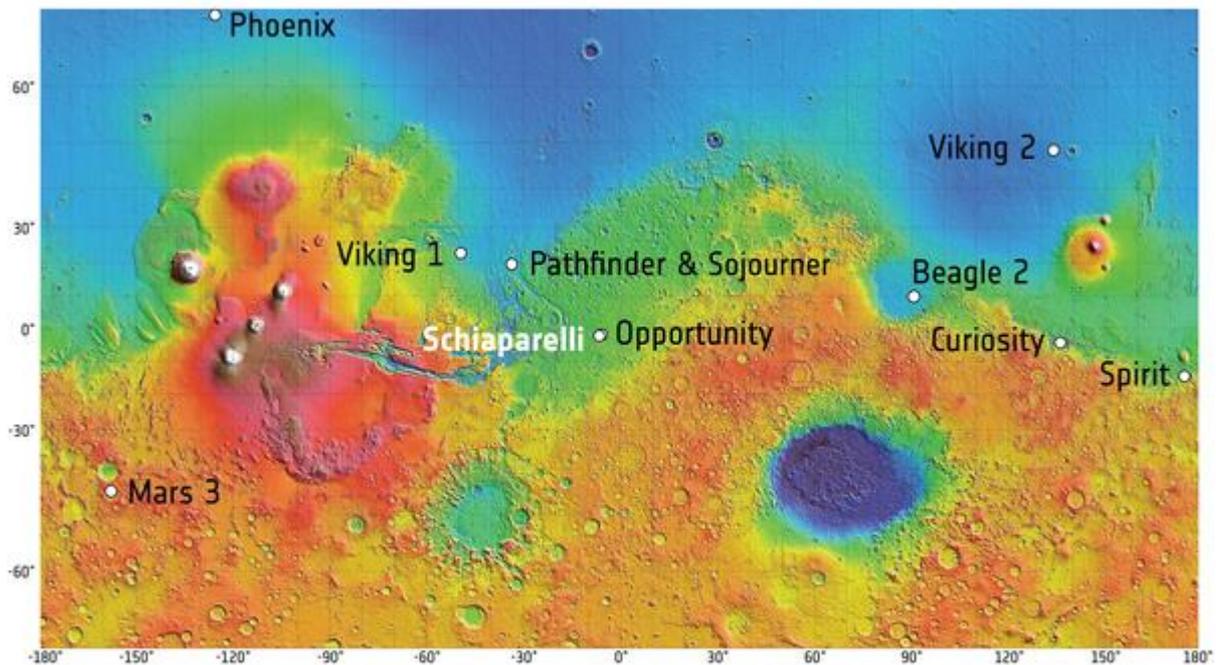
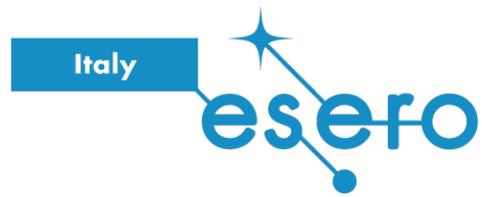


→ Selezione di un sito di atterraggio su Marte





→ Selezione di un sito di atterraggio su Marte



Scheda sintetica

Materia: Geologia, Biologia, Ingegneria

Età: 14-18 anni

Tipo: Attività per studenti

Complessità: media

Costo: Basso

Tempo richiesto: 1 ora

Luogo: aula

Include l'uso di: mappe

Parole chiave: Geologia, Mappe, Sistema

Solare, Pianeti, Marte, Acqua, Vita

Materie curriculari: scienze della terra,

Breve descrizione

In questa attività gli studenti prenderanno in considerazione requisiti scientifici e tecnologici per selezionare un sito di atterraggio su un oggetto celeste: Marte. Gli studenti, guidati dall'insegnante, dovranno capire quali sono i requisiti da soddisfare per cercare tracce di vita e allo stesso tempo cercare una zona che non metta a rischio di fallimento la missione stessa.

L'attività è basata sulla selezione del sito di atterraggio di ExoMars 2020.

Obiettivi di apprendimento

- Imparare a leggere carte geologiche di diverso tipo (mola, geologica, termica)
- Imparare quali requisiti geo morfologici sono importanti per la presenza di tracce di acqua
- Confrontare requisiti scientifici e ingegneristici
- Acquisire conoscenze sulle morfologie presenti su altri pianeti del Sistema Solare, oltre la Terra

→ **Sommario delle attività**

Sommario delle attività					
	Titolo	Descrizione	Obiettivo	Requisiti	Tempo
1	Introduzione e all' esplorazione e Marte	Introduzione alla esplorazione di Marte e alla missione ExoMars.	Introdurre gli studenti alle problematiche relative alla esplorazione di un pianeta del sistema solare	Nessuno	30 minuti
2	Morfologia terrestre e marziana	Introduzione dei requisiti scientifici e tecnologici per la selezione di un sito di atterraggio su Marte. Di particolare interesse i requisiti scientifici legati alla geomorfologia di Marte in analogia con la morfologia terrestre	Spiegare agli studenti come la conoscenza geologica del nostro pianeta sia fondamentale anche per l'esplorazione degli altri pianeti. In particolare analizzare alcune caratteristiche essenziali per la formazione della vita. Morfologia fluviale/glaciale, varietà geologica, presenza di minerali idrati	Nessuno	30 minuti
3	Selezione di un sito di atterraggio su Marte	Utilizzo di reali mappe marziane utilizzate per la selezione della missione ExoMars.	Gli studenti impareranno a leggere ed interpretare mappe di diverso tipo. Inoltre dovranno confrontare requisiti scientifici e tecnologici.	Attività 2	30 minuti

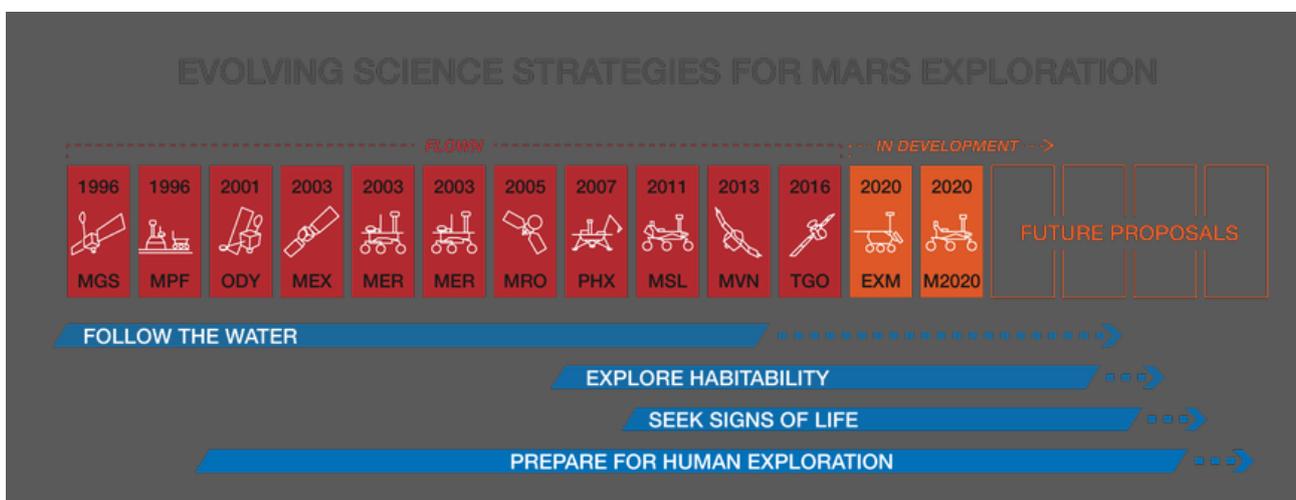
→ Introduzione

A partire dagli anni '70 ci sono state molte spedizioni di sonde spaziali per lo studio dei pianeti del Sistema Solare. Uno dei pianeti più studiati è senza dubbio Marte, sia per la sua vicinanza alla Terra, sia per le sue caratteristiche fisiche. Marte è il quarto pianeta del sistema solare in ordine di distanza dal Sole; è visibile ad occhio nudo ed è l'ultimo dei pianeti di tipo terrestre dopo Mercurio, Venere e la Terra. Chiamato il Pianeta Rosso a causa del suo colore caratteristico dovuto alle grandi quantità di ossido di ferro che lo ricoprono, Marte prende il nome dall'omonima divinità della mitologia romana.

Circa metà delle missioni marziane sono risultate degli insuccessi costituiti da perdite e da vari inconvenienti tecnici. Anche per questo motivo il pianeta conserva il suo fascino, il suo mistero e, più in generale, un'ulteriore motivazione per proseguire le ricerche. Le probabilità di trovare tracce di vita su questo pianeta, così come esso ci appare, sono estremamente ridotte; tuttavia, se fosse confermata la presenza di acqua in tempi remoti, aumenterebbero le probabilità di trovare tracce di vita passata.

Il telerilevamento, in inglese remote sensing, è la disciplina tecnico-scientifica o scienza applicata con finalità diagnostico-investigative che permette di ricavare informazioni, qualitative e quantitative, sull'ambiente e su oggetti posti a distanza da un sensore mediante misure di radiazione elettromagnetica (emessa, riflessa o trasmessa) che interagisce con le superfici fisiche di interesse. Esso utilizza foto o dati numerici rilevati da aerei, satelliti, droni o sonde spaziali per caratterizzare la superficie di un pianeta nei suoi parametri di interesse (in questo caso si parla di monitoraggio ambientale) con applicazioni sia in campo civile che militare. Appartiene dunque al più vasto ambito disciplinare del cosiddetto settore della "geoinformazione" anche se in esso possono essere inclusi sistemi e tecniche di telerilevamento spaziale.

In questa esperienza vedremo come mappe marziane basate su dati acquisiti con le tecniche del remote sensing possono essere utilizzate per lo studio di un sito di atterraggio su Marte. Le mappe proposte in questa attività didattica sono reali mappe marziane, realizzate da diversi strumenti a bordo di passate esplorazioni spaziali del pianeta rosso.



→ **Approfondimento 1: rover**



I rover sono esploratori versatili, ma hanno bisogno di un po' di allenamento prima di partire. Un modello del rover *Rosalind Franklin* che verrà inviato su Marte nel 2021 sta esplorando il Deserto di Atacama, in Cile, seguendo i comandi di controllo che partono dal Regno Unito, a oltre 11.000 km di distanza. Il rover *ExoFIT* simula le operazioni di ExoMars in ogni aspetto chiave.

Durante i test, il rover ha guidato dalla sua piattaforma di atterraggio e di interesse, fino ad un sito con presenza di semplice rocce con paesaggi simili a quelli di Marte, nel deserto cileno.

Per approfondire:

<https://youtu.be/91XBQfVdJcc>

→ **Approfondimento 2: Missione ExoMars**



ExoMars è un progetto composto da due missioni, entrambe con l'obiettivo di cercare biotracce su Marte.

La prima missione è stata lanciata il 14 marzo 2016, ed è composta dal Trace Gas Orbiter (TGO), dotato di strumenti per l'analisi dei gas atmosferici e la mappatura delle loro fonti, e dal lander Schiaparelli (andato distrutto il 19 ottobre 2016 avendo tentato senza successo di posarsi sulla superficie di Marte) che avrebbe dovuto fungere da dimostratore di tecnologia per l'ingresso nell'atmosfera e l'atterraggio sul suolo marziano. Il sito prescelto per l'atterraggio era il Meridiani Planum.

La seconda missione sarà lanciata nel 2020 e consisterà di un modulo di atterraggio costruito sulla base dei dati raccolti da Schiaparelli, che porterà sulla superficie del pianeta un rover ESA. La scelta del sito di atterraggio è stata operata sulla base dei dati ottenuti dal TGO, tra cui la difficoltà di atterraggio e di spostamento del rover sulla superficie; il 21 ottobre 2015 l'ESA ha annunciato la scelta del sito primo candidato per il landing del 2021, selezionato per le sue caratteristiche particolari all'interno di una rosa ristretta di 4 candidati: la Mawrth Vallis, l'Oxia Planum, l'Hypanis Vallis e l'Aram Dorsum.

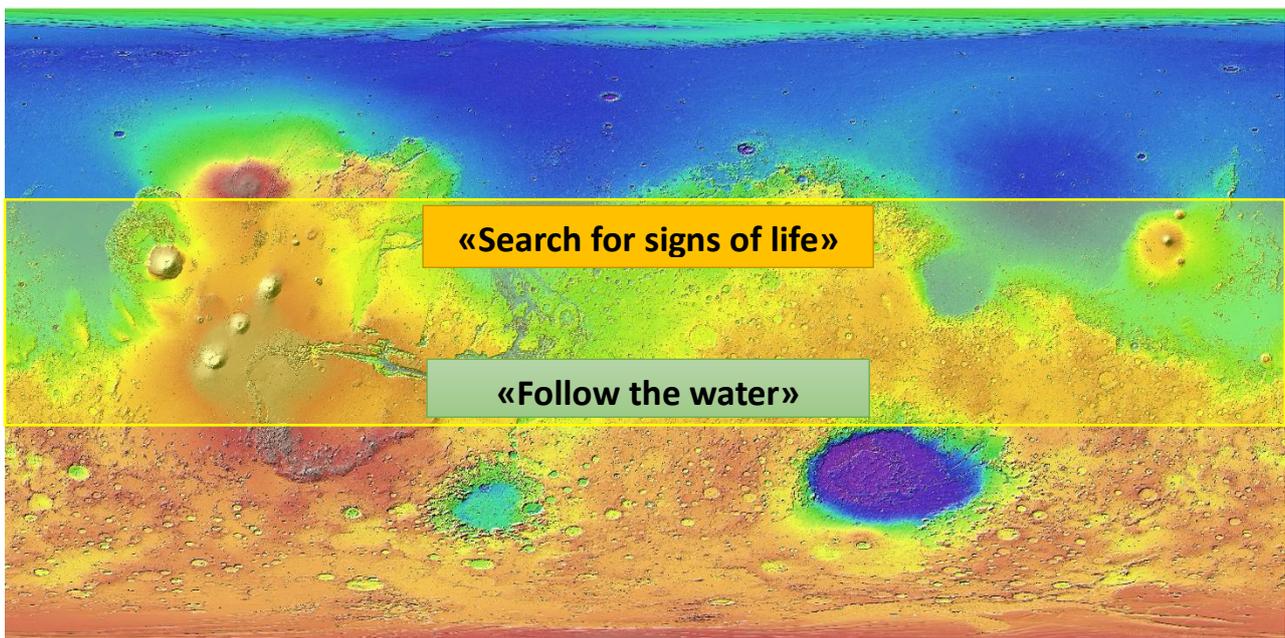
→ Come viene selezionato un sito di atterraggio?

Tutti i siti candidati per l'atterraggio della missione Exomars dovevano soddisfare le seguenti caratteristiche:

- Situati nella zona equatoriale;
- Aree geologicamente diverse e antiche (con un forte potenziale di abitabilità passata e preservazione di segni fisici e chimici della vita e della materia organica)
- Mostrare prove morfologiche e mineralogiche per l'attività fluviale di lunga durata o ricorrenti.

Mentre le prime esplorazioni di Marte avevano come obiettivo quello di studiare il pianeta e la possibile presenza di acqua, le missioni recenti hanno lo scopo di cercare l'esistenza di segni di vita passata.

Figura 1: La mappa altimetrica di Marte (NASA/JPL)



Un sito risulta idoneo per l'atterraggio di un rover o lander se soddisfa alcuni requisiti scientifici e ingegneristici, che vengono riportati nella tabella sottostante:

Requisiti scientifici

- *Morfologia fluviale/glaciale (delta, forme di erosione glaciale/fluviale ecc...)*
- *Varietà geologica*
- *Presenza di minerali idrati (generati dalla presenza di acqua in passato)*

Requisiti ingegneristici

- *Bassa elevazione del sito*
- *Rilievo e pendenze del terreno moderate*
- *Ridotta abbondanza di rocce*

→ Requisiti scientifici

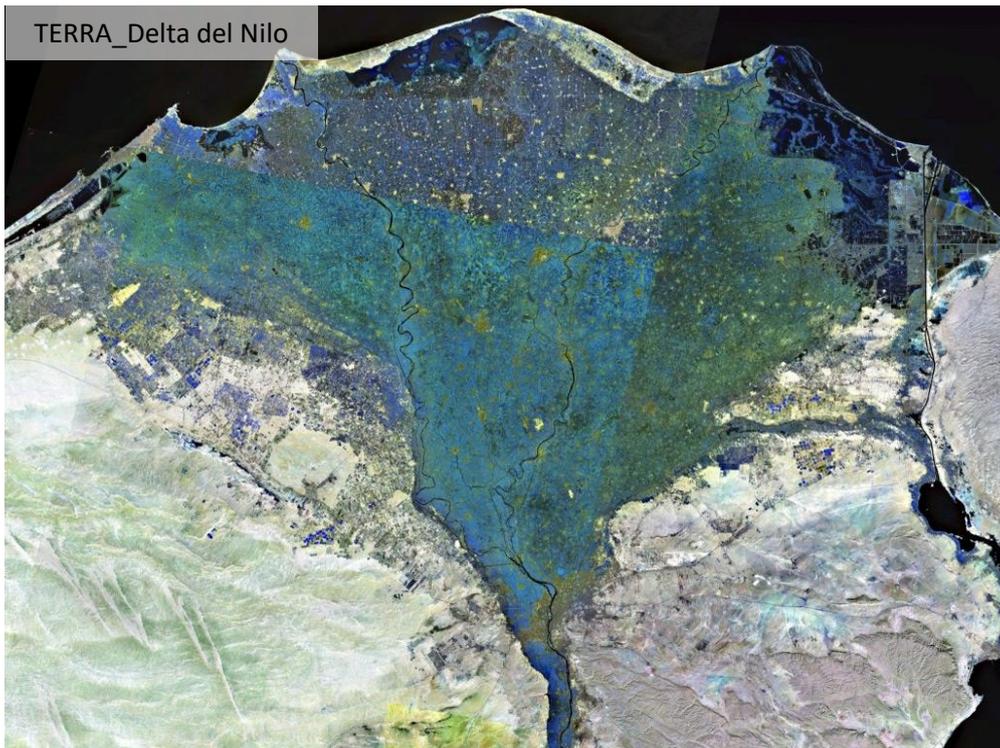
Esempi di morfologia fluviale (delta e letti a meandri)

Tra le morfologie fluviali più comuni sulla superficie di Marte, ci sono i delta. I delta sono ambienti complessi le cui caratteristiche sono determinate dalla natura del sistema fluviale che apporta il sedimento, dai processi costieri e dal clima. Queste forme possono essere suddivise in diversi ambienti. La piana deltizia – delta plain – corrisponde all'area retrostante la linea di costa e può essere a sua volta suddivisa in una piana deltizia superiore, dominata da processi fluviali, e in una piana deltizia inferiore, dove si avverte l'influenza del mare rappresentata essenzialmente dall'ingressione marina operata dalle maree. La piana deltizia superiore è l'area dove si trovano i sedimenti fluviali, lacustri e palustri. La natura dei depositi dipende dal tipo di fiume presente e dal clima; possono essere presenti sia corsi d'acqua braided sia a meandri (Figura 3); questi ultimi sono più comuni nelle piane deltizie superiori. Mostriamo nelle immagini sottostanti due esempi di delta presenti su Marte e sulla Terra.

In figura 1, viene riportato il delta del Nilo, visto dal satellite Landsat (RGB falsi colori), il quale nella piana deltizia inferiore presenta canali che diventano sempre più numerosi e si dividono in distributori più piccoli; gli argini sono ben sviluppati e, in prossimità della linea di costa, tra i canali distributori, si sviluppa un'area inter distributrice (aree situate tra i canali distributori e caratterizzate da bassa energia del mezzo e sedimenti fini argilloso-siltosi). Questo delta è un esempio attuale (così come i delta del Niger e del Rodano) di delta controllato dal moto ondoso. La forte azione del moto ondoso sul fronte del delta ridistribuisce le sabbie delle barre di foce, che danno vita a barre costiere e a cordoni litorali.

La figura 2 mostra il delta presente nella parte più occidentale del cratere Eberswalde (Marte), esso ha una lunghezza di circa 11 Km. ed è caratterizzato dalla presenza di canali meandriformi e braided (canali intrecciati). Questi flussi, carichi di sedimento diminuiscono in dimensioni e svaniscono a causa del processo di evaporazione e infiltrazione, questi processi portano ad una diminuzione del flusso e quindi alla capacità di questo di trasportare sedimenti che vengono successivamente depositati. Queste morfologie tendono a formarsi in regioni aride o semiaride.

Figura 2: Il delta del Nilo visto dal satellite (NASA)



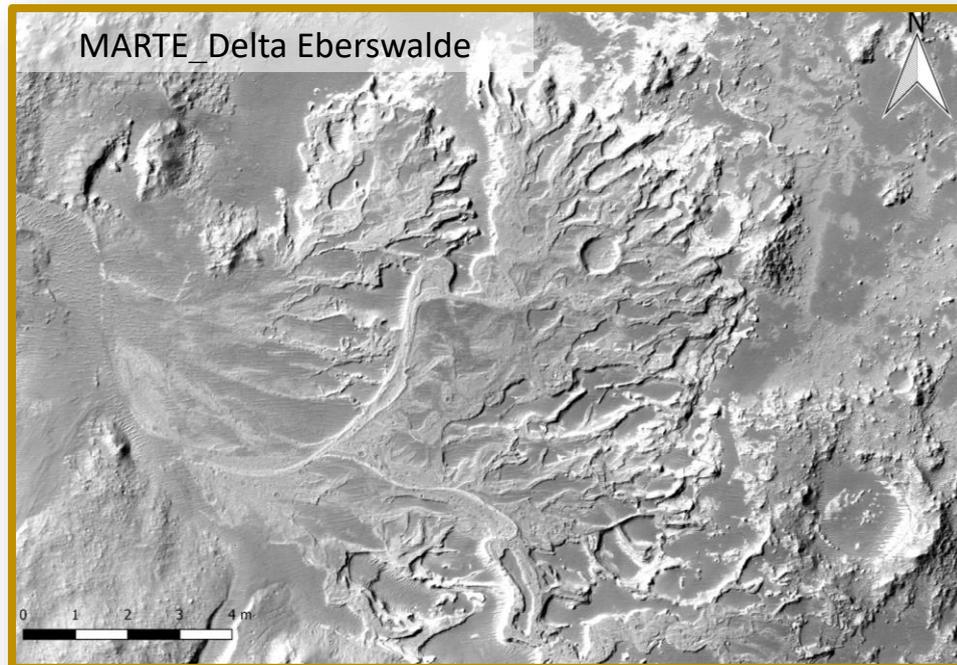


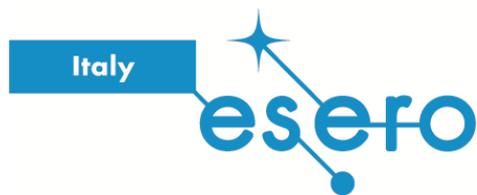
Figura 3: Il delta in Eberswalde (NASA/JPL)

Tra le altre morfologie che ci testimoniano la presenza in passato di acqua allo stato liquido, abbiamo i canali fluviali ed in particolare nella Figura 3 mostriamo dei canali meandriformi. Si tratta di letti fluviali molto sinuosi, caratterizzati da una serie di anse, più o meno accentuate (meandri), che si succedono in sequenza nella parte più valliva dei corsi d'acqua, in presenza di pendenze estremamente ridotte. Questo tipo di letto è caratteristico in fiumi con carico solido, costituito prevalentemente da sabbie e limi, trasportato soprattutto in sospensione. Dato l'andamento sinuoso del tracciato nei meandri possono essere individuate sponde interne (convesse) e sponde esterne (concave); la migrazione laterale del meandro avviene perché si ha erosione sul lato esterno del meandro (riva concava) e deposizione su quello interno (riva convessa).

Sono anche presenti sulla superficie di Marte morfologie glaciali: probabilmente la loro formazione deriva da un accumulo di ghiaccio all'interno di nicchie, successivamente alla sublimazione del ghiaccio i detriti vengono trasportati fino alla formazione di un flusso con forma lobata.

Carta geologica

A partire dalla fine degli anni '60 con il programma Mariner, condotto dalla NASA, fu possibile iniziare a fotografare il pianeta Marte da vicino. Dopo una serie di missioni con passaggi ravvicinati senza inserzione in orbita, la sonda spaziale Mariner 9 fu la prima ad



orbitare intorno a Marte nel 1971, fornendo immagini con risoluzione di circa alcuni Km/pixel. Questo veicolo riuscì a fornire importanti informazioni sul territorio marziano, come la presenza di una superficie altamente craterizzata, simile alla Luna, immensi vulcani, enormi spaccature tettoniche (rift) e indizi della presenza di acqua liquida in passato, testimoniato da molte forme di erosione fluviale/glaciale presenti sul pianeta. Nel corso degli anni successivi, furono lanciate altre sonde, le più importanti appartenenti al programma americano Viking, che ha eseguito i primi esperimenti biologici sulla ricerca della vita sul pianeta rosso con due lander arrivati su Marte nel 1976. Dopo una pausa di circa vent'anni l'esplorazione marziana è ripresa a metà anni '90, consegnandoci immagini visive, termiche e multispettrali ad alta risoluzione della superficie di Marte (Mars Global Surveyor, Mars Odyssey, Mars Express e Mars Reconnaissance Orbiter), oltre a fornire informazioni riguardanti l'altimetria e altre misurazioni del terreno, dell'atmosfera del pianeta e indagini di superficie grazie all'atterraggio di rover e lander (incluso Mars Pathfinder, Spirit, Opportunity, Mars Phoenix, e Curiosity).

Tutte queste informazioni sul pianeta hanno portato alla realizzazione di una carta geologica globale che distingue le differenti unità litologiche presenti sulla superficie del pianeta, contraddistinte da differenti caratteristiche.

Grazie alle immagini rinvenute dalle sonde Viking in orbita attorno a Marte è stata realizzata una carta geologica (Fig. 4) da Tanaka et al, nel 2005, utilizzando tecniche di mappatura digitale che ha permesso di discriminare circa 44 unità geologiche differenti con le rispettive età cronostatigrafiche (dal più vecchio al più giovane (N, Noachian; H, Hesperian, A, Amazonian) fornendo una rappresentazione del carattere geologico e dell'evoluzione di Marte. Vengono inoltre riportate le principali strutture presenti sulla superficie (altopiani, edifici vulcanici, bacini, canali di deflusso, crateri da impatto ecc.)



→ Requisiti ingegneristici

Questi requisiti devono essere soddisfatti per permettere al rover marziano di atterrare e muoversi sulla superficie.

Quota

Una volta rilasciato, il modulo di atterraggio ha bisogno di spazio per frenare con i paracadute, altrimenti arriva troppo veloce al suolo.

Questo è valido soprattutto nel caso di Marte, considerata la sua atmosfera estremamente rarefatta, con una pressione media al suolo di circa 6 mbar, contro i 1000 mbar della Terra al livello del mare.

Per questo motivo la quota del sito prescelto non deve essere elevata, altrimenti la velocità di arrivo al suolo sarebbe troppo alta per permettere un contatto con il suolo soft.

Non seguendo una traiettoria di caduta perpendicolare al terreno (Fig. 5) e tenendo conto delle incertezze relative ai vari parametri misurati, **il sito di atterraggio è in genere definito da una ellisse.**



Figura 5: Visualizzazione delle diverse fasi della discesa del rover Curiosity (NASA/JPL)

Per questo tipo di analisi è essenziale una cartina topografica (vedi requisito scientifico: delta fluviale)

Pendenza

Nel caso di forti pendenze al suolo, il modulo di atterraggio può ribaltarsi e quindi impedire la corretta fuoriuscita del rover. O potrebbe orientarsi male e non riuscire a trasmettere verso

il satellite in orbita, dal quale il rover dipende per le telecomunicazioni.



Figura 6: Il rover Curiosity su Marte (NASA/JPL)

Anche in questo caso è necessaria una analisi **topografica**, grazie alla quale discriminare zone con repentini cambiamenti di elevazione (poco adatti all'atterraggio) da aree pianeggianti.

Ridotta abbondanza di massi

Un terreno accidentato e pieno di massi può certamente pregiudicare la mobilità di un rover (Fig. 7), per questo è necessario scegliere un terreno che sia privo di grandi massi.

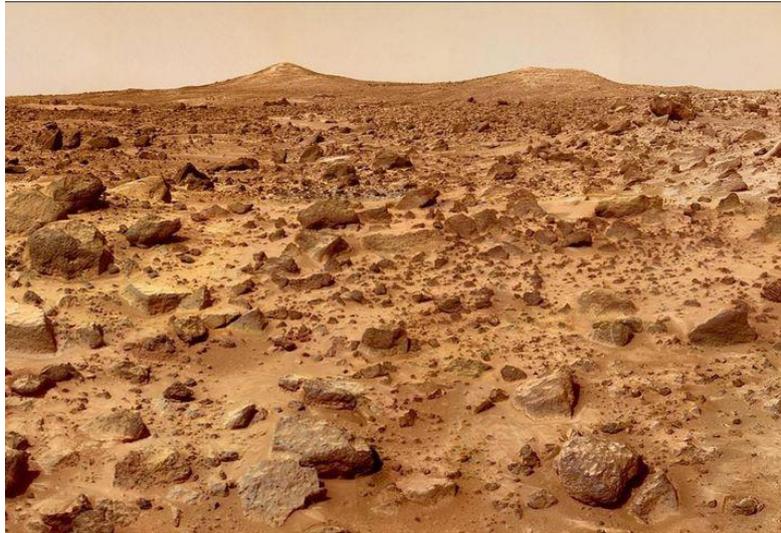


Figura 7: Il sito di atterraggio di una dei lander Viking: si evince la forte presenza di rocce in superficie (NASA/JPL)

Questo tipo di informazione sul terreno si può ottenere in prima approssimazione con una analisi dell'inerzia termica.

In termodinamica per inerzia termica si intende la capacità di un materiale o di una struttura di variare più o meno lentamente la propria temperatura come risposta a variazioni di temperatura esterna o ad una sorgente di calore/raffreddamento interno. Infatti, un fondo più compatto assorbe e rilascia calore più lentamente di rocce frammentate, soprattutto in quanto queste ultime espongono una maggiore superficie grazie alla quale scambiare calore con l'ambiente.

La **termocamera** (anche detta telecamera termografica) è una particolare telecamera, sensibile alla **radiazione infrarossa**, capace di ottenere immagini o riprese termografiche. A partire dalla radiazione rilevata si ottengono dunque delle mappe di temperatura delle superfici esposte spesso utilizzate a fini scientifici o anche militari. Le termocamere si dividono in radiometriche e non radiometriche. Le prime consentono di misurare il valore di temperatura assoluto di ogni punto dell'immagine. L'immagine, infatti, è costruita su una matrice di un certo numero di pixel per un certo numero di righe.

L'**elettronica** dello strumento "legge" velocemente il valore di energia immagazzinata da ogni singolo pixel e genera un'immagine, in bianco e nero o in falsi colori, dell'oggetto osservato.

→ Attività con gli studenti: selezione di un sito di atterraggio. Guida per l'insegnante.

Dopo aver fatto una introduzione teorica, scegliendo il livello di approfondimento delle singole voci scientifiche e/o tecnologiche, l'insegnante può proporre l'attività alla classe.

Per fare l'attività è necessario stampare le mappe in Appendice e dividere la classe in gruppi. Ogni gruppo dovrà essere suddiviso in due sottogruppi:

→ Gruppo A: scienziati

→ Gruppo B: ingegneri

Gli ingegneri e gli scienziati dovranno confrontarsi per selezionare il corretto sito di atterraggio, alla fine di ogni fase.

Fase 1

Dovranno essere soddisfatti i seguenti requisiti:

	Scienziati	Ingegneri
Requisito 1	Ricerca morfologia con scorrimento acqua	Quota < -2 Km

Gli studenti dovranno analizzare le mappe fornite dall'insegnante, discutere in gruppo e scegliere quale zona secondo loro è la più adatta: gli studenti dovranno scartare le morfologie che non presentano scorrimento di acqua. Le morfologie visibili nella zona sono: outflow channel, che si sviluppa a causa di un rilascio improvviso di acqua; crateri da impatto; Valles Marineris, etc. Una volta che il gruppo A ed il gruppo B avranno fatto la loro scelta, dovranno confrontarsi tra di loro per convergere su una zona che soddisfi entrambi i requisiti.

In questa fase gli studenti avranno la stessa mappa topografica, Appendice A (mola_oxia_all).

NB A seconda dell'età degli studenti potete chiedere di disegnare una ellissi o un rettangolo, chiedendo di scegliere una dimensione di circa 2 gradi di larghezza: questa dimensione è in genere superiore a quella di una reale ellissi per l'atterraggio su Marte, ma permette agli studenti di effettuare analisi in maniera più semplice. In alternativa, potete procurarvi dei fogli trasparenti, disegnarvi sopra delle ellissi e chiedere agli studenti di posizionarle sulla mappa. In questo modo potrete riutilizzare le mappe stampate.

Fase 2

Dovranno essere soddisfatti i seguenti requisiti:

	Scienziati	Ingegneri
Requisito 2	Selezione di aree geologiche fluviali	Assenza di pendenze rilevanti in un intorno di circa 2.5° in longitudine

Gli studenti dovranno analizzare le mappe fornite dall'insegnante, discutere in gruppo e scegliere quale zona secondo loro è la più adatta. Una volta che il gruppo A ed il gruppo B avranno fatto la loro scelta, dovranno confrontarsi tra di loro per convergere su una zona che soddisfi entrambi i requisiti.

In questa fase il gruppo A (scienziati) avrà la mappa in Appendice B (mappa geologica di Marte) mentre gli ingegneri avranno la mappa in Appendice C (mola_oxia_zoom).

NB. Va spiegato agli studenti che le mappe fornite nella fase 2 sono quelle corrette, selezionate dal team che ha lavorato alla scelta del sito di atterraggio di Exomars. Sarà quindi opportuno ragionare con gli studenti per capire se la loro scelta (in fase 1) coincide o meno con la mappa fornita in questa fase.

Fase 3

Dovranno essere soddisfatti i seguenti requisiti:

	Scienziati	Ingegneri
Requisito 3	Presenza di minerali idrati	Ridotta abbondanza di rocce

Gli studenti dovranno analizzare le mappe fornite dall'insegnante, discutere in gruppo e scegliere quale zona secondo loro è la più adatta. Una volta che il gruppo A ed il gruppo B avranno fatto la loro scelta, dovranno confrontarsi tra di loro per convergere su una zona che soddisfi entrambi i requisiti.

In questa fase il gruppo A (scienziati) avrà la mappa in Appendice D (Crisp_maps) mentre gli ingegneri avranno la mappa in Appendice E (mappa test_ti_oxia).

→ **Attività con gli studenti: selezione di un sito di atterraggio.**
Schede per gli studenti

Gruppo A: scienziati

Attività	Requisiti scientifici	Zona selezionata (coordinate)
1	Morfologia fluviale	
2	Varietà geologica	
3	Presenza di minerali idrati	

Dopo aver ricevuto la mappa dal tuo insegnante, analizzala attentamente cercando i requisiti descritti nella precedente attività. Riporta nella tabella le coordinate dell'area selezionata e prima di passare al requisito successivo, confrontati con il gruppo degli ingegneri per concordare la stessa area.

Ricorda:

- I delta sono ambienti complessi le cui caratteristiche sono determinate dalla natura del sistema fluviale che apporta il sedimento, dai processi costieri e dal clima.
- Grazie alle immagini rinvenute dalle sonde Viking in orbita attorno a Marte è stata realizzata una carta geologica che ha permesso di discriminare circa 44 unità geologiche differenti con le rispettive età cronostratigrafiche.
- I minerali idrati possono contenere ioni OH o sali tipo carbonati, solfati, ect.

Gruppo B: ingegneri

Attività	Requisiti ingegneristici	Zona selezionata (coordinate)
1	Elevazione < - 2 km	
2	Assenza di pendenze rilevanti in un intorno di circa 2.5° in longitudine	
3	Ridotta abbondanza di rocce sulla superficie	

Dopo aver ricevuto la mappa dal tuo insegnante, analizzala attentamente cercando i requisiti descritti nella precedente attività. Riporta nella tabella le coordinate dell'area selezionata e prima di passare al requisito successivo, confrontati con il gruppo degli ingegneri per concordare la stessa area.

Ricorda:

- la quota del sito prescelto non deve essere elevata, altrimenti la velocità di arrivo al suolo sarebbe troppo alta per permettere un contatto con il suolo soft.
- Nel caso di forti pendenze al suolo, il modulo di atterraggio può ribaltarsi e quindi impedire la corretta fuoriuscita del rover
- Un terreno accidentato e pieno di massi può certamente pregiudicare la mobilità di un rover. Questo tipo di informazione sul terreno si può ottenere in prima approssimazione con una analisi dell'inerzia termica

Discussione

Una volta concluse le fasi precedenti, ogni gruppo dovrà esporre alla classe quali sono state le scelte che lo hanno guidato nell'interpretazione delle mappe fornite. Dovranno esporre eventuali difficoltà nella lettura della mappa e commentare se eventuali altri requisiti debbano essere presi in considerazione.

1. Quali sono le scelte che hanno guidato il tuo gruppo nella selezione della zona di interesse?

2. Il gruppo degli scienziati e il gruppo degli ingegneri hanno selezionato le stesse zone?

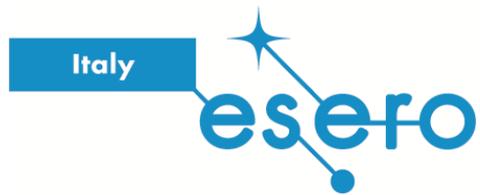
3. Se le zone scelte erano diverse, come è stato trovato l'accordo?

4. Elenca tutti i tipi di mappe utilizzate

5. Quali frequenze dello spettro elettromagnetico sono state utilizzate per ottenere le mappe (visibile, infrarosso, etc).

6. Che differenze ci sono nelle varie tipologie di mappe?

7. Quali eventuali altri requisiti, secondo te, dovrebbero essere presi in considerazione?



Alla fine dell'esperienza si potranno far vedere i seguenti filmati sulla missione ExoMars:

<http://exploration.esa.int/mars/58602-first-images-from-exomars/>

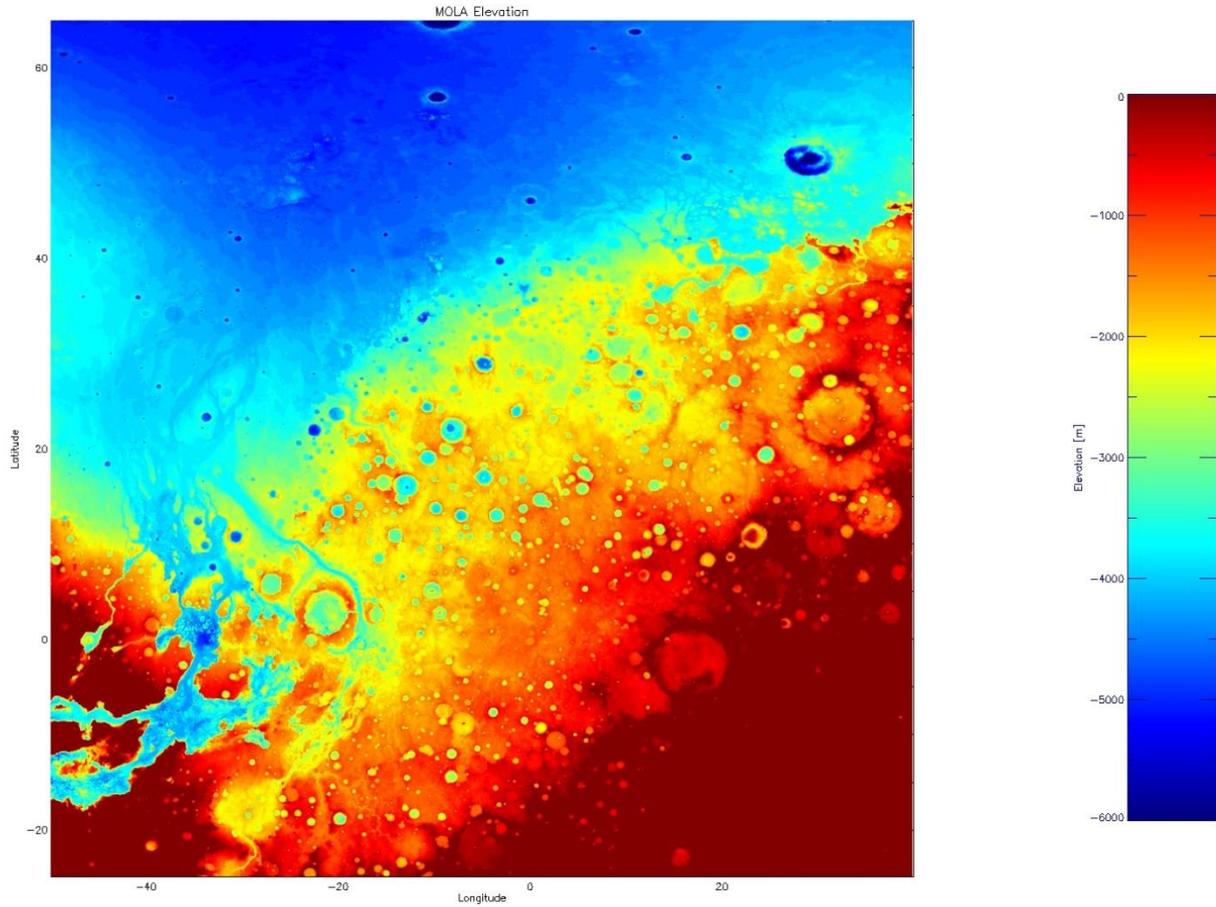
<http://exploration.esa.int/mars/58857-exomars-rover-a-360-degree-view/>

Maggiori informazioni si possono avere al seguente link:

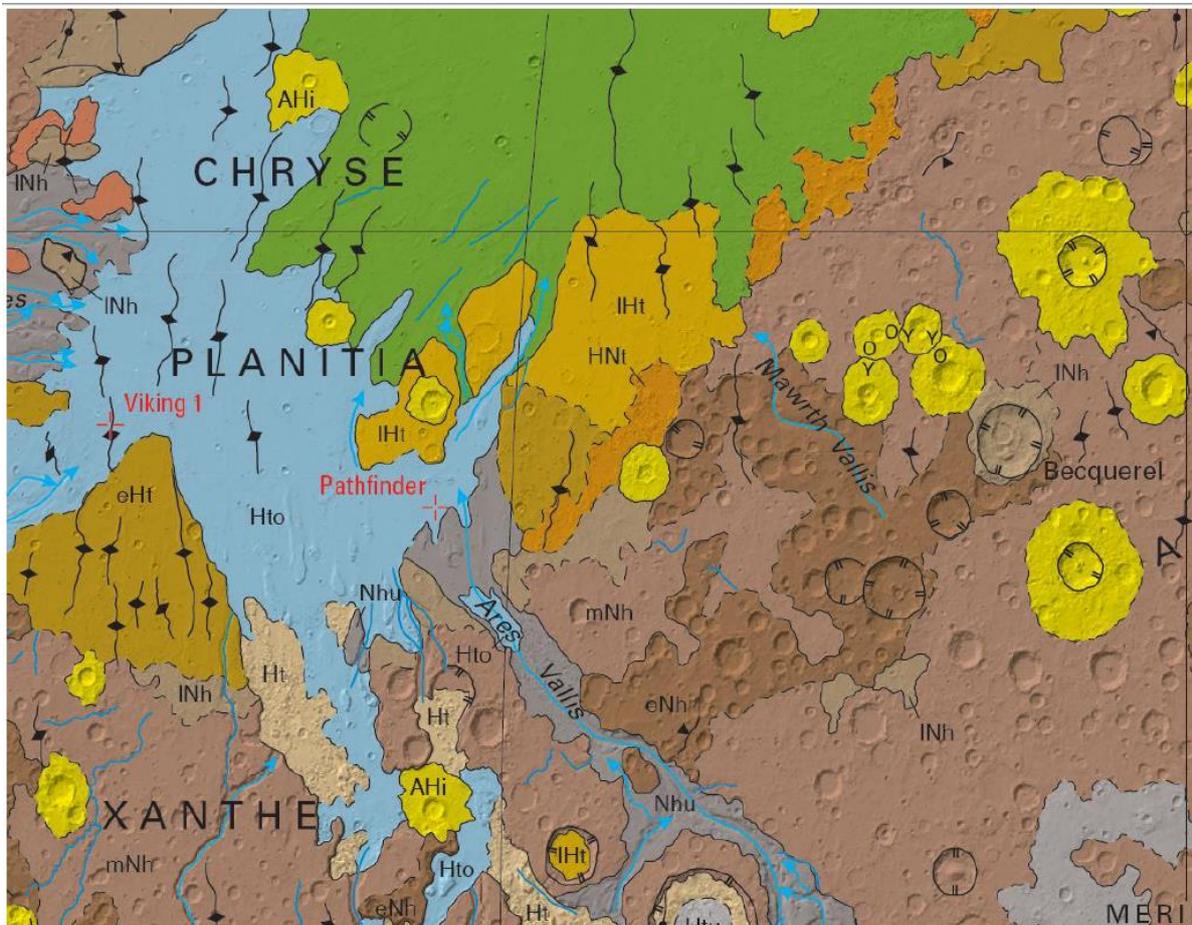
<http://exploration.esa.int/mars/46048-programme-overview/>



→ **Appendice A: mappa mola_oxia_all**



→ Appendice B: mappa geologica Marte



Iht Perdita di massa, fluviale/lacustre, possibile presenza di materiale sedimentario e rocce vulcaniche.



eHt Perdita di massa, fluviale/lacustre, possibile presenza di materiale sedimentario e rocce vulcaniche.



Ht Mix di sedimento e materiale collassato



HNt Breccie, sedimenti e depositi vulcanici



Nhu Materiale da impatto, vulcanico e sedimenti friabili il tutto indifferenziato.



INh Materiale da impatto, vulcanico, fluviale e di bacino, il tutto indifferenziato. Materiale leggermente deformato e degradato.

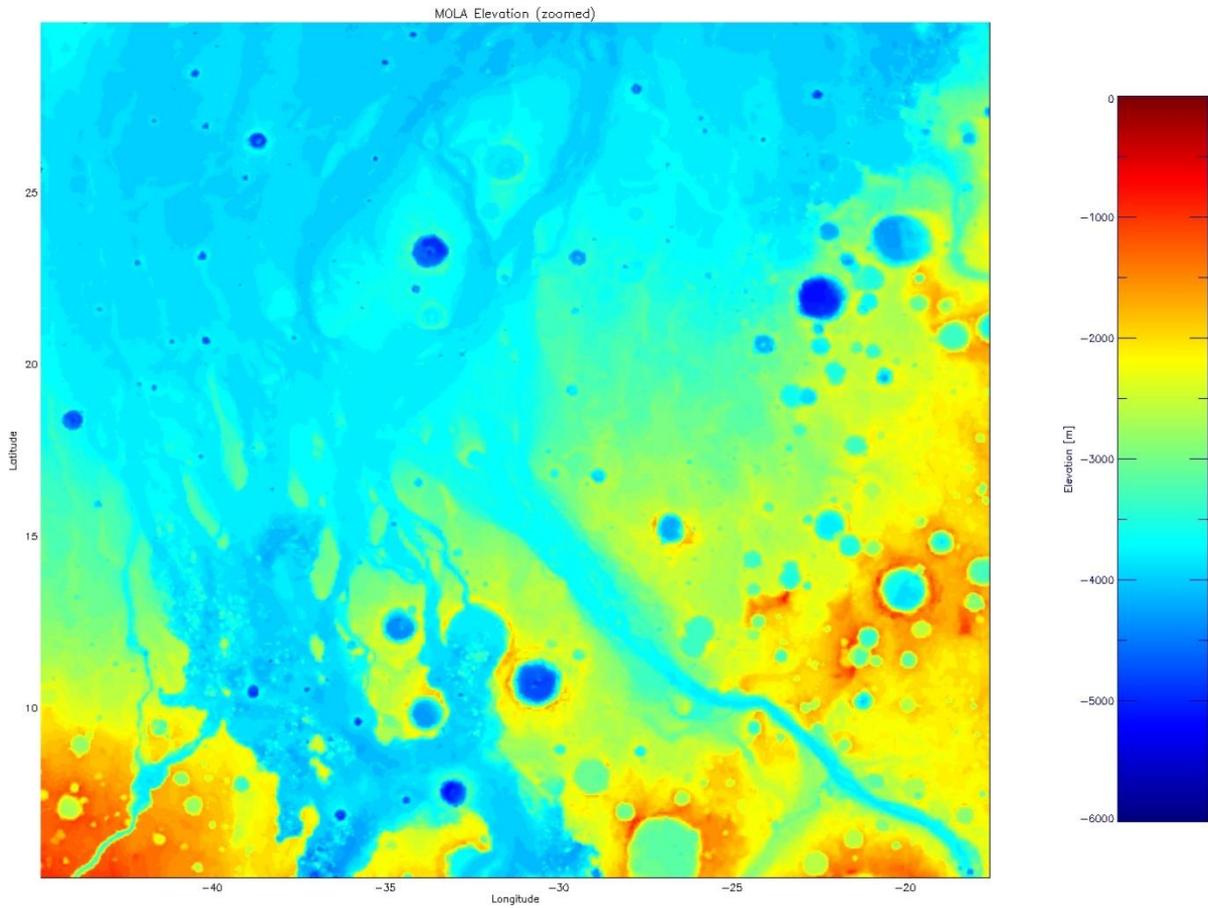


eNh Materiale da impatto, vulcanico, fluviale e di bacino, il tutto indifferenziato. Materiale mediamente deformato e degradato.



mNh Materiale da impatto, vulcanico, fluviale e di bacino, il tutto indifferenziato. Materiale altamente deformato e degradato.

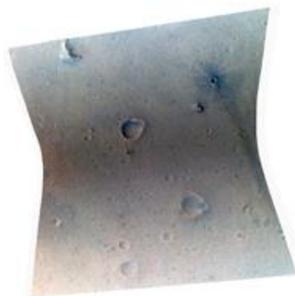
→ Appendice C: mappa mola_oxia_zoom



→ Appendice D: mappa crism_maps



CRISM 1

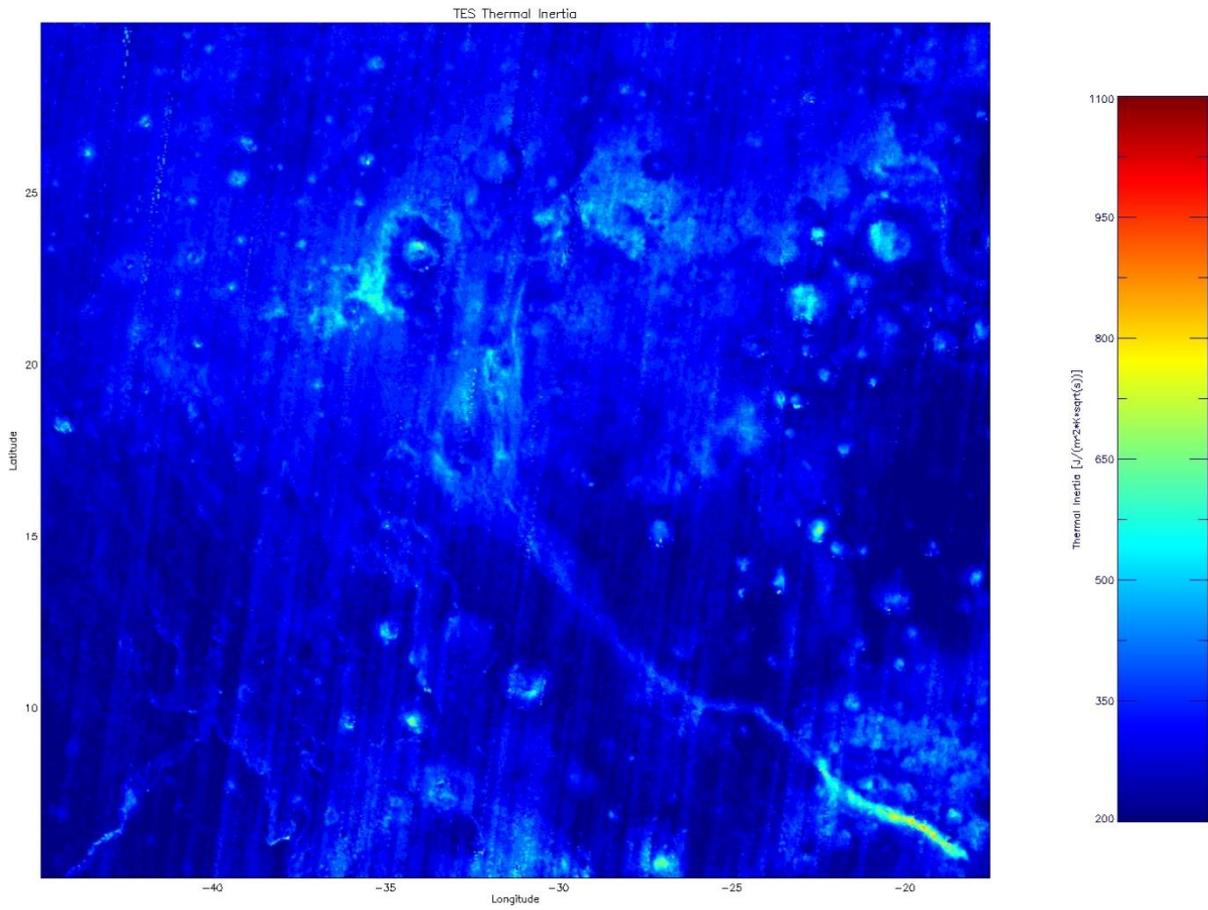


CRISM 2

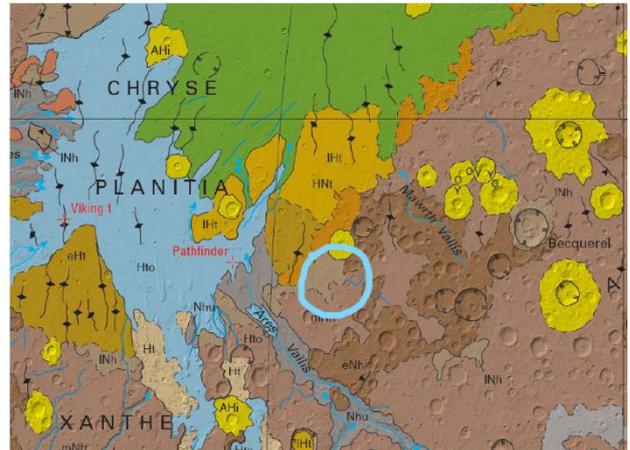
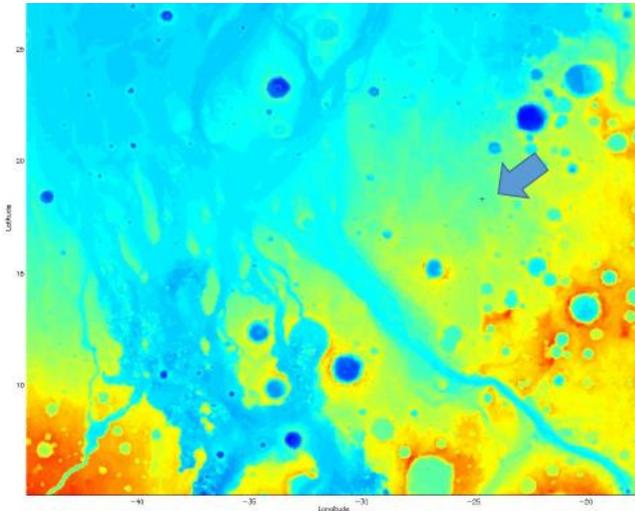


CRISM 3

→ Appendice E: mappa tes_ti_oxia



→ Soluzione



Questa risorsa è stata creata da Angelo Zinzi (ASI), Ernesto Palomba (ESERO Italia), Annalisa Terracina (ESERO Italia), Veronica Complone (ESERO Italia)

Credits: Le mappe mola e la mappa geologica sono state fornite da Maurizio Pajola (Istituto Nazionale di Astrofisica)