

I **magmi** sono masse di rocce fuse che si formano a profondità variabili tra 15 e 100 km entro la crosta terrestre o nella parte superiore del mantello (lo strato che si trova subito sotto la crosta).

Un magma è una complessa miscela di silicati e gas. Quando si raffredda inizia un processo di cristallizzazione: gli atomi degli elementi in esso presenti si dispongono in posizioni fisse nei *reticoli cristallini*, non sono più liberi di muoversi e si forma una

sostanza solida. Dalla massa fusa si separano così i minerali, dalla cui aggregazione finale risulteranno le rocce, dette **magmatiche** (o *igne*).

Le rocce magmatiche si possono distinguere in due gruppi in base alle condizioni nelle quali il magma si è solidificato, mentre vengono classificate in diversi tipi in base alla composizione chimica.

1 Rocce magmatiche intrusive ed effusive

Le rocce magmatiche formano due gruppi.

1. Le rocce magmatiche intrusive si formano quando la massa fusa solidifica e cristallizza in profondità. All'interno della crosta i magmi si raffreddano lentamente, dato che le rocce che circondano la massa fusa impediscono la rapida dispersione del calore e possono avere temperature vicine a quelle del magma. In queste condizioni i cristalli che si formano hanno il tempo sufficiente per crescere anche fino a qualche millimetro prima che l'intera roccia cristallizzi. Perciò le rocce magmatiche intrusive sono formate da un mosaico di cristalli visibili a occhio nudo.

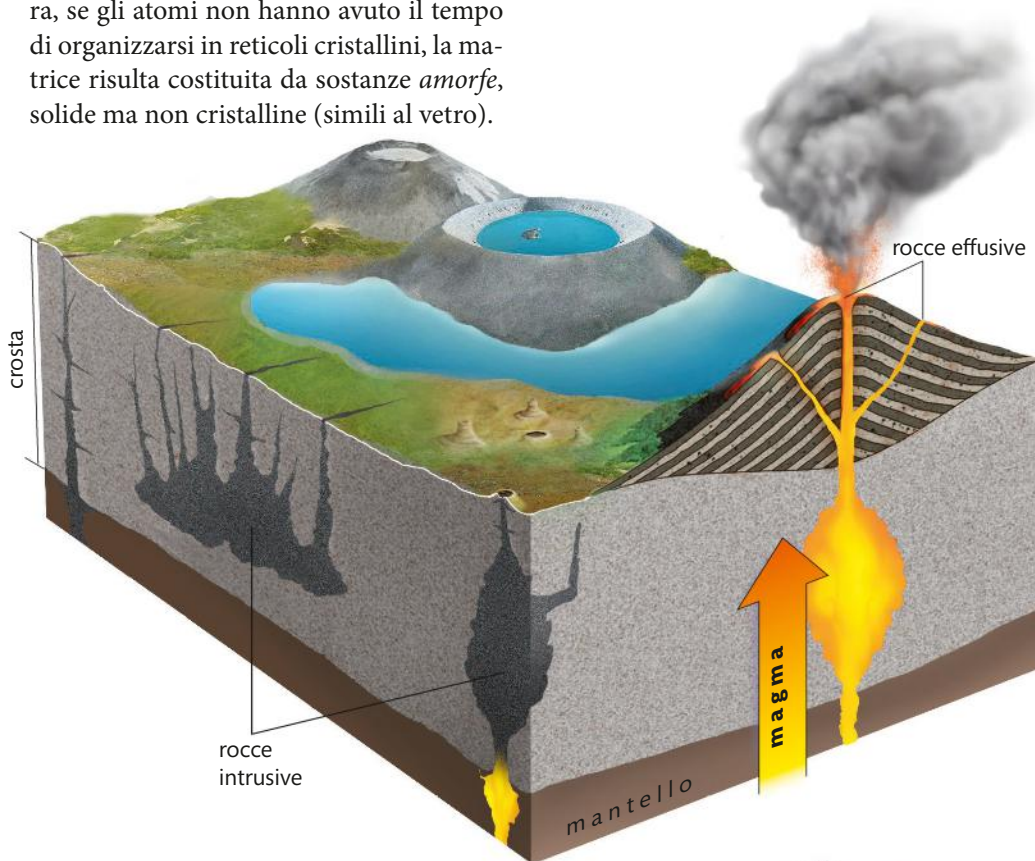
Gli ammassi rocciosi intrusivi, anche giganteschi, sono detti **batoliti** e possono rimanere immobili in profondità per tempi lunghissimi. In alcuni casi, queste rocce possono essere spinte dai movimenti della crosta terrestre e giungere in superficie.

2. Le rocce magmatiche effusive si formano invece quando il magma solidifica in superficie. In questo caso la sua temperatura passa da circa 1000 °C a quella ambiente in maniera più rapida e i singoli cristalli non hanno il tempo di crescere. Soltanto una piccola parte della massa magmatica riesce a formare cristalli di dimensioni apprezzabili (almeno qualche millimetro), durante la risalita. Perciò nelle rocce magmatiche effusive si riconoscono cristalli di alcuni minerali di dimensioni visibili (*fenocristalli*), sparsi in una *pasta di fondo* (detta *matrice*) prodotta dal rapido raffreddamento finale in superficie e formata da innumerevoli cristalli di picco-

le dimensioni (*microcristalli*, visibili solo al microscopio). In alcuni casi, addirittura, se gli atomi non hanno avuto il tempo di organizzarsi in reticoli cristallini, la matrice risulta costituita da sostanze *amorfe*, solide ma non cristalline (simili al vetro).

► LEGGI L'IMMAGINE

Che differenza c'è fra ossidiana e pomice?



Il **granito** è una roccia magmatica intrusiva: sono riconoscibili a occhio nudo i cristalli di vari minerali.



L'**ossidiana** è una roccia magmatica effusiva di tipo amorfo (vetrosa).



La **pomice** è una roccia magmatica effusiva di tipo amorfo: ha una struttura vetrosa ricca di cavità (formate da bolle di gas sfuggiti), che la rendono molto leggera.

2 Classificazione delle rocce magmatiche

I magmi non possiedono tutti la medesima **composizione chimica**, per cui la cristallizzazione può portare a rocce differenti. La distinzione tra i vari tipi di magmi si basa sul loro contenuto in **silice** (SiO_2).

■ I magmi ricchi in Si (silicio) e Al (alluminio) danno origine a rocce con densità intorno a $2,7 \text{ g/cm}^3$, in cui, in totale, la silice arriva a oltre il 65% in peso. Tali rocce sono dette **sialiche** (dalle iniziali di silicio e alluminio).

A questo gruppo di rocce appartiene la famiglia dei **graniti**: di gran lunga il tipo più diffuso tra tutte le rocce ignee intrusive. Le corrispondenti rocce magmatiche effusive sono le **rioliti**.

■ I magmi con composizione intermedia (dal 52 al 65% in peso di silice) danno origine a rocce la cui densità è superiore a quella delle rocce sialiche; sono dette rocce **intermedie**.

A questo gruppo di rocce appartiene la famiglia delle **dioriti**, i cui corrispondenti effusivi sono le **andesiti**.

■ I magmi che hanno una quantità bassa di silice (dal 45 al 52%) ma sono relativamente ricchi in Fe (ferro), Mg (magnesio) e Ca (calcio) danno origine a rocce con densità prossima a 3 g/cm^3 . Tali rocce, in genere scure (dal verde al grigio scuro e al nero), sono dette **femiche** (da ferro e magnesio).

Appartiene a questo gruppo di rocce la famiglia dei **gabbri**. Le corrispondenti rocce effusive sono i **basalti**, il tipo più diffuso

tra tutte le rocce effusive, che formano, tra l'altro, il «pavimento» di tutti gli oceani.

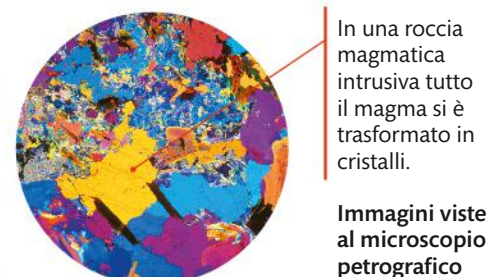
■ I magmi la cui percentuale di silice è inferiore al 45% danno origine a rocce, dette **ultrafemiche**, che sono di colore molto scuro, hanno densità elevata e sono formate essenzialmente da silicati di Fe e Mg. Le più note sono le **peridotiti**, spesso interessate da giacimenti minerali di alto valore.

■ I magmi particolarmente ricchi di elementi alcalini – Na (sodio) e K (potassio) – originano le rocce **alcaline** alle quali appartengono rocce dal contenuto di silice intermedio (come le **sieniti**) o basso (**leucititi**).

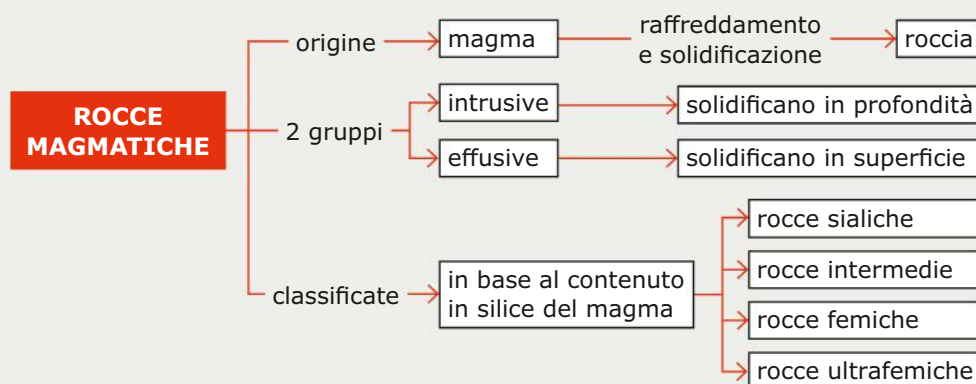
► LEGGI L'IMMAGINE

Scrivi accanto ai nomi delle rocce i nomi delle famiglie a cui appartengono.

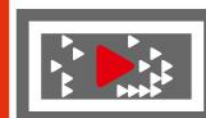
In una roccia magmatica effusiva i **fenocristalli** si formano mentre il magma risale.



Guida allo studio



- LAVORA CON LA MAPPA** Aggiungi nella mappa la percentuale di silice che caratterizza ciascun gruppo di rocce magmatiche.
- Fai un esempio di roccia magmatica intrusiva e di roccia magmatica effusiva.
- Che cosa sono le rocce sialiche?
- Quali sono le rocce magmatiche intrusive corrispondenti per composizione ai basalti?



La superficie della Terra solida è composta da uno strato quasi continuo di **rocce sedimentarie**, in grandi spessori o sottili veli. Le rocce sedimentarie, al contrario delle altre rocce la cui formazione avviene soprattutto in profondità, si originano attraverso processi che si svolgono nella parte più superficiale della crosta terrestre.

Il termine **sedimentazione** indica la deposizione e l'accumulo di materiali di origine inorganica od organica, in genere trasportati dagli *agenti esogeni*: acque, venti, ghiacciai.

Lo studio delle rocce sedimentarie ha una grande utilità pratica; infatti, è soprattutto in associazione con queste rocce che si trovano depositi di petrolio, gas naturale e carbone fossile.

1 Il processo sedimentario

La **sedimentazione**, cioè la deposizione, in strati sovrapposti, di vari tipi di materiali, è un processo che avviene quotidianamente in diverse aree:

- sul fondo delle valli (*depositi fluviali*),
- ai piedi delle montagne (*detriti di falda*),
- nel deserto (*sabbia eolica*),
- sul fondo dei laghi (*fanghi argillosi*) o delle paludi (*torba*),
- in riva al mare (*depositi sabbiosi o ciottolosi*),
- in pieno oceano (*argille e calcàri*).

In ambiente marino o lacustre non di rado si formano depositi di gusci o scheletri di organismi.

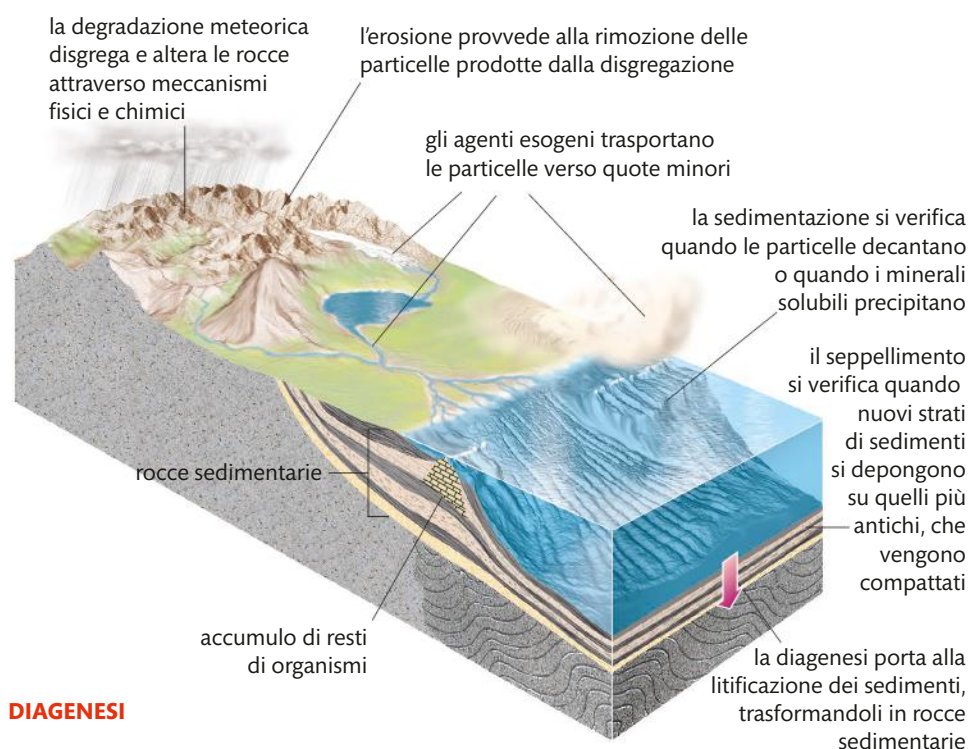
Il lento passaggio da **sedimenti**, formati da frammenti distinti, a rocce sedimentarie vere e proprie avviene per un insieme di fenomeni detto **diagenesi**.

Tra questi fenomeni, il più comune è la **litificazione** che avviene per **compattazione**, dovuta al peso dei materiali che via via si sovrappongono, e **cementazione**, prodotta da acque che circolano nei sedimenti, sfruttando la presenza di pori, e che portano in soluzione alcune sostanze che si depositano nei pori.

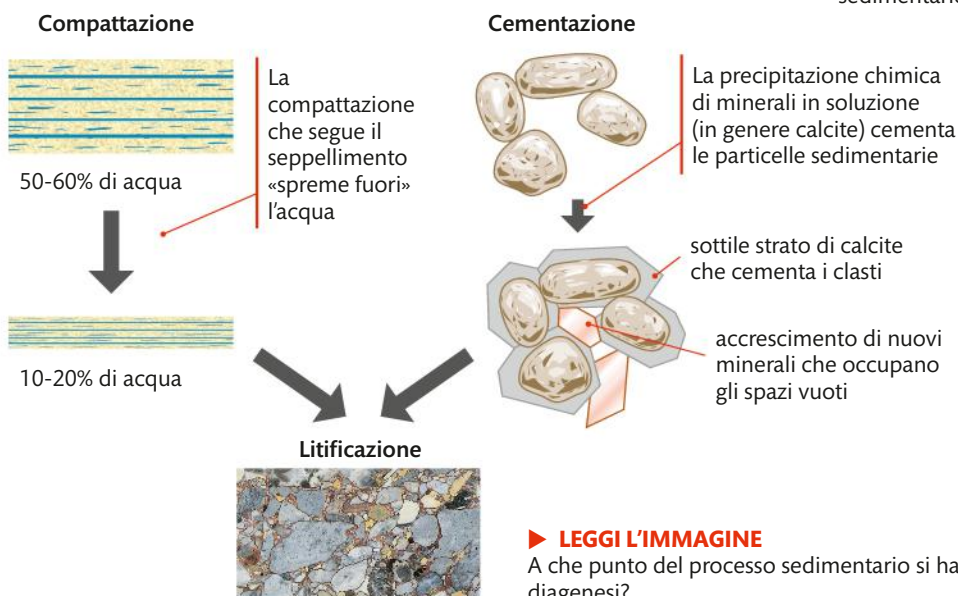
Entrambi i processi richiedono tempi lunghissimi: dell'ordine di centinaia di migliaia d'anni.

Esiste una stretta relazione tra il tipo di **ambiente** in cui avviene la sedimentazione (marino, fluviale, lacustre ecc.) e il tipo di roccia che può originarsi; di conseguenza, le rocce sedimentarie ci fanno capire quali fossero le condizioni che esistevano sulla superficie terrestre al momento della deposizione dei materiali da cui hanno preso origine.

FASI DEL PROCESSO SEDIMENTARIO



DIAGENESI



2 Classificazione delle rocce sedimentarie

Le rocce sedimentarie vengono divise in tre gruppi – *clastiche*, *organogene* e *chimiche* – a seconda del processo mediante il quale si sono formate.

1. Le **rocce clastiche** sono dovute alla litificazione di frammenti (*clasti*) provenienti dalla disaggregazione di altre rocce. Si classificano in base alla *dimensione* delle particelle che le compongono:

- dalla cementazione delle *ghiaie* si formano i *conglomerati*, costituiti da ciottoli il cui diametro supera i 2 mm;
- dalle *sabbie* si formano le *arenarie*, i cui clasti hanno un diametro compreso tra 2 e 0,06 mm;
- dalle *argille* si formano le *argilliti*, con clasti di diametro inferiore a 0,06 mm.

Le rocce clastiche comprendono anche le

marne, rocce che derivano da una mescolanza di argille e di calcare, e le *piroclastici*, depositi di materiali emessi da esplosioni vulcaniche.

2. Le **rocce organogene** derivano dall'accumularsi di resti di organismi: gusci e scheletri di animali, ammassi di organismi costruttori (come i coralli), resti di vegetali.

Esse vengono distinte sulla base della loro natura chimica prevalente.

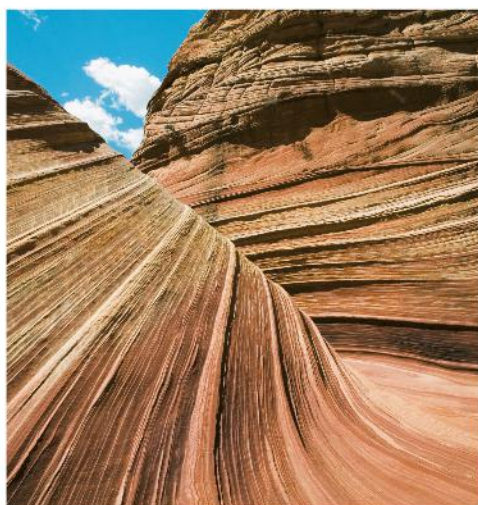
- Le *rocce carbonatiche* comprendono i *calcari organogeni*, che derivano dall'accumulo di gusci di organismi marini, costituiti da carbonato di calcio (CaCO_3).
- Le *rocce organogene silicee* derivano dall'accumulo di gusci costituiti da silice (SiO_2); la roccia più diffusa è la *selce*.
- I *depositi organici* comprendono *carburi fossili*, derivanti dalla fossilizzazione di grandi masse vegetali sepolte, e *idro-*

carburi, derivanti dalla decomposizione di microrganismi vegetali e animali accumulati su fondali marini.

3. Le **rocce chimiche** si formano in seguito a processi come la *precipitazione* di sostanze sciolte nell'acqua. Se un bacino marino rimane isolato, l'evaporazione fa aumentare la concentrazione di sali che cristallizzano sul fondo, come calcite, gesso e salgemma. Questi depositi si chiamano *evaporiti*. Le stalattiti e le stalagmiti sono invece *concrezioni di calcare* che si depositano in seguito al percolamento di acqua satura di carbonato di calcio nelle grotte. Altri sedimenti derivano da alterazione per *dissoluzione* di rocce preesistenti e originano le *rocce residuali*, come le bauxiti.

► LEGGI L'IMMAGINE

A quali gruppi di rocce appartengono le rocce raffigurate nelle 3 fotografie?



Le **arenarie** sono sabbie cementate che possono essere ricche di granuli di quarzo o di altra natura e hanno colore molto variabile.

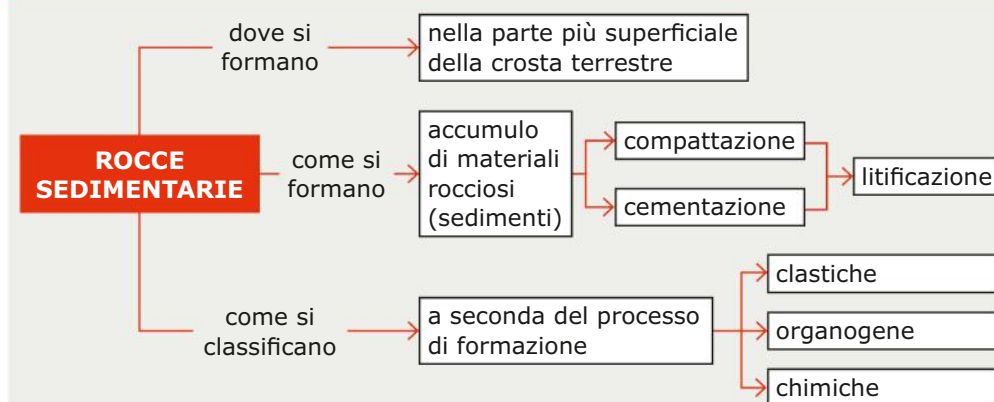


Le **dolomie** sono rocce carbonatiche formate dal minerale *dolomite*, carbonato doppio di calcio e magnesio ($\text{CaMg}[\text{CO}_3]_2$).



Il **travertino** è un *calcare* che deriva dalla deposizione chimica di calcite da acque fluviali o di sorgente, in seguito a evaporazione.

Guida allo studio



1. **LAVORA CON LA MAPPA** Evidenzia nel testo la definizione e due esempi per ciascun tipo di rocce sedimentarie.
2. Individua nel testo le fasi della litificazione e per ciascuna di esse evidenzia una causa.
3. Tra un'arenaria, un conglomerato e un'argillite quale roccia ha dimensioni delle particelle maggiori?
4. **LAVORA CON IL VIDEO** Fai almeno tre esempi di sedimenti.

Qualsiasi genere di roccia, quando viene sottoposta a temperature elevate o a forti pressioni – o anche a entrambe – pur rimanendo allo stato solido può subire dei cambiamenti nella *composizione mineralogica* (cioè nel tipo di minerali dai quali è

costituita) e nella *struttura* (cioè nella disposizione dei minerali al suo interno).

Questo processo di trasformazione è detto **metamorfismo** e ne derivano le **rocce metamorfiche**.

1 Il processo metamorfico

Il **metamorfismo** riguarda rocce che, per i continui movimenti della crosta terrestre, vengono trasportate a profondità in cui il calore interno della Terra e il peso delle rocce sovrastanti determinano elevate temperature e pressioni.

Questi processi avvengono all'interno della crosta terrestre, già a partire da una profondità di alcuni chilometri, dove le pressioni aumentano e le temperature diventano elevate, ma non a tal punto da provocare la fusione delle rocce.

Distinguiamo due tipi di metamorfismo.

1. Il metamorfismo di contatto è un fenomeno localizzato: si osserva quando una massa di magma incandescente risale attraverso la crosta, oppure si ferma

all'interno di questa, provocando un forte aumento di temperatura nelle rocce con cui viene a contatto. Attorno alla massa di magma le rocce subiscono delle modificazioni nella composizione dei minerali. Lo spessore di rocce interessate dal metamorfismo varia da qualche centimetro al kilometro, a seconda delle dimensioni della massa di magma e del tipo di rocce. Inoltre, più si è vicini alla massa incandescente, più le trasformazioni sono intense.

2. Il metamorfismo regionale riguarda porzioni molto estese della crosta terrestre. Si può verificare scendendo in profondità, dove le *pressioni di carico* (dovute al peso delle rocce soprastanti) e le temperature sono sempre più elevate. A 15 km di profondità, per esempio, la pressione è cir-

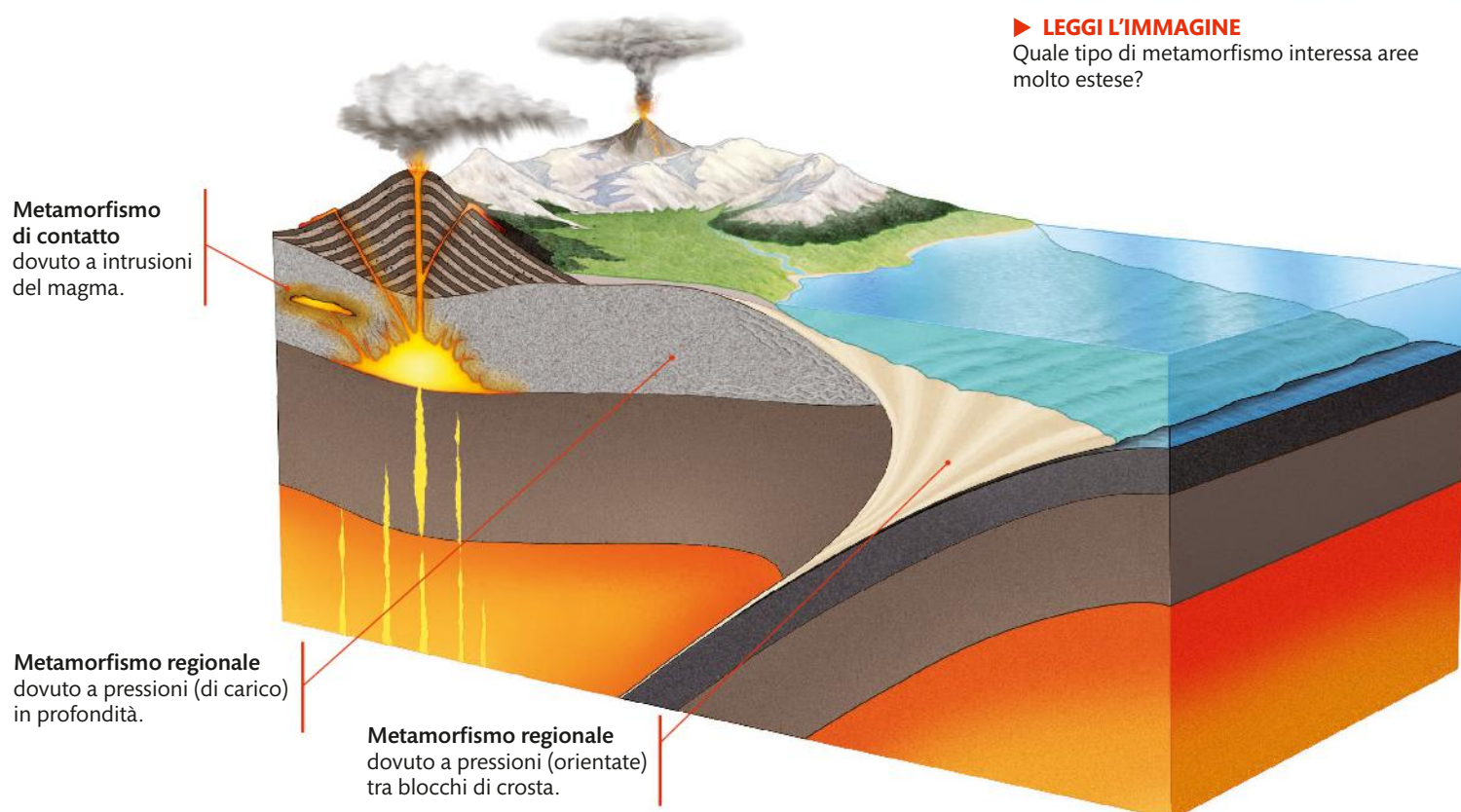
ca 4000 volte superiore a quella esistente sulla superficie terrestre. Ma si può verificare anche quando movimenti nella crosta terrestre provocano delle *pressioni orientate* sulle rocce interposte tra diversi blocchi di crosta.

Il metamorfismo di contatto trasforma un calcare, dai cristalli minuscoli, in **marmo** (nella foto), con cristalli di dimensioni maggiori, spesso ben visibili a occhio nudo.



► LEGGI L'IMMAGINE

Quale tipo di metamorfismo interessa aree molto estese?



2 Classificazione delle rocce da metamorfismo regionale

Quando vengono sottoposte a metamorfismo, le rocce subiscono una serie di trasformazioni chimiche e fisiche che portano alla comparsa di nuove associazioni mineralogiche; per questo motivo, si può parlare di una roccia nuova che sostituisce quella preesistente.

A seconda delle pressioni e delle temperature raggiunte, il metamorfismo è definito di *grado basso, medio o alto*.

Quando prevale l'azione di *forti pressioni* rispetto a quella della temperatura (a profondità relativamente piccole), si formano di preferenza minerali lamellari (come le miche), orientati tutti perpendicolarmente alla direzione della pressione. Le rocce che ne derivano presentano una tipica **scistosità**, ovvero la proprietà di suddividersi facilmente in lastre.

Con l'aumentare della profondità e della *temperatura*, la formazione di minerali lamellari diventa più difficile e prevalgono minerali con cristalli di dimensioni maggiori; si perde così la scistosità e si formano **rocce più massicce**, anche se ancora facilmente divisibili in grosse lastre.

Le caratteristiche della roccia metamorfica dipendono anche dalla composizione della roccia originaria. Si formano differenti tipi di rocce metamorfiche:

- in uno stesso stadio di metamorfismo, da rocce di partenza che hanno composizione diversa;
- in stadi di metamorfismo diversi, da rocce di partenza che hanno la stessa composizione.

Vediamo quali sono i più comuni gruppi di rocce metamorfiche.

La famiglia delle **filladi** deriva da metamorfismo di basso grado di rocce argil-

lose. Sono formate da minuti cristalli di quarzo e mica e la scistosità è molto accentuata, tanto da provocare lo sfaldamento della roccia in fogli.

I **micascisti**, tra le rocce metamorfiche più comuni, derivano da metamorfismo regionale di grado da medio ad alto di rocce argillose; presentano sottili letti alternati di cristalli di quarzo e miche, che conferiscono scistosità alla roccia.

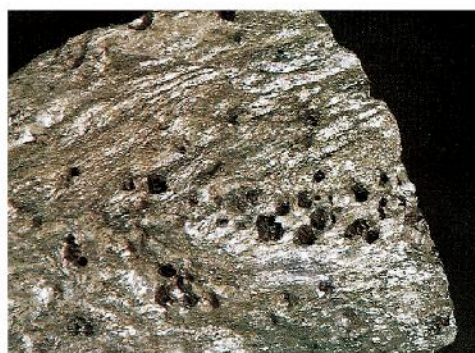
Associati ai micascisti sono frequenti gli **gneiss**: rocce in genere più massicce e di modesta scistosità, che derivano da metamorfismo regionale di grado da medio ad alto; hanno composizione simile a quella dei graniti.

► LEGGI L'IMMAGINE

Quale tra le rocce nelle fotografie tende a dividersi in lastre su piani paralleli?



Una **fillade** (metamorfismo di basso grado).

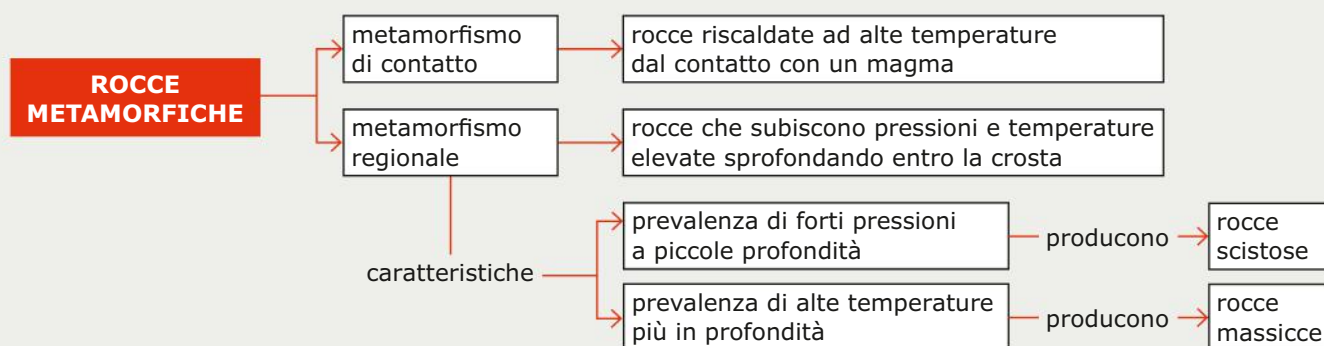


Un **micascisto** (metamorfismo di medio grado).



Uno **gneiss** (metamorfismo di alto grado).

Guida allo studio



1. **LAVORA CON LA MAPPA** Evidenzia nel testo le cause del metamorfismo di contatto e di quello regionale. Poi indica un esempio per ciascuno dei tre gruppi principali di rocce da metamorfismo regionale.

2. Individua nel disegno quali sono i punti in cui prevale l'effetto di forti pressioni o di alte temperature.

3. Che relazione c'è tra il metamorfismo regionale e la profondità all'interno della crosta terrestre?

4. Quando si formano le rocce metamorfiche più massicce?