

Il cielo X come non l'avete mai visto

Il telescopio eROSITA ha completato la sua prima ricognizione di tutto il cielo producendo una nuova e dettagliatissima mappa dei processi più "caldi" ed energetici presenti nell'intero Universo

Un milione di oggetti che rivelano la natura della componente calda dell'Universo – questo è l'incredibile bottino del primo scan dell'intero cielo condotto con il telescopio eROSITA a bordo di SRG. “Questa immagine di tutto il cielo cambia il modo a cui noi guardiamo ai fenomeni energetici nell'Universo”, commenta **Peter Predehl** il Principal Investigator di eROSITA al Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics (MPE). “Vediamo una miriade di dettagli - la bellezza delle immagini è davvero incredibile”.

Questa immagine completa di tutto il cielo è circa 4 volte più profonda di quella disponibile ad oggi alle stesse lunghezze d'onda, ottenuta 30 anni fa dal telescopio ROSAT, e contiene un numero di oggetti circa 10 volte maggiore, *raddoppiando in un colpo solo il numero di emittori in banda X* già noti e rivelati in quasi 60 anni di esplorazione a queste energie.

L'universo “caldo” ed energetico visibile in banda X appare differente da quello visibile nell'ottico o nella banda radio. Al di fuori della nostra galassia, la maggior parte delle sorgenti rivelate da eROSITA sono Nuclei Galattici Attivi (Agn) che segnalano le regioni dello spazio in cui i buchi neri supermassicci stanno crescendo. Esse sono intervallate da ammassi di galassie, che appaiono come aloni estesi e brillanti a causa del gas caldo confinato dalla buca di potenziale determinata dalla materia oscura, e che verranno usati per tracciare la crescita delle strutture nel cosmo e vincolare i parametri cosmologici. Più vicino a noi, nella nostra galassia, l'immagine di eROSITA rivela con incredibili dettagli le strutture del gas caldo presente nella via Lattea, e il mezzo circum-galattico che la circonda, le cui proprietà sono cruciali per capire la storia di formazione della galassia in cui viviamo. La mappa di eROSITA rivela anche stelle che presentano emissione X da corona calda, stelle binarie contenenti stelle di neutroni, buchi neri o nane bianche, e spettacolari resti di supernovae nella nostra galassia o in quelle vicine, come le Nubi di Magellano. Tutto questo è stato reso possibile solamente grazie al grandangolo offerto da eROSITA.

“Aspettavamo con trepidazione la prima fotografia di tutto il cielo di eROSITA”, commenta **Mara Salvato** (MPE), che guida le attività di coordinamento delle osservazioni eROSITA con altri telescopi su tutto lo spettro elettromagnetico. “Grandi aree del cielo sono già state osservate a molte altre lunghezze d'onda, abbiamo bisogno di queste surveys per identificare gli oggetti X e comprenderne la loro natura”. La survey è anche una caccia al tesoro a fenomeni rari ed esotici, inclusi variabili e transienti, come “flares” da oggetti compatti, la coalescenza di stelle di neutroni e i fenomeni che portano alla distruzione di stelle nel campo gravitazionale di buchi neri. “eROSITA spesso vede improvvise esplosioni di raggi X nel cielo”, continua Salvato. “e noi siamo pronti ad allertare immediatamente tutti i telescopi a terra per comprendere da cosa vengono prodotte queste esplosioni”.

Produrre le immagini è stato un lavoro ciclopico. Ad oggi, il team che gestisce le operazioni di eROSITA ha ricevuto e processato circa 165 GB di data raccolti dalle 7 camere del telescopio. Anche se sembra poco rispetto agli standard di “big-data”, coordinare e controllare uno strumento così complesso nello spazio non è affatto semplice. “Controlliamo e monitoriamo la salute dello strumento ogni singolo giorno, in collaborazione con i nostri colleghi a Mosca, che operano il satellite SRG”, spiega **Miriam Ramos-Ceja**, membro dell'operazione team di eROSITA a MPE. “Possiamo quindi

rispondere molto velocemente nel caso si verificano anomalie, e siamo stati in grado di reagire immediatamente, mantenendo un'efficienza del 97% nella raccolta dei dati. E' incredibile pensare che riusciamo a comunicare praticamente in real time con uno strumento che si trova a 1.5 milioni di km da noi!". I dati vengono scaricati giornalmente. "Procediamo subito a un controllo di qualità dei dati", continua, "prima che essi vengano analizzati dai team in Germania e Russia".

Ora il gruppo e' occupato ad analizzare questa prima mappa del cielo, e ad usare immagini e cataloghi per approfondire la nostra conoscenza della cosmologia e dei processi astrofisici che avvengono alle alte energie. Nel frattempo, il telescopio continua la sua ricognizione del cielo . "L'osservatorio SRG ha cominciato la sua seconda survey di tutto il cielo, che sara' completa alla fine di quest'anno", commenta **Rashid Sunyaev**, leader del team russo di SRG. "In tutto, nei prossimi 3 anni e mezzo, prevediamo di ottenere 7 altre mappe simili a quella vista in questa bellissima immagine. Combinate insieme, raggiungeranno una profondità 5 volte maggiore e saranno usati da astrofisici e cosmologi per decine di anni a venire."

Kirpal Nandra, a capo del gruppo di astrofisica delle alte energie a MPE, aggiunge: "Con un milione di sorgenti in solo 6 mesi, eROSITA ha gia' rivoluzionato l'astronomia X, e questo e' solo un assaggio di quello che verra'. Questa combinazione di area del cielo e profondità di campo e' davvero unica. Stiamo gia' campionando un volume cosmologico maggiore di quello che era stato possibile ad oggi per l'Universo caldo. Nei prossimi anni saremo in grado di spingerci ancora piu' lontano, fino a dove le prime, gigantesche strutture cosmiche e i primi buchi neri supermassicci si sono formati".

"E' straordinaria la quantita' di informazione fornita dalla prima survey su tutto il cielo di eROSITA", aggiunge **Gabriele Ponti**, dell'INAF-Osservatorio Astronomico di Brera, e PI di un progetto ERC che utilizzerà anche i dati eROSITA (→ link a <https://www.media.inaf.it/2019/12/10/erc-grant-gabriele-ponti/>) "Questo ci permettera' di compiere un importante passo avanti nella comprensione del plasma caldo presente all'interno ed attorno alla Via Lattea, di verificare la presenza di venti Galattici e quindi di capire piu' a fondo come le galassie si formano e crescono. E' un grande privilegio poter contribuire all'analisi di questi dati".

"La missione SRG e' una collaborazione russo-tedesca, ma c'e' anche un po' di Italia, a partire dal Project Scientist di eROSITA, **Andrea Merloni**, che dal 2011 e' alla guida del programma scientifico (→ Link a: <https://www.media.inaf.it/2019/06/14/andrea-merloni-erosita/>) ", spiega **Marcella Brusa**, dell'Università di Bologna e membro del consorzio tedesco di eROSITA dal 2008. "Vedere oggi il primo traguardo di questo progetto cominciato quasi 15 anni fa proprio quando ero a MPE, e celebrarlo con queste immagini incredibili, mi riempie il cuore di gioia. Congratulazioni davvero a tutto il team, che ha fatto un lavoro fantastico. E siamo solo all'inizio!"

INFORMAZIONI AGGIUNTIVE:

Il giorno 11 Giugno 2020 il telescopio eROSITA ha completato la sua prima survey di tutto il cielo. Iniziato il 13 luglio 2019, a bordo del satellite SRG, il telescopio e' ora in orbita attorno al secondo punto lagrangiano (L2) del sistema Sole-Terra e osserva il cielo continuamente. Durante la prima ricognizione, ogni punto del cielo e' stato osservato da eROSITA per un tempo medio di 150-200 secondi. Le regioni vicine ai poli dell'eclittica, al punto di incontro delle circonferenze percorse da eROSITA durante lo "scan" del cielo, sono state osservate molte volte, per un totale di alcune ore. SRG continuera' la sua ricognizione del cielo per altri tre anni e mezzo, compiendo altre 7 survey del cielo.

eROSITA è lo strumento principale a bordo del satellite SRG, una missione scientifica russo-tedesca supportata dalla Agenzia Spaziale Russa (Roskosmos), nell'interesse della Accademia Russa delle Scienze rappresentata dall'Istituto di Ricerca Spaziale, (IKI), e dal Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR). Il satellite SRG è stato costruito da Lavochkin Association (NPOL) e sub-contractors, ed è operato da NPOL con il supporto del Max-Planck Institute for Extraterrestrial Physics (MPE).

Lo sviluppo e la costruzione dello telescopio eROSITA sono stati guidati dal Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics (MPE), con contributi del Dr. Karl Remeis Observatory Bamberg, University of Hamburg Observatory, Leibniz Institute for Astrophysics Potsdam (AIP), e Institute for Astronomy and Astrophysics of the University of Tübingen, con il supporto di DLR e della Max Planck Society. Alla preparazione scientifica dello strumento hanno partecipato anche Argelander Institute for Astronomy dell'Università di Bonn e la Ludwig-Maximilians-Universität Munich.

I dati eROSITA mostrati sono stati processati usando il software eSASS sviluppato dal consorzio tedesco di eROSITA.

Links:

pagina di eROSITA a MPE: <https://www.mpe.mpg.de/eROSITA>

Press Release: First Light <http://www.mpe.mpg.de/7362095/news20191022>

Press Release: Lancio di eROSITA <http://www.mpe.mpg.de/7319636/news20190621>

Account Twitter di eROSITA: @eROSITA_SRG

Contatti:

[Merloni, Andrea](#)

Senior Scientist [+49 \(0\)89 30000-3893](tel:+49(0)89300003893) [+49 \(0\)89 30000-3569](tel:+49(0)89300003569) am@...

[Predehl, Peter](#)

Senior Scientist [+49 \(0\)89 30000-3505](tel:+49(0)89300003505) [+4915112113639](tel:+4915112113639) [+49 \(0\)89 30000-3569](tel:+49(0)89300003569) ppredehl@...

[Nandra, Kirpal](#)

director [+49 \(0\)89 30000-3401](tel:+49(0)89300003401) [+49 \(0\)89 30000-3569](tel:+49(0)89300003569) knandra@...

1 All-sky

L'universo energetico visto da eROSITA.

La prima scansione di tutto il cielo di eROSITA è stata condotta in un periodo di 6 mesi, lasciando ruotare continuamente il telescopio e arrivando a una esposizione uniforme di circa 150-200 secondi sulla maggior parte del cielo, con i poli dell'eclittica visitati più frequentemente. Mentre eROSITA fotografa il cielo, misura anche l'energia dei fotoni con una accuratezza dell'ordine del 2-6%. Per generare questa immagine, nella quale l'intero cielo è proiettato su una ellisse (proiezione Aitoff) con il centro della Via Lattea al centro dell'immagine e il piano galattico lungo una striscia orizzontale, i fotoni raccolti sono stati colorati a seconda della loro energia (rosso per energie 0.3-0.6keV, verde per 0.6-1keV, blue per 1-2.3keV). L'immagine originale con una risoluzione di 10" e un range dinamico di più di un miliardo, è stata smussata (con una FWHM gaussiana di 1 arcmin).

L'emissione diffusa rossa che si vede lontano dal piano galattico è originata del gas caldo nelle immediate vicinanze del sistema solare (Local Bubble). Lungo il piano della galassia polvere e gas assorbono i fotoni di più bassa energia, e quindi solo le sorgenti che emettono fenomeni di più alta energia rimangono visibili, con il caratteristico colore blue. Il gas ancora più caldo vicino al centro galattico, mostrato in verde e giallo, porta con sé informazioni sulla storia dei processi più energetici avvenuti nella storia della Via Lattea, come esplosioni di Supernovae, che producono fontane di gas al di fuori del piano galattico, e possibilmente episodi di attività passata da parte del nostro buco nero supermassiccio, oggi silente. Da questo mezzo diffuso e turbolento si affacciano centinaia di migliaia di sorgenti X, che appaiono bianche nell'immagine, e distribuite uniformemente su tutto il cielo. Tra di loro vi sono Agn lontani (compresi alcuni la cui emissione ci giunge da un tempo in cui l'Universo aveva un decimo della sua età attuale) sono visibili come sorgenti puntiformi, mentre ammassi di galassie si presentano come nebulosità estese. In totale, circa un milione di sorgenti sono state rivelate in questa prima immagine di eROSITA di tutto il cielo, un bottino che terra' occupati i team per gli anni a venire.

© Jeremy Sanders, Hermann Brunner and the eSASS team (MPE); Eugene Churazov, Marat Gilfanov (on behalf of IKI)

2 Resti di Supernovae Remnants Vela e Puppis

La vicinanza alla Terra e la sua dimensione fisica rendono il resto di Supernova "Vela", mostrato nell'immagine, è uno degli oggetti più prominenti dell'intero cielo X. La Supernova Vela è esplosa circa 12000 anni fa, a una distanza di 800 anni luce e si sovrappone ad almeno altri due resti di Supernovae: Vela Junior (nell'immagine riprodotta come un anello blue in basso a sinistra) e Puppis-A (in alto a destra). Vela Junior è stata scoperta 20 anni fa, anche se indizi dell'esplosione sono stati ritrovati nei nuclei di ghiaccio polare. Tutte le tre esplosioni di supernovae hanno prodotto sia i resti di supernovae diffuse, sia le stelle di neutroni che brillano come sorgenti puntiformi e intense al centro dei resti. La qualità dei nuovi dati di eROSITA di questo "cimitero stellare" fornirà agli astronomi una nuova finestra per indagare i processi fisici che si svolgono nel plasma caldo delle supernovae e per esplorare il mondo esotico delle stelle di neutroni.

© Peter Predehl, Werner Becker (MPE)

3 Grande Nube di Magellano

Immagine a falsi colori della Grande Nube di Magellano(LMC), la galassia a noi più vicina. Mostrando un'area più grande di circa un fattore 100 di quella mostrata nella immagine di

“first light” di eROSITA, è possibile ora apprezzare l’intera galassia, e in particolare la popolazione di binarie X e le ricche strutture del gas diffuso che si origina dalla fase calda del mezzo interstellare. Le sorgenti più brillanti sono le stelle binarie X, le prime ad essere scoperte nella LMC agli albori dell’astronomia X insieme ai resti di Supernovae che possono essere risolti da eROSITA.

© Frank Haberl, Chandreyee Maitra (MPE)

4 Il superammasso di Shapley

Il superammasso di Shapley e’ la concentrazione piu’ massiccia di galassie nell’universo locale, a una distanza di circa 650 milioni di anni luce ($z \sim 0.05$). Ognuna della dozzina di strutture estese visibili nell’immagine è un ammasso di galassie, contenente tra le centinaia e le migliaia di galassie singole. Ogni ammasso denota l’intersezione dei filamenti che compongono la struttura a grande scala dell’Universo. Questa immagine e’ grande circa 22 gradi nel piano del cielo (più di 40 volte la dimensione della luna piena), che corrispondono a circa 180 milioni di anni luce alla distanza del superammasso di Shapley.

© Esra Bulbul, Jeremy Sanders (MPE)

5 Dust Scattering Ring

L’anello brillante al centro di questa immagine larga circa 7 gradi è stato scoperto da eROSITA nella sua ricognizione di questa area di cielo nel Febbraio 2020. L’anello è causato da raggi X deviati su una nube di polvere nel piano della Via Lattea. L’origine della radiazione X è il debole oggetto blue al centro dell’anello, che si pensa essere un buco nero circondato da una stella compagna. Un anno prima delle osservazioni eROSITA, i telescopi X attivi nel cielo hanno registrato un episodio di outburst: per un paio di settimane l’oggetto è stato circa 1000 volte più brillante di quanto sia attualmente. Durante il suo viaggio durato migliaia di anni, una frazione minuscola della radiazione emessa dal flare è stata deviata da una nube di polvere. I raggi X sono arrivati a noi un anno dopo quelli del flare, proprio come in un “eco”. Questo tempo extra di viaggio ha causato l’anello apparente, che continuerà a crescere con il tempo prima di divenire troppo debole per essere osservato. In passato erano già stati osservati altri anelli originati dall’incontro dei fotoni X con la polvere, ma quello mostrato nell’immagine - con un diametro angolare maggiore di più del doppio del diametro della Luna piena - e’ di gran lunga il più grande mai rivelato. Il modello dell’espansione dell’anello aiuterà a misurare con precisione la distanza dal sistema di buchi neri binari.

© Georg Lamer, Leibniz-Institut für Astrophysik Potsdam

6 Carina Nebula

La nebulosa Carina e il mezzo interstellare circostante visto da eROSITA (rosso: 0.2 - 0.5 keV, blue: 0.5 - 1.0 keV, verde: 1.0 - 2.0 keV). La nebulosa Carina è una delle nebulose più grandi e diffuse della Via Lattea e ospita un numero molar grande di stelle massicce e giovani. La stella più brillante (anche nei raggi X) è Eta Carinae, un sistema binario che consiste di due stelle massicce nelle quali si ha lo scontro dei venti stellari originati dalle stesse stelle. L’ emissione bluetta che si vede sulla sinistra e’ emissione X da un ammasso stellare aperto.

Credit: Manami Sasaki, Dr. Karl Remeis Observatory/FAU

eROSITA Factsheet

Telescopio eROSITA:

Inizio del progetto: 1 Aprile 2007 (approvazione dei finanziamenti da parte di DLR)

Inizio (“adozione”) della missione SRG: 18 Agosto 2009 (firma del contratto tra DLR e Roscosmos)

Specchi: 7 (con 54 mirror shells ognuno)

Mirror shell smoothness: ~ 0.3 nm

Camere: 7 pnCCDs con 384 x 384 pixels ognuna

Campo di vista: ~ 1 grado in diametro

Temperatura di funzionamento: circa -85°C

Intervallo energetico: 0.2-8 keV

Lancio: 13 Luglio 2019

Inizio delle operazioni di commissioning: 22 Agosto 2019

Inizio delle operazioni di tutte le 7 camere contemporaneamente: 13 Ottobre 2019

Orbita: orbita circolare attorno a L2

Satellite: Spectrum-Roentgen-Gamma (insieme al telescopio ART-XC)

eRASS-1: First SRG/eROSITA All-Sky Survey

Inizio: 13 December 2019

Fine: 11 June 2020

Giorni per completare l’immagine di tutto il cielo: 182

Data scaricati (solo eROSITA): ~ 165 Gb

Number di comandi mandati (solo eROSITA): >15000 (TBD)

Fotoni raccolti: ~ 400 milioni (nell’intervallo energetico 0.12-5 keV)

Esposizione media: 180 secondi

Sorgenti rivelate: 1.1 Milioni

Popolazioni di sorgenti rivelate (approssimativo):

- 77% Nuclei Galattici Attivi
- 20% stelle con corone calde e magnetiche
- 2 % ammassi di galassie
- altre: binarie X brillanti, resti di Supernovae, regioni di formazione stellare estese, transiente (e.g. Gamma-Ray Bursts)