

La ricerca da pallone a Ny-Ålesund

Stefano Cortiglioni

Istituto di Astrofisica Spaziale e Fisica Cosmica (IASF) del CNR di Bologna

Uno dei principali obiettivi dell'astrofisica ed in particolare della comunità scientifica di cosmologia è di scoprire la nascita, l'evoluzione ed il destino del nostro universo. In particolare ciò è possibile studiando i fotoni della radiazione cosmica di fondo (CMB), il residuo del Big Bang, che dopo l'ultima l'interazione con gli elettroni liberi avvenuta circa 300.000 dopo la sua nascita, si sono propagati fino a noi in maniera quasi indisturbata. La Figura 1 sintetizza l'evoluzione dell'Universo così come è stato possibile ricostruirla con i dati disponibili ad oggi.

Questi fotoni in realtà portano una sorta di *imprinting* e studiandoli si può risalire all'immagine dell'universo quando era ben diverso dall'attuale, cioè molto più caldo e più denso di quello di oggi, che ai nostri occhi appare fatto sostanzialmente di sorgenti discrete.

Ci sono molti gruppi di ricerca italiani coinvolti in vari programmi quali:

- SPORt dell'ASI per la stazione spaziale internazionale
- BaR-SPORT dell'ASI per la ricerca da pallone stratosferico
- Planck (ESA satellite)
- BOOMERanG/B2K che è un programma ASI-NASA per la ricerca da pallone stratosferico
- Olimpo dell'ASI per la ricerca da pallone stratosferico.

Sono tutti programmi interessati ad esplorare la storia dell'evoluzione del nostro universo. In effetti i programmi da pallone hanno portato al primo grande risultato, ci hanno fornito quella che è la fotografia dell'universo di circa 15 miliardi di anni fa: le osservazioni fatte da BOOMERanG nel 98 hanno fornito dati che hanno permesso di ricostruire questa immagine. Un evento importantissimo che ha tra l'altro rilanciato l'importanza dello strumento "pallone stratosferico" per fare questo tipo di attività.

La Figura 2 riporta gli spettri angolari della anisotropia e della polarizzazione della CMB da cui si attingono le informazioni sui parametri che caratterizzano l'Universo. E' evidente come ci si trovi di fronte ad una *degenerazione* di alcuni parametri cosmologici quando si studi il solo spettro delle anisotropie, in quanto esso è insensibile alla variazione di alcuni di questi parametri, quali ad esempio le condizioni in cui è avvenuta una seconda ionizzazione. Questa degenerazione può essere rimossa solo studiando anche lo spettro della polarizzazione, sia alle grandi scale angolari (bassi l) che alle piccole scale angolari (alti l), in quanto come si vede esso è fortemente influenzato al variare di alcune condizioni.

L'osservazione delle grandi scale angolari richiede osservazioni di ampie regioni di cielo che sono possibili solo dallo spazio, mentre l'osservazione delle piccole scale angolari può avvenire anche da terra o da pallone. Le osservazioni da terra soffrono però del rumore prodotto dalla atmosfera, che con certe tecniche osservative può essere in parte rimosso. E' comunque necessario operare da siti in cui l'emissione atmosferica e le sue fluttuazioni siano minime. La situazione è sensibilmente migliore a quote stratosferiche, raggiungibili con palloni capaci di portare la strumentazione necessaria alla quota di 35-40 Km. I voli di pallone, possono costituire sostanzialmente un approccio relativamente poco costoso e più veloce rispetto alle missioni spaziali e possono esserne considerati i precursori. Essi permettono di verificare, in condizioni per certi versi simili allo spazio, le tecnologie che andranno poi ad essere utilizzate

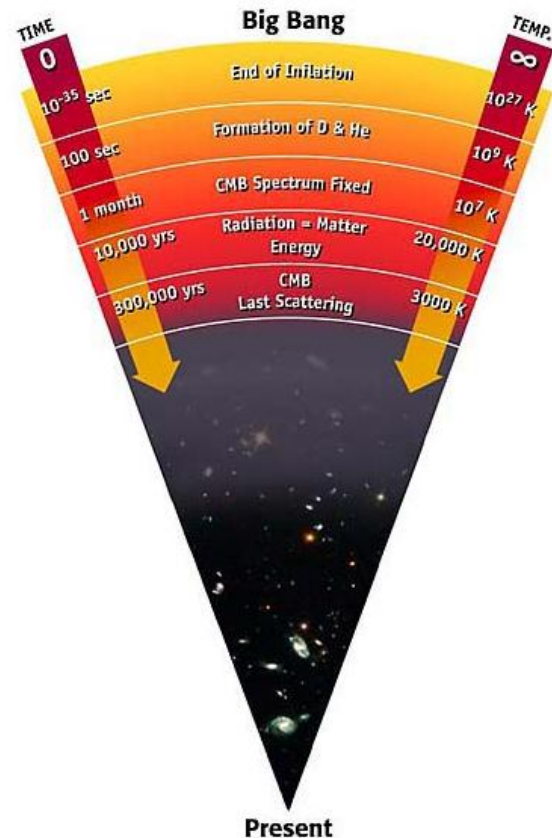


Figura 1. Schema evolutivo dell'Universo

nelle prossime missioni dallo spazio. La maggior limitazione dei voli da pallone sta nella durata, che in condizioni standard non supera le 24-48 ore, insufficiente per ottenere tempi di integrazione e sensibilità richieste dalle misure di CMB.

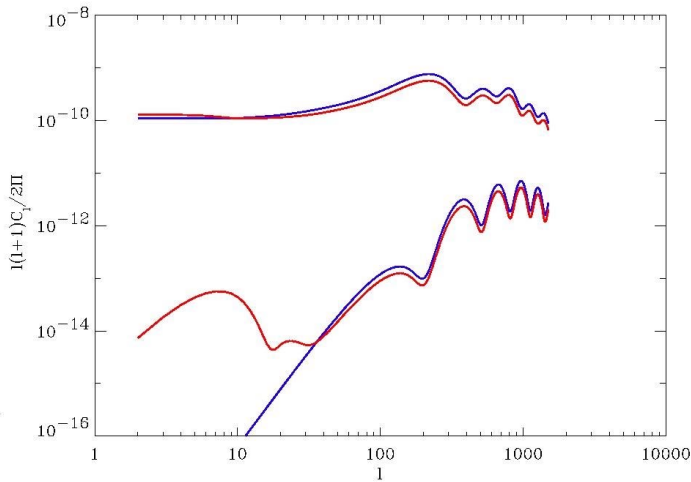
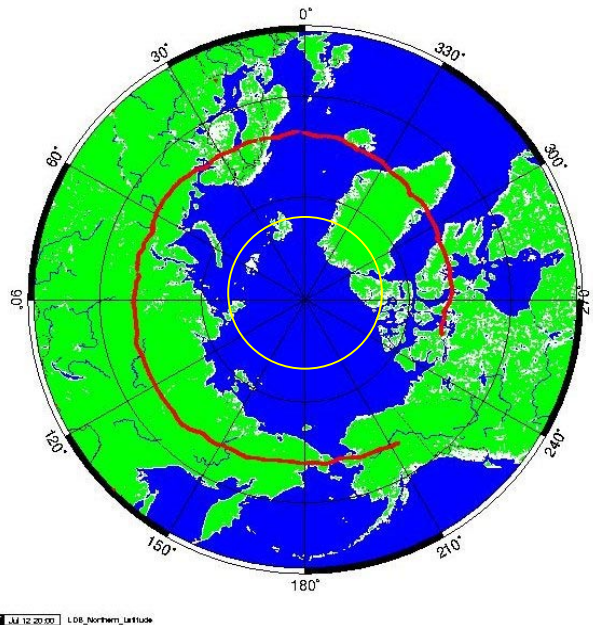


Figura 2. Gli spettri angolari di anisotropia (sopra) e di polarizzazione (sotto) della CMB nel caso (rosso) e non (blu) di seconda ionizzazione.

Le regioni Artiche ed Antartiche, per la presenza del vortice polare, consentono ai palloni di mantenere una traiettoria quasi circolare una volta arrivati alla quota di galleggiamento (35-40 Km). Questa condizione permette al pallone, ed al relativo carico scientifico, di galleggiare per lungo tempo senza allontanarsi eccessivamente dalla zona di lancio, favorendo così il controllo ed il recupero degli strumenti (Fig. 3). I voli effettuati in queste condizioni offrono la possibilità di raggiungere tempi di osservazione di alcune settimane e sono detti *Long Duration Balloons* (LDB). Gli LDB rendono possibili esperimenti in molte aree scientifiche, dall'astrofisica alle scienze naturali, anche per la considerevole capacità di carico che

può raggiungere i 2500-3000 Kg. Va inoltre considerato che questi palloni devono attraversare 35-40 Km di atmosfera per raggiungere la quota di galleggiamento e durante questo percorso possono essere acquisiti dati atmosferici. Una volta raggiunta la quota di galleggiamento poi, la terra e l'atmosfera possono essere osservate dall'alto per alcune settimane e coprendo aree rilevanti. Ciò offre intrinsecamente la possibilità di effettuare LDB con a bordo strumentazione di vario genere: i grossi strumenti dell'astrofisica possono ospitare facilmente strumentazione più piccola per esperimenti ad esempio di biologia o di fisica dell'atmosfera. I dati atmosferici possono essere eventualmente utilizzati per analizzare i dati astrofisici, per i quali l'atmosfera costituisce un fondo da eliminare. L'Antartide e l'Artide offrono inoltre un'altra grossa opportunità per gli studi di CMB in termini di cielo osservabile, in quanto permettono l'osservazione di alte latitudini galattiche altrimenti inaccessibili con lanci da medie latitudini.

In questo contesto Ny-Ålesund offre buone possibilità per quello che riguarda la logistica, l'accesso e l'ambiente, e si presta anche per osservazioni preliminari da terra. E' possibile un alto livello di sinergia tra i gruppi che operano per i lanci LDB e quelle che operano già a Ny-Ålesund da diverso tempo. Infatti gli esperimenti da pallone Italiani porteranno a Ny-Ålesund esperti in astrofisica, radioastronomia, elettronica, criogenia, meccanica, informatica che potranno interagire con quelli che già operano nella comunità scientifica di Ny-Ålesund. Affinchè questo avvenga è necessario che ci sia un impegno del CNR a garantire il supporto logistico e



GMT_MU_12-20-00 LDB_Northern_Latitude

Figura 3. Alcuni esempi di traiettorie di voli LDB: il tracciato giallo rappresenta una traiettoria ideale per un lancio dalle Isole Svalbard.

finanziario, ma è necessario anche che ci sia l'impegno dell'Agenzia Spaziale Italiana ad iniziare un programma di LDB.

D'altra parte ASI sta supportando ben 3 esperimenti che necessitano di voli LDB:

- o BaR-SPOrt e BOOMERanG/B2K per lo studio della polarizzazione della CMB
- o Olimpo per lo studio dell'interazione fra i fotoni della CMB e la materia dei *cluster* di galassie.

Nel settembre 2002 è stato effettuato un sopralluogo a Ny-Ålesund, in accordo tra ASI e CNR, per verificare l'esistenza delle condizioni necessarie per LDB, trattandosi non di palloni sonda bensì di palloni da circa 1 milione di m³ (che in quota raggiungono un diametro di oltre 100 m). Il risultato è stato positivo ed ha consentito anche una prima interazione con la comunità scientifica locale, ad esempio con i ricercatori dell'Alfred Wegener Institute che usano tecnologie simili a quelle impiegate in BaR-SPOrt, con cui sarà possibile attivare una proficua collaborazione scientifica.

E' stata anche verificata la concreta possibilità di far operare a terra la strumentazione di BaR-SPOrt, che pur se pensato per operare da pallone può osservare anche da terra con certe limitazioni. In accordo col CNR, che è pesantemente coinvolto con ben 5 Unità Operative nel programma, è stata positivamente valutata la sistemazione del telescopio di BaR-SPOrt all'esterno della base CNR di Ny-Ålesund. Ciò permetterà di effettuare tutti i test preliminari al lancio in una località accessibile e col supporto logistico del CNR, in condizioni operative che rendono possibile il raggiungimento di significativi risultati scientifici già in alcuni mesi di osservazione. Lo strumento sarà predisposto per operare in modo remoto, controllato durante le normali operazioni dallo IASF-CNR di Bologna. La schedula del programma prevede che il telescopio di BaR-SPOrt sia disponibile per la sistemazione alla base CNR di Ny-Ålesund per la primavera 2004.