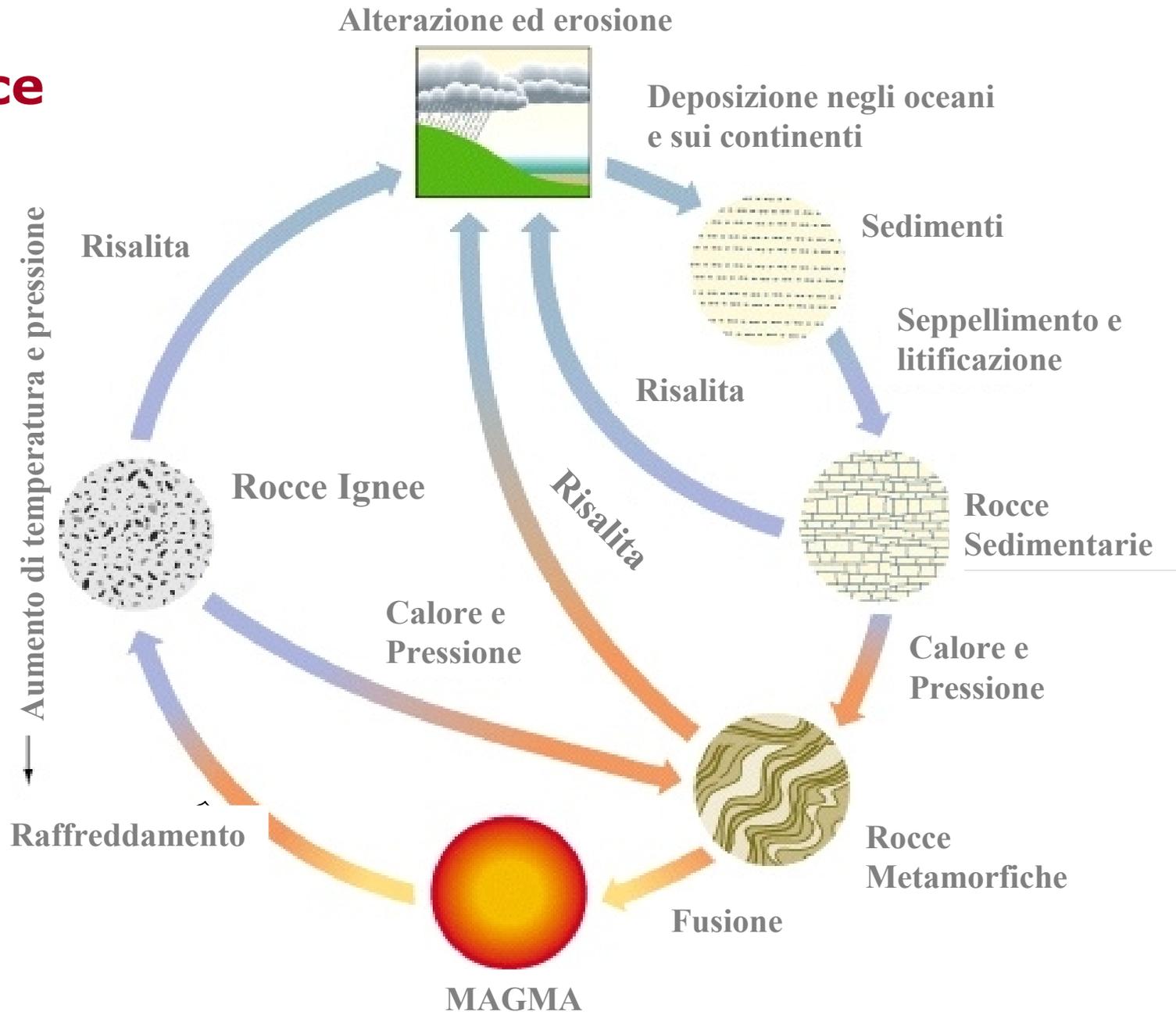


Il ciclo delle rocce



Le rocce sedimentarie

Stima ed abbondanza

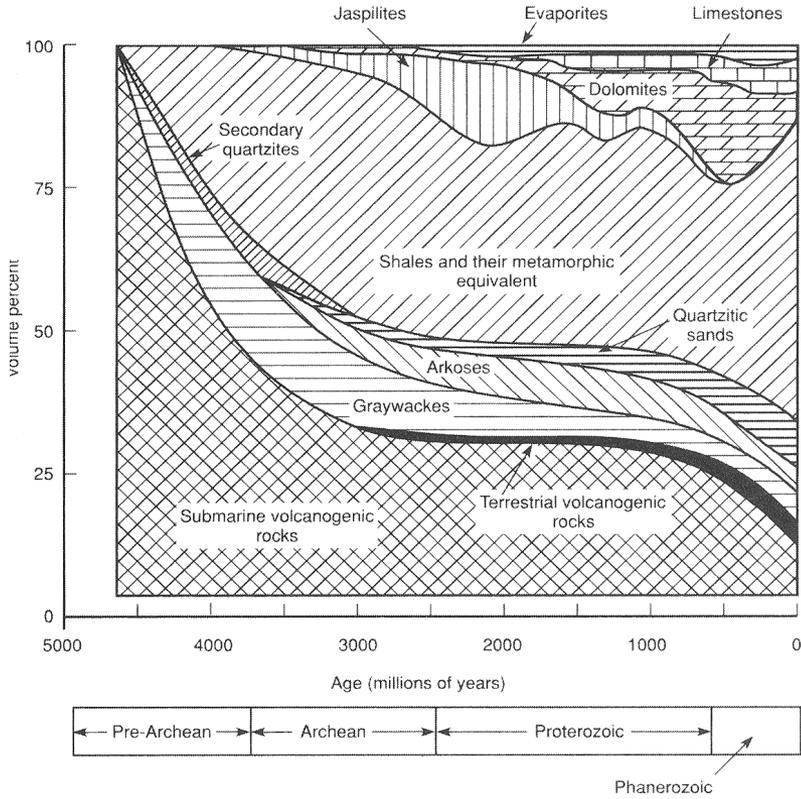
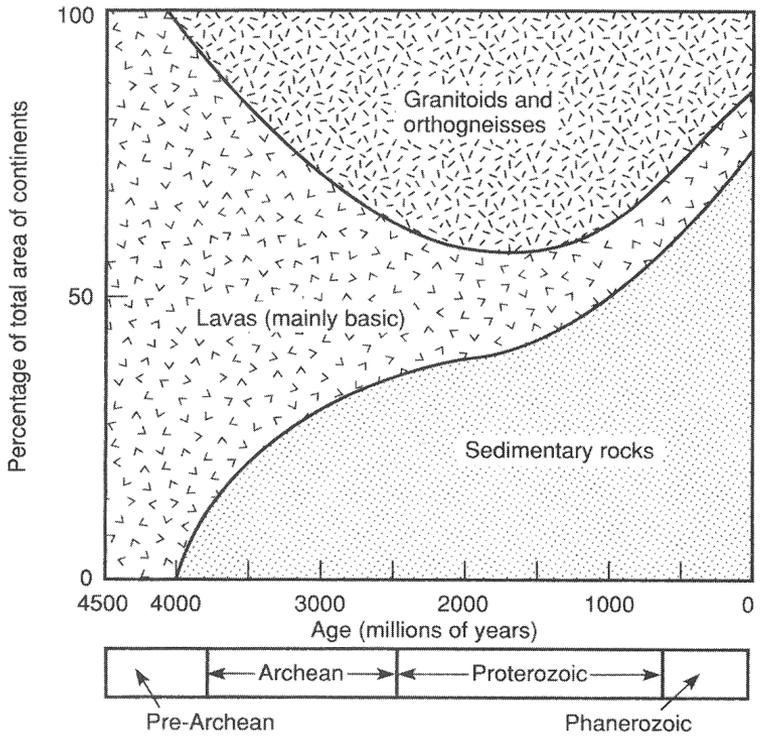
Abbondanza di rocce nella crosta (da Bucher e Frey, 1994).

Rocce magmatiche	64.7
Rocce sedimentarie	7.9
Rocce metamorfiche	27.4
Rocce Magmatiche (64.7)	
Graniti	16
Granodioriti	17
Sieniti	0.6
Basalti/gabbri	66
Peridotiti/duniti	0.3
Rocce sedimentarie (7.9)	
Argilliti	82
Arenarie	12
Calcari	6

Composizione della rocce sedimentarie e ignee più diffuse (Da Bucher e Frey, 1994).

	Arenarie	Argilliti (piattaforma)	Sedimenti pelagici	Carbonati (piattaforma)	Tonalite	Granito	Basalto
SiO₂	70.0	50.7	54.9	8.2	61.52	70.11	49.2
TiO₂	0.58	0.78	0.78	-	0.73	0.42	2.03
Al₂O₃	8.2	15.1	16.6	2.2	16.48	14.11	16.09
Fe₂O₃	0.5	4.4	7.7	1.0	5.6	1.14	2.72
FeO	1.5	2.1	2.0	0.68		2.62	7.77
MgO	0.9	3.3	3.6	7.7	2.8	0.24	6.44
CaO	4.3	7.2	0.72	40.5	8.42	1.66	10.46
Na₂O	0.58	0.8	1.3	-	3.63	3.03	3.01
K₂O	2.1	3.5	2.7	-	2.1	6.02	0.14
H₂O	3.0	5.0	9.2	-	1.2	0.23	0.70
CO₂	3.9	6.1	-	35.5	0.1		

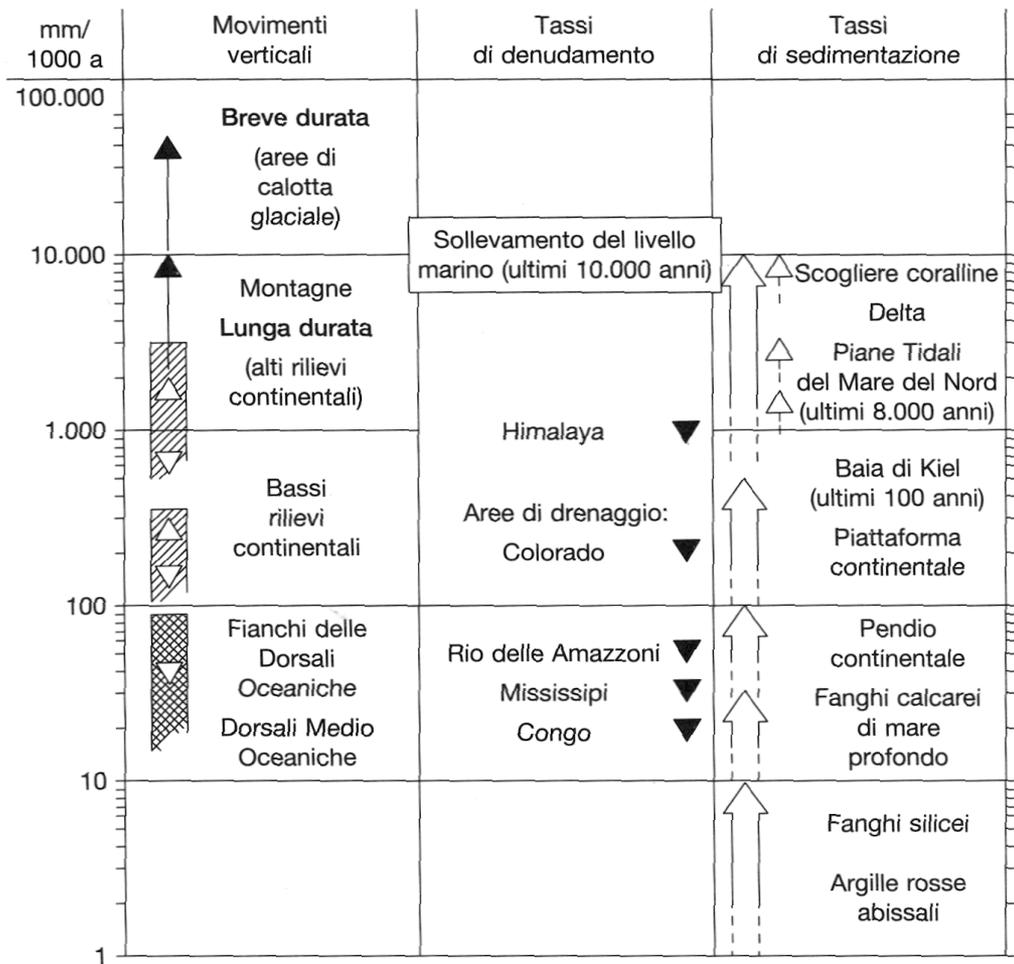
Età delle rocce sedimentarie



Genesi delle rocce sedimentarie

Processi di degradazione

Degradazione fisica: disgregazione. Frammentazione delle rocce per escursioni termiche, erosione da parte di agenti atmosferici, diminuzione del carico litostatico e conseguente rilascio di tensioni residue.



Genesi delle rocce sedimentarie

Processi di degradazione

Degradazione chimica: disfacimento. Causate da vapore acqueo, anidride carbonica, ossigeno dell'atmosfera e dell'idrosfera. Si realizza mediante soluzione, idratazione, ossidazione, idrolisi ed è determinata dalla stabilità dei minerali costituenti le rocce in funzione della composizione e chimismo (pH, Eh) delle soluzioni che aggrediscono le rocce.

Minerali mafici	Minerali felsici	
Olivina		↓ Stabilità crescente ↓
	Ca-Plagioclasio	
Pirosseno		
	Ca-Na-Plagioclasio	
Anfibolo	Na-Ca-Plagioclasio Na-Plagioclasio	
Biotite	K-Feldspato, Muscovite Quarzo	

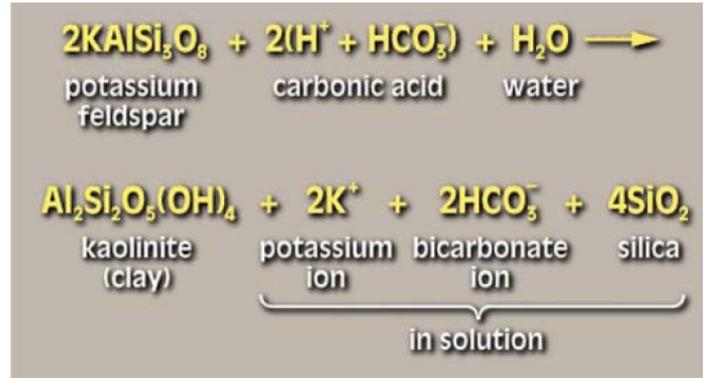


TABELLA 4.2 – Principali prodotti dei processi di degradazione subaerea e tipi di rocce sedimentarie che ne derivano (da Boggs, 1987).

Processo di degradazione	Tipo di prodotto della degradazione	Esempio	Risultato finale del processo sedimentario
Degradazione fisica (o disgregazione)	Residui particellari	Minerali silicatici come quarzo e feldspato; tutti i tipi di frammenti di roccia	Areniti, conglomerati, lutiti
Degradazione chimica (o disfacimento)			
Idrolisi	Minerali secondari	Minerali argillosi; quarzo a grana fine	Lutiti; matrice lutitica
	Costituenti solubili	Acido silicico; K ⁺ , Na ⁺ , Mg ²⁺ , Ca ²⁺ , ecc.	Selci, calcari, evaporiti, ecc.
Ossidazione	Minerali secondari	Minerali di SiO ₂ a granulometria fine; ossidi ferrici	Lutiti; matrice lutitica
	Costituenti solubili	Acido silicico; SO ₄ ²⁻ , ecc.	Selci, evaporiti, ecc.
Soluzione	Costituenti solubili	Bicarbonato, SO ₄ ²⁻ , Ca ²⁺ , Mg ²⁺ , ecc.	Calcari, evaoriti, ecc.

Genesi delle rocce sedimentarie

I materiali prodotti dalla degradazione possono:

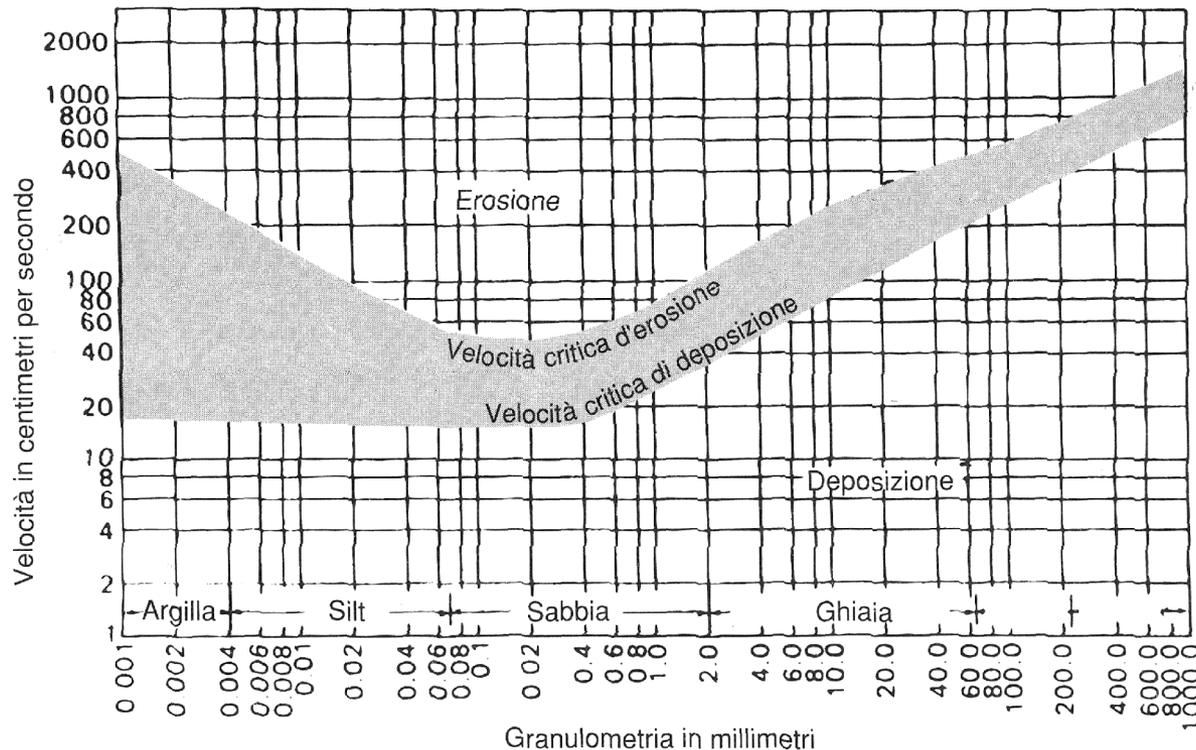
1. rimanere in situ originando **rocce residuali**

2. essere allontanate dalla sorgente da agenti di trasporto (acqua, vento, ghiaccio) per essere depositati altrove rocce.

Trasporto:

1. in soluzione (trasporto chimico);

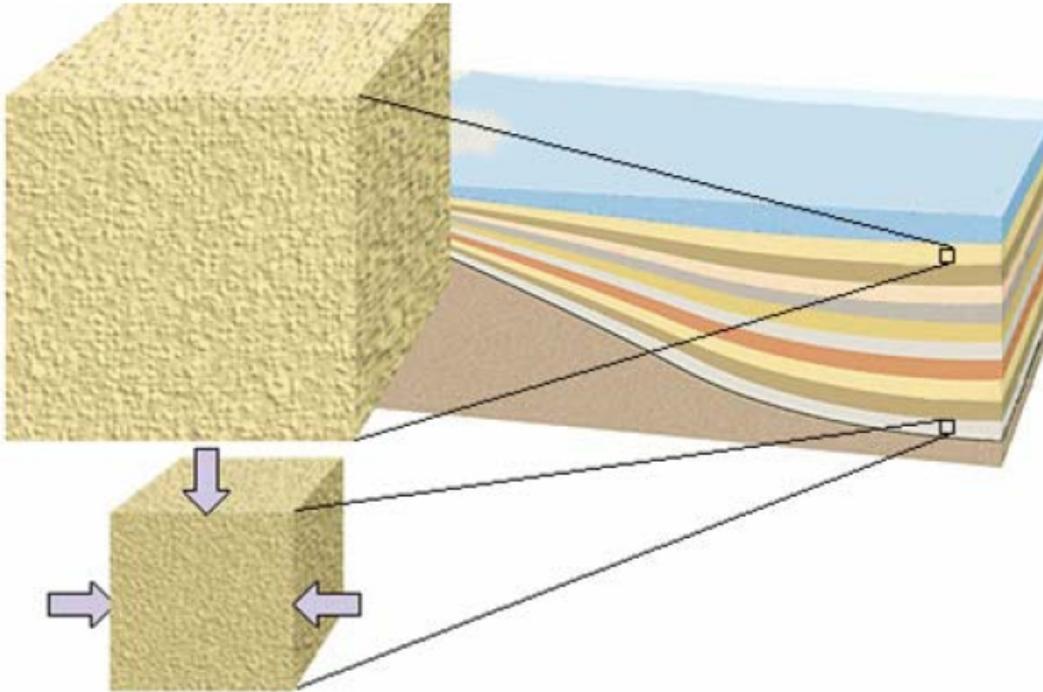
2. meccanico (sospensione, rotolamento), si originano i sedimenti clastici. L'entità del trasporto meccanico è funzione della velocità e della densità del mezzo. In funzione della velocità delle correnti di trasporto avviene la classazione dei sedimenti trasportati e depositati nelle aree di accumulo.



Genesi delle rocce sedimentarie

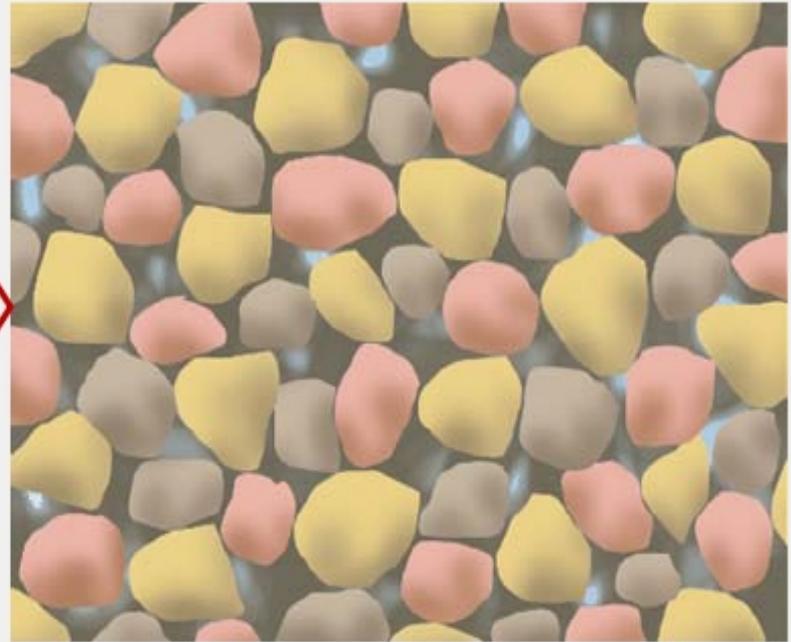
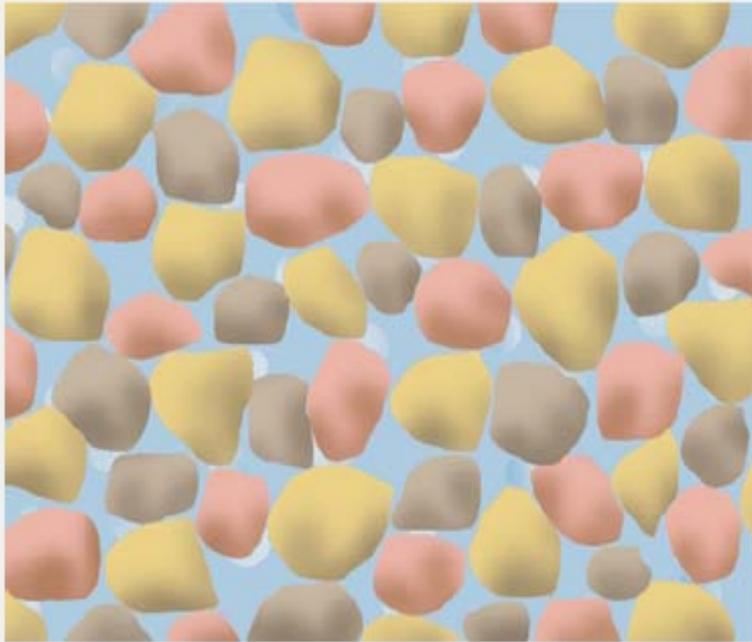
Diagenesi

Somma dei processi che trasformano i sedimenti incoerenti in rocce sedimentarie. Tra i processi principali figurano il costipamento (o compattazione: chiusura della porosità per aumento del carico litostatico, espulsione delle acque connate) e la cementazione [precipitazione di sostanze amorfe (e.g. opale) o cristalline (e.g. quarzo, calcite) con chiusura di parte dei pori residui]. Fig. Compattazione arenarie e argille



**Sedimento
incoerente**

**Diagenesi
Compattazione
+
cementazione**



Le rocce sedimentarie

Tessiture

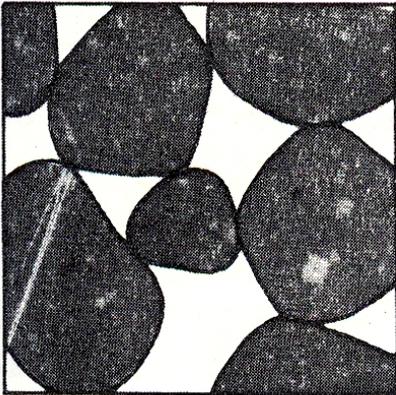
In una roccia sedimentaria (e.g. rocce silicoclastiche) è possibile i seguenti componenti principali: gli elementi (o granuli), la matrice, il cemento.

Gli elementi delle rocce sedimentarie sono stati elencati nelle pagine precedenti (e.g. particelle silicoclastiche): sono distinti anche in base alla taglia (granulometria), alla forma (tondeggiante o meno) e alla composizione (ad esempio quarzo vs feldspati vs elementi litici). Gli elementi di una roccia sedimentaria possono essere a contatto tra loro formando l'impalcatura della roccia, che si dice **granulo-sostenuta**. La porosità della roccia granulo-sostenuta può essere più o meno occlusa da materiale detritico più fine contemporaneo alla deposizione (**matrice**) oppure da **cemento** costituito da minerali autigenici.

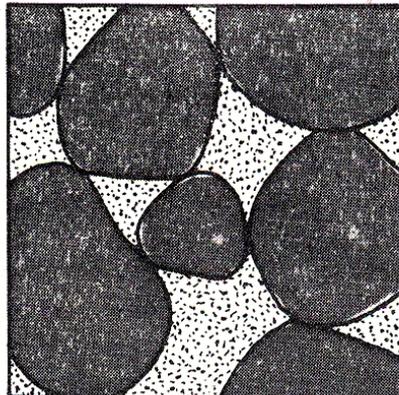
Nei depositi silicoclastici e in molti depositi carbonatici se la deposizione avviene per trasporto di massa in colate e correnti di torbida, la percentuale di matrice può essere alta tanto che i granuli non sono più a contatto tra loro ma immersi nella matrice: la struttura si dice **fango-sostenuta**.

La percentuale di matrice è indice del grado di **maturità** della roccia: **basso** in rocce **fango-sostenute** e **più alto** nelle rocce **granulo-sostenute**.

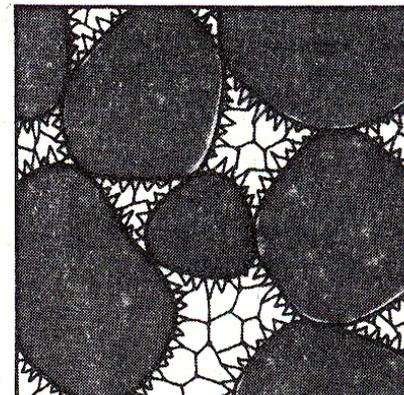
granuli e pori

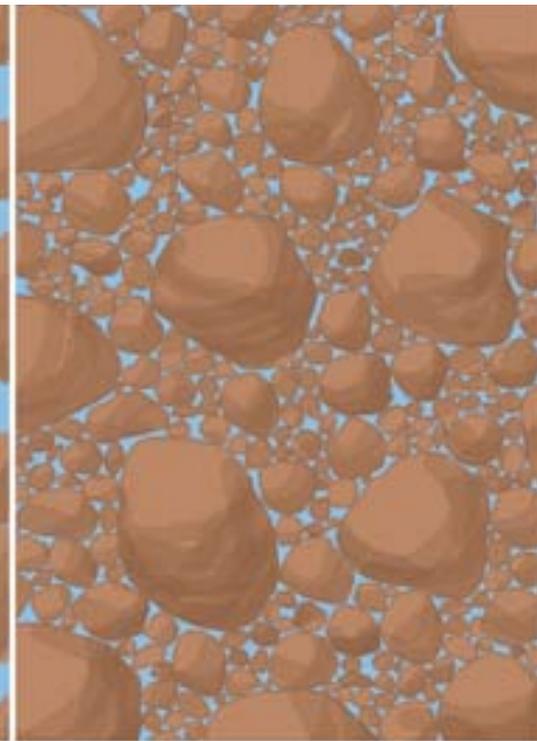
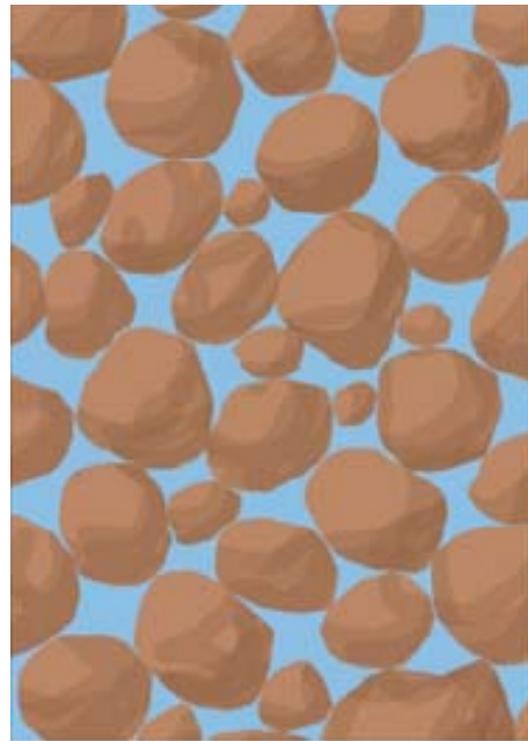
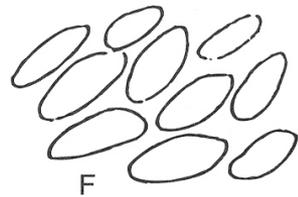
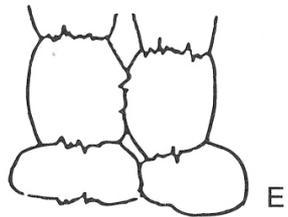
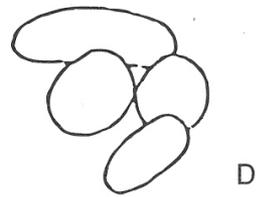
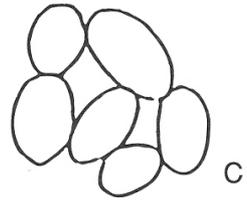
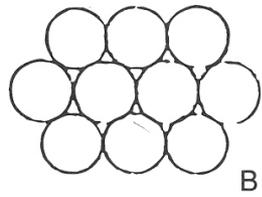
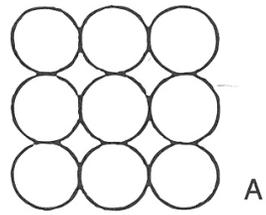


granuli e matrice



granuli e cemento





Well-sorted = higher porosity

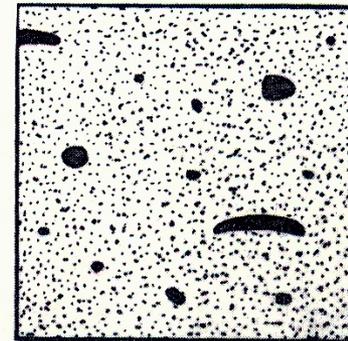
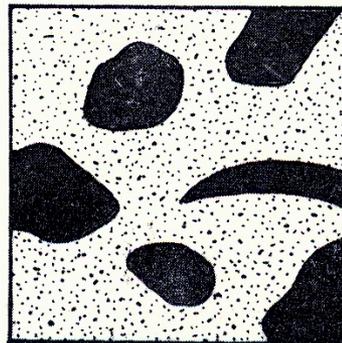
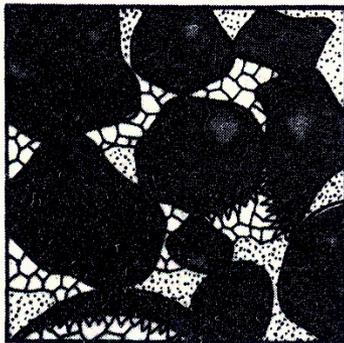
Poorly sorted = lower porosity

TESSITURA

grano-sostenuta

fango-sostenuta

pelitica



I costituenti delle rocce sedimentarie

La successione (generalizzata) dei processi sedimentari riportati nella diapositiva precedente genera **QUATTRO** principali tipi di costituenti che in proporzioni variabili formano le rocce sedimentarie (Boggs, 2009)

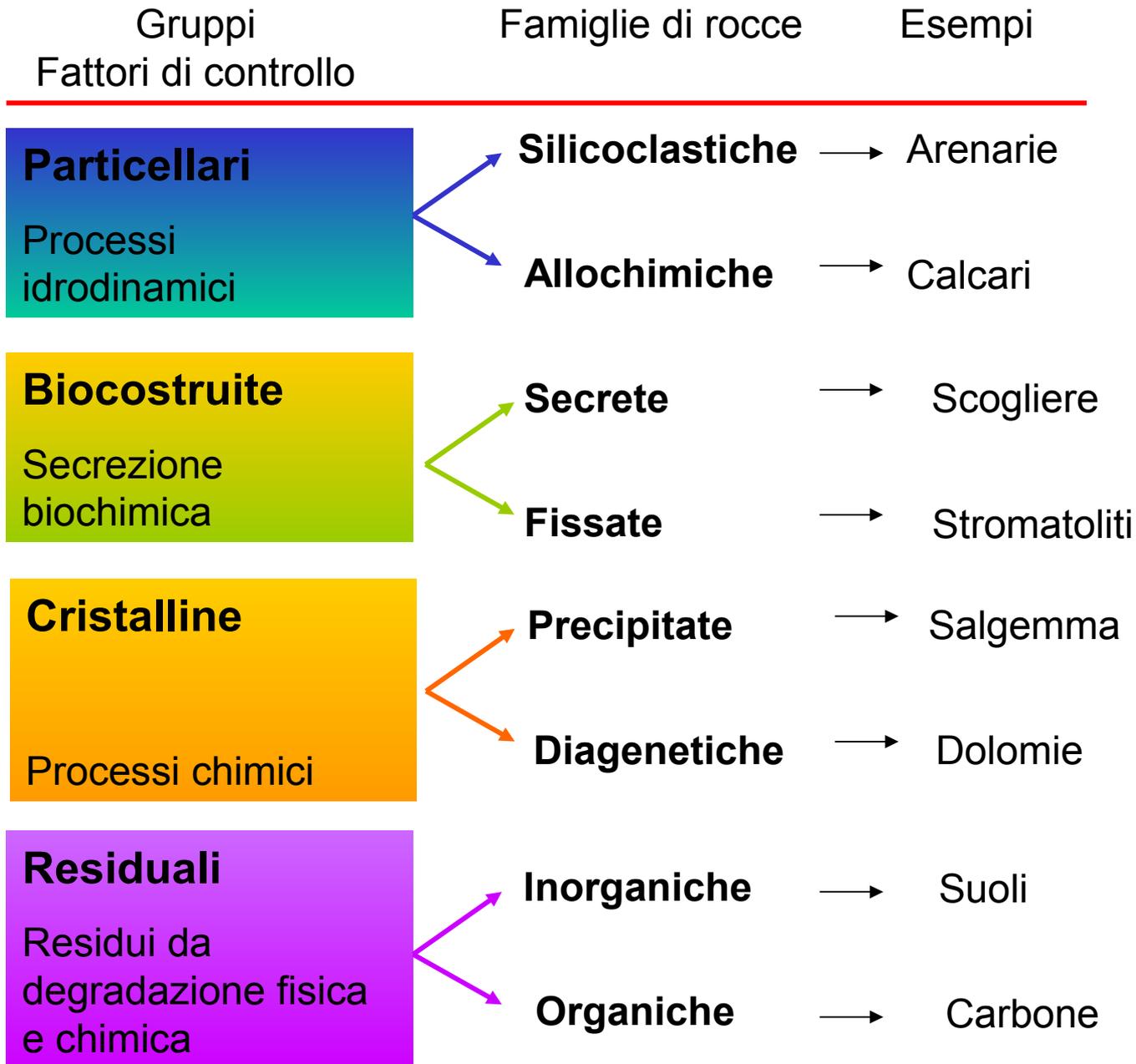
1. Particelle terrigene silicoclastiche. Il vulcanismo esplosivo e la disgregazione delle rocce genera elementi litici di dimensioni variabili (dal trovante all'argilla) che possono corrispondere a singoli minerali o ad aggregati di minerali (clasti e frammenti litici). I minerali sono prevalentemente silicati (quarzo, feldspati, miche). I frammenti litici sono di rocce ignee, metamorfiche o sedimentarie. Nelle rocce carbonatiche si verificano spesso sia il rimaneggiamento di materiale organico (e.g. fossili, materiale bioclastico), sia l'erosione e rideposizione di clasti carbonatici. Inoltre, minerali fini (ossidi di Fe e minerali argillosi) si formano nelle zone di alterazione delle rocce sorgenti per la ri-combinazione dei componenti chimici rilasciati dalle rocce durante l'alterazione. Questi elementi vengono trasportati ed accumulati nei bacini di sedimentazione. Poiché questi elementi sono di origine extra-bacinale essi sono definiti come granuli terrigeni silicoclastici. Nel caso di depositi vulcanici piroclastici, l'origine può essere inta-bacinale.

2. Costituenti chimici/biochimici. I processi chimici e biochimici che operano nei bacini di deposizione possono portare all'estrazione dalle acque bacinali dei componenti in soluzione, per formare depositi di minerali quali calcite, gesso, apatite ed alla formazione di conchiglie e gusci silicei e carbonatici degli organismi. Alcuni minerali precipitati possono aggregarsi in granuli con la taglia dei silt o delle sabbie ed essere mossi dalle correnti e dalle onde del bacino di deposizione: esempi tipici di questi granuli aggregati sono le ooliti di carbonato. I costituenti chimici/biochimici costituiscono le rocce intra-bacinali come i **chert**, **le evaporiti**, **le fosforiti**. Parte del materiale costituente le rocce carbonatiche ha questa origine,

3. Costituenti carbonacei. I residui carbonacei di piante terrestri e marine e di animali, insieme ai bitumi, formano questa categoria di costituenti sedimentari. I materiali carbonacei **umici** sono residui dei tessuti delle piante e formano i componenti dei carboni. I residui **sapropelici** sono i resti di spore, pollini, fito e zoo plankton e i depositi di piante macerate accumulati in acque. Sono i costituenti di canali di carbone e argille a petrolio. I **bitumi** sono i residui che si formano dal petrolio mediante la perdita di componenti volatili, per ossidazione e polimerizzazione.

4. Costituenti autigenici. Si tratta di minerali e talora materiali amorfi (e.g. opale) precipitati dalle acque circolanti nei pori di una pila di rocce sedimentarie in consolidazione. I minerali secondari autigenici, possono includere fasi silicatiche (quarzo, feldspati e minerali argillosi) e non (calcite, gesso, barite, hematite). Si formano durante la diagenesi ma non sono i costituenti principali delle rocce sedimentarie.

Rocce sedimentarie e
Fattori di controllo



Le rocce sedimentarie possono essere altresì raggruppate in **TRE** gruppi fondamentali:

1. clastiche terrigene;
2. biochimiche;
3. chimiche.

Ulteriori suddivisioni possono essere fatte in base alla taglia dei granuli (e.g. rocce silicoclastiche suddivise in conglomerati-brecce, arenarie e argille). Questi tre gruppi di rocce sono i più importanti e diffusi.

TABELLA 3.1
LE QUATTRO PRINCIPALI CATEGORIE
DI ROCCE SEDIMENTARIE (1-4) ED I RELATIVI I GRUPPI LITOLGICI

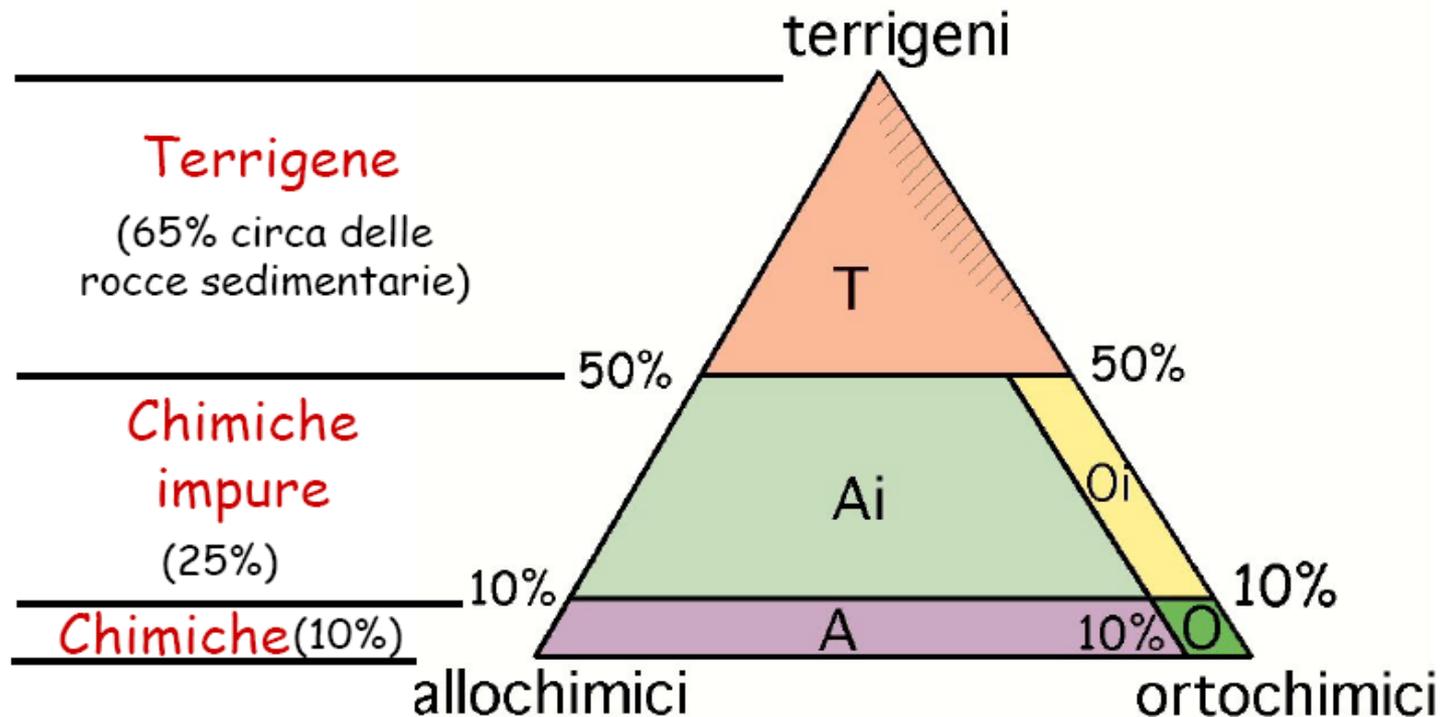
da Tucker, 1996

1 <i>clastico-terrigena</i>	2 <i>depositi biogenici - organogeni-biochimici</i>	3 <i>precipitati chimici</i>	4 <i>vulcanoclastiche</i>
areniti, conglomerati e brecce, peliti	calcari + dolomie, selci, fosfati, carboni	rocce ferrifere, evaporiti	tufi, agglomerati

+ rocce residuali

Abbondanze relative di rocce **terrigena e chimiche/biochimiche**. Queste ultime sono divise in orto e allochimiche. Componenti Allochimici: precipitati nel bacino e trasportati come solidi prima della deposizione. Componenti ortochimici: precipitati direttamente in situ e non trasportati

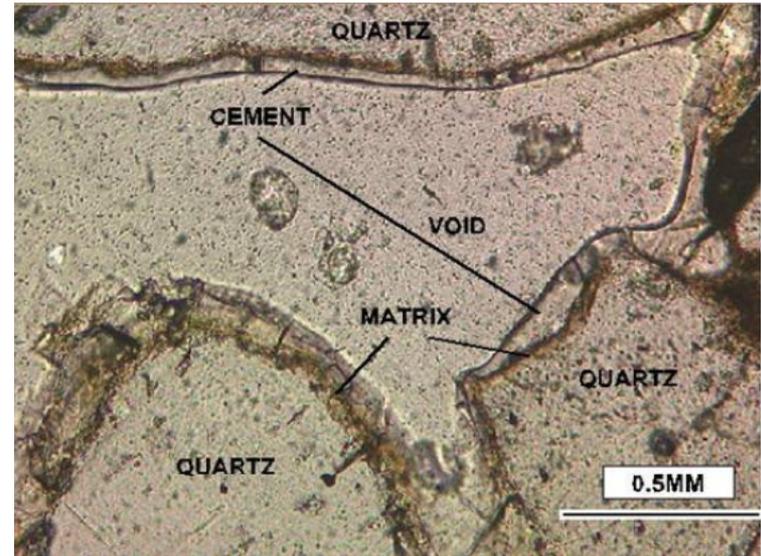
- T : rocce **TERRIGENE** (o clastiche) (es. arenarie)
- A : rocce **ALLOCHIMICHE** (es. calcari)
- O : rocce **ORTOCHIMICHE** (es. gessi, travertini)
- Ai : rocce **allochimiche impure** (es. marne)
- Oi : rocce **ortochimiche impure** (es. gessi argillosi)



Come studiare le rocce sedimentarie

1. Terreno

- cartografia, - geometria dei corpi,
- variazioni verticali e laterali di rocce e biofacies;
- spessore delle unità;
- tessiture e orientazioni direzionali degli elementi e delle strutture



2. Microstrutture e minerali costituenti:

- microscopia ottica ed elettronica;
- Diffrazione raggi X (XRD)

3. Analisi chimica di rocce e minerali costituenti:

- fluorescenza;
- microsonda elettronica.