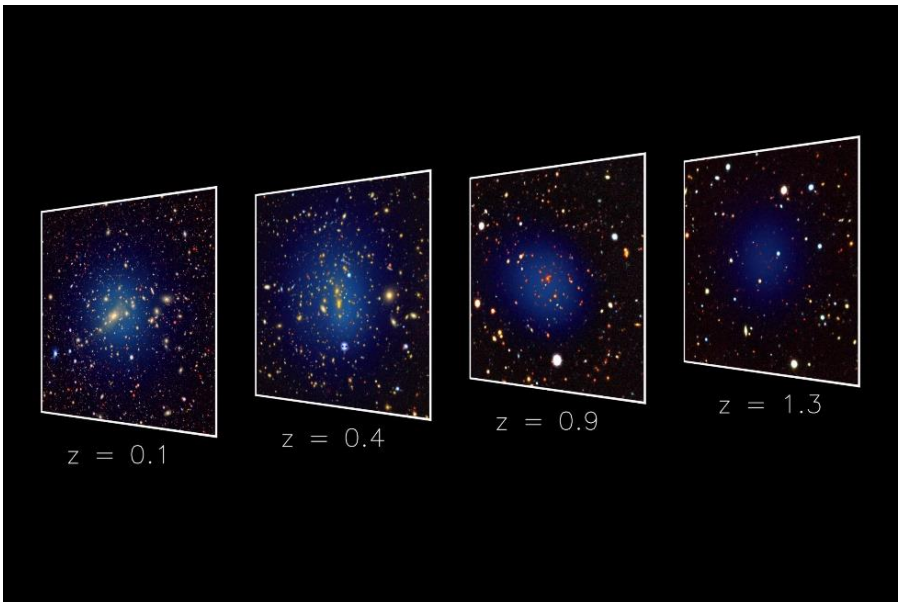
* NOVA *

N. 2518 - 26 FEBBRAIO 2024

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

# NUOVO STUDIO DI eROSITA SULL'EVOLUZIONE DEGLI AMMASSI DI GALASSIE

*Un nuovo studio sull'evoluzione degli ammassi di galassie, le strutture più grandi dell'universo, ha fornito misure precise del contenuto totale di materia nell'universo e del modo in cui la materia si raggruppa. I risultati confermano il modello cosmologico standard e alleviano la cosiddetta tensione S8. L'analisi si basa su uno dei più grandi cataloghi di ammassi e superammassi di galassie ottenuto grazie al telescopio eRosita.*
*Da* MEDIA INAF *del 23 febbraio 2024 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Maura Sandri.*

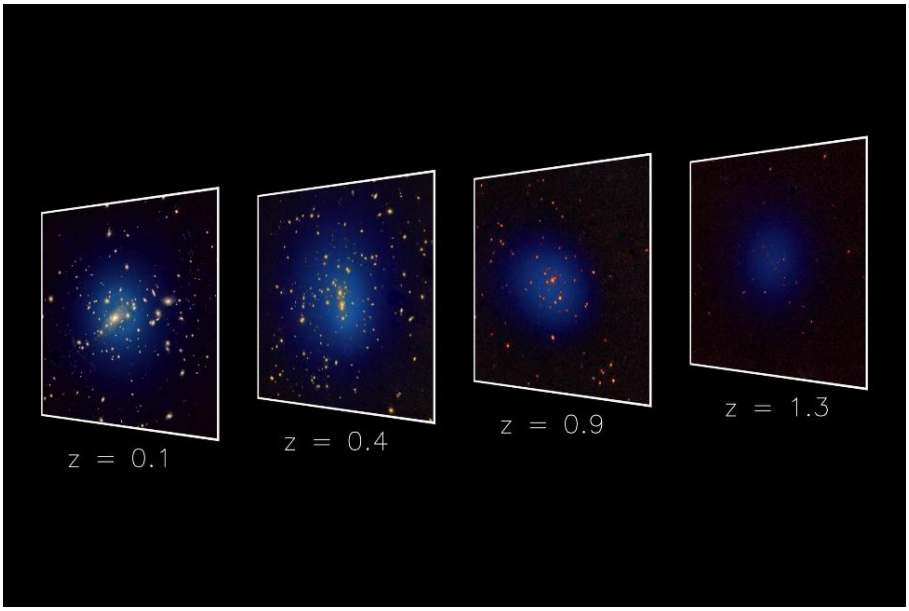



Immagini ottiche che mostrano le galassie in direzione di quattro ammassi di galassie a distanze diverse. L'emissione di raggi X del gas caldo negli ammassi è mostrata in blu. Crediti: M. Kluge, C. Garrel; optical image: Legacy Survey DR10, X-ray: eRosita

Lo studio dell'evoluzione degli ammassi di galassie, le strutture più grandi dell'universo, ha fornito misure precise del **contenuto totale di materia** e del **modo in cui si raggruppa**. Questo è quanto sostengono gli scienziati del consorzio tedesco **eRosita**, guidato dal Max Planck Institute for Extraterrestrial Physics (Mpe) e con la partecipazione dell'Università di Bonn, in un articolo sottomesso alla rivista *Astronomy and Astrophysics*. I loro risultati confermano il modello cosmologico standard e alleviano la cosiddetta **tensione S8**, legata alla apparente discrepanza tra la crescita delle strutture stimata dal lensing gravitazionale debole e dalle anisotropie del fondo cosmico a microonde (Cmb). L'analisi si basa su uno dei più grandi cataloghi di ammassi e superammassi di galassie, pubblicato contestualmente allo studio in questione.
eRosita è un telescopio spaziale a raggi X a bordo del satellite Spectrum-RG, lanciato nel luglio 2019. Due settimane fa, il consorzio tedesco eRosita ha pubblicato i dati della prima *survey all-sky*. L'obiettivo principale della *survey* è quello di comprendere meglio la cosmologia attraverso la misurazione della crescita nel tempo cosmico degli ammassi di galassie. Tracciando l'evoluzione degli ammassi **attraverso**


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.astrofilisusa.it

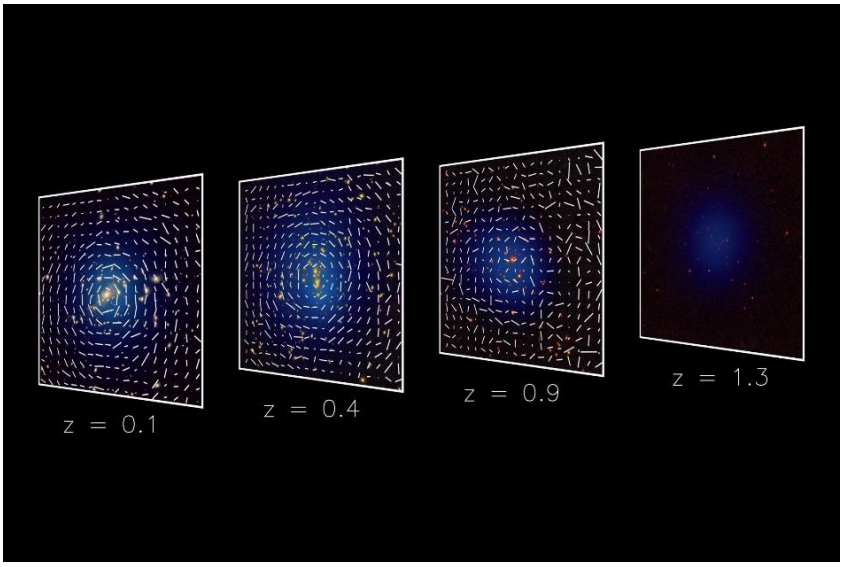
**i raggi X emessi dal gas caldo** rilevati da eRosita, e misurando la massa di questi ammassi attraverso il *lensing* gravitazionale debole (o *weak lensing*), sono state effettuate misure precise e accurate sia della quantità totale di densità di materia nell'universo sia della sua *clumpiness*, o grumosità. Mentre in passato le misurazioni della *clumpiness* effettuate con tecniche diverse – in particolare il fondo cosmico a microonde e il cosiddetto *cosmic shear* (la distorsione delle immagini di galassie lontane dovuta all'effetto di lente gravitazionale debole da parte della struttura a grande scala dell'universo) – apparivano incoerenti tra loro, le misure di eRosita mostrano ora una **coerenza con i risultati ottenuti dal Cmb**.




Come sopra, ma mostrando solo le galassie che ci si aspetta di trovare nei rispettivi ammassi (e non in quelli di primo piano o di sfondo). Crediti: M. Kluge, C. Garrel; optical image: Legacy Survey DR10, X-ray: eRosita

Secondo il modello cosmologico standard, l'universo primordiale era un mare estremamente caldo e denso di fotoni e particelle. Nel corso del tempo cosmico, piccole variazioni di densità si sono trasformate nelle grandi galassie e negli ammassi di galassie che vediamo oggi. Le osservazioni di eRosita mostrano che la materia (visibile e oscura) costituisce il 29 per cento del bilancio totale di massa/energia dell'universo, in ottimo accordo con i valori ottenuti dalle misure della radiazione di fondo cosmico a microonde, emessa quando l'universo è diventato trasparente.

Oltre a misurare la densità totale di materia nell'universo, eRosita ha misurato anche la *clumpiness* della distribuzione di materia, descritta attraverso il cosiddetto **parametro S8**. Come accennato all'inizio, la tensione S8 nasce dal fatto che gli esperimenti sul Cmb misurano un valore di S8 più alto rispetto, ad esempio, alle indagini sul *cosmic shear*. Se non si riesce a risolvere questa tensione, occorre chiamare in causa una nuova fisica. Ma eRosita ha fatto proprio questo: «eRosita ci dice che l'universo si è comportato come ci si aspettava nel corso della storia cosmica», afferma **Vittorio Ghirardini**, ricercatore post-dottorato presso l'Mpe che ha guidato lo studio cosmologico. «Non c'è alcuna tensione con la Cmb: forse i cosmologi possono rilassarsi un po'».
Una componente importante dell'analisi è rappresentata dalle misurazioni del *lensing* gravitazionale debole. Questo effetto descrive le distorsioni coerenti impresse alle forme osservate delle galassie lontane quando i loro raggi di luce attraversano il campo gravitazionale delle strutture in primo piano. Mentre gli studi sul *cosmic shear* sondano l'effetto lungo direzioni casuali, questo può essere misurato anche in prossimità di ammassi di galassie per stimarne le masse. Il team di eRosita ha condotto tali misure incorporando i dati di tre *survey* attuali di *lensing* gravitazionale debole: la Dark Energy Survey (Des), la Hyper Suprime Cam Survey (Hsc) e la Kilo-Degree Survey (KiDs). Queste misure calibrano la relazione tra il segnale a raggi X di eRosita e la massa dell'ammasso, permettendo così il confronto con le previsioni dei modelli cosmologici.




Come le altre due immagini, ma con l'aggiunta della distorsione media misurata delle immagini delle galassie di fondo, causata dal debole effetto di lente gravitazionale che permette di "pesare" gli ammassi. Crediti: M. Kluge, C. Garrel, S. Grandis; optical image: Legacy Survey DR10, weak lensing: Dark Energy Survey (DES), X-ray: eROSITA

L'analisi della *survey* di *weak lensing* KiDS e il confronto dettagliato tra tutte e tre le *survey* sono presentati in un articolo guidato da **Florian Kleinebreil**, dottorando nel gruppo di Tim Schrabback. «Sono orgoglioso del team di *weak lensing* che ha svolto un lavoro eccellente nel fornire l'analisi di tutte e tre le principali *survey* di *weak lensing* per la calibrazione della massa degli ammassi di eRosita, che ha permesso di ottenere questi vincoli cosmologici; qualcosa che non è mai stato raggiunto prima», afferma **Thomas Reiprich** dell'Università di Bonn.

«Abbiamo scoperto che le tre *survey* di *lensing* forniscono **vincoli di massa coerenti per gli ammassi di eRosita**, fornendo un importante test di coerenza per l'analisi complessiva», spiega Kleinebreil. «L'analisi completata dimostra l'eccezionale potere di vincolo cosmologico fornito dalle analisi combinate di campioni di ammassi di galassie all'avanguardia e dalle *survey* di *lensing* debole. È interessante notare che questo campo progredirà ulteriormente nei prossimi anni, anche grazie all'arrivo di programmi di *weak lensing* di nuova generazione, tra cui quello condotto dal nuovo telescopio spaziale Euclid dell'Esa», conclude Schrabback.

E non è tutto. Gli oggetti più grandi dell'universo portano con sé anche informazioni sulle particelle più piccole: i neutrini, particelle leggerissime quasi impossibili da rilevare. Grazie all'abbondanza degli aloni di materia oscura più grandi dell'universo, i risultati di eRosita forniscono la misura combinata della massa dei neutrini più stretta mai ottenuta finora da un satellite cosmologico.

**Maura Sandri**

https://www.media.inaf.it/2024/02/23/erosita-tensione-cosmologica/

Leggi su *arXiv* il pre-print dell'articolo "The SRG/eROSITA All-Sky Survey: Cosmology Constraints from Cluster Abundances in the Western Galactic Hemisphere" di V. Ghirardini, E. Bulbul, E. Artis, N. Clerc, C. Garrel, S. Grandis, M. Kluge, A. Liu, Y. E. Bahar, F. Balzer, I. Chiu, J. Comparat, D. Gruen, F. Kleinebreil, S. Krippendorf, A. Merloni, K. Nandra, N. Okabe, F. Pacaud, P. Predehl, M. E. Ramos-Ceja, T. H. Reiprich, J. S. Sanders, T. Schrabback, R. Seppi, S. Zelmer, X. Zhang, W. Bornemann, H. Brunner, V. Burwitz, D. Coutinho, K. Dennerl, M. Freyberg, S. Friedrich, R. Gaida, A. Gueguen, F. Haberl, W. Kink, G. Lamer, X. Li, T. Liu, C. Maitra, N. Meidinger, S. Mueller, H. Miyatake, S. Miyazaki, J. Robrade, A. Schwope, I. Stewart

Leggi su *arXiv* il pre-print dell'articolo "The SRG/eRosita All-Sky Survey: Weak-Lensing of eRASS1 Galaxy Clusters in KiDS-1000 and Consistency Checks with DES Y3 & HSC-Y3" di Florian Kleinebreil, Sebastian Grandis, Tim Schrabback, Vittorio Ghirardini, I-Non Chiu, Ang Liu, Matthias Kluge, Thomas H. Reiprich, Emmanuel Artis, Emre Bahar, Fabian Balzer, Esra Bulbul, Nicolas Clerc, Johan Comparat, Christian Garrel, Daniel Gruen, Xiangchong Li, Hironao Miyatake, Satoshi Miyazaki, Miriam E. Ramos-Ceja, Jeremy Sanders, Riccardo Seppi, Nobuhiro Okabe, Xiaoyuan Zhang

Leggi su *arXiv* il pre-print dell'articolo "The SRG/eROSITA All-Sky Survey: First catalog of superclusters in the western Galactic hemisphere" di A. Liu, E. Bulbul, M. Kluge, V. Ghirardini, X. Zhang, J.S. Sanders, E. Artis, Y.E. Bahar, F. Balzer, M. Brueggen, N. Clerc, J. Comparat, C. Garrel, E. Gatuzz, S. Grandis, G. Lamer, A. Merloni, K. Migkas, K. Nandra, P. Predehl, M.E. Ramos-Ceja, T.H. Reiprich, R. Seppi, S. Zelmer