

CONTRIBUTO ITALIANO ALLA PROGETTAZIONE DEL SATELLITE CSES

Dario Assante, Livio Conti, Claudio Fornaro, Piergiorgio Picozza

Roberto Battiston

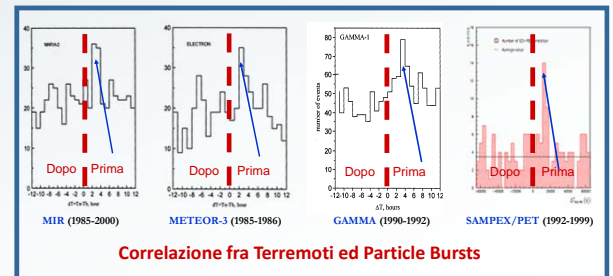
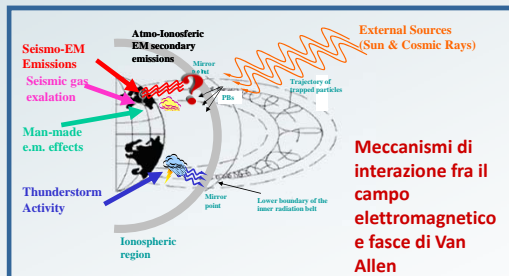
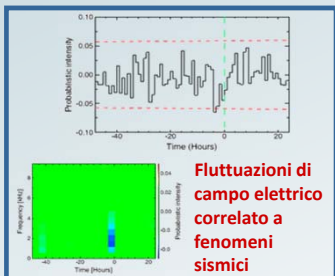


Presupposti scientifici

I **precursori sismici** sono fenomeni legati a cambiamenti delle condizioni fisiche nell'area vicina (terra, atmosfera o spazio) al punto focale del fenomeno tellurico. La possibilità di identificarli e studiarne le proprietà potrebbe consentire in futuro di usarli per segnalare l'imminente verificarsi di un evento sismico.

Negli ultimi anni la conoscenza dei fenomeni associati ai fenomeni sismici è progredita grazie all'aumento, in termini di numero e accuratezza, delle misurazioni disponibili. Tuttavia, essendo i terremoti, fortunatamente, un fenomeno raro, risulta molto difficile effettuare uno studio statistico dei fenomeni pre-sismici con strumenti a terra: per questo motivo ha preso sempre più piede l'idea che lo spazio rappresenti un luogo privilegiato per lo studio statistico di effetti pre-sismici e che sia opportuno realizzare una o più missioni satellitari dedicate alla ricerca e allo studio di questi fenomeni.

I precursori sismici individuabili sulla superficie della Terra prevedono non solo deformazioni meccaniche a livello locale (sollecitazione da inclinazione e attrito), ma anche altri fenomeni come le cosiddette **emissioni sismo-elettromagnetiche** (Seismo-electromagnetic emissions, SEM), rappresentate da campi elettromagnetici a banda larga (da DC a qualche centinaio di kHz), osservabili sia dalla superficie della Terra che dallo spazio in orbite Low-Earth-Orbit (LEO). Gli effetti prodotti dalle emissioni SEM non si limitano infatti all'area circostante, ma, penetrando nell'atmosfera e poi nella magnetosfera, producono perturbazioni nel plasma ionizzato. Gli studi riguardanti le onde SEM sono stati condotti nello spazio con vari satelliti (Lazio-SIRAD, SAMPEX, NOAA, DEMETER). Questi risultati suggeriscono l'esistenza di precursori sismici costituiti da **anomalie elettriche e magnetiche** e da emissioni EM accompagnate da perturbazioni, di durata paragonabile, della temperatura del plasma e della densità dei **flussi anomali di particelle energetiche**.



La missione del satellite CSES/Limadou

L'Agenzia Spaziale Cinese (CNSA) ha recentemente approvato la realizzazione di un satellite, chiamato **CSES (Chinese Seismo Electromagnetic Satellite)**, che, a partire dal 2016, sarà impiegato in una serie di missioni per identificare e studiare possibili precursori di tipo elettromagnetico (es. modifica dello spettro ULF e VLF), ionosferico (anomalie nel Total Electron Content – TEC) e magnetosferico (es. precipitazione di particelle energetiche intrappolate nelle fasce di Van Allen) di fenomeni sismici.

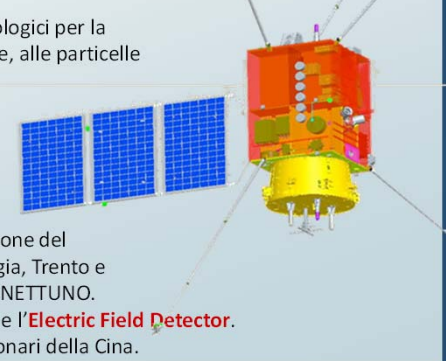
Gli obiettivi del progetto CSES sono:

- **obiettivi scientifici:** studiare le perturbazioni ionosferiche associate ai terremoti ed investigare nuovi approcci metodologici per la predizione a breve termine degli stessi; ottenere informazioni, su scala globale, relative al campo magnetico terrestre, alle particelle energetiche, al plasma e ai fenomeni elettrici e magnetici associati;
- **obiettivi tecnologici:** verificare l'efficacia di un sistema di osservazione satellitare dedicato al monitoraggio sismico;
- **obiettivi applicativi:** studiare i fenomeni elettromagnetici associati a terremoti di magnitudo superiore a 6, analizzare i caratteri sismo-ionosferici delle perturbazioni elettromagnetiche al fine di verificare la possibilità di anticipare su scale di tempo dell'ordine o minori del giorno il verificarsi di terremoti.



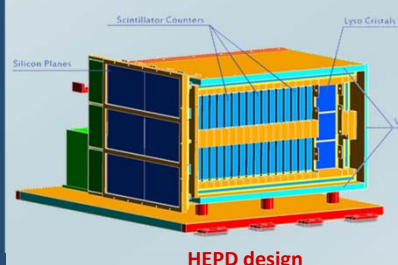
Grazie ad un protocollo d'intesa fra l'Agenzia Spaziale Italiana ed il CNSA, l'Italia parteciperà alla realizzazione del Satellite CSES tramite l'INFN, che coordina le Sezioni e i Centri INFN presso le Università di Bologna, Perugia, Trento e Roma Tor Vergata, l'INAF-IAPS di Roma, l'Università di Trento e l'Università Telematica Internazionale UNINETTUNO.

In particolare l'Italia sarà nella realizzazione di due strumenti fondamentali del satellite: l'**High Energy Particle Detector** e l'**Electric Field Detector**. Il satellite sarà chiamato **Limadou**, nome in mandarino di **Matteo Ricci**, padre gesuita ritenuto uno dei più grandi missionari della Cina.



High Energy Particle Detector

Il rivelatore di particelle ad alta energia (HEPD) è progettato per fornire rilevare elettroni nel range di energia da 3-100 MeV e protoni nel range da 30 a 200 MeV. Il rivelatore è costituito da due strati di scintillatori plastici per il trigger ed un calorimetro. Il calorimetro (rivelatore Energia) è costituito da 16 piani di scintillatore plastico (15 × 15 × 1 cm³) seguiti da una matrice 3 × 3 di scintillatori inorganici LYSO (15 × 15 × 4 cm³).



Un sottosistema di alimentazione fornisce le basse tensioni per l'elettronica del rivelatore e l'alta tensione per gli APD, i PMT ed i moduli di silicio. Lo strumento sarà interamente progettato e costruito dal gruppo di ricerca Italiano.

Electric Field Detector

L'Electric Field Detector (EFD) ha il compito di misurare le possibili variazioni del campo elettrico nella ionosfera. È composto da 4 sensori sferici (probes), montati sui boom che distanziano le sfere di 5 metri rispetto al satellite. Lo strumento consente di effettuare le misure con le seguenti performance:

Frequency bands	Sampling frequency	Sensitivity	Dynamic range
DC - 10 Hz	100 Hz	1 μV m ⁻¹ Hz ^{-1/2}	≥ 120 dB
10 Hz - 2 kHz	≥ 5 kHz	0.1 μV m ⁻¹ Hz ^{-1/2}	≥ 90 dB
2 kHz - 20 kHz	≥ 50 kHz	0.05 μV m ⁻¹ Hz ^{-1/2}	≥ 90 dB
20 kHz - 3.5 MHz	≥ 10 MHz	0.1 μV m ⁻¹ Hz ^{-1/2}	≥ 70 dB
3.5 kHz - 15 MHz	≥ 40 MHz	0.1 μV m ⁻¹ Hz ^{-1/2}	≥ 70 dB

La misura delle componenti del campo elettrico è ottenuta per differenza, misurando i potenziali dei 4 probes. Un prototipo di EFD sarà interamente progettato e realizzato del gruppo di ricerca Italiano e sarà impiegato come benchmark per un omologo strumento cinese.

