

MARSIS e SHARAD: due raddomanti italiani

La risposta al più enigmatico quesito su Marte, che potrebbe decisamente alterare i piani di esplorazione umana del pianeta, giungerà da due strumenti italiani assolutamente unici nel loro genere

MARSIS

MARSIS, Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding, è stato realizzato in collaborazione con il JPL, Jet Propulsion Laboratory, il centro della NASA che si occupa dell'esplorazione interplanetaria. Lo strumento è imbarcato a bordo della sonda interplanetaria Mars Express (o MEX, in breve) che, lanciata il 2 Giugno del 2004, è entrata in orbita intorno a Marte la notte di Natale dello stesso anno, diventando il primo oggetto Europeo ad entrare in orbita intorno ad un altro pianeta del sistema solare. I primi successi scientifici della missione sono andati un po' a tutti gli esperimenti, in particolare la fotocamera stereoscopica HRSC, di costruzione tedesca, e lo spettrometro PFS, realizzato dall'Università "Tor Vergata" di Roma, il quale ha rilevato per la prima volta importanti tracce di metano nell'atmosfera del pianeta (una possibile traccia di forme di vita). MARSIS dal canto suo giace in letargo poiché l'apertura della sua gigantesca antenna è stata rimandata a causa di alcune possibili controindicazioni emerse successivamente al lancio.

MARSIS è caratterizzato da un cuore digitale (interamente italiano) che governa un trasmettitore ed un ricevitore. Entrambi i dispositivi sono a loro volta collegati ad un'antenna di grandi dimensioni (due bracci di 20 metri l'uno ed uno di 7 metri) ripiegata più volte su sé stessa.

Contrariamente a quanto ci si può aspettare, MARSIS non opera a frequenze elevate e "sofisticata", come i suoi cugini usati per l'analisi della superficie terrestre, ma a frequenze molto basse comprese tra 1.3 e 5 MHz, praticamente nel regno delle cosiddette onde corte al confine con le onde medie ancora oggi usate per la radiodiffusione nazionale. L'uso di frequenze così basse è indispensabile per garantire la penetrazione nel sottosuolo del pianeta da 500 metri fino a 5 km di profondità. Allo stesso modo la potenza generata si può misurare in "semplici" Watt, invece che nei KWatt o addirittura MWatt dei radar più classici.

Quello che MARSIS cerca di identificare, non potendo creare vere e proprie immagini a causa delle basse frequenze utilizzate, è le zone in cui le caratteristiche del terreno subiscono brusche transizioni. Una prima transizione è proprio quella tra l'atmosfera e la superficie, dalla quale, in risposta all'impulso radar trasmesso dall'orbita, avviene in risposta una forte eco. Transizioni sotterranee, per esempio tra uno strato di terreno asciutto ed uno impregnato di acqua o ghiaccio, causano altre eco e così via. La presenza di acqua o umidità saranno rivelata da echi più forti dovuti al fatto che il terreno bagnato risulta conduttivo rispetto a quello asciutto.

Ovviamente i segnali degli echi sotto-superficiali sono estremamente deboli ed per poterli "estrarre" dal rumore di fondo occorrono tecniche particolari. Una di queste è presa in prestito dalla tecnologia SAR e la sua peculiarità è quella di tenere in conto l'effetto Doppler, prodotto dal movimento della sonda rispetto alla superficie del pianeta, sui segnali ricevuti. Ciò permette, dopo opportuna elaborazione degli echi ricevuti, di raggiungere una risoluzione equivalenti a quella che si avrebbe se si usasse un'antenna di 5 Km di lunghezza sul satellite. Utilizzando questa tecnica è inoltre possibile amplificare il debole segnale di sotto-superficie, rispetto a quello più forte dell'eco primaria che viene dalla superficie, fino a livelli utili alla generazione di profili sotterranei che, pur a bassa risoluzione, consentiranno di ricavare importanti informazioni sulla geologia del pianeta.

Per poter operare correttamente, ascoltando gli echi in precisi istanti di tempo corrispondenti alla profondità di interesse, MARSIS deve poter stimare la distanza dalla superficie del pianeta, una quantità variabile a causa non solo delle caratteristiche topografiche, ma anche della forte ellitticità dell'orbita di Mars Express. Per ogni osservazione lo strumento non solo viene programmato con una serie di informazioni sull'orbita, ma per ottenere la massima precisione MARSIS opera anche da radar-altimetro usando l'eco primaria

MARSIS e SHARAD sono due esempi di radar di profondità destinati a scandagliare le viscere di Marte per trarre utili informazioni sulla geologia sotterranea, ma in particolare per verificare la presenza di acqua, il Graal dell'esplorazione del Pianeta Rosso. Entrambi gli esperimenti sono stati ideati e realizzati (in gran parte) in Italia sotto l'egida dell'ASI, Agenzia Spaziale Italiana, e sono stati realizzati 'in primis' da Alenia Spazio su specifica del Dipartimento di Comunicazioni dell'Università di Roma "La Sapienza". In questo articolo vedremo alcune delle caratteristiche di questi innovativi strumenti che operano utilizzando le stesse tecniche SAR, Synthetic Aperture Radar, così importanti per la prospezione del territorio dall'orbita e da velivoli.

ricevuta dalla superficie per stimare l'altezza del suolo.

Tutte le operazioni sopra descritte sono effettuate in tempo reale dal cuore digitale di MARSIS: una tale quantità di operazioni non è mai stata realizzata in passato a bordo di un radar per missioni spaziali! La necessità di effettuare tutto questo "a bordo" è dovuta ad alcune limitazioni che la missione Mars Express impone nella quantità di dati che si possono inviare, dall'orbita marziana, verso terra.

SHARAD

SHARAD, Shallow Radar, è stato concepito come un discendente di MARSIS più semplificato ed è destinato ad essere lanciato, nell'Agosto del 2005, a bordo della sonda statunitense Mars Reconnaissance Orbiter (in breve, MRO). SHARAD è stato, a parte l'antenna, interamente progettato e costruito in Italia a tempo di record da un 'team' ristretto di persone. Alla sua realizzazione hanno partecipato, oltre ad Alenia Spazio, anche la LABEN e la Galileo Avionica di Milano.

Dal punto di vista realizzativo SHARAD è una semplificazione rispetto a MARSIS perché l'elaborazione dell'apertura sintetica dei vari echi ricevuti non è effettuata "a bordo" dello strumento, ma a terra. SHARAD dunque produce grandi quantità di dati rispetto a MARSIS, cosa resa possibile dalle caratteristiche della sonda americana.

Dal punto di vista delle prestazioni, invece, SHARAD opera sempre in onde corte, ma alla frequenza di 20 MHz il che comporta una minore capacità di penetrazione, ma la pos-

sibilità di studiare meglio le prime centinaia di metri di profondità. Entrambi gli strumenti offriranno allora una panoramica più completa del sottosuolo marziano.

Una caratteristica interessante di SHARAD, che ha un'architettura ovviamente simile a quella di MARSIS (ne condivide in parte il cuore digitale) ed un'antenna più piccola (due bracci da 5 metri), è che ogni sua osservazione viene programmata non solo con i dati relativi all'orbita, ma anche con informazioni sul profilo altimetrico che verrà sorvolato durante la misura. Questi dati permettono, in parte, di fare a meno della funzione radar-

altimetrica che, comunque, SHARAD offre per osservazioni particolari.

ALTIMETRIA DI MARTE

Il buon funzionamento di MARSIS e SHARAD dipende dalla buona conoscenza dell'orografia del pianeta. Come abbiamo accennato SHARAD viene programmato con il profilo altimetrico, mentre MARSIS, in sede di analisi dei dati, richiede le stesse conoscenze.

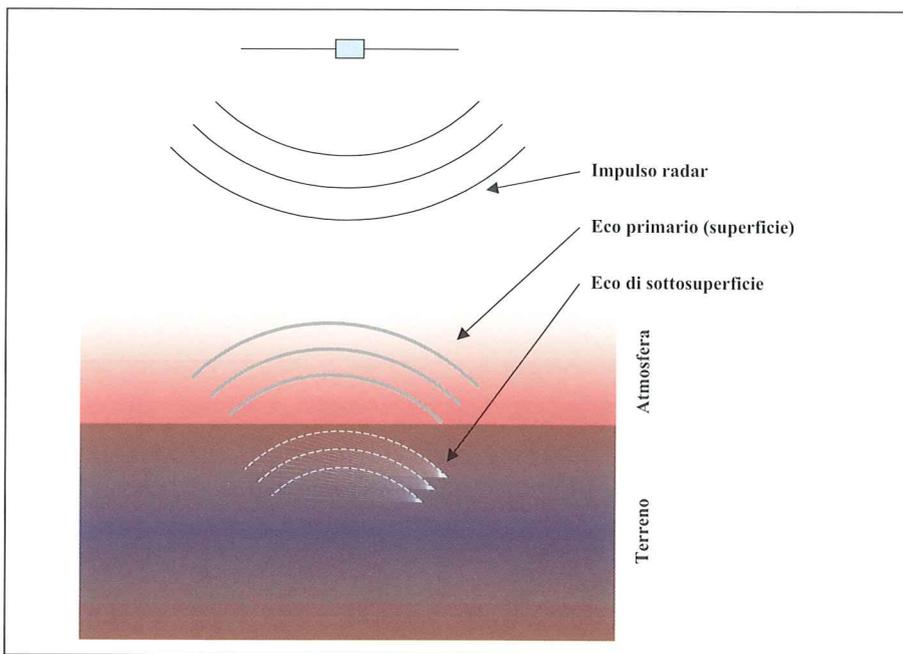
E' importante notare che entrambi gli strumenti, all'atto della pianificazione delle osservazioni, richiedono un'ottima conoscenza dell'asperità della superficie. Infatti, se la su-

perficie è troppo "rugosa", o se ci sono zone montagnose con valli troppo strette o comunque con pareti che potrebbero creare riflessioni indesiderate del segnale radar, lo strumento fornirebbe dati di ben difficile interpretazione. Per questo motivo le osservazioni dei due strumenti sono pianificate in base alle caratteristiche del terreno e orientate a zone relativamente pianeggianti o non troppo scoscese.

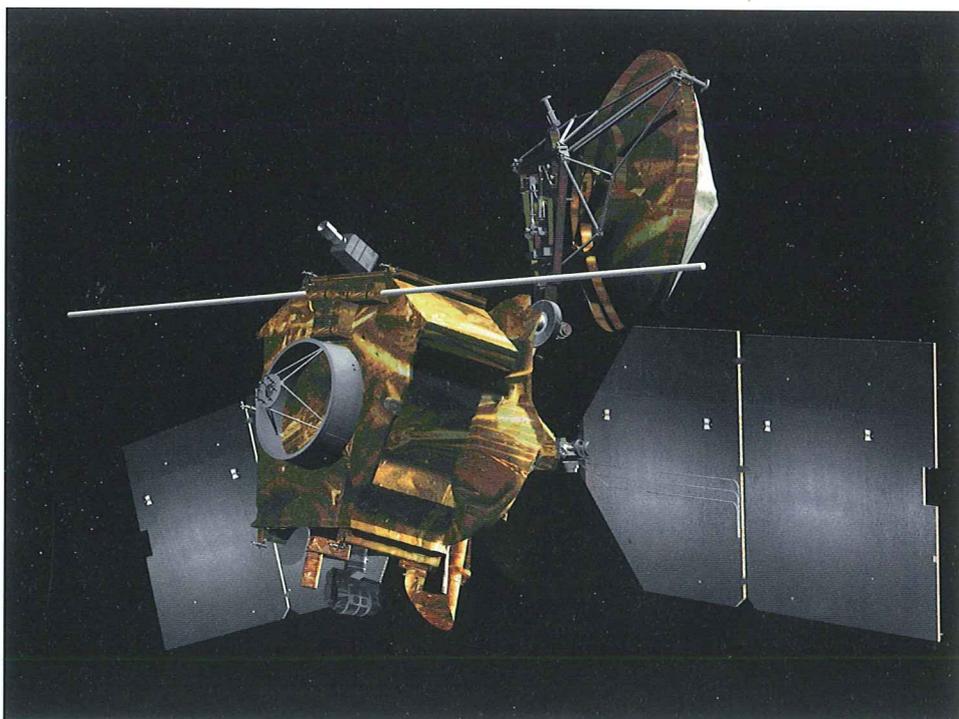
Questa conoscenza della topografia di Marte esiste, fortunatamente, grazie ai dati altimetrici offerti in una missione precedente dallo strumento MOLA, del quale si è parlato nel numero scorso della rivista. Il Mars Orbiting Laser Altimeter, ha premesso di creare mappe altimetriche di elevata precisione permettendo così tutta una serie di nuovi esperimenti scientifici tra cui la ricerca dell'acqua nel sottosuolo con i nostri radar.

CONCLUSIONI

MARSIS e SHARAD offriranno nei mesi, ed anni, a venire sicuramente delle incredibili sorprese. La ricerca dell'acqua nel sottosuolo, che finora avviene per metodo indiretto, potrà forse finalmente chudersi quando i nostri raddomanti avranno definitivamente stabilito la sua presenza, o meno. La presenza di acqua serve non solo per chiarire l'evoluzione geologica del pianeta, ma anche per stabilire la possibile presenza, eventualmente fossile, di forme di vita. Ma da un punto di vista forse più pratico, la presenza di acqua potrebbe permettere, per vari motivi, la realizzazione dei più grandi piani per l'esplorazione umana del pianeta rosso.



Il principio del radar di sottosuolo.



SHARAD a bordo di MRO con l'antenna dispiegata. (Immagine NASA/JPL).



Mars Express con le antenne di MARSIS dispiegate. (Immagine ESA).

Autore

FRABRIZIO BERNARDINI