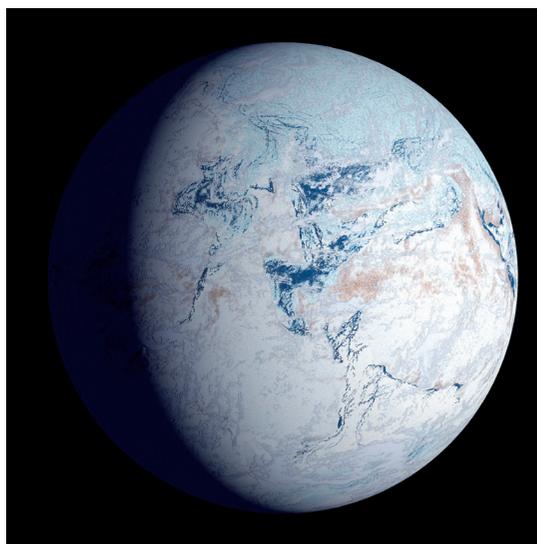
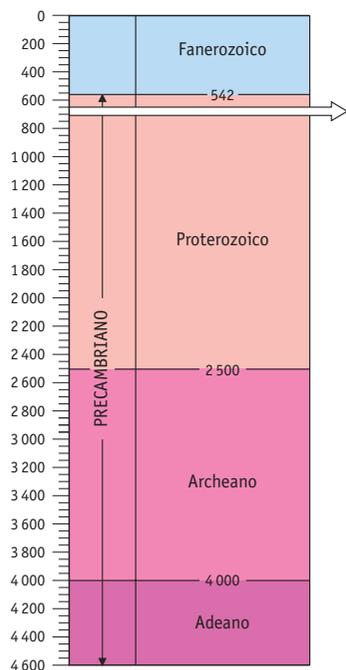
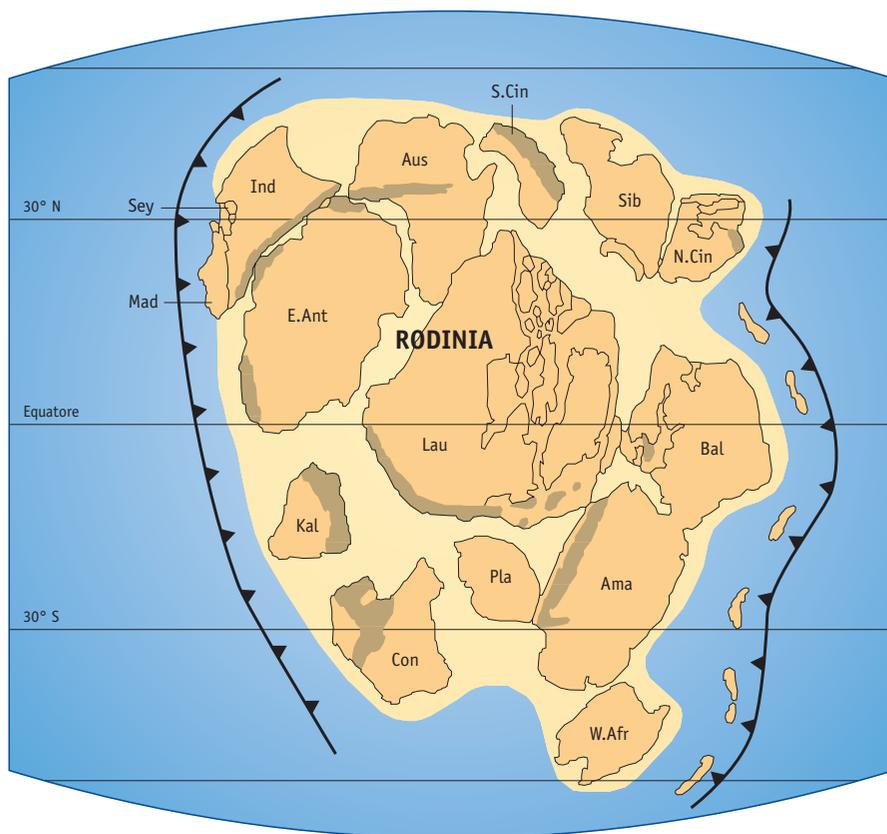


# La «Terra palla di neve»



**FIGURA 1** Nel tardo Proterozoico, 650÷710 milioni di anni fa, la Terra era molto probabilmente interamente coperta dai ghiacci (illustrazione di: Chris Butler).



**FIGURA 2** Ricostruzione del supercontinente Rodinia circa 750 milioni di anni fa (da Torsvik, 2003). Sey = Seycelles, Mad = Madagascar, Ind = India, Aus = Australia, S.Cin = Cina meridionale, Sib = Siberia, N.Cin = Cina settentrionale, E.Ant = Antartide orientale, Lau = Laurentia, Bal = Baltica, Kal = Kalahari, Con = Congo, Pla = Rio del Plata, Ama = Amazzonia, W.Afr = Africa occidentale.

L'ipotesi che durante il tardo Proterozoico (Neoproterozoico) (650÷710 milioni di anni fa) (figura 1) la Terra sia stata completamente coperta da ghiacci è stata definita con il suggestivo termine «Terra palla di neve» (*Snowball Earth* in inglese).

Sir Douglas Mawson, un geologo australiano e esploratore dell'Antartide, sviluppò l'ipotesi di una Terra interamente ghiacciata per spiegare la presenza quasi ubiquitaria di depositi glaciali (tilliti, cioè antiche morene) in vari continenti, i quali nel Proterozoico si trovavano a latitudini tropicali addensati a formare il supercontinente **Rodinia**. E nel 1964 W. Brian Harland pubblicò un lavoro in cui, su basi paleomagnetiche, dimostrava che le tilliti delle Isole Svalbard e della Groenlandia si erano depositate a latitudini tropicali.

Rodinia (figura 2), il più antico supercontinente conosciuto, cominciò a formarsi 1,3 miliardi di anni fa per collisione di 3÷4 grandi continenti preesistenti, un evento noto come **Orogenesi di Grenville**. Rodinia era circondato da un superoceano che i geologi chiamano **Mirovia**. Rodinia esistette come singolo supercontinente circa 1,1 miliardi di anni fa e si suddivise poi nel Neoproterozoico, all'incirca 750 milioni di anni fa; la frammentazione di Rodinia portò alla formazione dell'**Oceano Giapeto** e alla nascita di **Panthalassa**.

Secondo la teoria della Terra palla di neve, la Terra era coperta di ghiacci da polo a polo e la temperatura media globale era di circa 50°C sottozero, essendo gran parte della luce solare riflessa nello spazio dalla superficie ghiacciata. La temperatura media all'equatore sarebbe stata di circa 20°C sottozero, grossomodo come oggi in Antartide (figura 3).

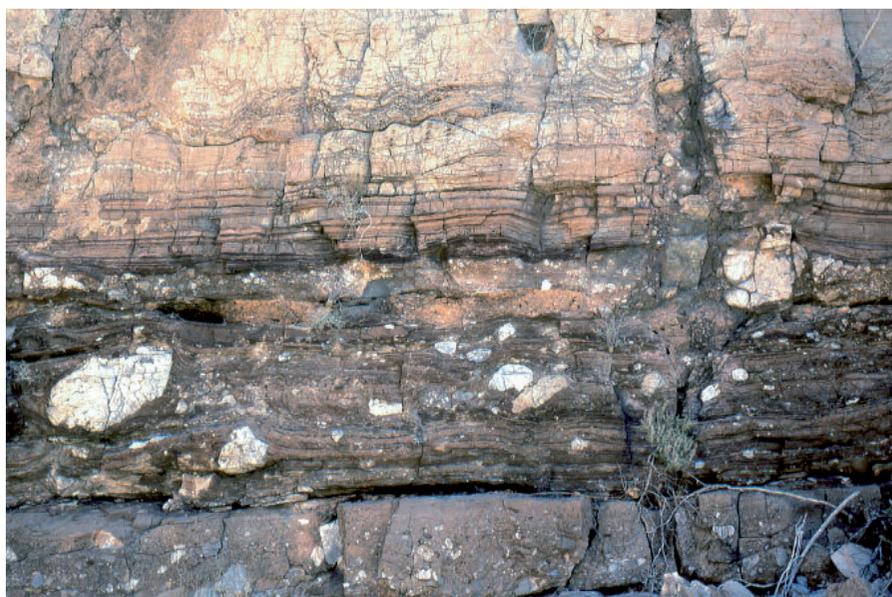
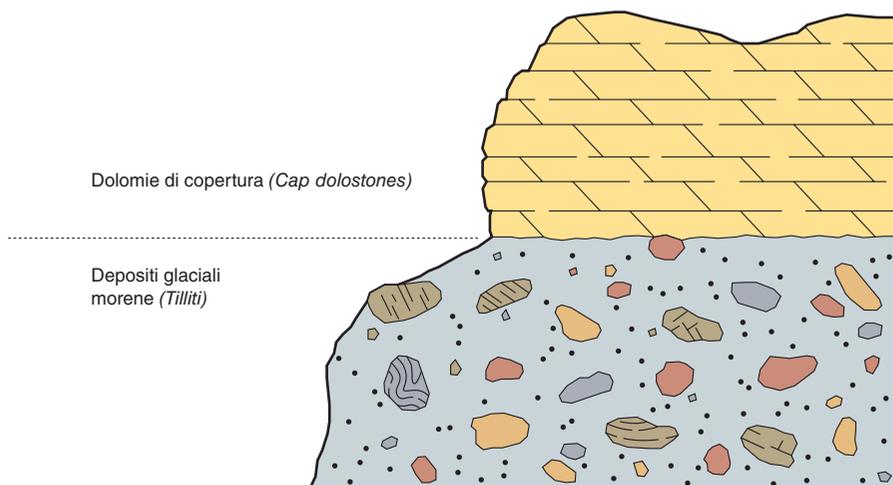
L'inizio della glaciazione globale sarebbe stato innescato dalla posizione tropicale di Rodinia, la quale, essendo un continente, rifletteva la luce solare in modo assai più accentuato degli oceani, assorbendo quindi molto meno calore (infatti oggigiorno larga parte dell'energia solare è assorbita dagli oceani tropicali. Una volta che si instaurò questo clima freddo, il processo continuò ad auto alimentarsi e la temperatura scese sempre di più.

Inoltre, i continenti situati ai tropici erano soggetti ad un'intensa degradazione chimica, un processo che necessita di grandi quantità di CO<sub>2</sub>, un importante gas serra che veniva sottratto all'atmosfera. In definitiva, questa diminuzione del gas serra per eccellenza (che come sappiamo contribuisce anche oggi ad aumentare la temperatura sulla Terra) portò ad un ulteriore raffreddamento.

C'è un'altra importante evidenza: in tutto il mondo, dall'Australia alla Namibia, alla Cali-



**FIGURA 3** La superficie ghiacciata che caratterizza il paesaggio dell'Antartide.



fornia (Valle della Morte), i depositi glaciali del Neoproterozoico sono coperti da peculiari rocce dolomitiche, le cosiddette «*cap dolostones*» (dolomie di copertura). Il passaggio dai depositi glaciali (tilliti) alle dolomie non è graduale, ma brusco, netto, repentino (figura 4). Queste dolomie, anche in base alle loro caratteristiche geochimiche e tenendo presente le aree geografiche in cui si formano oggi (Bahamas, Golfo Persico, ecc.), implicano temperature ambiente piuttosto elevate. Ne consegue che la deglaciazione, cioè il passaggio da temperature estremamente basse a condizioni climatiche simili a quelle esistenti oggi ai tropici, si attuò in tempi brevissimi; probabilmente, come sostengono alcuni autorevoli ricercatori, fu una questione di mille anni o poco più. Evidentemente, a causa di intense e diffuse eruzioni vulcaniche, si passò velocemente ad un'atmosfera ricca di gas serra (CO<sub>2</sub>, metano).

E per quanto riguarda la «vita», cosa accadde? Qui i ricercatori sembrano d'accordo nel ritenere le dorsali medio-oceaniche come gli estremi rifugi dove batteri e altri organismi unicellulari poterono sopravvivere, vicino alle sorgenti calde che anche oggi conosciamo bene. Una volta iniziata la deglaciazione si ebbe un'autentica esplosione della vita testimoniata dalla fauna di Ediacara, i primi organismi pluricellulari comparsi sulla Terra.

Si ritiene che nel Proterozoico si siano verificati almeno tre distinti episodi di *Snowball Earth*; il primo circa 2220 milioni di anni fa, il secondo 710 milioni di anni fa e l'ultimo (quello descritto in questo documento) circa 650 milioni di anni fa.

Come già detto all'inizio, la *Snowball Earth*, seppure avvalorata da molti dati, è solo un'ipotesi. Che nel Proterozoico vi siano state estesissime glaciazioni è un fatto incontrovertibile. Quello che certi gruppi di ricercatori non accettano è la glaciazione totale del pianeta, da polo a polo.

**FIGURA 4** Lo schema in alto raffigura il brusco passaggio dai depositi glaciali del Neoproterozoico alle sovrastanti dolomie di copertura. La foto in basso mostra un affioramento della Namibia (Foto Paul Hoffman).