

IL FUTURO DELLA SCIENZA PASSA ANCHE PER MATERA

A pochi chilometri da Matera, al confine tra Basilicata e Puglia, sorge uno dei più importanti centri operativi dell'Agenzia Spaziale Italiana, un vero fiore all'occhiello per il nostro tanto bistrattato territorio.

Si tratta del **Centro di Geodesia Spaziale**, fondato nel 1983 e intitolato al professor Giuseppe Colombo, noto astronomo e matematico italiano, che ha contribuito allo studio dei pianeti e della meccanica celeste.

All'interno del CGS troviamo strumenti all'avanguardia, come ad esempio il Telescopio Laser MLRO, la radio antenna VLBI, ricevitori GPS, un gravimetro assoluto e orologi atomici, un laser comb (a pettine), il telescopio ottico dello Space Debris Observatory e altri strumenti.

La combinazione tra questi strumenti, che solo pochi altri centri al mondo possono vantare di avere, e gli importanti studi che vengono effettuati, garantiscono al CGS un ruolo di prestigio nel panorama internazionale.

Lo studio della Geodesia Spaziale, la scienza che si occupa di studiare la forma, le dimensioni, il campo gravitazionale, e i principali parametri del nostro pianeta, avviene grazie alla combinazione delle tre tecniche geodetiche: telemetria laser-satellitare e lunare, radiointerferometria su base lunghissima (VLBI) e il Global Navigation Satellite System (GNSS).



Telescopio Laser (Credits: F.Ambrico)

Proprio grazie alla Geodesia Spaziale, possiamo fare affidamento sui sistemi di geo-localizzazione, i quali riescono a stimare, grazie ad una serie di complessi calcoli matematici, la nostra posizione in tempo reale.

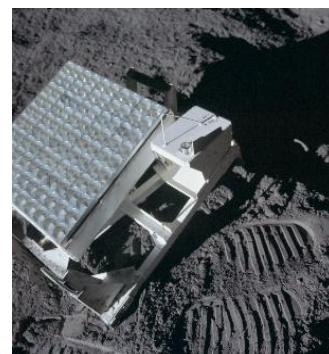
Oggi muoversi, spostarsi e raggiungere anche posti sperduti è possibile grazie ai quattro principali sistemi di posizionamento, che insieme formano il **GNSS** (Global Navigation Satellite System). Il GNSS comprende il **'GPS'**, formato da

una rete di satelliti statunitensi, lanciati durante la guerra fredda, il sistema russo **'GLO-NASS'**, il sistema cinese **'BeiDou'** e, infine **'GALILEO'**, il sistema di geo localizzazione più preciso al mondo, creato dall'Agenzia Spaziale Europea, che utilizza strumentazioni recenti e all'avanguardia.

Le antenne del CGS rilevano i segnali di questi satelliti per studiarne i dati, per la geo-localizzazione e per applicazioni nel campo della meteorologia e lo studio del clima del nostro pianeta.

Il più affascinante tra gli strumenti è il telescopio laser, capace di emettere raggi laser ad infrarossi potenziati, visibili ad occhio nudo, di colore verde.

Il raggio laser può essere puntato sia su satelliti dotati di retro riflettori, chiamati "Corner Cubes", e sia sulla Luna. Visto che la Luna, da sola, non potrebbe riflettere il raggio laser, esso viene puntato su degli specchi, lasciati appositamente dalle missioni americane Apollo che negli anni '70 hanno portato l'uomo sulla Luna, e dalle due missioni russe senza equipaggio Lunochod 1 e 2.



Specchio Retroriflettore Lunare (Credits: NASA, AS14-67-9385)

Sul nostro unico satellite naturale, sono presenti, attualmente, specchi retro riflettori lasciati direttamente da esseri umani durante le missioni Apollo 11, 14 e 15 e altri da missioni robotiche russe (Luna 17 e 21). Possiamo quindi dire che, anche attraverso le attività del CGS, si riescono facilmente a smentire i complottisti che negano l'allunaggio.

Misurando il tempo impiegato dal riflesso del laser per ritornare sulla Terra, e combinando questa misura con le misurazioni delle altre stazioni geodetiche laser, riusciamo a calcolare i principali parametri geodetici globali.

Attraverso i dati del Matera Laser Ranging Observatory, abbiamo capito che la Luna si sta allontanando, lungo una spirale, di **38 millimetri** all'anno, ma non è tutto: attraverso l'MLRO possiamo anche analizzare la deriva dei continenti, studiare i moti dei poli, il campo gravitazionale e il geoide.

La distanza tra due punti sulla Terra, e la loro precisa posizione, può essere calcolata quando più stazioni, dotate della strumentazione laser necessaria, puntano ad un satellite provvisto di retro riflettori. Una volta ottenuto il segnale di ritorno, si calcola la distanza tra il centro e il satellite, avendo come dati il tempo impiegato dal raggio laser a essere riflesso e la velocità della luce (300'000 Km/s).

Conoscendo la distanza di più punti distinti con un altro in comune, e l'angolo di riflesso del satellite, attraverso l'utilizzo della **Trigonometria Sferica**, è possibile calcolare la posizione e la distanza tra le stazioni geodetiche. Essendo il nostro pianeta un **geoide**, cioè una sfera schiacciata ai poli con superficie irregolare, sarebbe errato utilizzare le formule relative alla Trigonometria Piana, che ignorerebbero la curvatura della superficie terrestre.



Antenna VLBI – Credits:
Doreen Hagemeister - ASI

Effettuando questo genere di misurazioni, in modo prolungato nel tempo, possiamo constatare che le **placche tettoniche** sono in continuo movimento e si possono determinare le zone ad alto rischio sismico. Si può notare come Matera, e l'Italia in generale, si stia avvicinando sempre più ai Balcani, e che il Nord Africa si stia lentamente spostando verso il continente Europeo.

Lo stesso discorso del rilevamento tramite laser, si può applicare a quello della radiointerferometria su base lunghissima o **VLBI**.

In questo caso si utilizza una radio antenna ricevente del diametro di 20 m, che registra il rumore emesso dalle quasar, radiosorgenti quasi stellari.

Le **quasar** non sono altro che buchi neri super massicci, molto luminosi a causa delle polveri e dei gas che vi entrano, che emettono un potente segnale radio. Il segnale radio, rilevato dai centri spaziali dotati di antenne VLBI, viene elaborato in modo da effettuare considerazioni geodetiche. Possiamo dire che, rispetto alla tecnologia laser, l'utilizzo del VLBI ci restituisce una visione di insieme dei parametri globali, come ad esempio l'inclinazione dell'asse terrestre e i moti dei poli, essendo la sorgente radio distante miliardi di anni luce dal nostro pianeta.

Attraverso lo studio della Geodesia Spaziale, al CGS si possono analizzare fenomeni come il movimento della crosta terrestre e delle calotte polari, le maree terrestri, che analogamente a quelle "marine", provocano un innalzamento della crosta non percepibile senza strumentazioni. Inoltre, possono essere monitorate le interazioni tra la Terra, il Sole e la Luna, analizzando i cambiamenti periodici relativi all'inclinazione dell'asse terrestre (precessione e nutazione), nonché i movimenti dell'asse terrestre provocati da cause interne al nostro pianeta (polodia).

Come abbiamo detto in precedenza, l'utilizzo e la combinazione delle tre tecniche geodetiche (MLRO, VLBI e GNSS) contemporaneamente, consente al CGS di avere risultati molto precisi ed affidabili nel campo della geodesia. Uno dei più importanti risultati del CGS è stato quello di calcolare lo spostamento dell'**asse terrestre** dovuto al terremoto, e al successivo tsunami, del Sumatra, in Indonesia, il 26/12/2004. In questa occasione lo spostamento è stato di quasi 7 cm.

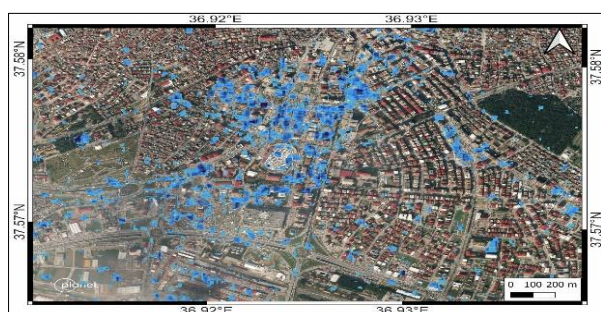
Anche lo scioglimento delle calotte polari, porta ad un cambiamento dell'equilibrio del pianeta: lo spostamento di massa dai poli, verso l'equatore, causa una minore compressione del nostro "geoide" ai poli, con un conseguente *rallentamento della rotazione terrestre sul proprio asse*.

Il telerilevamento consente, attraverso le antenne del CGS, di raccogliere dati dai satelliti in orbita.

I satelliti in orbita sono di vari tipi, adatti a scopi generali o specifici, in base alle attrezzature di cui sono dotati.

Attraverso i satelliti possiamo scattare foto con una definizione molto alta al nostro pianeta, in vari spettri luminosi a seconda dei sensori. Ad esempio, le immagini scattate negli infrarossi, potrebbero essere utili per monitorare le campagne, come per esempio l'avanzamento della Xylella, batterio che uccide gli ulivi. Possiamo analizzare catastrofi naturali o avere immagini precise di navi negli oceani e di infrastrutture sulla terraferma.

La più importante costellazione di satelliti italiani, è **COSMO-SkyMed**, composta da quattro satelliti di prima generazione e due di seconda generazione, tutti con radar ad apertura sintetica (SAR). Si tratta di un sistema duale che viene utilizzato sia per applicazioni civili, sia per quelle militari. Il CGS gestisce il **Ground Segment** della parte civile. Il sistema, nato dalla collaborazione tra ASI e Ministero della Difesa, è il più grande investimento italiano nel settore dell'Osservazione della Terra, realizzato interamente dall'industria nazionale. Qui possiamo trovare un'immagine, scattata da COSMO-SkyMed, che mostra i cambiamenti in Turchia, in uno dei centri più colpiti dal tremendo terremoto avvenuto all'inizio del febbraio scorso.



Terremoto Turchia e Siria – (COSMO-SkyMed/ASI)

Le zone evidenziate sono quelle in cui si è rilevato il maggiore cambiamento rispetto alle precedenti immagini, scattate dallo stesso satellite.

Un altro satellite di cui si occupa il CGS è denominato **PRISMA**, una missione iper-spetttrale che riesce a rilevare la composizione chimica sia dell'atmosfera che del terreno, per il monitorag-

gio dei fenomeni geologici, delle risorse naturali, della qualità dell'aria e dei livelli di inquinamento.

Tra le attività del CGS c'è anche il **tracciamento dei detriti spaziali**, che rappresentano un pericolo concreto per i satelliti artificiali ancora attivi (prima fra tutte la stazione spaziale internazionale **ISS**). Il CGS può vantare di essere riuscito, insieme all'ESA, ad osservare e calcolare con la maggior precisione il momento e il luogo dell'impatto della prima stazione spaziale cinese Tiangong-1, precipitata il 2 aprile 2018 nel Pacifico del Sud senza fare danni.

Infine, il CGS si occupa anche di telecomunicazioni quantistiche, ovvero la trasmissione di fotoni carichi di informazioni che possono essere fatti riflettere su un satellite, per arrivare ad un altro telescopio. In collaborazione con l'Università di Padova, il CGS, è stato il primo centro a livello mondiale a sperimentare la comunicazione quantistica in ambito spaziale, detenendo il record della più lunga distanza percorsa. Si tratta della forma di comunicazione più sicura, in quanto criptata con bassa possibilità di errori.

Il settore in cui opera il Centro di Geodesia Spaziale di Matera, è molto affascinante per i giovani. Sono sempre richieste figure professionali come ingegneri, informatici, fisici, astrofisici, matematici e astronomi. Spesso vengono assunti anche diplomati provenienti dagli istituti tecnici.

Noi abbiamo potuto toccare con mano l'affascinante mondo della ricerca scientifica e siamo stati davvero orgogliosi di poter verificare come tale lavoro, paziente e accurato venga fatto proprio nella nostra terra. Per questo non possiamo che ringraziare la Dott.ssa **Doreen Hagemeister**, responsabile al CGS, della divulgazione scientifica e delle relazioni con il pubblico e con le scuole, che ci ha permesso di realizzare questo lavoro di ricerca e, perché no, sperare di essere un giorno suoi colleghi!

Antonio Bellamia 3DI

Andrea Carlà 3DI

Erasmus D'Aprile 3AE

Umberto Plati 4BE