

PRESENTAZIONE

Oggi assistiamo a una corsa senza precedenti di tutti i Paesi del mondo nella realizzazione di imponenti infrastrutture astronomiche, e nel parallelo sviluppo di missioni spaziali di esplorazione dell'Universo sempre più ambiziose. Emerge in modo sempre più autorevole il carattere strategico dell'astronomia moderna per il futuro dell'umanità, che non solo spinge ai confini dell'Universo le nostre conoscenze, ma configura *asset* cruciali per l'innovazione e per la sicurezza del pianeta.

Nell'astronomia moderna, le osservazioni da terra e dallo spazio costituiscono due aspetti complementari inseparabili dello studio dell'Universo. L'Istituto Nazionale di Astrofisica (INAF), fondato nel 1999 e dotato oggi di circa 1400 unità di personale distribuite in dodici città, possiede al suo interno tutti i mezzi, intellettuali e strumentali, per l'esplorazione dell'Universo, a tutte le lunghezze d'onda, da terra e dallo spazio.

L'INAF è un Ente "giovane", compirà nel 2019 i suoi primi 20 anni, ed è quindi un Ente di nuova generazione: produce innovazione e ingenti ritorni industriali per il Paese; ha una significativa presenza sul territorio nazionale, con un forte impatto in termini di formazione, Alta Formazione, divulgazione, trasferimento tecnologico, e salvaguardia del patrimonio storico.

L'INAF è stato classificato dall'autorevole rivista scientifica internazionale *Nature*, secondo al mondo per collaborazioni internazionali

(cfr. Il Sole 24 Ore, 16 novembre 2016, rubrica "Tecnologia")

L'astronomia moderna: motore strategico di sviluppo socio economico

"Astronomy has the power to bring about development where it is needed. Establishing groups of professional astronomers, technicians, engineers and other highly trained staff can provide ongoing economic and educational stimulus to a region. Moreover, the construction of new observing facilities injects much-needed money, employment and infrastructure".

Nature Publishing Group (Focus di *Nature Astronomy* del 3 luglio 2018)



INAF

ISTITUTO NAZIONALE
DI ASTROFISICA
NATIONAL INSTITUTE
FOR ASTROPHYSICS

**L'INAF nelle più potenti infrastrutture
astronomiche del mondo**



IL RUOLO DELL'INAF NELL'ESO, L'EUROPEAN SOUTHERN OBSERVATORY

L'*European Southern Observatory* (ESO), l'organizzazione per la ricerca astronomica nell'emisfero australe, è un'Organizzazione Internazionale da Trattato, alla quale l'Italia ha aderito nel 1982, e di cui è oggi il quarto Paese per contribuzione annuale. L'organizzazione impiega circa 750 unità di personale, fra cui 80 italiani, e riceve contributi annui per circa 150 milioni di Euro da parte degli Stati membri. Il quartier generale dell'organizzazione è in Germania a Garching bei München, mentre gli impianti sono localizzati negli altipiani del Cile.



Il Presidente dell'INAF rappresenta il Paese nel *Council* dell'ESO, su nomina del Ministero degli Affari Esteri e della Cooperazione Internazionale

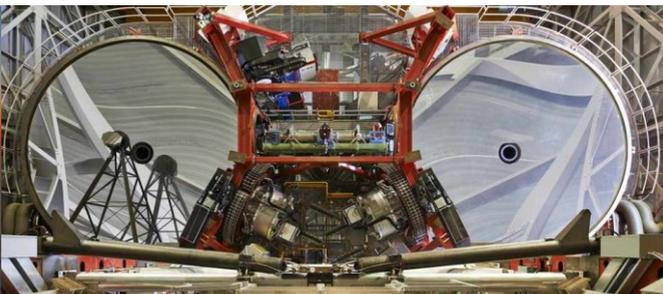
L'INAF ha un ruolo determinante a livello mondiale nello sviluppo e realizzazione di tutta la strumentazione dell'ESO, che attraverso il continuo processo di trasferimento tecnologico verso l'industria nazionale, vede oggi un ritorno economico per il Paese di notevoli proporzioni. Negli ultimi quindici anni, è stato accertato un volume di circa 700 Milioni di Euro di commesse per l'industria nazionale. Inoltre, due prestigiosi telescopi installati in Cile all'Osservatorio "Paranal" dell'ESO, il VST e REM, sono stati interamente progettati e realizzati dall'INAF.





I PRESTIGIOSI TELESCOPI DELL'INAF NELLA BANDA VISIBILE

Large Binocular Telescope (LBT). Il "Grande Telescopio Binoculare" è un telescopio unico al mondo. Utilizzando due specchi di 8.4 metri collocati su una montatura binoculare e le più avanzate tecnologie di ottica adattiva, sviluppate interamente dall'INAF e poi adottate in tutti i telescopi del mondo, LBT è allo stesso tempo uno strumento potente ed un laboratorio per lo sviluppo di tecnologie ottiche d'avanguardia. Il telescopio è situato in cima al Mt. Graham (Arizona), è gestito da una collaborazione internazionale composta dagli Stati Uniti (50%), Germania (25%) e Italia (25%, tramite INAF), ed è stato interamente costruito dall'industria italiana.

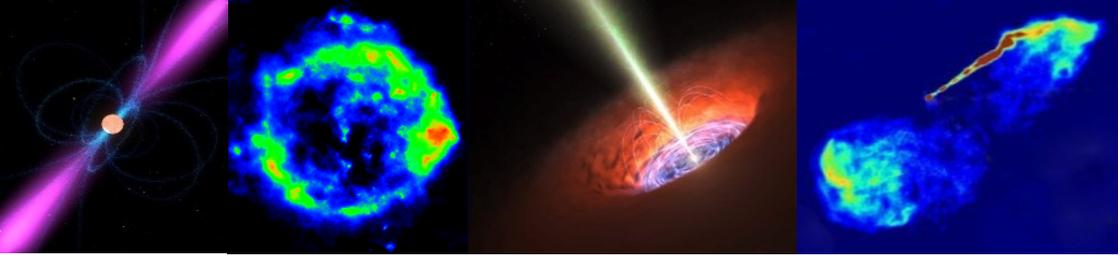


Telescopio Nazionale Galileo (TNG). Il telescopio nazionale Galileo è un telescopio di 3,58 metri di diametro situato sulla sommità dell'isola di La Palma. Il grande diametro del telescopio, l'ottima qualità delle immagini e la strumentazione avanzata con cui è equipaggiato, lo rendono uno strumento avanzatissimo a disposizione della comunità italiana, che lo ha dedicato alla ricerca e studio dei pianeti extrasolari e della nostra Via Lattea.

Nel marzo 2018 il telescopio TNG dell'INAF ha scoperto presenza di molecole d'acqua nell'atmosfera di un pianeta extra-solare

La rete dei piccoli telescopi. L'INAF possiede inoltre diversi piccoli telescopi distribuiti sul territorio nazionale, e utilizzati sia per scopi scientifici che didattici e divulgativi. Di interesse è stata l'osservazione col telescopio di Loiano della stazione spaziale cinese Tiangong-1 durante il suo rientro nell'atmosfera a marzo 2018.

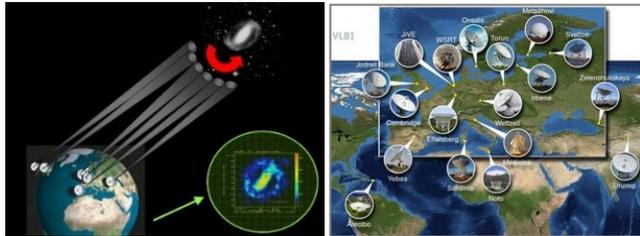




I RADIO TELESCOPI DELL'INAF E LA PARTECIPAZIONE ALLA RETE VLBI

Very Long Baseline Interferometry (VLBI). Questa rete internazionale consiste in decine di radio telescopi di grandi dimensioni, dislocati in varie parti del pianeta. Utilizzando la rotazione terrestre e correlando opportunamente i dati raccolti da ogni radio telescopio, si ottengono "immagini radio" ad altissima risoluzione di oggetti cosmici lontani nel profondo universo. In sostanza, con il VLBI è possibile osservare oggetti cosmici con una risoluzione pari a quella che si otterrebbe con un radio telescopio grande quanto la distanza massima tra i radio telescopi.

Osservazioni VLBI alle quali hanno partecipato i radio telescopi dell'INAF hanno misurato le caratteristiche di un buco nero, distante circa 13 Miliardi di anni luce



I radio telescopi nazionali. Due radio telescopi, della classe 32 mt, sono localizzati rispettivamente in provincia di Bologna e in Sicilia ed uno, di recente costruzione, della classe 64 mt, è localizzato in Sardegna. Oltre al loro utilizzo in modalità "single-dish", con i tre radio telescopi operati dall'INAF, il Paese partecipa alle operazioni della rete internazionale VLBI. I radioastronomi dell'INAF sono inoltre molto attivi nell'utilizzo dei radio telescopi della rete americana e della rete australiana, il cui tempo di osservazione è assegnato con un protocollo molto competitivo.

Il VLBI spaziale. RadioAstron è un radio telescopio in orbita ellittica attorno alla Terra, che raggiunge una distanza massima di 360.000 km, e che operando coi radio telescopi a terra, consente di ottenere immagini con una risoluzione angolare elevatissima. Osservazioni congiunte fra RadioAstron e uno dei radio telescopi dell'INAF hanno raggiunto risoluzioni angolari che consentirebbero di leggere dalla Terra un libro appoggiato sulla superficie della Luna!





I PRIMATI DELL'INAF NEL CAMPO DELLE OSSERVAZIONI ASTRONOMICHE DA TERRA

European Decartes Prize 2005

Bessel Prize 2005

Premio SIGRAV 2006

IUPAP Prize 2006

Marsden Prize 2010

Bessel Prize 2014

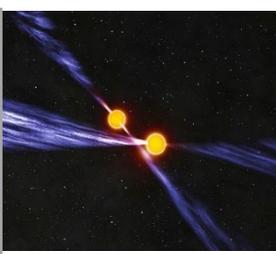
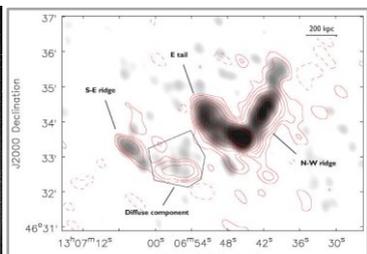
MERAC Prize 2015

Premio Feltrinelli dei Lincei 2016

Bessel Prize 2017



Scienziati dell'INAF occupano autorevoli posizioni nelle
commissioni dell'IAU (International Astronomical Union)





I LABORATORI INAF DI SVILUPPO DEI DISPOSITIVI PER LE OSSERVAZIONI DA TERRA

La strumentazione che opera nel piano focale dei telescopi moderni, sia i telescopi nella banda visibile che nelle altre bande, così come i sistemi ottici e buona parte della circuiteria elettronica, sono strumenti innovativi e a carattere altamente prototipale in continua evoluzione che si sviluppano di norma nei più avanzati centri di ricerca del mondo. L'INAF possiede presso le sue Strutture distribuite sul territorio nazionale, moderni laboratori e officine che producono strumentazione avanzata e innovativa per osservazioni da terra a tutte le lunghezze d'onda.



Uno dei più avanzati dispositivi della rete dei radiotelescopi VLBI, il Digital Base Band Converter (DBBC), adottato in tutta Europa, è prodotto da una ditta spin-off dell'INAF

L'INAF partecipa regolarmente alla selezione competitiva di strumentazione da installare in tutti i telescopi del mondo, in particolare presso i telescopi dell'ESO, trasferendo competenze innovative presso l'industria nazionale e le Piccole e Medie Imprese.



L'INAF AL CENTRO DELLE PRINCIPALI TESTATE NAZIONALI E INTERNAZIONALI

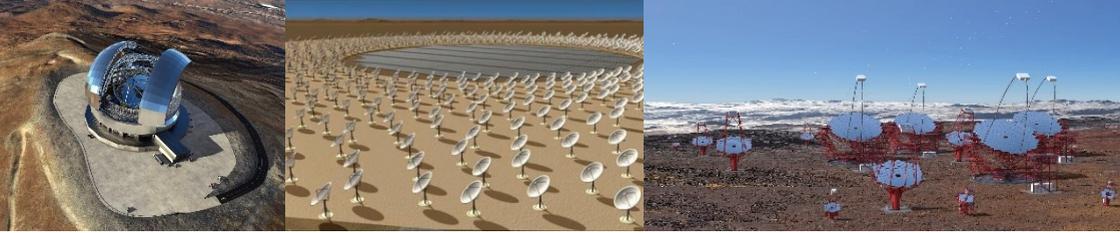
LE PRIME FOTOGRAFIE DI UNA SORGENTE DI ONDE GRAVITAZIONALI

A poche settimane dall'assegnazione del Premio Nobel per la rivelazione delle onde gravitazionali, una delle conseguenze più intriganti della Teoria della Relatività Generale di Einstein, l'ulteriore evento annunciato il 16 ottobre 2017 in un'incredibile sequenza di conferenze stampa in tutto il mondo, si manifesta in tutta la sua scenografica bellezza. Un vero e proprio spettacolo pirotecnico, in cui l'INAF gioca un ruolo da protagonista. Una batteria di articoli su Nature e Science e altre prestigiose riviste scientifiche internazionali, a guida di ricercatori dell'INAF, presenta le prime fotografie di una sorgente di onde gravitazionali, "scattate" con i più moderni telescopi da terra e dallo spazio.



Il 16 ottobre 2017, in una affollata conferenza stampa al MIUR, Paolo D'Avanzo, giovane ricercatore dell'INAF, ha presentato i risultati della campagna di osservazioni. In base ai dati di Google Analytics il sito "Media INAF" ha registrato, nel solo giorno dell'annuncio, oltre 40mila accessi





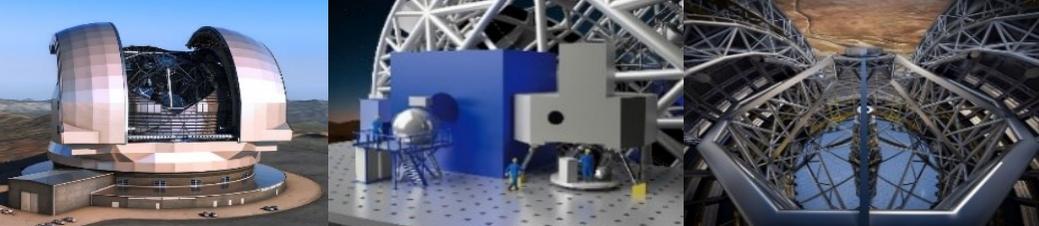
TELESCOPI DI NUOVA GENERAZIONE: INFRASTRUTTURE STRATEGICHE PER IL FUTURO DELL'UMANITA'

Oggi assistiamo ad una e vera e propria corsa dei Paesi più affermati verso la costruzione di giganteschi telescopi sempre più “potenti”. Ci sono due aspetti complementari alla base di questa sfida. Da un lato ormai registriamo un numero sempre crescente di scoperte di esopianeti (cioè pianeti differenti da quelli che ruotano intorno al nostro Sole, ma che sono associati ad altre stelle), e siamo certamente interessati a studiarne le caratteristiche chimico-fisiche, per trovare evidenze certe della presenza di vita nell’Universo, sia pure allo stadio primordiale. In questo caso si parla di oggetti “vicini”, con distanze tipiche di alcune centinaia di anni luce, e la “potenza” del telescopio serve per effettuare misure sempre più accurate. Qui siamo quindi comunque rivolti all’interno della nostra Galassia.

Allo stesso tempo, siamo ormai abituati ad “uscire fuori” dalla nostra galassia coi nostri telescopi, per studiare oggetti cosmici sempre più distanti. La radiazione che riceviamo dall’Universo viaggia alla velocità della luce, che sebbene sia molto elevata rispetto alla nostra esperienza quotidiana, è pur sempre finita, quindi osservare oggetti lontani significa “vederli” come erano in passato. In sostanza, spingere le nostre osservazioni sempre più lontano, con telescopi sempre più potenti, significa osservare l’Universo sempre più nel passato, con evidenti conseguenze sulla nostra comprensione della sua origine e della sua evoluzione.

L’INAF costituisce l’autorevole riferimento del Paese nella realizzazione di tre fra le più ambiziose infrastrutture astronomiche globali da terra del futuro: l’Extremely Large Telescope (ELT), che con il suo specchio da quaranta metri di diametro sarà il più grande telescopio al mondo; lo Square Kilometre Array (SKA), migliaia di antenne da localizzare in Sud Africa e in Australia; il Cherenkov Telescope Array (CTA), centinaia di telescopi a raggi gamma da localizzare in Cile e alle Canarie





IL “SISTEMA PAESE” PROTAGONISTA NEL PROGETTO ELT, IL PIU’ GRANDE TELESCOPIO AL MONDO



Extremely Large Telescope (ELT). Con uno specchio da quasi 40 metri di diametro, ELT sarà il più grande telescopio al mondo, e sorgerà nell’altipiano di Cerro Armazones, in Cile. La realizzazione di questo gigantesco impianto, vede un notevole coinvolgimento dell’Italia.

400 Milioni di Euro la commessa affidata dall’ESO al Consorzio industriale italiano “ACE” per la costruzione della struttura meccanica

45 Milioni di Euro la commessa affidata dall’ESO al Consorzio italiano “AdOptica”, di cui l’INAF è sub-contractor, per lo specchio M4

18 Milioni di Euro l’assegnazione dell’ESO all’INAF per la progettazione e realizzazione del modulo “MAORY”, il cuore della strumentazione



IL MAECI PRESIEDE I NEGOZIATI PER LA COSTITUZIONE DELL'IGO DEL PROGETTO SKA

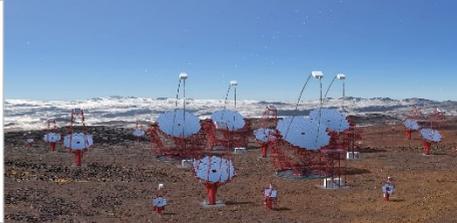


Square Kilometre Array (SKA). SKA: migliaia di antenne per radioastronomia e scienze spaziali, da installare in Australia e in Sud Africa, che consentiranno osservazioni senza precedenti dell'Universo. Dopo avere rivoluzionato il mondo con l'invenzione del WI-FI, la radioastronomia si cimenta oggi in nuove tecnologie che costituiranno una nuova rivoluzione delle telecomunicazioni. Sono ormai conclusi i negoziati, presieduti dal MAECI, per la costituzione di una Organizzazione Intergovernativa (IGO) per costruire gli impianti.

L'industria nazionale e l'INAF sono già in prima linea nello sviluppo di componenti dei prototipi di SKA, già in fase di test in Sud Africa, e l'INAF ha già partecipato alla sperimentazione in Australia dei primi prototipi delle antenne e bassa frequenza



cherenkov
telescope
array



I MIUR PRESIEDE I NEGOZIATI PER LA COSTITUZIONE DELL'ERIC DEL PROGETTO CTA



Cherenkov Telescope Array (CTA). CTA è una delle più importanti Infrastrutture di Ricerca globali e consiste in una rete telescopi per raggi gamma da installare alle Canarie e in Cile. Sono in corso i negoziati per la costituzione di un ERIC (European Research Infrastructure Consortium) per costruire e operare gli impianti, il cui Quartier Generale sarà insediato in Italia, presso una delle sedi dell'INAF a Bologna.

Il Progetto "ASTRI". Nell'ambito del progetto CTA, l'INAF detiene un importante primato, che consiste nell'aver già realizzato un avanzato prototipo, denominato ASTRI, grazie ad un finanziamento del MIUR a valere sui cosiddetti Progetti Bandiera. Sulla base di questo prototipo, sarà realizzato nel biennio 2019-2020, un primo "Mini Array" di 9 unità, tutto italiano, che costituirà la base per l'intero array.

Il prototipo "ASTRI" è stato oggetto di un brevetto INAF per applicazioni di geodesia. Infatti, questo telescopio può effettuare "radiografie" di zolle tettoniche e di vulcani, sfruttando l'assorbimento differenziale dei muoni atmosferici



LE GRANDI INFRASTRUTTURE DA TERRA DELL'INAF DI SUPPORTO ALLE ATTIVITA' SPAZIALI

Il grande radiotelescopio dell'INAF in Sardegna. Il Sardinia Radio Telescope (SRT) è una delle più importanti infrastrutture nazionali dell'INAF, censita dal MIUR nel Programma Nazionale per le Infrastrutture di Ricerca (PNIR). L'utilizzo di SRT per le applicazioni spaziali, in particolare per il Deep Space Network della NASA è oggetto di un Accordo di Programma stipulato fra INAF e ASI, che a settembre del 2017 ha visto per esempio l'inseguimento della sonda Cassini nel suo tuffo finale su Saturno.

Le infrastrutture dell'INAF per lo "Space Weather". In aggiunta all'Osservatorio SVIRCO che, unico in Italia, dal 1954, ininterrottamente, misura l'intensità dei raggi cosmici, l'INAF sta attrezzando con successo i suoi radio telescopi per la cosiddetta Meteorologia Spaziale. La Meteorologia Spaziale studia le perturbazioni dello Spazio interplanetario causate dai fenomeni che avvengono sul Sole, nel vento solare, nella magnetosfera e nella ionosfera terrestri e che si propagano poi fino alla Terra producendo effetti che interessano la vita e ne condizionano le attività.

INAF e BIG-DATA in ambito spaziale. L'INAF opera con l'ASI e con l'INFN il centro dati spaziali, denominato Space Science Data Center (SSDC), che fornisce servizi e supporto agli utilizzatori dei dati delle missioni spaziali.

Un Accordo fra l'INAF, l'ASI e il Ministero della Difesa, prevede l'utilizzo delle Infrastrutture da terra dell'INAF per il monitoraggio dei cosiddetti "detriti spaziali". Di notevole interesse è stato il monitoraggio del rientro nell'atmosfera della stazione spaziale cinese Tiangong-1, che ha visto l'INAF coinvolto nelle attività coordinate dalla Protezione Civile



L'INAF TRASFERISCE SUL TERRITORIO NAZIONALE LA SUA ECCELLENZA IN CAMPO INTERNAZIONALE



L'INAF è distribuito in 12 città, con un forte impatto sul territorio in termini di formazione, Alta Formazione, divulgazione, trasferimento tecnologico, salvaguardia del patrimonio storico, e possiede una sua testata giornalistica online.

L'INAF partecipa con le sue Strutture territoriali alla maggior parte dei distretti aerospaziali regionali, attraendo finanziamenti e investimenti, contribuendo allo sviluppo regionale, e coinvolgendo l'industria e le PMI





Volume realizzato nel settembre 2018 a cura della Presidenza, della Direzione Scientifica e della Struttura per la Comunicazione dell'INAF

Crediti per le immagini: INAF, R. Cerisola, ESO, ESA/Hubble, NASA, Robert J. Vanderbei, Subaru Telescope (NAOJ), Hubble Legacy Archive, R. Gendler, IDA, R. Gendler, J.-E. Ovaldsen, NASA, VLA/NRAO/AUI/NSF, CXC, JPL-Caltech, [STScI](#), Popular Mechanics, Large Binocular Telescope Observatory, JIVE, P. Boven, RadioASTRON, RAS, FSA, Ska Organisation, CTA Observatory, Gabriel Pérez-Díaz, IAC, TU Delft