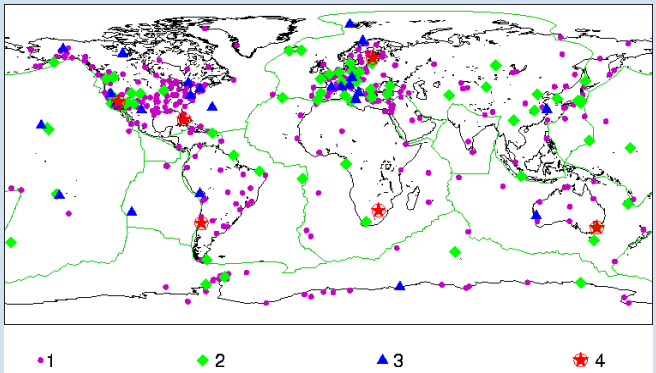
Le tecniche geodetiche moderne: l'osservazione della Terra dallo spazio

La Geodesia è una scienza antica (le cui origini possono essere ricondotte agli egizi e ai greci) che ha come scopo la determinazione della forma e delle dimensioni sia di parti che dell'intera superficie terrestre. Il progresso tecnologico degli ultimi 40 anni ha profondamente influenzato le tecniche di misura e gli strumenti impiegati: dalle misure terrestri e di astronomia geodetica effettuate con strumenti ottico-meccanici, all'impiego di sofisticate tecniche spaziali che utilizzano le onde elettromagnetiche e che hanno determinato la nascita della Geodesia Spaziale.



In viola sono indicati gli osservatori presso cui si trova una sola tecnica geodetica, in verde due tecniche, in blu tre tecniche e in rosso quattro tecniche *co-locate*.

Cortesia di International Earth Rotation and Reference Systems Service (IERS)

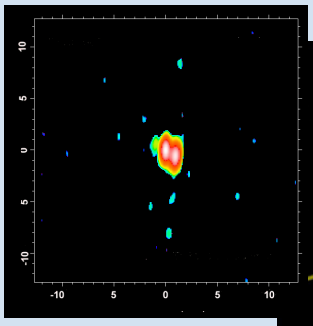
Mappa della rete geodetica mondiale

Le principali tecniche di Geodesia Spaziale sono: *Global Positioning System* (GPS), *Doppler Orbitography and Radiopositioning Integrated by Satellites* (DORIS), *Satellite Laser Ranging - Lunar Laser Ranging* (SLR-LLR) e *Very Long Baseline Interferometry* (VLBI). Nella figura a sinistra è mostrata l'ubicazione degli osservatori che hanno una o più tecniche *co-locate*. Le linee verdi indicano le placche tettoniche in cui è suddivisa la crosta terrestre (vedi pannello *La Terra: Cosa c'è sotto i nostri piedi*). Avere diverse tecniche geodetiche che osservano simultaneamente nello stesso luogo è molto utile per studiare in modo approfondito una vasta gamma di fenomeni fisici che interessano la Terra (vedi pannello *Il pianeta vivente osservato col VLBI*). Si noti che sono solo 6 le stazioni in cui sono presenti tutte le quattro tecniche, 25 osservatori ospitano tre tecniche e 70 ne ospitano due (tra questi Medicina e Noto). Tutte le tecniche geodetiche permettono di ottenere, con grande precisione, la posizione dello strumento a terra.

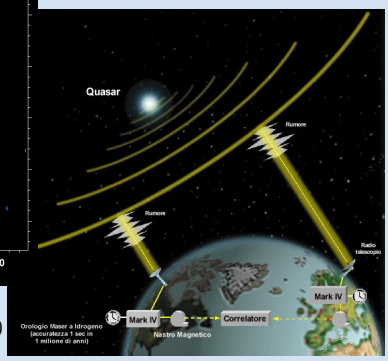
Il GPS e le altre tecniche satellitari

Il **GPS** è una tecnica sviluppata dal Dipartimento della Difesa americano durante gli anni '80 che ha oggi ampie applicazioni scientifiche e commerciali (navigazione su automobili, barche, aeroplani). Utilizza i segnali radio emessi da una costellazione di 24 satelliti artificiali in orbita a circa 20.000 km di quota. È senza dubbio la tecnica più diffusa e col maggiore numero di utilizzatori. La rete di stazioni (*ricevitori*) a terra ha una distribuzione omogenea e capillare, con densità elevatissime in alcune parti del mondo (Giappone, Nord America ed Europa).

Il **DORIS** è una tecnica francese con applicazioni nel campo della geodesia e della navigazione satellitare; essa misura l'effetto Doppler (vedi pannello *L'Effetto Doppler e il redshift*) del segnale emesso da antenne a terra e registrato dai ricevitori a bordo dei satelliti. La tecnica **SLR-LLR** misura il tempo necessario a un impulso laser per compiere il tragitto dal telescopio al satellite e ritorno. I satelliti, naturali (come la Luna) o artificiali, sono equipaggiati con specchi retroriflettenti. Sulla Luna gli specchi sono stati installati durante le missioni Apollo 11–14–15 e Soviet Lunakhod 2.



Cortesia di National Radio Astronomy Observatory (NRAO)



Cortesia di International VLBI Service for Geodesy and Astrometry (IVS)

Il VLBI geodetico

Le osservazioni VLBI vengono condotte tramite una rete di radiotelescopi distribuiti sulla superficie terrestre separati da distanze variabili da alcune centinaia a diverse migliaia di chilometri (vedi pannello *Interferometria a lunghissima base*). Per le osservazioni è stato selezionato un campione di più di 600 quasars (vedi pannello *I Nuclei Galattici Attivi*) che, per caratteristiche fisiche quali l'elevata potenza, la morfologia compatta e la stabilità, sono radiosorgenti ideali per formare un sistema di riferimento celeste *quasi-inerziale* (vedi pannello *L'impatto della Geodesia Spaziale sui sistemi di riferimento*). Data l'enorme distanza delle radiosorgenti, il fronte d'onda del segnale può essere considerato piano. La grandezza che viene misurata per le applicazioni geodetiche è il ritardo col quale il medesimo fronte d'onda giunge ai diversi radiotelescopi (si veda schema a lato). A sinistra dello schema è mostrata un'immagine radio del quasar 0440-003.

Per saperne di più:

- *http://ivscc.gsfc.nasa.gov (sulla tecnica VLBI per la geodesia)*
- *http://igscb.jpl.nasa.gov (sulla tecnica GPS)*
- *http://ilrs.gsfc.nasa.gov (sulla tecnica SLR-LLR)*
- *http://ids.cls.fr (sulla tecnica DORIS)*