

L'origine del magma

Il magma, come detto, si origina in seguito alla fusione parziale di roccia solida che può avvenire sia nella *litosfera*, formata dalla crosta terrestre e dal mantello litosferico, sia nella parte superiore dell'*astenosfera*, situata alla base del mantello litosferico. Vediamo come avviene questo processo.

I fattori da cui dipende lo stato fisico di una roccia

Il passaggio dallo stato solido allo stato fuso di una roccia è fondamentalmente governato dai fattori che influiscono sul *punto di fusione* dei minerali costituenti e che sono fondamentalmente la *temperatura* e la *pressione*, oltre alla *presenza di acqua* e di altri *componenti volatili*.

- Una roccia non possiede una **temperatura di fusione definita**, perché i suoi vari minerali fondono a temperature differenti, comprese entro un certo intervallo. All'aumentare della temperatura, la fusione della roccia inizia, come già abbiamo accennato, a partire dai minerali con **punto di fusione più basso** e si completa quando, dopo un ulteriore incremento della temperatura, passano allo stato liquido i minerali con **punto di fusione più elevato**. In genere, la fusione totale di una roccia avviene in un intervallo di circa 200 °C. Se l'aumento iniziale di temperatura si limita a quel tanto che è sufficiente per fondere *solo* una parte di minerali, si ha una **fusione parziale** della roccia.
- La **pressione** svolge un ruolo cruciale nel processo di fusione. Come si può verificare in laboratorio, all'aumentare della pressione si innalza il punto di fusione dei minerali (fenomeno che si osserva per ogni sostanza solida).

Ciò avviene perché gli ioni nei reticoli cristallini sono più fortemente pigiati tra di loro e per spezzare i loro legami reciproci, affinché passino allo stato liquido, occorre una maggiore quantità di energia termica, e quindi si richiedono temperature più elevate. Se riduciamo un po' la pressione, mentre la roccia, surriscaldata, è ancora solida, questa, come c'è da attendersi, inizierà a un certo punto a fondere.

- In esperimenti di laboratorio si può osservare che, se a una roccia calda viene aggiunta **acqua** (o altri componenti volatili), la temperatura a cui inizia la sua fusione si abbassa sensibilmente: ciò accade perché, in queste condizioni, è facilitata la rottura dei legami tra gli ioni presenti sulla superficie dei cristalli di minerali.

TEMPERATURE E PRESSIONI NELL'INTERNO DELLA TERRA.

Vediamo ora a quali condizioni di temperatura e pressione sono soggette le rocce che

si trovano all'interno della Terra. In base a vari indizi, risulta che, scendendo in profondità, le masse rocciose sono sottoposte a *temperature crescenti*. L'aumento *medio* della temperatura con la profondità (**gradiente geotermico** o **geoterma**), può essere espresso su un grafico con una linea (*fig. 1*). Si osserva, per esempio, che intorno ai 100-150 km al di sotto della crosta continentale si possono indicativamente toccare i 1300-1400 °C. A tali temperature la roccia del mantello, in superficie, sarebbe del tutto fusa.

Tuttavia, all'interno della Terra le rocce sono sottoposte a una **pressione litostatica** (o *pressione di carico*) che aumenta con la profondità (a 100 km di profondità è circa 30000 volte maggiore della pressione atmosferica): essa è simile alla pressione idrostatica e agisce, su

Fig. 1.

Nel grafico sono riportate due curve: la geoterma relativa alla crosta continentale e al mantello superiore e la curva teorica dei punti di fusione (più precisamente dei punti di fusione iniziale) delle rocce del mantello in funzione della temperatura e della pressione litostatica, cioè della profondità. Come si osserva, la curva dei punti di fusione interseca la geoterma e per un certo tratto, compreso indicativamente tra 100 e 200 km di profondità, si trova leggermente all'interno della geoterma: in altre parole la temperatura ambientale è, anche se di poco, più elevata della temperatura a cui inizia la fusione della roccia e, di conseguenza le rocce del mantello si trovano nella condizione di fondere parzialmente.

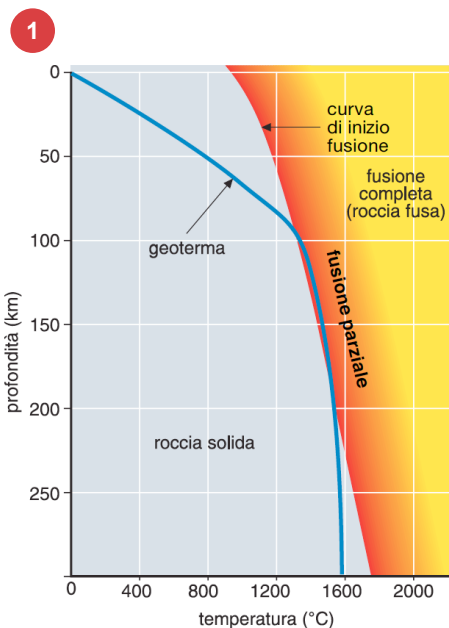
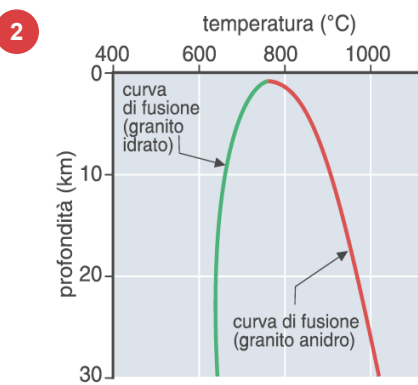


Fig. 2.

Esempio dell'influenza dell'acqua sulla temperatura di fusione del granito. Si osserva che il granito idrato fonde, a parità di pressione (profondità) a temperature inferiori rispetto al granito anidro; inoltre, la temperatura di fusione del granito idrato aumenta al diminuire della pressione.



ogni singolo volume di roccia, in tutte le direzioni, ed è dovuta al peso delle rocce soprastanti. Questo fa sì che le rocce del mantello rimangano sostanzialmente allo stato solido.

Nel grafico è riportata la curva di fusione teorica delle rocce del mantello (costituite in prevalenza da *peridotite*). Si ritiene che a profondità comprese tra 100 e 200 km la curva intersechi per un certo tratto la geoterma: ciò si verificherebbe in una regione posta alla base del mantello litosferico, l'*astenosfera*, dove le rocce sono molto vicine al punto di fusione (o in incipiente stato di fusione).

La fusione delle rocce in profondità

Da quanto prima detto, si comprende che le rocce all'interno della Terra possono fondere se *varia* almeno uno dei fattori che controllano il punto di fusione dei suoi minerali, cioè se:

- si verifica un **aumento locale di temperatura**, come accade quando dalle zone più profonde proviene un maggiore afflusso di calore. Il magma che si forma dalla fusione parziale della roccia, meno denso, tende a risalire fondendo altra roccia, eventualmente fino alla superficie. Aumenti di temperatura possono verificarsi localmente nella crosta continentale a profondità inferiori. Le rocce della crosta, prevalentemente granitiche, hanno temperature di fusione comprese tra 700 e 800 °C e i magmi a cui danno origine hanno composizione prevalentemente acida;
- si verifica una **diminuzione locale di pressione**. Può accadere che la pressione litostatica diminuisca determinando l'abbassamento del punto di fusione di uno più minerali che potrebbero fondere e originare un magma. La massa magmatica, come nel caso precedente, tende a risalire fondendo via via altra roccia e rimanendo fluida grazie alla progressiva riduzione della pressione litostatica al diminuire della profondità, fino a raggiungere la superficie;
- si determina un arricchimento di **acqua** e altri **componenti volatili** nelle rocce situate in profondità. Una roccia "idratata" (con alto contenuto di acqua) inizia a fondere a una temperatura minore di una roccia "anidra" della stessa composizione mineralogica e nelle stesse condizioni di pressione e ciò facilita la formazione di magma. Al diminuire della pressione, cioè nella fase di risalita di questi magmi, i componenti volatili si separano via via dalla massa fusa, per cui la temperatura di fusione dei minerali aumenta, invece di diminuire (*fig. 2*).

GUIDA ALLO STUDIO

- Come si classificano le rocce magmatiche in base al contenuto di silice?
- Quali informazioni fornisce la lettura del diagramma della composizione mineralogica delle rocce magmatiche?
- Quali minerali presenti nelle rocce basiche sono assenti nelle rocce acide?
- In quali tipi di rocce sono assenti il quarzo e i feldspati?
- Qual è la principale roccia basica effusiva? Quale tessitura può presentare?