

LE "CONVULSIONI,, DEL GLOBO TERRESTRE

MICHELE GORTANI

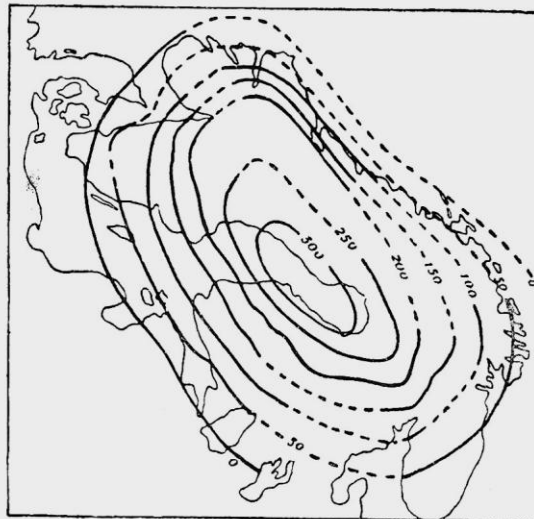
Presidente dell'Accademia delle Scienze di Bologna

1. *Movimenti epirogenici.* L'esame delle oscillazioni della linea di spiaggia ha condotto a constatare che anche oggi hanno luogo movimenti verticali di porzioni della crosta terrestre. Nella regione baltica le parti coinvolte in tali movimenti sono state sollevate in modo non uniforme (con emersione di 1 cm all'anno nelle parti settentrionali, che via via si annullava venendo al sud), così da subire nell'insieme una leggera deformazione con un debole incurvamento della zolla finno-scandinava. L'osservazione geologica porta a riconoscere la prova di movimenti analoghi, con o senza deformazioni ad amplissimo raggio, nella storia di tutti i continenti. Caratteri comuni ad essi sono, oltre al senso verticale dei movimenti stessi, la loro grande lentezza, la vastità delle aree interessate ed il fatto che essi ne lasciano inalterata la struttura tettonica.

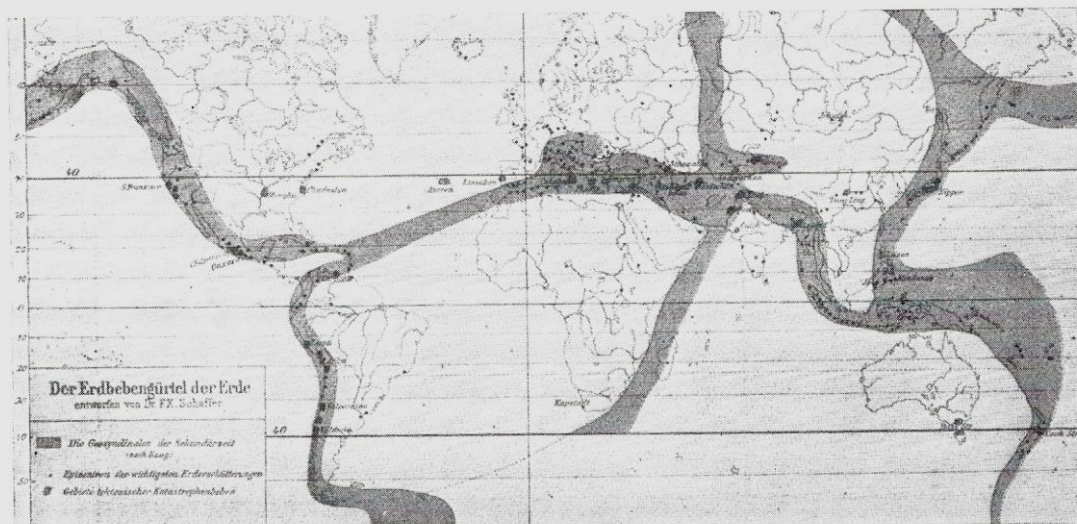
Siffatti movimenti furono detti epirogenici (dal greco *épeiros* continente) onde sottolineare l'importanza continentale; il nome si è generalizzato e rimane, per quanto sia improprio, poiché da un lato i movimenti positivi (o di sommersione) delle aree continentali tendono ad ampliare il dominio del mare e d'altro canto fenomeni analoghi interessano anche i fondi oceanici. Emersioni e sommersioni non sono, si noti, che le conseguenze più appariscenti dei movimenti in parola; i quali si possono manifestare anche senza di esse, ossia nell'interno delle masse continentali e dei fondi marini.

2. *Movimenti orogenici.* Ai movimenti epirogenici che portano al lento solleva-

mento e abbassamento di vaste porzioni della crosta terrestre, fanno riscontro i movimenti orogenici che hanno ben diversa natura. Sono essi fenomeni di indole non già lenta e continuativa, bensì episodici; si svolgono su aree limitate, di regola strette e allungate, e ne modificano profondamente la struttura tettonica, sia con dislocazioni radiali, sia (e ben più) con dislocazioni tangenziali. Ai movimenti orogenici si deve la formazione delle catene montuose a pieghe; da ciò il loro nome (dal greco *óros* montagna), perfettamente giustificato anche se altri fenomeni possano venire fra essi compresi. I movimenti orogenici si esauriscono con relativa rapidità, in confronto con la



Sollevamento subito dallo scudo finno-scandinavo nel Quaternario (isopse in metri).



Schema dell'andamento dei geosinclinali e cintura dei terremoti terrestri (sec. F. X. SCHAFFER).

lentezza dei movimenti epirogenici che possono durare per interi periodi geologici; sono, invece, molto più intensi ed hanno, per lo più, fra loro una contemporaneità relativa (contemporaneità geologica) in diverse parti del mondo. Si parla appunto di convulsioni o parossismi orogenici, od orogènesi, che contrassegnano determinati periodi della storia della terra e sono fra loro separati da periodi di quiete orogenica durante i quali si manifestano i movimenti epirogenici. Le aree dove si preparano e si svolgono i movimenti orogenici sono dette zone orogeniche od orògeni; alle altre è stato dato l'appellativo di zone cratogene o cratonî (dal greco *krátos* vigoria, perché contrassegnate da comportamento rigido).

3. *Geosinclinali e geanticlinali.* Studi geologici e geofisici hanno dimostrato che i massimi spessori delle serie sedimentarie si riscontrano nelle zone dove si svolsero intensi fenomeni orogenici. Non vi è catena montuosa a pieghe che non sia dovuta al corrugamento di potentissime masse di sedimenti, deposti durante l'enorme lunghezza di uno o più periodi geologici sino a raggiungere spessori da 10 a 20 e più km. È da rilevare che la natura dei sedimenti denota, almeno per la massima parte di essi, la deposizione in mare basso o anche profondo (fino a — 2000 m) ma non abissale. Escluso pertanto che quegli imponenti ac-

cumuli sedimentari risultino dalla colmata di bacini marittimi di straordinaria profondità, non si può spiegare il loro formarsi se non ammettendo che il fondo della loro zona di sedimentazione abbia in certo modo ceduto, come abbassandosi, sotto il peso delle masse che si venivano deponendo. Naturalmente, caso per caso, l'abbassamento si potrà esser compiuto in misura corrispondente, o superiore, ovvero inferiore alla misura dell'accumulamento; da ciò il vario tipo dei depositi costituenti i singoli membri delle serie sedimentarie. E poiché in coteste zone di sedimentazione il fondo che cede e si inflette viene deformandosi in modo analogo ad un sinclinale, è stato dato ad esse il nome di geosinclinali, ossia grandi sinclinali della crosta terrestre.

La constatazione che tutte le grandi catene a pieghe hanno avuto la culla in un geosinclinale, sono cioè sorte dal corrugamento di geosinclinali colmati di depositi sedimentari, dà enorme importanza geologica e geofisica a codeste aree di subsidenza e di sedimentazione; e mentre ci offre il modo di ricostruire l'andamento dei geosinclinali nelle epoche geologiche passate, ci permette, come corollario, di determinare la posizione dei geosinclinali attuali e quindi delle catene future. Le aree geosinclinali sono di regola adiacenti a masse continentali da cui si abbia un attivo apporto di materiale terrigeno e si stendono come lunghi



Catena principale della Selva Nera. Profilo generale delle montagne del Giura, sec. A. BUXTORF; esempio di « catena di copertura ». Terreni mesozoici e terziari ripiegati e scorsi sopra uno zoccolo non deformato, costituito da Permico e da rocce cristalline più antiche (da A. HEIM, *Geologie der Schweiz*).

nastri fra il margine continentale e l'aperto oceano, o fra gli orli di due masse continentali che si fronteggino sui lati di un mare interposto.

Al geosinclinale, inteso come una grande piega concava della crosta terrestre, fa riscontro il geanticlinale, inteso come grande piega convessa della crosta medesima; piega che può inflettere tanto una grande zolla continentale (come la regione finno-scandinava), quanto una vasta area suboceanica. Geanticlinali possono suddividere longitudinalmente un geosinclinale; in tal caso quest'ultimo si smembra in geosinclinali di second'ordine e le pieghe mediane che lo suddividono sono dette geanticlinali normali o di prim'ordine, che di regola fiancheggiano i geosinclinali. Se le pieghe longitudinali del geosinclinale composto si accentuano per l'intensificarsi delle pressioni laterali che li comprimono, i geanticlinali di second'ordine possono arrivare ad emergere, mentre si convertono in profonde fosse i geosinclinali secondari, con disposizioni analoghe a quelle che vediamo attualmente nell'Insulindia e nel Pacifico sud-occidentale. Sedimenti del tipo più vario vi si possono allora formare, ordinati in fasce parallele corrispondenti ai diversi tipi di ambiente, così da rendere in appres-

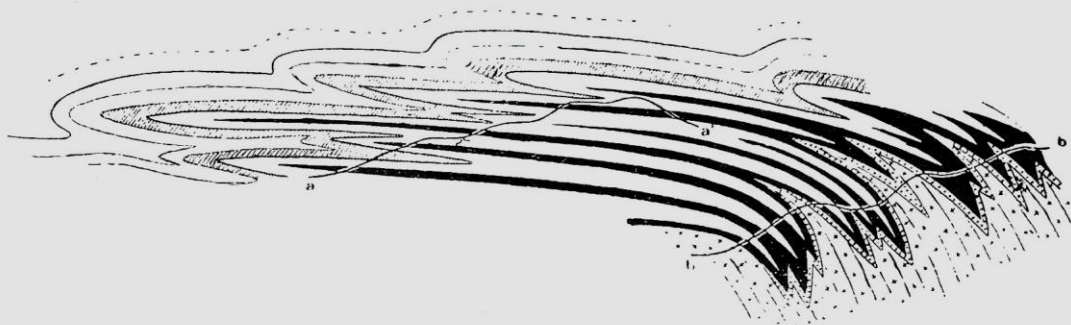
so difficili le correlazioni stratigrafiche e determinando eventualmente discordanze e lacune stratigrafiche verso le creste dei geanticlinali.

4. *Leggi dell'orogenesi.* L'uomo non ha assistito ad alcuna orogenesi; ma lo studio delle regioni che sono state coinvolte in tali fenomeni nel passato ha fatto riconoscere che essi si svolgono secondo un certo ordine, così da poterne dedurre alcune leggi generali.

a) Ogni grande orogenesi è preceduta da un lunghissimo periodo di preparazione, che si compie nei geosinclinali e durante il quale, oltre al progressivo accumulo delle imponenti masse sedimentarie, si sviluppano e si accentuano i geanticlinali di second'ordine, dai quali deriveranno le grandi unità tettoniche delle future catene.

b) Ogni grande orogenesi si suddivide in varie fasi di corrugamento, intense e di relativamente breve durata, che interessano aree geosinclinali ben definite e sono separate da intervalli di quiete orogenica.

c) I parossismi orogenici sono preceduti da profasi e seguiti da una più o meno lunga serie di fasi postume; nel periodo di queste ultime si inizia il sollevamento delle catene, per impulsi successivi. Vi succedono poi, in generale, lunghe fasi epiroge-



Struttura a coltri del Monte Joly (sec. M. BERTRAND e E. RITTER).

niche, che si aprono con lenta subsidenza di estese aree continentali e conseguenti amplissime trasgressioni marine.

d) Il corrugamento di un geosinclinale situato fra due masse continentali e compreso come una zona plastica fra le due moli rigide, dà luogo a un complesso di varie unità tettoniche, fra le quali si distinguono:

— catene geosinclinali, di tipo strutturale « alpino », che possono costituire un fascio unico, asimmetrico e rovesciato in una sola direzione, o costituire, invece, due fasci simmetricamente disposti e separati da una zona corrugata intermedia, più o meno depressa in confronto con le catene;

— catene marginali o di copertura, di tipo strutturale « germanico » (a pieghe e faglie insieme), come di zona semirigida, coinvolgendo parte della zona continentale adiacente;

— sistemi di fratture, esterni alla zona orogenica e sviluppatasi quindi soltanto nelle zolle continentali rigide che serrano il geosinclinale.

e) Nelle zone orogeniche si manifesta, in generale, due grandi fasi di attività magmatica: la prima durante la preparazione, con iniezioni di masse ofiolitiche (gabbri, diabasi, peridotiti) nelle fosse profonde dei geosinclinali di second'ordine; la seconda dopo i parossismi orogenici, con prevalenti intrusioni granodioritiche della serie alcali-calceica (detta « pacifica » perché prevalente sui contorni del Grande Oceano). Attraverso i sistemi di frattura delle zolle rigide esterne alle zone orogeniche, si fanno strada effusioni di magmi della serie alcalina (detta « atlantica »).

Alla piegatura ed al corrispondente ispessirsi dell'accumulamento sedimentario geosinclinale, costretto dalla pressione laterale in un'area più ristretta, si accompagna un parziale infossarsi della massa corrugata e del fondo del geosinclinale nel substrato. La geofisica ci costringe ad ammettere che tale substrato è più denso; ne consegue uno squilibrio isostatico, che soltanto più tardi tende ad aggiustarsi con il sollevamento della nuova catena montuosa.

L'analisi geologica, dove è stata possibile, ha dimostrato come le strutture tettoniche riscontrabili nella parte superiore

della catena geosinclinale non si continuano in profondità, dove il metamorfismo regionale, i movimenti differenziali e le salite di magmi hanno indotto strutture di tipo diverso, indipendenti dalle fasi orogeniche e in parte avvenute anche all'infuori di esse, come ad esempio nel profondo dei geosinclinali durante il corso della sedimentazione. Si aggiungono poi diversità di strutture fra i sedimenti più superficiali coinvolti nella ultima fase orogenica e quelli implicati nelle fasi precedenti.

Le zone orogeniche, « mobili » e deformabili prima del corrugamento, diventano rigide in conseguenza di questo e vengono così ad ingrandire le vecchie moli continentali cratoniche che i geosinclinali abbracciavano ed alle quali gli orogeni ormai irrigiditi si saldano.

5. *Le principali orogenesi.* Si ritiene, in generale, che le grandi orogenesi siano state le seguenti:

a) Orogenesi arcaiche, in numero imprecisato. I terreni arcaici sono sempre, almeno in grandissima parte, intensamente corrugati; soltanto i loro termini superiori hanno in alcune regioni una giacitura tranquilla, discordante sulle sottoposte formazioni corrugate ed erose. E in queste ultime sono state riconosciute sovrapposizioni di più serie fortemente piegate, prova di ripetute orogenesi; ma non si hanno ancora elementi per stabilire correlazioni fra i complessi osservati nei vari continenti. Comunque, è da queste orogenesi arcaiche, separate l'una dall'altra da lunghi periodi di spianamento erosivo, che riteniamo si siano costituite, accrescendosi via via con l'apposizione di nuove masse corrugate, le grandi zolle rigide che formano gli antichi nuclei di tutti i continenti: principali i nuclei (o « scudi ») finno-baltico, siberiano, cinese e canadese nell'emisfero settentrionale; africano, indiano, australiano, brasiliano e antartico nell'emisfero meridionale.

b) Orogenesi caledoniana, o paleozoica antica. Vi sono stati riconosciuti almeno due gruppi di fasi principali, una all'inizio del cambriano, l'altra verso la fine del periodo silurico. I corrugamenti che ad essa risalgono sono noti solo in parte; si trovano sul contorno degli antichi nuclei continentali, con allineamenti meglio riconoscibili nell'Europa nord-occidentale (dal

Paese di Galles attraverso l'Inghilterra centrale e la Scozia alla Norvegia e allo Spitzberg), nell'America nord-orientale (dagli Appalachi canadesi alla Groenlandia) e nella Siberia meridionale (fra il Jenissei e il Mare di Ochotsk).

c) Orogenesi ercinica (o varisco-ercinica), paleozoica recente. Delle sue numerose fasi un gruppo spetta al carbonifero ed uno al permiano, con una profase nel tardo devonico ed una postuma agli albori del trias. I suoi corrugamenti furono non meno intensi di quelli dell'orogenesi alpina e diedero origine a grandi catene montuose, non ancora del tutto smantellate. Si riscontrano sul contorno di tutte le antiche moli continentali; i principali allineamenti corrono attraverso tutta l'Europa media e la Asia centrale, formano gli Urali, l'orlo orientale dell'Australia, gli Appalachi, le Precordigliere Argentine, la Sierra di Buenos Aires, l'orlo esterno della Colonia del Capo, le Mesete iberica, marocchina e algerina. All'orogenesi ercinica risale la saldatura in blocco unico di tutte le masse antiche dell'Eurasia.

d) Orogenesi alpina, terziaria. Si svolge nel cretaceo e nel terziario, con fasi accentuate fra trias e giura e fasi postume nel quaternario; fasi principali nell'oligocene e nel neogene. Da essa traggono origine tutte le grandi catene montuose attuali, ordinate nell'immenso anello circumpacifico e nella cintura cosiddetta mediterranea, che all'anello medesimo si salda nell'America centrale e nell'arcipelago della Sonda; e diede pure luogo nelle adiacenti zolle rigide continentali a grandi dislocazioni e fratture, di cui la serie più cospicua separa dal continente l'Africa Orientale e l'Arabia.

6. *Teorie geotettoniche.* Le orogenesi sono i più appariscenti tra i fenomeni di deformazione a cui va soggetta la crosta terrestre e possono dirsi vere « convulsioni » o « rivoluzioni » del nostro pianeta. Ma non sono i soli, né possono venir considerati separatamente dagli altri fenomeni, in particolare l'epirogenesi e l'attività eruttiva, che hanno coi primi stretti rapporti e probabilmente connessione genetica. Più che di teorie orogenetiche, si deve quindi parlare di teorie geotettoniche, per cercar di spiegare la causa delle grandi deformazioni

crostali; e nessuna teoria può essere accolta se non da spiegazioni dell'intero quadro dei fenomeni, se almeno non permette di innestare alla spiegazione dei diastrofismi che generano le catene montuose, quella degli altri fenomeni sopra accennati. Condizione necessaria è, insomma, che la teoria sia in accordo con tutti i fatti geologici accertati e consenta di interpretarne anche la successione cronologica e la distribuzione spaziale.

Prima di passare in rassegna le teorie che sono oggi più accreditate, dobbiamo premettere che le leggi dell'orogenesi, quali sopra accennate, sono tracciate secondo lo schema dell'eminente geologo germanico Hans Stille in base a conoscenze vastissime; ma non sono oggi esenti da qualche riserva. Le già molte fasi orogeniche da lui distinte si sono accresciute fino a una cinquantina nel corso delle nuove ricerche, complicandosi con altre almeno in parte locali o regionali; e si è giunti (Gilluly) a negare l'esistenza dei veri e propri periodi e cicli orogenici e di parossismi a carattere generale e a negare la differenza profonda fra orogenesi ed epirogenesi. La controversia è ancora aperta; ma si può oggi chiudere consentendo che certe epoche della storia della terra sono state contraddistinte da convulsioni tettoniche e manifestazioni di forze di compressione nella crosta molto più intense che nei periodi interposti; e che anche in epoche di relativa quiete (come i periodi cambrico, devonico e triassico) si sono avuti movimenti di sia pur minore entità; mentre una netta differenza persiste fra orogenesi ed epirogenesi, per il carattere episodico della prima in confronto con la continuità a lungo persistente della seconda.

Le teorie geotettoniche sono così numerose (un centinaio all'incirca), che ci dobbiamo limitare ad esporre i principii su cui si basano e intorno a cui si aggruppano le principali fra esse.

7. *Attrito di marea* (Taylor, v. Boehm, Quiring, Schaffer). L'attrito della marea deve esplicare un'azione frenatrice sulla rotazione terrestre; perciò deve tendere a rallentarla, facendo per conseguenza diminuire la forza centrifuga e con essa lo schiacciamento del geoide. Data anche la rigidità delle masse interne adattantisi con molto ri-

tardo alle mutate condizioni di equilibrio, il progressivo cambiamento di forma deve determinare spostamenti tangenziali di parti della crosta in direzione dei poli, con pressioni tangenziali più intense nelle medie latitudini (fra 35° e 55°), che sono quelle di più forte corrugamento almeno nell'emisfero settentrionale e con raggrinzamenti anche nel senso meridiano perché le parti sospinte verso più alte latitudini devono adattarsi in una superficie minore. La maggiore rigidità della litosfera rispetto alla idrosfera è causa, a sua volta, di lente trasgressioni seguite da rapide trasgressioni nelle latitudini elevate, e viceversa nelle latitudini basse.

Ma si deve obiettare: a) l'attrito delle maree agisce in modo continuo, mentre la orogenesi è discontinua; b) la sua presunta azione non spiega affatto le grandi linee del rilievo terrestre, massime nel continente americano e nell'emisfero australe; c) un rallentamento della rotazione terrestre nei tempi storici è estremamente incerto; d) una delle orogenesi più intense fu l'ultima, avvenuta quando la forma del geoide e la azione della marea non potevano esser molto diverse dalle attuali; e) i fatti geologici portano ad ammettere piuttosto un accentuarsi delle differenziazioni climatiche nei tempi recenti, in contrasto con quanto ci si dovrebbe attendere da una forte diminuzione dello schiacciamento del geoide.

8. *Spostamenti dei poli.* Un notevole spostamento dei poli terrestri di rotazione induce uno spostamento corrispondente dello schiacciamento polare e del rigonfiamento equatoriale, con distensioni e spaccature delle zone crostali, portate ad occupare uno spazio maggiore e corrugamenti o accavallamenti delle zone costipate in uno spazio minore del primitivo. Variano inoltre per ciascun punto le componenti della forza centrifuga, l'accelerazione della gravità e la velocità di rotazione, ingenerando movimenti di traslazione nel senso dei paralleli.

Prescindiamo dalle ipotesi troppo fantastiche, che suppongono grandi oscillazioni dell'asse terrestre per cause cosmiche, quali l'urto e l'attrazione di corpi celesti, o (nella cosiddetta «teoria pendolare» di Reibisch e Simroth) l'azione del campo magnetico solare tendente a mantenere parallelo

al proprio l'asse del magnete terrestre, partendo da supposizioni geofisiche dimostrate erronee. Oscillazioni dell'asse terrestre sono possibili per effetto di grandi spostamenti di masse alla superficie del globo; ma i soli spostamenti ammissibili, senza dovere ricorrere a ipotesi sussidiarie di vasta portata, sono troppo esigui per essere causa di oscillazioni tanto ampie quali sarebbero necessarie per spiegare l'orogenesi e, al tempo stesso, gli spostamenti delle zone climatiche nella misura testimoniata dai fatti geologici. Inoltre, la distribuzione delle catene nelle varie orogenesi non corrisponde a un ordinamento in armonia col supposto spostarsi del rigonfiamento equatoriale e dello schiacciamento polare; e se si suppongono oscillazioni ritmiche dell'asse terrestre, neppure questo è in armonia con fatti geologici. Obiezioni che valgono anche contro l'ipotesi di M. Bertrand e Kreichgauer, che poli ed equatore si spostino in conseguenza di uno scivolare di tutta quanta la crosta terrestre sulle geosfere interne.

9. *Scivolamento di masse sedimentarie.* L'azione della gravità può essere sufficiente per far corrugare un complesso di strati sedimentari, che scivolino sopra un substrato a piano inclinato. Tale il principio a cui s'informa la teoria dello scivolamento gravitativo di Bombicci e Reyer; la quale però, benché presentata come una teoria orogenetica, non può essere considerata se non come la spiegazione di una modalità dell'orogenesi. Lo scivolamento gravitativo è, infatti, subordinato ad una causa che origina i dislivelli, ossia intumescenze e depressioni; il Bombicci ricorreva per questo alla teoria della contrazione, il Reyer a quella dell'espansione; più recentemente Haarmann agli spostamenti dei poli e van Bemmelen a differenziazione e correnti magnetiche. Ma anche come modalità dell'orogenesi lo scivolamento non può avere che un ruolo parziale: sia perché l'altezza delle masse scivolanti e corrugate deve restare nettamente inferiore a quella delle intumescenze dai cui fianchi discendono, sia perché nelle grandi catene anche il substrato dei complessi sedimentari prende parte ai corrugamenti, sia perché lo scivolamento non spiega le intrusioni ed estrusioni del magma sottostante ai geosinclinali.

10. *Isostasia.* La geofisica insegna che

le zolle continentali, essenzialmente sialiche, in certo modo galleggiano sulla geosfera (silico-magnesiaca), simatica, che le sostiene, secondo un equilibrio analogo all'idrostatico dal quale differisce soltanto per la estrema viscosità del substrato. Tale è il principio isostatico o isostasia; in forza del quale le zolle continentali, alleggerite dall'erosione, debbono sollevarsi, mentre per il crescente peso dei sedimenti i contigui geosinclinali si continuano a deprimere. Tali movimenti non possono a meno di portare a spostamenti di masse sotto la crosta, dall'area geosinclinale verso il continente; da ciò una pressione tangenziale verso terra, che può giungere a sospingere non soltanto il materiale del substrato ma anche i sedimenti soprastanti contro e sotto la massa continentale che si solleva. Secondo la teoria isostatica dell'orogenesi, elaborata prima dal Dutton, più tardi ripresa da altri fra cui B. Willis e W. Bowie, è tale spinta a generare i grandi corrugamenti; il De Marchi ha tentato di dimostrare matematicamente che la teoria è sostenibile anche ammettendo un substrato elastico invece che plastico.

Ma le obiezioni sono molte: la teoria richiede forti dislivelli iniziali e, quindi, una causa deformatrice primaria; è insufficiente a dar ragione delle catene maggiori e di quelle con struttura a coltri di ricoprimento, come pure delle catene non adiacenti a una massa continentale; non spiega, ma anzi contrasta, la relativa contemporaneità delle maggiori fasi orogeniche nelle varie parti del globo; non spiega né la posizione delle zone corrugate nelle orogenesi successive, né molti dei fenomeni epirogenici.

Il Bowie ha bensì tentato di rinvigorire la teoria ammettendo che l'equilibrio termico si ristabilisca più lentamente dell'equilibrio isostatico e che, pertanto, giunte a uguale livello altimetrico le aree di erosione e di sedimentazione, il successivo abbassarsi delle geoisoterme faccia contrarre e, quindi, abbassare le prime, mentre l'opposto avverrebbe nelle seconde, invertendosi così i movimenti e iniziandosi così un ciclo con posizioni invertite. Ma con ciò non si scansano le obiezioni principali, mentre altre se ne aggiungono per il ricorso ad un'ipotesi non dimostrabile e ad un meccanismo che non trova riscontro nell'osservazione geologica.

11. *Espansione (dilatazione termica, spinte magmatiche)*. Il locale deprimersi dei geosinclinali, così da permettere l'accumularsi dei sedimenti per molte migliaia di metri di spessore, abbassa localmente le geoisoterme, materiali freddi immergendosi in zone dove regna una temperatura più alta; ma l'equilibrio turbato deve lentamente ristabilirsi, con un aumento termico che nei sedimenti più profondi può arrivare a centinaia di gradi. Di qui una dilatazione, che deve forzatamente compiersi verso l'alto e concentrarsi nella zona più debole del geosinclinale colmato, corrugandola e sollevandola; mentre correlativamente nelle aree di erosione deve prodursi innalzamento delle geoisoterme e quindi subsidenza per diminuito volume (teoria della dilatazione per riscaldamento di Mellard Reade).

Si deve certo ammettere che le masse sedimentarie, spinte in zone più o meno profonde, finiscano per assumere la temperatura in queste dominante; ma alla dilatazione che ne conseguè si oppone la diminuzione di volume per il costiparsi dei sedimenti sotto l'enorme pressione e per conseguenza del metamorfismo; d'altra parte, le spinte dovute alla dilatazione premono anche sul fondo, non certo rigido, dei geosinclinali. Ma poi, ciò che più conta, le rughe regolari e limitate alla serie sedimentaria, che la dilatazione termica potrebbe eventualmente produrre, non trovano riscontro nella struttura complicatissima delle catene montuose, in cui dominano gli effetti di pressioni laterali dissimetriche e intense e in cui hanno sempre larga parte i processi magmatici. E la dilatazione termica non è in grado di spiegare né la saltuarietà delle fasi orogeniche, né la loro contemporaneità relativa nelle varie parti del mondo, né la connessione fra corrugamento delle zone mobili e dislocazioni e fratture nelle adiacenti zone continentali rigide.

Se, invece, si ammette che, progressivamente raffreddandosi il globo, si abbia consolidamento di magmi a profondità tali che per la pressione ivi dominante la cristallizzazione si compia con aumento di volume, devono anche supporre a grandi profondità spostamenti colossali di masse. I corrugamenti superficiali non sarebbero che una pallida conseguenza di questi. Tale il ragionamento che il Sieberg pone a base della sua teoria della cristallizza-

zione; teoria che per altro non ha avuto seguito e che non spiega né il localizzarsi dell'orogenesi nello spazio e nel tempo, né il formarsi ed evolversi dei geosinclinali, né la struttura delle catene. Lo stesso vale nella supposizione, formulata da L. Perrin, che i forti aumenti di volume siano dovuti al metamorfismo di sedimenti in scisti cristallini. Antica è l'idea di pensare alla forza ascensionale dei magmi: da qui la teoria dei sollevamenti magmatici (A. L. Moro, Hutton, L. v. Buch), rielaborata in tempi recenti da Shaler, W. Penck e altri, che si basano sulla forza divaricatrice delle grandi intrusioni; capaci, secondo essi, di causare pressioni laterali, oltre a implicare forti spostamenti di masse magmatiche che potrebbero dare ragione delle depressioni adiacenti a grandi catene (come le fosse del Pacifico adiacenti alle Ande). Ma anche qui da un fenomeno accertato, quale è la forza saliente dei magmi, si sono tratte il-lazioni arbitrarie. Nessuna intrusione, per quanto grandiosa, potrebbe provocare il corrugamento di una catena formata da grandi ultrapieghie coricate; la teoria non corrisponde all'età né al modo di formazione, né all'ordinamento delle catene, non spiega af-

fatto la divisione della crosta in parti rigide e parti deformabili, né le leggi fondamentali dell'orogenesi.

Vent'anni fa J. Keindl formulò una teoria dell'espansione, che si basa ancora sulla forza divaricatrice dei magmi ascendenti come origine delle pressioni laterali, ma ne ascrive la causa ad un progressivo aumento di volume del globo per *disintegrazione della materia costituente il nucleo terrestre*, supposta ultradensa e in qualche modo analoga a quella delle stelle bianche nane. Il progressivo aumento di volume avrebbe condotto alla salita e all'affioramento del sima su aree sempre più vaste, distaccando e allontanando l'una dall'altra le zolle sialiche continentali, dapprima unite così da formare un involucro unico bastevole a coprire l'intera superficie del globo. Tutte le obiezioni fatte più sopra valgono anche nei confronti di questa strana ipotesi, alla quale fanno altresì contrasto l'accertata presenza di una (sia pure ridotta) copertura sialica sul pavimento degli oceani Atlantico e Indiano, la posizione dei corrugamenti, e cospicue difficoltà di natura geofisica,

(continua)