulcaniche o effusive

In entrambi i casi, si tratta di solidificazione di un magma originariamente prodotto per fusione di rocce cristalli o di mantello

Criterio genetico

Esempi: Rocce magmatiche o ignee



Criterio genetico

Esempi: Rocce sedimentarie

Roccia

Origine

Arenaria



Degradazione fisica (disgregazione) e chimica (dissoluzione di minerali) di rocce esposte sulla superficie terrestre e conseguente deposizione dei prodotti della degradazione.

Calcare

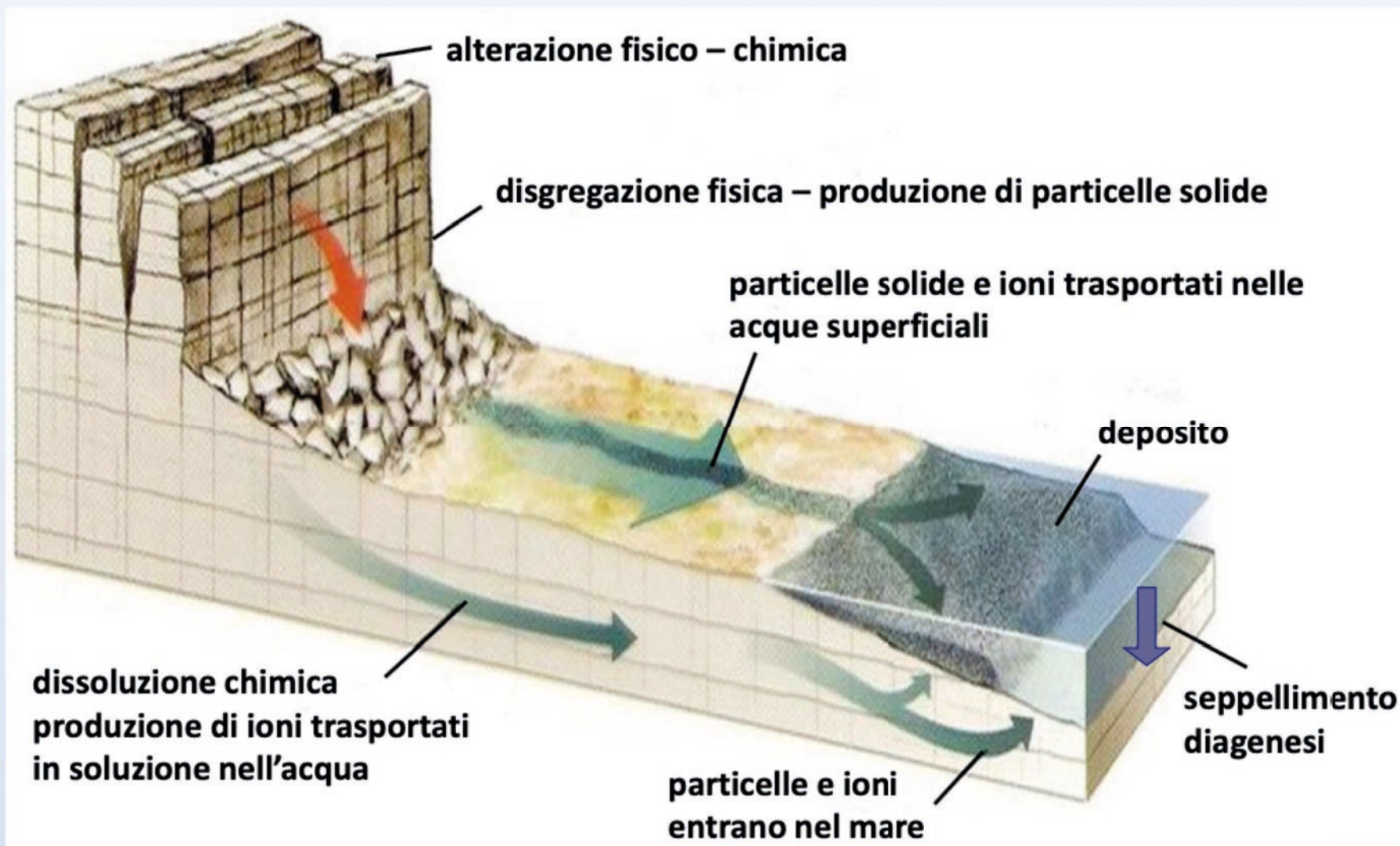


Deposizione di materiale organico (es.: plancton) sui fondali marini e oceanici

In entrambi i casi, il processo di litificazione avviene per seppellimento e diagenesi

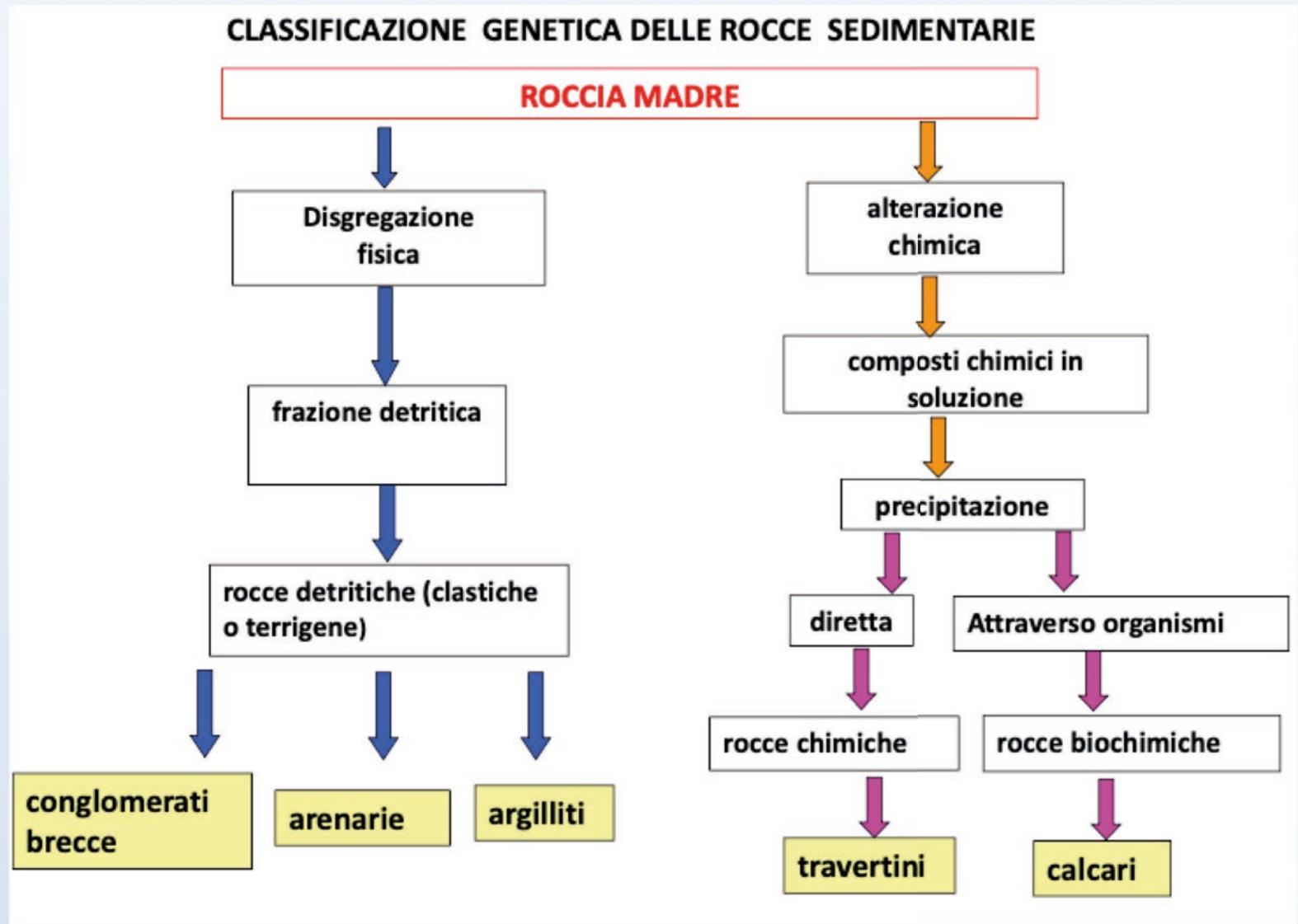
Criterio genetico

Rocce sedimentarie



Criterio genetico

Rocce sedimentarie



Criterio genetico

Rocce sedimentarie

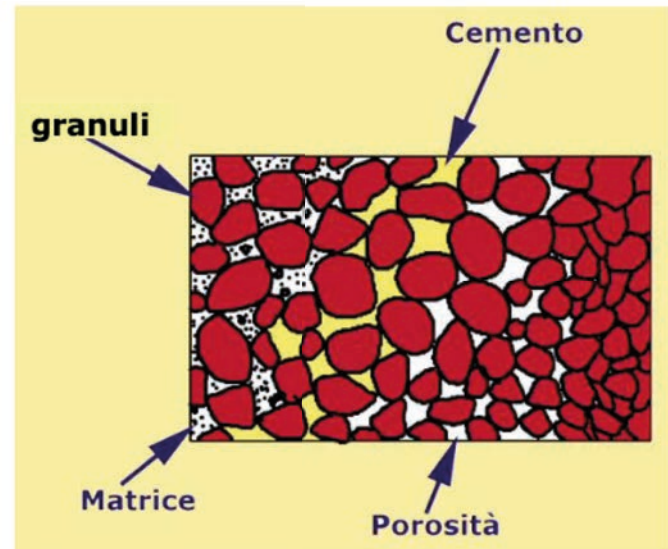
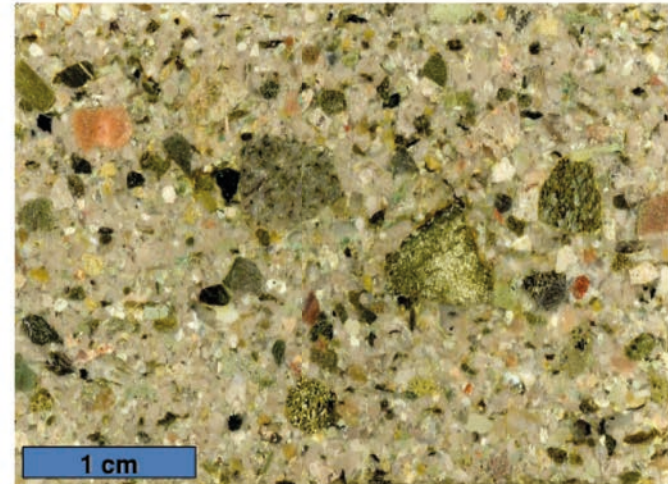
r. detritiche (clastiche o terrigene)

Classificazione basata sulla dimensione dei granuli (= frazione detritica)

	Φ mm
Brecce (granuli angolosi)	256 – 2
Conglomerati (granuli arrotondati)	
Arenarie	2 – 0.062
Argilliti	< 0.062

Matrice	< 0.062
---------	---------

Cemento (precipitato chimico)	siliceo
	carbonatico
	argilloso



Criterio genetico

Rocce sedimentarie



rocce clastiche (terrigne)



Criterio genetico

Rocce sedimentarie

Rocce biochimiche



Calcare fossilifero



Calcare micritico



dolomia

Rocce chimiche



travertino



alabastro

calcite
 CaCO_3

dolomite
 $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$

Criterio genetico

Esempi: Rocce metamorfiche

Roccia

Origine

Gneiss



Da graniti sottoposti a deformazioni e condizioni di T e P diverse da cui si sono formate

Marmo



Da calcari sottoposti a deformazioni e condizioni di T e P diverse da cui si sono formate

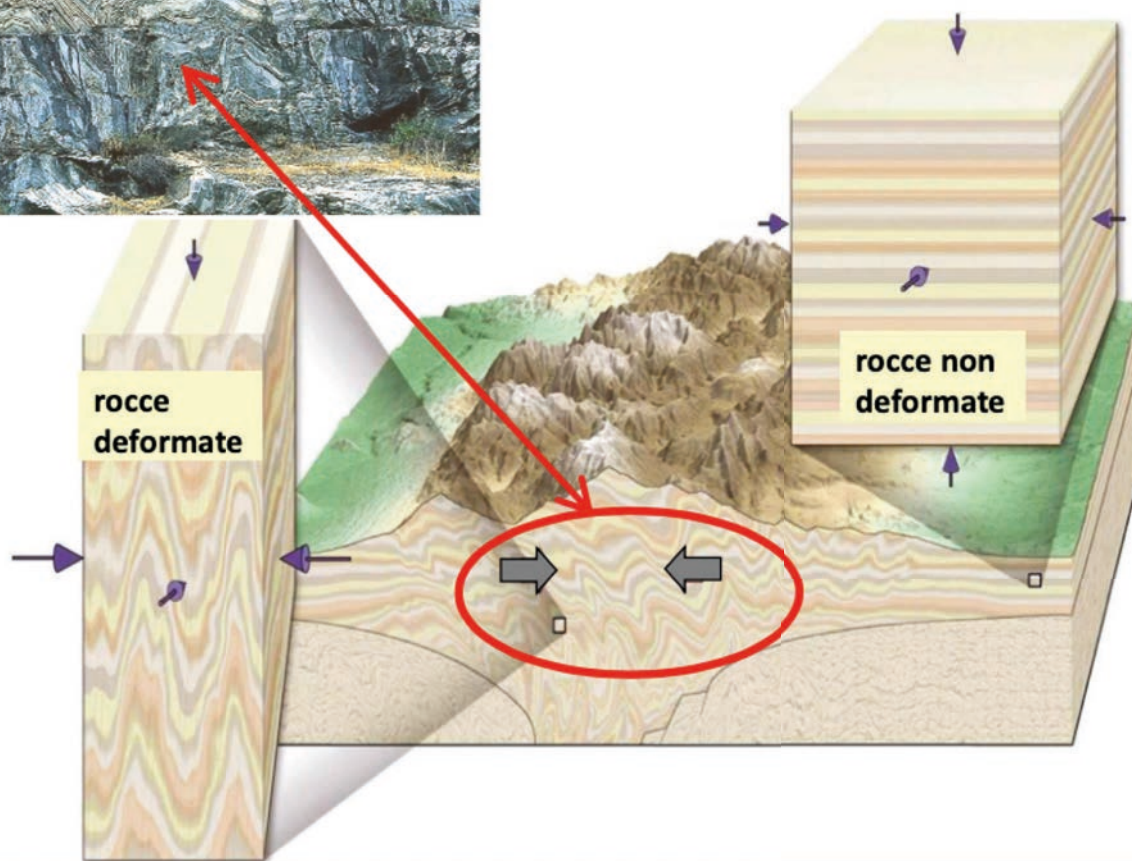
In entrambi i casi, si tratta di trasformazione (ricristallizzazione) delle rocce **allo stato solido** e contemporanea deformazione in crosta \pm profonda: nuovi minerali e/o nuove strutture

Criterio genetico

Rocce metamorfiche



Trasformazione delle rocce allo stato solido e contemporanea deformazione in crosta o mantello



Criterio genetico

Rocce metamorfiche



Prima del metamorfismo

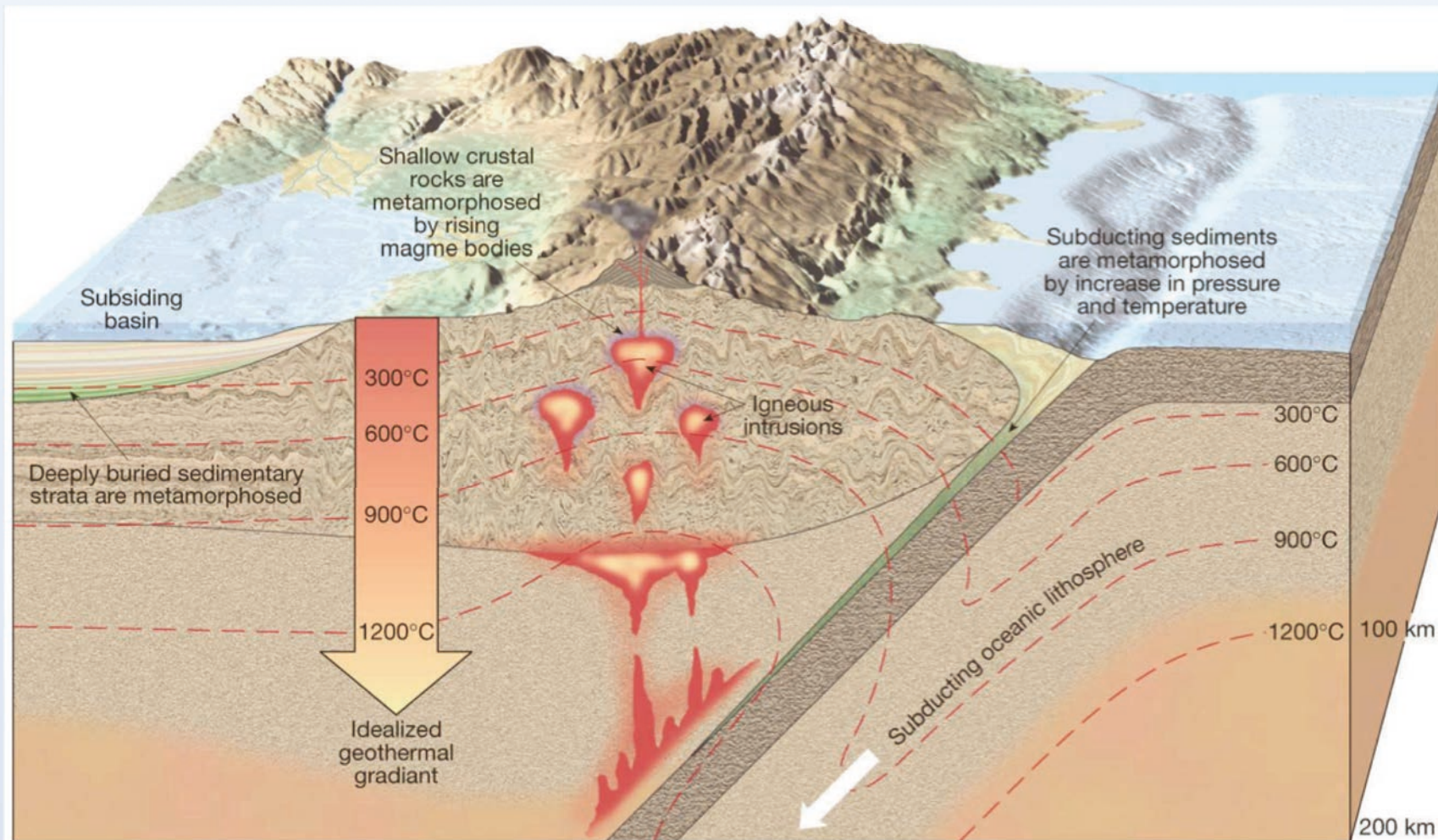


Dopo il metamorfismo



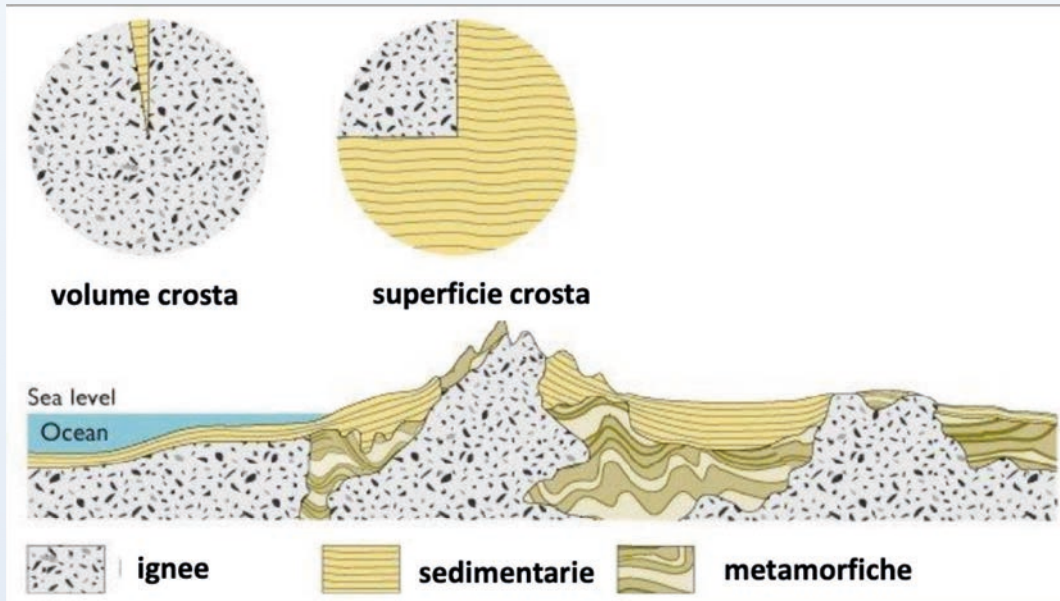
Criterio genetico

Rocce metamorfiche



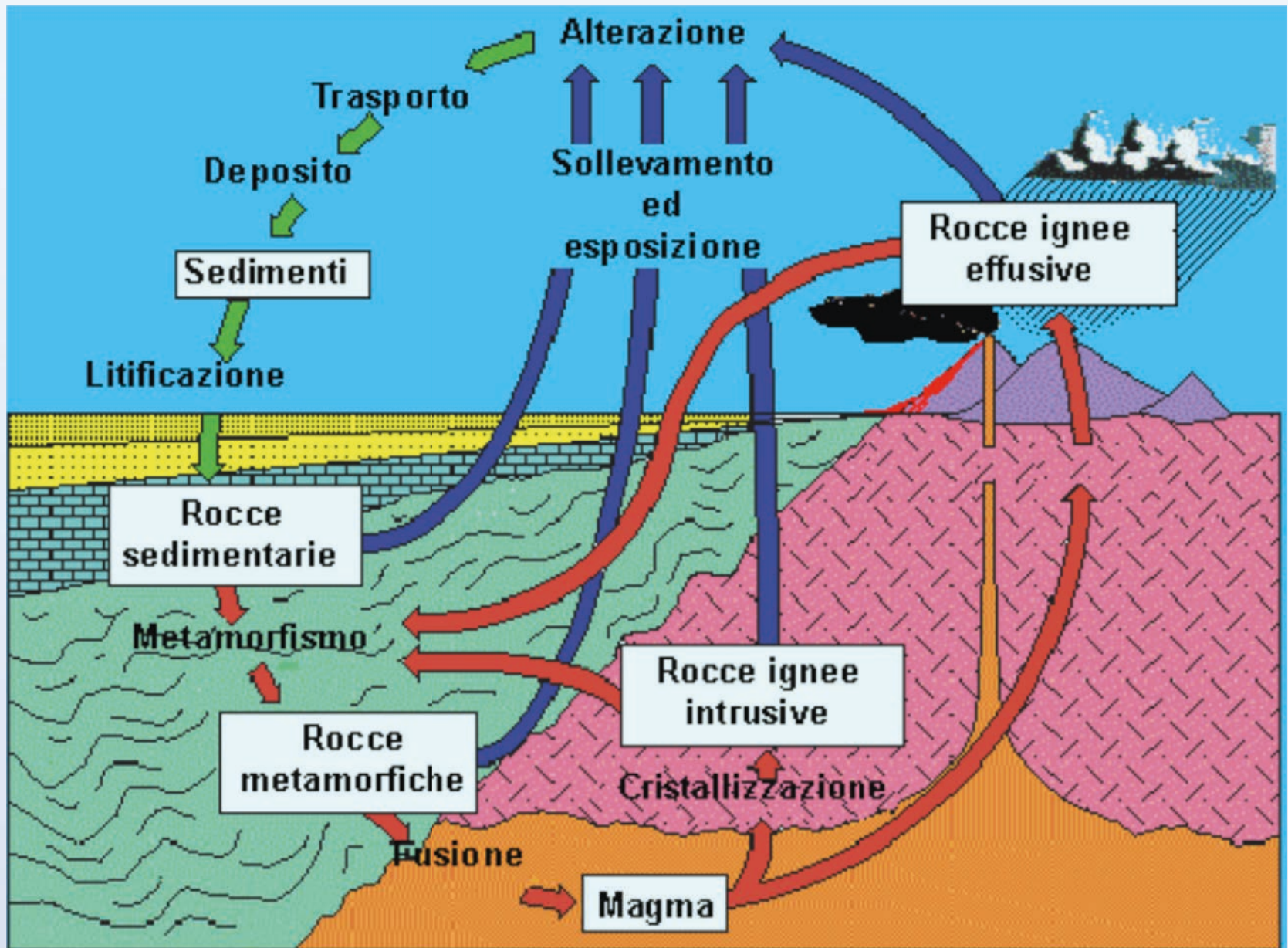
Copyright © 2005 Pearson Prentice Hall, Inc.

Distribuzione delle rocce nella crosta terrestre

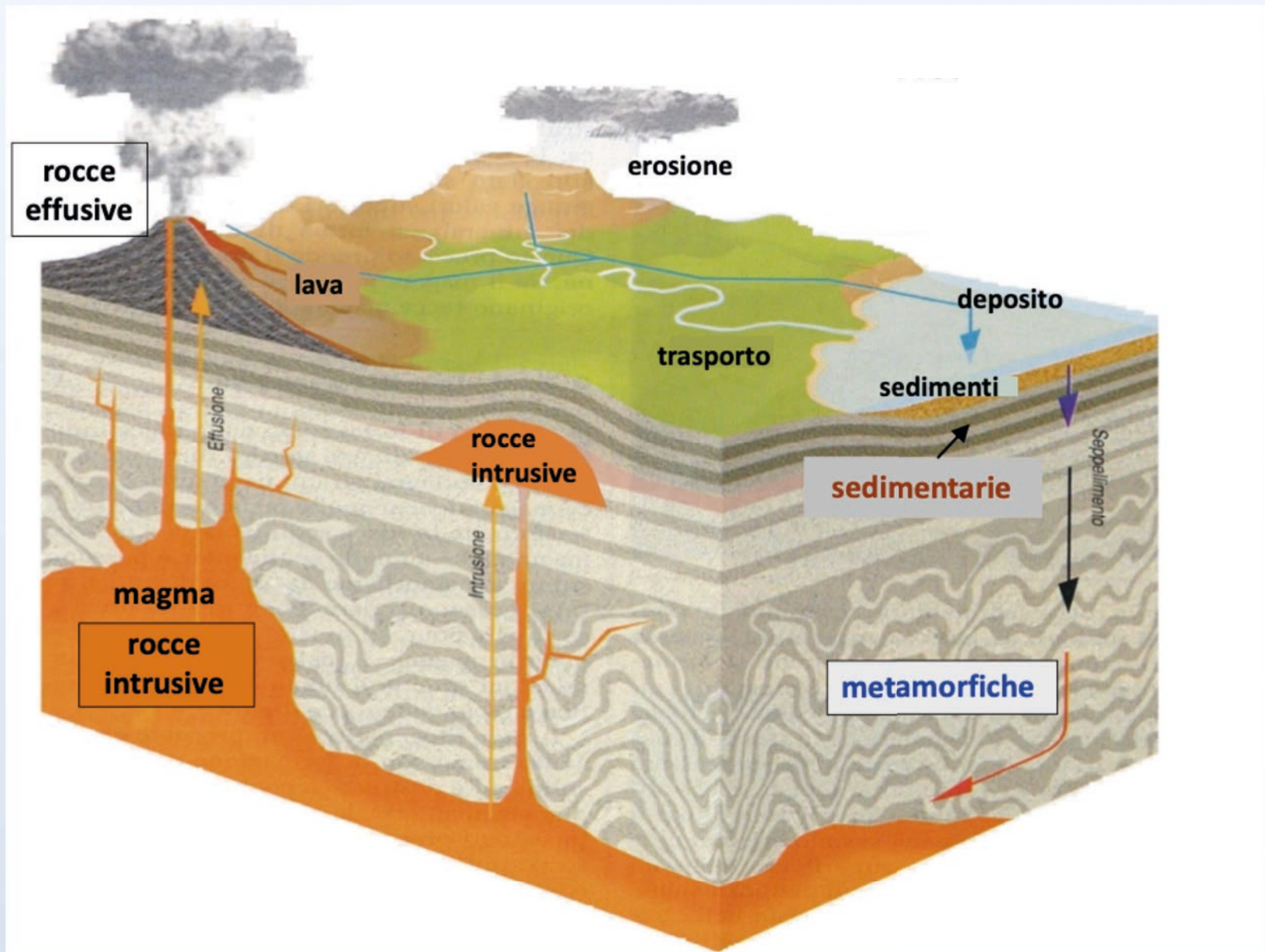


Le rocce magmatiche e metamorfiche sono le più abbondanti nella crosta : ~92% in volume
Le rocce sedimentarie sono le più diffuse sulla superficie crostale : ~75% (area)

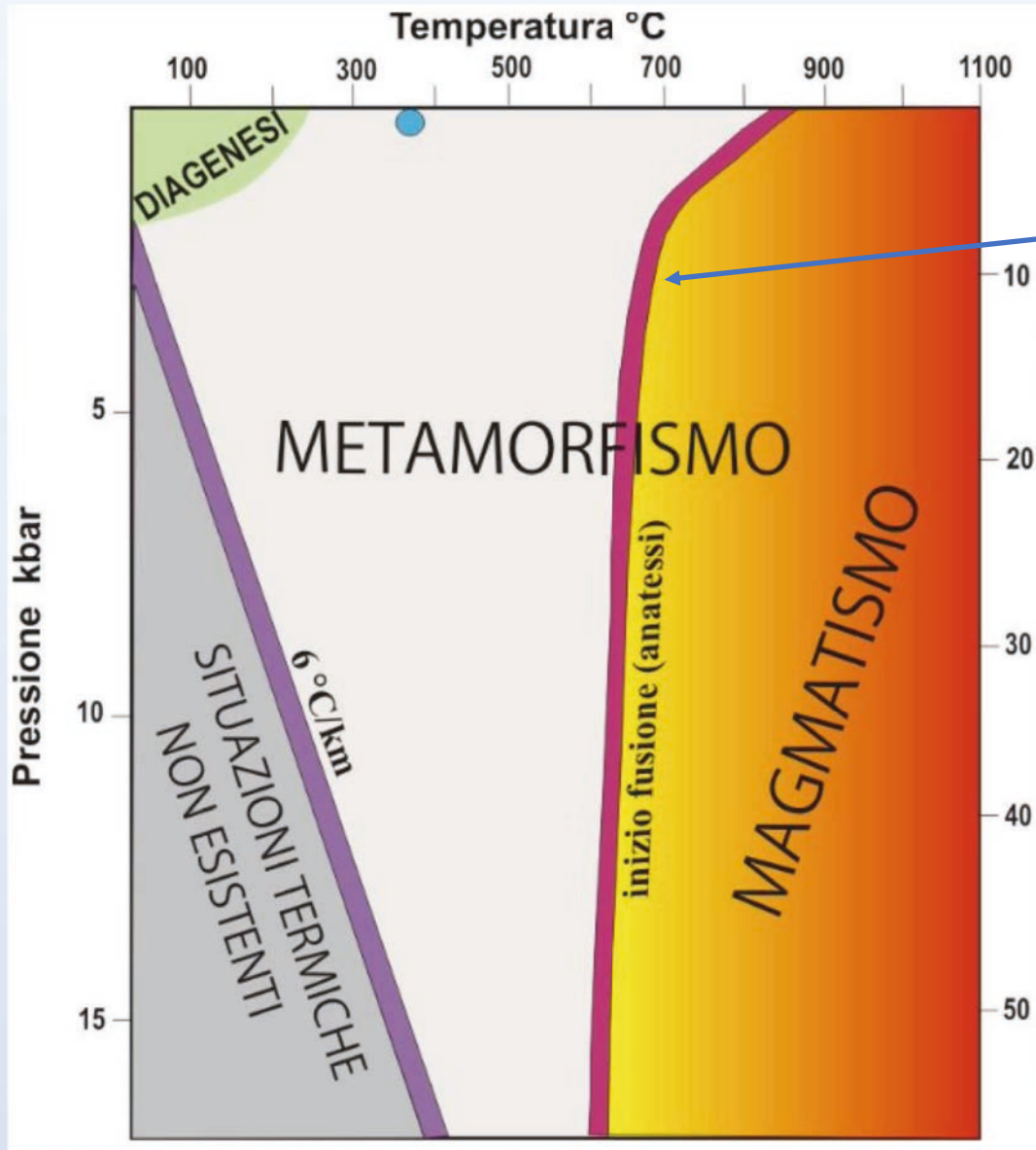
Il ciclo delle rocce



Il ciclo delle rocce



Campi di P e T delle rocce



● Punto critico di H₂O
T = 374°C
P = 221 bar

Curva di inizio fusione delle rocce metamorfiche. Posizione variabile in funzione della composizione rocce e presenza di H₂O (gas)

Curva riportata: T minime di inizio fusione corrispondenti a una roccia idrata (con H₂O) alta in SiO₂ (≈65%) e povera in FeO e MgO (= composizione granitoide). Per rocce anidre, povere in SiO₂ e ricche in FeO e MgO la curva si sposta a destra (verso T più alte)

Studio delle rocce – osservazione alla scala mesoscopica

Ossia studio dell'affioramento roccioso

Fondamentale per

- rilevare omogeneità o eterogeneità litologiche dell'affioramento
- osservare le relazioni spaziali tra le diverse litologie e le strutture
- prelevare campioni rappresentativi dell'affioramento, per studiarli successivamente in laboratorio



Studio delle rocce – osservazione alla scala macroscopica

Ossia studio alla scala da decimetrica fino a centimetrica

Caratteri strutturali:

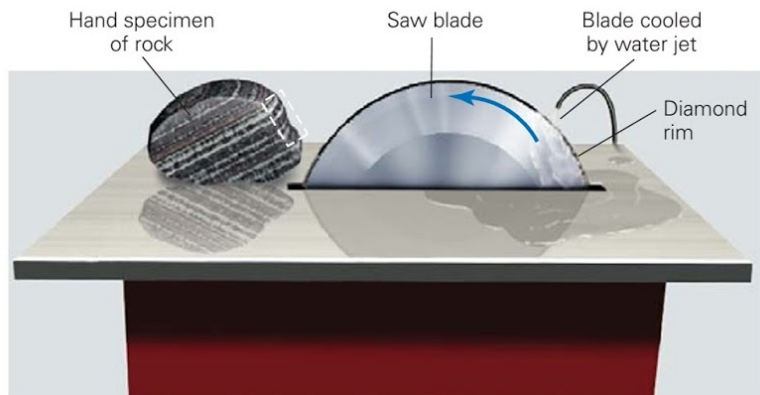
- aspetto compatto o vacuolare, poroso, vescicolato
- aspetto massivo o orientato,
- colore,
- grado di cristallinità,
- grana dei minerali e omogeneità di grana,
- distribuzione omogenea o meno dei minerali,
- tipo e forma dei minerali.



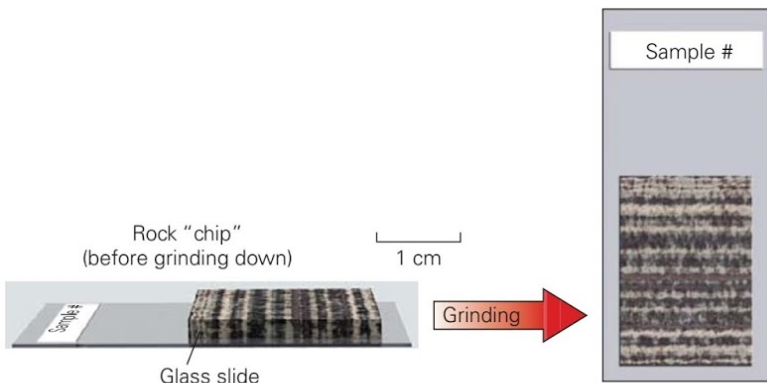
Studio delle rocce – osservazione alla scala microscopica

Ossia studio alla scala da centimetrica fino a micrometrica

L'osservazione macroscopica non è sufficiente per classificare correttamente una roccia ... quindi è sempre necessario uno studio petrografico della roccia **sezione sottile** al microscopio a luce polarizzata, per determinare proporzioni e tipo di minerali presenti, in aggiunta alla tessitura.



(a) Using a special saw, a geologist cuts a thin chip of a rock specimen.



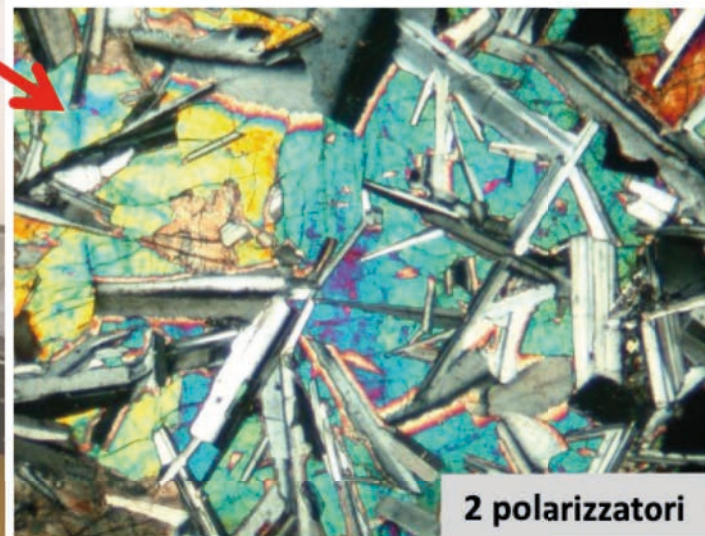
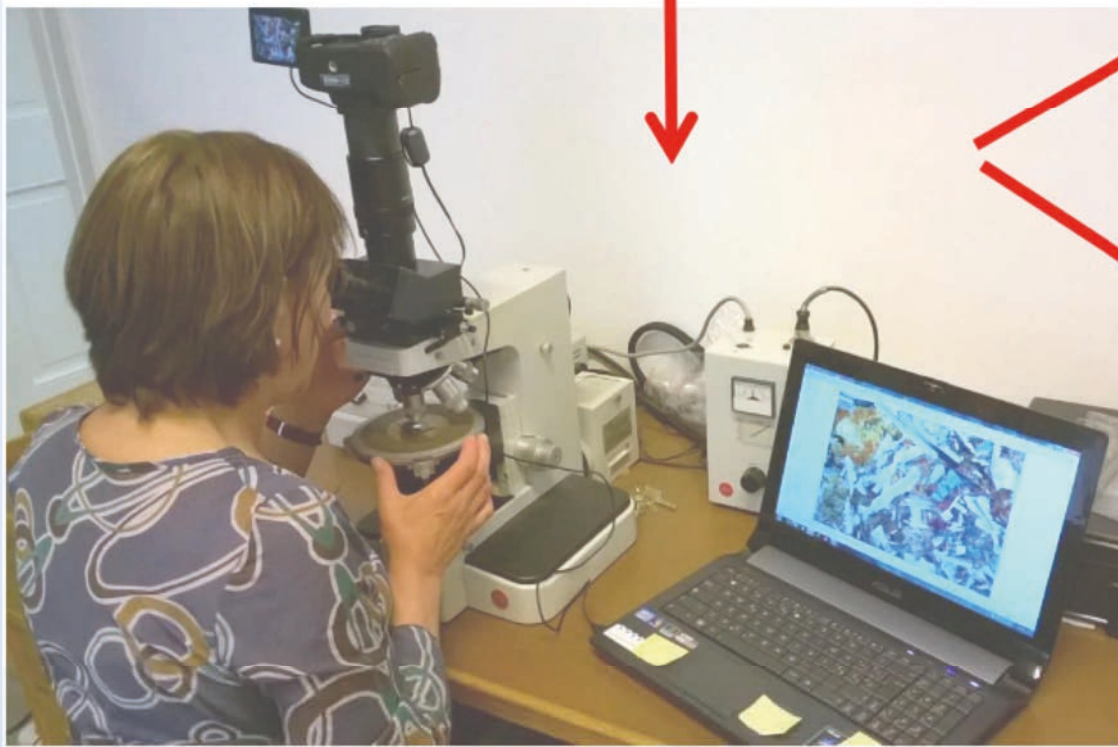
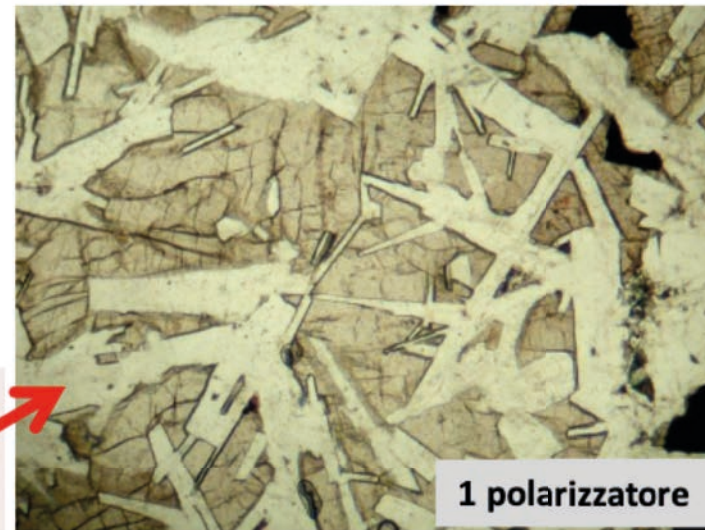
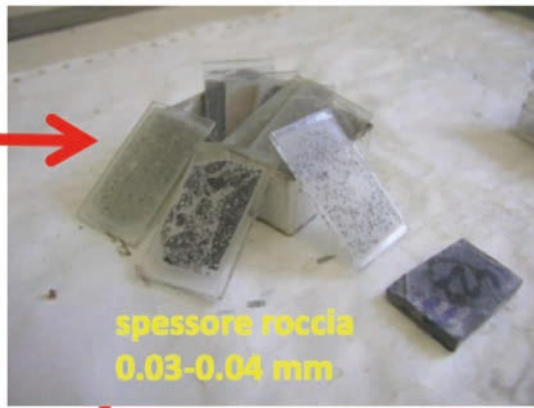
(b) The geologist glues the chip to a glass slide and grinds it down until it is so thin that light can pass through it.



(d) If the light is polarized, different minerals display different colors when viewed through the microscope.

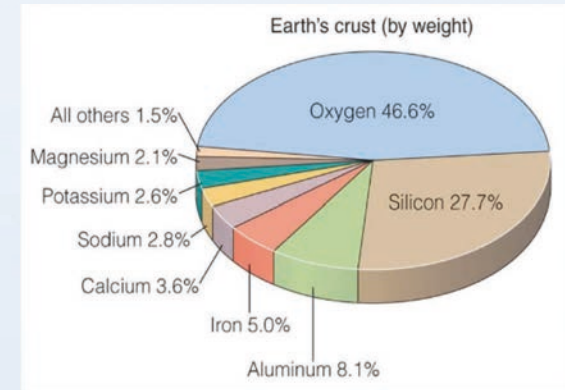
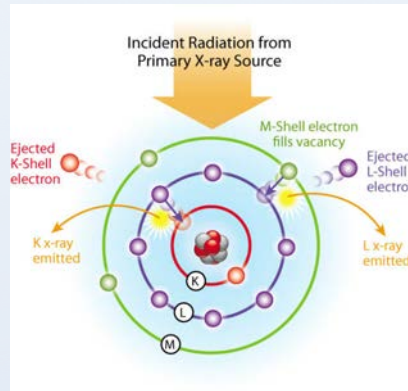
(c) With a petrographic microscope, it's possible to view thin sections with light that shines through the sample from below.

Studio delle rocce – osservazione alla scala microscopica



Studio delle rocce – composizione chimica

Spesso anche l'analisi microscopica non è sufficiente a classificare correttamente la roccia (in particolare le vulcaniche che possono contenere vetro). Quindi diventa necessario **determinare la composizione chimica della roccia**.



Le strumentazioni usate per ottenere le analisi chimiche (es.: X-Ray Fluorence; Inductively Coupled Plasma –Mass Spectrometry) rilevano le abbondanze in peso % degli elementi.

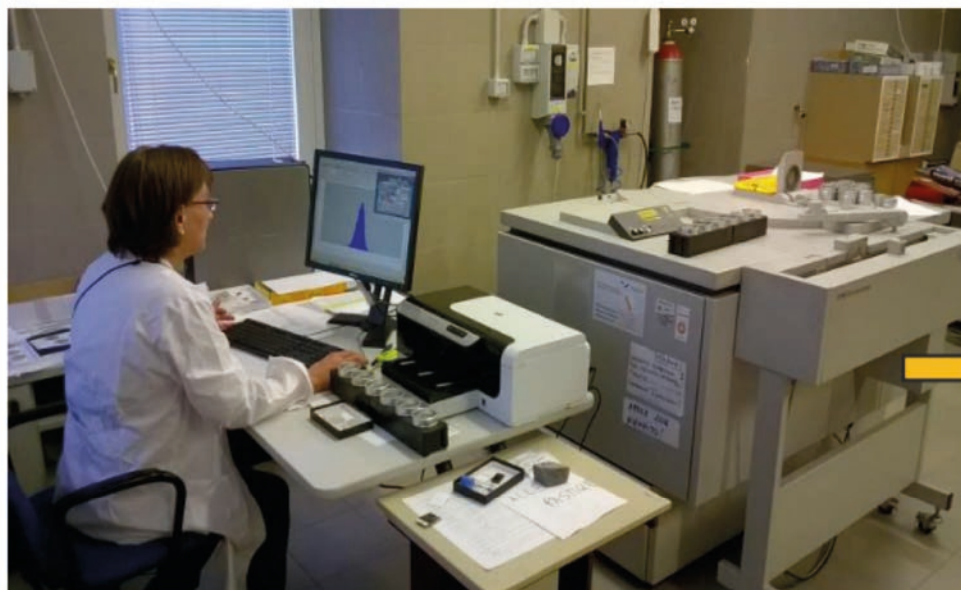
Tuttavia, è convenzione esprimere le abbondanze degli elementi maggiori (>1 wt%) e minori (0.1-1 wt%) in forma di ossidi, considerando che l'ossigeno è l'elemento più abbondante nella crosta.

Gli elementi in traccia (<0.1 wt%) vengono espressi in ppm [10000 ppm=1 wt%].

Gli elementi maggiori sono indispensabili per la classificazione delle rocce vulcaniche; gli elementi in traccia sono indispensabili (sia intrusive che vulcaniche) per studi petrologici.

Studio delle rocce – composizione chimica

Spettrometro a Raggi X di Fluorescenza (XRF)



	1	2
	Basalto	Riolite
SiO ₂	49.08	73.95
TiO ₂	1.16	0.28
Al ₂ O ₃	16.00	13.48
FeO	9.88	2.48
MnO	0.17	0.06
MgO	9.73	0.40
CaO	11.23	1.16
Na ₂ O	2.45	3.61
K ₂ O	0.08	4.37
P ₂ O ₅	0.09	0.07

