Pangea

All'inizio del Mesozoico, circa 200÷250 milioni di anni fa, il Mar Mediterraneo e l'Oceano Atlantico non esistevano ancora. Le maggiori masse continentali del globo (Nordamerica, Groenlandia, Sudamerica, Africa, Europa, Asia, Australia, Antartide) erano incastrate l'una nell'altra e costituivano un unico grande blocco che Wegener chiamò **Pangea** (dal greco *pàn* = tutto e *géa* = terra) (figura 1).

Questo supercontinente non era tutto emerso, ma vaste zone, soprattutto ai suoi margini, erano coperte da mari di modesta profondità, i cosiddetti mari epicontinentali. Se tutte le masse continentali erano assemblate in un unico blocco, doveva esistere anche un unico grande oceano, la **Pantalassa** (dal greco *pàn* = tutto e *thàlassa* = mare) profondo almeno 3 000÷4 000 metri e pavimentato da crosta oceanica.

Pangea tuttavia non era una massa compatta: verso est, tra Europa e Asia russa a nord e Africa, Arabia, India e Australia a sud, si apriva un grande golfo «oceanico» di forma grossomodo triangolare, la Tetide. Questo vasto oceano interno separava così Pangea in due grandi masse continentali ben distinte, una settentrionale detta **Laurasia** e una meridionale detta **Gondwana**.

Le acque della Tetide coprivano, in parte, anche i margini dei continenti adiacenti e si spingevano fin dentro l'attuale regione mediterranea. Infatti, la nostra «futura» Italia, assieme ad altri Paesi del Mediterraneo, si trovava proprio nell'estremo angolo occidentale di questo grande golfo, totalmente sommersa da un mare epicontinentale, cioè un mare marginale profondo al massimo 200÷300 m, come sono oggi l'Adriatico, il Mare del Nord o il Golfo Persico. Ai margini di questo basso mare vi era una vastissima fascia di piane costiere, periodicamente invase dalle maree e dalle «acque alte».

La configurazione geografica degli inizi del Mesozoico era, tutto sommato, relativamente nuova. Infatti, essa era il risultato dell'assemblamento dei continenti verificatosi circa 50 milioni di anni prima, come testimoniato da varie catene montuose sparse nel globo (Urali, Appalachi, Massiccio Centrale francese, Alpi Carniche.

La storia della Terra è stata caratterizzata da periodi di assemblamento continentale e periodi di «diaspora», cioè di allontanamento e dispersione di frammenti continentali più o meno grandi. Queste fasi hanno avuto durata di 100÷200 milioni di anni. Oggigiorno siamo in una fase in cui in certe parti della Terra vi è avvicinamento e collisione (ad esempio nel Mar Mediterraneo), in altre allontanamento (ad esempio nell'Oceano Atlantico).

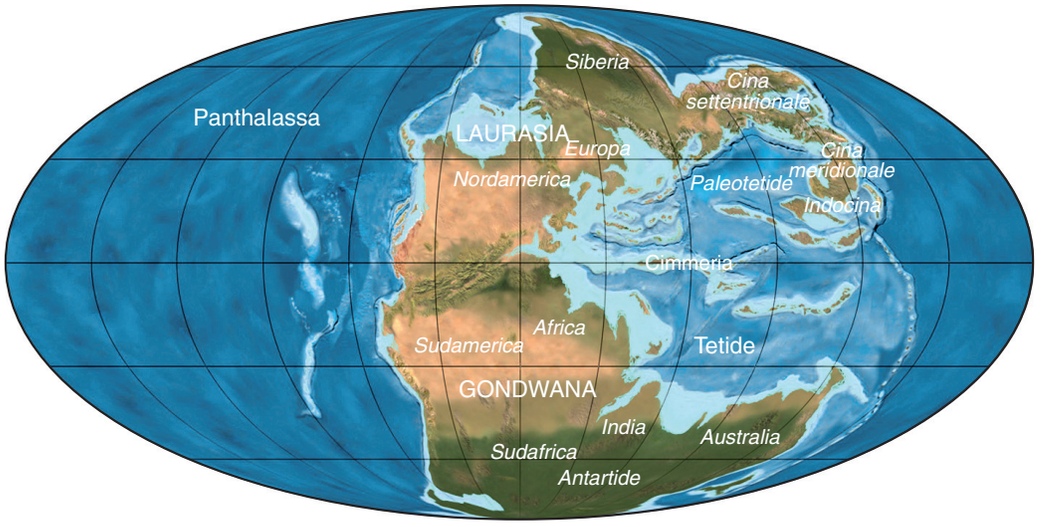

FIGURA 1 *Pangea, il supercontinente esistente agli inizi dell'era mesozoica, 200÷250 milioni di anni fa*. Esso era suddiviso in due tronconi maggiori, Laurasia a nord e Gondwana a sud, da un grande «golfo» oceanico, la Tetide. Questa grande massa continentale era il risultato di un assemblamento avvenuto 300 milioni di anni fa, alla fine del Carbonifero, come testimoniato da numerose catene montuose paleozoiche, frutto della collisione dei vari blocchi continentali. Pangea comincerà di nuovo a suddividersi verso la fine del periodo Triassico e, a tutt'oggi, queste separazioni e distacchi non sono ancora terminati, come dimostra l'attuale evoluzione geologica dell'area del Mar Rosso e dell'Africa orientale.

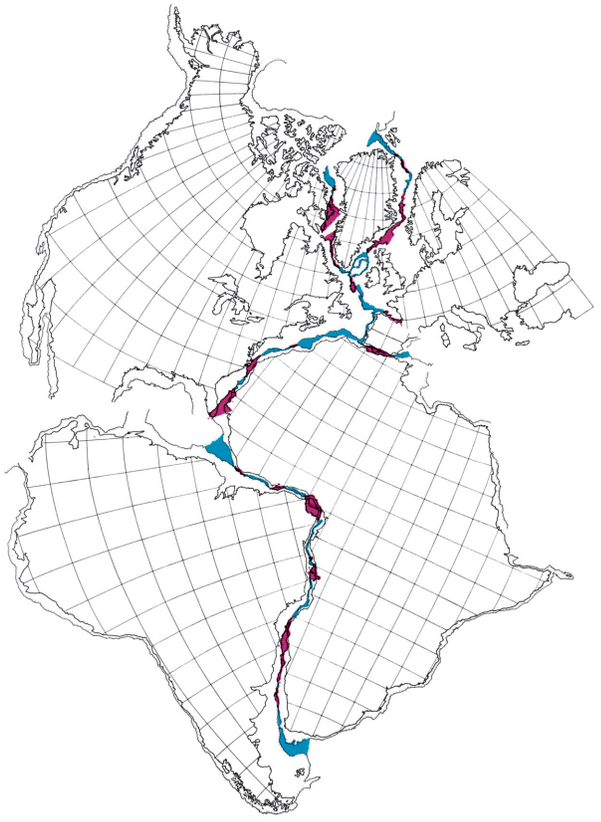

FIGURA 2 L'incastro dei continenti situati oggigiorno ai lati dell'Oceano Atlantico. Tale incastro non tiene in considerazione le attuali linee di costa (che possono variare con il fluttuare del livello marino), ma fa combaciare le masse continentali lungo una linea (isobata) a 1 000 m di profondità. In rosso sono indicate le zone di sovrapposizione, in blu quelle che non si toccano. È comunque evidente la straordinaria e convincente ricongiunzione dei continenti circumatlantici. (Da Bullard *et al.*, 1965).

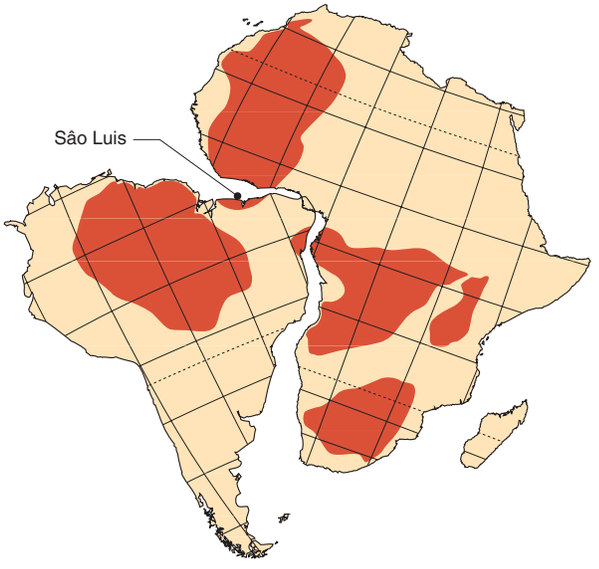

FIGURA 3 Le aree colorate in rosso rappresentano antichissimi blocchi continentali (cratoni), le cui rocce hanno almeno due miliardi di anni di età. Il fatto che parti delle stesse strutture crostali si trovino da una parte e dall'altra dell'Atlantico è una prova che un tempo Africa e Sudamerica erano unite.

Le prove a sostegno di Pangea

La ricostruzione di Pangea iniziò a essere eseguita con grande precisione e dettaglio negli anni Sessanta del secolo scorso con l'uso di sofisticati programmi al calcolatore (figura 2).

Prima di allora l'incastro dei continenti veniva eseguito sulla base dell'andamento delle linee di costa secondo un procedimento che creava diversi problemi; in alcune regioni vi erano sovrapposizioni di crosta continentale mentre in altre si registravano delle lacune. Questi problemi si risolsero quando ci si rese conto che i continenti, in effetti, terminano non sulla linea di costa, ma alla base della scarpata continentale, a una profondità di 2 000 m circa. Oggigiorno, infatti, nei modelli al calcolatore, l'incastro viene eseguito usando le isobate dei 1 000÷2 000 m.

A parte la prova geomorfologica che riguardava essenzialmente la congruità dei margini dei continenti, che in alcuni casi combaciavano quasi esattamente, i sostenitori di Pangea si basavano sostanzialmente su tre tipi di dati o argomenti: geologici, paleontologici e paleoclimatici, che prenderemo in esame di seguito.

Argomenti geologici. Wegener studiò con cura le somiglianze geologiche e strutturali dei blocchi continentali. Grandi lineamenti strutturali della crosta terrestre e province geologiche combaciano quasi esattamente quando si riavvicinano tali blocchi, riportandoli nelle posizioni ritenute originarie (figura 3). La regione geologica nei pressi di São Luis, in Brasile, ad esempio, è un blocco del cratone (cioè della parte stabile di un continente) dell'Africa occidentale, rimasto dalla parte del Sudamerica quando i due continenti si sono staccati. Il collegamento è documentato anche dalla presenza di catene montuose che combaciano perfettamente una volta che i continenti siano riportati a coincidere.

Per quanto riguarda le terre circostanti il Nord Atlantico, è stupefacente vedere come le vecchie catene montuose della Norvegia, della Groenlandia, della Scozia, delle province atlantiche canadesi e degli Stati Uniti assumano uno sviluppo continuo e unitario, una volta che i continenti circumatlantici vengano riuniti (figura 4).

Argomenti paleontologici. Gli argomenti paleontologici ci dicono che America meridionale, Africa, Madagascar, India e Australia ospitavano gli stessi animali e le stesse piante nei tempi precedenti la loro separazione, avvenuta nel Cretaceo. Se questi continenti fossero stati sempre separati, bisognerebbe ammettere l'esistenza di lingue di

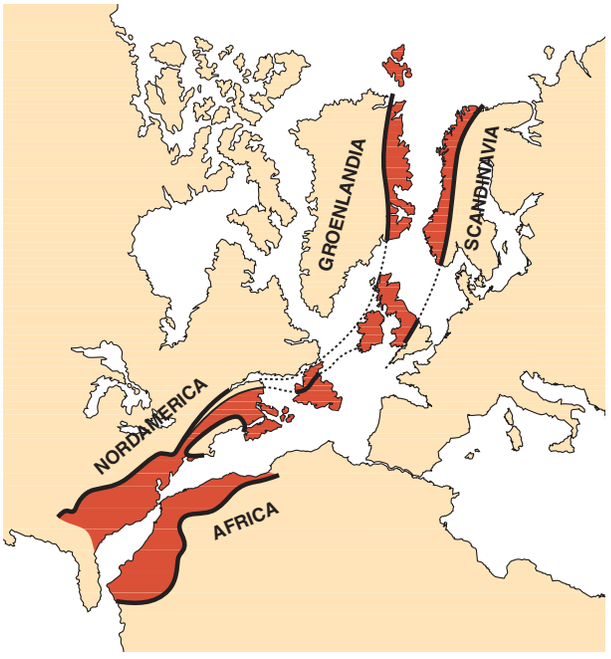

FIGURA 4 La grande catena montuosa del Paleozoico (in rosso), smembrata dall'apertura dell'Atlantico settentrionale.

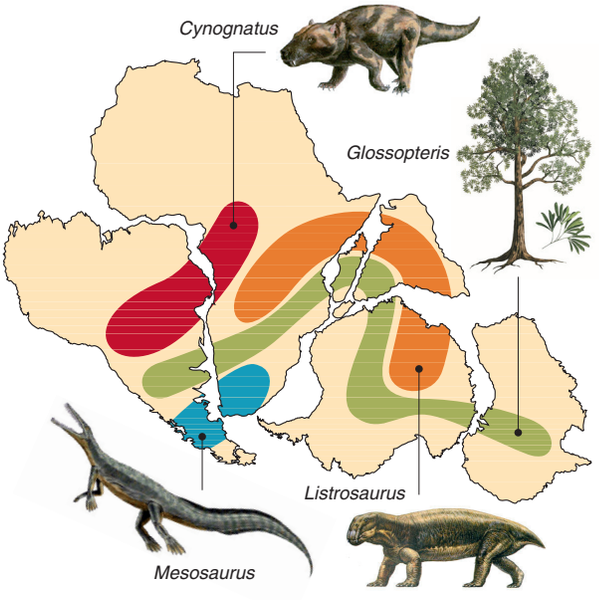

FIGURA 5 Alcuni rettili e una pianta vissuti nel paleozoico e presenti nel continente di Gondwana prima del suo smembramento avvenuto a partire dal Cretaceo.

terra, i cosiddetti «ponti continentali», per poterli collegare. Ma la scomparsa di questi fantomatici «ponti» non è sostenibile da un punto di vista geofisico: la crosta continentale, leggera, non può sprofondare dentro la crosta oceanica, più densa e pesante. Ecco quindi che, per spiegare le varie similarità faunistiche e floristiche dei terreni paleozoici nei continenti australi, è necessario ammettere l'originaria contiguità di tali continenti (figura 5).

Argomenti paleoclimatici. Evidenze e dati significativi sulle condizioni climatiche del passato sono forniti dalle rocce sedimentarie. I depositi di carbone, che in generale indicano condizioni umide, se sono molto sviluppati e spessi, possono significare anche vegetazione lussureggiante di tipo tropicale. Le *tilliti*, depositi di detriti di roccia trasportati dai ghiacciai, sono invece indizio sicuro di glaciazioni. Climi aridi sono testimoniati dalla presenza di gesso, di salgemma o di arenarie rosse di ambiente desertico. Climi caldi tropicali sono evidenziati da rocce carbonatiche (calcari, dolomie), quali ad esempio le scogliere coralline. Altri indizi paleoclimatici sono forniti dai vari tipi di fossili, sia vegetali sia animali.

Usando criteri di questo genere ci si può facilmente rendere conto delle forti variazioni climatiche che hanno subìto le varie regioni del globo durante le ere geologiche. Per esempio, il Carbonifero (300 milioni di anni fa circa) è il periodo geologico nel quale si formarono i maggiori depositi di carbone della Terra. Dal Carbonifero a oggi il clima dell'Europa, da tropicale che era, è divenuto temperato, mentre quello delle Isole Spitzbergen (Mare Artico) da subtropicale è ora diventato polare.

Grande importanza per la teoria della deriva continentale assume la distribuzione delle tilliti del Carbonifero e del periodo immediatamente successivo, il Permiano, che si trovano in Sudamerica, Sudafrica, India e Australia. Questi depositi dimostrano chiaramente che quelle terre furono sottoposte a un periodo di clima polare, una vera e propria glaciazione (figura 6).

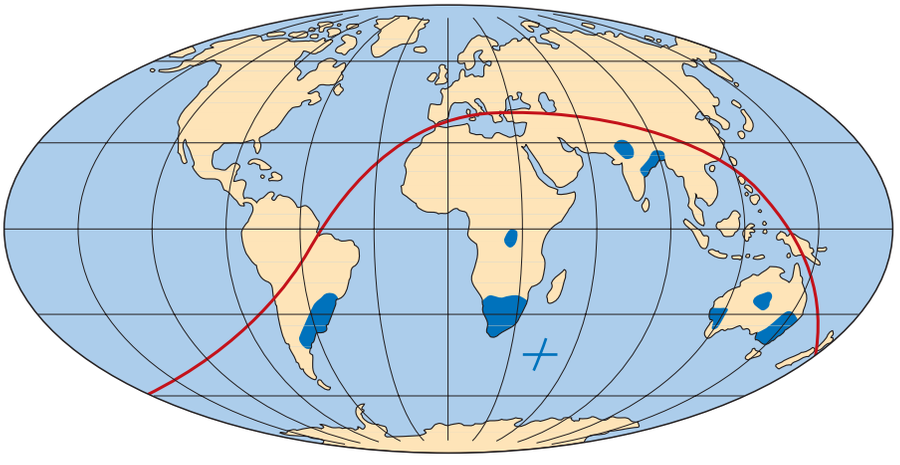

FIGURA 6 Le aree in blu indicano gli affioramenti di antichi depositi di rocce sedimentarie di ambiente glaciale. I depositi rappresentati risalgono al Carbonifero e al Permiano. Nella figura sono indicati l'equatore (linea rossa) e il polo sud (crocetta blu) nelle posizioni più favorevoli per giustificare l'espansione glaciale, se i continenti si fossero trovati sempre nella stessa posizione di oggi. Anche se assumessimo questa diversa posizione del polo, buona parte dell'emisfero meridionale sarebbe stata ricoperto dai ghiacci. È molto più probabile che fossero i continenti a essere spostati vicini al polo.

Per potere rendere conto della distribuzione geografica delle tilliti nell'ipotesi di continenti fissi nella loro attuale posizione, occorre supporre che i poli abbiano avuto nel passato una posizione diversa da quella attuale. Se si sposta il polo sud nella posizione più favorevole possibile, cioè al centro della zona coperta dalle tilliti, esso dovrebbe cadere circa a 50° S e 45° E (figura 6). Anche se questo spostamento artificioso del polo fosse plausibile, per spiegare la distribuzione delle tilliti dovremmo comunque supporre che i ghiacci si fossero estesi fino al parallelo 10° S in India, in Brasile e in Australia orientale. In altri termini ciò significherebbe che, durante il periodo da 350 a 250 milioni di anni fa, l'emisfero australe sarebbe stato soggetto a un clima polare fin quasi all'equatore.

I contemporanei depositi carboniferi dimostrano che l'emisfero boreale godeva nello stesso periodo di un clima tropicale o subtropicale. Se si insistesse con il volere considerare fisse le posizioni dei continenti, si giungerebbe a una situazione assurda e insostenibile: una glaciazione quasi totale dell'emisfero sud, mentre l'emisfero nord godeva contemporaneamente di un clima tropicale o subtropicale anche alle alte latitudini.

La spiegazione sarebbe più facile e soddisfacente se potessimo raggruppare i continenti australi più a sud rispetto alla loro posizione attuale, a formare un'unica grande massa continentale, la cosiddetta Gondwana. In questo caso le aree glaciali, documentate dalla presenza di tilliti, formerebbero una calotta quasi circolare nella regione polare di Gondwana (figura 7). Fu forse a causa di questa testimonianza così rilevante che la teoria trovò sostenitori entusiasti soprattutto negli studiosi dell'emisfero meridionale.

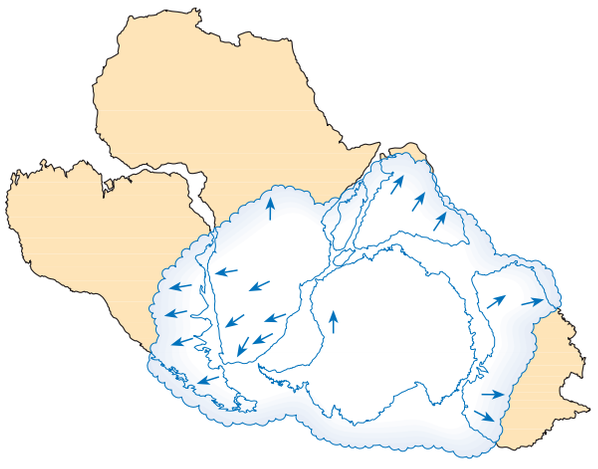

FIGURA 7 Riunendo i continenti australi in un unico grande continente, il Gondwana, le distribuzioni degli antichi sedimenti glaciali e della calotta glaciale antartica assumono dimensione e collocazione molto realistiche. Le frecce indicano i movimenti dei ghiacciai, dedotti dalle striature lasciate nelle rocce.