

» **FOCUS**



**CSES-LIMADOU E I SUOI PRIMI
TRE ANNI DI VOLO**

A tre anni dal lancio, avvenuto il 2 febbraio 2018 dalla base cinese *Jiuquan Satellite Launch Center*, nel deserto del Gobi nella Mongolia Interna, la missione satellitare CSES (*China Seismo-Electromagnetic Satellite*)-Limadou, dedicata all'osservazione della Terra, fa il bilancio dei suoi primi risultati scientifici.

Nata da una collaborazione fra l'Agenzia Spaziale Cinese (CNSA) e l'Agenzia Spaziale Italiana (ASI), con l'importante contributo scientifico dell'INFN*, CSES-Limadou ha come obiettivo lo sviluppo su scala globale di nuovi metodi per lo studio di fenomeni geofisici, come terremoti ed eruzioni vulcaniche. E, per realizzare la sua missione, può contare su ben nove strumenti scientifici allestiti a bordo del satellite, praticamente tutti i principali sensori necessari per lo studio di ionosfera, magnetosfera e del loro possibile accoppiamento con la litosfera, tra cui il rivelatore made in Italy HEPD (*High Energy Particle Detector*), dedicato all'osservazione di particelle di alta energia e nuclei.

In questi tre anni di volo, HEPD e l'insieme degli strumenti realizzati per lo studio e la caratterizzazione del plasma e delle perturbazioni indotte dall'attività solare, hanno trasmesso una grande quantità di dati che sono stati analizzati da una collaborazione italiana altamente interdisciplinare**. La convergenza in un unico team, con diverse competenze scientifiche, dalla sismologia alla fisica delle particelle, all'astrofisica, ha permesso di ottenere importanti risultati, presentati alle più importanti conferenze internazionali e pubblicati su prestigiose riviste scientifiche.

In particolare, in questa prima fase dell'esperimento, HEPD si è dimostrato un ottimo rivelatore anche dei fenomeni legati allo *space weather*, registrando il 25 agosto 2018 una delle rare tempeste geomagnetiche avvenute negli ultimi anni. Lo strumento ha inoltre registrato, per la prima volta in orbita bassa (a circa 500 km da terra), nel periodo 2018-2020, protoni cosmici di bassa energia misurandone il flusso con alta precisione. Queste misure hanno dato un contributo importante alla comprensione del campo magnetico

» FOCUS

interplanetario. I dati di HEPD su elettroni e protoni alle energie dei MeV o delle decine/centinaia di MeV coprono l'intervallo più interessante dal punto di vista scientifico, e le capacità di HEPD saranno molto utili alla comunità scientifica internazionale, soprattutto in vista del completamento della missione delle *Van Allen Probes* che studierà le Fasce di Radiazione di Van Allen.

La missione CSES-Limadou, grazie alla elevata velocità di campionamento dei suoi strumenti, ha anche permesso di identificare le fluttuazioni ad alta frequenza del campo elettrico all'ingresso dell'ovale aurorale, dove le particelle cariche interagiscono con la ionosfera terrestre. Alle basse latitudini, la straordinaria sensibilità degli strumenti EFD (*Electric Field Detector*) e LP (*Langmuir Probe*) hanno permesso l'identificazione e lo studio di importanti fenomeni associati a brusche riduzioni della densità di plasma (plasma bubbles). Inoltre, i dati degli elettroni a bassa energia e i dati di campo elettrico, assieme alle informazioni raccolte dagli altri strumenti, hanno permesso di mettere in evidenza, per la prima volta, tutti gli elementi alla base del meccanismo dell'accoppiamento co-sismico tra la litosfera e la magnetosfera in presenza di un terremoto. In corrispondenza di un evento sismico, il movimento della superficie della Terra (superficie solida o liquida) attiva un'onda gravito-acustica osservabile da satellite che, una volta raggiunta la ionosfera, induce l'emissione di onde elettromagnetiche di bassa frequenza (centinaia di Hz), le quali alterano il campo magnetico, influenzando il moto delle particelle intrappolate nelle fasce di Van Allen. Per descrivere in modo coerente questo meccanismo è stato sviluppato il modello MILC (*Magnetospheric-Ionospheric-Lithospheric Coupling*) che è stato verificato in tutte le sue componenti con le misure prese da CSES e da altri satelliti in occasione del terremoto di Bayan (2018). È ora in corso di sviluppo l'applicazione di questo modello allo studio di altri terremoti osservati negli ultimi due anni, ampliando lo studio all'intervallo temporale adiacente al momento del sisma.

La missione CSES-Limadou, che da programma continuerà a operare nominalmente fino al 2023, promette quindi ancora molti interessanti risultati e, in linea con quanto prodotto in questa sua prima fase, continuerà a fornirci preziose informazioni utili a migliorare la nostra conoscenza dei fenomeni geofisici che caratterizzano il nostro pianeta. ■

* Sezioni INFN di Bologna, Perugia, Roma Tor Vergata, Napoli, Centro Nazionale TIFPA di Trento e Laboratori Nazionali di Frascati.

**La collaborazione italiana di analisi dei dati è composta, oltre che dall'INFN, da INAF Istituto Nazionale di Astrofisica-IAPS, INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, CNR Consiglio Nazionale delle Ricerche-IFAC e dalle Università di Bologna, Trento, Roma Tor Vergata, Università Telematica Internazionale Uninettuno (UTIU).