

# TECNOLOGIE DIGITALI PER IL PATRIMONIO CULTURALE: RISULTATI E APPLICAZIONI DELLA PIATTAFORMA D-TECH

di Marco Canciani, Carla Masetti, Marialuisa Mongelli, Mauro Saccone & Giovanna Spadafora

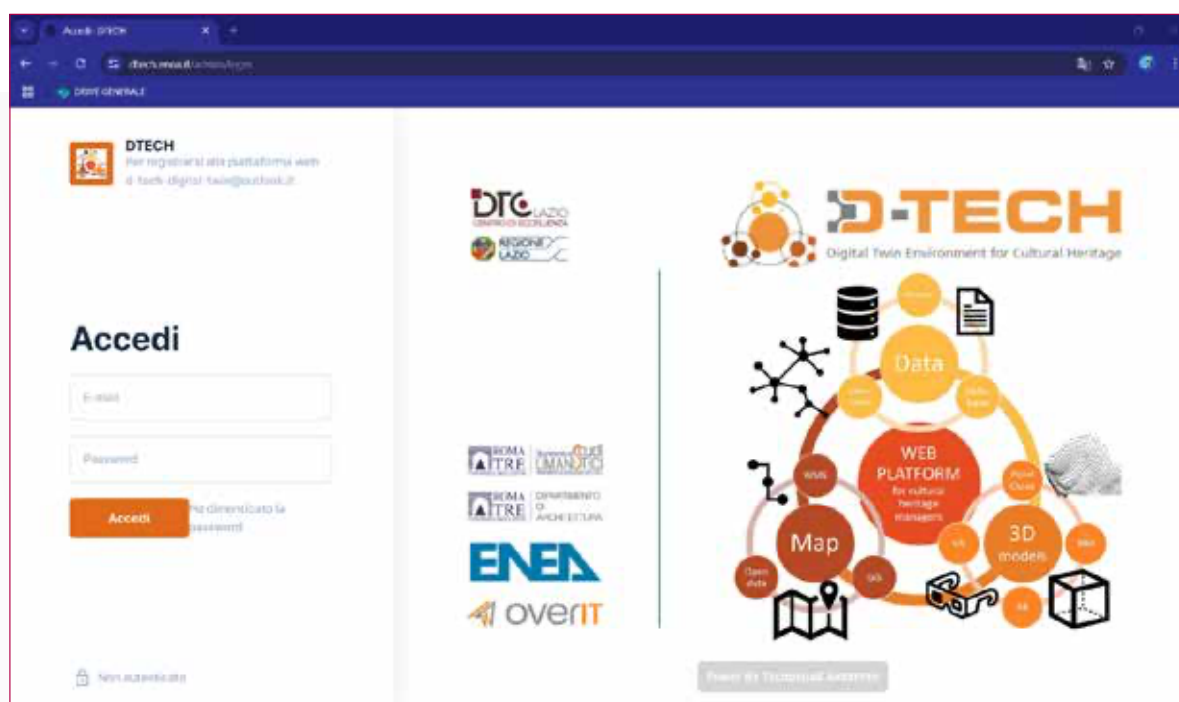


Fig. 1 - Home page della piattaforma DTECH

Nell'ambito del progetto D-TECH è stata sviluppata una piattaforma innovativa web-based per la gestione e la valorizzazione del patrimonio culturale, capace di fare dialogare modelli 3D, HBIM, nuvole di punti e dati GIS con gli standard della ontologia ARCO. Destinata alle istituzioni che tutelano il patrimonio, come anche a tutti coloro che lo studiano, lo valorizzano o semplicemente svolgono attività di ricerca, essa si configura come uno strumento modulare e open-source capace di offrire servizi avanzati per il monitoraggio, la diagnostica, conservazione e fruizione del bene culturale.

## DIGITAL TWINS PER LA GESTIONE DEI DATI DEL PATRIMONIO CULTURALE

Il progetto *Digital-Twin Environment for Cultural Heritage* (d'ora in poi D-TECH) - finanziato nell'ambito della seconda fase dei piani del Distretto Tecnologico per le nuove tecnologie applicate ai beni e alle attività culturali dalla Regione Lazio<sup>1</sup> e sviluppato dall'Università degli Studi di Roma Tre<sup>2</sup>, con la collaborazione di ENEA<sup>3</sup> e la partecipazione dell'impresa OverIT S.p.a. - ha portato alla realizzazione dell'omoni-

ma piattaforma, multimediale e *open-source*<sup>4</sup>, finalizzata a promuovere il monitoraggio, la fruizione e la valorizzazione di elementi del nostro ricco patrimonio culturale, attraverso la creazione, l'archiviazione, la condivisione on line di copie digitali di beni culturali, reali e concreti, sia mobili che immobili (*Heritage Digital Twin*)<sup>5</sup> (Fig. 1).

Tale piattaforma si colloca nel solco delle linee di sviluppo di una più globale "transizione digitale", ossia all'interno di quel processo in cui l'uso sempre più esteso delle tecnologie avanzate applicate alla conservazione e al restauro dei beni culturali ha determinato una costante proliferazione di informazioni "virtuali" e la conseguente esigenza di pervenire a un affinamento di procedure per la condivisione di complesse reti di dati, di vario genere e provenienza<sup>6</sup> (Felicetti & Nicolucci 2023). Come è stato in altre occasioni rilevato «Le questioni sollevate dalla rivoluzionaria

transizione digitale [...], investono tutti i campi del sapere e ci chiamano a confrontarci costantemente sulla natura che caratterizza le risorse tradizionali e quelle digitali, sulle modalità di acquisizione e di trasmissione delle competenze, sulla qualità e quantità delle informazioni che è possibile acquisire, nonché sul tempo necessario perché la conoscenza si strutturi e si sedimenti» (Masetti & Spadafora 2024, p. 7).

Negli ultimi anni il binomio dati 3D e patrimonio culturale è divenuto inscindibile, non solo nella fase di conoscenza, diagnostica e documentazione dei beni, ma anche nei programmi messi in atto per la loro valorizzazione, fruizione e gestione. In questa prospettiva, particolarmente avvertita è soprattutto l'esigenza di sviluppare strumenti digitali quanto più possibile versatili e flessibili, atti non solo ad arricchire l'interazione di una platea sempre più diversificata di utenti con il patrimonio culturale, quanto

anche a sostenere l'intero "ciclo produttivo" del suo contenuto culturale: dalla sua conoscenza, gestione e conservazione, fino al suo restauro, alla sua valorizzazione e promozione. Le copie 3D digitali in qualche modo contribuiscono a garantire la sopravvivenza del singolo bene anche laddove questo, nella realtà, dovesse risultare danneggiato da eventi esterni di natura varia o non fosse più visibile o visitabile, ad esempio nei casi di restrizioni che ne limitassero la fruizione. Per mezzo dei "gemelli digitali" è possibile, entrare nelle sale dei musei, offrire una visione dettagliata e accurata dello stato attuale del bene al fine di monitorare e gestire anche in modo preventivo la sicurezza delle opere d'arte (Fig. 2).

Altrettanto rilevante risulta la necessità che la risorsa digitale diventi un "supporto" su cui posizionare informazioni aggiuntive e associarle ad una sempre maggiore quantità di contenuti e di *open-data*, per produrre

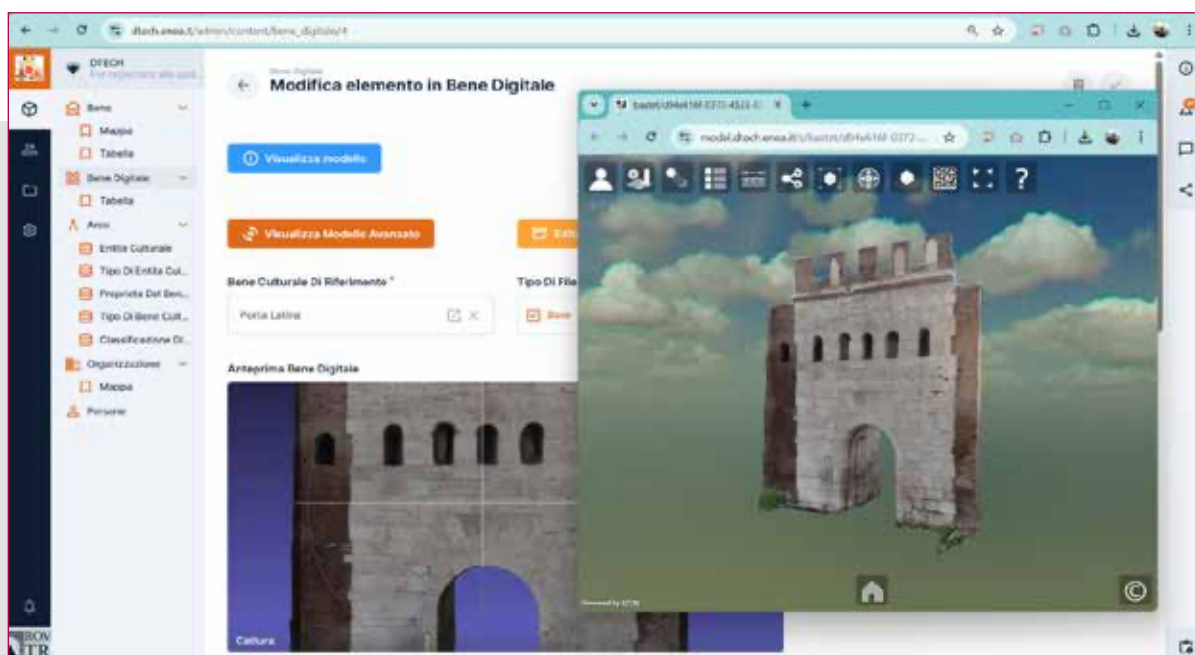


Fig. 2 - La piattaforma integra un sistema di visualizzatori 3D e metadati dei beni culturali per facilitarne la gestione e valorizzazione.

nuovi risultati e alimentare ricerche innovative (Masetti & Spadafora, 2024; Mongelli & Puccini, 2024).

Fin dal momento della sua progettazione, la piattaforma D-TECH è stata concepita per conseguire due principali obiettivi, strettamente connessi tra loro: da un lato, archiviare e condividere, - attraverso visualizzazioni, editing 3D e sistemi di esperienza immersive e interattive<sup>7</sup> - metadati e copie digitali relative a collezioni museali, a reperti, a monumenti e a fondi archivistici, resi disponibili dai “luoghi della cultura”<sup>8</sup>; dall’altro, offrire una serie di servizi *web-based*, rivolti espressamente a quegli amministratori di beni culturali che non disponendo delle necessarie risorse hardware e software per gestire i dati di cui sono proprietari incontravano difficoltà nel condividerli con l’esterno (come emerso dalle interviste fatte ai gestori dei luoghi della cultura, partner del progetto)<sup>9</sup>.

In questa prospettiva, oltre agli specifici valori d’uso (sviluppare strumenti e metodi per favorire lo studio, la tutela e la valorizzazione del patrimonio artistico e culturale italiano) e valori anagrafici (collegare e arricchire di informazioni i dati, contribuendo all’incremento della loro visibilità), i contenuti digitali presenti nel sistema D-TECH permettono di acquisire anche un terzo e fondamentale valore: quello di promozione, facilitando operazioni di monitoraggio e pianificazione di interventi diagnostici e manutentivi sui beni, riducendo il ricorso a dispendiosi finanziamenti.

Rispetto ad altre piattaforme *Digital Twin* già esistenti<sup>10</sup>, D-TECH si configura come un *digital environment* che opera secondo i principi *FAIR* (*Findable, Accessible, Interoperable, Reusable*)<sup>11</sup>; un ecosistema digitale, in cui l’inclusività e la sostenibilità diventano elementi fondamentali per garantire la salvaguardia e il rispetto del

bene culturale e per assicurare le funzionalità di un lavoro collaborativo e condiviso. Infine, grazie all’organizzazione e alla gestione dei dati secondo una struttura semantica in grado di integrare e di stabilire relazioni tra contenuti multimediali, documenti e altri database disponibili, la piattaforma adotta una meta-datazione basata sull’ontologia di ARCO e si inserisce nel contesto delle attuali ricerche volte alla sperimentazione di nuovi paradigmi per la gestione dei dati (*Linked Open Data LOD*) (Fig. 3).

## LA STRUTTURA DELLA PIATTAFORMA

D-TECH si basa su un’infrastruttura a microservizi, strutturata su piattaforma *Kubernetes* (K8s)<sup>12</sup>. La sua architettura è stata progettata come un sistema open-source, scalabile e modulare, atto a garantire maggiore flessibilità e adattabilità con altri componenti del sistema (come ad es. il front-end

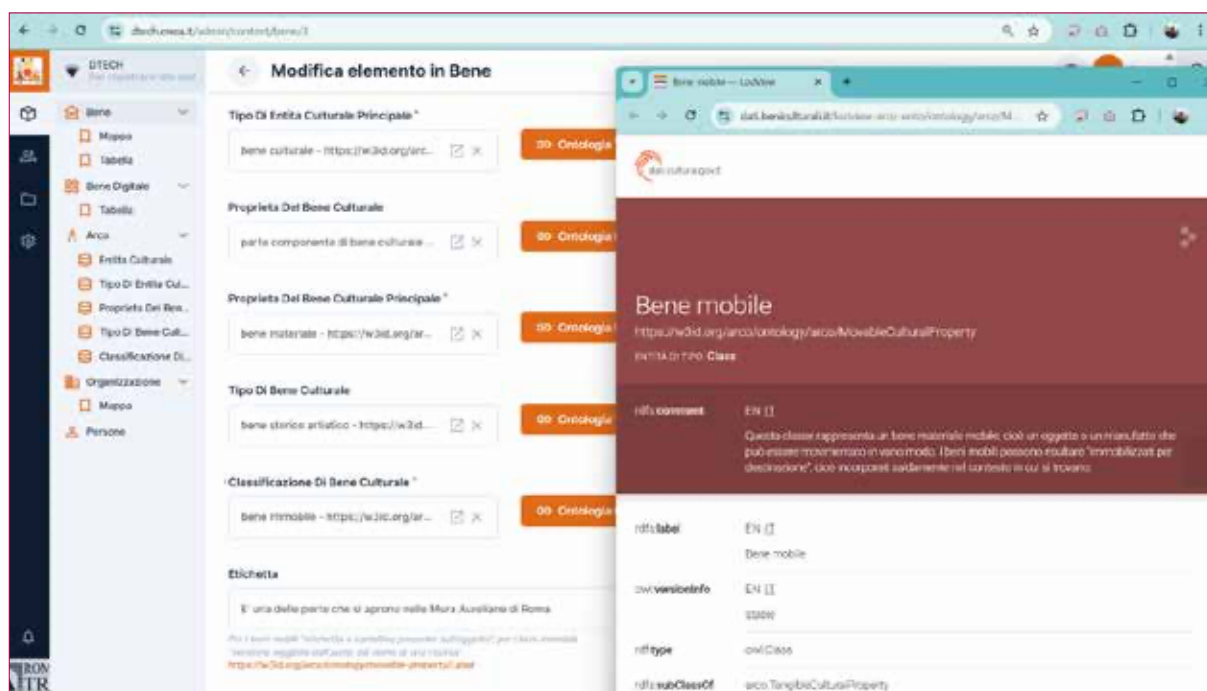


Fig. 3 - I metadati associati ai beni culturali sono allineati all'ontologia ARCO utilizzando vocabolari e concetti standardizzati.

“Aton”<sup>13</sup> per la gestione avanzata e la visualizzazione dei dati 3D).

In particolare, ogni servizio implementato ha una specifica configurazione, costituita da una logica ben definita e da interfacce di tipo *user-friendly*, al fine di facilitare la comunicazione con altri servizi tramite API. Il “cuore” della piattaforma (d’ora in poi *KORE*) consiste in un sistema di archiviazione e in un database relazionale per la raccolta e gestione di tutti i dati e i metadati prodotti dai luoghi della cultura e dai potenziali utenti.

La piattaforma segue una struttura composta da:

- ▶ un *back-end*, per l’acquisizione e la gestione dei dati con gestione dei metadati;
- ▶ un *front-end*, per la visualizzazione di base dei dati e l’interazione.

L’intera struttura dei dati (*stack*) include i seguenti servizi interni:

- ▶ modulo di autenticazione

- ▶ gestione dei dati
- ▶ API di comunicazione e
- ▶ integrazioni con la piattaforma Aton.

Al di fuori della piattaforma K8s sono previsti anche alcuni servizi “esterni” per la gestione di semplici dati “di registro” tramite una piattaforma di database PSQL (*PostgreSQL*) e un *repository* basato su S3 (o simili).

Come *framework* principale per la gestione e visualizzazione dei dati lo *stack* utilizza il progetto open-source *Directus*, completamente costruito in *TypeScript*, in esecuzione su *Node.js* e *Vue.js*, con un’architettura modulare ed estendibile che include vari moduli personalizzabili per interazioni specifiche con i dati.

La piattaforma *KORE* si basa su una logica funzionale, progettata per essere centrata sull’utente e semplificata sia per l’inserimento che per la visualizzazione dei dati all’interno della piattaforma. L’intero processo è gestito tramite il *frontend*

dell’applicazione *Directus* personalizzata, che comunica tramite API con il *backend* e il repository sia per i dati che per i metadati descrittivi/di registro correlati.

I potenziali utenti/client devono avere la possibilità di selezionare parte o l’intero set di dati sotto il loro controllo, per autorizzare la condivisione delle informazioni con il repository centralizzato ENEA. Questa funzionalità coinvolge la copia dei dati/metadati di registro (DB) nel set di dati centralizzato della piattaforma *KORE* presso ENEA (DB centralizzato), mentre la visualizzazione effettiva dei dati può rimanere sulla piattaforma del cliente.

La visualizzazione dei dati 3D all’interno della piattaforma *KORE* dovrebbe seguire la possibilità sia di visualizzazione di base che di modalità di visualizzazione avanzata abilitata tramite l’integrazione del modulo Aton. Il visualizzatore, tramite il *frontend* di *Directus*, ha l’au-

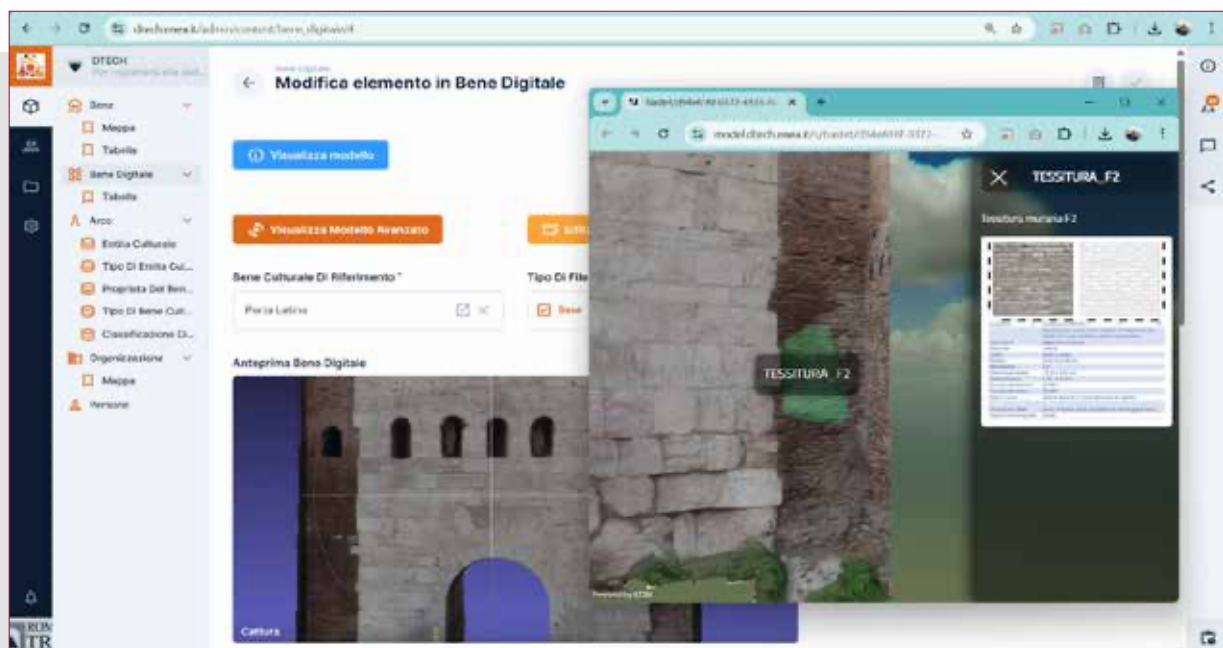


Fig. 4 - La piattaforma integra tutte le funzionalità di Aton per consentire una gestione completa della copia digitale



onomia di gestire e visualizzare sia i dati che i metadati correlati, inclusi i dati geografici e tridimensionali.

Pertanto, l'accesso dell'utente alla piattaforma è stato suddiviso in tre categorie: Amministratori di sistema, Creatori di contenuti e Visualizzatori.

Gli Amministratori di sistema sono coloro che hanno accesso ai vari componenti dell'infrastruttura IT e possono gestirli.

All'interno di questa categoria, sono riconoscibili diversi sotto-ruoli, così definiti:

- ▶ manager dell'infrastruttura: responsabile del *deployment* dei singoli componenti e del loro mantenimento;
- ▶ manager del database/archivio dati: che ha accesso diretto ai dati, senza necessità di passare attraverso la piattaforma;
- ▶ manager della piattaforma *Directus*: responsabile della modifica e della gestione della piattaforma *Directus*.

Durante la fase di implementazione possono essere introdotti ulteriori ruoli. I Creatori di contenuti hanno accesso alla piattaforma *Directus*, all'interno della quale possono caricare, modificare e eliminare i propri dati.

La piattaforma consente il controllo degli accessi basato sui ruoli, permettendo agli Amministratori di sistema di definire con precisione le autorizzazioni per ciascun tipo di richiesta garantendo, in questo modo, la coerenza e la sicurezza dei dati gestiti dagli operatori.

All'interno della piattaforma, l'utente (o il gestore del bene culturale) si trova di fronte a una raccolta di copie digitali dei beni culturali, visualizzata attraverso una galleria di immagini in *preview*. Da qui è

possibile accedere o alle "anagrafiche" - cioè, a quelle informazioni (metadati) relative alla copia digitale oppure al bene culturale di riferimento - o alla visualizzazione 3D della copia digitale.

La visualizzazione 3D, che può operare sia su dispositivi fissi (es: PC) che mobili (telefoni, tablet) funziona attraverso due strumenti:

1 con il pacchetto software open source 3DHOP<sup>14</sup> (*3D Heritage Online Presenter*), che permette di visualizzare un modello digitale e semplificato dell'oggetto, di effettuare misurazioni su di esso, di utilizzare piani di sezione e, mediante una specifica funzione di screenshot, esportare le immagini;

2 con il framework open-source 3D Aton che, oltre a consentire anch'esso la possibilità di effettuare misure e di esportare immagini, offre l'opportunità di attivare e gestire alcune funzioni più avanzate, come quella della Realtà Aumentata (AR) e della Realtà Virtuale (VR), attivabili per mezzo di un QR CODE, che viene generato automaticamente per ogni bene digitale e collocato sulla stringa superiore della finestra di layout.

Dopo essere stato accreditato come Creatore di contenuti, attraverso il motore 3D Aton, l'utente (es: un funzionario di un ente museale)<sup>15</sup> avrà accesso anche alle funzioni di *editing*, per mezzo delle quali potrà inserire sul modello diversi *hotspot*, puntuali o areali, e associare ad essi vari contenuti digitali, come descrizioni testuali, immagini, collegamenti a file o a pagine web (Fig.4). In questo modo, il modello 3D del Digital Twin diviene uno strumento di lavoro, sempre implementabi-

le, strutturato per condividere - anche attraverso note vocali - appunti e osservazioni con coloro che si occupano della tutela del bene, per evidenziare eventuali problemi di conservazione, o per segnalare le tipologie di degrado da monitorare ecc.

## DESCRIZIONE DELL'ORCHESTRATORE DEI MICRO-SERVIZI

Le tecnologie utilizzate per la creazione dei servizi sono di tipo *Docker*, impiegato per la costruzione delle immagini, e Kubernetes per l'orchestrazione.

*Docker* è una tecnologia di containerizzazione che consente di creare e utilizzare container Linux. I container Docker sono trattati come macchine virtuali modulari e leggere, offrendo una grande flessibilità nella creazione, distribuzione, copia e migrazione di container tra ambienti differenti, ottimizzando così le applicazioni per il cloud. Sfrutta il kernel Linux e le sue funzionalità, come *Cgroups* e *namespaces*, per isolare i processi, permettendo ad essi di processare le in modo indipendente. Questa indipendenza è l'obiettivo fondamentale dei container: consentire l'esecuzione di più processi e applicazioni separatamente, utilizzando l'infrastruttura esistente e mantenendo al contempo il livello di sicurezza che si otterrebbe utilizzando sistemi separati.

Gli strumenti per la creazione dei container, come *Docker*, consentono di distribuire un'applicazione da un'immagine, semplificando la condivisione di applicazioni o servizi e delle loro dipendenze tra ambienti differenti. *Docker* automatizza inoltre la distribuzione delle applicazioni (o dei processi che le compongono) all'interno di

ambienti containerizzati. Gli strumenti derivati dai container Linux, che costituiscono la base dell'unicità e della facilità d'uso di *Docker*, forniscono agli utenti un accesso rapido alle applicazioni, la possibilità di eseguire distribuzioni veloci e il controllo sulla gestione delle nuove versioni.

In sintesi, dunque, la piattaforma D-TECH<sup>16</sup> si offre a quelle

istituzioni che stanno iniziando, o che hanno già avviato, il processo di digitalizzazione tridimensionale dei loro beni, a quelle sovrintendenze che quotidianamente commissionano rilievi 3d e ancora non hanno uno spazio per conservare, visualizzare e operare con questo tipo di dati. La piattaforma open source e web based che il progetto ha realizzato si pone a

servizio di quanti hanno la necessità di operare con questi dati, con l'obiettivo di supportare i processi di monitoraggio, conservazione e valorizzazione dei beni culturali.

#### BIBLIOGRAFIA

- Crespi N., Drobot A.T., Minerva R. Noel Crespi, Adam T. Drobot, Roberto Minerva (2023), a cura di, *The Digital Twin. What and Why?*, Cham: Springer.
- Canciani M., Gallia A., Masetti C., Migliori S., Mongelli M., Puccini M., Quintiliani A., Saccone M., & Spadafora G. (2020), Modelli 3D e dati GIS: una loro integrazione per lo studio e la valorizzazione dei beni culturali. *Archeomatica*, 2, 18-23.
- Fanini, B., Ferdani, D., Demetrescu, E., Berto, S., & d'Annibale, E. (2021). "ATON: An open-source framework for creating immersive, collaborative and liquid web-apps for cultural heritage". *Applied Sciences*, vol. 11 n. 22. <https://www.mdpi.com/2076-3417/11/22/11062>
- Hermon S., Niccolucci F., Bakirtzis N. & Gasanova S. (2022), Digital Twins in Cultural Heritage. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=4274457](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=4274457) (Retrieved: 15.05.2025)
- Luther W., Baloian N., Biella D. & Sacher D., (2023), Digital Twins and Enabling Technologies in Museums and Cultural Heritage: An Overview. *Sensors*, 23, 1583, 1-28.
- Felicetti A., Niccolucci F. (2023), Gemelli digitali e gestione dei dati del patrimonio culturale. <https://www.garr.it/it/conferenza-garr-2023-selected-papers/6470-conferenza-2023-selected-papers-10-felicetti/file>
- Masetti C., Spadafora G. (2024), eds, *Digital Humanities, patrimonio culturale e applicazioni geostoriche*. Roma: Labgeo Caraci.
- McKinsey & Co., (2024), What is Digital-Twin Technology?, <https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-digital-twin-technology>.
- Mongelli M., Puccini M., *ENEA ICT: evoluzione di un percorso per la catena del valore dei beni culturali*, in Masetti C., Spadafora G. (2024), eds, *Digital Humanities, patrimonio culturale e applicazioni geostoriche*. Roma: Labgeo Caraci, 383-396.
- Niccolucci F., Felicetti A. (2024). Il futuro digitale di 4CH: il gemello digitale dei beni culturali DigItalia, 2, 117-125.
- Potenziani, M., Callieri, M., Dellepiane, M., Corsini, M., Ponchio, F., & Scopigno, R. (2015). "3DHOP: 3D heritage online presenter". *Computers & graphics*, 52, 129-141. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0097849315001041>

#### ABSTRACT

*Within the D-TECH project, has been developed an innovative web-based multimedia platform for the management and exploitation of cultural heritage has been de-*

*veloped, capable of making dialogue between 3D models, HBIM, point clouds and GIS data with the standards of the ARCO ontology. Intended for the institutions that protect the heritage, as well as all those who study it, value it or simply carry out research activities, it is designed as a modular and open-source tool capable of offering advanced monitoring services, the diagnosis, conservation and use of cultural assets.*

#### PAROLE CHIAVE

TECNOLOGIE DIGITALI; BENI CULTURALI; DIGITAL TWINS; OPEN DATA; OPEN SOURCE; INTEROPERABILITÀ.

#### AUTORE

MARCO CANSANI

MARCO.CANSANI@UNIROMA3.IT

PROF. ORDINARIO, SSD CEAR-10/A

DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA TRE

CARLA MASETTI

CARLA.MASETTI@UNIROMA3.IT

PROF.SSA ORDINARIA, SSD GEOG-01/A

DIPARTIMENTO DI STUDI UMANISTICI

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA TRE

MARIALUISA MONGELLI

MARIALUISA.MONGELLI@ENEA.IT

PRIMO RICERCATORE - RESPONSABILE SEZIONE TRANSIZIONE DIGITALE ENEA

MAURO SACCONE

MAURO.SACCONE@UNIROMA3.IT

PROFESSORE A CONTRATTO, SSD CEAR-10/A

DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA TRE

GIOVANNA SPADAFORA

GIOVANNA.SPADAFORA@UNIROMA3.IT

PROF.SSA ASSOCIATO, SSD CEAR-10/A

DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA, UNIVERSITÀ DEGLI STUDI ROMA TRE

#### NOTE

1 Cfr. BUR - N. 99 del 21/10/2021.

2 Le strutture coinvolte sono state nell'ordine: il Laboratorio di Rilievo e Tecnologie digitali del Dipartimento di Architettura e il Laboratorio geocartografico "Giuseppe Caraci" del Dipartimento di Studi Umanistici. I ruoli di Coordinatore e di Vice-Coordinatore tecnico scientifico del Progetto D-TECH sono stati rispettivamente ricoperti da Marco Canciani e da Giovanna Spadafora (Dipartimento di Architettura).

3 Nello specifico, la Divisione per lo Sviluppo Sistemi per l'Informatica e l'ICT.

4 La piattaforma è disponibile su GitHub ed è stata sviluppata utilizzando un software libero capace di garantire massima trasparenza, sostenibilità e accessibilità nel tempo e possibilità di personalizzazione (<https://github.com/ENEAICT4CH/D-TECH>; ultimo accesso: maggio 2025).

5 Per un approfondimento sul tema dei Digital Twins in relazione ai beni culturali, si rimanda in particolare a: Crespi & Al., 2023; Hermon & Al. 2022; Luther & Al. 2023; Felicetti, Niccolucci, 2023; McKinsey & Co, 2024; Niccolucci, Felicetti, 2024.

6 A solo titolo di esempio, i dati possono riguardare una serie di informazioni sul singolo bene e sul suo autore, sulla autenticità e lo stato di conservazione dell'opera, sul processo di decadimento e su eventuali successivi interventi di restauro. Inoltre, le relazioni possono interessare anche altre fonti, come: documentazioni testuali (fonti letterarie, memorie, relazioni, articoli scientifici, etc.), fonti iconografiche (fotografie d'epoca, cartografie storiche e attuali, schizzi, prospetti, sezioni, audiovisivi, etc.) e altro materiale di archivio.

7 Le esperienze immersive (in AR e VR) possono essere create senza necessità di software aggiuntivi, rendendo l'interazione con il patrimonio culturale ancora più coinvolgente.

8 Durante i diciotto mesi di durata del progetto numerosi "luoghi della cultura" hanno manifestato il proprio interesse a collaborare e a condividere i propri dati. Possiamo qui ricordare: le Gallerie Nazionali di Arte Antica Barberini-Corsini, la Sovrintendenza capitolina ai Beni Culturali, il Museo dell'Energia a Ripi, il Museo del Fiore ad Acquapendente e la Società geografica Italiana; a questi, successivamente, si sono aggiunti: la Pontificia commissione di archeologia sacra, la Galleria Nazionale Arte Moderna, l'Università di Cassino (per il Ninfeo Ponari) e la Soprintendenza Belle Arti e Paesaggio per la Provincia di Viterbo e l'Etruria meridionale.

9 I dati restano di proprietà degli enti gestori e vengono conservati dove il gestore decide che risiedano (eventualmente in Cloud); la loro condivisione con l'esterno è limitata ai metadati e alla visualizzazione dei modelli 3D, nel rispetto della protezione della proprietà intellettuale e della privacy delle informazioni. La sostenibilità del progetto D-TECH è stata garantita an-

che attraverso piani di business che prevedono servizi di assistenza e di personalizzazione su richiesta.

10 A solo titolo di esempio, possiamo qui citare altre due applicazioni Digital Twins, rivolte alla gestione di dati relativi al patrimonio culturale digitale. Entrambe sono state realizzate nell'ambito del Centro di Eccellenza del Distretto Tecnologico Beni e Attività Culturali del Lazio (DTCLazio) e hanno previsto la creazione di accordi tra università, aziende operanti nel settore dei beni culturali, istituzioni ed enti museali della regione Lazio: ADAMO (Analisi, Diagnostica e MONitoraggio) ed ECODIGIT (Ecosistema Digitale per la fruizione e la valorizzazione dei beni e delle attività culturali del Lazio). Per approfondimenti, si rimanda a Canciani & Al. 2022 e Mongelli & Puccini 2024.

11 I principi FAIR, presentati per la prima volta nel 2016 da un consorzio di scienziati in un articolo della rivista «Scientific Data», stabiliscono un insieme di linee-guida per favorire lo scambio e la diffusione di dati digitali, in particolare scientifici. Per approfondimenti, si rimanda a: <https://www.nature.com/articles/sdata201618> e <https://www.go-fair.org/fair-principles/>.

12 Sviluppato da un team Google, Kubernetes è uno tra gli strumenti open-source più diffusi per l'orchestrazione e la gestione dei container; esso permette di eliminare molti dei processi manuali necessari alla distribuzione e al ridimensionamento delle applicazioni containerizzate, facilitando la gestione efficiente e scalabile dei cluster di host su cui i container sono in esecuzione.

13 Aton è un framework sviluppato da CNR ISPC si veda: Fanini 2021.

14 3DHOP è un visualizzatore 3D on line sviluppato dall'ISTI-CNR si veda: Potenziani 2015.

15 Il gestore del bene culturale dovrà dotarsi di un server sul quale ospitare la piattaforma - scaricata dal GitHub - e i modelli a essa collegati. Una volta installata la piattaforma, tutti i servizi saranno "aperti" e utilizzabili; qualora i gestori dei luoghi della cultura necessitassero di ulteriori servizi informatici di assistenza (tra cui configurazione, customizzazione, formazione utenti, servizi di backup, ecc.), questi saranno erogati a pagamento.

16 Il 5 dicembre 2024, presso il Dipartimento di Architettura dell'Università degli Studi Roma Tre, si è tenuto il Workshop Digital Twin per il patrimonio. Presente e futuro della digitalizzazione dei beni culturali. Oltre a rappresentare una occasione per presentare la piattaforma, la giornata di studi ha rappresentato una opportunità per ragionare: sullo stato dell'arte e le prospettive future della digitalizzazione 3D del patrimonio culturale; sull'uso e la condivisione dei dati 3D per la ricerca, la formazione, l'analisi, e l'arricchimento di contenuti attraverso piattaforme web; e, infine, sui percorsi di condivisione di open-data, semantica e LOD.