

**\* NOVA \***

**N. 1976 - 16 GIUGNO 2021**

**ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI**

## **ALL'ORIGINE DELLE AURORE POLARI**

*Cosa accelera nella magnetosfera terrestre le particelle cariche provenienti dal Sole responsabili delle spettacolari aurore polari? Nuovi esperimenti in laboratorio, condotti da un team di fisici guidati dal Wheaton College, confermano quanto già suggerito da osservazioni dallo spazio e da modelli teorici: alla base c'è l'energizzazione delle particelle dovuta alla propagazione delle onde di Alfvén. Da MEDIA INAF dell'8 giugno 2021 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Giuseppe Fiasconaro.*



Una spettacolare aurora australe che illumina il cielo sopra la base italo-francese Concordia.

Crediti: Marco Buttu – Programma Nazionale di Ricerche in Antartide – PNRA –  
Institut polaire français Paul-Emile Victor (IPEV).

Le aurore polari sono spettacolari bagliori luminosi che si manifestano ai poli terrestri colorando il cielo con pennellate che vanno dal rosso, al blu fino al verde. Chiunque ne abbia vista una non può che esserne rimasto affascinato. Rodolfo Canestrari e Marco Buttu, ricercatori Inaf attualmente in missione al Polo Sud con il Programma Nazionale di Ricerche in Antartide, non perdono occasione per uscire fuori dalla base italo-francese Concordia e immortalare il fenomeno ogni qualvolta esso si palesi in cielo.

Ma come si formano questi fenomeni astronomici? Il meccanismo che le produce è da tempo oggetto di studio e in realtà abbastanza conosciuto. Si tratta della manifestazione più spettacolare dell'effetto

---

**NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. - ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI APS – ANNO XVI**

La Nova è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini APS di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.

È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti della Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5. I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del Regolamento generale sulla protezione dei dati (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

[www.astrofiliisusa.it](http://www.astrofiliisusa.it)

della nostra stella sulla Terra: quando le particelle cariche provenienti dal Sole con il vento solare – per lo più elettroni – giungono in prossimità del nostro pianeta, alcune riescono a sfuggire allo scudo costituito dal campo magnetico terrestre ma ai poli, dove il flusso di elettroni viene incanalato, le particelle penetrano l'atmosfera fino a raggiungere la termosfera, dove interagiscono con gli atomi presenti – ossigeno e azoto – portandoli in uno stato di eccitazione. Stato dal quale successivamente decadono, emettendo la luce visibile che colora i cieli polari.

Quello che è meno conosciuto è il **meccanismo che accelera le particelle** e le spinge a percorrere le migliaia di chilometri che separano la magnetosfera terrestre – la regione di spazio dove il campo magnetico funge da schermo – dalla termosfera, lo strato dell'atmosfera compresa tra i 100 e i 600 chilometri circa di quota dove, come accennato, si finalizza la “magia” aurorale.

Una nuova ricerca condotta da un team di fisici guidati dal Wheaton College, in Illinois (Usa), ha ora ottenuto risultati che provano che alla base di questa accelerazione ci sono le cosiddette **onde di Alfvén**, dal nome del fisico svedese Hannes Olof Gösta Alfvén che per primo ne postulò l'esistenza. Si tratta di onde magneto-idrodinamiche, ovvero perturbazioni ondulatorie del plasma che si propagano in un campo magnetico, in grado di trasportare grandi quantità di energia.

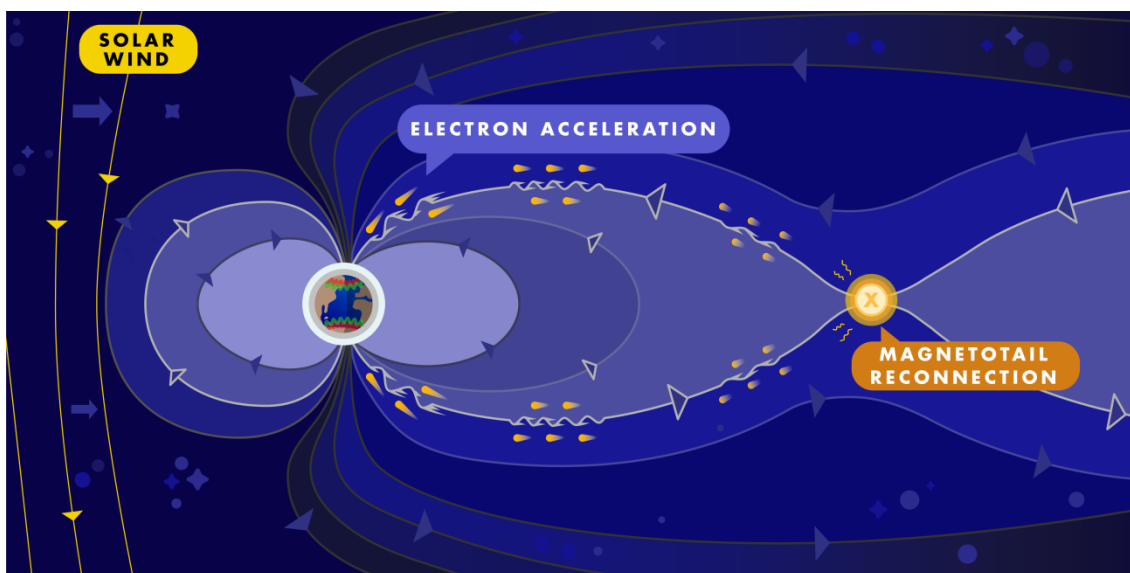
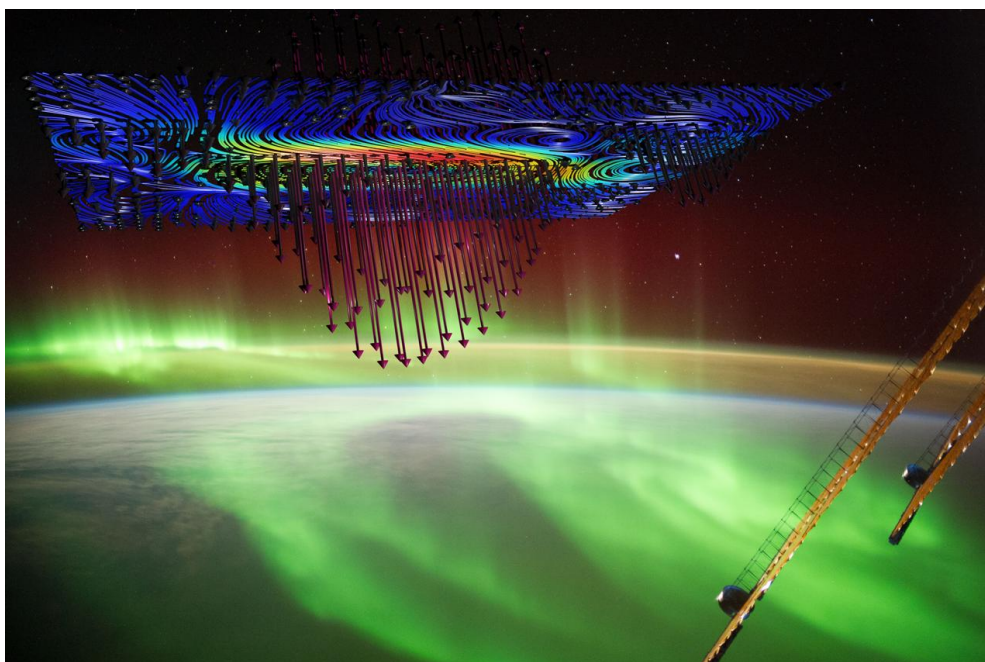


Illustrazione artistica che mostra il processo che genera le onde di Alfvén. Crediti: UIOWA.EDU

Brillamenti solari ed espulsioni di massa coronale possono innescare sulla Terra tempeste geomagnetiche. La dinamica di queste tempeste, spiegano i ricercatori, guida nella lontana coda magnetica della Terra un processo chiamato **riconnessione magnetica**, in cui le linee del campo magnetico si rompono e si riformano, per poi tornare indietro verso la Terra a causa della tensione magnetica generata, come un elastico allungato torna indietro dopo che viene improvvisamente rilasciato. Questo “rimbalzo” produce onde di Alfvén che viaggiano verso i poli della Terra lungo il campo magnetico. Ad altitudini di circa 20mila chilometri, dove la velocità dell'onda di Alfvén supera la velocità degli elettroni, queste particelle possono essere efficacemente accelerate, producendo a quote più basse il gioco delle aurore.

Il team di ricercatori guidato da **J. W. R. Schroeder**, professore associato al Dipartimento di Fisica del Wheaton College, è riuscito a confermare il coinvolgimento di queste onde magnetiche torsionali nella genesi delle aurore polari grazie a esperimenti condotti utilizzando il Large Plasma Device alla Basic Plasma Science Facility dell'University of California Los Angeles (UCLA), uno strumento progettato per la ricerca sperimentale sulla fisica del plasma. In questo esperimento, in particolare, onde inerziali di Alfvén sono state “lanciate” contro un plasma artificiale creato all'interno della camera dello strumento, dopo di che è stata misurata la distribuzione delle velocità di un piccolo numero di particelle in movimento. «Le misurazioni hanno rivelato che questa piccola popolazione di elettroni subisce un'accelerazione di risonanza da parte del campo elettrico delle onde di Alfvén, un meccanismo simile a quello che accade a un *surfista* su un'onda, che viene continuamente accelerato con il movimento della stessa», spiega **Greg**

**Howes**, professore associato presso il Dipartimento di Fisica e astronomia all'Università di Iowa e co-autore dello studio pubblicato oggi su *Nature Communications*.



Il team di fisici guidato dal Wheaton College ha ottenuto prove definitive secondo cui le aurore che illuminano i cieli polari sono causate da elettroni accelerati da potenti forze elettromagnetiche, le onde di Alfvén.

Crediti: Austin Montelius, Università dell'Iowa

Il “surfing” degli elettroni sul campo elettrico di un’onda è un processo teorizzato da tempo e conosciuto come smorzamento di Landau (*Landau damping*, in inglese), dal nome del fisico russo Lev Davidovich Landau, vincitore del premio Nobel per la Fisica nel 1962 grazie ai suoi studi sulla superfluidità. Questo processo si verifica quando un’onda viaggia attraverso un plasma e le particelle ne assorbono parte dell’energia. Attraverso simulazioni numeriche e modelli matematici, i ricercatori hanno dimostrato che i risultati del loro esperimento erano concordi con quelli previsti da questo smorzamento di Landau, confermando quanto già suggerito da risultati ottenuti da esperimenti nello spazio e da modelli teorici.

«L’idea che queste onde possano energizzare gli elettroni che creano l’aurora risale a più di quarant’anni fa, ma questa è la prima volta che siamo in grado di confermare in modo definitivo che funziona», conclude **Craig Kletzing**, professore all’Università dell’Iowa e anche lui tra i firmatari dello studio. «Questi esperimenti ci hanno consentito di effettuare misurazioni chiave che mostrano come i dati ottenuti da osservazioni dallo spazio e la teoria spiegano uno dei modi principali con cui vengono create le aurore».

**Giuseppe Fiasconaro**

<https://www.media.inaf.it/2021/06/08/allorigine-delle-aurore-polari/>

J. W. R. Schroeder, G. G. Howes , C. A. Kletzing , F. Skiff , T. A. Carter , S. Vincena e S. Dorfman, “Laboratory measurements of the physics of auroral electron acceleration by Alfvén waves”, *Nature Communications*, 12, Article number: 3103 (2021)

Sulle onde di Alfvén v. anche le nostre *Nova*:

1123 del 5 marzo 2017 (Onde di Alfvén osservate nell'atmosfera solare),

1176 del 25 giugno 2017 (Formazione di spicole solari e onde di Alfvén)

1288 del 15 marzo 2018 (Nuovo studio sulle onde di Alfvén)

