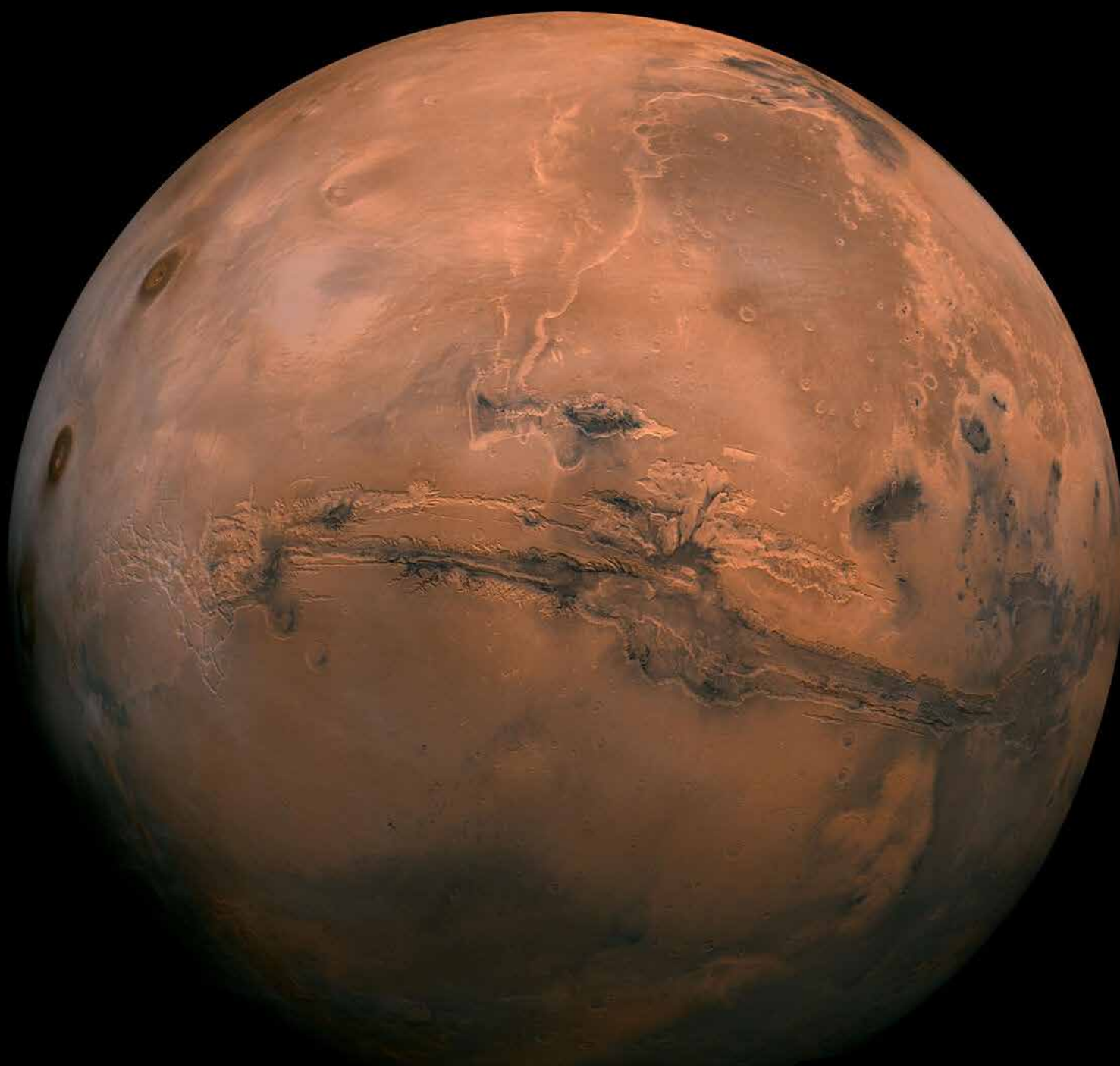


IL PIANETA ROSSO



“Vi è in Marte un mondo intero di cose nuove da studiare, eminentemente proprie a destare la curiosità degli osservatori e dei filosofi, le quali darano da lavorare a molti telescopi per anni.”

Giovanni Schiaparelli

Marte è un pianeta secco, sabbioso e freddo. Caratterizzato da paesaggi desolati e aridi, con dune desertiche, distese ghiacciate e panorami plasmati dal vento, è costellato di crateri dovuti all'impatto di meteoriti ed è tuttora sismicamente attivo. Marte presenta anche numerosi vulcani ma non sembra possedere placche tettoniche, anche se il suolo presenta sollevamenti e fratture causate da movimenti del magma, dalla contrazione dovuta al raffreddamento e dall'aumento della pressione nelle profondità del sottosuolo.

Il suo suolo è composto principalmente di ossido di ferro, essenzialmente ruggine, che conferisce al pianeta il ben noto colore rossiccio.

L'atmosfera di Marte è molto rarefatta e non offre alcuna protezione dalle radiazioni. Essendo molto sottile non permette la presenza di acqua liquida in superficie, e non trattiene il calore: le temperature registrate sul pianeta sono comprese tra -150°C e 20°C .

Marte

CONFRONTO CON LA
Terra

Distanza dal Sole (minima)	$20,76 \times 10^6$ km	$147,1 \times 10^6$ km
Distanza dal Sole (massima)	$249,2 \times 10^6$ km	$152,1 \times 10^6$ km
Velocità media di rivoluzione intorno al Sole	24,07 km/s	29,78 km/s
Inclinazione dell'equatore rispetto all'orbita ($^{\circ}$)	25,19 $^{\circ}$	23,44 $^{\circ}$
Periodo di rivoluzione	687 giorni	365 giorni
Durata giorno	24 ore e 37 minuti	24 ore
Raggio medio (km)	3386 km	6371 km
Volume	$1,63 \times 10^{11}$ km 3	$1,08 \times 10^{12}$ km 3
Massa	$6,4 \times 10^{23}$ kg	$5,97 \times 10^{24}$ kg
Densità	3,93 g/cm 3	5,51 g/cm 3
Gravità superficiale	3,71 m/s 2	9,81 m/s 2
Temperatura superficiale	-63 $^{\circ}\text{C}$	14 $^{\circ}\text{C}$
Numero satelliti	2	1
Composizione nucleo	Nichel e zolfo	Ferro e Nichel liquidi
Composizione atmosfera	Anidride carbonica	Azoto, Ossigeno

IL GRANDE GHOUL GALATTICO

|| Marte risponde a un fondamentale bisogno di ognuno di noi.

Esiste un imperativo umano a esplorare.

Le persone esplorano perché sono esseri umani, con il desiderio di espandere l'ambito dell'esperienza umana. L'esplorazione aumenta la nostra conoscenza, soddisfa la nostra curiosità e risponde al nostro senso di avventura.

Andremo su Marte perché siamo vivi e perché questo riflette qualcosa di molto speciale dentro ciascuno di noi ||

Arnold Aldrich, NASA,
Amministratore Associato,
1 maggio 1990



Nella storia dell'esplorazione spaziale Marte rimane la meta che ha avuto la più alta percentuale di insuccessi. Gli errori umani, la scarsa conoscenza delle caratteristiche dei suoi territori e anche un po' di sfortuna hanno causato la perdita di un numero notevole di sonde marziane.

Anche se più recentemente, dagli anni 2000, le missioni Curiosity, Perseverance e alcuni orbiter e lander cinesi e indiani hanno avuto successo, altri progetti sono comunque falliti o sono stati rinviati.

Per questa serie di insuccessi è stato soprannominato "Grande Ghoul Galattico". Nelle leggende mediorientali il Ghoul è un essere mostruoso che attira i viaggiatori nel deserto per cibarsene: anche Marte sembra non essere mai sazio di nuove vittime.

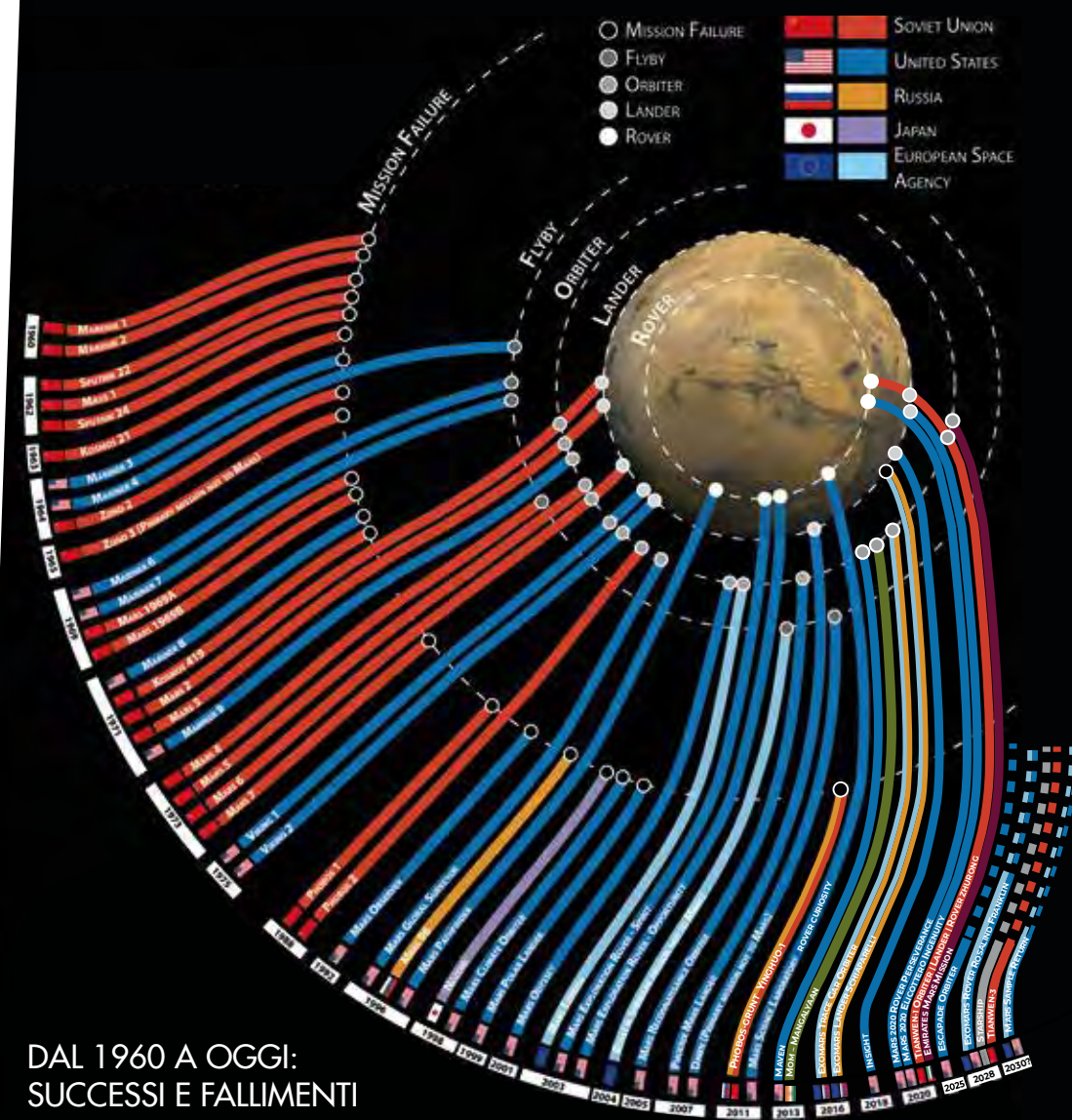
Nonostante i tanti fallimenti, però, non è mai venuto meno il desiderio di esplorare il Pianeta rosso. Ma cosa si cerca in una meta tanto inospitale? Si può ragionevolmente pensare che Marte dia maggiori possibilità della Terra? L'epica idea della nuova colonizzazione assomiglia più a un sogno che a una possibilità realmente percorribile.



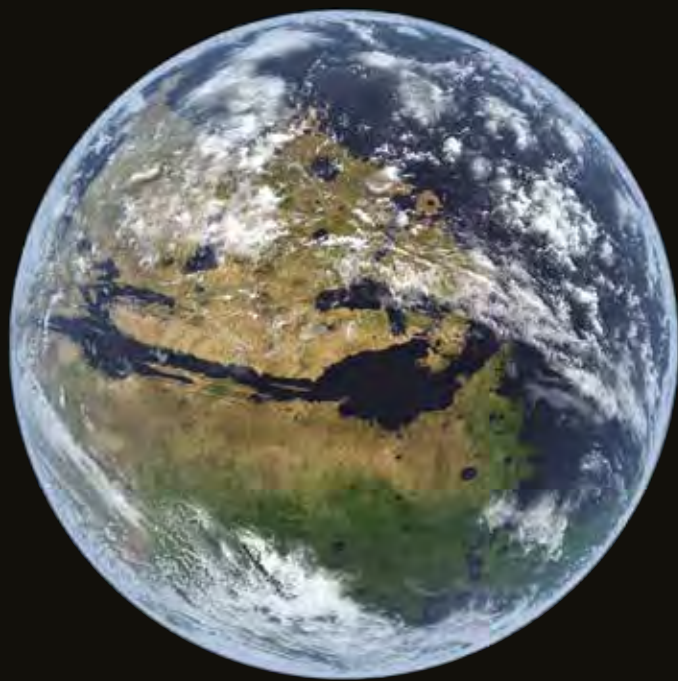
L'uomo su Marte?

È diffusa l'idea che la colonizzazione di Marte sia quasi la naturale prosecuzione dei successi lunari. Oltre alle proibitive condizioni di vita sul pianeta rosso, però, diversi fattori rendono incerto il viaggio umano su Marte. L'esperienza delle stazioni spaziali dimostra che il corpo umano non è fatto per vivere lunghi periodi in assenza di gravità: i muscoli si atrofizzano, le ossa sono soggette ad osteoporosi, ci sono alterazioni cardiovascolari, del sistema nervoso e dell'equilibrio. Le radiazioni solari lontano dalla Terra, inoltre, sono più intense e pericolose e possono causare alterazioni al sistema immunitario, a quello riproduttivo e favorire l'insorgenza di tumori. Cosa succederebbe a un uomo costretto a viaggiare nello spazio interplanetario per più di sette mesi? Oltre alla difficoltà dell'atterraggio, infine, bisogna considerare che gli attuali sistemi di propulsione non consentono la realizzazione di navicelle adatte a trasportare uomini con possibilità di rientro sulla Terra.

La NASA mira ad eseguire una missione umana prima del 2039, preceduta dalle missioni del programma Artemis per il trasporto di tutte le attrezzature necessarie per il volo, lo sbarco, la permanenza e il rientro. L'azienda SpaceX vorrebbe seguire una tabella ancora più ambiziosa. I recenti test problematici di Starship, il loro vettore spaziale riutilizzabile, hanno per ora posticipato la prossima missione su Marte, inizialmente programmata per il 2025, al 2027. Sono poi previste le missioni operative entro il 2029 e il primo volo umano entro il 2033.



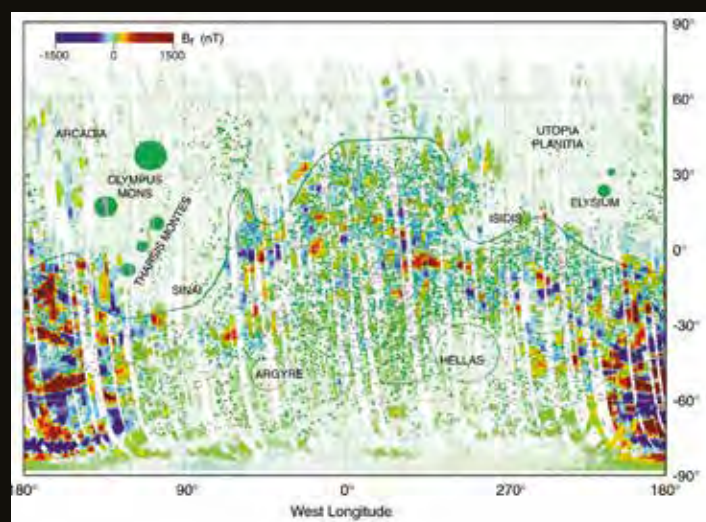
DAL 1960 A OGGI:
SUCCESSI E FALLIMENTI



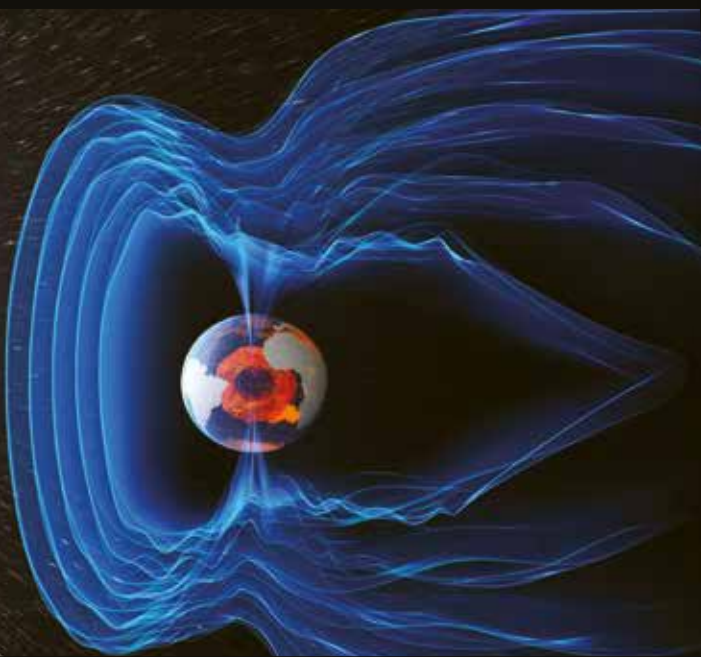
Ricostruzione di come sarebbe Marte se fosse ancora presente acqua liquida sulla sua superficie



Monte Olimpo: alto 27 km, è il rilievo più elevato del Sistema Solare. Le sue dimensioni sono probabilmente dovute alla mancanza di tettonica a placche: la crosta rimane fissa e lo hot spot sottostante ha prodotto lava da milioni di anni sempre nello stesso punto



Rilevazioni del Campo Magnetico Marziano da parte della sonda Mars Global Surveyor: si possono notare le anomalie nella distribuzione delle linee di forza, che non si raccolgono intorno ai poli



Il Campo Magnetico Terrestre in una ricostruzione dell'ESA

ACQUA E METANO

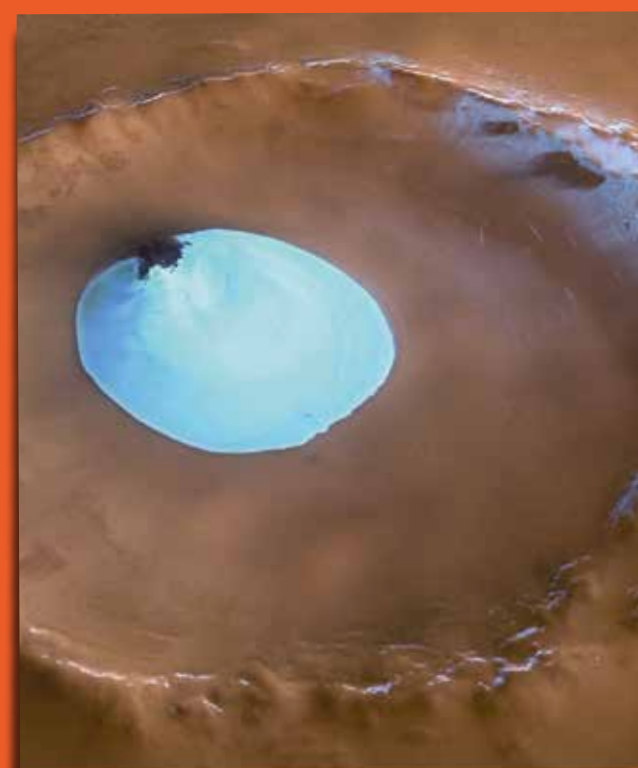
La ricerca della vita è strettamente collegata alla ricerca di acqua allo stato liquido – il solvente fondamentale per i processi biochimici che conosciamo - e di metano – considerato una prova di attività biologiche e metaboliche.

Grazie ai dati raccolti da Mars Express e InSight, esistono indizi della possibile presenza di acqua liquida salata sotto la calotta polare sud di Marte a profondità superiori ai 10 km nella crosta, dove la pressione potrebbe mantenerla allo stato liquido. Tracce di canali erosivi, minerali idrati e carbonato di calcio indicano inoltre che in passato il pianeta potrebbe aver ospitato fiumi, laghi e forse oceani.

Rilevazioni del rover Curiosity hanno registrato picchi di metano fino a circa 7 parti per miliardo nel Cratere Gale, non confermati però dal Trace Gas Orbiter. Questi dati non sono quindi sufficienti per dimostrare attività biologica.

Negli ultimi anni Perseverance e Curiosity hanno fornito nuove evidenze di un Marte potenzialmente abitabile in passato.

Tuttavia, queste possibili biosignature potrebbero avere origine abiotica: solo il ritorno dei campioni sulla Terra potrà chiarirlo.



SU MARTE ALLA RICERCA DELLA VITA

VANTAGGI E SVANTAGGI DELLA GEOLOGIA MARZIANA

Marte non possiede un campo magnetico globale: ha solo alcune aree della crosta magnetizzate poiché, a differenza della Terra, non possiede correnti di rocca fusa in movimento all'interno del pianeta.

La mancanza di protezione magnetica del vento solare potrebbe essere tra gli elementi che hanno determinato la rarefazione dell'atmosfera marziana.

Grazie all'assenza di tettonica a placche, Marte conserva rocce molto antiche, risalenti ai primi miliardi di anni della sua storia. Per questo motivo rappresenta un "archivio geologico" unico, prezioso per colmare il vuoto conoscitivo relativo alle prime centinaia di milioni di anni di storia terrestre ormai cancellate dai movimenti tettonici.

“Marte è in una fase primitiva della tettonica a placche. Esso ci dà un assaggio di come fu la Terra primordiale e può aiutarci a capire come la tettonica ebbe inizio sulla Terra”

An Yin, Geologo planetario,
University of California

“Le condizioni ambientali sulla Terra oggi non sono le stesse di quando la vita sorse su questo pianeta. Perché la vita sopravviva, i nutrienti devono rinnovarsi e questo può accadere solo grazie a processi geologici attivi [...]. Uno dei problemi maggiori sulla Terra è che la tettonica a placche ha eliminato tutti i primi 500 milioni di anni della storia delle rocce e ha seriamente alterato i seguenti 500 milioni di anni, [...] quando la vita comparve e prese piede. Questo buco nella nostra conoscenza può essere riempito studiando altri pianeti che non svilupparono una tettonica a placche e che conservano ancora tracce delle primitive condizioni ambientali. Marte è un obiettivo ideale. [...] Ha avuto una storia primordiale simile a quella della Terra e le sue condizioni erano adeguate per la presenza della vita. [...] Non è stato influenzato da una diffusa tettonica a placche; in conseguenza di ciò potrebbe essere possibile trovare antiche rocce che non sono state esposte ad alte temperature.”

Tratto da: "Cosmic Vision", programma ESA per l'esplorazione spaziale 2015-2025

ALLA VOLTA DI MARTE

ANNO	NOME	MISSIONE	OBIETTIVO RAGGIUNTO
1996	Mars Global Surveyor	NASA	Mappatura della superficie marziana; scoperta di canali e letti fluviali.
2001	Mars Odyssey	NASA	Scoperta di grandi quantità di ghiaccio d'acqua sotto la superficie.
2003	Mars Express	ESA	Trovate prove di minerali idrati (presenza d'acqua nel passato).
2004	Spirit e Opportunity	NASA	Conferma della presenza passata di acqua liquida; Opportunity ha percorso circa 45 km sulla superficie.
2005	Mars Reconnaissance Orbiter	NASA	Studio del terreno per individuare aree di atterraggio e supporto alle comunicazioni Terra-Marte.
2008	Phoenix	NASA	Scavo nel suolo polare e scoperta di ghiaccio d'acqua a pochi centimetri di profondità.
2012	Curiosity	NASA	Scoperta di antichi ambienti abitabili nel cratere Gale e analisi di materiale organico nelle rocce.
2013	MAVEN	NASA	Studio dell'atmosfera marziana e di come Marte ha perso la sua atmosfera nel tempo.
2016	ExoMars – Trace Gas Orbiter e Schiaparelli	ESA	Studio del metano e di altri gas atmosferici e ricerca di possibili tracce di vita.
2020	Emirates Mars Mission	EAU	Studio del clima e dell'atmosfera marziana e creazione di un atlante climatico del pianeta.
2021	Perseverance	NASA	Ricerca di segni di vita passata nel cratere Jezero e raccolta di campioni per un futuro ritorno sulla Terra; trasporto dell'elicottero Ingenuity.
2021	Tianwen-1	CNSA	Orbiter cinese che ha fornito immagini e analisi geologiche della zona Utopia Planitia.
2021	Zhurong	CNSA	Primo rover cinese su Marte; analisi del terreno alla ricerca di tracce di acqua ghiacciata.

CURIOSITY E PERSEVERANCE

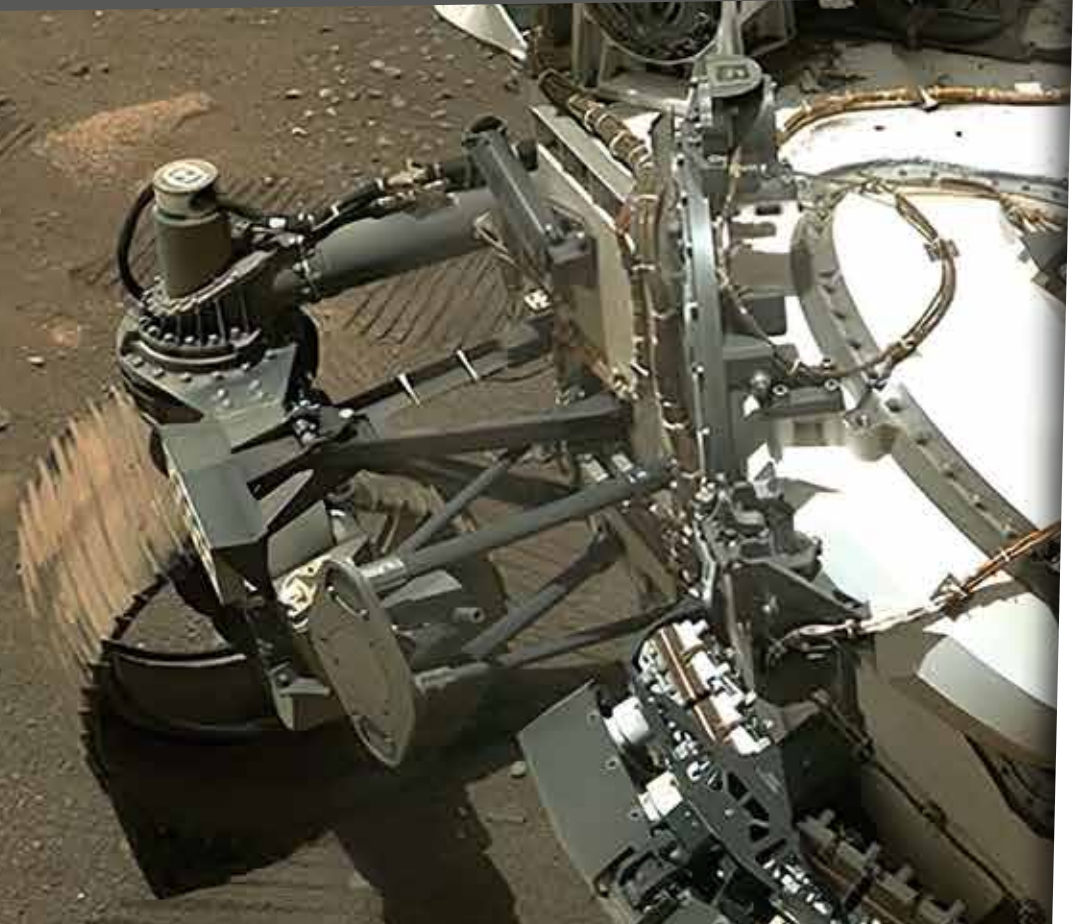


In questo momento due rover stanno esplorando il terreno sulla superficie marziana. Curiosity (Mars Science Laboratory), ammartato nel 2012, continua a studiare il cratere Gale. Perseverance (Mars 2020) è ammartato nel cratere Jazero il 18 febbraio 2021. Sono in cerca di testimonianze di ambienti che hanno potenzialmente ospitato la vita in epoche antiche.

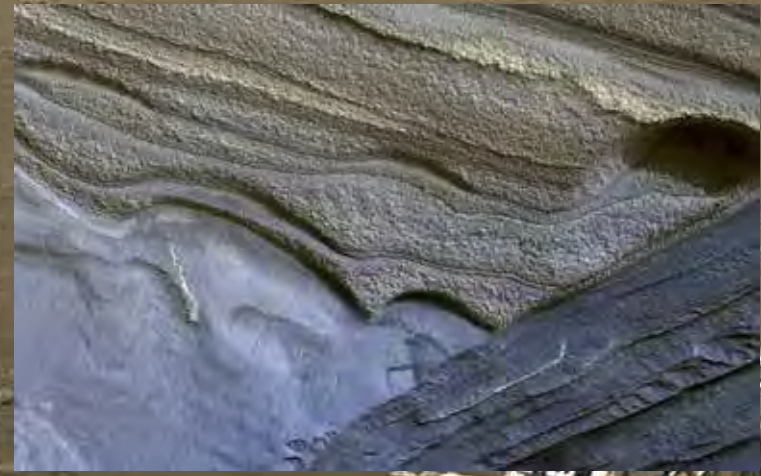
Mappare le risorse ambientali, fornire informazioni sulle condizioni del terreno e testare il tasso di produzione di ossigeno dell'atmosfera marziana sono alcuni degli obiettivi che rendono questi laboratori un passo concreto verso l'esplorazione umana di Marte. Perseverance ha anche un obiettivo unico: raccogliere e conservare campioni di materiale marziano per un possibile ritorno futuro tramite la futura missione Mars Sample Return.

UN PICCOLO MA INGEGNOSO DRONE

Il 19 Aprile 2021 un piccolo drone-elicottero di soli 2kg dal nome Ingenuity (ingegno) è stato il primo velivolo in grado di compiere un volo controllato e motorizzato su un altro pianeta: si è così dimostrata la fattibilità tecnologica del volo da remoto in un'atmosfera rarefatta come quella di Marte. Un altro obiettivo è stato quello di fotografare le caratteristiche del terreno e fornire immagini aeree stereoscopiche del panorama marziano da un punto di vista privilegiato. Dopo 72 voli, invece dei 5 previsti, ha smesso di funzionare nel 2024.



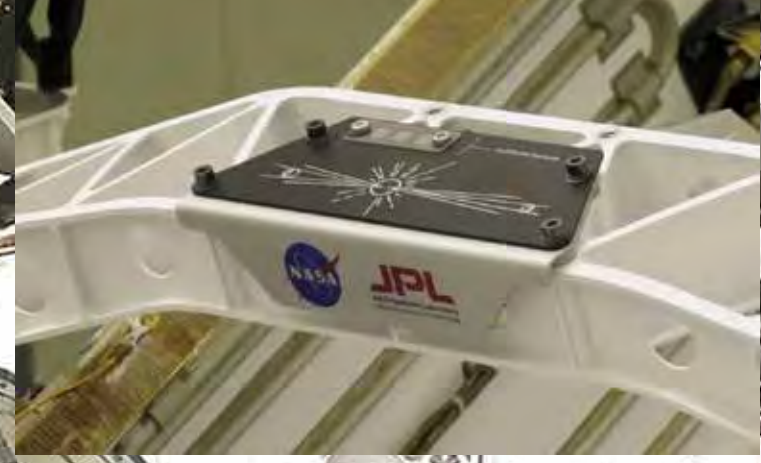
Dal 2013 Curiosity ha raccolto più di 40 campioni di roccia utilizzando la trivella montata all'estremità del suo braccio robotico. Dopo aver perforato un campione, la composizione della roccia polverizzata viene analizzata dagli strumenti a bordo del rover. Recentemente è stato trovato zolfo puro: una presenza inattesa che cambia la lettura geologica del pianeta rosso



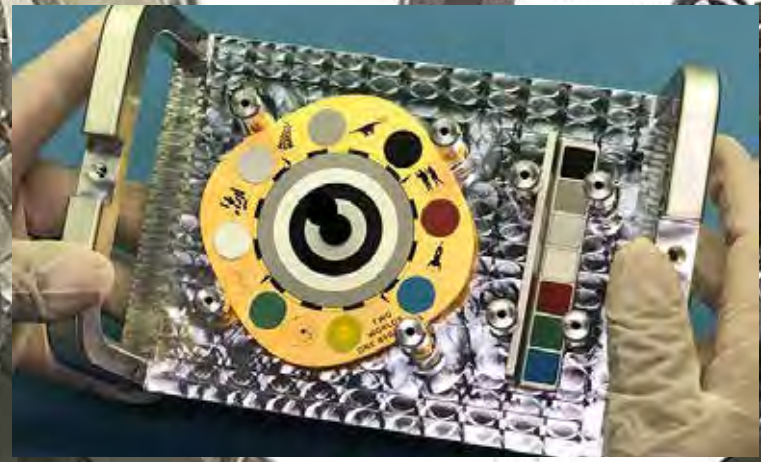
Depositi di ghiaccio, acqua e polvere al Polo Nord di Marte



CURIOSITÀ



Il sistema di navigazione di Curiosity è basato su un codice QR che ha 10 milioni di punti di riferimento



Il sistema di navigazione di Curiosity è basato su un codice QR che ha 10 milioni di punti di riferimento. Il sistema di navigazione di Perseverance è ancora più sofisticato, con numerosi simboli e incisioni, tra cui "TWO WORLDS, ONE DESTINY" e "TWO WORLDS, ONE DESTINY".