

22 - IL MOVIMENTO DEI CONTINENTI

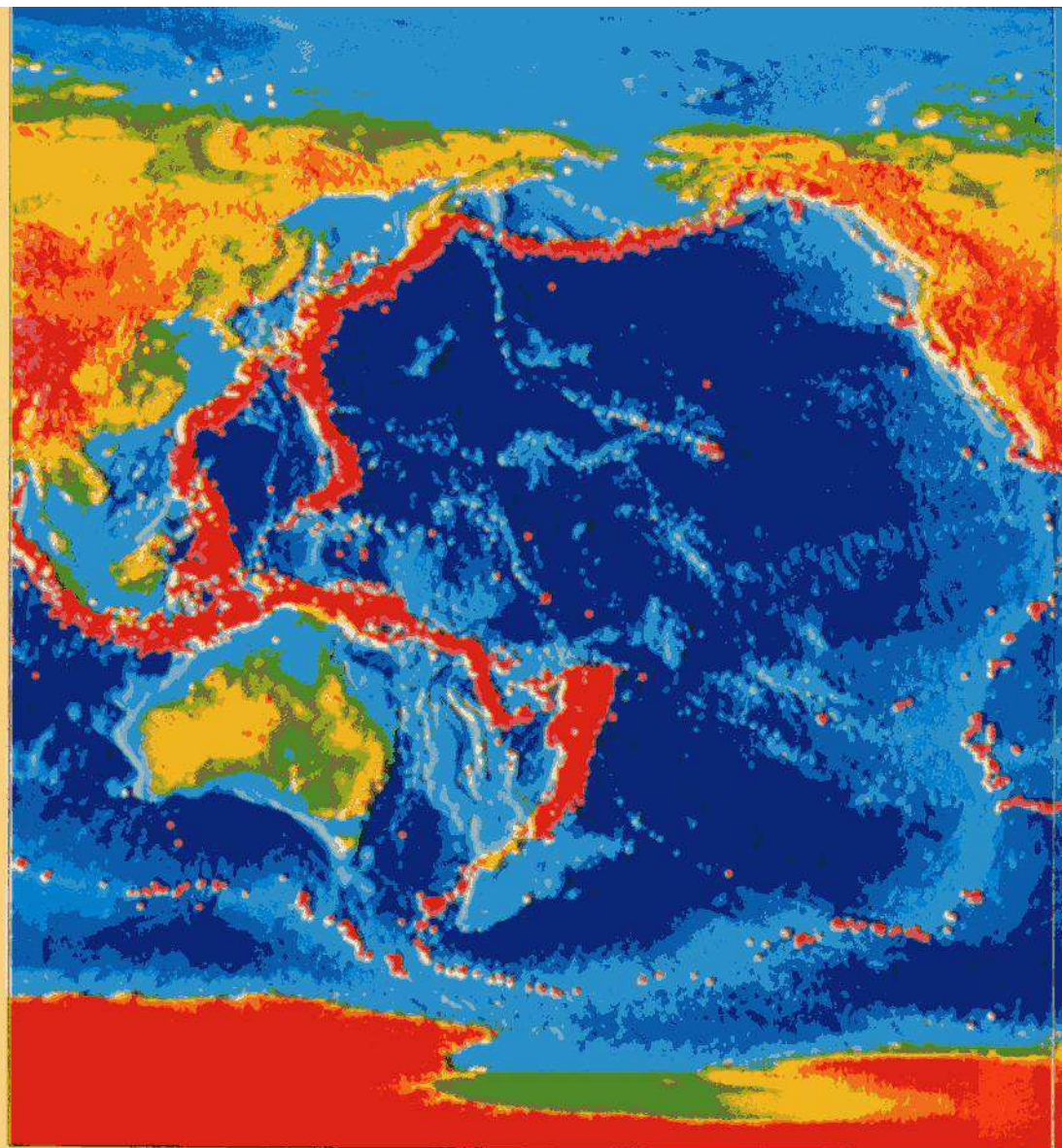
Dà origine ai mari e alle montagne
È causa di terremoti

IL GIORNO

Nel 1912, il geofisico tedesco Alfred Wegener, sulla base di una minuziosa raccolta di rilevazioni geologiche, paleontologiche e chimico-fisiche, presentò la sua rivoluzionaria teoria della "deriva dei continenti". Partendo dall'osservazione della corrispondenza tra i profili delle coste opposte dell'Atlantico, lo scienziato era giunto ad affermare che i blocchi continentali vanno lentamente alla deriva, galleggiando sopra la massa magmatica sottostante, un insieme di rocce fuse chiamato "sima". Il punto di partenza comune doveva essere un supercontinente, il Pangea, formato dall'unione di tutte le terre emerse (Americhe, Europa, Africa, Asia, Australia e Antartide) e circondato da un unico oceano, detto Pantalassa. Studi successivi hanno permesso di dedurre che il Pangea risale probabilmente a oltre 700 milioni di anni fa e che le masse continentali si sono staccate e ricongiunte più volte nei millenni.

A partire dall'inizio degli anni Sessanta si è affermata una nuova teoria: la "tettonica a placche" (o a zolle), che considera lo strato più superficiale della Terra (la litosfera) diviso in una dozzina di frammenti principali, detti appunto placche o zolle. Esse sono calotte sferiche rigide che galleggiano sulla parte superiore (l'astenosfera) del mantello terrestre. Sono in movimento rispetto al mantello sottostante, ma anche fra loro; questi frammenti possono quindi allontanarsi reciprocamente dando origine alla formazione di oceani, slittare l'uno accanto all'altro oppure scontrarsi, generando le catene montuose. Studi ancora più recenti hanno fatto emergere l'ipotesi che il movimento delle placche non sia casuale, ma faccia parte di un flusso globale che coinvolge tutto il pianeta. È come se le zolle seguissero delle "piste" ben precise, le cui linee di flusso corrono verso ovest, in modo leggermente ondulato. Ma perché non linearmente? Probabilmente a causa dell'instabilità dell'asse terrestre. Ma sono proprio questi i meccanismi che intende spiegare e le curiosità che desidera soddisfare l'articolo del professor Carlo Doglioni.

Maurizio Maria Fossati

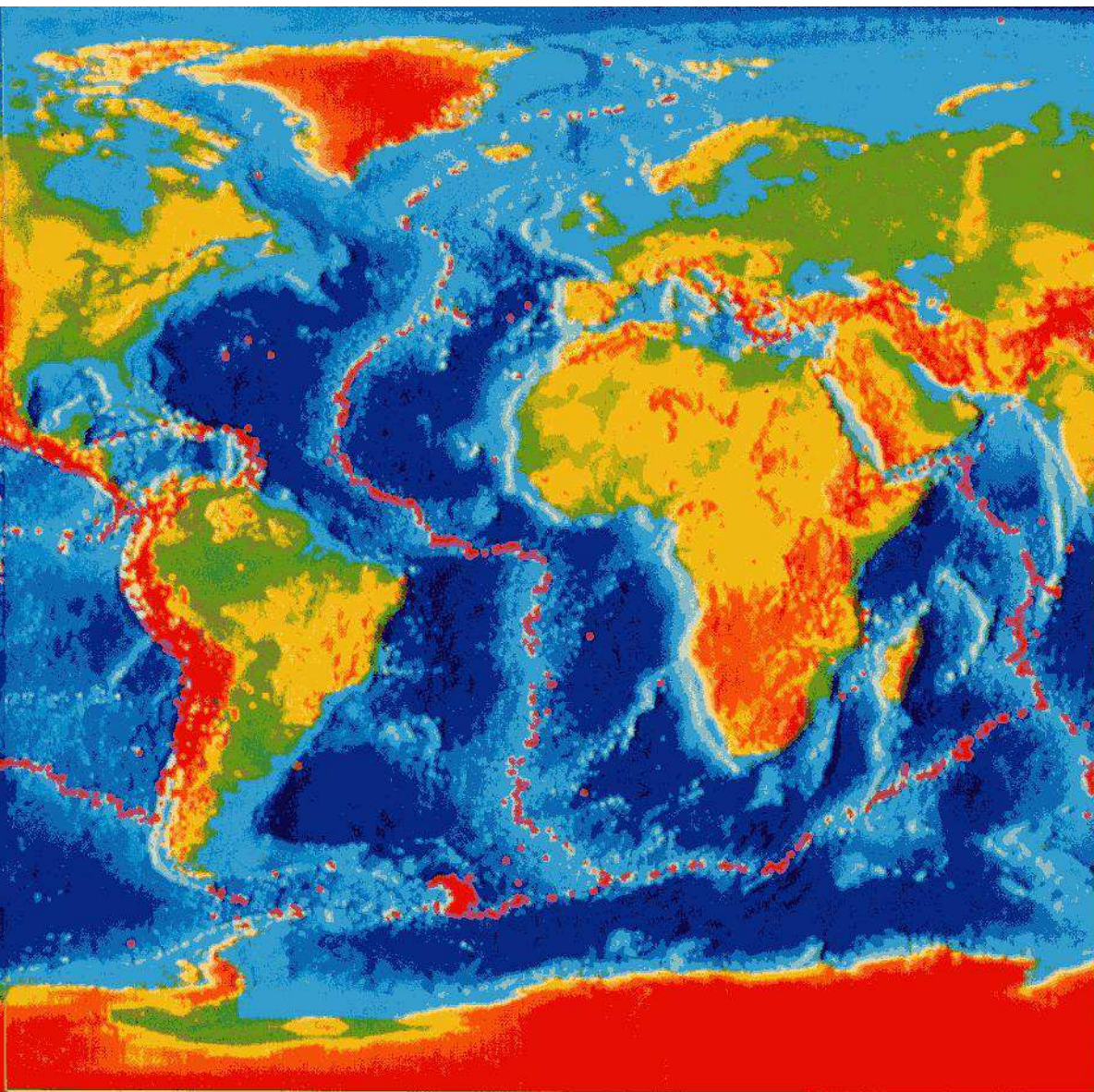


Alcune placche della litosfera si spostano di 18 centimetri all'anno

UN PIANETA VIVO CHE LENTAMENTE CAMBIA "PELLE" GIORNO DOPO GIORNO

di Carlo Doglioni

Dipartimento di geologia e geofisica dell'Università di Bari



La superficie della Terra è segmentata in circa 12 frammenti (placche o zolle) di litosfera (il guscio più esterno del pianeta) che si muovono l'uno rispetto all'altro. Dove si allontanano vi è distensione e si apre nuova crosta oceanica (per esempio gli oceani Pacifico, Atlantico e Indiano), mentre dove si avvicinano si formano le catene montuose (Ande, Alpi, Himalaya). I puntini rossi indicano i terremoti con magnitudine superiore a 5 avvenuti tra il 1980 e il 1990, i quali sono localizzati soprattutto ai margini delle placche, cioè lungo le dorsali oceaniche atlantica, indiana e pacifica, e nelle Ande, Giappone, Indonesia. Le tonalità calde indicano i rilievi e quelle blu le maggiori profondità.

La tettonica delle placche è la scienza che studia i movimenti e le deformazioni che modellano la Terra: dalla nascita e sviluppo degli oceani, alla creazione delle catene montuose. È comunque qualcosa di drammaticamente pericoloso perché la deriva dei continenti è la causa dei terremoti e delle eruzioni vulcaniche. La morfologia terrestre, le montagne, i mari, l'evoluzione della vita e la differenziazione delle specie, sono tutti eventi controllati dalla dinamica delle placche. La vita stessa dell'uomo è determinata in modo impressionante dalla morfologia, si pensi per esempio alla concentrazione delle vie di comunicazione nelle valli o nelle pianure, la cui origine ha precise

connotazioni geologiche.

Tutto sulla Terra ha delle radici, vicine o lontane, nella geologia e in particolare nella tettonica delle placche, senza la quale il pianeta sarebbe molto, ma molto più monotono, e anche più invivibile; infatti potrebbe essere privo di atmosfera, o averla molto diversa. Conosciamo ancora abbastanza poco l'interno della Terra e le cause dei movimenti che la rendono così "dinamica". Si pensi che su un raggio di oltre 6.300 chilometri l'uomo è riuscito finora a fare un sondaggio di appena 12 chilometri. Le conoscenze della geologia terrestre hanno fatto un salto di qualità negli ultimi 20-30 anni grazie soprattutto alle estese campagne di ricerca petrolifera che

hanno setacciato gran parte dei margini continentali del pianeta. Oltre a pozzi esplorativi, che ci hanno dato nuove e diffuse informazioni dei primi chilometri della crosta, è stata raffinata una tecnologia che va sotto il nome di «sismica a riflessione»: sulla superficie terrestre vengono emesse artificialmente delle onde sismiche (in terra o in mare) che viaggiano verso il basso e sono riflesse verso la superficie dai vari strati che compongono il sottosuolo. Quando le onde riemergono in superficie, vengono registrate da microfoni. La loro elaborazione ci dà una sezione sismica che ci permette di "vedere", talvolta con insperata chiarezza, la struttura della crosta terrestre, o dei suoi 5-10 chilometri

più superficiali, in zone dove l'uomo non avrebbe mai potuto accedere.

In questo bisogna riconoscere che le scienze della Terra devono moltissimo alla ricerca dell'industria petrolifera. Vi è inoltre un programma internazionale di ricerche chiamato Odp (Ocean Drilling Program), una cooperazione a livello mondiale che permette di mantenere in attività una nave per perforazioni oceaniche. La nave è continuamente in giro per i mari del mondo ed effettua perforazioni per capire il tipo, l'età e la storia dei sedimenti che si sono depositi sui fondali oceanici. Questa cooperazione è in funzione da oltre vent'anni, e le ricerche e le scoperte effettuate tramite l'Odp sono state

innumerevoli e fondamentali per una migliore conoscenza della storia di questo pianeta.

Varie nazioni (Usa, Giappone, Australia, Canada, Germania, Francia, Inghilterra, Italia, Spagna, Svizzera, ecc.) contribuiscono tutte insieme a finanziare questi carotaggi (costo circa 40 miliardi l'anno), che, quasi quotidianamente, forniscono nuove, importanti informazioni geologiche e non solo. Per cui con l'Odp, l'uomo ha uno strumento che, oltre ai satelliti e altre sofisticatissime apparecchiature, tiene sotto controllo la Terra ed effettua sondaggi ininterrotti, seppur solo relativi alla pellicola più esterna. Tramite questi sondaggi per esempio, si scopri che il Medi-

terraneo circa 6 milioni d'anni fa si era prosciugato. Il cinese Hsü del Politecnico di Zurigo, e M.B. Cita, dell'Università di Milano, una delle maggiori sostenitrici italiane del progetto Odp, furono tra gli scopritori di questo evento tanto importante nella storia del Mediterraneo. Chiuso Gibilterra, la quantità d'acqua piovana era inferiore a quella che scompariva per evaporazione, per cui le acque del Mediterraneo scomparvero fintanto che lo stretto a ovest rimase chiuso. Nel lago d'Aral sta attualmente succedendo una cosa simile. Durante l'essiccazione del Mediterraneo si deposero ingenti quantità di depositi salini, che arrivano oggi nelle nostre cucine.

LE 12 PLACCHE DELLA LITOSFERA

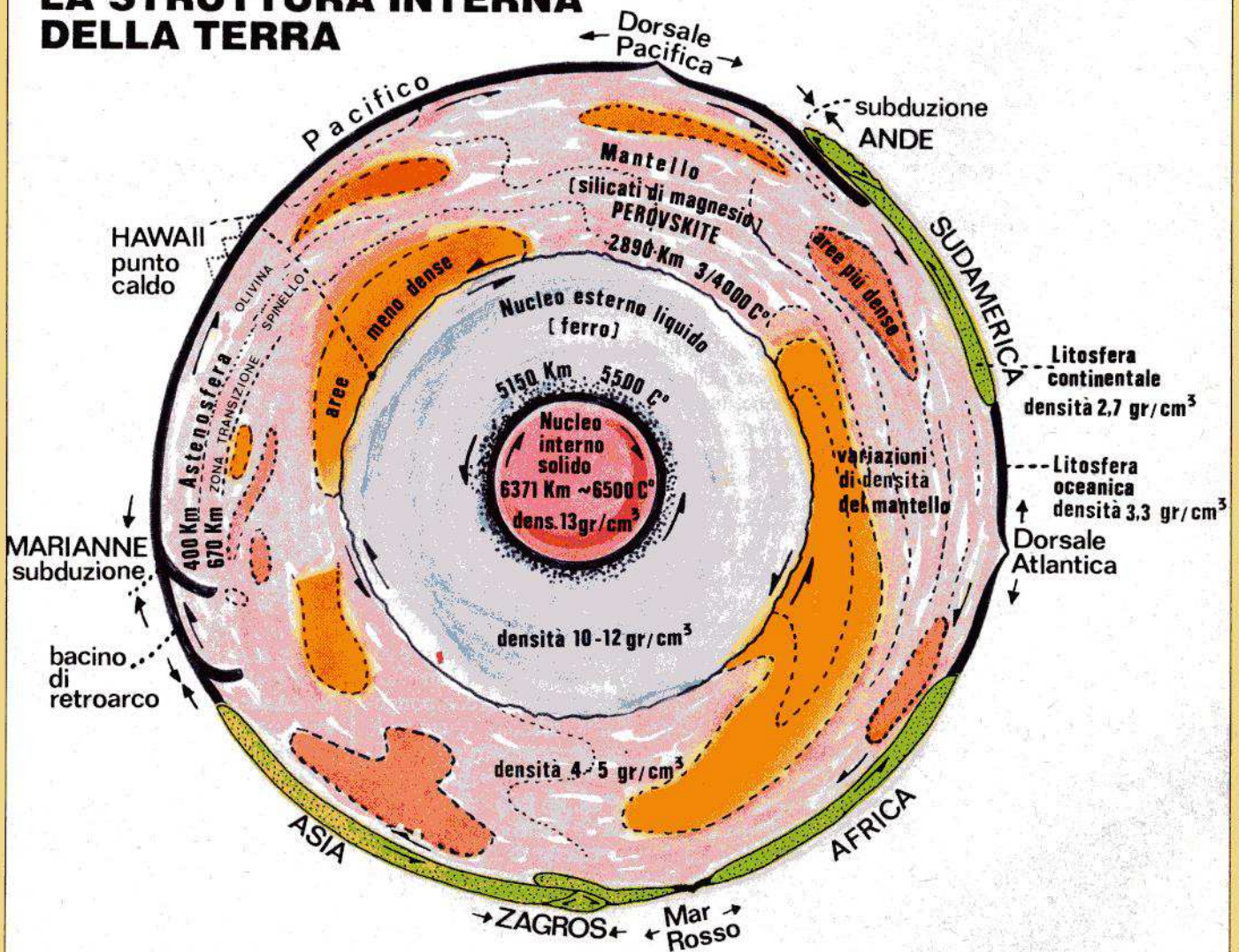
La parte più esterna della Terra è chiamata litosfera ed è spessa mediamente 100 chilometri. È un sottilissimo guscio rigido che avvolge il pianeta, similmente a quello di un uovo. La litosfera, che comprende sia la crosta terrestre che una parte del mantello, ha uno spessore che è meno di un sessantesimo della misura del raggio terrestre, e la possiamo dividere in due tipi principali, la litosfera continentale e la litosfera oceanica. Già dal nome si intuisce che la litosfera è diversa nelle zone continentali e nelle zone oceaniche; nel primo caso è spesso 100-200 chilometri o più, ed è costituita

da elementi più leggeri, nelle aree oceaniche è invece mediamente più sottile, 20-80 chilometri ed è fatta di rocce più pesanti come i basalti.

Essendo lo strato più superficiale, la litosfera è la nostra maggiore fonte d'informazione sulla vitalità del pianeta. Essa è suddivisa in una serie di frammenti (circa 12, o più se si considerano anche elementi sotto determinate dimensioni) che si muovono l'uno rispetto all'altro, detti placche o anche zolle.

Quando due frammenti si allontanano l'uno rispetto all'altro avviene una distensione tra le due placche e può nascere un oceano. Immaginate la litosfera come la pasta di un pizzaiolo che venga tesa

LA STRUTTURA INTERNA DELLA TERRA





Nella foto sopra, gli strati orizzontali del Gran Canyon, sedimenti che mantengono la loro posizione originale poiché si trovano in una zona che non è stata coinvolta in fenomeni di compressione.

A sinistra, il disegno di Antonio Mellone schematizza la sezione della Terra con le differenziazioni più note: la litosfera, il mantello e il nucleo (esterno liquido e interno solido). La litosfera, che comprende anche la crosta, deve essere distinta in oceanica e continentale. Una placca è un frammento di litosfera che si muove con una sua velocità diversa da quella degli elementi attigui. Dove le placche si allontanano si forma nuova crosta oceanica, mentre dove convergono, una delle due scende sotto l'altra con un fenomeno detto "subduzione".

e si assottigli fino a rompersi. Se invece le placche si avvicinano c'è compressione e si forma una catena montuosa. Lo scontro tra le placche è come noto la causa della crescita delle montagne: l'esempio forse più classico è la collisione dell'India contro l'Asia che ha dato luogo alla catena Himalayana.

La stragrande maggioranza dei terremoti è confinata lungo i margini delle placche, sia di tipo distensivo, compressivo e trascorrente. Vi sono varie metodologie per capire come si muovono e come si sono mossi nel passato geologico i continenti o, più esattamente, le placche. Per esempio lo studio dei terremoti ci permette di capire se un sisma è stato creato da una faglia di tipo compressivo, distensivo o trascorrente, e quindi di sapere che tipo di ambiente tettonico lo ha generato. Infatti, una rete di stazioni sparse per il mondo colpisce con dei raggi laser satelliti a specchi con-

cavi riflettenti che ci danno (con la precisione dell'ordine dei millimetri l'anno) il movimento attuale tra le varie stazioni di misura. Inoltre, è possibile correlare e conoscere l'età della litosfera oceanica, poiché questa mantiene registrate l'intensità e la polarità che aveva il campo magnetico al momento della formazione. Per questa ragione è possibile avere una buona informazione sulla distribuzione delle età della litosfera oceanica a scala globale.

Sapendo quanti chilometri di litosfera (per esempio 70) si sono formati lungo una dorsale oceanica in un certo intervallo di tempo (per esempio 1 milione d'anni), possiamo risalire alla velocità relativa tra le due placche in separazione (in questo esempio, 7 centimetri all'anno). Ma vediamo il meccanismo di "memorizzazione". I minerali di ferro (per esempio la magnetite), trasportati dalle correnti fluviali o marine che si depongono

sulle piattaforme continentali (fino alla profondità dei 200 metri, prima della scarpata continentale) o anche su pianure alluvionali, si orientano secondo la direzione del campo magnetico terrestre al momento della loro deposizione. In questo modo, lo registrano permanentemente. Grazie a ciò si può risalire alla posizione del polo magnetico terrestre al momento della deposizione di un dato sedimento. Si tratta di una tecnica che si chiama paleomagnetismo e, analizzando la registrazione magnetica delle rocce affioranti su una montagna, permette di ricostruire i movimenti della placca sulla quale il sedimento è appoggiato.

Infine i movimenti delle placche possono essere interpretati sulla base della forma e della direzione delle strutture generate dal loro stesso spostamento: per esempio nell'est Africa, nella regione dei grandi laghi, vi sono fosse tettoniche (chiamate graben) che so-

