

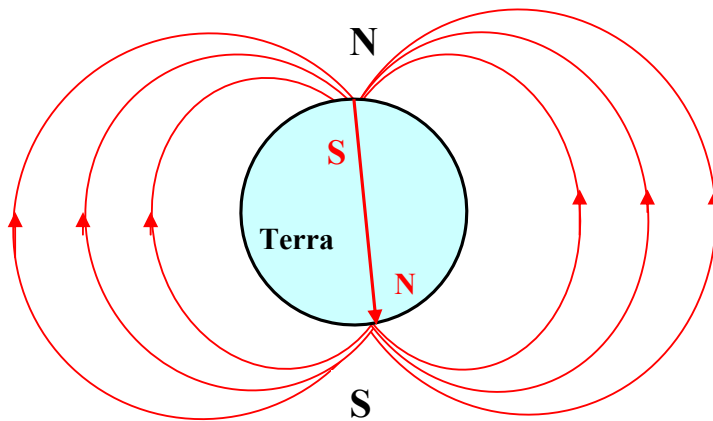
# LE AURORE ED IL CAMPO MAGNETICO DELLA TERRA

(Dott.ssa Alessandra Di Cecco)

Le aurore, i fenomeni ottici che interessano maggiormente le regioni ad alta latitudine, vennero interpretate, nei tempi antichi, da fantasiose leggende legate a scie di mitici carri infuocati.

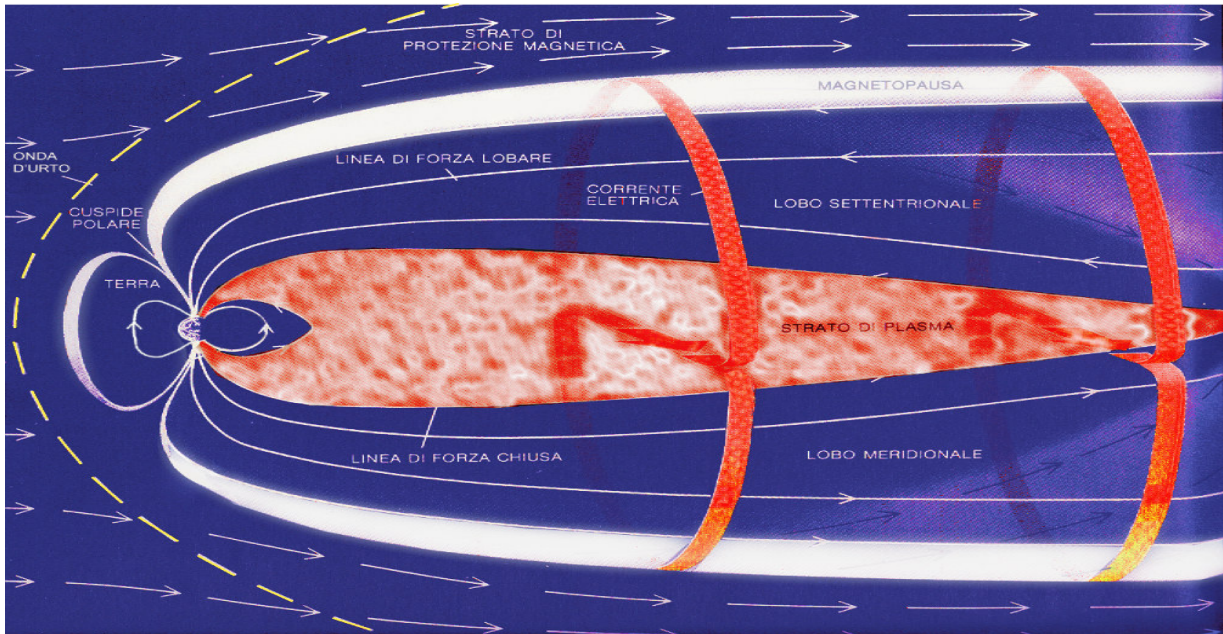
Oggi, sappiamo che le aurore sono accompagnate da intense perturbazioni magnetiche ('sottotempeste') e che si possono comprendere esclusivamente con lo studio del campo geomagnetico.

Il campo magnetico della Terra, a piccole distanze, può essere approssimato da quello di un dipolo inclinato di  $11,5^\circ$  rispetto all'asse di rotazione e con le linee di forza uscenti dal polo sud geografico ed entranti al polo nord (Fig.1).



**Fig.1** In rosso sono rappresentati il dipolo magnetico terrestre, i poli magnetici e le rispettive linee di forza. L'orientazione del dipolo è inversa all'asse di rotazione terrestre.

Allontanandoci nello Spazio, questa configurazione viene modificata per interazione con un flusso di particelle cariche provenienti dal Sole e detto “vento solare”. Le linee di forza vengono, così, compresse in direzione solare e allungate nell’emisfero-notte, generando quella regione confinata di spazio che viene denominata *magnetosfera* (Fig.2).



**Fig.2 La magnetosfera terrestre vista nel piano meridiano mezzogiorno-mezzanotte.**

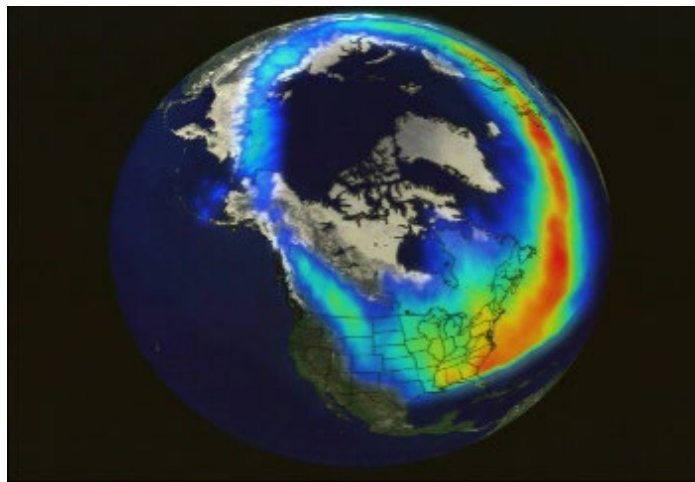
(Elaborazione da immagine de ‘Le Scienze’ , anno 1984).

Nell’emisfero-giorno, l’ultima linea di forza della magnetosfera, la *magnetopausa*, si trova nel punto dove la pressione del campo magnetico terrestre equilibra la pressione esercitata dal vento solare. Questo flusso di particelle viaggia ad una velocità superiore a quella del suono e, di conseguenza, genera, a monte della magnetosfera, un fronte d’urto che le frena e le riscalda.

Nell’emisfero-notte, il campo magnetico terrestre assume una forma cilindrica: *la coda geomagnetica*, che si estende oltre l’orbita della Luna ed è divisa in un lobo superiore,

con linee di forza che corrono in direzione solare, e in un lobo inferiore, con linee in direzione antisolare (Fig.2).

Le linee di forza della magnetopausa convergono verso i poli del campo magnetico terrestre e formano zone di libero accesso alle particelle, che entrano e si arrestano sulla ionosfera terrestre in regioni denominate “ovali aurorali”. E’ in queste zone che si manifestano le aurore, fenomeni ottici dovuti alla ionizzazione degli atomi dell’atmosfera (Fig.3).

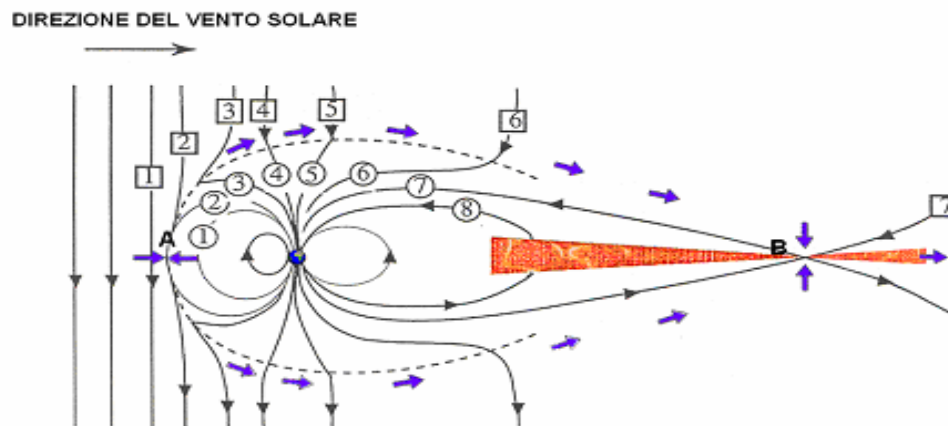


**Fig.3 Ovale aurorale al polo Nord geografico.**  
(Immagine NASA)

Le teorie, che meglio spiegano la formazione delle aurore, si basano su un complicato fenomeno detto “riconessione”, che si manifesta quando le linee di forza del campo magnetico del Sole (o campo interplanetario) si trovano in direzione opposta a quelle del campo magnetico della Terra.

In maniera semplicistica, possiamo pensare che il campo magnetico interplanetario venga trasportato dal vento solare e che possa variare la sua direzione in particolari condizioni del Sole. Poiché le linee di forza del campo magnetico terrestre sono orientate dal Sud al Nord geografico, le aurore si manifesteranno quando il campo interplanetario sarà rivolto da Nord a Sud. Le linee magnetiche dei due campi, che vengono a toccarsi in direzione opposta, si aprono e migrano dalla zona giorno verso la

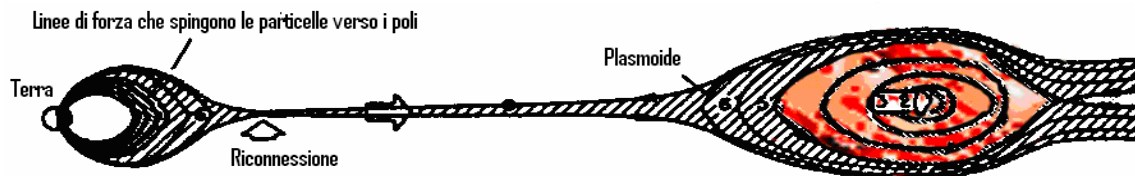
zona notte, trasportando con loro una grande quantità di particelle del vento solare. Queste particelle si immagazzinano nella coda geomagnetica ed esercitano una forte pressione sulle linee di forza magnetica opposte dei due lobi, che arrivano a toccarsi e a dare luogo ad una seconda riconnessione (Fig.4).



**Fig. 4** Al centro, in azzurro, la Terra. Le linee drittte verso il basso, a monte della magnetosfera, indicano il campo magnetico interplanetario. I punti A e B individuano, rispettivamente, la prima e la seconda riconnessione.

(Elaborazione da articolo *The polar electrojet*, Akasofu S.-I., Chapman S., Meng C.-I., Atmos. Terr. Phys., 27, 1275,1966)

A valle della riconnessione, confinato da linee di forza magnetica chiuse, si forma un “grande sacco” di particelle detto *plasmoide*, che viene rilasciato nello Spazio profondo; mentre, a monte della riconnessione, alcune linee di forza, per “effetto fionda”, rimandano parte delle particelle verso la Terra (Fig.5).



**Fig.5** Rilascio del plasmoide e conseguente assottigliamento della coda geomagnetica.

(Elaborazione da articolo *The polar electrojet*, Akasofu S.-I., Chapman S., Meng C.-I., Atmos. Terr. Phys., 27, 1275,1966)

Le particelle cariche, che risalgono verso i poli, ionizzano gli atomi dell'alta atmosfera e generano le emissioni in ottico delle aurore.

I colori stessi, di questi affascinanti fenomeni luminosi, dipendono dall'energia delle particelle e dagli atomi coinvolti nell'emissione, generalmente sono quelli di azoto e ossigeno (Fig.6).



**Fig.6 Aurora nell'emisfero boreale, i colori sono dati dagli atomi coinvolti nell'emissione.**

(Immagine dal sito [www.artictravel.it](http://www.artictravel.it))

L'esistenza della magnetosfera è essenziale per le forme di vita sulla Terra, poiché ci difende dal vento solare, che composto da particelle ionizzanti, potrebbe esserci letale. Attuali ricerche scientifiche si basano sull'individuazione delle possibili magnetosfere degli altri pianeti del sistema solare, che possono fornirci indicazioni utili sulla loro struttura interna e sulla formazione dei pianeti stessi.