

## I fossili e la stratigrafia

La vita è presente sulla Terra da più di 3,4 miliardi di anni. La scienza che, basandosi sullo studio dei fossili, cerca di capire i vari aspetti delle forme di vita succedutisi in questo lunghissimo periodo è la Paleontologia.

Per **fossile** si intende qualunque resto di organismo conservato nella roccia in modo più o meno completo, o qualunque altra traccia della sua attività.

I vari organismi in genere hanno buone probabilità di rimanere preservati dopo la loro morte solo se sono costituiti anche da parti solide come un guscio o uno scheletro e se poi vengono velocemente sepolti dai sedimenti. In genere, le migliori condizioni di fossilizzazione si trovano sul fondo del mare, dove i gusci degli invertebrati (vari tipi di conchiglie) sono presto ricoperti dalla continua «pioggia» di particelle sedimentarie.

I fossili si trovano perciò più facilmente nelle rocce sedimentarie marine, ma non sono rari i ritrovamenti di piante e animali preservati in asfalto o resina, inglobati nel ghiaccio o in colate di lava, o sepolti da un'improvvisa caduta di ceneri vulcaniche.

La maggior parte dei biologi è d'accordo nel ritenere che gli esseri viventi, dal momento della loro

prima comparsa sulla Terra, sotto forma di microorganismi estremamente semplici, abbiano subito modificazioni più o meno ampie. Queste variazioni, fissandosi nel patrimonio genetico, avrebbero fatto sì che i discendenti dei viventi appartenenti a una determinata specie risultassero distinti dai loro progenitori, costituendo così una o più nuove specie, derivate dalla precedente, i cui rappresentanti, variando successivamente a loro volta, hanno potuto generare altre specie ancora. Così, attraverso variazioni ora brusche ora lente, i vari organismi avrebbero acquisito quei caratteri che sono propri delle forme attuali, quasi sempre molto diversi da quelli dei più antichi rappresentanti dei rispettivi gruppi.

L'attuale stato biologico del nostro pianeta è il risultato di un lungo processo di variazioni e sviluppi gradualmente e completi che nel loro insieme prendono il nome di evoluzione.

Se la vita si è evoluta gradualmente, i fossili di uno stesso gruppo di organismi dovrebbero variare gradualmente nelle rocce via via più recenti. Così è infatti. Si conoscono molti esempi di variazioni di tal genere, che possono illustrare il fenomeno evolutivo per ogni gruppo importante di animali e vegetali, dai dinosauri, ai cavalli (figura 1), agli invertebrati marini.

Poiché l'evoluzione interessa e ha interessato gli esseri viventi di tutta la Terra, ne consegue che rocce formatesi, per esempio, sul fondo dei mari di 100 milioni di anni fa devono contenere gli stessi tipi di fossili, indipendentemente dalle varie località del globo in cui tali fossili possono essere ritrovati. Invece, altre rocce sedimentarie, originatesi supponiamo 50 milioni di anni fa, devono contenere altri tipi di fossili, diversi da quelli precedenti.

Esiste così la possibilità di costruire una successione stratigrafica ideale con le rocce più antiche in basso, che contengono i fossili primitivi, e con le rocce via via più recenti, che nel frattempo contengono fossili via via più moderni, succedentesi verso l'alto. Tale successione stratigrafica ci fornisce anche un'età relativa delle rocce sedimentarie, nel senso che sappiamo quali sono le più giovani e le più vecchie in relazione ai fossili in esse contenuti: l'orologio che scandisce il tempo è l'evoluzione degli organismi viventi sulla Terra.

Fu così che, con le necessarie cognizioni paleontologiche, basate sul concetto dell'evoluzione darwiniana, i geologi del XIX secolo cominciarono a determinare le associazioni fossilifere presenti nei vari livelli stratigrafici e costruirono a poco a poco la scala dei tempi geologici basata sui fossili.

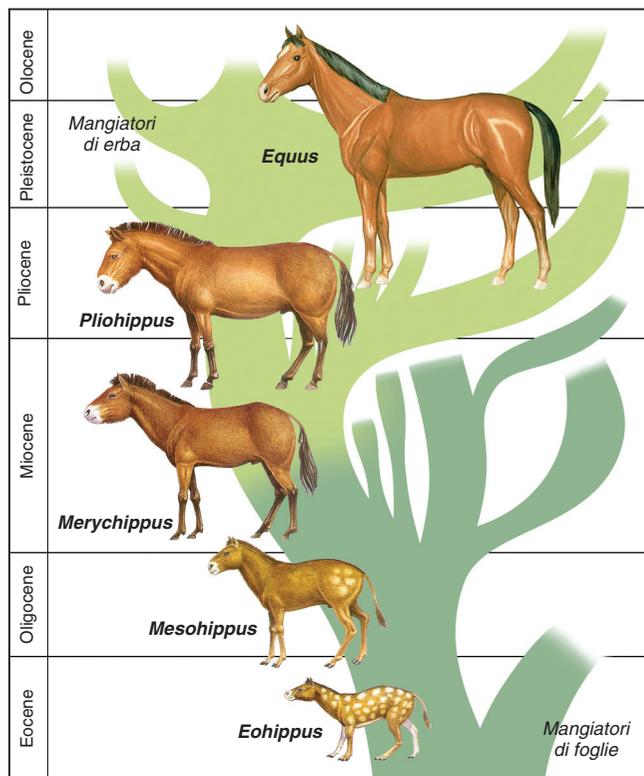
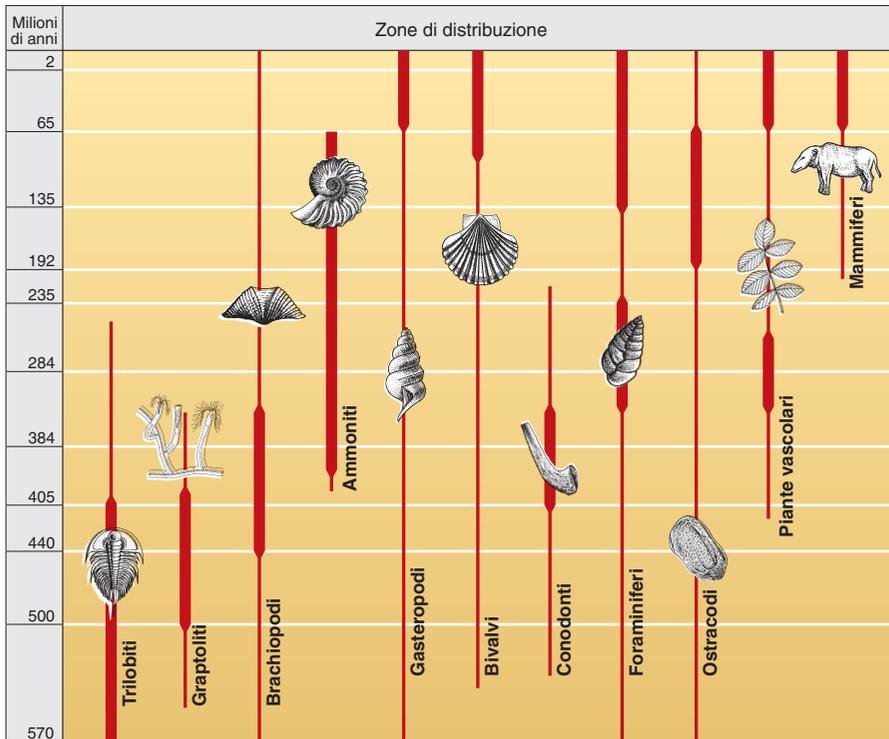


FIGURA 1 Schema evolutivo dei cavalli.



**FIGURA 2** Zone di distribuzione biostratigrafica di alcuni importanti gruppi di fossili. Il tratto più spesso indica l'intervallo stratigrafico in cui ciascun gruppo ha raggiunto la massima diffusione. Osservando se più gruppi di fossili sono presenti contemporaneamente, è possibile datare una successione stratigrafica. Ad esempio trilobiti e graptoliti presenti contemporaneamente indicano un'età di oltre 400 milioni di anni. Se oltre a questi fossili si rinvenissero anche ammoniti, le rocce risalirebbero a un'età compresa tra 300 e 400 milioni di anni fa circa.

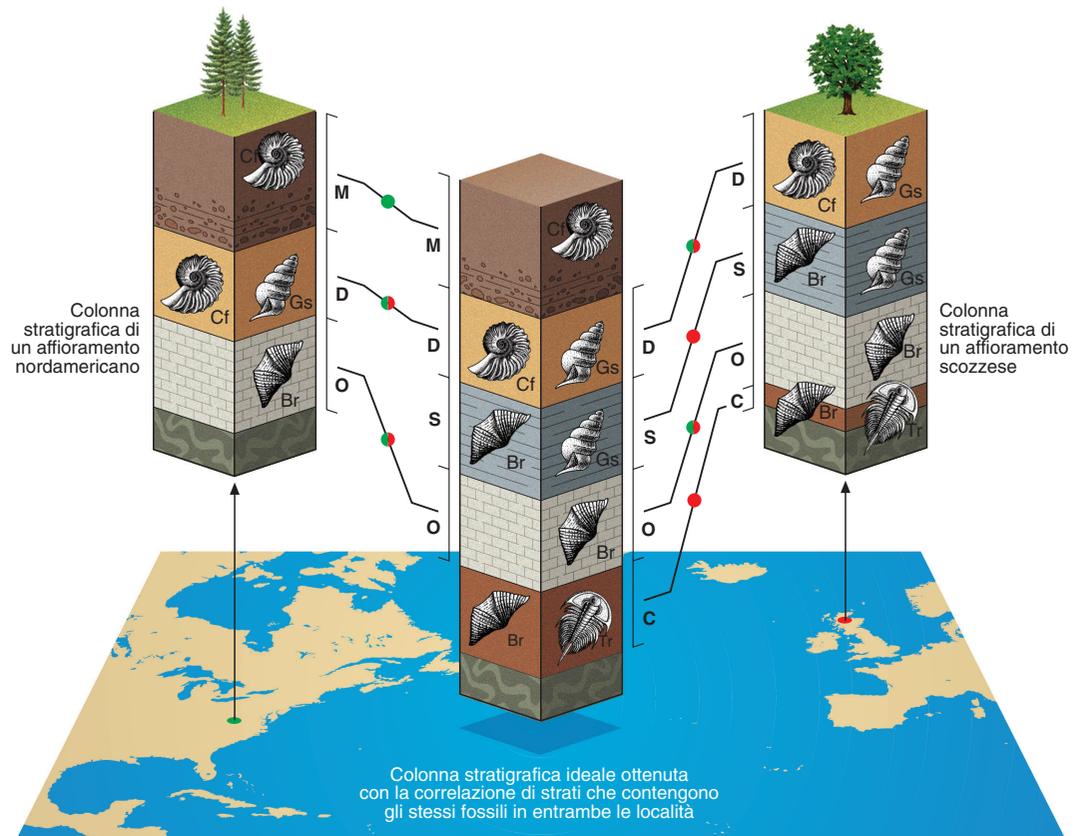
Se si potesse osservare in dettaglio una successione di rocce e raccogliere i fossili presenti nei vari strati, ci si accorgerebbe che ogni livello contiene un certo numero di fossili di specie differenti, il cui assortimento è diverso di volta in volta. Con uno studio più approfondito si potrebbe poi identificare l'esatto livello stratigrafico in cui compare per la prima volta un certo genere o una data specie e seguire la loro presenza verso l'alto fino a scoprire il livello in cui essi scompaiono. L'intervallo tra la prima e l'ultima apparizione è chiamato **zona di distribuzione biostratigrafica** (figura 2). Alla fine del lavoro si sarà ricostruita la distribuzione verticale dei fossili, la cosiddetta **successione faunistica**.

La presenza di fossili tipici di una data era consente di stabilire un'equivalenza cronologica tra rocce diverse, in qualsiasi parte del mondo esse si trovino. Questo procedimento è detto **correlazione stratigrafica**.

Paleontologi e geologi hanno determinato le associazioni fossilifere presenti nei vari livelli stratigrafici, correlandoli poi tra loro in tutto il mondo. Ma come può avvenire in pratica questa correlazione globale?

Supponiamo che un geologo arrivi in una certa zona dell'America settentrionale e, sulla base dei fossili raccolti, divida in tre differenti unità O, D e M la successione stratigrafica esistente in quel luogo (figura 3). L'unità O è caratterizzata dalla presenza di una certa specie di brachiopode che per brevità chiameremo Br.

**FIGURA 3** La presenza degli stessi fossili consente di correlare strati di affioramenti anche molto distanti tra loro. Nelle colonne stratigrafiche nordamericana e scozzese vi sono lacune. Dalla correlazione degli strati si può però ottenere una colonna stratigrafica ideale, più completa, che colma le lacune e abbraccia un arco di tempo maggiore rispetto a ciascuna delle due colonne prese singolarmente. Maggiore è il numero degli affioramenti studiati, più si amplia l'arco di tempo compreso nella colonna stratigrafica ideale che si può costruire.



- Cf = cefalopodi
- Gs = gasteropodi
- Br = brachiopodi
- Tr = trilobiti
- C = Cambriano
- O = Ordoviciano
- S = Siluriano
- D = Devoniano
- M = Mesozoico

L'unità D non contiene più la specie Br, ma è invece ricca di gasteropodi e cefalopodi con le rispettive specie Gs e Cf. Nell'unità M, infine, è presente soltanto la specie Cf.

Il nostro geologo si sposta poi in un'altra regione, distante migliaia di chilometri, ad esempio in Scozia. Qui, dallo studio di un'altra successione stratigrafica in cui ha riconosciuto le unità O e D, scopre che tra queste due ne esiste un'altra, S, caratterizzata dalla contemporanea presenza delle specie Br e Gs. Inoltre, sotto l'unità O, ne individua un'altra ancora, C, che oltre alla specie Br contiene alcuni artropodi primitivi, le trilobiti, con la specie Tr.

A questo punto il geologo può costruire una colonna stratigrafica ideale e composta delle due regioni esaminate, che servirà da riferimento. La successione stratigrafica completa, sulla base dei fossili rinvenuti, consiste di cinque differenti unità con età progressivamente più giovane dal basso verso l'alto. L'unità C è la più vecchia e l'unità M la più giovane (cfr. figura 3). L'assenza delle unità S e C nella prima regione esaminata può dipendere da particolari situazioni ambientali esistenti in quei periodi, ad esempio emersione, erosione e mancanza di sedimentazione marina.

Se in seguito un gruppo di geologi si recasse in una località geologicamente poco conosciuta, ad esempio l'Antartide, essi inizierebbero il loro lavoro cercando di capire l'età delle rocce ivi affioranti. Se, dopo ricerche accurate, rinvenissero negli stessi strati le specie Br e Gs, potrebbero correlarsi con la scala standard e concludere che quell'intervallo stratigrafico appartiene all'unità S.

Operando in questo modo è stata costruita la scala dei tempi geologici.

Non tutti i fossili presenti in una associazione sono diagnostici; solo alcuni sono indicativi di un ristretto intervallo stratigrafico. Queste specie fossili sono vissute in un arco di tempo relativamente breve e in ambienti vastissimi, quali ad esempio le acque marine superficiali. I fossili di questi organismi sono detti **fossili guida**, poiché la loro esistenza ha riguardato un periodo geologico piuttosto breve e nello stesso tempo sono stati presenti in molte parti del globo.

I fossili guida sono specie che hanno grande importanza stratigrafica e sono utilissimi per le correlazioni e le datazioni dei terreni. A volte anche uno solo di questi fossili è sufficiente per stabilire a quale periodo geologico è riferibile una formazione sedimentaria. Il rinvenimento degli stessi fossili guida in due aree anche molto lontane della superficie terrestre consente la correlazione dei depositi che li contengono. I migliori fossili guida in genere sono invertebrati marini, specialmente quelli planctonici. Tra i fossili guida più conosciuti ricordiamo i conodonti, i graptoliti e i trilobiti per il Paleozoico, le ammoniti per il Mesozoico, i foraminiferi e il nannoplanton per il tardo Mesozoico e tutto il Cenozoico (figura 4).

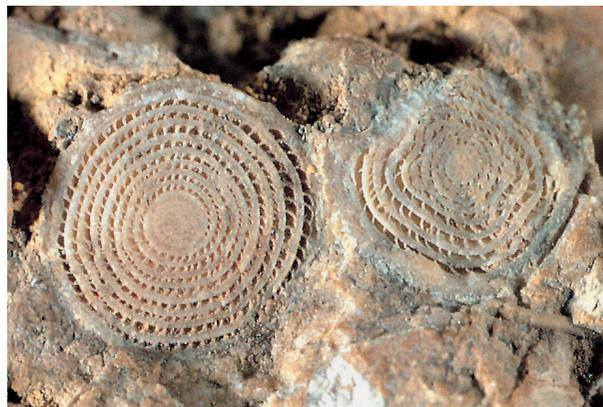
**FIGURA 4** Fossili di tipici invertebrati marini delle tre ere del Fanerozoico.



I trilobiti sono artropodi estinti circa 250 milioni di anni fa. Erano diffusi nelle acque dei mari di tutta la Terra e i loro rinvenimenti fossili sono abbastanza frequenti. Molte specie di trilobiti sono ottimi fossili guida.



Le ammoniti sono cefalopodi che vissero nel Mesozoico e si diffusero in tutti i mari della Terra. Questi organismi furono caratterizzati anche da una rapida evoluzione, tanto da costituire straordinari fossili guida, utilissimi per le correlazioni stratigrafiche su scala globale.



Le nummuliti sono un importante gruppo di foraminiferi, organismi marini utilizzati come fossili guida per il Cenozoico. Le nummuliti sono molto importanti per datare e correlare rocce dell'Oligocene e dell'Eocene.