

INAUGURATO QUBIC, UN MODO NUOVO DI STUDIARE L'UNIVERSO PRIMORDIALE



È stato inaugurato il 23 novembre in Argentina il telescopio QUBIC (Q&U Bolometric Interferometer for Cosmology), uno strumento innovativo che osserverà il fondo cosmico a microonde, l'eco residua del big bang, da un sito desertico di alta quota, a 5.000 metri, sulle Ande argentine, vicino alla località San Antonio de Los Cobres. Il progetto vede l'Italia protagonista grazie ai contributi scientifici e tecnologici forniti dall'INFN e dalle Università degli Studi di Milano, Milano Bicocca, Roma Tor Vergata e Sapienza Università di Roma.

QUBIC si concentrerà sulla misura del segnale prodotto dall'interazione delle onde gravitazionali primordiali con la radiazione elettromagnetica che permea l'universo. Dopo il suo sviluppo e integrazione nei laboratori europei delle Università e degli enti di ricerca coinvolti nella collaborazione, QUBIC è arrivato in Argentina, nella città di Salta, nel luglio 2021, dove è stato calibrato e testato in laboratorio. I risultati di queste attività sono riportati in otto articoli apparsi sul Journal of Cosmology and Astroparticle Physics ad aprile di quest'anno, e hanno confermato il corretto funzionamento dello strumento e dell'interferometria bolometrica, ossia la tecnica di nuova concezione su cui si baseranno le osservazioni di QUBIC, che combina l'elevatissima sensibilità dei rivelatori bolometrici raffreddati quasi allo zero assoluto ($-273\text{ }^{\circ}\text{C}$) con la precisione degli strumenti interferometrici. L'obiettivo di osservare i debolissimi effetti di polarizzazione nelle microonde originatesi nelle primissime fasi dell'espansione dell'universo dopo il big bang, ovvero la direzione in cui il campo elettromagnetico a esse associato oscilla mentre si propaga, ha reso necessario sviluppare e realizzare uno strumento complesso e unico nel suo genere. La misura di un segnale così debole verrà ritenuta esente da errori sistematici solo se si avranno risultati consistenti provenienti da strumenti molto diversi, e per questo motivo QUBIC, unico interferometro bolometrico, rappresenta una risorsa insostituibile nello studio dei primi attimi di vita dell'universo. Grazie alle capacità multispettrali e di autocalibrazione, QUBIC produrrà dati del tutto originali e complementari a quelli degli altri esperimenti, offrendo ai ricercatori innumerevoli possibilità di controllo incrociato e quindi una robustezza senza pari dei risultati.

L'efficacia di QUBIC e del metodo di misura impiegato per studiare l'universo primordiale sono state verificate dalla collaborazione nel corso del lungo periodo compreso tra i primi test condotti nel laboratorio APC Astroparticule et Cosmologie di Parigi, e l'arrivo dello strumento in Argentina, nel laboratorio di Salta, dove sono state effettuate le prime osservazioni del cielo. L'installazione dell'esperimento a San Antonio de Los Cobres, avvenuta durante il mese di ottobre, sancisce quindi un successo che giunge al termine di un periodo di lunga preparazione e che consentirà, grazie alla straordinaria trasparenza e stabilità dell'atmosfera del sito di osservazione, di iniziare misure ultrasensibili.

Le prime misure dovranno dimostrare 'sul campo' l'efficacia dell'interferometria bolometrica osservando sorgenti astronomiche. Approssimativamente fra un anno, lo strumento verrà reso ancora più competitivo, aumentando il numero di antenne e rivelatori, in modo da poter eseguire le misure di interesse cosmologico entro tre anni.

Il contributo italiano è stato fondamentale per lo sviluppo dello strumento, e continuerà a esserlo nelle fasi successive

dell'esperimento. Lo strumento è ospitato in un criostato, realizzato nei laboratori della Sapienza e della Sezione dell'INFN di Roma, capace di raffreddare vicino allo zero assoluto non solo i rivelatori, ma anche tutto il sistema ottico dell'interferometro. Lo stesso gruppo ha realizzato anche il sistema crio-meccanico che permette di misurare lo stato di polarizzazione della radiazione. Italiane sono anche altre componenti criogeniche, che lavorano a una temperatura inferiore a $-270\text{ }^{\circ}\text{C}$, come le avanzatissime antenne corrugate che raccolgono la radiazione dal cielo, realizzate nei laboratori dell'Università e della Sezione INFN di Milano Statale, mentre le ottiche che la focalizzano sui rivelatori e il sistema di otturatori che permette di variare la configurazione dell'interferometro e di autocalibrarlo sono realizzate dall'Università e dalla Sezione INFN di Milano Bicocca. QUBIC è il risultato della collaborazione di 130 ricercatori, ingegneri e tecnici in Francia, Italia, Argentina, Irlanda e Regno Unito.