

Test dell' *Engineering Model* di Mini-EUSO presso l'INAF-Osservatorio Astrofisico di Torino



Farnesina
Ministero degli Affari Esteri
e della Cooperazione Internazionale



Dario BARGHINI
Matteo BATTISTI
Mario BERTAINA
Francesca BISCONTI
Raffaella BONINO
Alberto CELLINO
Giorgio COTTO
Francesco FENU
Daniele GARDIOL
Hiroko MIYAMOTO
Kenji SHINOZAKI
Gregorio SUINO

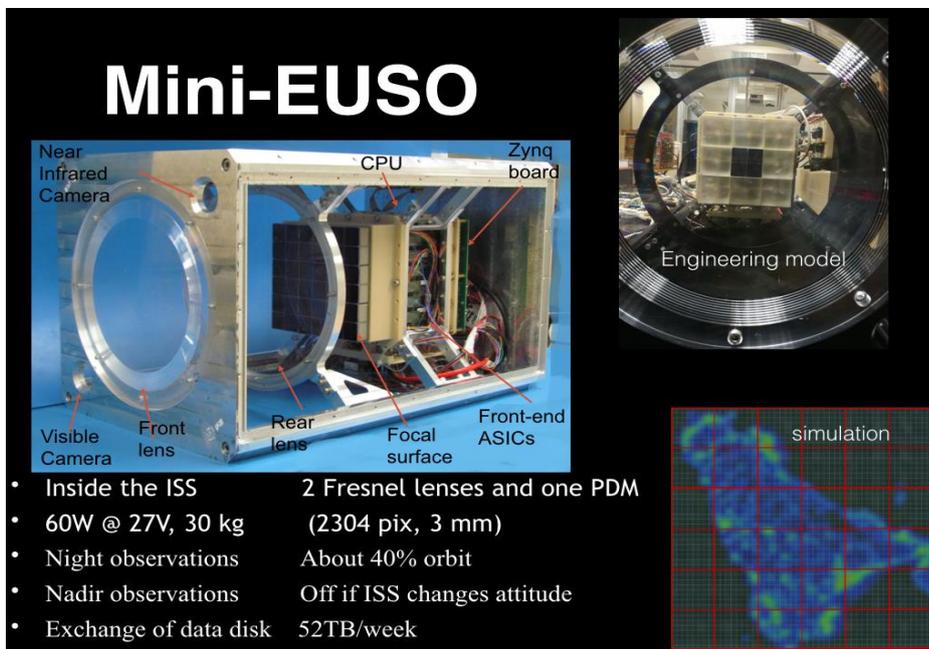
Collaborazione JEM-EUSO



Durante i giorni 13-15 Marzo 2018, l'*engineering model* di Mini-EUSO è stato testato presso l'Osservatorio Astrofisico di Torino (INAF-OATo) nell'ambito della collaborazione PRISMA - Mini-EUSO. Mini-EUSO è stato esposto a diverse sorgenti di luce: città, aeroplani, stelle, fondo cielo in diverse condizioni di luminosità. L'acquisizione dati in concomitanza alla presa dati di PRISMA è molto importante per valutarne le performance relative anche in prospettiva futura, quando il *flight model* di Mini-EUSO volerà a bordo della ISS.

Mini-EUSO è una delle missioni pilota del programma JEM-EUSO (Join Experiment Missions for Extreme Universe Space Observatory) la cui finalità è quella di osservare dallo spazio i raggi cosmici ad energie estreme (oltre i 5×10^{19} eV). L'osservazione avviene mediante la rivelazione della luce di fluorescenza prodotta dagli sciami atmosferici estesi, cioè le cascate di particelle prodotte dall'interazione del raggio cosmico primario con le molecole di atmosfera. Un osservatorio di questo tipo ha dunque la peculiarità di essere un grande occhio rivolto verso la Terra e quindi sensibile a tutti i fenomeni fisici che avvengono in atmosfera. Mini-EUSO è un esperimento in scala (1:100 rispetto alla missione spaziale JEM-EUSO) costituito da due lenti di Fresnel del diametro di 25 cm e un piano focale di 2304 pixels (foto-moltiplicatori multi-anodo) con un campo di vista complessivo di circa 40 gradi, la cui finalità è di provare il principio di osservazione dei raggi cosmici dallo spazio e, nel frattempo, misurare l'intensità della luce di fondo cielo nella banda del vicino UV (300-400 nm), rivelare meteore (sensibilità attesa fino alla magnitudine +5), fulmini, bio-luminescenza, nonché cercare possibili eventi dovuti ad interazioni con materia esotica, i cosiddetti nucleariti (ipotizzati negli anni '70 per spiegare l'origine della materia oscura) e provare il principio di osservazione dei detriti spaziali. Mini-EUSO dovrebbe volare a bordo della ISS nel 2019, monitorando l'atmosfera da un oblò del modulo russo Zvezda trasparente al vicino UV. Come presentato al PRISMA day di Firenze (Maggio 2017), risulta particolarmente interessante la possibilità di osservare meteore insieme a PRISMA per poter avere una inter-calibrazione tra i due rivelatori in termini di scala di magnitudini e capire dunque le reali performance di Mini-EUSO ed in prospettiva di JEM-EUSO.

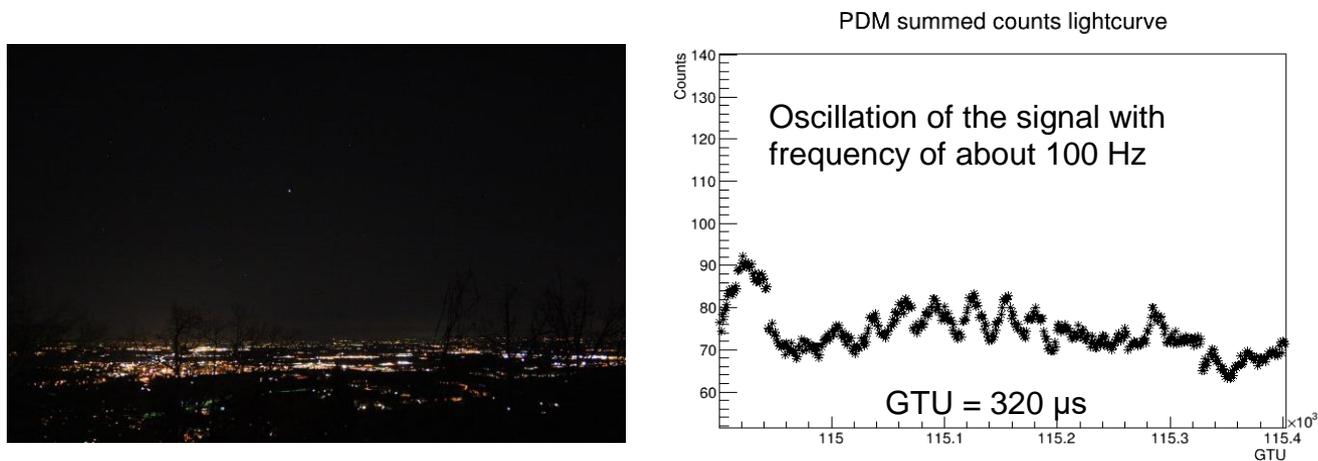
La Fig.1 mostra la struttura di Mini-EUSO con i diversi sensori in corso di allestimento (in alto a sinistra), l'*engineering model* con solo una Elementary Cell (256 pixels, in alto a destra) e una simulazione di imaging della Sicilia atteso per Mini-EUSO durante un sorvolo notturno dell'isola. Con questa idea, sono stati effettuati i test presso l'INAF-OATo. L'*engineering model* era costituito da 1/9 del piano focale del *flight model* di Mini-EUSO ed il sistema ottico non utilizzava lenti di Fresnel, bensì una lente piano convessa di 2.5 cm di diametro con un campo di vista totale di $\sim 9^\circ \times 9^\circ$.



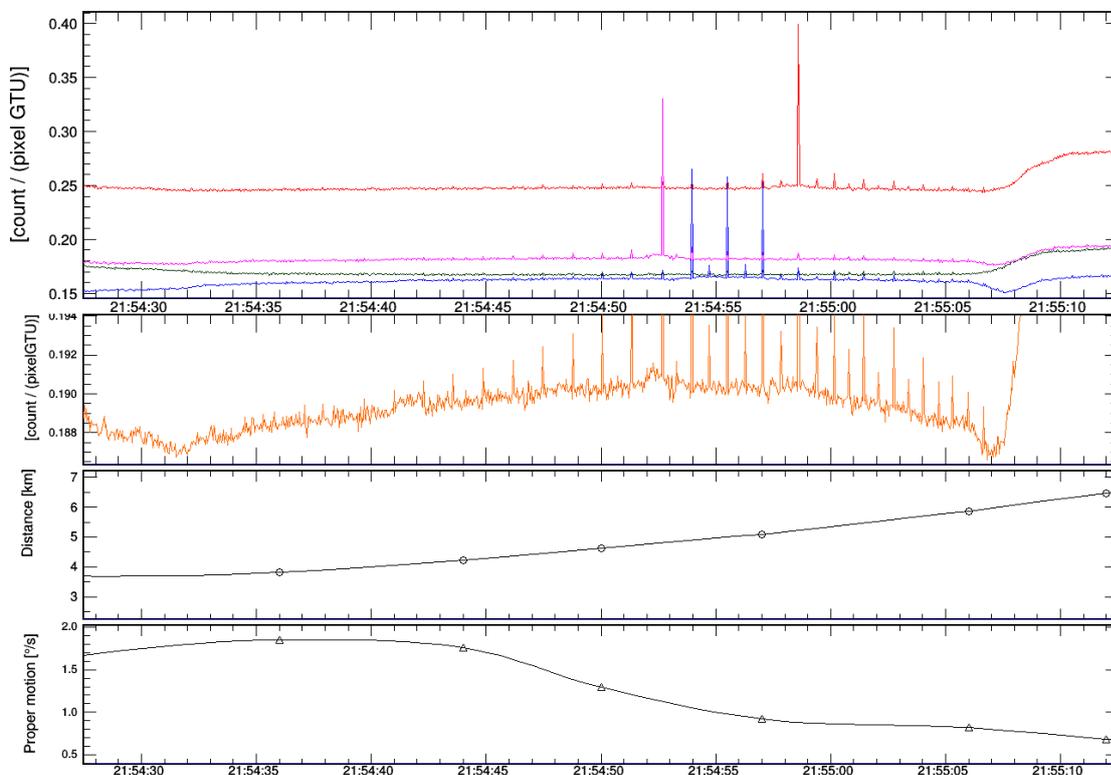
La Fig.2 mostra Mini-EUSO in presa dati da una locazione di fronte all'ufficio di Daniele Gardiol. Il telescopio è stato orientato in posizioni diverse così da osservare città, aeroplani e stelle a diversi angoli zenitali. L'analisi congiunta con i dati di PRISMA è in corso.



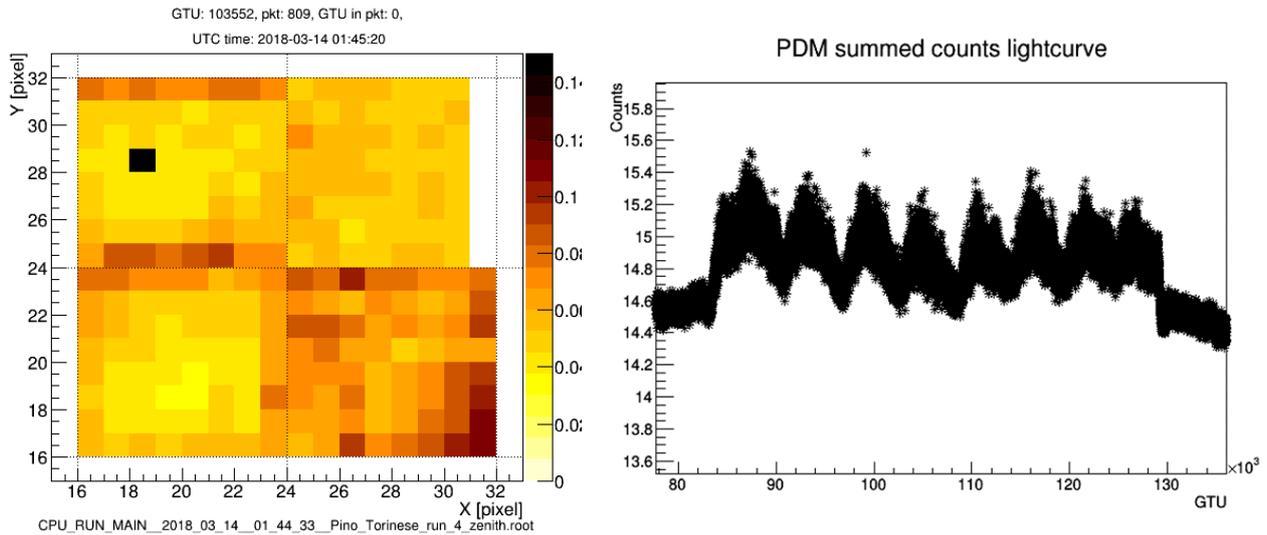
La Fig. 3 mostra a sinistra una foto della città di Chieri dal terrazzo dell'INAF-OATo e sulla destra le variazioni di conteggi registrate sull'intera Elementary Cell di Mini-EUSO dovuti alle oscillazioni della corrente AC utilizzata per l'illuminazione pubblica e degli edifici. Mini-EUSO ha infatti la possibilità di registrare dati su scale temporali diverse con risoluzione di 2.5 μ s, 320 μ s o 41 ms.



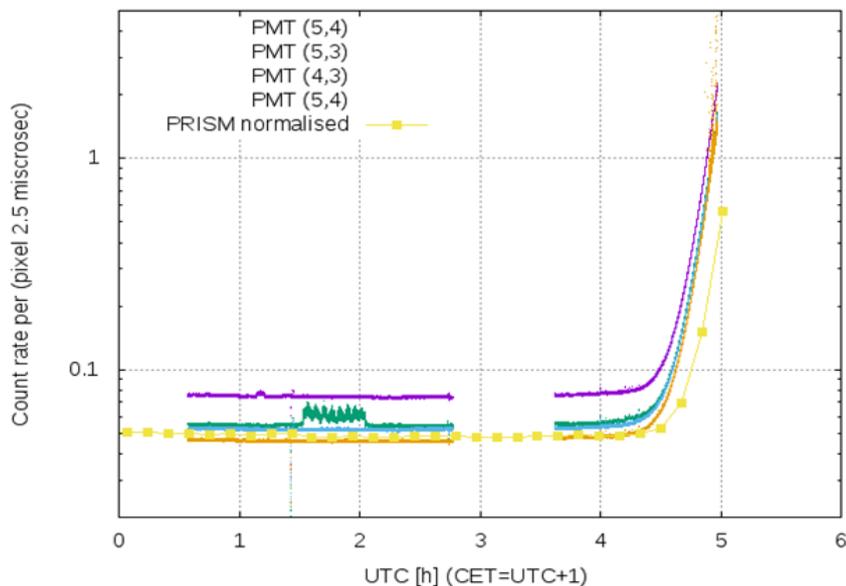
La Fig.4 (in alto) mostra il segnale registrato dai 4 foto-moltiplicatori (4 colori diversi) al passaggio di un aereo (volo LH1902) nel campo di vista di Mini-EUSO. Mentre i picchi più intensi si riferiscono ai flasher dell'aereo nel campo di vista, gli altri più piccoli sono l'effetto della diffusione della luce da parte delle nuvole presenti durante quella parte della notte. La seconda figura dall'alto mostra uno zoom di questi flash registrati da Mini-EUSO. Anche la luce di fondo cresce al passaggio dell'aereo. Il rialzo di conteggi finale è dovuto al tentativo di riorientare Mini-EUSO per poter seguire ancora il passaggio dell'aereo.



La Fig. 5 mostra il passaggio di una stella che, da un confronto con i dati di PRISMA, risulta essere η Ursae Majoris, con magnitudini $m_U=0.99$, $m_B=1.67$ and $m_V=1.86$, osservata quando Mini-EUSO era orientato verso lo zenith. A sinistra si vede un'immagine della stella osservata da Mini-EUSO, visibile come un pixel con un alto numero di conteggi nel sensore in alto a sinistra della Elementary Cell. A destra si vede la curva di luce dello stesso sensore, dove gli otto picchi si riferiscono alla transizione del segnale tra pixel diversi durante il transito della stella. Le immagini non sono calibrate (dati grezzi). In questo caso le GTU sono di 40 ms ciascuna.

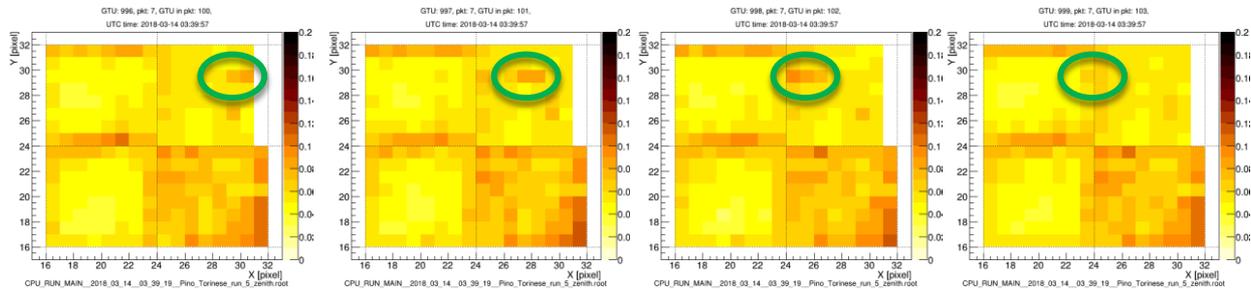


I dati delle stelle saranno confrontati con quelli della camera PRISMA presso l'INAF-OATo per valutarne le diverse sensibilità. Dalle prime analisi, sembra che Mini-EUSO abbia rivelato stelle fino a magnitudine 4.

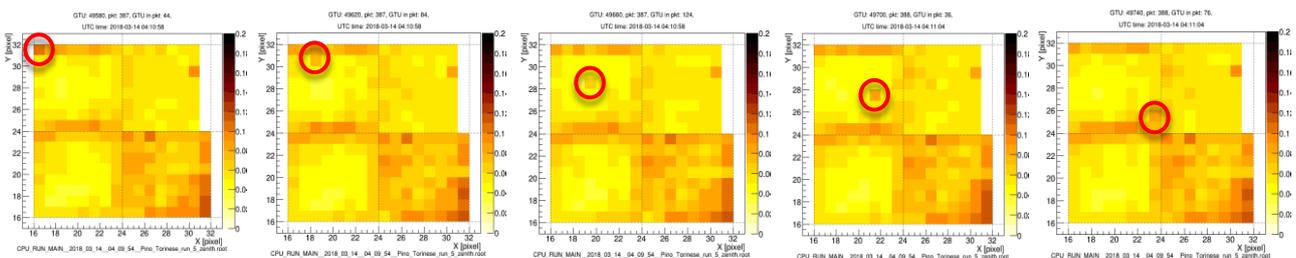


La Fig.6 mostra il confronto tra le misure di fondo cielo di PRISMA e dei 4 foto-moltiplicatori di Mini-EUSO. Al momento non è ancora stata eseguita la rinormalizzazione dei dati in Mini-EUSO. L'aumento di luce nella fase finale corrisponde al sorgere del sole. Il foto-moltiplicatore in verde mostra il passaggio di una stella nel campo di vista.

Delle prime analisi, sono stati rivelati alcuni segnali candidabili come possibili meteore, considerando la velocità orizzontale con cui transita nel campo di vista del detector. Nella Fig. 7 viene mostrato una sequenza di immagini contenenti uno di questi segnali, che transita nel sensore in alto a destra, da destra verso sinistra. Non sono state identificate controparti nei dati di PRISMA, probabilmente dovuta ad una diversa sensibilità dei due telescopi. Da un confronto con le stelle osservate, le magnitudini apparenti di queste possibili meteore sono ~ 4 .



È stato osservato anche un satellite, identificato a posteriori come il satellite Meteor 1-31 Rocket. Una controparte nei dati di PRISMA non è prevista, in quanto segnali lenti come quelli di satelliti ed aerei sono scartati. In Fig. 8 è visibile il transit del satellite lungo la diagonale del sensore in alto a sinistra.



In futuro i dati di Mini-EUSO e PRISMA verranno confrontati per vedere i cambiamenti di intensità di fondo cielo al passaggio delle nuvole, e verranno confrontati i dati misurati al passaggio di stelle di magnitudine diverse per valutare meglio la sensibilità di Mini-EUSO. Questa informazione è utile anche in prospettiva dell'osservazione di meteore e di detriti spaziali. Per maggiori informazioni sul progetto JEM-EUSO: <http://jem-euso.roma2.infn.it>

Con l'occasione si ringraziano sentitamente Silvano Fineschi, Direttore dell'INAF-OATo nonché tutto lo staff messo a disposizione dall'osservatorio per la campagna di misura di Mini-EUSO congiuntamente alla camera di PRISMA.