

Le rocce

Una roccia è un aggregato naturale di minerali e/o solidi di altro tipo, caratterizzato da una propria composizione e struttura.

Struttura e composizione

Le rocce possono essere costituite da minerali e/o vetro e/o fossili e/o frammenti di altre rocce (clasti).

La **composizione mineralogica** esprime il tipo di minerali presenti e i loro rapporti quantitativi.

Una roccia può essere costituita da uno o pochi minerali prevalenti (**minerali fondamentali**); altri minerali possono essere presenti in tracce (**minerali accessori**).

La **struttura** riguarda la forma, dimensione e disposizione delle parti che costituiscono la roccia (minerali, clasti, fossili, ecc.).

La struttura permette di risalire al processo che ha portato alla formazione della roccia.

Classificazione delle rocce

Le rocce vengono classificate prioritariamente in base al loro **processo di formazione**.

- **Rocce magmatiche**: si formano per solidificazione del magma o della lava.
- **Rocce sedimentarie**: si formano per accumulo di detriti, resti di organismi, sali minerali.
- **Rocce metamorfiche**: si formano per ricristallizzazione allo stato solido di altre rocce in condizioni di alte pressioni e/o alte temperature.

La crosta terrestre è costituita prevalentemente da rocce magmatiche, tuttavia le rocce affioranti più diffuse sono le rocce sedimentarie.

Le rocce magmatiche

Le rocce magmatiche (o ignee) si formano per **solidificazione** del magma o della lava.

Il magma

Il **magma** è una miscela fusa di composizione silicatica (SiO_2 ed altri ossidi), contenente anche gas disciolti (vapore acqueo, CO_2 , SO_3 , H_2S ,...), che si è formata in profondità per fusione delle rocce della crosta o del mantello.

Le rocce fondono quando la loro temperatura aumenta superando la temperatura di fusione dei minerali che le costituiscono, oppure quando la pressione diminuisce (a causa di fratture) abbassando la temperatura di fusione.

A seconda della quantità di Silice (SiO_2) presente nel fuso si hanno:

- **Magmi acidi o sialici** ($\text{SiO}_2 > 65\%$): sono molto viscosi, poco caldi ($700^\circ - 800^\circ$) e formano rocce chiare perché ricche di silicati sialici.
- **Magmi basici o femici** ($45\% < \text{SiO}_2 < 52\%$): sono molto fluidi, molto caldi ($1200^\circ - 1300^\circ$) e formano rocce scure perché ricche di silicati femici.
- **Magmi intermedi** ($52\% < \text{SiO}_2 < 65\%$): hanno caratteristiche intermedie tra i primi due.

Il processo magmatico

Le rocce magmatiche si dividono in:

- **Rocce magmatiche intrusive** (o **plutoniche**): si formano per solidificazione lenta del magma in profondità.
- **Rocce magmatiche effusive** (o **vulcaniche**): si formano in superficie per solidificazione rapida della lava.

La **lava** si forma dal magma quando questo si riversa in superficie e perde i suoi gas.

I due tipi di rocce si distinguono per la loro struttura, che dipende dalla velocità con cui avviene la solidificazione.

Nelle rocce magmatiche **intrusive**, la solidificazione è lenta (milioni di anni) a causa della bassa conducibilità termica delle rocce che circondano il magma; ciò consente la formazione di cristalli macroscopici (**struttura granulare**).

I primi minerali che cristallizzano sono i silicati femici che hanno elevate temperature di solidificazione. Successivamente cristallizzano i silicati sialici, riempiendo gli spazi disponibili.

Nelle rocce magmatiche **effusive**, la solidificazione è rapida (da poche ore ad alcuni giorni) perché avviene per contatto della lava con l'aria o con l'acqua; ciò determina la formazione di cristalli microscopici (**struttura microgranulare**) oppure, se il raffreddamento è talmente rapido da non consentire agli atomi di organizzarsi secondo strutture cristalline, si forma il vetro (**struttura vetrosa**).

Talvolta la solidificazione avviene in due tempi: inizia in condizioni intrusive, permettendo la formazione di macrocristalli, poi prosegue in condizioni effusive, producendo microcristalli o vetro (**struttura porfirica**). Nelle lave viscosi e ricche di gas, i gas si liberano con difficoltà formando delle bolle all'interno della roccia (**struttura pomicea**).

Classificazione delle rocce magmatiche

Le rocce magmatiche vengono classificate in base alla struttura ed alla composizione mineralogica.

La **struttura** permette di distinguere le rocce magmatiche intrusive da quelle effusive.

La **composizione** mineralogica dipende dalla composizione del magma che ha dato origine alla roccia.

I **magmi acidi** si formano per fusione della crosta e per la loro viscosità danno origine prevalentemente a **rocce intrusive** (es.: granito).

I **magmi basici** si formano per fusione del mantello ed, essendo più fluidi, possono facilmente raggiungere la superficie formando prevalentemente **rocce effusive** (es.: basalto).

TIPO DI MAGMA	ROCCE MAGMATICHE INTRUSIVE	ROCCE MAGMATICHE EFFUSIVE
Acido o sialico $\text{SiO}_2 > 65\%$	Granito	Riolite
Intermedio $52\% < \text{SiO}_2 < 65\%$	Diorite	Andesite
Basico o femico $45\% < \text{SiO}_2 < 52\%$	Gabbro	Basalto

Le rocce sedimentarie

Le rocce sedimentarie si formano per **accumulo** di frammenti di altre rocce (clasti), e/o di resti di organismi, e/o di cristalli precipitati da una soluzione.

Il processo sedimentario

Il processo di formazione delle rocce sedimentarie avviene attraverso cinque fasi principali:

1. DEGRADAZIONE METEORICA

La degradazione meteorica è l'insieme dei processi di alterazione fisica e chimica che disgregano le rocce formando i clasti.

L'**alterazione fisica** comporta la disgregazione della roccia, senza cambiamenti di composizione chimica. Ciò può essere dovuto a vari fattori, come gli sbalzi di temperatura che dilatano e contraggono

ripetutamente la superficie esposta delle rocce (**termoclastismo**), o come l'acqua che, dopo essersi infiltrata nelle fratture delle rocce, congela dilatandosi ed esercita così una pressione che approfondisce ulteriormente le fratture (**crioclastismo**).

L' **alterazione chimica** è dovuta all'interazione chimica tra i minerali delle rocce e le sostanze presenti nell'ambiente, quali l'acqua, l'ossigeno, la CO_2 gli acidi umici, ecc.

I minerali si trasformano in altre sostanze (argille, bicarbonato di calcio,...) più friabili o più solubili. Queste trasformazioni favoriscono il disfacimento delle rocce.

2. EROSIONE

I frammenti che si formano per degradazione meteorica, possono restare sulla roccia madre o essere asportati dalle acque correnti, dal vento, dalle onde del mare, dai ghiacciai (**agenti esogeni**) o staccarsi per gravità. L'**erosione** consiste nell'asportazione dei frammenti dalla roccia madre, o nello scioglimento dei minerali solubili.

3. TRASPORTO

Gli stessi agenti che hanno operato l'erosione (vento, acque correnti, ghiacciai...), possono trasportare altrove i detriti.

I materiali che vengono trasportati dalle acque correnti, possono trovarsi, in parte, in soluzione, oppure muoversi in sospensione o sul fondo.

Più a lungo dura il trasporto, più arrotondati risulteranno i clasti.

Quanto maggiore è la velocità della corrente, tanto più grandi potranno essere i frammenti trasportati.

4. SEDIMENTAZIONE

Al termine del trasporto, i materiali trasportati vengono depositati e formano, così, i **sedimenti**.

Dalle modalità di sedimentazione dipenderà la struttura della roccia sedimentaria.

L'acqua o il vento depositano progressivamente i sedimenti, dai più grossolani ai più fini, man mano che diminuiscono la loro velocità.

La sedimentazione può avvenire in corrispondenza di un ghiacciaio, in particolare nella zona dove il ghiaccio fonde (ambiente glaciale), oppure lungo il corso di un fiume ed alla sua foce (ambiente fluviale), o sul fondo di laghi, lagune e mare (ambiente lacustre, lagunare e marino), lungo le coste (ambiente costiero) ed in ambiente desertico.

I sedimenti tendono ad accumularsi in modo da disporsi in strati, i più recenti sopra i più antichi.

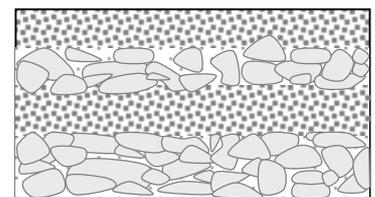
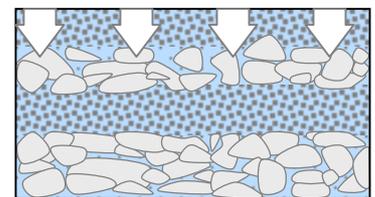
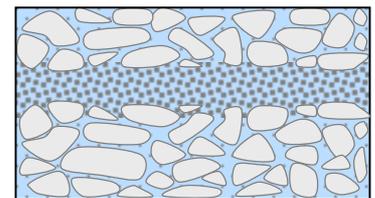
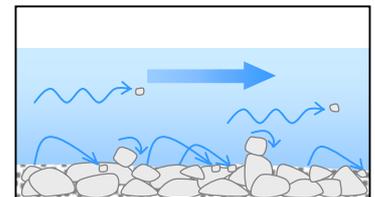
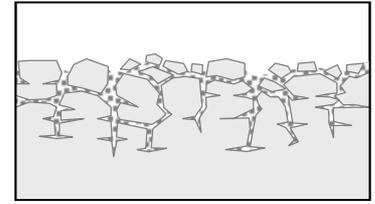
Variazioni della velocità di sedimentazione o del tipo di sedimenti, conferiscono alla roccia la **struttura stratificata**, tipica delle rocce sedimentarie. Gli strati possono avere spessore compreso tra 1 cm e alcuni metri.

5. DIAGENESI

I sedimenti appena deposti sono incoerenti, ovvero costituiti da granuli separati. Per trasformarsi in roccia e diventare coerenti, devono subire il processo di diagenesi che avviene in due fasi:

Compattazione: Per effetto del peso dei sedimenti sovrastanti, gli spazi tra i clasti si riducono; di conseguenza i clasti si incastrano tra di loro e viene espulsa parte dell'acqua interposta.

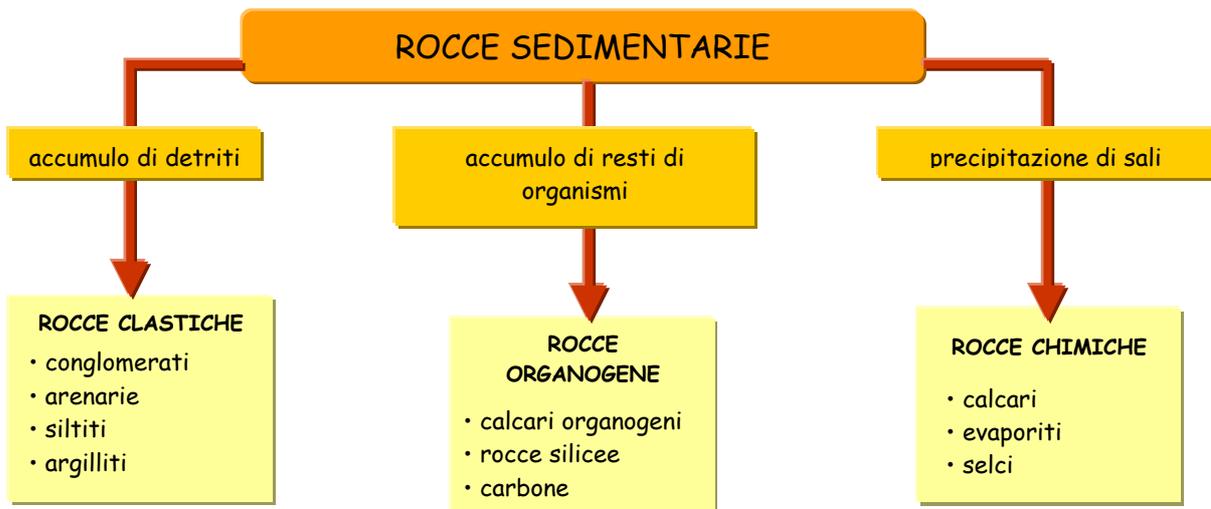
Cementazione: Le sostanze disciolte nell'acqua precipitano formando dei cristalli (di calcite o altri minerali), che riempiono lo spazio tra i clasti e li cementano; viene così espulsa tutta l'acqua e si completa il processo di trasformazione dei sedimenti in roccia sedimentaria.



Classificazione delle rocce sedimentarie

Le rocce sedimentarie si classificano in base al **tipo di componenti** che contengono in prevalenza. Esse si dividono in:

- **ROCCE SEDIMENTARIE CLASTICHE**, costituite prevalentemente da frammenti di altre rocce;
- **ROCCE SEDIMENTARIE ORGANOGENE**, costituite prevalentemente da resti fossilizzati di organismi;
- **ROCCE SEDIMENTARIE CHIMICHE**, costituite da cristalli precipitati da una soluzione satura.



Rocce sedimentarie clastiche

Le rocce sedimentarie clastiche si formano per accumulo di **frammenti di altre rocce**. Esse vengono classificate in base alla dimensione prevalente dei granuli che le costituiscono

GRANA	SEDIMENTO	ROCCIA
 <p>grossolana >2mm</p>	ghiaia pietrisco	conglomerato breccia
 <p>media 2-0,063mm</p>	sabbia	arenaria
 <p>fine 0,063-0,004 mm</p>	silt	siltite
 <p>finissima < 0,004mm</p>	argilla	argillite

Rocce sedimentarie organogene

Le rocce sedimentarie organogene si formano per accumulo di **resti di organismi**.

Le parti che non subiscono decomposizione, possono essere accumulate come i clasti e subire diagenesi, trasformandosi in **fossili**.

Ne sono un esempio il calcare organogeno, costituito dagli scheletri calcarei di coralli, molluschi o altri organismi, ed il carbone fossile derivato da resti di vegetali (i resti vegetali per seppellimento si

trasformano progressivamente in torba, lignite, litantrace ed antracite, con contenuto di carbonio sempre più elevato).

Rocce sedimentarie chimiche

Le rocce sedimentarie chimiche si formano per accumulo di **crystalli precipitati da una soluzione**. Ciò si verifica quando evaporano acque salate (rocce evaporitiche), allo sbocco di sorgenti termali (travertino) o all'interno delle grotte carsiche (onice calcareo).

Le rocce metamorfiche

Le rocce metamorfiche si formano per **ricristallizzazione allo stato solido** di altre rocce (sedimentarie o magmatiche) sottoposte a condizioni di elevata temperatura e/o elevata pressione.

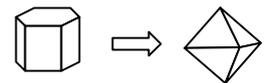
Il processo metamorfico

Il metamorfismo comporta cambiamenti nella struttura e nella composizione mineralogica, con formazione di un nuovo tipo di rocce.

Quando le rocce raggiungono elevate temperature (ma inferiori alla temperatura di fusione), gli atomi dei minerali divengono più mobili e possono cambiare posizione; tale fenomeno prende il nome di **ricristallizzazione allo stato solido** e può produrre i seguenti effetti:

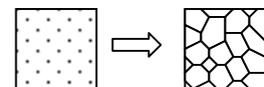
Trasformazioni mineralogiche:

si formano strutture cristalline diverse e più compatte, quindi cambia la composizione mineralogica.



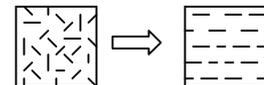
Accrescimento dei minerali:

alcuni minerali si accrescono a spese di altri che scompaiono.



Orientamento dei minerali:

i minerali allungati o appiattiti si orientano tutti nella stessa direzione, perpendicolarmente alla direzione di azione della pressione.



Tipi di metamorfismo

Il metamorfismo può manifestarsi in situazioni diverse:

- **METAMORFISMO REGIONALE** (alta temperatura ed alta pressione): Interessa le rocce che vengono coinvolte nei processi di formazione delle catene montuose (processi di **orogenesi**), le quali subiscono l'azione di forti pressioni e, nelle zone più profonde, anche di elevate temperature.
- **METAMORFISMO DI CONTATTO** (alta temperatura): Le rocce che circondano il magma, subiscono un rialzo termico, dunque ricristallizzano pur non raggiungendo la temperatura di fusione. La zona in cui si ha metamorfismo è detta **aureola di contatto**.
- **METAMORFISMO DINAMICO o CATACLASTICO** (alta pressione): Interessa le rocce, fortemente compresse e deformate, che costituiscono i due bordi di una **faglia**. Tali rocce si presentano frammentate e rinsaldate per l'attrito che si genera tra le parti.

Il grado metamorfico

Il **grado metamorfico** indica l'entità del metamorfismo che cresce all'aumentare della temperatura. Rocce che derivano dalla stessa roccia di partenza ma che hanno un grado metamorfico diverso, costituiscono una **serie metamorfica** (ad esempio, dalla roccia sedimentaria *argillite*, si possono avere le seguenti rocce metamorfiche con grado metamorfico crescente: argilloscisto, fillade, micascisto, gneiss). Il tipo di roccia metamorfica che si forma dipende dalla roccia di partenza e dal grado metamorfico.

Le strutture delle rocce metamorfiche

Struttura scistosa: sono presenti minerali appiattiti (miche) orientati secondo piani paralleli, talvolta pieghettati. La roccia si divide facilmente secondo questi piani (es. fillade).

Struttura occhiadina: è più compatta della precedente; sono presenti minerali appiattiti disposti su piani paralleli, e minerali prismatici (quarzo, feldspati) raggruppati in lenti (es. gneiss).

Struttura massiccia: sono presenti solo minerali prismatici (calcite, quarzo) ben sviluppati; l'aspetto è simile a quello di un blocco di zucchero (es. marmo).

Il ciclo delle rocce

Quando una roccia viene a trovarsi in condizioni ambientali diverse da quelle in cui si è formata, può trasformarsi in una roccia di altro tipo.

Ad esempio, una roccia sedimentaria se spinta in profondità può incontrare alte temperature e alte pressioni, trasformandosi in roccia metamorfica. Se la roccia metamorfica fonde, si trasforma in magma e può dare origine a rocce magmatiche intrusive o effusive. Ogni tipo di roccia, se esposta in superficie, subisce degradazione meteorica, erosione, trasporto, sedimentazione e diagenesi, trasformandosi così in roccia sedimentaria.

