



Südtiroler Archäologiemuseum
Museo Archeologico dell'Alto Adige
South Tyrol Museum of Archaeology



Landesmuseen Südtirol
Musei provinciali Alto Adige
Museums provinciai

Comunicato stampa

Bolzano, 09.09.2026

Contatto: Katharina Hersel, Ufficio stampa del Museo Archeologico dell'Alto Adige, tel.: +39-0471-320114, e-mail: press@iceman.it

Il gemello digitale di Ötzi: una nuova documentazione 3D integra la superficie corporea e i dati della tomografia computerizzata

Una nuova pubblicazione scientifica sulla prestigiosa rivista specializzata *Heritage* presenta il gemello digitale più completo finora realizzato dell'Uomo venuto dal ghiaccio e del suo equipaggiamento. Per la prima volta, immagini ad alta risoluzione della superficie corporea sono state integrate con dati tridimensionali ottenuti dalla tomografia computerizzata dell'interno della mummia. Il progetto, commissionato dal Museo Archeologico dell'Alto Adige, apre nuove prospettive per la ricerca, la conservazione e la divulgazione.

Bolzano, 9 settembre 2026 – In futuro sarà possibile esaminare Ötzi con una precisione ancora maggiore, senza dover estrarre la delicata mummia dalla sua cella frigorifera. Un team interdisciplinare guidato dall'archeologo Luca Bezzi di Arc-Team ha realizzato un gemello digitale ad altissima precisione dell'Uomo venuto dal ghiaccio. I risultati sono stati pubblicati il 26 agosto 2026 sulla rivista scientifica internazionale *Heritage* con il titolo "Preserving the Past: The 3D Documentation of Ötzi, the Iceman Mummy, and Its Archaeological Context".

I gemelli digitali sono già ampiamente utilizzati in archeologia e nella conservazione dei beni culturali. Il progetto dedicato a Ötzi compie tuttavia un decisivo passo avanti: combina differenti procedure di acquisizione e ricostruzione e, per la prima volta, riunisce in un unico modello la documentazione ad alta risoluzione della superficie esterna del corpo e i dati tridimensionali della tomografia computerizzata dell'interno della mummia. In questo modo è possibile esaminare

virtualmente lo scheletro e la superficie della mummia, documentandone al contempo lo stato di conservazione.

Il modello 3D esterno si basa su 1.294 fotografie ad alta risoluzione del lato anteriore e posteriore della mummia. A partire dalle singole immagini sovrapposte è stato calcolato un preciso modello tridimensionale mediante la cosiddetta fotogrammetria Structure from Motion. Una sfida particolare era rappresentata dallo strato protettivo di ghiaccio, le cui superfici riflettenti possono compromettere la ricostruzione digitale. Il team ha quindi sviluppato uno specifico metodo di acquisizione con luce polarizzata, capace di ridurre notevolmente i riflessi indesiderati. Il modello ottenuto raggiunge una risoluzione spaziale submillimetrica.

In una fase successiva, il modello della superficie è stato integrato con i dati della più recente tomografia computerizzata dell'intero corpo, eseguita nel 2021 presso l'Ospedale di Bolzano.

Un'applicazione web consentirà in futuro di osservare il gemello digitale da diverse angolazioni, effettuare misurazioni ed esplorarne virtualmente l'interno lungo differenti piani di sezione. Sarà così possibile affrontare specifiche questioni scientifiche senza spostare fisicamente la mummia né esaminarla al di fuori del suo ambiente a conservazione controllata.

«La particolarità di questo gemello digitale non risiede soltanto nella sua elevata precisione, ma anche nell'integrazione di diversi livelli di dati. Per la prima volta possiamo analizzare la superficie esterna del corpo di Ötzi e le sue strutture anatomiche interne in un unico modello tridimensionale. Disponiamo così di uno strumento versatile per affrontare questioni legate alla conservazione, all'archeologia e alla medicina forense», spiega **Luca Bezzi**, primo autore dello studio e responsabile del progetto presso Arc-Team.

Oltre alla mummia, la documentazione comprende anche parti essenziali dell'equipaggiamento e dell'abbigliamento di Ötzi risalenti all'età del Rame, tra cui la faretra, il berretto di pelliccia, l'ascia, la cintura con la relativa borsa, il perizoma, le scarpe, i gambali, il mantello e l'arco lungo. Poiché cuoio, pelliccia, legno, rame, fibre vegetali, selce, pelle e ghiaccio riflettono la luce in modo molto diverso, il metodo di acquisizione è stato adattato di volta in volta alle caratteristiche del materiale. Per il berretto di pelliccia d'orso sono stati inoltre utilizzati i campi di radianza neurale (Neural Radiance Fields) con l'ausilio dell'intelligenza artificiale. Questa tecnologia permette di rilevare la complessa struttura tridimensionale della pelliccia, che i tradizionali modelli 3D poligonali riescono a riprodurre soltanto in forma semplificata.

Ai fini della conservazione, la documentazione crea un preciso stato di riferimento digitale. Ripetendo le acquisizioni a intervalli regolari, sarà possibile individuare e confrontare quantitativamente anche minime variazioni della forma o del colore. Ciò può contribuire a rilevare precocemente eventuali alterazioni della superficie e a verificare l'efficacia a lungo termine delle condizioni di conservazione.

«Il nostro compito più importante è preservare nel tempo l'Uomo venuto dal ghiaccio e il suo straordinario equipaggiamento, consentendo al contempo lo svolgimento della ricerca scientifica», sottolinea **Elisabeth Vallazza**, direttrice del Museo Archeologico dell'Alto Adige. *«I gemelli digitali permettono di conciliare entrambi gli obiettivi: documentano lo stato di conservazione dei reperti con una precisione finora mai raggiunta, ne riducono la manipolazione e rendono preziosi dati scientifici utilizzabili a lungo termine.»*

Tutte le fasi di lavoro sono state realizzate utilizzando software open source liberamente accessibili. Il procedimento rimane così trasparente, verificabile e aperto a ulteriori sviluppi

tecnologici. Al tempo stesso, costituisce una base sostenibile per future ricerche e nuove proposte di divulgazione.

I primi risultati del progetto erano già stati presentati e discussi nell'agosto 2025 davanti a un pubblico internazionale di esperti, in occasione dell'XI World Congress on Mummy Studies tenutosi a Cusco, in Perù. Lo studio sottoposto a revisione paritaria e ora pubblicato descrive per la prima volta l'intero procedimento metodologico e le possibili applicazioni del gemello digitale.

Publikation:

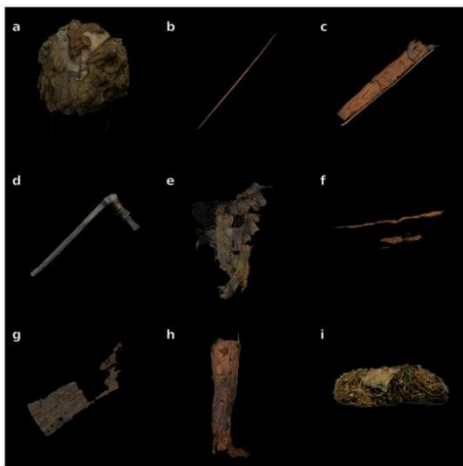
Luca Bezzi et al.: *Preserving the Past: The 3D Documentation of Ötzi, the Iceman Mummy, and Its Archaeological Context*. Heritage **2026**, 9(9), 339; <https://doi.org/10.3390/heritage9090339>

Foto:



Il gemello digitale di Ötzi, l'Uomo venuto dal ghiaccio. L'immagine mostra sia la mesh 3D ad alta risoluzione con texture, sia la sottostante rappresentazione poligonale wireframe

© Museo Archeologico dell'alto Adige / Arc-Team



Documentazione digitale 3D di alcuni capi di abbigliamento e oggetti dell'equipaggiamento archeologico dell'Uomo venuto dal ghiaccio, ottenuta mediante Structure from Motion (SfM): (a) berretto in pelliccia d'orso; (b) arco; (c) faretra; (d) ascia in legno di tasso; (e) sopravveste di pelle; (f) cintura e marsupio; (g) perizoma; (h) gambale; (i) scarpa. Nota: gli oggetti non sono rappresentati nella stessa scala; ciascun elemento è stato ridimensionato individualmente per ottimizzarne la visibilità e preservare i dettagli all'interno della composizione.

(c) Museo Archeologico dell'Alto Adige / Arc-Team



Riprese per il progetto di fotogrammetria nel laboratorio di ricerca dell'Uomo venuto dal ghiaccio.
© Museo Archeologico dell'Alto Adige / Arc-Team



Riprese per il progetto di fotogrammetria sui reperti associati all'Uomo venuto dal ghiaccio.
© Museo Archeologico dell'Alto Adige / Arc-Team

Tutte le immagini per la stampa possono essere utilizzate gratuitamente, a condizione che venga indicato correttamente il copyright.

Contatto per la stampa e per interviste:

Katharina Hersel
Museo Archeologico dell'Alto Adige
Via Museo 43, I-39100 Bolzano
tel.: +39-0471-320114
eMail: press@iceman.it;
sito internet: www.iceman.it;
[# OetziTheIceman](https://twitter.com/OetziTheIceman)