

## Deformazione delle masse rocciose

Le rocce, sottoposte all'azione di una forza, possono piegarsi e fratturarsi. Il tipo di comportamento della roccia dipende da vari fattori: l'intensità e il tempo di applicazione della forza; le condizioni di temperatura e pressione alle quali avviene la deformazione; la composizione e la struttura della roccia stessa. Alcuni esempi possono chiarire il ruolo dei diversi fattori.



Masse rocciose deformate.

**Intensità e tempo di applicazione della forza.** Se prendiamo una sottile sbarretta metallica e la sottoponiamo alla forza delle nostre dita, senza un notevole sforzo e per un breve periodo, la sbarra si piega, ma, quando lo sforzo cessa, riprende la forma che possedeva in partenza: perciò se l'intensità è modesta e il tempo è breve, la forza genera una deformazione temporanea e la sbarretta ha un **comportamento elastico**. Se pieghiamo la sbarra con maggior forza o la teniamo piegata per molto tempo, quando la forza cessa la sbarra resta piegata: la deformazione è permanente e la sbarra ha un **comportamento plastico** (o duttile). Se l'intensità della forza è molto elevata, o se la forza viene applicata bruscamente, la sbarra non fa in tempo a "modellare" una curva, ma si spezza, si frattura. In questo caso ha un **comportamento rigido**.

**Natura della roccia.** Il comportamento di una roccia, come quello di

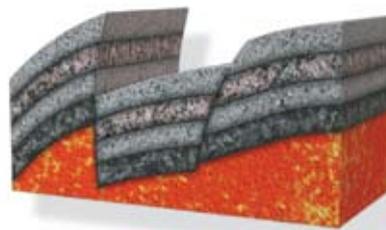
una sbarretta metallica, dipende non solo dall'intensità e dal tempo di applicazione della forza, ma anche dalla natura della roccia stessa: ad esempio, una sbarretta di alluminio si piega più facilmente di una di ferro, mentre una di vetro non si piega, ma si spezza. Così, le rocce sedimentarie stratificate e le rocce metamorfiche scistose, sottoposte a forze, si piegano, mentre le rocce non stratificate si fratturano più facilmente.

**Pressione e temperatura.** Se prendiamo una sbarretta di cera e la pieghiamo con forza, essa si spezza; se, però, prima di piegarla, la sbarretta viene riscaldata con una fiamma, essa non si spezzerà più, ma assumerà un comportamento plastico e si piegherà. Lo stesso avviene per le rocce.

All'interno della Terra pressione e temperatura aumentano progressivamente con la profondità. Il comportamento delle rocce in queste condizioni si modifica notevolmente: rocce che in



A



B

una forza deformante può causare una piega permanente se la roccia ha un comportamento duttile o plastico (A); oppure una frattura se ha un comportamento rigido (B).

condizioni di pressione e temperatura normali hanno un comportamento rigido e si fratturano, possono assumere un comportamento plastico e piegarsi se si trovano in condizioni di pressione e temperatura elevate.

Questo avviene anche perché a temperatura e pressioni elevate le rocce modificano la propria struttura e la stessa composizione mineralogica, dando origine a rocce metamorfiche.

### Le forze deformanti

Le rocce vengono deformate e fratturate da forze che agiscono su di esse per tempi molto lunghi, migliaia e anche milioni di anni.

Tra queste forze, assumono molta importanza la forza di gravità e le forze endogene.

La **forza di gravità** può determinare lo scivolamento di una massa rocciosa lungo un piano inclinato; la roccia può deformarsi per effetto dell'attrito e del peso della roccia stessa.

Per effetto della forza di gravità, inoltre, la pressione aumenta con la profondità, per cui le rocce in profondità possono deformarsi per effetto del carico pressorio delle rocce soprastanti (pressione litostatica).

La principale causa della deformazione delle rocce è, comunque, rappresentata dalle **forze endogene**.

Queste forze originano all'interno della Terra e determinano lo spostamento reciproco di grandi masse di crosta terrestre (placche o zolle litosferiche); in questo spostamento le rocce vengono sottoposte a compressione, distensione o ad attrito laterale, tutte condizioni che favoriscono la deformazione delle rocce stesse.

La branca della geologia che studia le deformazioni delle masse rocciose è detta **Tettonica**: le forze endogene, essendo la principale causa di queste deformazioni, vengono anche dette **forze tettoniche**.

Deformazione delle masse rocciose

**Giacitura delle masse rocciose**

Nello studio di uno strato di roccia occorre stabilire la sua disposizione o giacitura. La giacitura è individuata da 3 elementi: inclinazione, immersione e direzione degli strati.



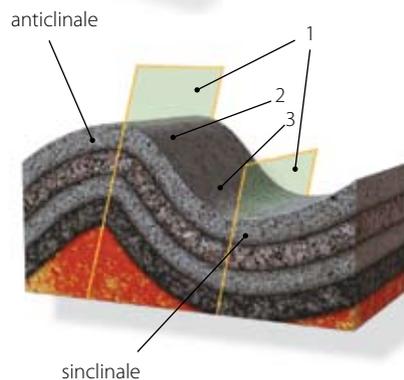
**Le pieghe**

Le masse rocciose che assumono un comportamento plastico si deformano, incurvandosi, e danno perciò origine alle **pieghe**. Le pieghe sono più facilmente osservabili nelle rocce a strati, come le rocce sedimentarie.

Queste rocce sono costituite da strati orizzontali di sedimenti che si sono successivamente cementati tra loro. Poiché i sedimenti che si depositano possono variare di epoca in epoca, gli strati che si sovrappongono l'un l'altro non saranno sempre uguali e la stratificazione sarà facilmente riconoscibile. Gli strati più superficiali dovrebbero essere anche quelli più recenti, più "giovani", depositandosi sopra gli strati sottostanti.

Per l'azione delle forze precedentemente ricordate, gli strati sedimentari orizzontali possono deformarsi, dando origine a delle pieghe. Le pieghe convesse verso l'alto sono dette **anticlinali**, quelle a convessità in basso **sinclinali**.

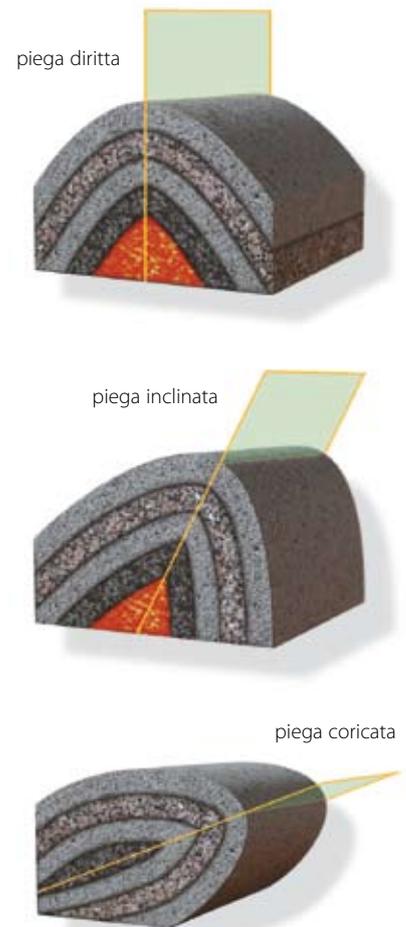
Spesso le pieghe non sono isolate, ma riunite in sistemi nei quali anticlinali e sinclinali si alternano in successione.



Struttura di una piega: 1) piano assiale; 2) cerniera; 3) fianco.

Nello studio delle pieghe è importante avere dei punti di riferimento, come degli "strati-guida", di un colore particolare (diverso dagli strati adiacenti) o la presenza, in un certo strato, di fossili caratteristici di una determinata epoca geologica (fossili-guida). Infatti solo raramente le pieghe sono completamente visibili: l'erosione può avere asportato gli strati più superficiali, oppure parte della piega può non "affiorare", perché sepolta sotto al suolo e alla vegetazione.

Gli elementi principali di una piega sono la **cerniera** (tratto di massima curvatura) e i due **fianchi**.

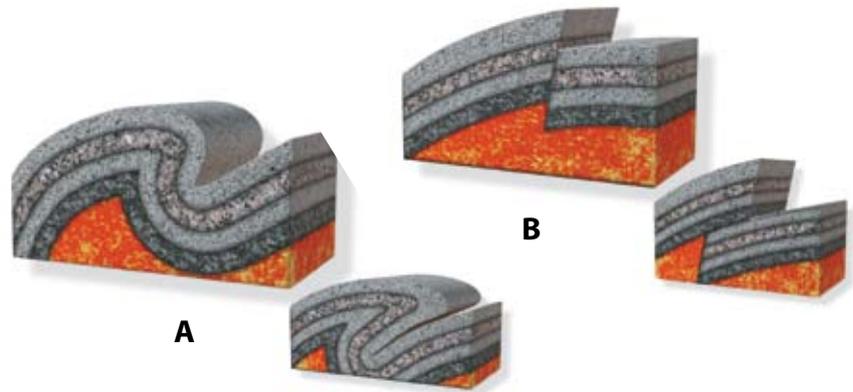


Tipi di piega.

## Deformazione delle masse rocciose

Se il piano che passa per la cerniera dei diversi strati (piano assiale) è verticale, la *piega* è *diritta*, se è inclinata si parlerà di *piega inclinata*, *rovesciata* o *coricata* a seconda del grado di inclinazione.

Se le spinte che hanno determinato la formazione delle pieghe sono molto forti, un'intera piega può sovrapporsi ad un'altra (sovrascorrimento), determinando la formazione delle **falde di ricoprimento**, molto diffuse nelle Alpi e negli Appennini. In questi casi, nei punti di maggior tensione gli strati di rocce si fratturano, consentendo il sovrascorrimento di una piega sopra un'altra.



La sovrapposizione di pieghe (A) o di faglie inverse (B) porta alla formazione di falde di ricoprimento.

### Le fratture

Quando una massa rocciosa, sottoposta ad uno sforzo di una certa entità, ha un comportamento rigido, si frattura. Se la *frattura* non è seguita da spostamento delle due parti si parla di **diaciasi**.

Le **faglie** sono, invece, fratture accompagnate da scorrimento dei due blocchi lungo il piano di rottura, o *piano di faglia*.

Il piano di faglia è detto anche specchio di faglia, perché spesso è lucido per l'effetto dell'attrito sulle due superfici. Lungo questo piano sono presenti numerosi frammenti di rocce (breccia di frizione).

È possibile misurare la giacitura (inclinazione, immersione e direzione) del piano di faglia. Se questo non è verticale, una delle superfici, detta **tetto**,

sarà sopra all'altra (il **letto**). In base al tipo di movimento tra le due superfici, le faglie vengono classificate in tre gruppi principali:

- 1) **faglie normali o dirette**, nelle quali il tetto scivola sul letto e si porta più in basso. Sono dette anche *faglie di distensione*, perché sono causate da forze orizzontali che distendono, cioè allontanano tra loro i due blocchi. L'inclinazione del piano di faglia è superiore ai 45° (in genere è intorno ai 60°);
- 2) **faglie inverse**, nelle quali il tetto risale sul letto portandosi più in alto. Sono dette anche faglie di compressione, perché si generano quando la massa rocciosa è sottoposta a forze compressive orizzontali

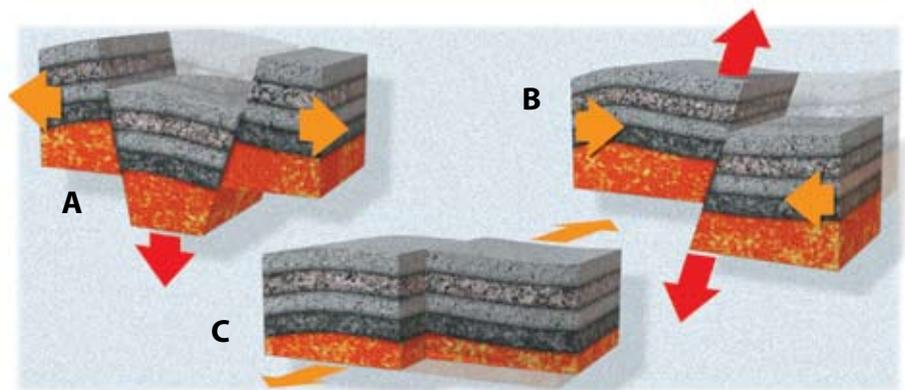
(che tendono ad avvicinare i due blocchi). Il piano di faglia ha un'inclinazione inferiore ai 45° (intorno ai 30°); è cioè più orizzontale della faglia normale;

- 3) **faglie trascorrenti**, nelle quali i due blocchi si spostano orizzontalmente, e scorrono strisciando l'uno contro l'altro. Il piano di faglia è, in questo caso, verticale.

Tra le *faglie trascorrenti* vanno ricordate le faglie trasformi, che tagliano perpendicolarmente le dorsali oceaniche, "trasformando", appunto, la lunga linea retta della dorsale oceanica in una serie di segmenti spezzati, interrotti dalle faglie trasformi, lungo le quali la crosta oceanica scorre lateralmente.

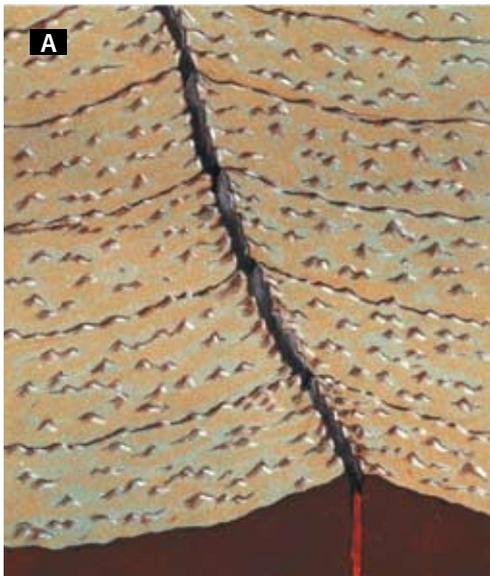


Faglia di St Andreas in California.



A) Faglia normale o diretta; B) faglia inversa; C) faglia trascorrente.

## Deformazione delle masse rocciose



La lunga fossa tettonica (rift valley) che separa i due bordi rilevati della dorsale oceanica non è una linea continua come in A, poiché i diversi tratti che la compongono sono spostati tra loro anche di centinaia di km, separati da fratture trasversali dette faglie trasformi, come illustrato nello schema B.



Faglie trasformi

Faglie trasformi: spezzano l'asse della dorsale oceanica in diversi segmenti.

Le faglie, come le pieghe, sono spesso raggruppate in sistemi di faglie, che danno origine a strutture tettoniche caratteristiche.

Le *faglie di compressione* (faglie inverse) determinano il sovrascorrimento di strati di roccia che formano falde di ricopimento.

Le faglie dirette, invece, generano la formazione di **fosse tettoniche**, perché tra due aree che si allontanano tra loro si verifica lo sprofondamento della parte centrale, che costituisce una depressione o fossa tettonica (in tedesco *Graben*), delimitata da bordi rialzati, detti *pilastr* (*Horst*, in tedesco).

Le fosse tettoniche nelle aree continentali sono percorse da grandi fiumi o sono occupate da grandi laghi, come quelli lungo la grande fossa tettonica (Great Rift Valley) che si allunga per 6000 Km in Africa, dalla Siria, attraverso il Mar Rosso, fino al Sud Africa.

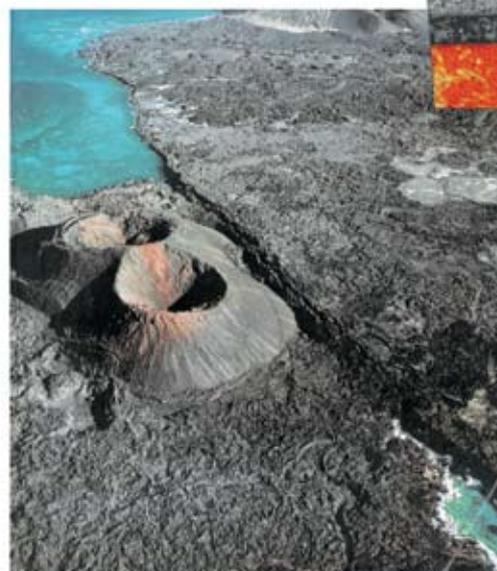
In Europa la più vasta fossa tettonica è rappresentata dalla valle del Reno, in Germania, disposta tra i *pilastr* del massiccio dei Vosgi e della Foresta Nera.

Anche le dorsali oceaniche, lunghe catene montuose presenti sul fondo

degli oceani, sono percorse al centro da una lunga fossa tettonica (detta *rift valley*, per analogia con la Great Rift Valley africana), che, in realtà, è una profonda spaccatura di tutta la crosta terrestre, attraverso la quale fuoriesce

magma fuso che dà origine a nuova crosta terrestre, depositandosi sulle pareti delle dorsali e determinando l'espansione del fondo dell'oceano.

Le faglie dirette generano, per allontanamento dei due blocchi, la formazione delle fosse tettoniche (*Graben*), talvolta lunghe migliaia di chilometri e delimitate da *pilastr* (*Horst*).



La Great Rift Valley africana.

