

Le sorgenti laser al servizio dei beni culturali

L'ENEA sviluppa e applica tecnologie innovative per il monitoraggio, la fruizione e l'accesso virtuale ai Beni Culturali, basate principalmente sull'utilizzo di sorgenti laser. Ne sono l'esempio i progetti VADUS -Virtual Access and Digitalization for Unreachable Sites- e COLLINE per lo Sviluppo e l'applicazione in situ di tecnologie innovative per la CONservazione di Lapidei mediante oLI essenziali e Nanotecnologie e sistemi integrati per la digitalizzazione e il monitoraggio dei manufatti su monumenti medievali.

DOI 10.12910/EAI2022-031

di Valeria Spizzichino, *Laboratorio di Diagnostica e Metrologia - ENEA*

Da anni il Laboratorio di Diagnostica e Metrologia (DIM) si occupa dello sviluppo ed applicazione di tecnologie innovative principalmente basate sull'utilizzo di sorgenti laser per la caratterizzazione chimica e morfologica di superfici. La possibilità di lavorare a distanza, fino anche ad alcune decine di metri, in modo non invasivo, senza la necessità di campionamento, tramite anche il solo accesso ottico, rende tali tecnologie particolarmente indicate per applicazioni in ambienti ostili e su superfici delicate.

Da quanto detto si può facilmente capire come uno dei campi di applicazione naturali sia quello dei Beni Culturali. Ma non l'unico: tecnologie nate per la caratterizzazione e lo studio di opere d'arte e reperti storici possono essere usate in ambito nucleare, forense, security (solo per citarne alcuni) e viceversa. Ovviamente, questo scambio tra differenti settori di ricerca, ma anche economici, non si limita a questo livello, ma si amplia all'ingegnerizzazione di nuovi materiali, a competenza ICT, allo sviluppo di infrastrutture ed alla creazione di piattaforme tecnico-scientifi-

che che possono avere ricadute a livello sociale ed economico, ricadute che possono essere molto maggiori di quanto si possa pensare ad una prima analisi.

I progetti VADUS (Virtual Access and Digitalization for Unreachable Sites) e COLLINE (Sviluppo e applicazione in situ di tecnologie innovative per la CONservazione di Lapidei mediante oLI essenziali e Nanotecnologie e sistemi integrati per la digitalizzazione e il monitoraggio dei manufatti su monumenti medievali) incarnano, anche se in framework differenti, esattamente questa filosofia di interscambio tra settori differenti per la amplificazione delle ricadute economico-sociali di tecnologie e metodi innovativi.

Il progetto VADUS e l'Agenzia Spaziale Europea

Il primo è un progetto finanziato dall'Agenzia Spaziale Europea (ESA) ed è stato sviluppato in risposta alla call ARTES 20 IAP di ESA ITT AO/1-10065/19/NL/AF "Applications integrating space asset(s) and 5G networks in L'Aquila /the Abruzzo region, Roma Capitale and Municipality of Torino

(L'ART)" con focus Cultural Heritage: Fruition & Diffusion e ha come obiettivo quello di proporre nuove soluzioni e paradigmi per un'esperienza completamente immersiva con contenuti arricchiti tramite l'utilizzo di dispositivi di uso comune come smartphone e tablet, senza alcun vincolo in termini di percorso di visita ed unità di elaborazione grafica, rivelando allo spettatore anche aspetti nascosti delle opere d'arte grazie all'utilizzo dei risultati provenienti da tecnologie diagnostiche strumentali.

In particolare, la convergenza tra realtà virtuale, 5G, servizi satellitari e infrastrutture cloud permette, nell'ambito del progetto, un accesso rapido a contenuti arricchiti, senza i limiti di calcolo e di banda dei dispositivi indossabili attualmente utilizzati per le visite virtuali.

Tali tecnologie, insieme a quelle sfruttate per creare i contenuti, tra cui *in primis* le tecnologie di diagnostica laser dell'ENEA, forniranno, alla conclusione di VADUS, dei prodotti di facile accesso, ma di valore elevato, indirizzati sia al pubblico generico che agli addetti ai lavori nel settore dello studio e della



Fig. 1 Il sistema LIF Forlab durante la campagna di misure VADUS presso il Parco Archeologico di Ostia Antica. Anno 2021 - Fonte: ENEA

conservazione dei beni storico-artistici. In questo senso, quindi, l'attività del progetto VADUS si inserisce sia nel processo che vede il passaggio dall'Internet of Things (IoT, la rete di dispositivi) all'Internet of Knowledge (IoK, la rete delle conoscenze) che nella filosofia della Economia della Conoscenza (la cosiddetta Knowledge Economy), in cui si riconosce il ruolo della creazione, diffusione, trasformazione, trasferimento ed utilizzo della conoscenza in ogni sua forma per generare valore e fonti di guadagno.

Il progetto COLLINE

Ed è proprio in questo contesto che la seconda fase dell'Avviso pubblico ricerca e sviluppo di tecnologie per la valorizzazione del patrimonio culturale

del DTC – Distretto Tecnologico per le nuove tecnologie applicate ai Beni ed alle Attività Culturali della Regione Lazio, con il quale è stato finanziato il progetto COLLINE, va a collocarsi. L'Avviso pubblico ha, infatti, mirato a sostenere la diffusione di tecnologie innovative per la valorizzazione, conservazione, recupero, fruizione e sostenibilità del patrimonio culturale del Lazio. Con il chiaro scopo di alimentare il trasferimento tecnologico verso le piccole e medie imprese della Regione, che ne beneficeranno anche in futuro e anche in altri settori.

COLLINE conta di fare la sua parte in questo panorama. Infatti, il progetto nasce dalla collaborazione tra la ricerca pubblica (ENEA, che è anche capofila, Università della Tuscia e Università di Roma La Sapienza) e due ditte

con sede nel Lazio, ma attive a livello nazionale ed internazionale, De Feo Restauri e Eagleprojects SpA. L'obiettivo generale di COLLINE è di mettere a punto, testare e valutare in condizioni reali e su monumenti in corso di restauro, un protocollo di recupero di superfici degradate grazie all'uso sinergico di materiali innovativi per il restauro conservativo, di moderne ed innovative tecniche diagnostiche e di sensoristica e dell'informatizzazione di dati, aggiornati in tempo reale, per monitoraggio e gestione in remoto. I materiali protettivi utilizzati devono permettere non solo un recupero immediato del bene, ma anche una sua duratura protezione da agenti esterni, quali umidità ed attacchi biologici. Per ottenere questo sono utilizzati sia materiali biocompatibili e green che nanomateriali.

La sperimentazione e l'applicazione di tecniche innovative integrate, finalizzate ad una informatizzazione degli interventi e degli esiti delle indagini che avranno interessato i diversi beni, hanno il duplice obiettivo di renderli fruibili su larga scala, bypassando quindi i limiti fisici e geografici, e gestibili e monitorabili da remoto, garantendo, in questo modo, una notevole semplificazione dei processi di manutenzione ed una conseguente minimizzazione dei costi ad essi annessi. In particolare, l'allestimento di una piattaforma Web-GIS in cui ospitare e visualizzare i modelli 3D dei siti, i dati di rilievo acquisiti, rendere disponibili e mantenere aggiornati i dati raccolti dai sensori installati e notificare in real-time stati di alert non solo agevola e supporta tutte le attività del progetto, ma garantirà l'accesso anche futuro a tutto il materiale raccolto e prodotto, proponendo un *modus operandi* completamente nuovo nel campo della gestione e fruizione dei Beni Artistici. È da sottolineare che nanotecnologie, gestione remota dei dati, geolocalizzazione e possibilità di fruizione in remoto sono fra le tecnologie abilitanti elencate dalla Comunità Europea e dal Piano Nazionale Impresa 4.0 e sono impiegate in COLLINE per

sviluppare soluzioni e miglioramenti tecnologici attraverso esperienze di ricerca capaci di rivitalizzare il mondo del restauro dei Beni Culturali.

Più in dettaglio, la leadership nazionale di ENEA nello sviluppo sostenibile e nel campo delle nuove tecnologie emerge dalle attività svolte nei progetti illustrati. Infatti, in VADUS, i ricercatori del Laboratorio Diagnostica e Metrologia (DIM) utilizzano tre dei prototipi sviluppati nel Laboratorio stesso: il sistema imaging a scansione LIF (Fluorescenza Indotta da Laser) chiamato Forlab e il sistema IR-ITR (Infra Red Imaging Topological Radar) per misure di spettroscopia, in grado di evidenziare caratteristiche non visibili ad occhio nudo, come restauri, ripensamenti, danni, e il sistema RGB-ITR (Red Green Blue Imaging Topological Radar) per la costruzione di modelli 3D ad alta risoluzione con colori nativi.

Beni storico-artistici non accessibili

I risultati di tali tecniche, ossia immagini di fluorescenza, immagini nell'infrarosso e modelli, costituiscono dei livelli informativi da inserire all'interno del modello 3D fotogrammetrico pro-

dotto, per ciascuno dei siti prescelti, da CITERA (Centro di Ricerca interdipartimentale Territorio Edilizia Restauro Ambiente) dell'Università di Roma La Sapienza. Il prodotto finale permetterà una visita virtuale grazie alle infrastrutture di TIM e all'applicazione sviluppata da NEXT SpA, capofila e coordinatore tecnico del progetto. I siti prescelti per le dimostrazioni sono di tutto rispetto e rappresentano degli incredibili esempi di beni storico-artistici non accessibili: la Casa di Diana nel Parco archeologico di Ostia Antica, l'Aula Isiaca nel Parco archeologico del Colosseo e, per il Comune di Torino, Museo Pietro Micca e Forte Pastiss.

I test e le attività di COLLINE sono, invece, concentrate nella città di Viterbo, per la ricchezza di costruzioni medievali di grande valore storico, ma di difficile conservazione.

L'ENEA svolge, all'interno del progetto, differenti ruoli. Il primo è quello di coordinatore. Il secondo, grazie alle competenze sviluppate nel Laboratorio di Micro e Nanostrutture per la Fotonica (MNF), è legato all'ideazione e produzione di un materiale protettivo e consolidante nanostrutturato innovativo, mai testato prima. Inoltre, ENEA si occuperà sia della diagnostica che del monitoraggio: i prototipi LIF del Laboratorio DIM saranno impiegati per valutare lo stato di salute del sito ed effetti e durabilità dei trattamenti fatti, "fotografando" le condizioni iniziali del bene ed il suo stato ad intervalli regolari dopo le applicazioni.

Il Laboratorio MNF sovrintenderà, invece, alle attività relative all'utilizzo di sensori in fibra ottica di tipo FBG (a reticolo di Bragg), funzionalizzate e non, per la valutazione e il controllo delle condizioni ambientali e microclimatiche a cui il bene è sottoposto. Con la novità, rispetto alla letteratura di settore, che tali sensori saranno impiegati per misure di umidità, oltre che per misure di temperatura e di parametri strutturali.

Per info: valeria.spizzichino@enea.it

