

IL CAMPO MAGNETICO TERRESTRE

La terra come ogni altro corpo dotato di massa, è circondata da un campo gravitazionale che attrae altri corpi. Sin dalla formulazione della legge di gravitazione datane da Newton, siamo in grado di determinare gli effetti della gravità, calcolando l'accelerazione di un oggetto in caduta, le orbite planetarie le traiettorie dei missili o delle navicelle spaziali, ma non siamo ancora in grado di determinare le cause di ciò. Allo stesso modo misuriamo che la Terra produce un campo magnetico, ma possiamo solo speculare sulle cause prime che lo generano.

Sin dal tempo dei Greci oltre 2500 anni fa erano note le proprietà di un particolare minerale di ferro chiamato magnetite. Successivamente in estremo oriente venne inventata il primo prototipo di bussola, perfezionata ad Amalfi nella prima metà del XIII secolo. Grazie alla bussola furono possibili le grandi scoperte geografiche del 1400 – 1500. In meno di cinquant'anni grazie a questo strumento l'orizzonte delle conoscenze geografiche si allargò fino a comprendere tutte le terre emerse con l'eccezione dell'Antartide e dell'Australia.

L'astronomo E. Halley (1656-1742), si accorse del mutamento di certe caratteristiche del campo magnetico terrestre che ne indicavano uno spostamento verso Ovest.

Occorre però attendere fino al 1832 per avere una esatta configurazione del campo magnetico terrestre ad opera di K. F. Gauss (1777-1855) che per primo ne tracciò le linee di forza e ne iniziò lo studio dal punto di vista fisico - matematico.

La presenza del campo magnetico terrestre è rilevata da molti fenomeni direttamente osservabili; tra questi i più notevoli sono, come detto, l'azione orientatrice che subiscono i corpi magnetizzati, il magnetismo indotto nei materiali ferromagnetici, la cattura da parte della Terra di particelle elettricamente cariche provenienti dallo spazio esterno.

Gli elementi che definiscono il campo magnetico terrestre per ogni punto della superficie terrestre, sono il vettore intensità del campo, la *declinazione magnetica*, l'*inclinazione magnetica* e le componenti del vettore campo nei piani orizzontale e verticale.

L'analisi dei valori degli elementi magnetici condotta con opportuni metodi matematici, introdotti da Gauss, ha consentito di stabilire che l'origine del campo magnetico terrestre è per la quasi totalità (96%) interna (secondo alcuni autori il campo magnetico terrestre sarebbe rappresentabile da un dipolo centrale e da otto dipoli radiali collocati a 4800 Km di profondità). Il restante valore, detto campo residuo, è dovuto al contributo delle anomalie magnetiche, di scambi elettrici tra atmosfera e superficie terrestre, e degli sciami di particelle cariche provenienti dallo spazio, in specie dal sole.

Prendendo in esame solo il valore del campo preponderante dovuto a cause interne, il campo magnetico terrestre può essere visto, per semplicità, come se al centro della Terra fosse presente una potentissima barra magnetica inclinata di $11^{\circ}30'$ rispetto all'asse terrestre.

I punti in cui il diametro terrestre coincidente con la direzione del dipolo incontra la superficie terrestre sono detti poli geomagnetici: asse geomagnetico è il diametro terrestre anzidetto ed

equatore geomagnetico è il cerchio massimo perpendicolare a questo asse e con centro in quello del dipolo.

Il polo situato nell'emisfero settentrionale, indicato convenzionalmente con B (boreale), ha polarità negativa e si trova a $78^{\circ}30'$ N, 69° W, mentre l'altro, indicato con A (australe), risulta positivo, con posizione $78^{\circ}30'$ S, 111° E.

L'effetto dovuto al campo magnetico residuo fa sì che i due punti in cui l'inclinazione magnetica risulta di 90° non coincidano con i poli geomagnetici; tali punti definiscono i poli magnetici: quello indicato dal polo N dell'ago della bussola si trova nello Arcipelago Artico canadese, mentre quello S è ubicato nell'Antartide; nel 1998 le loro posizioni erano rispettivamente $78^{\circ}34'$ N, $104^{\circ}45'$ W, $65^{\circ}4'$ S, $139^{\circ}5'$ E.

L'unità di misura del campo per convenzione internazionale è solitamente espressa in termini del vettore d'induzione B. La sua unità nel Sistema Internazionale (SI) è il tesla (T), ma nella pratica viene usato un suo sottomultiplo, il nT (10^{-9} T). Sulla superficie terrestre, il valore del campo varia in intensità, dall'equatore ai poli, da circa 20000 nT a 70000 nT.

Un modo comune di descrivere il campo magnetico terrestre è quello di graficare, in corrispondenza della superficie terrestre, i differenti elementi magnetici, quali ad esempio l'intensità totale o la declinazione del campo. Si ottengono in questo modo le carte isomagnetiche cioè mappe in cui punti di uguale intensità sono uniti attraverso delle linee chiuse. Il nome di queste carte varia ovviamente a seconda dell'elemento magnetico graficato, si parla di carte isocline nel caso in cui vengano riportati i valori dell'inclinazione, di carte isodinamiche qualora sia graficata una qualunque componente intensiva (X, Y, Z, H, F) del campo ed infine di isogone nel caso della declinazione.

Talvolta si verificano forti e persistenti disturbi del campo magnetico terrestre che portano ad una diminuzione dell'intensità della componente orizzontale (H) del campo magnetico sulla superficie del pianeta. In questi periodi magneticamente perturbati, definiti come tempeste magnetiche, si manifestano pertanto delle variazioni del campo magnetico osservato in superficie che, pur essendo irregolari, presentano delle caratteristiche sistematiche nel loro andamento temporale.

Generalmente, ma non sempre, la tempesta magnetica inizia con un improvviso aumento, detto SSC (da Storm Sudden Commencement), dell'intensità della componente orizzontale H del campo magnetico terrestre. L'SSC, pur essendo un fenomeno planetario può variare in latitudine e tempo locale. Immediatamente dopo l'SSC (entro un'ora) troviamo la fase iniziale della tempesta che ha inizio con un repentino aumento dell'intensità della componente orizzontale H che può, nell'arco di 2-3 minuti, aumentare fino a 30 nT.

In seguito la componente H, pur fluttuando, si mantiene con un valore elevato per alcune ore (da 1 a 10) per poi diminuire bruscamente raggiungendo un valore nettamente inferiore a quello di partenza (la fase principale). Ha inizio, a questo punto, la fase di recupero della tempesta in cui l'intensità della componente orizzontale del campo magnetico aumenta nuovamente, dapprima con un tempo di scala di qualche ora, poi di qualche giorno, fino a raggiungere nuovamente il valore pre-tempesta. Questa evoluzione è definibile su base statistica; esaminando invece le singole tempeste è possibile trovare una notevole varietà di andamenti. Ci sono, infatti, perturbazioni in cui

l'andamento di H è strettamente conforme all'andamento descritto così come vi sono perturbazioni in cui non tutte le fasi sono perfettamente individuabili.

A causa delle anomalie l'andamento del campo è in realtà molto irregolare: l'equatore ed i meridiani magnetici risultano linee contorte. Il campo subisce inoltre delle oscillazioni nel tempo, variabili da luogo a luogo, in rapporto a fattori cosmici e solari e a cause interne collegate con l'origine stessa del campo magnetico.