



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

Bologna/Padova, 11 dicembre 2025

## Dalle grotte del Venezuela alle rocce su Marte: un nuovo metodo per studiare ambienti estremi

Grazie a tecnologie portatili, un team internazionale ha analizzato *in situ* le stromatoliti di silice della grotta Imawarì Yeutà, aprendo nuove prospettive anche per l'esplorazione planetaria. I gruppi di ricerca di Martina Cappelletti dall'Università di Bologna e dello speleologo Francesco Sauro dell'Università di Padova sono tra gli autori dello studio

Nelle profondità della grotta Imawarì Yeutà, nel cuore dell'Auyán-tepui venezuelano, un gruppo internazionale di ricercatori ha realizzato per la prima volta uno studio completo *in situ* sulle stromatoliti di silice, strutture estremamente rare e ancora poco comprese.

Il lavoro, pubblicato sulla rivista "Biogeosciences", apre nuove prospettive per l'esplorazione di ambienti estremi, sulla Terra e oltre. Strutture di silice simili a quelle della grotta venezuelana sono infatti state osservate anche su Marte dal rover Spirit: se queste formazioni possano avere un'origine biologica resta un interrogativo aperto, ma strumenti compatti e trasportabili come quelli utilizzati dal team potrebbero un giorno fornire una risposta direttamente sul pianeta rosso.

Le strutture oggetto dello studio sono stromatoliti di silice: formazioni rocciose composte da opale (silice amorfa) la cui crescita è generalmente associata all'attività di microrganismi fotosintetici. La loro presenza in un ambiente completamente buio e isolato come quello della grotta venezuelana rappresenta uno dei più affascinanti enigmi geo-microbiologici degli ultimi anni.

La ricerca è frutto di una spedizione del 2023 quando il team di studiosi italiani e venezuelani ha allestito un vero e proprio campo di ricerca all'interno della grotta, portando strumenti avanzati mai utilizzati prima in un contesto tanto remoto.

Fra le tecnologie utilizzate dai ricercatori dell'Università di Padova figurano una camera iperspettrale, che ha permesso di analizzare la composizione delle strutture di silice, e un laser scanner 3D con cui è stato possibile ottenere modelli ad altissima risoluzione delle formazioni.

I ricercatori dell'Università di Bologna hanno inoltre impiegato strumenti capaci di rilevare attività microbiologica direttamente *in vivo*, individuando cellule attive sulle superfici delle rocce. A completare il quadro, lo strumento MinION ha consentito di sequenziare il DNA che è stato direttamente estratto ed analizzato in grotta, senza la necessità di trasportare campioni all'esterno.



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA

"In questo lavoro abbiamo sviluppato, applicato e validato direttamente sul campo procedure microbiologiche per studiare le straordinarie strutture stromatolitiche di silice presenti nelle grotte quarzitiche dei tepui venezuelani", dice Martina Cappelletti, prima autrice dell'articolo e ricercatrice del Dipartimento di Farmacia e Biotecnologie dell'Università di Bologna. "Le nostre analisi hanno permesso di rilevare attività microbica e di identificare i principali batteri che potrebbero permettere lo sviluppo di queste strutture. Allo stesso tempo abbiamo dimostrato che è possibile effettuare analisi del DNA e studi microbiologici in tempo reale anche in luoghi estremi e isolati, rivelando nuovi aspetti del ruolo dei microrganismi nella formazione di stromatoliti in ambienti bui e quasi privi di nutrienti, come le remote e antiche grotte dei tepui".

"Per la prima volta siamo riusciti a studiare queste straordinarie strutture direttamente nel loro ambiente, senza prelevare campioni. Questo approccio ci permette di comprendere meglio l'interazione tra geologia e microbiologia in condizioni estreme, con importanti ricadute per l'esplorazione planetaria", spiega Francesco Sauro, speleologo e ricercatore del Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova.

Il gruppo di ricerca si è avvalso dei finanziamenti del Corso di Laurea triennale in Genomics dell'Università di Bologna, che ha fornito il sequenziatore portatile e i reagenti necessari per il sequenziamento del DNA, e del supporto di Miles Beyond Srl, che ha acquistato e messo a disposizione il laboratorio portatile Bento Lab.

La partecipazione allo studio da parte di Francesco Sauro si inserisce nelle attività sostenute dal progetto "The Geosciences for Sustainable Development", finanziato dal MUR – Dipartimenti di Eccellenza 2023–2027. Grazie a questi fondi, il Dipartimento di Geoscienze dell'Università di Padova e il Dipartimento di Farmacia e Biotecnologie dell'Università di Bologna hanno potuto sviluppare tecnologie innovative, formare team multidisciplinari e condurre missioni scientifiche in ambienti estremi, consolidando la leadership internazionale nello studio della geomicrobiologia e geomorfologia in ambienti estremi, aprendo nuove prospettive nella ricerca sugli analoghi marziani.

#### *Informazioni per la stampa:*

*Articolo: On-site microbiome study of silica structures in a subterranean Mars analog environment*

*Autori: Martina Cappelletti, Giacomo Broglia, Andrea Firrincieli, Ettore Lopo, Alice Checcucci, Daniele Ghezzi, Federico Pisani, Freddy Vergara, Bruno Casarotto e Francesco Sauro.*

*Pubblicato su Biogeosciences (Vol. 22, 2025), pp. 6275–6289.*

*DOI: 10.5194/bg-22-6275-2025*