

* NOVA *

N. 2961 - 13 MAGGIO 2026

ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI

DOVE SI ACCUMULA IL GHIACCIO SULLA LUNA

Un nuovo studio pubblicato su Nature Astronomy suggerisce che il ghiaccio si accumula sulla Luna da 1,5 miliardi di anni, e rivela i luoghi più promettenti in cui trovarlo. Il cratere Haworth (quello con la maggiore copertura di ghiaccio prevista) ha agito come un'efficiente trappola di ghiaccio per miliardi di anni ed è stato quindi identificato come obiettivo primario per future missioni di atterraggi.

Da MEDIA INAF del 6 maggio 2026 riprendiamo, con autorizzazione, un articolo di Valentina Guglielmo.

A più di mezzo secolo dall'ultimo allunaggio con equipaggio, è in corso una nuova corsa allo spazio lunare: da un lato il successo della missione Artemis II della Nasa e l'attesa per il primo – nuovo – sbarco sul nostro satellite, dall'altro il progetto di stabilire basi permanenti sulla Luna da parte di Stati Uniti, Russia e Cina. A differenza del programma Apollo, durante il quale gli astronauti americani atterrarono in sei siti diversi sulla superficie lunare, le missioni odierne sono tutte concentrate su un'unica area: il Polo Sud della Luna. La ragione è presto detta: in questa regione ci sarebbero evidenze dell'esistenza di depositi di ghiaccio. Un'ipotesi avanzata già oltre un secolo fa dal pioniere del volo spaziale Robert Goddard e negli ultimi vent'anni sostenuta da evidenze indirette. Ulteriori evidenze sono ora pubblicate in un articolo, uscito il mese scorso su *Nature Astronomy*, secondo cui il ghiaccio si sarebbe accumulato gradualmente ai poli lunari per almeno 1,5 miliardi di anni. Non solo: gli autori hanno identificato antiche "trappole fredde" sulla superficie lunare e le hanno indicate come obiettivi prioritari per le missioni future.



Il cratere Shackleton, situato al polo sud lunare in una regione della Luna perennemente in ombra. Crediti: Nasa

NEWSLETTER TELEMATICA APERIODICA DELL'A.A.S. - ASSOCIAZIONE ASTROFILI SEGUSINI APS – ANNO XXI

La Nova è pubblicazione telematica aperiodica dell'A.A.S. - Associazione Astrofili Segusini APS di Susa (TO) riservata a Soci e Simpatizzanti.

È pubblicata senza alcuna periodicità regolare (v. Legge 7 marzo 2001, n. 62, art. 1, comma 3) e pertanto non è sottoposta agli obblighi previsti della Legge 8 febbraio 1948, n. 47, art. 5. I dati personali utilizzati per l'invio telematico della Nova sono trattati dall'AAS secondo i principi del *Regolamento generale sulla protezione dei dati* (GDPR - Regolamento UE 2016/679).

www.astrofilisusa.it

Nell'esplorazione spaziale, il ghiaccio è una risorsa estremamente preziosa: può essere trasformato in acqua per uso potabile e agricolo, scisso in carburante per razzi per viaggi nello spazio profondo e persino utilizzato per studiare la storia dei corpi celesti. A differenza della Terra, il cui asse inclinato fa sì che la posizione del Sole nel cielo cambi durante l'anno, la Luna ha un'inclinazione quasi nulla e il Sole si trova sempre approssimativamente sopra il suo equatore. Se ci si trovasse su uno dei poli lunari, si vedrebbe il Sole restare vicino all'orizzonte mentre compie un ciclo mensile, invece di sorgere e tramontare come sulla Terra. Di conseguenza, la luce solare non riesce a raggiungere e riscaldare i crateri profondi e ripidi ai poli lunari, che rimangono permanentemente in ombra. Ma non è sempre stato così. In un passato remoto, la Luna aveva un'inclinazione assiale molto maggiore, per poi raddrizzarsi progressivamente negli ultimi miliardi di anni. Nel 2023, alcuni ricercatori hanno dimostrato che, con la diminuzione dell'inclinazione, un numero crescente di crateri vicino ai poli è diventato permanentemente in ombra, raffreddandosi drasticamente. Calcolando quando ciascun cratere ha perso l'esposizione alla luce solare, è stato possibile dedurre l'età di ciascuna regione permanentemente in ombra.

Nel nuovo studio, gli autori hanno cercato di verificare se esista una relazione tra l'età di una regione permanentemente in ombra e la percentuale della sua superficie coperta da ghiaccio. Il ghiaccio riflette più luce ultravioletta a determinate lunghezze d'onda rispetto alla superficie rocciosa della Luna, rendendosi così visibile almeno in maniera indiretta. La luce ultravioletta non manca: proviene dal Sole ma anche da stelle lontane, e può penetrare nelle regioni permanentemente in ombra. I ricercatori hanno analizzato i dati raccolti da uno strumento sensibile all'ultravioletto a bordo del Lunar Reconnaissance Orbiter della Nasa, che orbita attorno alla Luna e la mappa dal 2009.

«Abbiamo scoperto che quanto prima una regione è entrata in ombra, tanto maggiore è l'area che ha potuto accumulare ghiaccio», dice il primo autore dello studio, **Oded Aharonson**, del Weizmann Institute of Science (Israele). «Questa tendenza è iniziata almeno 1,5 miliardi di anni fa ed è continuata anche negli ultimi cento milioni di anni. Ciò suggerisce che il ghiaccio si sia accumulato sulla Luna a partire da una fonte – o più fonti – quasi continua, piuttosto che attraverso un singolo evento come l'impatto di una grande cometa».

Affinché il ghiaccio non solo si formi sulla superficie lunare ma persista anche per centinaia di milioni o miliardi di anni senza evaporare, sono necessarie temperature estremamente basse, intorno ai meno 160 gradi Celsius. Le regioni che mantengono tali temperature durante tutto l'anno sono note come "trappole fredde". Sebbene molte regioni permanentemente in ombra rientrino in questa categoria, alcune non lo sono, perché le pareti circostanti possono irradiare calore all'interno del cratere. Per identificare le località più promettenti in cui trovare ghiaccio lunare, i ricercatori hanno utilizzato calcoli geometrici per determinare quali regioni permanentemente in ombra funzionino anche come trappole fredde e quando, nella storia della Luna, abbiano acquisito questa caratteristica.

«Più a lungo una determinata regione è stata una trappola fredda, più ghiaccio ha accumulato», spiega Aharonson. «Nella maggior parte dei casi, un cratere è diventato in ombra e si è trasformato in una trappola fredda nello stesso momento, ma non sempre. Per esempio, il cratere Shackleton è rimasto in ombra per circa 3,5 miliardi di anni ed era considerato un sito promettente nella ricerca di ghiaccio lunare. Tuttavia, abbiamo scoperto che è diventato una trappola fredda solo circa 500 milioni di anni fa. Per identificare gli obiettivi per le missioni future, abbiamo cercato le trappole fredde più antiche e ne abbiamo individuate diverse di grande estensione, con più di 3,3 miliardi di anni, vicino al Polo Sud lunare».

Questi risultati sono particolarmente significativi poiché l'individuazione e il campionamento del ghiaccio lunare rappresentano uno degli obiettivi principali delle future missioni Artemis con equipaggio della Nasa, che prevedono di far atterrare astronauti al Polo Sud della Luna. La visione a lungo termine della Nasa (e non solo) include la creazione di una base lunare permanente come preparazione – e potenzialmente come stazione di transito – per future missioni con equipaggio verso Marte.

«La prova definitiva dell'esistenza di ghiaccio sulla Luna sarebbe un campione diretto», continua Aharonson. «Ci permetterebbe di confrontare la composizione chimica dell'acqua sulla Luna con quella



terrestre e di valutare se, e in che modo, le missioni lunari con equipaggio potrebbero sfruttare questa risorsa».

Fra i siti migliori da prendere di mira, nello studio, troviamo il cratere Haworth, una delle trappole fredde antiche recentemente identificate. Secondo i ricercatori, le future missioni spaziali potrebbero raccogliere dati estesi sul ghiaccio dalla superficie del cratere, e i rover potrebbero avvicinarsi, entrare e campionare i depositi di ghiaccio. Sebbene l'origine dell'acqua lunare resti irrisolta, i ricercatori hanno costruito un semplice modello matematico per esplorare diverse possibilità. Secondo il modello, la quantità di ghiaccio sulla superficie lunare è influenzata da tre processi: l'apporto di acqua, l'evaporazione e il cosiddetto impact gardening – un processo in cui la perturbazione del suolo e delle rocce lunari ridistribuisce il ghiaccio e lo seppellisce sotto la superficie.

Il fatto che nelle trappole fredde più giovani si trovi relativamente poco ghiaccio, combinato con il lento accumulo nel corso di centinaia di milioni di anni, ha portato i ricercatori a concludere che sia l'apporto sia la perdita di acqua sulla Luna avvengono a ritmi relativamente rapidi, come un rubinetto che riempie un secchio che perde. Una delle ipotesi sull'origine dell'acqua lunare è che quella proveniente dall'interno della Luna un flusso di atomi di idrogeno in grado di partecipare a reazioni chimiche sulla superficie lunare formando acqua. Una terza possibilità è rappresentata dagli impatti di asteroidi e comete – non un singolo evento catastrofico, ma molteplici impatti distribuiti nel tempo ogni pochi milioni di anni.

«Trovare acqua oltre la Terra in forma liquida e utilizzabile è una delle sfide più importanti dell'astronomia», conclude Aharonson. «Le missioni lunari pianificate potrebbero aiutarci a determinare l'origine dell'acqua sulla Luna – ma potrebbero anche insegnarci molto di più. Essendo il satellite naturale della Terra, la Luna è un eccellente laboratorio per studiare la storia del nostro pianeta e della sua acqua. Inoltre, potremmo ottenere informazioni preziose sulla composizione e distribuzione dell'acqua che potrebbe attenderci su pianeti e lune più lontani che non abbiamo ancora visitato».

Valentina Guglielmo

<https://www.media.inaf.it/2026/05/06/dove-si-accumula-il-ghiaccio-sulla-luna/>

Oded Aharonson, Paul O. Hayne e Norbert Schörghofer, "Observational constraints on the history of lunar polar ice accumulation", *Nature Astronomy*, Published: 07 April 2026

<https://www.youtube.com/watch?v=H5mYh1mV7iw>

Animazione 3D che mostra i crateri permanentemente in ombra (in bianco e azzurro) nei pressi del Polo Sud lunare (freccia nera), considerati luoghi promettenti per la ricerca di ghiaccio d'acqua. L'animazione si basa sui dati del Lunar Orbiter Laser Altimeter e del Lyman-Alpha Mapping Project a bordo del Lunar Reconnaissance Orbiter della Nasa



Il cratere Haworth. Crediti: Nasa