

ROCCE DETRITICHE (TERRIGENE)

Sono prevalentemente SILICOCLASTICHE (cioè costituite da minerali e frammenti di rocce silicate) e derivano dalla degradazione meteorica di rocce preesistenti.

Il materiale prodotto dipende da vari fattori che caratterizzano l'area di provenienza:

litologia delle rocce esposte

tipo di rilievo (morfologia)

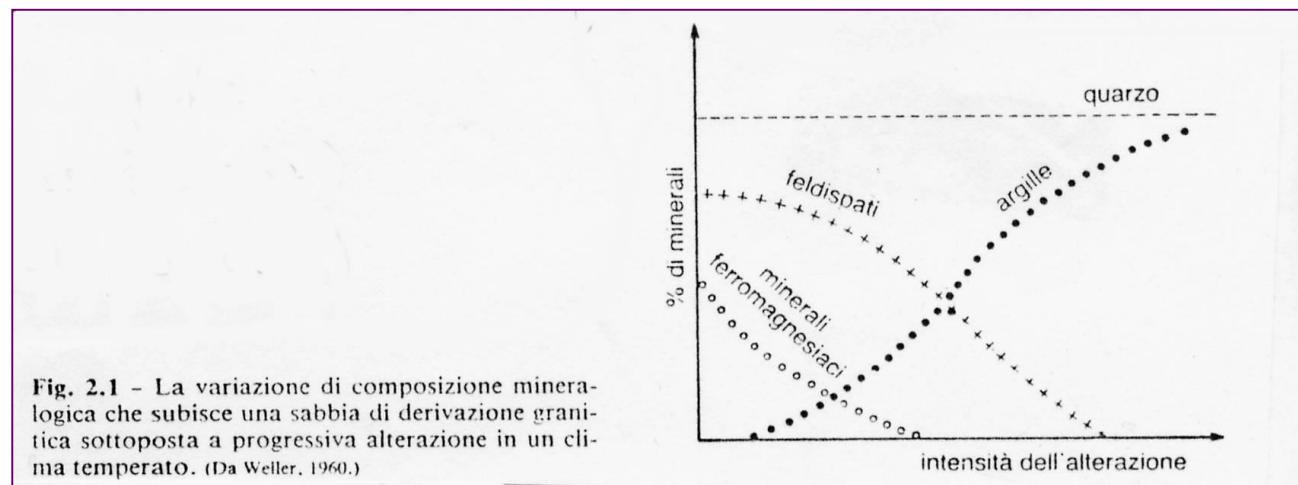
clima (temperatura e grado di umidità)

tempo che gli agenti di alterazione ed erosione hanno a disposizione per agire

attività tettonica

Si tratta di **rocce particellari**: impalcatura granulare = grani detritici (= grani terrigeni, clasti); fra i grani c'è matrice e/o cemento)

La classificazione maggiormente utilizzata è in base alla **granulometria**, che in queste rocce dà indicazioni sulla corrente di trasporto (energia) → **ambiente di deposizione**.



Nella tabella che segue sono elencati i più comuni minerali e frammenti di roccia che costituiscono questo tipo di rocce.

Ricordiamo che i **MINERALI TERRIGENI** possono indicare modalità, durata e intensità del trasporto.

I **MINERALI ORTOCHIMICI** indicano le condizioni chimiche dell'ambiente di deposizione e quelle diagenetiche.

Costituenti principali (>1% circa)

Minerali stabili (grande resistenza alla decomposizione chimica)

Quarzo: costituisce approssimativamente il 65% di un arenite media, il 30% di un'argillite media e il 5% di una roccia carbonatica media.

Selce: costituisce circa l'1-4% delle rocce sedimentarie silicoclastiche

Minerali meno stabili

Feldspati: includono i feldspati potassici (ortoclasio, microclino, sanidino, anortoclasio) ed i plagioclasti (albite, oligoclasio, andesina, labradorite, bytownite, anortite); costituiscono circa il 10-15% di un'arenite media, il 5% di un'argillite media e meno dell'1% di una roccia carbonatica media

Costituenti argillosi e frazione micacea fine: i minerali argillosi comprendono il gruppo della caolinita, il gruppo dell'illite, il gruppo delle smectiti (di cui la montmorillonite è uno dei termini principali) e il gruppo della clorite; la frazione micacea fine è costituita principalmente da muscovite (sericite) e da biotite; questa frazione costituisce approssimativamente il 25-35% del totale dei minerali silicoclastici, ma costituisce più del 60% dei componenti delle argilliti

Costituenti accessori (<1% circa)

Miche grossolane: principalmente muscovite e biotite

Minerali pesanti (peso specifico > 2.8)

Minerali stabili non opachi: zircone, tormalina, rutilo

Minerali metastabili non opachi: anfiboli, pirosseni, clorite, granato, apatite, staurolite, epidoto, olivina, titanite (o sfene), zoisite, clinozoisite, topazio, monazite, più circa un centinaio di altri minerali volumetricamente meno importanti

Minerali stabili opachi: ematite, limonite

Minerali metastabili opachi: magnetite, ilmenite, leucoxeno

Frammenti di roccia o frammenti litici costituiscono circa il 10-15% dei granuli silicoclastici in una arenite media e la maggior parte dei clasti nei conglomerati; le argilliti contengono pochi frammenti litici di roccia.

Frammenti di rocce magmatiche: possono includere clasti di qualsiasi roccia magmatica, ma i più comuni nelle areniti sono i frammenti a grana fine di rocce vulcaniche e di vetro vulcanico.

Frammenti di rocce metamorfiche: includono clasti di metaquarziti, filladi, argilloscisti, scisti, e meno comunemente, di gneiss.

Frammenti di rocce sedimentarie: nei conglomerati è possibile trovare frammenti di qualsiasi tipo di roccia sedimentaria; nella areniti sono più comuni clasti di arenite fine, di siltite, di argillite; sono rari nelle areniti i clasti carbonatici.

Elementi di origine chimica inclusi i cementi (% variabile)

Silicati: in predominanza quarzo; altri silicati possono comprendere la selce, l'opale, i feldspati e le zeoliti.

Carbonati: principalmente calcite; meno comunemente aragonite, dolomite, siderite; Ossidi di ferro: ematite, limonite

Solfati: anidrite, gesso, barite

Concetto di MATURITA' COMPOSIZIONALE

L'abbondanza di un minerale terrigeno in una roccia sedimentaria dipende da tre fattori:
disponibilità

resistenza meccanica

stabilità chimica: l'ordine di stabilità chimica è circa il rovescio della serie di Bowen

TABELLA 2.2 - *Grado di stabilità chimica dei minerali terrigeni.* (Da Folk, 1980.)

+ stabili ↑	Quarzo, Zircone, Tormalina	Albite	(*)	
	Selce			
	Muscovite			
	Microclino			
	Ortoclasio			
Orneblenda, Biotite		Anortite		
Pirosseno				
Olivina				

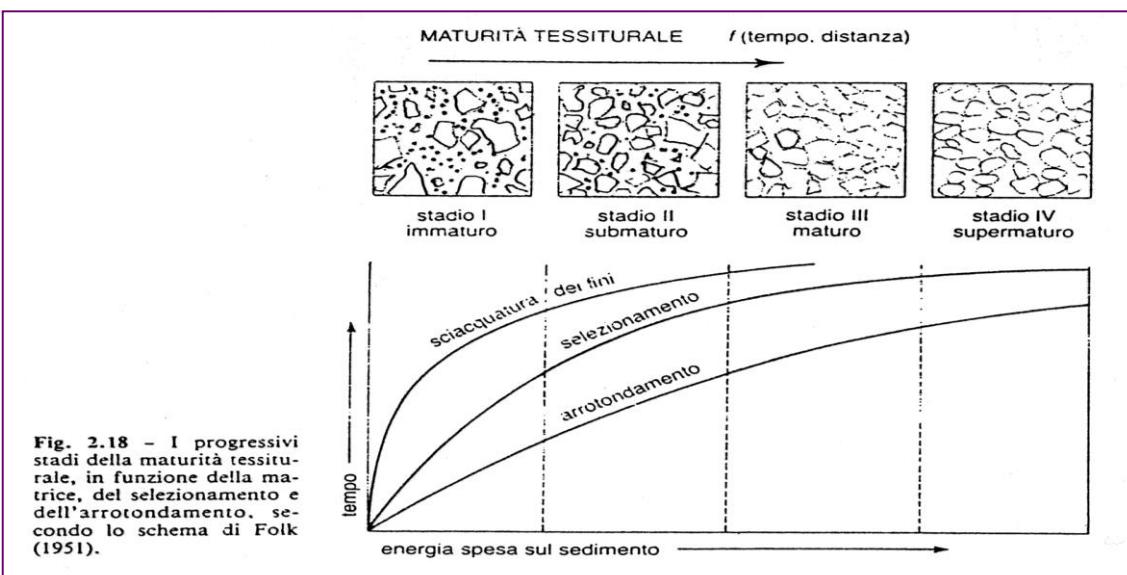
(*) I minerali al di sopra della linea tratteggiata possono formarsi nei sedimenti anche per diretta precipitazione chimica (*minerali autigeni*).

Un sedimento è composizionalmente tanto più maturo quanto più presenti sono i minerali stabili chimicamente e resistenti meccanicamente.

Concetto di MATURITA' TESSITURALE

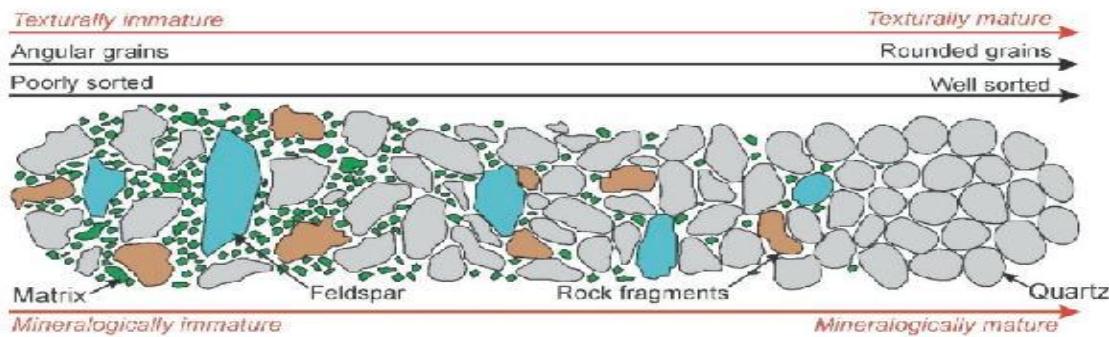
Per Folk (1951) il grado in cui una sabbia è priva del fango interstiziale (matrice), è ben selezionata ed è ben arrotondata. E' un concetto importante per interpretare le caratteristiche dinamiche dell'ambiente di deposizione.

Un sedimento passa attraverso vari stadi di maturità.



La maturità tessiturale si stabilisce in base a: (1) contenuto in matrice; (2) grado di selezionamento (sorting); (3) grado di arrotondamento.

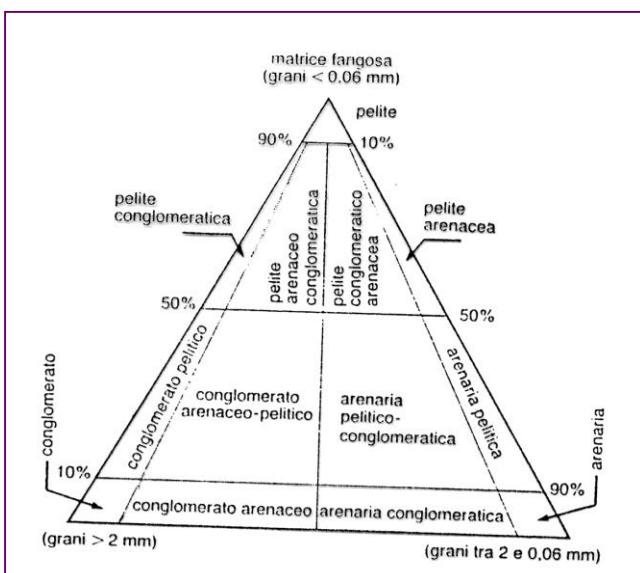
Un sedimento (e.g., arenaria) IMMATURO ha matrice >5%, è mal selezionato con clasti mal arrotondati. Un sedimento SUBMATURO ha poca matrice (<5%), è moderatamente selezionato con clasti moderatamente arrotondati. Un sedimento MATURO non ha matrice, è ben selezionato con clasti ben arrotondati. Nel grafico della figura sottostante la maturità di un sedimento aumenta da sinistra a destra.



CLASSIFICAZIONE DELLE ROCCE DETRITICHE

Le rocce detritiche (terrigene) sono classificate principalmente in base alle dimensioni dei grani che costituiscono l'impalcatura granulare, ma si considera anche il rapporto tra granuli e matrice

Dimensione granuli	Nome sedimento	Nome roccia	Classe granulometrica
Maggiori di 2 mm	Ghiaia e Pietrisco	Conglomerati e Brecce	Ruditica
Tra 2 e 0.0625 mm	sabbia	Arenite	Arenitica
Tra 0.0625 e 0.004 mm	silt	Siltite	Siltitica
Minori di 0.004 mm	argilla	Argillite	Argillitica



Terminologie utilizzate per le rocce sedimentarie terrigene (da Bosellini 1989)

PS: argillite + siltite = pelite/lutite

PS: le arenarie sono areniti silicoclastiche

RUDITI → CONGLOMERATES (termine anglosassone)

Impalcatura granulare fatta da granuli >2 mm (30% - Folk; 10% - Pettijhon)

Termini usati: **CONGLOMERATO** se i granuli sono arrotondati
BRECCIA se i granuli non sono arrotondati

Sono i prodotti più grossolani dell'erosione. In genere subiscono un trasporto limitato

I granuli sono soprattutto frammenti litici

La matrice è data da granuli di quarzo, feldspati, miche, minerali argillosi

Il cemento è calcitico o siliceo

CLASSIFICAZIONE:

Quando è possibile riconoscere la provenienza degli elementi che costituiscono la roccia si parlerà di conglomerati e brecce:

INTRAFORMATZIONALI (prevalenza di clasti provenienti all'interno del bacino di deposizione)

EXTRAFORMATZIONALI (prevalenza di clasti di provenienza esterna al bacino di deposizione)

Extraformazionale=**INTRABACINALE** → indica processi deposizionali o tettonici sin sedimentari (si tratta per lo più di brecce)

Extraformazionale (più frequenti) =**EXTRABACINALE**, sono in genere conglomerati

I conglomerati si distinguono in:

ORTOCONGLOMERATI (<15% di matrice)

PARACONGLOMERATI (>15% di matrice)

Anche le brecce possono contenere della matrice. Si parlerà di breccia grano/fango sostenuta

I conglomerati possono essere:

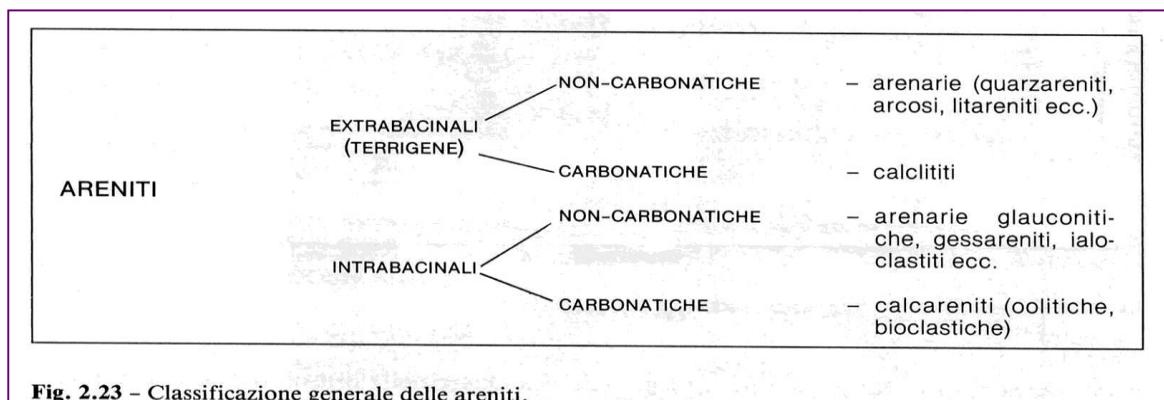
MONOMITTICI(monogenici) = unica litologia degli elementi

OLIGOMITTICI = alcune litologie caratteristiche

POLIMITTICI (poligenici) = litologia composita

ARENITI

Rocce i cui granuli hanno dimensioni comprese fra 2 mm e 62.5 um (microns).



LE ARENARIE in senso stretto sono le areniti silicoclastiche cioè arenarie terrigene.

Ci sono più di 50 modi di classificare le arenarie.

Per classificarle, bisogna tener conto che:

La più parte dei granelli di sabbia è costituita da quarzo.
Pochi gli altri silicati che hanno memoria del luogo di nascita.

Le proporzioni fra i vari minerali **NON** sono le stesse in cui si trovavano nella roccia d'origine.

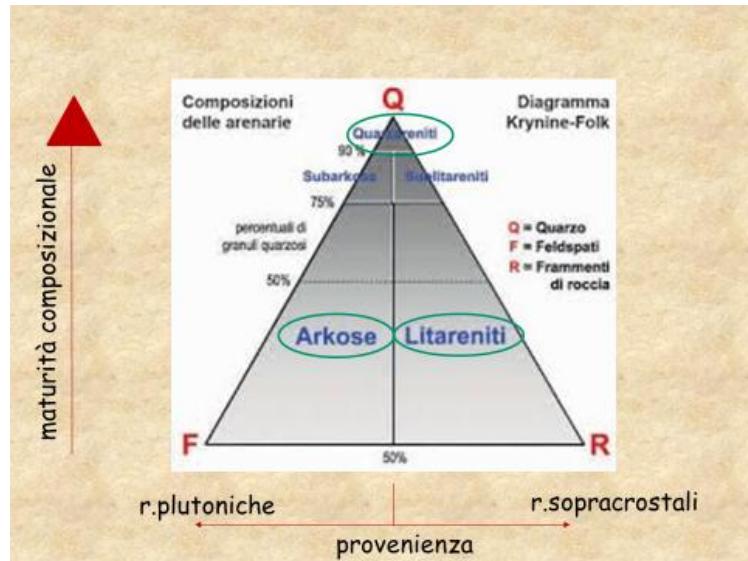
Alterazione chimica e disgregazione meccanica dei minerali condiziona la composizione finale della sabbia

Alterazione chimica veloce e frantumazione lenta: i granelli instabili si perdono prima ancora di essere separati come granelli di sabbia

Alterazione chimica lenta e frantumazione veloce: tutti i grani sono separati dalla roccia madre e contribuiscono a formare i granelli di sabbia

Elevato rapporto Feldspati/Qz= + erosione meccanica
Solo Qz= marcata alterazione chimica

Una classificazione molto usata, ma che non considera la matrice è quella di Krynnine & Folk proposta intorno al 1950 e di seguito schematizzata.



Nell'ambito di questo corso è adottata la classificazione proposta da **Pettijhon et al**, 1975; 1987. La classificazione considera la matrice e si basa sull'individuazione di 3 indici

SANDSTONES			291
TABLE 48. Classification of Sandstones ^a			
Cement or Matrix	Detrital Matrix Prominent (over 15%) to Predominant. Chemical Cement Absent	Detrital Matrix Absent or Scanty (under 15%) Voids Empty or Filled with Chemical Cement	
Sand or Detrital Fraction			
Rock Fragments Exceed Feldspar	Feldspar Exceeds Rock Fragments		
GRAYWACKES	Feldspathic graywacke	ARKOSIC SANDSTONES	
	Arkose	Subarkose or feldspathic sandstone	Chert < 5%
	Lithic graywacke	LITHIC SANDSTONES	
	Subgraywacke	Protoquartzites	Chert > 5%
Quartz Content	Variable; generally < 75%	< 75% > 75% < 95%	> 95%

^a Volcanic tuffs and intraformational carbonates not included.

PS: il termine ortoquarzite proposto dall'autore è oggi sostituito da quarzoarenite.

PS: Le arenarie (sandstones) si classificano al microscopio, identificando almeno 400 grani, e usando le carte di comparazione visiva per la percentuale o si contano i singoli grani per minerale con un contapunti. Macroscopicamente l'applicazione della classificazione è limitata: si può provare ad usare

la classificazione se i grani sono sufficientemente grandi da essere visibili e riconoscibili ad occhio nudo o con la lente.

CLASSIFICAZIONE DEL PETTIJOHN: gli indici

- 1) indice di provenienza: da' indicazioni sulla roccia madre; si ottiene dal rapporto feldspato/ frammenti di roccia (esclusa la selce)

Siccome

rocce plutoniche \Rightarrow degradazione \rightarrow granuli monomineralici

rocce sopracrostali \Rightarrow degradazione \rightarrow aggregati cristallini (frammenti di roccia)

PS: r. effusive, sedimentarie, metamorfiche di basso grado sono rocce sopracrostali

Allora:

prevalenza di feldspati → derivazione da roccia plutonica

prevalenza di frammenti di roccia → derivazione da roccia sopracrostale

PS: il feldspato tende a scomparire a causa di fenomeni chimici, mentre il frammento di roccia scompare causa fenomeni meccanici.

- 2) indice di maturità: da' indicazioni sull'intensità e la durata del trasporto.

Si considera il costituente più maturo: quarzo per le rocce plutoniche e selce per le sopraccrostanti.

Quindi Qz/Feldspati → rocce plutoniche

Selce/ frammenti di roccia → rocce sopracrustali
(esclusa la selce)

- 3) indice di fluidità: da' indicazioni su densità e viscosità del mezzo

è dato dal rapporto

granuli/matrice

dove i granuli indicano la densità del materiale, mentre la matrice indica la densità del fluido che trasporta i sedimenti

se il rapporto è alto (+granuli) la separazione è rapida e totale (posizione nello schema verso destra) – fra i granuli ci sarà cemento. Se il rapporto è piccolo (+matrice) la separazione è lenta ed incompleta (grovacche) – fra i granuli ci sarà matrice.

Una breve nota per spiegare ulteriormente la classificazione: in questa classificazione le arenarie sono suddivise in 2 gruppi principali basati sulla tessitura, ossia a seconda che la sabbia sia composta da soli grani (*arenite*) o contengano più del 15% di matrice (*wacke*= è un termine che non ha traduzione e sta ad indicare una roccia con “pochi” grani). Fra le areniti, il termine di *quarzo-arenite* è applicato a rocce con $Q \geq 95\%$, un tipo di roccia definito una volta ortoquarzite (quarzite è l’equivalente metamorfico di basso grado). *Arenite arcosica* si riferisce ad una arenite con più del

25% di feldspato, che eccede il contenuto in frammenti di roccia. *Litharenite* quando sono i frammenti di roccia a superare il 25%. Le areniti arcosiche si suddividono in *arkose* e *arkose litiche*. Due tipi di roccia transizionali con la quarzoarenite sono le *subarkose* e le *subareniti*. Inoltre, quando in una litharenite i frammenti di roccia sono di *shale* o *slate* (prodotti metamorfici di basso e bassissimo grado) si parla di *phyllarenite*, e di *calclitite* se i frammenti di roccia sono calcarei.

Le *wackes* sono un gruppo transizionale fra le areniti e le peliti. Le più comuni sono le *greywackes* (termine intraducibile e riportato con la sua traslitterazione: grovacche): possono essere *feldspatiche* e *litiche*. Il termine di *arkosi wacke* è usato per arcose con una significativa presenza di matrice. *Quartz wackes* è quarzo più un po' di matrice.

Delle varie tipologie di arenarie proposte nella classificazione, per il corso di GEOLOGIA 1 vanno riconosciute:

GROVACCHE (litiche o feldspatiche): matrice presente
cemento scarso o assente
 $Q < 75\%$
rocce immature sia tessituralmente che dal pv compostizionale

caratteristica: gradazione dei granuli, da più grossolani a più fini salendo stratigraficamente; sono soprattutto il prodotto di correnti di torbida; deposito sinorogenetico

ARENARIE ARCOSE: prevalenza di feldspati ($> 25\%$) sui frammenti di roccia
matrice scarsa o assente
cemento prevalente

interruzione del processo di alterazione del feldspato per:

- fatto climatico (clima estremo, assenza di acqua)
- contatto con l'acqua di breve durata dovuto a trasporto rapidissimo

gli ambienti di formazione tipici sono quelli non marini, spesso fluviali; deposito sinorogenetico

ARENARIE LITICHE: prevalenza di frammenti di roccia ($> 25\%$) sui feldspati
matrice scarsa o assente
cemento prevalente

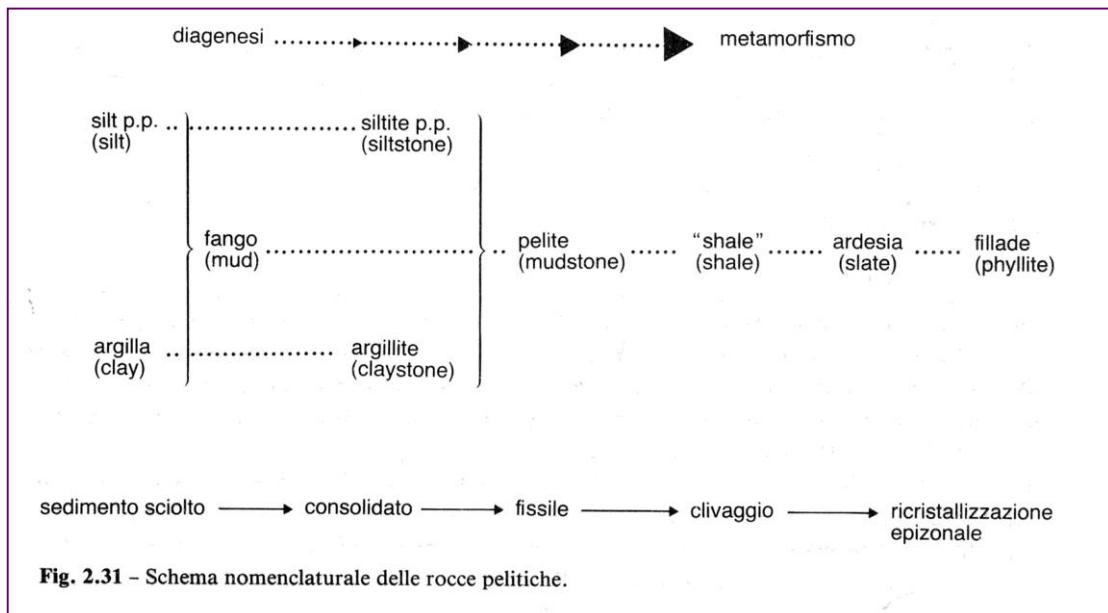
caratteristiche di ambiente costiero, ma si possono formare in qualsiasi ambiente deposizionale; ambiente orogenetico successivo alle arenarie arcosiche

QUARZOARENITI: $Q > 95\%$
grani ben classati
altissimo grado di arrotondamento
supermature compostizionalmente e tessituralmente

tipiche, ma non esclusive, di ambienti marini di mare basso ad alta energia e di ambienti energetici dove il colore rossastro è dovuto alla presenza di hematite.
Sono l'effetto di un trasporto lunghissimo o di più trasporti (più cicli di sedimentazione).

LUTITI (o PELITI) → MUDSTONE

Materiale di granulometria inferiore a 62.5 um. Miscele di minerali argillosi e minerali detritici fini. Caratteristica di queste rocce (anche se non sempre presenti) sono le laminazioni. Dal punto di vista granulometrico si suddividono in silt (siltiti) e argilla (argilliti).



Composizione mineralogica:

siltiti: granuli monomineralici e minerali argillosi
argilliti: prevalenti minerali argillosi

Le argilliti possono essere :

RESIDUALI, sono primarie, restano vicine alla roccia madre (suoli):

- lateriti e bauxiti (Al e Fe; clima caldo umido)
 - crostoni carbonatici (Ca; regione arida)

TRASPORTATE, sono secondarie. Si tratta di materiale finissimo trasportato attraverso deboli correnti e successivamente si depositato. Si trovano in diversi ambienti: pianure alluvionali, valli fluviali, bacini lacustri e marini a scarsa energia di fondo

La pigmentazione è dovuta a:

- 1- minerali ferriferi (colori: rosso, verde)
 - 2- carbonio libero (sostanza organica) (colore nero)

Un esempio di argillite sono le black shale (dette anche impropriamente *scisti bituminosi*): si tratta di silt associato a prevalente frazione argillosa. Sono tipicamente laminate (elevata fissilità) e ricche di sostanza organica; ambiente diagenetico riducente.

Fissile = capacità di una roccia di suddividersi in lamine o scaglie dovuta alla disposizione iso-orientata dei minerali lamellari durante il processo di sedimentazione. Ambienti dominati da acque stagnanti.