

Qubic, un nuovo modo di studiare l'universo primordiale

La collaborazione internazionale di 130 ricercatori in Francia, Italia, Argentina, Irlanda e Regno Unito ha portato alla realizzazione in Argentina di un telescopio per lo studio dell'universo attraverso la tecnica innovativa dell'interferometria bolometrica, che combina la precisione degli strumenti interferometrici con l'elevatissima sensibilità dei rivelatori raffreddati quasi allo zero assoluto (-273 °C) e capaci di misurare l'energia della radiazione del fondo cosmico trasformandola in calore. Gli articoli pubblicati oggi su "Journal of Cosmology and Astroparticle Physics".

Milano, 21 aprile 2022 - Escono oggi, giovedì 21 aprile, su un numero speciale della rivista "Journal of Cosmology and Astroparticle Physics", otto articoli a firma della collaborazione internazionale **QUBIC (Q&U Bolometric Interferometer for Cosmology)**, che sta realizzando in Argentina un **telescopio per lo studio dell'universo** appena nato che si avvarrà di una tecnica innovativa.

QUBIC, infatti, osserverà e mapperà le proprietà del fondo cosmico a microonde, l'eco residua del Big Bang, concentrandosi sulla misura di particolari componenti dell'orientamento dell'oscillazione delle microonde della radiazione cosmica di fondo sul piano del cielo (polarizzazione), denominate modi-B, indicative delle possibili perturbazioni indotte dalle onde gravitazionali generate nei primi istanti di vita dell'universo. Il progetto vede l'Italia protagonista grazie ai contributi scientifici e tecnologici forniti **dall'INFN (Istituto Nazionale di Fisica Nucleare) e dalle Università di Milano Statale, Milano-Bicocca, Università di Roma "Tor Vergata" e Sapienza Università di Roma**. QUBIC osserverà il cielo a partire dalla fine del 2022, da un sito desertico di alta quota (5000 m) in Argentina, vicino alla località San Antonio de Los Cobres.

Dopo il suo sviluppo e l'integrazione avvenuta presso i 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 si sta procedendo alle fasi finali di calibrazione e di test in laboratorio. I risultati di queste attività, presentati negli otto articoli apparsi su 'Journal of Cosmology and Astroparticle Physics, 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 raffreddati quasi allo zero assoluto (-273 °C) e capaci di misurare l'energia della radiazione del fondo cosmico trasformandola in calore (bolometri), con la precisione degli strumenti interferometrici.

"QUBIC è uno strumento originale ed estremamente complesso: per questo era necessario pubblicare in anticipo tutti i dettagli del suo hardware e delle nuove metodologie di sfruttamento dei dati raccolti. Inoltre, con queste lunghe ed esaustive calibrazioni abbiamo dimostrato in laboratorio l'efficienza di QUBIC come interferometro bolometrico. È un passo essenziale per le successive misure di interesse per la cosmologia e la fisica fondamentale", spiega Silvia Masi, docente presso Sapienza Università di Roma e ricercatrice INFN, che coordina la partecipazione italiana all'esperimento.

Grazie alla sua estrema sensibilità, che consentirà di distinguere i dettagli di ciascuno dei 'pixel' in cui sarà suddivisa la mappa celeste, QUBIC potrà discriminare i modi-B dai segnali generati dalle altre sorgenti del cielo, fornendo una prova diretta della teoria dell'inflazione. Questa è oggi la teoria di riferimento per la descrizione di ciò che sarebbe avvenuto nei primi istanti dell'universo, sviluppata negli anni '80 per spiegare alcune caratteristiche dell'universo, fra cui la 'piattezza' e l'estrema omogeneità dello spaziotempo.

Secondo la teoria dell'inflazione, la rapidissima fase di espansione dell'universo subito dopo il Big Bang, durata meno di un centomillesimo di miliardesimo di miliardesimo di miliardesimo di secondo (circa 10^{-32} secondi), avrebbe lasciato un debole fondo di onde gravitazionali, che a loro volta avrebbero prodotto particolari debolissime tracce, detti modi-B, nella polarizzazione del fondo cosmico di microonde. In pratica, le onde elettromagnetiche del fondo cosmico non oscillerebbero in direzioni casuali. Sarebbero invece leggermente preferite direzioni che in cielo formano un disegno vorticoso.

Alla precisione delle misure che saranno effettuate da QUBIC contribuiranno inoltre la limpidezza e l'assenza di umidità che contraddistinguono l'aria del sito di Alto Chorrillo in cui sarà installato il telescopio, a circa 5000 metri sul livello del mare, **sul plateau La Puna nell'Argentina settentrionale**, vicino alla cittadina di San Antonio de los Cobres, nella provincia di Salta.

"QUBIC verrà portato nel sito di Alto Chorrillo entro pochi mesi. Le prime misure dimostreranno l'efficienza del nuovo metodo dell'interferometria bolometrica per la prima volta osservando sorgenti astronomiche. Lo strumento verrà poi completato inserendo un maggiore numero di rivelatori, in modo da poter eseguire le misure di interesse cosmologico entro tre anni. La strada è lunga, e QUBIC si presenta come estremamente originale e complementare a tutti gli altri che cercano di misurare questo elusivo segnale primordiale", illustra **Aniello Mennella**, ricercatore INFN e docente all'Università di Milano.

La ricerca dei modi-B rappresenta una sfida formidabile e centrale per fisici e astrofisici. Il segnale da misurare è così debole da richiedere rivelatori ultrasensibili e telescopi di grande precisione, anche per rimuovere, durante l'analisi dati, altri segnali polarizzati di origine locale che potrebbero confondere la misura. Le misure di QUBIC saranno perciò contemporanee a quelle di una mezza dozzina di altri esperimenti nel mondo che hanno lo stesso obiettivo scientifico. A differenza di questi ultimi, che producono immagini direttamente tramite telescopi a singola apertura, **QUBIC sarà l'unico strumento a effettuare osservazioni raccogliendo le microonde da molte aperture e facendole interferire.**

"La misura di un segnale così debole", dice **Mario Zannoni**, ricercatore INFN e docente all'Università di Milano-Bicocca, *"verrà ritenuta esente da errori sistematici solo se si avranno risultati consistenti provenienti da strumenti molto diversi. Proprio per questo motivo QUBIC, unico interferometro bolometrico, rappresenta una risorsa insostituibile nella ricerca dei modi-B e nello studio dei primi attimi dell'universo"*. Grazie alle capacità multispettrali e di autocalibrazione, *"QUBIC produrrà dati del tutto originali e complementari a quelli degli altri esperimenti, offrendo agli analisti innumerevoli possibilità di controllo incrociato e quindi una robustezza ineguagliabile dei risultati"*, conclude **Giancarlo De Gasperis**, ricercatore INFN e docente all'Università di Roma "Tor Vergata".

QUBIC è il risultato della collaborazione di 130 ricercatori, ingegneri e tecnici in Francia, Italia, Argentina, Irlanda e Regno Unito. Lo strumento è stato integrato a Parigi presso i laboratori APC nel 2018 e calibrato durante il 2019-2021.

Il contributo italiano è stato fondamentale per lo sviluppo dello strumento, e continuerà ad esserlo nelle fasi successive dell'esperimento. **Lo strumento è ospitato in un criostato**, progettato e costruito nei laboratori della Sapienza e della Sezione di Roma dell'INFN, 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 ruotare i componenti ottici all'interno del criostato per misurare lo stato di polarizzazione della radiazione. Italiane sono anche altre componenti criogeniche, che lavorano a una temperatura inferiore a -270 °C, come le avanzatissime antenne corrugate che selezionano i fotoni da far interferire, realizzate nei laboratori dell'Università e della Sezione INFN di Milano Statale, mentre le ottiche che focalizzano i fotoni 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 di Milano Bicocca. L'Università di Roma "Tor Vergata" e la Sezione INFN di Roma2 contribuisce invece allo sviluppo del complesso software di analisi dei dati.

Per maggiori informazioni:

- Pagina web di QUBIC: <http://qubic.in2p3.fr/wordpress/>
- Numero speciale di JCAP (Journal of Cosmology and Astroparticle Physics): <https://iopscience.iop.org/journal/1475-7516/page/Special%20Issues>
- Video <https://f.io/G-WVKNbU> - credits: Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA)

Contatti:

Matteo Massicci

Istituto Nazionale di Fisica Nucleare
Ufficio Comunicazione
06 68400361 / +39 333 47 53 263
matteo.massicci@presid.infn.it

Sabina Simeone

Università di Roma Tor Vergata
Ufficio Stampa di ateneo
+39 339 6695216
sabina.simeone@uniroma2.it

Alessandra Bomben

Sapienza Università di Roma
Settore Ufficio stampa e comunicazione
+ 39 366 9243921
stampa@uniroma1.it

Maria Antonietta Izzinosa

02 6448 6076 / 3386940206
Veronica D'Uva
02 6448 6373 / 3351685364
Ufficio stampa Università di Milano-Bicocca
ufficio.stampa@unimib.it

Anna Cavagna

Università Statale di Milano
Ufficio Stampa
02.5031.2983 / 334.6866587
ufficiostampa@unimi.it