

GHIACCIO D'ACQUA ALL'OMBRA DELLE ROCCE LUNARI

Secondo un recente studio condotto da due ricercatori del JPL utilizzando modelli termofisici accoppiati a modelli di desorbimento, le ombre proiettate dai sassi e dai crateri lunari creano piccole zone abbastanza fredde da permettere l'accumulo di ghiaccio d'acqua su tutta la sua superficie anche durante il caldo giorno lunare. I risultati della ricerca, pubblicati il 2 agosto 2021 su MNRAS, spiegherebbero ad esempio i cambiamenti nelle quantità d'acqua misurate durante il giorno sul suolo del nostro satellite naturale. Da MEDIA INAF del 3 agosto 2021, con autorizzazione, riprendiamo un articolo di Giuseppe Fiasconaro.

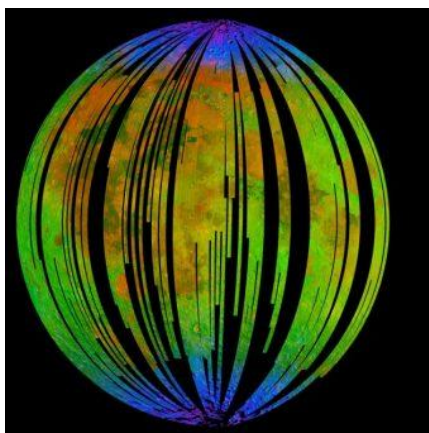


Immagine composita della superficie lunare realizzata dal Moon Mineralogy Mapper della Nasa a bordo della sonda Isro Chandrayaan-1. Crediti: Isro/Nasa/JPL-Caltech/Brown Univ./Usgs

Sebbene lo si sospettasse già da tempo, la scoperta che sul nostro satellite naturale c'è acqua è arrivata soltanto nel 2009 grazie ai dati ottenuti dal Moon Mineralogy Mapper (M3), lo strumento a bordo dell'orbiter lunare indiano Chandrayaan-1. Scoperta confermata nel 2018 da Shuai Li e colleghi, i quali nell'articolo che riporta i risultati, pubblicato su *Proceedings of the National Academy of Sciences*, riferiscono senza mezzi termini d'aver "trovato prove dirette e definitive della presenza di ghiaccio d'acqua esposto sulla superficie delle regioni polari lunari".

Il ghiaccio d'acqua al quale si riferiscono è stato individuato all'interno di crateri permanentemente in ombra della Luna, zone che non vedendo mai la luce solare raggiungono temperature tali da consentire la formazione del solido cristallino. Circa due anni dopo lo Stratospheric Observatory for Infrared Astronomy (Sofia), un "telescopio volante" installato nella fusoliera di un Boeing 747SP, ha ottenuto le prove della presenza di molecole d'acqua anche nelle regioni illuminate dalla luce del Sole, quindi anche al di fuori delle regioni in ombra permanente ai poli lunari, il che significa che è probabilmente distribuita su tutta la superficie lunare.

Quest'ultima scoperta ha sollevato molte domande. Prima fra tutte, come è possibile che sia presente acqua in un ambiente dove le temperature diurne possono raggiungere anche i 230 gradi Celsius. Una prima risposta avanzata dai ricercatori è che le molecole, giunte sul satellite trasportate da micro-meteoriti o create in loco attraverso l'azione del vento solare, possano essere rimaste intrappolate all'interno della roccia lunare. Protetta all'interno di minuscole strutture di vetro simili a perline, secondo questa ipotesi l'acqua potrebbe rimanere in superficie anche durante il caldo giorno lunare, producendo il segnale che è stato rilevato da Sofia.

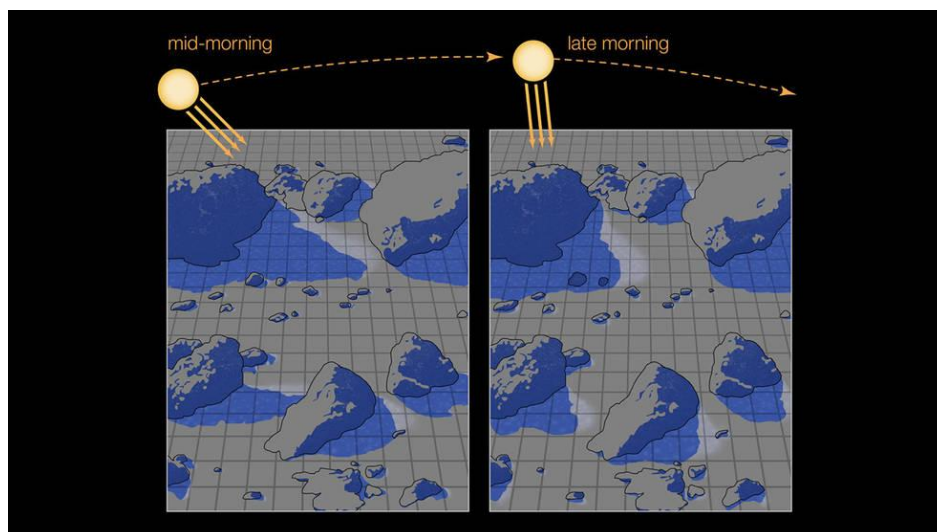
Tuttavia questa teoria non concorda con le osservazioni secondo cui la quantità di acqua diminuisce prima di mezzogiorno (quando il Sole è alto sopra il nostro satellite) e aumenta nel pomeriggio. Una condizione che implica che l'acqua dovrebbe spostarsi da un luogo all'altro durante il giorno lunare, il che sarebbe impossibile se le molecole fossero incastonate all'interno della regolite lunare. Come spiegare dunque questi dati?



La Luna è ricoperta di crateri e rocce che creano zone d'ombra, come quella evidenziata in questa immagine ottenuta durante la missione Apollo 17. Secondo il nuovo studio, queste aree possono permettere all'acqua di accumularsi sotto forma di ghiaccio anche di giorno. Crediti: Nasa

Un nuovo studio pubblicato ieri, lunedì 2 agosto, su *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* riporta ora una possibile risposta al problema: la soluzione si chiama *rugosità superficiale*, già visibile nelle immagini ottenute dalle missioni Apollo dal 1969 al 1972. Ovvero, l'insieme di massi, crateri e avvallamenti di cui la superficie lunare è disseminata, capaci di creare molte zone d'ombra anche in vicinanza del mezzogiorno lunare.

Utilizzando sofisticati modelli termofisici accoppiati a modelli di desorbimento che tengono conto di queste caratteristiche superficiali, i due ricercatori del Jpl firmatari dello studio, **Björn JR Davidsson** e **Sona Hosseini**, hanno dimostrato che questa rugosità superficiale aumenta sostanzialmente la capacità della Luna di trattenere l'acqua sull'emisfero illuminato dal Sole a qualsiasi latitudine, ed entro 45 gradi dai poli in qualsiasi momento del giorno lunare, dando una possibile spiegazione alla differente distribuzione osservata.

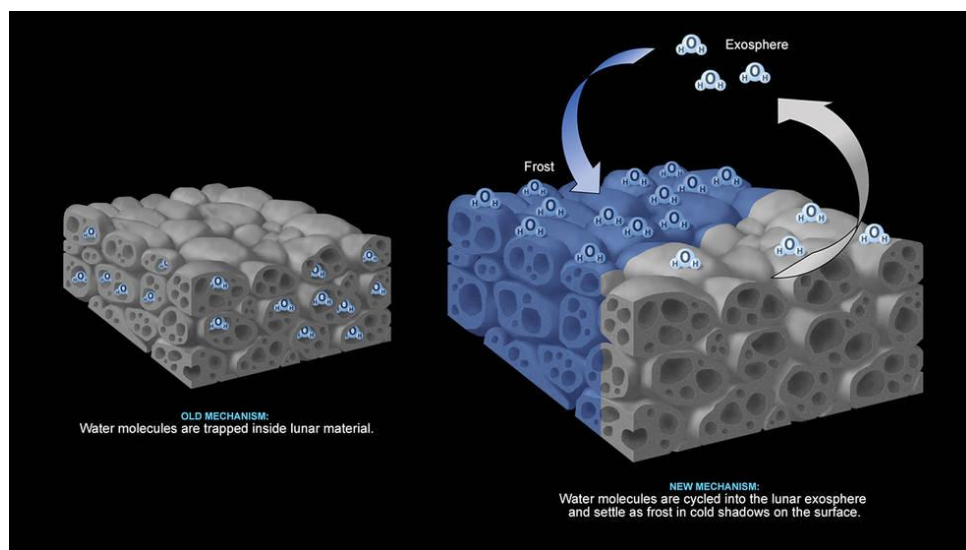


Ingrandimento dell'area evidenziata nella foto precedente. Le ombre prodotte dai massi permettono al ghiaccio d'acqua di sopravvivere sulla superficie lunare illuminata dal Sole. Quando le ombre si muovono con il moto di rotazione del satellite sul proprio asse, il ghiaccio rimane esposto abbastanza a lungo da essere rilevato da un veicolo spaziale. Crediti: Nasa/Jpl-Caltech

Mancando un'atmosfera densa che permetta di distribuire il calore su tutta la superficie, durante il giorno sulla Luna si possono trovare aree molto calde esposte al Sole, dove le temperature possono raggiungere i 120 °C, adiacenti a zone estremamente fredde create dall'ombra di sassi e crateri lunari, con temperature che possono toccare anche i -210 °C.

È su queste ultime zone che il ghiaccio può formarsi e persistere in superficie, continuano i ricercatori. Man mano che queste aree vengono lentamente esposte alla luce solare, l'acqua evapora nell'esosfera lunare, da dove ritornerà ciclicamente in superficie, riaccumulandosi sotto forma di ghiaccio in altri luoghi che nel frattempo non sono più esposti alla luce del Sole.

«Il ghiaccio è molto più mobile dell'acqua intrappolata», sottolinea Davidsson. «Pertanto, questo modello fornisce un nuovo meccanismo che spiega come l'acqua si muova tra la superficie lunare e la sua sottile atmosfera».



Rappresentazione della vecchia (a sinistra) e della nuova (a destra) ipotesi proposta per spiegare la presenza di acqua sulla superficie lunare. Crediti: Nasa/Jpl-Caltech

Per testare questa teoria, Hosseini sta guidando un team il cui obiettivo è costruire sensori ultra-miniaturizzati per rilevare i deboli segnali del ghiaccio d'acqua. Uno di questi strumenti è l'Heterodyne OH Lunar Miniaturized Spectrometer (Holms): uno spettrometro attualmente in fase di sviluppo che, una volta installato a bordo di piccoli *lander* o *rover*, sarà inviato in futuro sulla Luna per effettuare misurazioni dirette dell'OH presente nelle molecole d'acqua.

«Comprendere se l'acqua lunare possa essere una risorsa è essenziale per la Nasa e per gli sforzi commerciali per la futura esplorazione lunare umana», conclude Hosseini. «Se l'acqua è disponibile sotto forma di ghiaccio nelle regioni lunari illuminate dal Sole, i futuri esploratori potrebbero usarla come carburante e acqua potabile. Ma prima dobbiamo capire come interagiscono l'esosfera e la superficie, e quale ruolo gioca questa interazione nel ciclo».

Giuseppe Fiasconaro

<https://www.media.inaf.it/2021/08/03/ghiaccio-ombra-rocce-luna/>

Articolo originale:

Björn J R Davidsson, Sona Hosseini, "Implications of surface roughness in models of water desorption on the Moon", *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, Volume 506, Issue 3, September 2021, Pages 3421–3429

