



Anisn

HUMANITAS
UNIVERSITY

ZANICHELLI

Le “rocce di serpente” e le orogenesi

DALLA PROVA DELLE OLIMPIADI DELLE SCIENZE NATURALI 2019 - XVII EDIZIONE
FASE REGIONALE (TRIENNIO SCIENZE DELLA TERRA)

Le risposte corrette sono indicate in rosso

Le 6 domande che seguono riguardano le ofioliti. Le domande sono introdotte da brevi testi e da due figure ai quali dovrai fare riferimento per fornire le risposte. Scrivi la risposta a ciascuna domanda nel foglio risposte allegato.

1. Con il termine **ofiolite** sono definite delle successioni di rocce provenienti dalla crosta oceanica e dal sottostante mantello che si ritrovano a quote elevate rispetto al livello del mare, inserite in catene montuose. Dato che si tratta di rocce provenienti dalla crosta oceanica, i minerali che le costituiscono sono:

- a) Silicati sodio-potassici.
- b) Silicati ferromagnesiaci.**
- c) Carbonati di calcio.
- d) Ugual composizione di silicati sodio-potassici e ferromagnesiaci.

2. Il primo ritrovamento di questo tipo di rocce è avvenuto nelle Alpi, ed il loro nome deriva dal greco ὄφις = *serpente* e λίθος = *roccia*, in quanto la loro superficie presenta spesso una colorazione verde che ricorda la pelle dei rettili. La scoperta di questo tipo di rocce è stata molto importante nell'ambito della teoria della tettonica a placche, in particolare per spiegare i meccanismi che portano alla formazione delle catene montuose. Tra i margini di placche, di seguito elencati, in quale **NON** avviene la formazione di una catena montuosa?

- a) Margine convergente caratterizzato dallo scontro di due placche continentali.
- b) Margine convergente caratterizzato dallo scontro di una placca oceanica e una continentale.
- c) Margine trasforme di tipo conservativo.**
- d) Nessuna delle precedenti risposte.

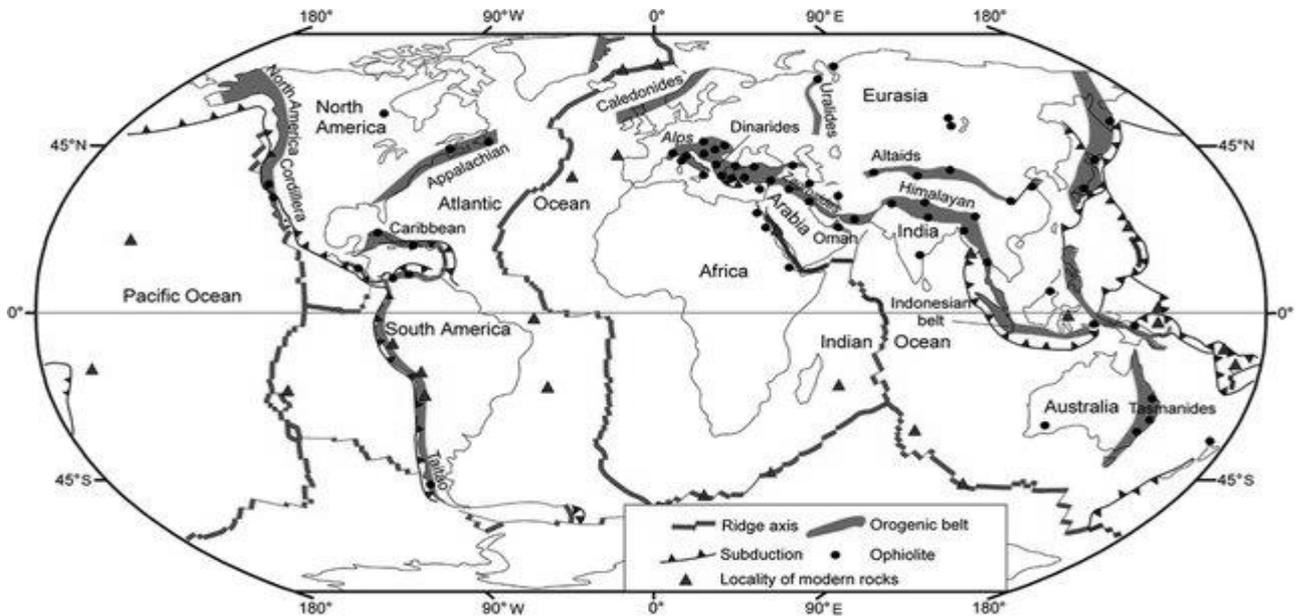
3. Per spiegare la posizione dei complessi ofiolitici i geologi hanno invocato il processo di **obduzione**, per cui un complesso di rocce, formato da crosta oceanica e dalla parte più superficiale delle rocce del mantello, viene trasportato nella catena montuosa. In alcuni casi la porzione di crosta oceanica viene preservata completamente e si presenta come *pillow lava*. In base alle tue conoscenze quale è il meccanismo che porta alla formazione di *pillow lava*?

- a) La lava che fuoriesce dalle dorsali oceaniche a contatto con l'acqua di mare si solidifica rapidamente proteggendo la porzione interna da un rapido raffreddamento. La pressione esercitata dal peso dell'acqua oceanica determina la forma a cuscino.**
- b) Le lave che fuoriescono dalle dorsali oceaniche presentano una viscosità molto elevata, in quanto ricche di silicati sodio-potassici. Per questo motivo non riescono a formare vere e proprie colate, e si raffreddano formando strutture a cuscino.
- c) A causa della pressione esercitata dall'acqua dell'oceano la lava non riesce a fuoriuscire dalle dorsali oceaniche, per questo si accumula come lave a cuscino stratificandosi e favorendo l'ispessimento della crosta oceanica.
- d) Le lave che fuoriescono dalle dorsali oceaniche presentano una viscosità molto elevata, in quanto ricche di minerali ferromagnesiaci; per questo motivo esse non riescono a formare vere e proprie colate e si raffreddano lentamente formando strutture a cuscino.

4. I complessi ofiolitici possono subire un processo metamorfico. A quale tra i seguenti tipi di metamorfismo possono essere sottoposte le ofioliti?

- a) Regionale (variazione di pressione e di temperatura).**
- b) Di contatto (variazione di temperatura).
- c) Da seppellimento (variazione di pressione).
- d) Cataclastico (da attrito per scorrimento).

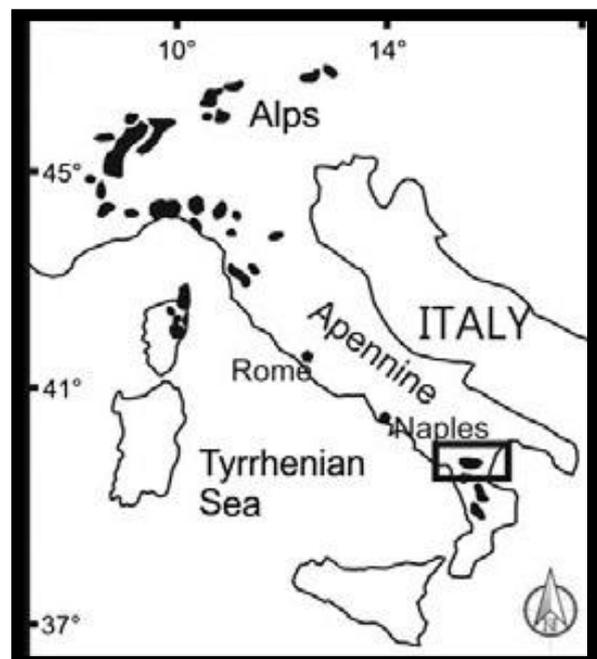
5. Nella figura sotto sono riportati: la distribuzione dei complessi ofiolitici (indicati da un pallino), i margini di placca più importanti (compressivi e distensivi), in grigio scuro le catene montuose (cinture orogenetiche) e gli assi di cresta (Ridge axis). Dall'osservazione della figura, quale delle seguenti affermazioni è corretta:



- a) Tutti i tipi di margini di placca sono caratterizzati da complessi ofiolitici, la cui presenza consente di tracciare i confini tra placche adiacenti.
- b) Le ofioliti, distribuite prevalentemente lungo i margini di placca, possono essere utili per individuare aree con elevato rischio sismico e/o vulcanico.
- c) Le ofioliti sono prevalentemente presenti in corrispondenza di catene montuose e indicano aree in cui in passato sono avvenute orogenesi.**
- d) Le ofioliti caratterizzano con la loro presenza margini di placca dove attualmente sono in atto processi orogenetici.

6. Nella figura a lato il colore scuro indica i complessi ofiolitici presenti nella regione geografica italiana. La distribuzione delle ofioliti nella regione geografica italiana:

- a) È del tutto casuale e non fornisce alcuna informazione sulla storia geologica del nostro paese.
- b) È concentrata prevalentemente nel settentrione della penisola italiana, area nella quale è avvenuta la collisione tra la placca europea e quella asiatica;
- c) È concentrata prevalentemente lungo la catena appenninica, area nella quale è avvenuta la collisione tra la placca euroasiatica e quella africana.
- d) Rivela le aree in cui è avvenuta la collisione tra la placca euroasiatica e quella africana.**



Commento a cura di Alessandro Chiappori, Alumno ANISN

1. Risposta corretta: *Dato che si tratta di rocce provenienti dalla crosta oceanica, i minerali che le costituiscono sono materiali ferromagnesiaci.*

Per cominciare, possiamo scartare l'opzione c), dato che i carbonati sono minerali tipici delle rocce sedimentarie, come il calcare, quindi sono poco rappresentativi della crosta oceanica.

Tutte le altre opzioni fanno invece riferimento a rocce magmatiche, perciò si tratta di individuare la composizione chimica corretta. La crosta oceanica è composta prevalentemente da basalto e gabbro, entrambe rocce *femiche* (o *mafiche*), ovvero ad alto contenuto di Ferro e Magnesio. In alternativa, queste rocce ricche di minerali ferromagnesiaci sono definite *basiche*, in riferimento al loro basso contenuto in silice.

2. Risposta corretta: *In un margine trasforme di tipo conservativo non avviene la formazione di una catena montuosa.*

In margini convergenti si ha orogenesi (formazione di una catena montuosa) se almeno una delle due placche coinvolte è di tipo continentale¹. Possiamo quindi scartare le opzioni a) e b).

I margini trasformativi sono detti conservativi perché non si ha né distruzione, né produzione di crosta terrestre. Ciò avviene invece nei margini *distrittivi* (o convergenti) e *costruttivi* (o divergenti), rispettivamente. Quindi la risposta c) è corretta, poiché non si hanno fenomeni di orogenesi lungo i margini di tipo trasforme.

3. Risposta corretta: *La lava che fuoriesce dalle dorsali oceaniche a contatto con l'acqua di mare si solidifica rapidamente proteggendo la porzione interna da un rapido raffreddamento. La pressione esercitata dal peso dell'acqua oceanica determina la forma a cuscino.*

Per prima cosa, possiamo escludere le opzioni b) e d), dove si dice che la lava che fuoriesce dalle dorsali è molto viscosa. Al contrario, deriva da un magma di tipo *femico*, povero in silice e molto fluido, cioè poco viscoso.

L'opzione c) non può essere considerata corretta per la locuzione "la lava non riesce a fuoriuscire dalle dorsali"; come correttamente indicato nell'opzione a), la lava riesce ad arrivare in contatto con l'acqua, quindi ad uscire dalle dorsali. La conseguenza dell'essere sott'acqua anziché in superficie è duplice: il contatto con l'acqua anziché con l'aria, determina un raffreddamento più rapido e la forte pressione esercitata dalla massa d'acqua soprastante confina il fenomeno eruttivo a un'area molto limitata. La conseguenza di questi due effetti combinati è la formazione dei tipici depositi a cuscino.

4. Risposta corretta: *Le ofioliti posso essere sottoposte a metamorfismo di tipo regionale (variazione di pressione e di temperatura).*

Si chiede di individuare il tipo di metamorfismo a cui più facilmente possono andare incontro le ofioliti. Per rispondere occorre considerare il contesto geologico in cui si trovano. Dalle due domande precedenti possiamo capire che le ofioliti si trovano nelle catene montuose e che, almeno inizialmente, sono a profondità elevate. Si tratta quindi delle condizioni tipiche del metamorfismo regionale. Infatti, è proprio durante i grandi processi di orogenesi che si possono avere contemporaneamente ampie variazioni di temperatura e pressione.

I due tipi indicati nelle opzioni b) e c) si riferiscono invece a variazioni di temperatura e pressione che avvengono in maniera indipendente. Tipicamente il metamorfismo di contatto è dato dalla risalita di magmi, che modificano la struttura delle rocce circostanti tramite il loro calore, mentre il metamorfismo di seppellimento si ha quando l'alta pressione è data solamente dalla presenza di strati di roccia sovrastanti, non da sforzi di tipo orogenetico. In entrambi i casi le rocce coinvolte sono soprattutto sedimentarie e le aree coinvolte sono più limitate.

Infine, si ha metamorfismo cataclastico (o *dinamico*) solamente lungo le faglie, come suggerito dal "da attrito per scorrimento". Nuovamente, si tratta quindi di un metamorfismo caratteristico delle rocce sedimentarie.

¹ Se invece entrambe le placche sono di tipo oceanico, tipicamente si forma un arco insulare, come quello delle Piccole Antille nel mar dei Caraibi.

5. Risposta corretta: *Le ofioliti sono prevalentemente presenti in corrispondenza di catene montuose e indicano aree in cui in passato sono avvenute orogenesi.*

Per rispondere, occorre interpretare correttamente l'immagine fornita. In particolare, occorre focalizzarsi sulla concomitanza fra ofioliti (cerchi neri), cinture orogenetiche (aree in grigio) e i margini fra placche (dorsali o zone di subduzione).

Possiamo scartare subito le opzioni a) e b), poiché solo in rari casi vediamo ritrovamenti di ofioliti in corrispondenza di margini di placca. Per capire che la risposta corretta è c), cioè che le ofioliti sono il segno di processi orogenetici avvenuti in passato, possiamo basarci sul processo di formazione spiegato nei testi delle domande 2) e 3), sia osservare che la più grande concentrazione di ofioliti si ha lungo l'arco Alpino-Himalayano². Il processo alla base di questa lunga catena è avvenuto fra Mesozoico e Cenozoico, quindi non corrisponde ad un margine di placca odierno, come vediamo sulla carta.

6. Risposta corretta: *La distribuzione delle ofioliti nella regione geografica italiana rivela le aree in cui è avvenuta la collisione tra la placca euroasiatica e quella africana.*

Aiutandoci con la cartina a fianco, notiamo che si possono ritrovare complessi ofiolitici soprattutto sulle Alpi, ma anche in parte sugli Appennini, mentre non se ne trovano al di fuori di queste catene montuose. Possiamo quindi già escludere le opzioni a) e c).

La risposta b) sarebbe anche più precisa della d), in quanto la collisione fra placca eurasiatica e africana ha portato alla orogenesi alpina, mentre l'orogenesi appenninica è successiva. Tuttavia, le due placche nominate in b) sono "la placca europea e quella asiatica", quindi solo la risposta d) è corretta.

2 Come ricordato nella domanda 2), è proprio sulle Alpi che sono stati identificati per la prima volta affioramenti di ofioliti. Questo ritrovamento è una delle più importanti conferme della teoria della tettonica a placche, essendo le ofioliti alpine una chiara traccia di un bacino oceanico ormai chiuso: l'Oceano Tetide. In riferimento al luogo dei primi ritrovamenti, la parte occidentale della Tetide viene anche detta Oceano Ligure-Piemontese, rimarcando l'importanza delle ofioliti nello studio dell'evoluzione della crosta terrestre.