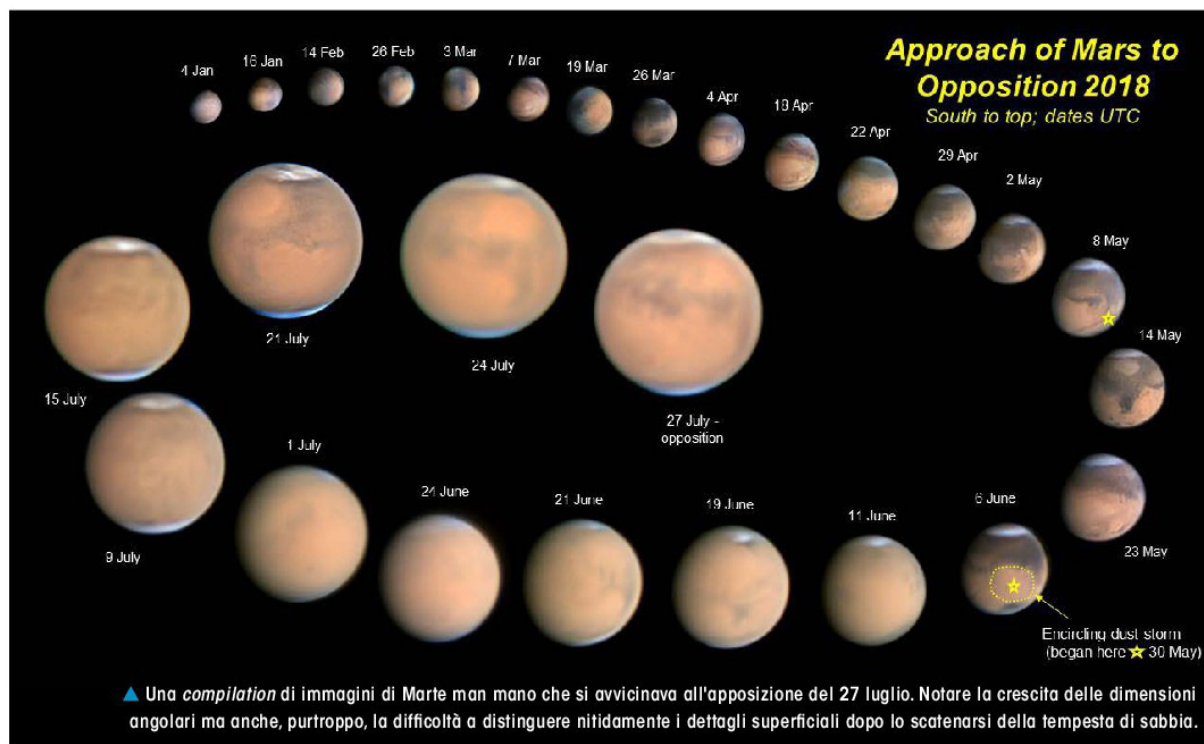


## IL LAGO SOTTO IL GHIACCIO DI MARTE

Il pianeta rosso continua a far parlare di sé. Dopo la scoperta della stagionalità del metano e la grande opposizione perielica che ha caratterizzato l'estate, ecco la scoperta italiana della presenza di un lago di acqua liquida sotto il Polo Sud

► PATRIZIA CARAVEO



▲ Una compilation di immagini di Marte man mano che si avvicinava all'opposizione del 27 luglio. Notare la crescita delle dimensioni angolari ma anche, purtroppo, la difficoltà a distinguere nitidamente i dettagli superficiali dopo lo scatenarsi della tempesta di sabbia.

**M**arte è stato il dominatore indiscusso dell'estate 2018. Il bagliore rossastro del pianeta, che a fine luglio è passato ad appena 57 milioni di km dalla Terra, grazie ad una grande opposizione particolarmente favorevole, ha caratterizzato le notti estive. Praticamente sempre visibile a poco più di 20 gradi dall'orizzonte, avrebbe dovuto offrire delle splendide opportunità per gli appassionati di astrofotografia. Invece no! Il meteo marziano ha giocato un brutto scherzo a tutti quelli che aspettavano al varco il pianeta rosso man mano che, avvicinandosi, la sua immagine diventava sempre più grande.

A giugno abbiamo visto formarsi e crescere una grandiosa tempesta di sabbia che ha ricoperto buona parte del pianeta costringendo al silenzio il rover *Opportunity*, che non riesce a raccogliere abbastanza energia con i suoi pannelli solari per chiamare casa. Al momento in cui scriviamo (primi di agosto) la situazione non si è ancora normalizzata e gli osservatori terrestri non riescono a scorgere i dettagli della superficie di Marte

offuscata dalla polvere. Anche l'occhio acutissimo del Telescopio Spaziale Hubble (HST) non ha potuto fare altro che constatare la poca trasparenza della rarefatta atmosfera marziana.

Il confronto tra le immagini riprese da Hubble dell'opposizione del 2016 con quella di quest'anno è eloquente: benché il pianeta mostri la stessa faccia, l'immagine del 18 luglio 2018 non permette di riconoscere nessuna delle caratteristiche geografiche che sono ben visibili in quella del 12 maggio 2016. Tutto è coperto dalla sabbia sollevata dai venti che hanno origine dall'innalzamento delle temperature nella primavera dell'emisfero sud di Marte.

Un vero peccato perché la combinazione delle orbite di Marte e della Terra fa sì che la distanza tra i due pianeti sia stata minima e quindi le dimensioni di Marte siano le massime possibili, solo di poco più piccole di quanto è stato possibile vedere nel 2003 quando si verificò l'opposizione più favorevole degli ultimi 60.000 anni. In più, il momento dell'opposizione è avvenuto nella notte dell'eclissi di Luna più lunga del secolo e Mar-

te ha fatto bella mostra di sé vicino alla Luna Rossa. Un'occasione imperdibile che ha richiamato folle di appassionati (e di semplici curiosi) che hanno partecipato agli eventi programmati in tutta Italia.

Io ero a Castel del Monte ad una manifestazione organizzata dalla Società Astronomica Pugliese in collaborazione con il Ministero dei Beni Culturali. Il luogo è molto suggestivo, in posizione perfetta per seguire l'eclissi (che peraltro si poteva vedere da pressoché qualsiasi posto). Ci si aspettava un pubblico numeroso, ma siamo stata travolti da un mare di folla che ha creato un mega ingorgo nelle strade della zona. C'era gente dovunque. Chi guardava i megaschermi con la Luna che giocava a nascondino con le nubi, chi si godeva lo spettacolo sdraiato sulla spianata davanti al castello, chi faceva picnic in famiglia. Un'occasione di festa che dimostra l'interesse del pubblico per gli eventi astronomici, specialmente quando sono stati molto diffusi dalla stampa grazie a qualche peculiarità e il 27 luglio si trattava dell'eclissi più lunga del secolo. A parte questo, non aveva nulla di eccezionale, tranne che avveniva appena dopo il tramonto, in orario comodo, adatto ad uscite in famiglia o con gli amici.

Come se tutto questo interesse mediatico non fosse stato sufficiente, pochi giorni prima era arrivata la notizia che un *team* di scienziati italiani, guidati da Roberto Orosei dell'INAF, utilizzando uno strumento concepito e costruito in Italia, che opera da 15 anni a bordo della sonda dell'Agenzia Spaziale Europea *Mars Express*, ha rivelato la presenza di un lago a 1,5 km di profondità vicino al Polo Sud marziano.

Il risultato è stato ottenuto con lo strumento MARSIS (*Mars Advanced Radar for Subsurface and Ionosphere Sounding*) un radar che utilizza onde molte lunghe per poter penetrare in profondità nella crosta mar-

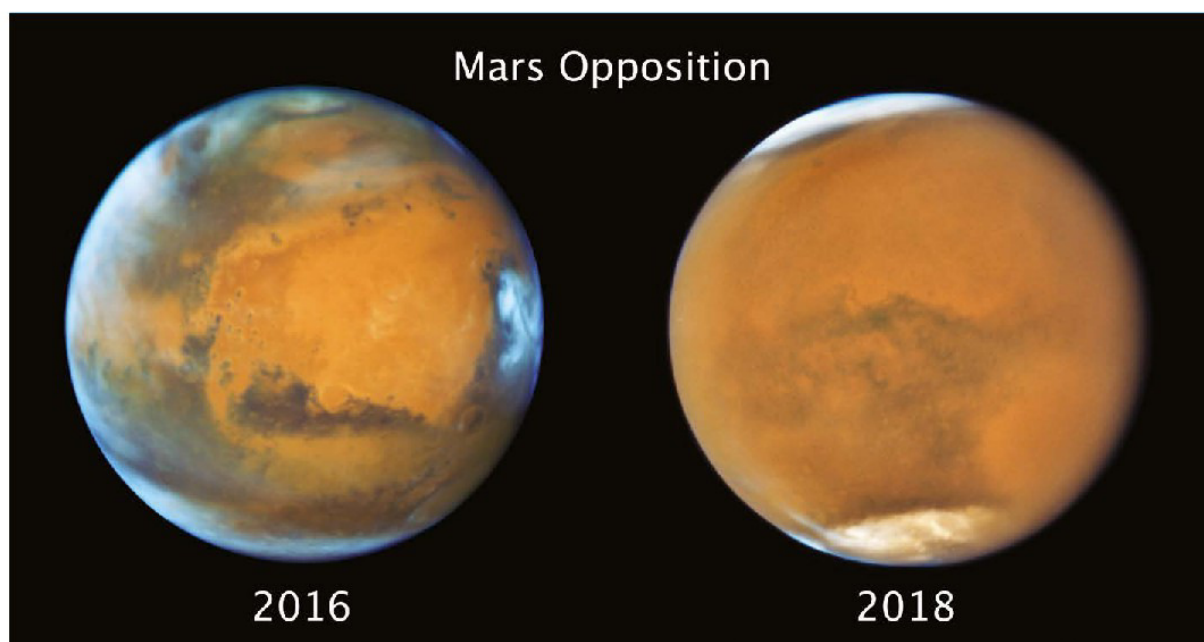
ziana, diciamo fino a 4-5 km. È la stessa tecnologia che si usa sulla Terra per cercare laghi subglaciali in Antartide ed in Groenlandia o nell'Artico canadese. Si basa sull'osservazione che il ghiaccio, specialmente se è molto freddo, è trasparente alle onde radar di questo tipo, mentre l'acqua si comporta in modo totalmente diverso.

Quando le onde radar colpiscono una superficie, in parte vengono riflesse e tornano verso lo strumento che registra un primo segnale, ma in parte penetrano nel terreno. Se non trovano ostacoli, non si verificano altre riflessioni e si vede solo il segnale della riflessione superficiale. Invece, se nel terreno ad una certa profondità c'è qualcosa di meno trasparente, le onde vengono nuovamente riflesse e lo strumento registra un secondo segnale di ritorno. Dalla differenza nei tempi di arrivo tra il segnale superficiale e il secondo, si può calcolare la profondità dell'ostacolo.

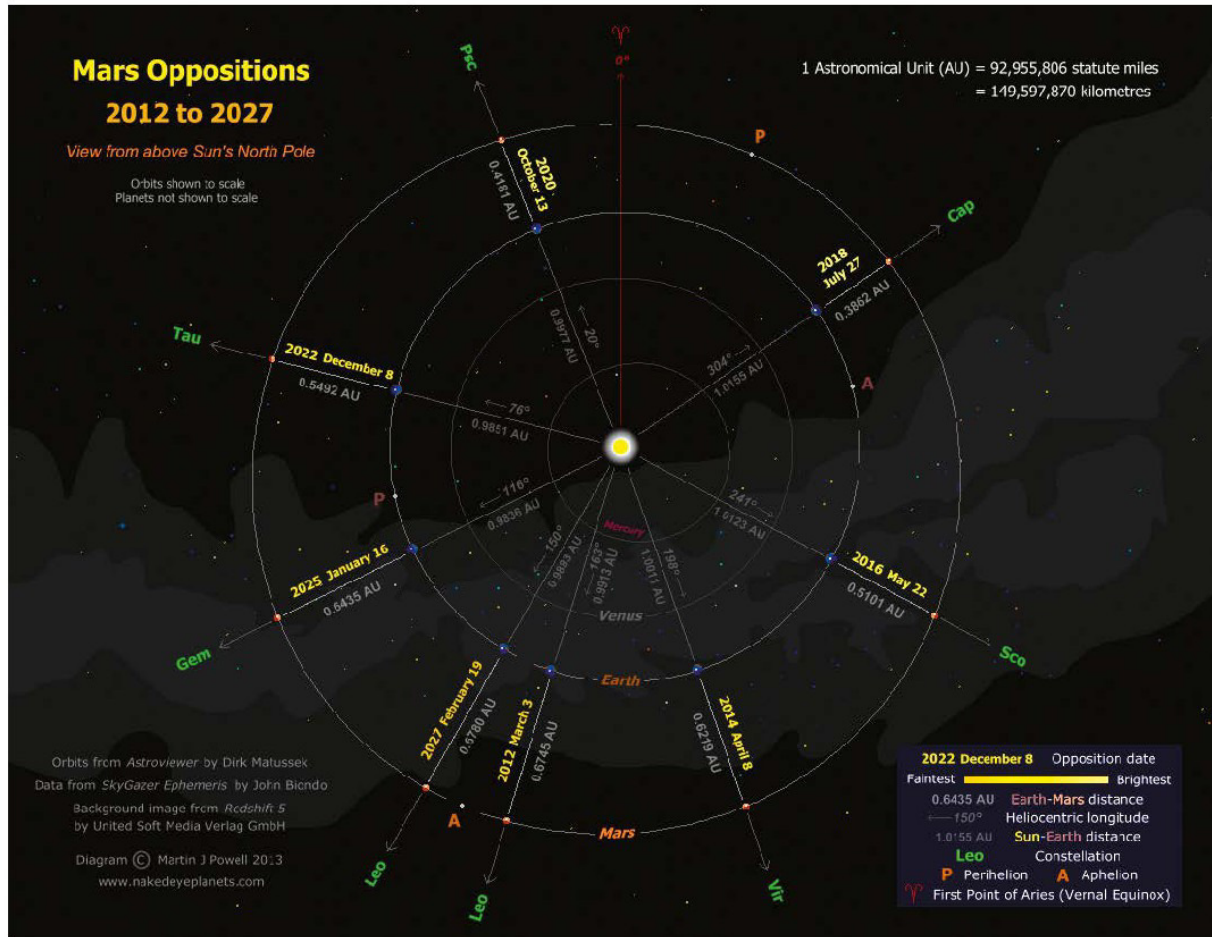
Ebbene, osservando ripetutamente, nel corso di diversi anni, una regione del *Planum Australe*, MARSIS ha visto un forte segnale di ritorno da una regione di circa 20 km di diametro a 1,5 km di profondità.

C'è voluto tempo e pazienza per essere sicuri che si trattasse di acqua ma, alla fine, il gruppo ha portato argomentazioni convincenti ed il risultato è stato pubblicato a fine luglio sulla rivista *Science* e ha fatto il giro del mondo.

I dati non permettono di capire quanto sia profondo il lago subpolare marziano né quale sia la sua temperatura. Gli esperti dicono che deve essere profondo almeno 1 metro perché, in caso contrario, il radar non sarebbe stato capace di rivelare il segnale, ma potrebbe essere anche molto più profondo. Anche per la temperatura andiamo a spanne. Il posto è certamente gelido e, quindi, la prima domanda che ci si pone è come sia



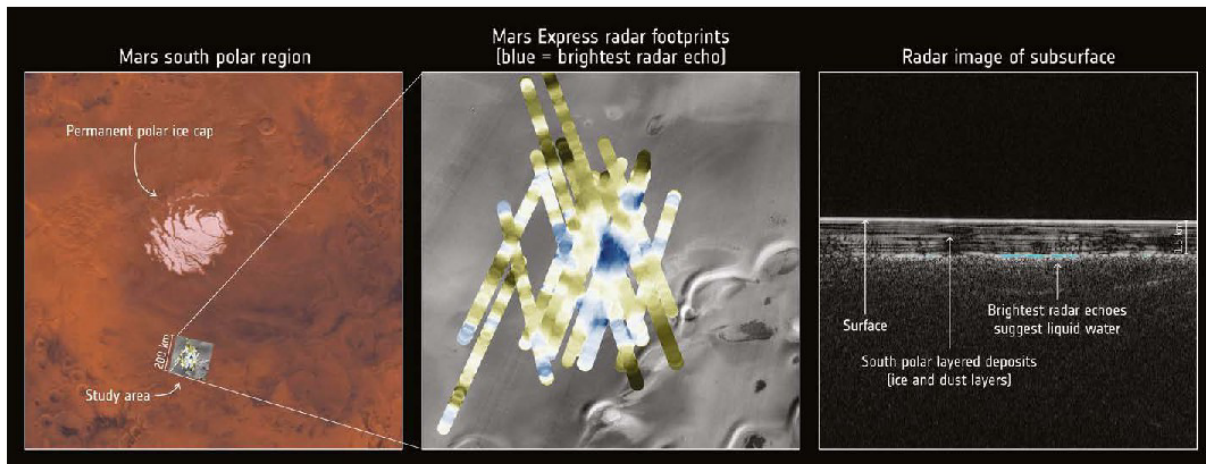
▲ Confronto fra le immagini riprese dal Telescopio Spaziale Hubble durante l'opposizione marziana del 2016 e quella di quest'anno (le opposizioni marziane avvengono ogni circa 26 mesi). La differenza nei dettagli visibili è lampante.



▲ Le opposizioni marziane si verificano ogni circa 26 mesi ma a causa dell'ellitticità dell'orbita marziana quelle che avvengono con Marte al perielio (e la Terra all'afelio) sono molto più favorevoli.

possibile che ci sia acqua liquida a diverse decine di gradi sotto zero. La risposta probabilmente ha a che fare con la presenza di sali disciolti nell'acqua, sali che abbassano il punto di congelamento (come sapevano benissimo gli antichi mastri gelatai che mettevano il sale nel ghiaccio per fare il gelato). Adesso bisognerebbe trovare un bel nome per il lago marziano. Roberto Orosei lo vorrebbe dedicare a Giovanni Picardi, che aveva concepito lo strumento MAR-SIS in modo molto innovativo, ma che non è più con noi per condividere la gioia del risultato. Mi sembrerebbe un omaggio postumo molto azzeccato. Quale è l'interesse di questa scoperta? Perché siamo così affascinati dalla presenza di un lago sotterraneo su Marte? Il nostro interesse non è utilitaristico dal momento che il lago è troppo profondo per pensare di utilizzarlo per estrarre acqua per un futuro insediamento umano (senza contare che l'acqua deve essere salatissima e imbevibile). L'interesse del lago marziano è culturale. Prima di tutto, è un indizio di dove potrebbe essere andata parte dell'acqua che, all'inizio della vita del pianeta, scorreva sulla superficie e riempiva i bacini lacustri, i mari e i letti dei fiumi che vediamo perfettamente asciutti nella foto delle sonde in orbita. Si era sempre sospettato che parte dell'acqua si fosse infrattata sottoterra e adesso

ne vediamo la prova. Ma non è tutto. La scoperta di un lago sotterraneo potrebbe indicare dove andare a cercare forme di vita primitiva su Marte e su altri corpi del Sistema Solare. L'ispirazione ce la danno i laghi subglaciali che sono oggetto di studio in Antartide, in Groenlandia e nell'artico canadese (cioè dove il ghiaccio è sopra uno strato di roccia). Sono molto comuni, ne conosciamo oltre 400 solo in Antartide, più o meno grandi, più o meno profondi. I più noti sono il lago Vostok, sotto 4,6 km di ghiaccio, il lago Ellsworth, a 3,4 km di profondità, e il lago Whillans, sotto 800 metri di ghiaccio. La trivellazione di quest'ultimo, fatta utilizzando acqua bollente e strumentazione sterilizzata con raggi UV per evitare contaminazioni, ha permesso di raccogliere campioni di acqua che, sorprendentemente, hanno mostrato di ospitare una vasta popolazione batterica che riesce a sopravvivere in un ambiente totalmente isolato nonostante il freddo gelido e la mancanza di luce, ricavando energia forse dai sali disciolti nell'acqua. Se ci sono batteri nei laghi subglaciali terrestri, cosa impedisce che ce ne siano in quello marziano? Potrebbero essere i discendenti della vita primordiale marziana, se mai ce ne fu una, oppure essersi sviluppati nel lago al riparo delle radiazioni cosmiche, che sulla superficie del pianeta sono certamente pericolose.



▲ A sinistra una foto dall'orbita del Polo Sud marziano con la macchia bianca che è ghiaccio di anidride carbonica (quello che chiamiamo ghiaccio secco). Il quadratino più chiaro rappresenta la zona interessante della quale vediamo uno zoom nel pannello centrale. Ogni striscia è un passaggio del radar di MARSIS e l'area blu indica le zone di maggiore riflessione del segnale. A destra vediamo invece un esempio dei dati raccolti con la riflessione di superficie (in alto), seguita dalla stratificazione della calotta polare marziana e poi il segnale brillante (in azzurro) che suggerisce la presenza di acqua a 1,5 km di profondità.

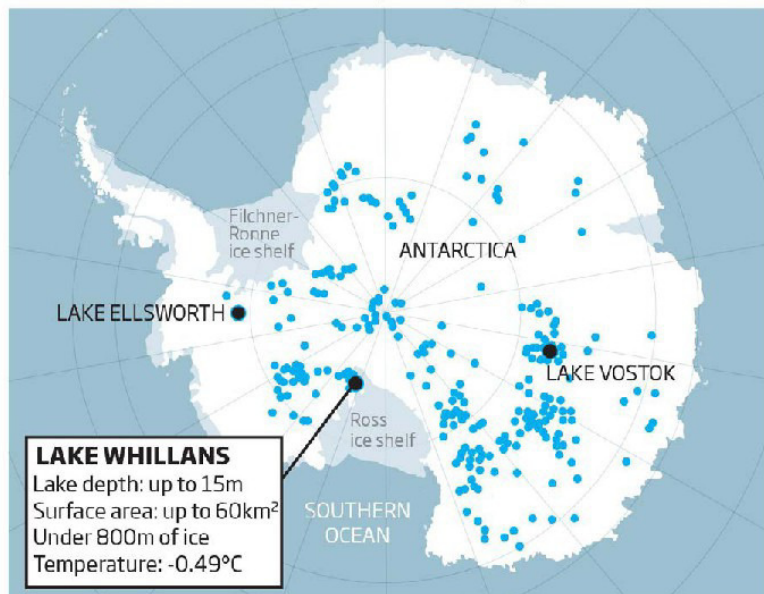
Ovviamente i laghi subglaciali terrestri ci invitano a generalizzare pensando alle possibilità di vita anche in altri corpi del Sistema Solare. Se su Marte ci fosse batteri che si sono adattati alle condizioni del lago sotterraneo, magari la stessa cosa potrebbe essere successa anche su Europa ed Encelado, le lune ghiacciate di Giove e Saturno che sono ricche di acqua sotto lo strato di ghiaccio. Chissà?

Di sicuro, la scoperta del lago subpolare va a sommarsi ai tanti indizi che stiamo raccogliendo con le analisi in situ da parte dei rover che hanno studiato il terreno e l'atmosfera marziana trovando resti di antichi composti organici e di variazione stagionale del metano. Cesare Guaita ha descritto benissimo lo stato delle ricerche sulla chimica di Marte nel numero precedente della rivista (v. "Le Stelle" n. 181, pp. 24-31).

Uno stimolo in più per proseguire le ricerche ben sapendo, però, che non sarà facile avere tutti i dati che vorremmo sul lago marziano. Le difficoltà incontrate nel fare la trivellazione dei laghi antartici sono poca cosa rispetto a quelle che ci troveremo davanti per trivellare il Polo Sud di Marte!

Se il pianeta rosso ha ospitato (e forse ospita ancora) qualche forma di vita elementare, dovremmo considerare seriamente la possibilità di colonizzare il pianeta? A parte i visionari come Elon Musk, che afferma di voler morire su Marte, le difficoltà del viaggio rimangono notevoli. Supponendo di avere i mezzi e la determinazione di sviluppare nuovi sistemi di propulsione più efficienti di quelli disponibili oggi, come potrebbe vivere una colonia umana in un pianeta freddissimo, con un'atmosfera tenuissima, brullo ed inospitale? Recentemente è tornata in auge la vecchia idea di terraformare Marte alzando la temperatura utilizzando l'anidride carbonica congelata nelle ca-

lotte polari e depositando dei cianobatteri terrestri per produrre ossigeno. È un processo lungo che ha bisogno di milioni di anni per arrivare a qualche risultato. Ma i tempi lunghi non sono l'unico problema. Una recente ricerca, di cui ci parla Enrico Bellini in questo stesso numero (v. pp. 8-9), raffredda gli entusiasmi e dice che sarà molto difficile terraformare Marte. Dopo aver fatto un censimento di tutta l'anidride carbonica disponibile su Marte, gli autori giungono alla conclusione che la quantità non è neanche lontanamente sufficiente per poter far partire un ragionevole effetto serra, necessario per rendere l'ambiente meno gelido. Considerazioni che comunque non tolgono nulla al fascino del dominatore delle calde notti dell'estate 2018. ●



▲ In Antartide, ma anche in Groenlandia e nell'artico canadese, ci sono centinaia di laghi sub-glaciali simili a quello scoperto su Marte dal radar italiano MARSIS. Per esempio, il lago Whillans giace a 800 metri di profondità sotto il ghiaccio e le trivellazioni effettuate hanno scoperto che nelle sue acque prospera una vasta popolazione batterica.