

ITINERARIO 1



Il radiotelescopio *Croce del Nord* e l'antenna parabolica di Medicina

A circa 30 km da Bologna, a Fiorentina di Villafontana (nel comune di Medicina), si trova un'importante stazione radioastronomica dotata di due potenti strumenti di osservazione del cielo: il radiotelescopio più grande del mondo (pur essendo stato costruito nel 1964), chiamato *Croce del Nord*,

e un'antenna parabolica del diametro di oltre 30 m.

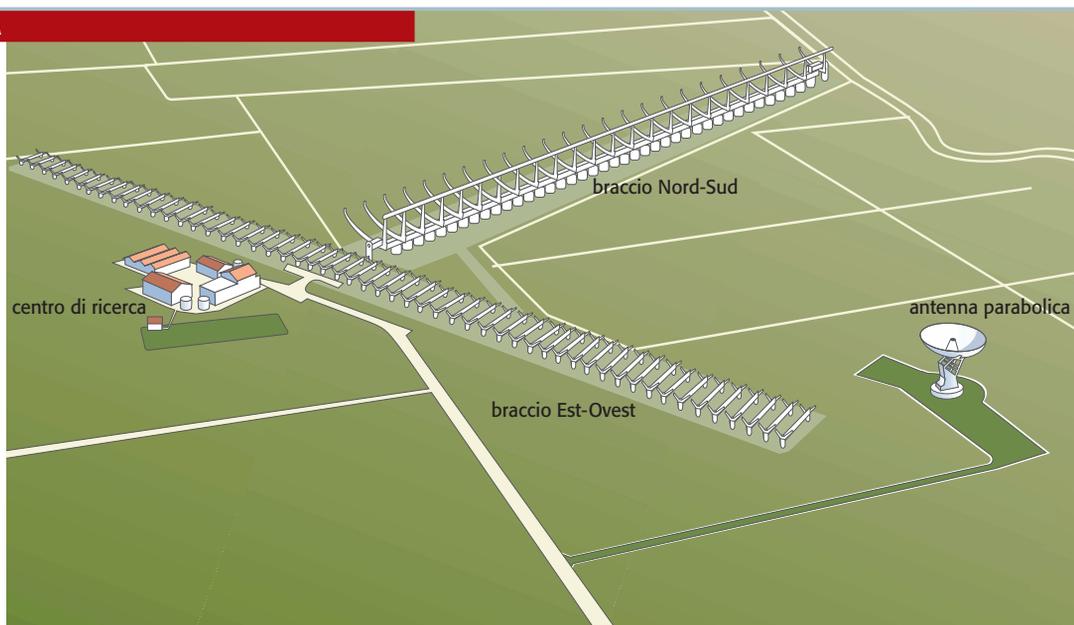
La stazione è gestita dall'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF) ed è sede di uno straordinario programma di osservazione che ha portato alla cata-

▽ La stazione radioastronomica di Medicina.



PIANO DI VISITA

▷ Pianta della stazione radioastronomica di Medicina.



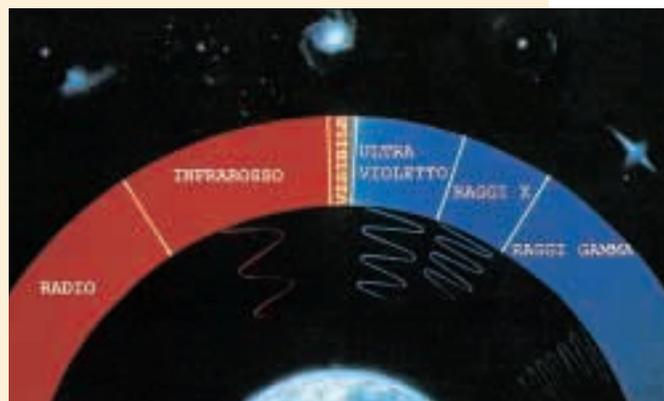
logazione di oltre 30 000 oggetti celesti in grado di emettere onde radio. Durante il periodo scolastico sono possibili visite guidate alla stazione, su appuntamento. Il programma prevede una presentazione delle ricerche in campo radioastronomico e una descrizione della strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei segnali radio emessi dagli oggetti celesti.

La Radioastronomia è la scienza che studia l'Universo attraverso le onde radio, cioè le onde elettromagnetiche caratterizzate da lunghezze d'onda comprese tra i pochi millimetri e la decina di metri (le stesse usate dalla radio-televisione e dal radar). È una scienza che risale agli anni Quaranta del XX secolo, quando si è scoperto che molti corpi celesti emettono energia sotto forma di onde radio. Una nuova finestra si era aperta sul cielo: infatti, molti elementi dell'Universo, come le fredde nubi di materiale interstellare, non emettono luce e perciò risultano osservabili solo attraverso le lunghezze delle onde radio.

▷ Lo spettro della radiazione elettromagnetica emessa dai corpi celesti. Dalla Terra possiamo «osservare» bene soltanto gli oggetti che emettono onde elettromagnetiche aventi lunghezze d'onda pari a quelle della luce visibile e della banda radio, perché le altre lunghezze d'onda vengono in gran parte assorbite dall'atmosfera.

I primi radiotelescopi avevano capacità limitate; da allora la tecnologia ha compiuto notevoli passi avanti sino ad arrivare alla costruzione di antenne di grandi dimensioni e molto sensibili, come quelle di Medicina.

I radiotelescopi consentono di «vedere» l'immagine radio degli oggetti celesti osservati: il segnale che questi ultimi emettono viene raccolto dal radiotelescopio e concentrato in un punto preciso dell'antenna (il fuoco) dove viene trasformato in un impulso elettrico, in seguito amplificato e registrato.



PRIMA TAPPA

La Croce del Nord

Nelle giornate serene, le grandi antenne della stazione radioastronomica di Medicina sono visibili anche a qualche kilometro di distanza, ma solo da vicino si può avere un'idea delle reali dimensioni e della complessità.

Dall'edificio sede del centro di ricerca – dove si può assistere a un'interessante proiezione di diapositive – si raggiunge a piedi la *Croce del Nord*, il grande radiotelescopio formato da due bracci disposti a T, uno orientato in direzione Nord-Sud e l'altro in direzione Est-Ovest. Quest'ultimo è formato da un'unica antenna lunga 564 m e larga 35 m. Il braccio Nord-Sud, invece, è costituito da 64 antenne (lunghe 23,5 m e larghe 8 m) poste alla distan-

za di 10 m l'una dall'altra e collegate tra loro per mezzo di cavi. Le onde radio vengono captate da una «superficie di raccolta», formata da un intreccio di fili di acciaio che si estende complessivamente per ben 30 000 m².

La *Croce del Nord* è uno strumento di transito (vedremo tra poco cosa significa questo termine).

Dato che entrambi i bracci sono orientabili solo in direzione Nord-Sud, le radiosorgenti sono osservabili soltanto quando transitano, per effetto della rotazione terrestre, sul meridiano che passa per le anten-

ne. Lo strumento rileva e registra tutte le onde radio aventi una certa lunghezza d'onda (pari a 73,5 cm) e viene utilizzato per l'esplorazione sistematica del cielo. Naturalmente esiste una finestra di lunghezze d'onda dedicata alla Radioastronomia che deve essere lasciata libera dalle trasmissioni radio «terrestri», in modo che le antenne captino effettivamente solo segnali provenienti dal Cosmo.

Per le sue caratteristiche tecniche la *Croce del Nord* è particolarmente adatta alla ricerca delle pulsar, stelle di neutroni che ruotano velocemente e, per effetto della rotazione, emettono onde radio: a Medicina si studiano quelle già note e se ne cercano di nuove.

Le osservazioni con il radiotelescopio sono possibili anche durante il giorno e sono poco influenzate dalle condizioni atmosferiche. Quindi, se

l'orario della visita coincide con quello di puntamento dello strumento, si potrà assistere allo spostamento delle antenne.

◁ Un particolare della *Croce del Nord*. Sullo sfondo è visibile l'antenna parabolica.



SECONDA TAPPA

L'antenna parabolica VLBI

L'antenna è formata da una parabola principale di 32 m di diametro e da una parabola secondaria del diametro di circa 3 m, posta davanti a quella di maggiori dimensioni. La funzione della seconda parabola è far convergere le onde radio al centro della prima, dove è localizzato il sistema di ricezione. L'antenna è in grado di rilevare onde radio di lunghezza d'onda compresa tra 0,7 cm e 90 cm.

Al contrario della *Croce del Nord*, l'antenna parabolica è completamente orientabile e quindi può puntare e «inseguire» oggetti celesti sopra il piano dell'orizzonte.

L'antenna di Medicina ha una «gemella», un'antenna identica che si trova a Noto (Siracusa). Queste antenne operano in collegamento tra loro e partecipano a programmi di osservazione con altre antenne europee e appartenenti ad altri Paesi del mondo. Per metà del tempo gli strumenti di Medicina e di Noto funzionano in collegamento con altri radiotelescopi, mentre per il tempo rima-



nente lavorano come strumenti singoli.

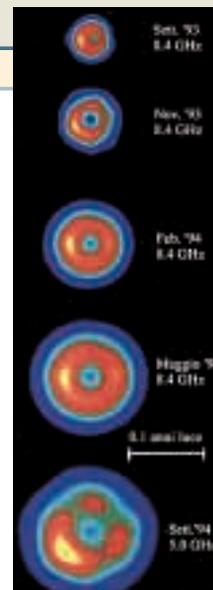
Il collegamento tra le antenne avviene sfruttando la tecnica VLBI (*Very Long Baseline Interferometry* = Interferometria a lunghissima base) che consente di realizzare osservazioni sincronizzate di una stessa radiosorgente (posti a grande distanza tra loro e non collegati fisicamente con cavi). Con questa tecnica il collegamento tra i vari telescopi non viene fatto durante le osservazioni, ma in un momento successivo: i radiotelescopi osservano simultaneamente lo stesso oggetto, mentre il segnale viene registrato su un nastro magnetico insieme a quello proveniente da un precisissimo orologio atomico. Le registrazioni ottenute nei diversi centri di Radioastronomia vengono poi tra-



smesse in un'unica sede dove vengono sincronizzate. Poiché il potere risolvente di un radiotelescopio, cioè il grado di dettaglio delle immagini radio, aumenta con le dimensioni dello strumento e dato che le antenne VLBI sono localizzate in varie parti del globo, la tecnica interferometrica consente di compiere osservazioni astronomiche come se queste fossero condotte con un solo radiotelescopio, grande come la Terra! Il dettaglio delle immagini radio che si ottengono con la tecnica VLBI corrisponde a quello che permetterebbe di distinguere, dalla Terra, un pallone da calcio sulla Luna.

Oltre allo studio di radiosorgenti galattiche ed extragalattiche, le antenne paraboliche italiane sono coinvolte in studi di geodinamica, cioè relativi ai movimenti della crosta terrestre associati a fenomeni endogeni (terremoti, attività vulcanica ecc.). Attraverso l'osservazione di radiosorgenti poste a distanze di milioni di a.l. (anni-luce) dalla Terra, si è potuto definire

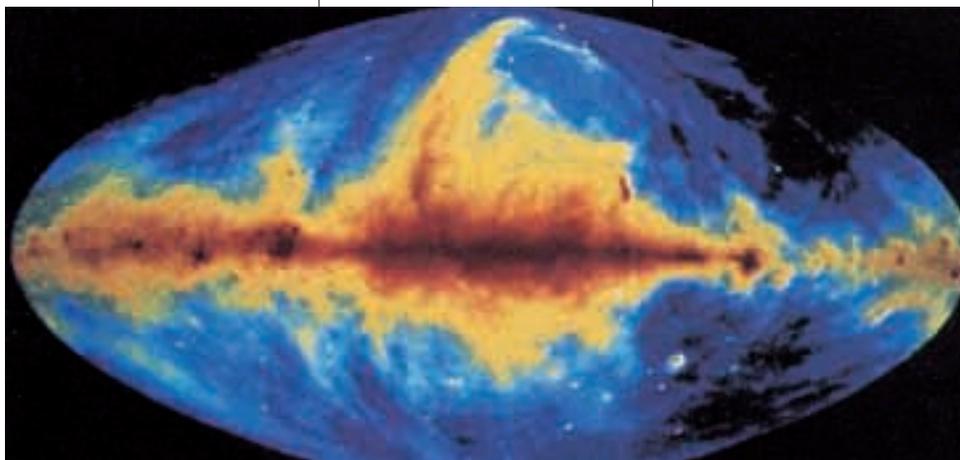
◁ L'antenna parabolica VLBI di Medicina.



△ Sequenza di immagini radio della Supernova SN 1993J della galassia M81 ottenute attraverso osservazioni VLBI.

un sistema di riferimento celeste rispetto al quale sono state poi ricavate le posizioni precise delle antenne facenti parte della rete VLBI. I cambiamenti relativi delle posizioni delle antenne rispetto al radiotelescopio tedesco di Wettzell (scelto come punto di riferimento) indicano movimenti tettonici della crosta terrestre. Per esempio, si è scoperto che l'antenna di Noto (e quindi l'intera Sicilia) si sposta di 5 mm all'anno verso Nord-Est, sotto la spinta della placca africana; l'antenna di Medicina oltre a uno spostamento di circa 5 mm all'anno rispetto al centro dell'Europa, rivela un abbassamento di circa 3-4 mm l'anno.

◁ Un'immagine della nostra Galassia ottenuta combinando le osservazioni compiute da diversi radiotelescopi. La regione scura al centro dell'immagine corrisponde alla zona di massima emissione radio.



TERZA TAPPA

Il centro di ricerca

Dall'antenna parabolica si ritorna all'edificio sede del centro di ricerca. Qui è possibile visitare la sala dei computer dedicati al controllo delle antenne e alla registrazione e rielaborazione dei dati ottenuti durante le osservazioni.

Molte delle strumentazioni che si possono osservare sono state appositamente progettate e costruite dai ricercatori e dai tecnici dell'Istituto di Radioastronomia e si sono rivelate all'avanguardia a livello internazionale.



Per esempio, è stato progettato un nuovo ricevitore per la parabola principale. Il ricevitore può essere spostato automaticamente, con una grandissima precisione, permettendo così di cambiare la frequenza di osservazione in pochi minuti.



< Il nuovo ricevitore progettato per la parabola di Medicina.

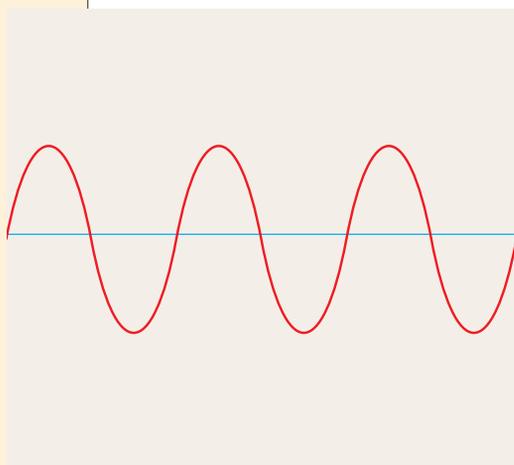
In biblioteca

- Sul radiotelescopio di Medicina è disponibile un fascicolo dell'Istituto di Radioastronomia del CNR.
- F. Martino, *Stelle e Sistemi Stellari*, Italo Bovolenta Editore, 1987 (interessante approfondimento di Astrofisica, con una parte dedicata alla Radioastronomia).

In rete

- Sito dell'Istituto di Radioastronomia:
<http://www.ira.inaf.it/>
- Pagina del Centro Visite:
<http://www.ira.inaf.it/visitorc/scuole.html>
- Sito del radiotelescopio di Noto:
<http://www.ira.noto.cnr.it>
- Sito dell'*Astronomical Virtual Observatory*, un telescopio virtuale che può essere puntato in qualunque direzione del cielo:
<http://db.ira.cnr.it/avo/AvoIT.html>
- Sito del *Joint Institute for VLBI in Europe*:
<http://www.nfra.nl/jive>

1 Indica con un segmento la lunghezza d'onda sullo schema qui sotto, che rappresenta una successione di onde elettromagnetiche.



VERIFICA

2 La lunghezza d'onda della luce visibile è compresa tra:

- A 1 cm e 10 cm;
- B $0,4 \times 10^{-3}$ m e $0,7 \times 10^{-3}$ m;
- C $0,4 \times 10^{-9}$ m e $0,7 \times 10^{-9}$ m.

3 Le onde radio sono onde elettromagnetiche?

Sì NO

4 Le nubi di materiale interstellare sono formate da:

- A particelle grossolane e gas;
- B gas, soprattutto idrogeno e elio;
- C polveri finissime e gas.

5 Una stella di neutroni è:

- A un corpo celeste di 20-30 km di diametro, formato da neutroni, che emette grandi quantità di luce;
- B un corpo celeste di 20-30 km di diametro, formato da neutroni, difficile da osservare otticamente;
- C un corpo celeste di diametro pari a quello del Sole, formato da neutroni, difficile da osservare otticamente.

6 L'anno-luce (a.l.) corrisponde a:

- A quasi 9500 miliardi di chilometri;
- B circa 150 milioni di chilometri;
- C circa 384 mila chilometri.

7 Per effetto della rotazione terrestre un radiosorgente può culminare sul meridiano che passa per Medicina:

- A una volta al giorno;
- B due volte al giorno;
- C una volta ogni due giorni.

8 Le placche litosferiche sono:

- A i grandi settori in cui è diviso uno degli involucri che formano la Terra solida;
- B dei grandi altopiani presenti sui continenti;
- C i continenti.

9 Le placche litosferiche:

- A sono immobili;
- B si allontanano sempre le une dalle altre;
- C si allontanano, si avvicinano o scorrono le une rispetto alle altre.