



TICHE

Technological Innovation in Cultural Heritage

Cluster Tecnologico Nazionale per il Patrimonio Culturale

Traiettorie tecnologiche e azioni in corso



**PRESENTAZIONE DI LUCIO D'ALESSANDRO,
PRESIDENTE DELLA FONDAZIONE TICHE**

4



TRAIETTORIA 1

14

Tecnologie per lo sviluppo di un eco-sistema digitale del patrimonio culturale

Sviluppo di una "piattaforma abilitante" di servizi per la conoscenza, gestione e valorizzazione del Patrimonio culturale.



MISSION E RAGGIO D'AZIONE DI TICHE

8



TRAIETTORIA 2

18

Modelli e tecniche di creazione di una user experience omnicanale per la valorizzazione dei contenuti culturali digitali

Sistemi di edutainment basati sull'uso di facsimili digitali delle opere o loro prototipi virtuali, di tecniche di story telling e di un approccio basato su gamification per l'accesso ai contenuti digitali; nuove interfacce utente multimodali in grado di favorire l'inclusione sociale e l'accessibilità dei contenuti culturali a persone con disabilità fisiche e cognitive (non vedenti, ipovedenti, anziani).

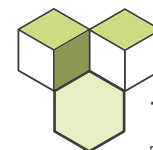


TRAIETTORIA 3

22

Tecnologie di X-reality per la fruizione dei beni culturali

Sistemi immersivi e tangibile basati su tecnologie di Virtual e Augmented Reality e olografiche

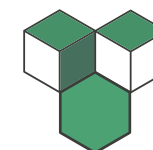


TRAIETTORIA 4

26

Tecnologie per la conoscenza del patrimonio culturale

Ricerche mirate alla conoscenza geomorfologica, storica, archeologica e monumentale del paesaggio e del patrimonio.



TRAIETTORIA 5

30

Tecnologie per la diagnostica del patrimonio culturale

Diagnostica avanzata non-invasiva sui materiali; Studio e inibizione dei meccanismi di degrado e dell'evoluzione delle tecniche artistiche; Tecniche e tecnologie per l'autenticazione e la datazione.

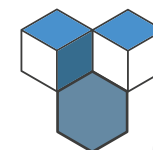


TRAIETTORIA 6

34

Tecnologie per la conservazione del patrimonio culturale

Sviluppo di tecnologie e di nuovi materiali e micro e nanomateriali per la protezione e consolidamento dei manufatti e dei substrati di interesse storico-artistico.



TRAIETTORIA 7

38

Tecnologie per il monitoraggio degli effetti provocati da fattori naturali e antropici sui beni culturali

Tecnologie di monitoraggio del rischio sismico, geologico, idrogeologico e ambientale, di tipo conservativo, per il patrimonio culturale e per sviluppare contenitori culturali con consumi più bassi e maggiori garanzie di sicurezza.



TICHE - Technological Innovation in Cultural Heritage

Cluster tecnologico nazionale per il patrimonio culturale

I *Cluster Tecnologici Nazionali* sono nati nel 2012, su iniziativa del *Ministero dell'Istruzione*, dell'*Università* e della *Ricerca*, con un obiettivo preciso e ben definito: puntare sulla ricerca e sull'innovazione, in un'ottica di «specializzazione intelligente», per consentire al sistema Paese di rendere le sue eccellenze competitive – o ancor più competitive – in Europa e nel Mondo, creando uno stretto legame tra sistema industriale, sistema della ricerca e istituzioni europee, nazionali e regionali. I *cluster* sono infatti definiti dal comma 1 dell'art. 3 bis del decreto-legge 20 giugno 2017, n. 91, «quali strutture di supporto e di efficientamento per il coordinamento delle politiche di ricerca industriale a livello nazionale e locale, nonché di raccordo tra le misure promosse a livello centrale e regionale e, con riferimento alle regioni del Mezzogiorno, anche quali strumenti facilitatori per l'attuazione e l'impiego degli interventi sul territorio». Il decisore politico in primo luogo, ma anche qualsiasi altro soggetto pubblico o privato, potrà così rapportarsi per ciascuna area strategica a un solo interlocutore, che è il più autorevole anche perché è il più rappresentativo e inclusivo, trovandovi il supporto necessario per individuare le linee di ricerca e di innovazione su cui basare i propri indirizzi e investimenti a medio e lungo termine.

I *cluster* tecnologici nazionali sono dodici, nei settori produttivi ed economici considerati strategici per l'Italia, dallo sviluppo della filiera agro-alimentare alla ricerca in ambito farmaceutico e della bio-medicina; dal design, specie con riferimento alla moda e al «made in Italy», alle tecnologie per le *smart communities* e per gli ambienti di vita; dalla chimica verde all'energia e all'economia del mare, sino alla fabbrica intelligente e ai sistemi di mobilità terrestre e nell'aerospazio. Le strutture di coordinamento sono per la quasi totalità insediate nel Centro e nel Nord del Paese. Soltanto due dei *cluster* nazionali hanno infatti il coordinamento nel Sud dell'Italia, e soltanto uno è coordinato da una Università: il *Cluster*

per le *Tecnologie per il Patrimonio Culturale TICHE*, che su impulso dell'*Università Suor Orsola Benincasa* di Napoli ha aggregato trenta Atenei da Nord a Sud, le più importanti strutture di ricerca pubbliche, alcune tra le maggiori realtà aziendali e industriali, e quattordici Regioni, con le quali si stanno già stringendo i primi Accordi Quadro per la realizzazione di iniziative caratterizzate da un alto tasso di innovazione tecnologica e organizzativa finalizzate alla valorizzazione del patrimonio culturale a livello locale, nazionale ed internazionale. Il *Cluster TICHE* ha infatti come suo precipuo campo di azione ciò che si è definito più volte il “petrolio dell'Italia”, ossia un sistema di beni culturali unico al mondo sia per consistenza quantitativa sia per varietà qualitativa. Si tratta in verità di una metafora poco felice, oltremodo riduttiva: intanto perché a differenza del petrolio i giacimenti culturali non si esauriscono, anzi si accrescono nel tempo – basti pensare ai continui, anche clamorosi, ritrovamenti – e poi perché non temono concorrenza esterna: non possono essere insidiati da nessuna nuova tecnica di estrazione, da nessun cartello internazionale; la vera insidia è l'incuria, l'indifferenza endogena, la mancata capacità di mettere a valore ciò che in qualsiasi contesto sviluppato si costituisce come volano economico e sociale.

L'organo di gestione del *Cluster* è la *Fondazione di partecipazione TICHE*, che si avvale di un Comitato Tecnico Scientifico di assoluto rilievo, sul piano nazionale e internazionale. Ne fanno parte Paolo Carafa, ordinario di Archeologia alla *Sapienza di Roma*, nel dipartimento che da anni si classifica tra i migliori al mondo per lo studio delle scienze dell'antichità; Stefano Della Torre, specialista della valorizzazione del patrimonio architettonico e professore ordinario nel *Politecnico di Milano*, in un dipartimento nella *top ten* mondiale sulle questioni legate all'«ambiente costruito»; Maurizio Ferraris, il filosofo noto anche per le sue riflessioni sull'impatto delle nuove tecnologie (dalla Ontologia del telefonino,

tradotto in molteplici lingue, ad Anima e iPad, sino al più recente Scienza nuova. Ontologia della trasformazione digitale); Marcello Guaitoli, responsabile scientifico del *SIT, Sistema Informativo Territoriale per la gestione integrata dei beni archeologici*; Barbara Jatta, Direttrice dei *Musei Vaticani*; Nicola Maccanico, segretario generale di *CIVITA*, una delle più importanti associazioni operanti nel settore dei beni culturali e ambientali, e Vicepresidente dell'area Programming di *SKY*; Silvio Migliori, responsabile in *ENEA* della divisione che si occupa di *Information Communication Technology*; Stefano Paleari, già Presidente della *Conferenza dei Rettori delle Università Italiane e di Human Technopole*; Elisabetta Pallottino, ordinario di Restauro architettonico nell'*Università di Roma Tre*, dove dirige anche il Dottorato di ricerca in Architettura, innovazione e patrimonio; Bruno Giuseppe Pignataro, professore di chimica fisica nell'*Università di Palermo* e specialista delle applicazioni di nanomateriali ai fini della salvaguardia del patrimonio culturale; Francesca Sogliani, che dirige la *Scuola di Specializzazione in Beni Archeologici* a Matera, città capitale europea della cultura 2019.

Il Comitato Tecnico Scientifico ben esemplifica le varie e complementari anime di *TICHE*. Insieme con i maggiori esperti disciplinari vi è infatti chi lavora sul campo confrontandosi con potenzialità e criticità dei maggiori attrattori culturali, chi ha maturato esperienze di modelli di gestione innovativa nell'ambito di ecosistemi multiculturali e multidisciplinari di vocazione europea, chi sperimenta in prima linea nuove modalità di trasmissione, fruizione e messa in valore del patrimonio culturale. Nelle attività di competenza del *Cluster TICHE*, così come descritte nell'Avviso pubblico che lo ha originato, accanto alle attività collegate alla gestione, tutela e promozione del patrimonio storico-artistico-architettonico vi sono infatti tutte le «attività collegate alla produzione di beni e servizi che esprimono un contenuto artistico e culturale, tra cui, accanto ai settori artistici tradizionali, la cinematografia, la televisione, l'editoria e l'industria musicale, i nuovi media».

Il Comitato Tecnico Scientifico di *TICHE* ha individuato le traiettorie tecnologiche che costituiranno la base delle aree di intervento del Piano d'azione triennale. Compito primario del *Cluster* sarà agevolare piani di ricerca e di sviluppo collegati ad una serie di tecnologie. Le principali sono le *Tecnologie per la diagnostica non-invasiva del patrimonio culturale* (ad esempio attraverso tecniche nucleari che consentano l'inibizione dei meccanismi di degrado, o l'attribuzione e la datazione di opere e manufatti) e per la *conservazione* (ad esempio nuovi micro e nanomateriali per la protezione e consolidamento del patrimonio culturale), e le *Tecnologie per il monitoraggio degli effetti provocati da fattori naturali e antropici* (con riferimento al rischio sismico, geologico,

idrogeologico e ambientale). Ma grande rilievo hanno anche i modelli per la valorizzazione dei contenuti culturali digitali ed il coinvolgimento dell'utente in nuovi percorsi di conoscenza: *mobile app*, *social media*, spazi fisici multimediali, realtà aumentata, le nuove e sollecitanti frontiere dell'*edutainment* e della *gamification*. Sono stati già realizzati i primi due progetti ideati dal *Cluster*, e coordinati, insieme con l'*Università Suor Orsola Benincasa*, rispettivamente dal *Politecnico di Milano* e dall'*Università di Modena e Reggio Emilia*, con una rete di soci di *TICHE*, che hanno realizzato piattaforme abilitanti innovative. Il primo, *CultMedia*, si è concentrato sull'industria culturale e creativa, specie per produrre narrazioni multimediali e transmediali sui beni culturali. Non si deve mai dimenticare che il settore dell'industria culturale e creativa vale all'incirca il 7% del PIL italiano, con oltre 1 milione e mezzo di occupati, ed è nevralgico in una società che sta spostandosi sempre più verso un modello anche epistemologico “4.0”. Il secondo progetto, *Cherie*, ha sperimentato la creazione ambienti interoperabili per i grandi attrattori culturali: come dimostratore è stato scelto il *Museo di Capodimonte*, che come si sa conserva e offre alla fruizione un patrimonio artistico del tutto paragonabile, per quantità e qualità, ai maggiori musei europei, ma che tuttavia registra un numero di visitatori molto lontano da questi. Gli esiti più significativi di questi due progetti saranno a breve consultabili anche sul sito della *Fondazione TICHE* (www.fondazionetiche.it), ma mi preme già segnalare le loro potenzialità per le questioni urgenti sollevate dalla gestione delle fasi post-Covid19: le narrazioni transmediali di *CultMedia* e la piattaforma interoperabile di *Cherie* si costituiscono infatti quali modelli performanti per la produzione di valore anche attraverso la fruizione a distanza del patrimonio culturale, e per una razionale ed efficace gestione dei rischi, dei flussi, degli accessi.

La vera sfida è pertanto il trasferimento di conoscenze e di esperienza dal sistema della ricerca a quello delle imprese e delle istituzioni culturali, specie attraverso i giovani ricercatori coinvolti nelle attività di ricerca e di formazione, creando quei profili “ibridi” di cui il mercato del lavoro ha gran bisogno e che fa ancora molta fatica a trovare: figure professionali poliedriche che, partendo da basi consolidate in ambito ingegneristico, architettonico, umanistico ed economico siano in grado di veicolare le innovazioni tecnologiche e organizzative nelle imprese operanti in ambito culturale. Il *Cluster* e la *Fondazione TICHE* nascono per questo. La volontà che anima anche il Piano di azione triennale redatto da gruppi di lavoro composti dalle migliori intelligenze e professionalità del Paese in ciascuna delle traiettorie che intersecano tecnologie e un patrimonio culturale inteso – mi si passi il richiamo a categorie aristoteliche, non in potenza ma in atto



–, è immaginare e costruire una crescita sostenibile, attraverso le enormi risorse che abbiamo ereditato, nella consapevolezza che non c'è nulla di più attuale del classico, nulla di più attraente della sua permanenza e delle sue metamorfosi. Si tratta pertanto di lavorare nel concreto, per far leva sui reali punti di forza già esistenti o già operanti nei vari territori: è infatti nel settore dei beni culturali che il mondo riconosce all'Italia una *leadership* non solo di fatto, per il suo patrimonio senza pari, ma anche – per dir così – “morale”, ed è su questo che il Paese può e deve puntare con *chances* verosimili di successo. Da questa ricchezza, certo, si può creare altra ricchezza: l'Italia detiene il maggior numero di siti Patrimonio dell'Umanità, ha un rilevante patrimonio paesaggistico, può giocare sul duplice livello della storia e della contemporaneità attraverso i *brand* industriali evocativi, l'enogastronomia, lo stile, la moda, l'*Italian way of life*. Per questa ragione le potenzialità del *Cluster*, se adeguatamente supportato da politiche regionali e nazionali, sono enormi, anche in termini di riflessi economici, per la promozione dei territori, per la conoscenza e la capacità di innovazione, per la possibilità di costituirsi una volta tanto come polo d'attrazione per i “cervelli” di altre nazioni. In questo documento sintetico abbiamo voluto offrire dunque non solo uno sguardo rapido e d'insieme sulle traiettorie tecnologiche di *TICHE*, ma – con l'aiuto e l'apporto dei Soci – un aggiornamento nelle sezioni “Le sfide di ricerca, le attività a tendere” delle sue possibilità e potenzialità nel contesto inedito ingenerato dall'emergenza COVID19, che ha imposto un ripensamento delle modalità di valorizzazione e di fruizione del Patrimonio culturale, entro il quale le *Tecnologie* saranno elementi catalizzatori di un nuovo rapporto tra i siti culturali e i visitatori, reali (secondo le prescrizioni e le misure di distanziamento sociale che saranno emanate) e digitali.

Lucio d'Alessandro
Presidente della Fondazione TICHE



I soci di TICHE



UNIVERSITÀ

Università Suor Orsola Benincasa di Napoli
Politecnico di Milano
Università di Bari Aldo Moro
Università della Basilicata
Università di Bologna
Università Ca' Foscari di Venezia
Università della Calabria
Università di Cassino e del Lazio Meridionale
Università di Catania
Università Federico II di Napoli
Università di Ferrara
Università di Firenze
Università di Genova
Università La Sapienza di Roma
Università L'Orientale di Napoli
Università di Messina
Università di Milano-Bicocca
Università di Modena e Reggio Emilia
Università di Palermo
Università di Parma
Università Parthenope di Napoli
Università Politecnica delle Marche
Università di Pisa
Università Roma Tre
Università del Salento
Università di Salerno
Università di Siena
Università di Torino
Università di Trieste
Università della Tuscia



DISTRETTI

Cultura e Innovazione
DATABENC scarl
Stress scarl



EPR

CNR
ENEA
Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia



ALTRI ORGANISMI DI RICERCA

Consorzio GLOSSA
Fondazione La Venaria Reale
Fondazione Scienze Religiose



AZIENDE

BioCheckUp S.r.l.
dotIT S.r.l.
ETT Solution
MATICMIND S.p.A.
TECNO ART S.r.l.
4SCIENCE S.r.l.

Mission e raggio d'azione di TICHE



Il *Programma Nazionale per la Ricerca 2015-2020* individua tra i principali obiettivi da realizzare la collaborazione pubblico-privata, intesa come leva strutturale per la ricerca e l'innovazione. I *Cluster Tecnologici Nazionali* (CTN) sono riconosciuti come infrastrutture permanenti per il dialogo tra università, enti pubblici di ricerca e imprese e tra centro e territori. Attività prioritarie per i *Cluster* sono inoltre l'ingaggio con la società attraverso il sostegno dell'innovazione sociale, della filantropia per la ricerca, e di azioni di comunicazione e informazione costante e trasparente sul ruolo della ricerca.

Tra le aree tecnologiche ad alto potenziale è inserito l'ambito "Cultural Heritage" (Patrimonio Culturale). Nello specifico, sono definite "aree tecnologiche" quelle "nelle quali l'Italia possiede asset o competenze distintive, che devono essere sostenute con l'obiettivo di aumentarne la ricaduta industriale". Per il settore "Patrimonio Culturale" si prevede "una particolare densità di interventi con l'obiettivo di consolidare le competenze, anche attraverso politiche di attrazione dei talenti, di creare misure atte a favorire la convergenza di tecnologie ed applicazioni tra diversi domini, di sperimentare politiche atte a valorizzare gli asset distintivi nazionali" (PNR 2015-2020).

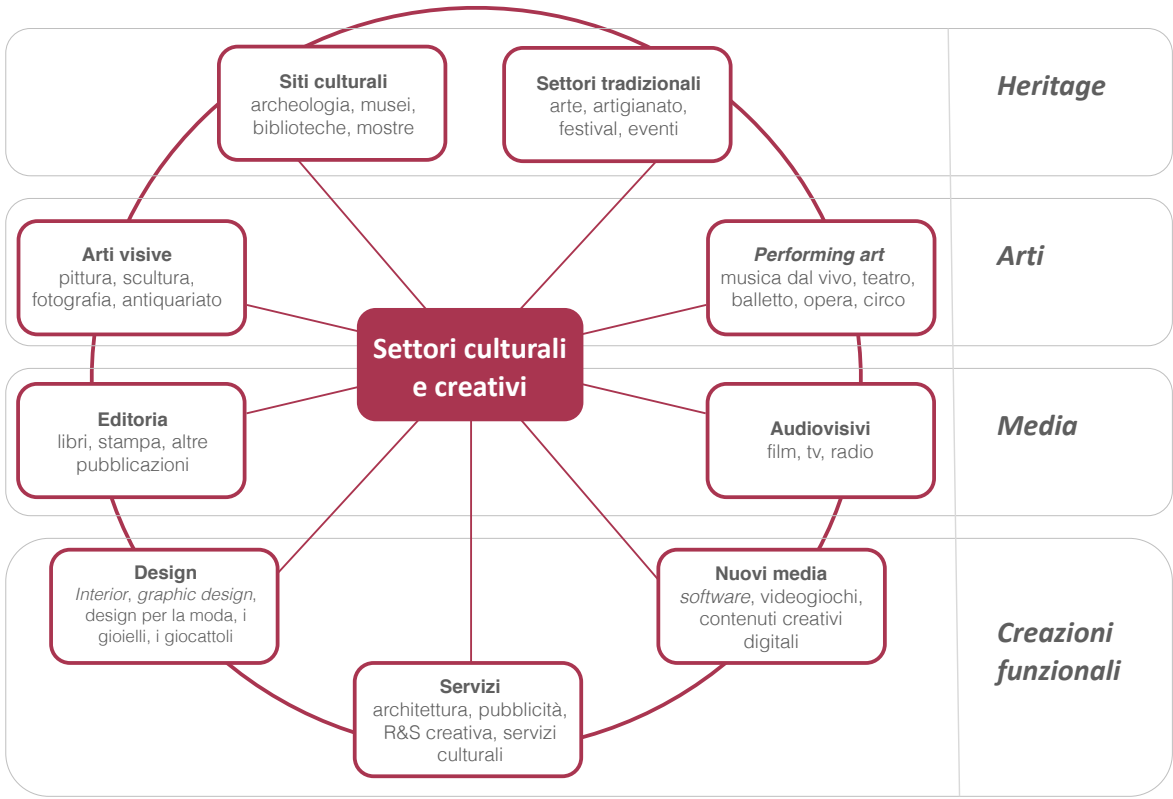
La *Fondazione TICHE* (Technological Innovation in Cultural Heritage) è l'organismo di coordinamento e gestione del *Cluster Tecnologico Nazionale* (CTN) nel settore delle Tecnologie per il Patrimonio Culturale. La *Fondazione TICHE* è una fondazione di partecipazione. I partecipanti alla Fondazione (attualmente 45 soci tra università, enti pubblici di ricerca, fondazioni, consorzi e imprese) rappresentano l'eccellenza nella ricerca scientifica nazionale di base e applicata nel campo dei beni culturali.

LA MISSION DI TICHE

Il *Cluster Tecnologico Nazionale per il Patrimonio Culturale TICHE* persegue l'obiettivo di avviare e realizzare un sistema di innovazione territoriale di valenza nazionale, mediante la connessione in rete, l'integrazione interregionale e il governo delle competenze e delle risorse delle strutture pubbliche e private di R&S e produzione, di gestione delle tecnologie e dell'innovazione, di valorizzazione della ricerca, di trasferimento tecnologico, di incubazione di impresa, di attrazione degli investimenti, di finanza dedicata.



I SETTORI CULTURALI E CREATIVI PER L'UNCTAD



UNCTAD model of creative industries, 2010





Il *Cluster Tecnologico Nazionale per il Patrimonio Culturale*, alla luce della propria *mission* e degli obiettivi strategici descritti nello statuto, intende sviluppare le proprie attività all'interno di tutte le classi di azioni attivabili descritte nelle linee guida allegate al D.M. 214/2018.

La *Fondazione TICHE* in particolar modo vuole contribuire a rimuovere alcune delle cause che rallentano il processo di innovazione nel sistema industriale italiano e che possono essere riassunte: nella difficoltà di collegamento tra mondo della domanda (imprese) e mondo dell'offerta (sistema pubblico della ricerca); spesso nell'incapacità di formalizzare i bisogni di innovazione; nella difficoltà di intercettare le misure di sostegno che la *Commissione Europea* e le amministrazioni centrali e regionali rendono disponibili.

Oltre a prevedere specifici servizi verso le PMI, si attiveranno collaborazioni con altri CTN al fine di massimizzare gli sforzi nel caso di tematiche comuni o contigue, e interventi tali da velocizzare l'uso dei risultati dell'attività di ricerca svolta dai membri di *TICHE* verso nuove opportunità di *business*.

IL RAGGIO DI AZIONE DI TICHE

L'azione del *Cluster Tecnologico Nazionale per il Patrimonio Culturale* riguarda:

- le attività collegate alla produzione di beni e servizi che esprimono un contenuto artistico e culturale, tra cui, accanto ai settori artistici tradizionali, la cinematografia, la televisione, l'editoria e l'industria musicale, i nuovi media;
- le attività relative alla gestione, tutela e promozione del patrimonio storico-artistico-architettonico tangibile e alla conservazione e sicurezza, alla fruizione, valorizzazione e trasformazione del patrimonio culturale.



Le traiettorie tecnologiche



"Il *Foresight* è un processo sistemico partecipativo, che comporta la rilevazione di informazioni e la creazione di visioni del futuro a medio e lungo termine, destinato a orientare le decisioni del presente e a mobilitare i mezzi necessari per azioni congiunte", *DG Research, Commissione Europea* (2002).

L'indagine della principale letteratura scientifica, della reportistica istituzionale e consulenziale, delle agende strategiche a livello nazionale ed europeo sul tema del Patrimonio Culturale e dei settori creativi ha condotto a una prima schematizzazione delle tematiche tecnologiche e di innovazione. Il Comitato Scientifico del *Cluster Tecnologico Nazionale per il Patrimonio Culturale*, basandosi inoltre sulle attività svolte nell'ambito delle analisi delle S3 regionali, ha discusso e individuato 7 traiettorie tecnologiche di pertinenza del *Cluster*.

All'attività di *roadmapping* hanno partecipato numerosi ricercatori ed esperti tra i più qualificati nel settore dei beni culturali, sia del

mondo degli enti e delle aziende pubbliche, sia professionisti di organizzazioni private (l'elenco completo dei 76 esperti che hanno partecipato all'elaborazione delle traiettorie tecnologiche è disponibile sul sito web: www.fondazionetiche.it).

L'obiettivo, anche sotto il profilo metodologico, è stato costituire una platea di esperti ampia che garantisca la più vasta rappresentatività sia settoriale, sia geografica.

Sul sito della *Fondazione TICHE* (www.fondazionetiche.it) è possibile consultare l'articolato *Piano Triennale d'Azione* comprendente la descrizione analitica delle traiettorie tecnologiche di sviluppo per il Patrimonio Culturale che sono qui presentate molto sinteticamente; per ogni traiettoria si potranno verificare i principali campi di ricerca tecnologici che mostrano le maggiori probabilità e necessità di sviluppo nel medio-lungo termine; le Università e gli altri Enti Pubblici di Ricerca (EPR) dove le attività scientifiche sono realizzate; le imprese che animano il settore o i settori tecnologici ai quali le ricerche conducono e gli altri portatori di interesse.

Le *roadmap* tecnologiche e di sviluppo rappresentano un'indicazione delle priorità tecnologiche e dei fabbisogni di innovazione per la definizione delle politiche di ricerca industriale

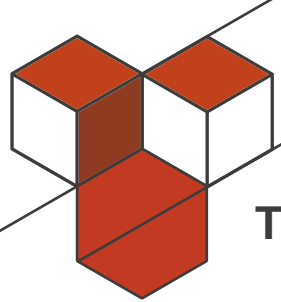




TRAIETTORIA 1

Tecnologie per lo sviluppo di un eco-sistema digitale del patrimonio culturale

Sviluppo di una “piattaforma abilitante” di servizi per la conoscenza, gestione e valorizzazione del Patrimonio culturale.



TRAIETTORIA 1

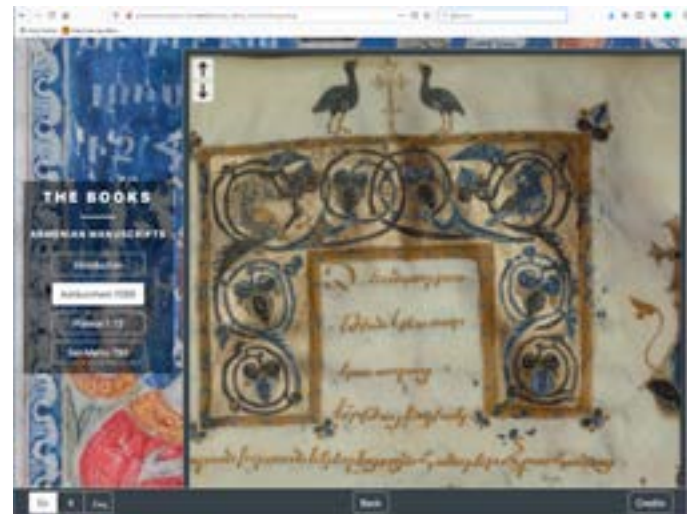
Tecnologie per lo sviluppo di un eco-sistema digitale del patrimonio culturale



L'individuazione, la valutazione e l'eventuale arricchimento di buone pratiche, metodologie e soluzioni tecnologiche oggi presenti nel contesto internazionale e nazionale permetterebbero di costruire un punto di riferimento che, grazie anche al coinvolgimento di *stakeholder* pubblici e privati, sarebbe in grado di promuovere scelte di sviluppo, di formazione e di trasferimento tecnologico, e potenzialmente di tradurre l'esperienza italiana in una realtà *leader* a livello internazionale.

Nel pensare alle diverse applicazioni o ai contesti di studio, conservazione, valorizzazione, presentazione e fruizione del Patrimonio Culturale (Cultural Heritage - CH), non si può oggi prescindere dalla necessità di focalizzare l'attenzione e la ricerca sui processi di creazione, gestione, esposizione, fruizione e conservazione delle molteplici tipologie di entità digitali che ne costituiscono rappresentazione e memoria. I beni culturali, ambientali e paesaggistici sono oggi rappresentati e descritti mediante entità digitali visive/interattive (collezioni digitali, *digital libraries*, archivi digitali). Questi dati dovranno essere integrati alle entità "nativamente digitali" (*born digital*) che sempre di più contribuiranno alla costituzione del patrimonio culturale del domani e dei suoi servizi (gestione informatizzata di processi, archivi dematerializzati delle amministrazioni pubbliche e private, *visual e performing art*, ecc.). Per tutti questi dati deve essere in primo grado garantita la facile e coerente archiviazione, la gestione conservativa e la preservazione, secondo criteri che garantiscano

la validazione e certificazione della valenza di entità culturale; in secondo grado, devono essere fornite funzionalità evolute di ricerca, l'arricchimento semantico, la disponibilità di ambienti di visualizzazione, consultazione e fruizione agevoli anche per utenti non esperti o disabili e, infine, l'analisi dei dati e delle collezioni.



OBIETTIVI DELLA TRAIETTORIA 1

Lo sviluppo di un ecosistema digitale del patrimonio culturale ha lo scopo di integrare metodologie e tecnologie per la digitalizzazione del patrimonio culturale e per la creazione e gestione del patrimonio nativo digitale in una piattaforma abilitante per l'archiviazione, la conservazione, l'arricchimento e la gestione delle nuove risorse culturali digitali nel contesto delle applicazioni CH/DH.

LE SFIDE DI RICERCA, LE ATTIVITÀ A TENDERE

- Standard di metadati in formato *open* per l'interoperabilità delle risorse digitali;

- Applicazione dei *FAIR Principles* ai *data humanities* e ai metadati della ricerca in ambito umanistico;

- Formati di immagine/3D/video e integrazione di metadati per la gestione e conservazione di Sistemi integrati di risorse digitali culturali di diversa natura e tipologia (Monumenti Digitali Culturali);

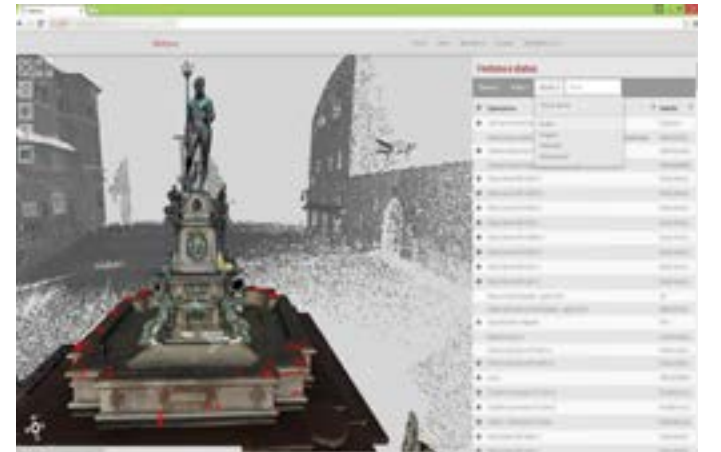
- Metodologie integrate per la gestione di dati multi-sorgente (integrazione di più sorgenti di dati campionati ai fini della produzione di modelli digitali visuali 3D);

- Tecnologie per la gestione efficiente multipiattaforma di immagini e video panoramici/360;

- Strumenti per la visualizzazione integrata di dati visuali di diversa tipologia (2D/3D/dati TAC/ecc.);

- Ricerca e Sviluppo di ecosistemi digitali integrati per la fruizione interattiva di risorse digitali culturali complesse (Monumenti Culturali Digitali);

- *Data/content preservation*, ed in particolare metodologie e strumenti per preservare e riusare modelli e dati visuali;



- Sviluppo di *tools* e sistemi per il riconoscimento digitale intelligente e tramite *pattern matching*;

- Soluzioni e strumenti digitali applicabili per la conservazione del patrimonio culturale immateriale in Italia;

- Applicazione, per la gestione delle diverse fasi del post-Covid19, di tecnologie di virtualizzazione (piattaforme virtuali, accessibili via web, da remoto, che mettono a sistema risorse hardware/software, capacità di calcolo, storage virtualmente illimitato, su *file system* geograficamente distribuiti);

- Sviluppo, per la gestione del post-Covid19, di una piattaforma *middleware* a cui l'utente-visitatore possa collegarsi per accedere ai contenuti digitali messi a disposizione dai vari soggetti gestori, che potranno federarsi per condividere attraverso la piattaforma l'offerta di visite aumentate;

- Progettazione, lo sviluppo e valutazione di sistemi interattivi basati su interazione a gesti *touchless*, utili nella gestione del post-Covid19 per la loro caratteristica di non richiedere nessun dispositivo da parte dell'utente e soprattutto perché non serve toccare niente.

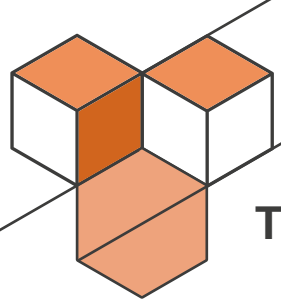




TRAIETTORIA 2

Modelli e tecniche di creazione di una *user experience* omnicanale per la valorizzazione dei contenuti culturali digitali

Sistemi di edutainment basati sull'uso di fac-simili digitali delle opere o loro prototipi virtuali, di tecniche di story telling e di un approccio basato su gamification per l'accesso ai contenuti digitali; nuove interfacce utente multimodali in grado di favorire l'inclusione sociale e l'accessibilità dei contenuti culturali a persone con disabilità fisiche e cognitive (non vedenti, ipovedenti, anziani).



TRAIETTORIA 2

Modelli e tecniche di creazione di una *user experience* omnicanale per la valorizzazione dei contenuti culturali digitali



La traiettoria 2 affronta la tematica dell'accessibilità della cultura, e più in particolare del *Cultural Heritage*, intesa in quanto diritto alla cultura esteso a pubblici diversi, e in quanto esperienza fruitiva quale strumento e fine dell'attivazione del *Cultural Heritage* stesso.

Il suo focus consiste quindi nell'uso di tecnologie idonee a configurare ambienti di apprendimento, contesti educativi, sistemi inclusivi di accesso alle informazioni, rendendosi complementare ai temi trattati nella traiettoria 3 che analizza in profondità le suddette tecnologie.

I diritti culturali trovano infatti un primo importante riferimento nell'articolo 27 della *Dichiarazione Universale dei Diritti Umani* del 1948: "Everyone has the right freely to participate in the cultural life of the community, to enjoy the arts and to share in scientific advancement and its benefits". Ampiamente riconosciuto è il diritto alla partecipazione inteso quale accesso alla cultura. Questa concezione, fondata sull'idea di democratizzazione della cultura, è alla base delle politiche volte a garantire pari opportunità (non esclusione bensì inclusione) e a promuovere l'ampliamento dei pubblici rimuovendo barriere fisiche, intellettuali, culturali, economiche.

Per ciò che riguarda più direttamente gli aspetti tecnologici della traiettoria 2, la progressiva de-materializzazione e de-localizzazione di molti contenuti culturali dovuta alla rivoluzione digitale, sta progressivamente rendendo meno automatica

l'identificazione fra luoghi e oggetti e pratiche di consumo o partecipazione culturale, e sta conseguentemente aprendo a nuove modalità fruitive, che rendono i contenuti culturali più diffusi e più accessibili a pubblici differenti, modificando profondamente le prassi, i comportamenti.



OBIETTIVI DELLA TRAIETTORIA 2

Tra gli scopi della traiettoria 2, i principali sono: sviluppare sistemi di *edutainment* basati sull'uso di fac-simili digitali delle opere o loro prototipi virtuali, di tecniche di *storytelling* e di un approccio basato su *gamification* per l'accesso ai contenuti digitali; ideare nuove interfacce utente multimodali in grado di favorire l'inclusione sociale e l'accessibilità dei contenuti culturali a persone con disabilità fisiche e cognitive – non-vedenti, ipovedenti, anziani.

LE SFIDE DI RICERCA, LE ATTIVITÀ A TENDERE

La fruizione intesa come momento decisivo nel processo di "rianimazione" o "attivazione" del patrimonio culturale è un fenomeno complesso che richiede un approccio non solo multidisciplinare, ma anche e soprattutto inter- o trans-disciplinare. L'attuale dibattito sull'*audience development* e sull'*audience engagement* mostra chiaramente la centralità dell'esperienza dello spettatore, sia all'interno di politiche culturali sia all'interno di politiche economiche centrate sul valore immateriale della conoscenza. La trasformazione della fruizione mediante sofisticate tecnologie necessita di un vero e proprio cambio di paradigma, un nuovo approccio culturale che richiede di ripensare il rapporto con lo spazio ambientale, i rapporti tra le persone, la costruzione identitaria, la formazione del sé e della comunità in un dialogo costante tra approcci disciplinari diversi.

Così come il settore dell'istruzione e della formazione, anche il settore culturale si è dovuto rimodulare a séguito dell'emergenza Covid19, ripensando ad esempio le proprie modalità di fruizione attraverso l'ipotesi della creazione di una "piattaforma della bellezza italiana, una Netflix della cultura". In questa prospettiva, una concreta possibilità può essere rappresentata dall'*Augmented Virtual Reality (AVR) – Motion capture system* per fruizione eventi spettacoli dal vivo, veicolati in realtà aumentata attraverso ologrammi (v. tecnologie *EON reality*), e per integrare la fruizione dei siti culturali con contenuti digitali, per favorirne una esperienza a distanza o complementare a quella in persona, per il supporto a progetti didattici. Un punto nodale è che la fruizione di musei e siti da remoto (attraverso tecniche di narrazione anche mosse da AI sulla base dei database che l'istituzione ha a disposizione)



deve essere strettamente connessa ad azioni di marketing che facciano sì che queste azioni non siano solo costi, ma anche ricavi o almeno stimolo a ricavi (ad es. pubblicità).





TRAIETTORIA 3

Tecnologie di X-reality per la fruizione dei beni culturali

Sistemi immersivi e tangibile basati su tecnologie di Virtual e Augmented Reality e olografiche



TRAIETTORIA 3

Tecnologie di X-reality per la fruizione dei beni culturali



Nell'ambito *Cultural Heritage*, le tecnologie di *X-reality* sono impiegabili in contesti applicativi diversi sia in contesti *indoor* che *outdoor*, e trasversali a buona parte delle traiettorie del *Cluster* (diagnostica, monitoraggio, valorizzazione).

A titolo di esempio significative applicazioni riguardano:

- l'esperienza del soggetto visitatore in siti o musei (personalizzazione dell'esperienza del visitatore);
- accessibilità al patrimonio per soggetti disabili; esperienza collettiva attraverso la connettività di soggetti remoti;
- la didattica e fruizione di contenuti culturali ai diversi livelli; gioco ed esperienze ludiche (integrazione ed adattamento dei contenuti, integrazione multimediale e presentazione multimodale; realtà tecnologiche;
- nuove creazioni artistiche (*performance* teatrali e artistiche assistite da tecnologia; creazione di manufatti artistici e opere d'arte);
- la valorizzazione del patrimonio culturale (accesso al patrimonio culturale nascosto o remoto; ricostruzione del patrimonio culturale non più disponibile);

- la manutenzione del patrimonio esistente (monitoraggio, misurazione, analisi delle condizioni ambientali).

Considerata la diversità degli ambiti di applicazione, sembra opportuno classificare le tecnologie di *X-reality* in tre macro-classi differenziate dal fatto che la possibilità di aumentare l'esperienza del soggetto umano rispetto a quella ottenibile in virtù della realtà fisica del contesto e delle capacità fisiche e intellettuali del soggetto sia ottenuta attraverso l'espansione delle capacità del soggetto, l'espansione degli oggetti fisici, o il potenziamento dell'esperienza interattiva. Più precisamente si intende:

- espansione delle capacità di azione e fruizione dell'utente come il potenziamento delle possibilità di accedere e comprendere i contenuti culturali, approfondirli ed eventualmente memorizzarli;
- potenziamento dell'esperienza interattiva come la messa a disposizione di modalità di interazione aggiuntive rispetto a quelle fisiche o rielaborazioni tecnologiche della realtà o paradigmi di accesso alternativi all'esperienza fisica;
- espansione degli oggetti fisici come l'aggiunta di dispositivi digitali che ne aumentino alcune caratteristiche o presentino dati e informazioni aggiuntivi a quelli percepibili.

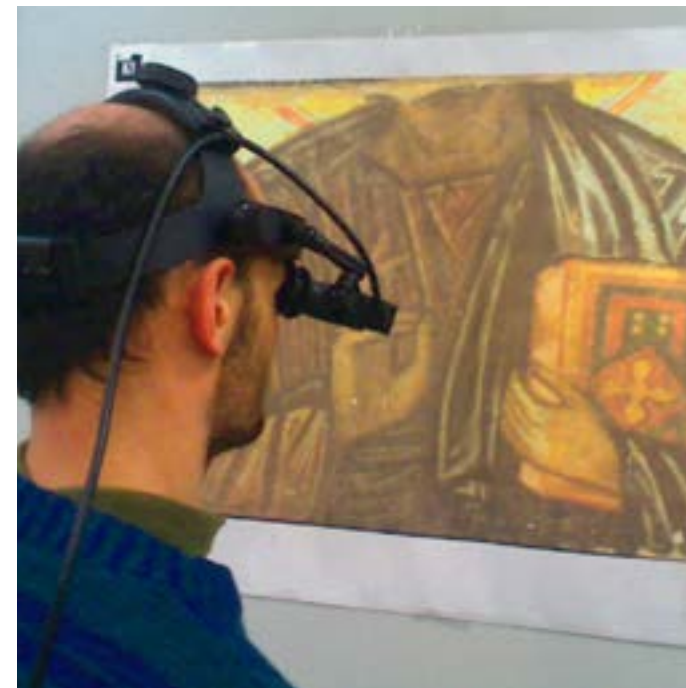


OBIETTIVI DELLA TRAIETTORIA 3

Le attività legate alle tecnologie di *X-reality* sono di grande rilevanza nel contesto del patrimonio culturale. Il valore di queste tecnologie è direttamente connesso alla loro possibilità di aumentare l'esperienza del soggetto umano rispetto a quella ottenibile in virtù della realtà fisica del contesto e delle capacità fisiche e intellettuali del soggetto. Gli obiettivi della traiettoria 3 sono l'impiego delle tecnologie abilitanti per sviluppare applicazioni di valore aggiunto come il supporto, il miglioramento e l'ottimizzazione dell'esperienza del fruitore dei Beni Culturali, l'incremento dei visitatori nei musei e nei luoghi di interesse, la creazione di nuove modalità di comunicazione e di fruizione dei contenuti culturali, il controllo del patrimonio museale e culturale e, in generale, lo sviluppo di nuovi prodotti e servizi in tale ambito.

LE SFIDE DI RICERCA, LE ATTIVITÀ A TENDERE

- Tecnologie multimediali per *visual performance* e arti legate ai video (live *video-mapping*, video-arte, video-installazioni, *live cinema*) come ad esempio proiettori dinamici o olografici, *display multitouch*, *touchless interfaces*;
- Tecnologie per la gestione di *performance* legate al suono e al comparto audio;
- Tecnologie per le discipline artistiche multimediali quali *computer-art*, *cyber-art*, *digital storytelling*, etc.;
- Tecnologie di prototipazione e creazione di contenuti multimediali interattive;
- Tecnologie per il supporto dei processi creativi e delle abilità espressive, e.g. *tool* e *hardware* per il riconoscimento e la cattura in ambiente digitale del gesto manuale nel disegno, strumenti per la gestione digitale di elementi materici nella cultura digitale, etc.
- Tecnologie telematica a larga banda per la gestione e la resa



dell'esperienza fruitiva, es. Tecnologie legate al 5G, tecnologie ad alta risoluzione e su ampie superfici (es. 4K e oltre), etc.

- Tecnologie per la creazione di spazi sensorizzati e interattivi, in particolare supporto alla infrastrutturazione connettiva di detti spazi, sistemi di gestione della rete sensoriale e del loro controllo, sistema di controllo delle attuazioni, *smart sensors* per la rilevazione della posizione, degli atti e del profilo utente, etc.).

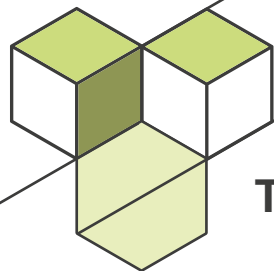
Con riferimento all'ultimo ambito tecnologico di particolare rilievo sono le applicazioni per regolamentazione degli accessi e le soluzioni di fruizione in telepresenza per le diverse fasi post-Covid19: non soltanto nel senso di organizzare diversamente biglietterie e accesso anche con strumenti basati su Intelligenza Artificiale e con piattaforme interoperabili che consentono il trasferimento di informazione da un sotto-processo all'altro, ma come occasione per conoscere il visitatore e quindi ripensare la visita con servizi aggiuntivi che la qualificano ulteriormente e attuino un parziale recupero dei ricavi: visitare un museo/sito senza affollamento può infatti essere un'occasione unica per formazione e atmosfere personalizzate.



TRAIETTORIA 4

Tecnologie per la conoscenza del patrimonio culturale

Ricerche mirate alla conoscenza geomorfologica, storica, archeologica e monumentale del paesaggio e del patrimonio.



TRAIETTORIA 4

Tecnologie per la conoscenza del patrimonio culturale



La ricerca italiana ed europea nel settore del patrimonio culturale e ambientale del territorio è stata da sempre articolata su un ampio spettro di specializzazioni disciplinari che coprono i differenti ambiti tipologici e cronologici e approcci di studio. La diversificazione delle competenze ha prodotto una qualità molto alta delle informazioni specifiche sui singoli livelli di beni, che viene a costituire un patrimonio insostituibile e immenso che, però, proprio a causa della polverizzazione dei dati raccolti, è utilizzato solo in percentuale modestissima e con difficoltà per la conservazione, la valorizzazione del complesso dei beni del territorio nazionale, la progettazione documentata e compatibile degli interventi.

Negli ultimi trent'anni la ricerca nel settore ha avuto un incremento esponenziale grazie al contributo sempre più cospicuo delle discipline scientifiche specificamente indirizzate (come ad es. la chimica, la fisica, l'informatica), e a discipline "trasversali" (archeozoologia, paleobotanica, antropologia fisica, chimica, economia e legislazione dei Beni Culturali etc.).

Da qualche anno sono sempre più numerose le attività sul campo che vengono progettate e realizzate con reale approccio multidisciplinare. In parallelo, alcune tecnologie di tradizione hanno avuto forti incrementi e sviluppi di processo, applicazioni strumentali e specializzazioni notevoli; altre tecnologie (analisi aerorilevate da satellite e da velivoli vari con apparati e sensori

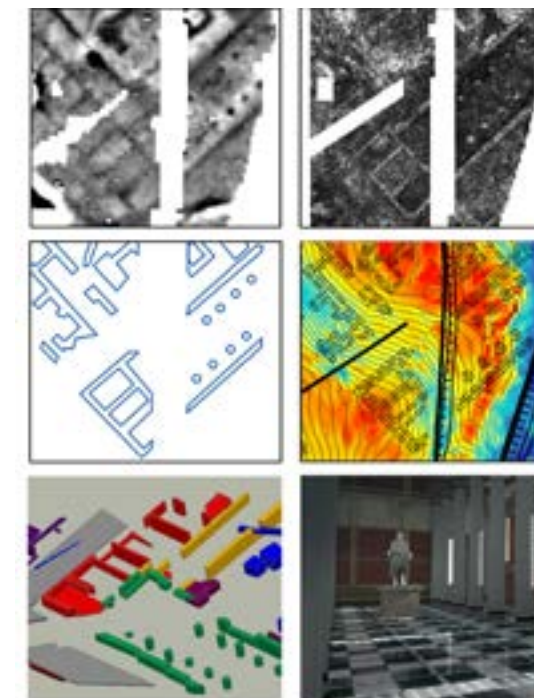
diversi, applicazioni con APR, LIDAR, prospezioni geognostiche), anche pochi anni fa di avanguardia o sperimentali nel settore dei beni culturali, hanno raggiunto livelli tecnologici di affinamento, di finalizzazione di analisi, altissimi e di fatto trovano applicazione sistematica in molte ricerche territoriali di qualità elevata.

Con l'apporto delle diverse tecnologie ricordate e delle altre ancora in fase di sviluppo si potrà elevare in modo sensibile e in tempi rapidi il livello qualitativo e quantitativo delle azioni sul patrimonio nei tre campi prioritari di applicazione: conoscenza, conservazione, valorizzazione. Solo una buona conoscenza globale dei singoli elementi, supportata da analisi e documentazione "scientifica", permetterà l'incremento o sviluppo della qualità del paesaggio storico e ambientale nelle sue diverse componenti, attraverso interventi di progettazione compatibili basati su dati esaustivi e verificabili.



OBIETTIVI DELLA TRAIETTORIA 4

Le esperienze di analisi integrate rivolte alla conoscenza del patrimonio e del sistema paesaggio hanno evidenziato l'esigenza di una evoluzione strumentale e di processo mediante la messa a punto di sistemi di rilevamento che permettano di specializzare e combinare i diversi metodi di analisi e lettura al fine di innalzare la qualità e quantità delle informazioni e al contempo ottimizzare tempi e costi dei singoli interventi. L'insieme di metodologie, strumentazioni, processi che hanno trovato sviluppo tecnologico, messa a punto strumentale e applicazioni standardizzate in altre discipline possono e devono trovare impiego corrente nei diversi ambiti del patrimonio culturale.



LE SFIDE DI RICERCA, LE ATTIVITÀ A TENDERE

- Archivi digitali per la gestione, l'analisi, la fruizione e la conservazione del patrimonio culturale nazionale;

- Tecnologie per la catalogazione e la digitalizzazione del patrimonio culturale nazionale, dagli archivi al materiale librario, documentale e alle diverse espressioni artistiche, maggiori e minori

- Tecnologie di indagine non invasiva mediante *remote sensing* (i.e. sensori montati su satelliti, aeromobili, droni, ecc.) e *near surface remote sensing* (i.e. georadar, sensori di resistività, etc.), oltre a tecnologie per il *post-processing*, l'interpolazione e la visualizzazione di dati e risultati;

- Tecnologie GIS e strumenti online per la visualizzazione, ricostruzione e analisi spaziale;

- Creazione di un *repository* nazionale integrato da una piattaforma per l'elaborazione e gestione dei prodotti digitali quale strumento prioritario per avviare in maniera costante, capillare e diffusa

un processo di emersione del patrimonio culturale presente sul territorio nazionale.

In particolare si segnala, specie nel periodo post-Covid19, la necessità di sviluppare applicazioni di *knowledge management* nella declinazione più ampia, non solo relativa all'eLearning ma anche del patrimonio culturale e della dimensione *social* potenzialmente legata alla fruizione turistica dei beni culturali.

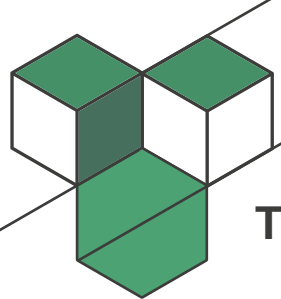




TRAIETTORIA 5

Tecnologie per la diagnostica del patrimonio culturale

*Diagnostica avanzata non-invasiva sui materiali;
Studio e inibizione dei meccanismi di degrado
e dell'evoluzione delle tecniche artistiche;
Tecniche e tecnologie per l'autenticazione e la datazione.*



TRAIETTORIA 5

Tecnologie per la diagnostica del patrimonio culturale

Con riferimento specifico al campo della scienza della conservazione dei beni culturali un orientamento significativo è quello che ha meglio precisato i concetti di "invasivo" e "non-invasivo". Nel 2008, Jan Wouters (2008) propose di utilizzare terminologie che tenessero conto delle finalità anziché delle metodologie dell'analisi. In particolare, sosteneva che l'uso dei termini "distruttivo" e "invasivo" può creare una schematizzazione formale che rischia di nascondere ciò che è rilevante per l'analisi scientifica: l'utilità dei suoi risultati e il grado di innovazione. La conoscenza completa di un'opera prevede, infatti, la conoscenza della struttura e della composizione dei materiali costituenti l'oggetto in esame (analisi dei materiali di *bulk* e di superficie), la conoscenza dello stato di conservazione e degli agenti e meccanismi di degrado subiti ed in atto, ma anche l'individuazione di ridipinture e interventi di restauro precedenti. A questo scopo sono necessarie tecniche di microscopia ottica ed elettronica e di spettroscopie elettroniche a base di raggi X o che fanno uso di fasci ionici, sensibili alla superficie, che consentano di ottenere profili di profondità e mappature di composizione (es. XPS, SIMS). L'intervento di tecniche di elaborazione delle immagini, spesso mutate da analoghi interventi in campo bio-medico, permettono analisi diagnostiche sempre più sofisticate. Inoltre molte applicazioni innovative consentono diagnostiche su opere d'arte che costituiscono un supporto all'analisi filologica indispensabile

sino a pochi anni addietro. Un contributo essenziale si sta ottenendo anche nelle analisi di attribuzione di opere d'arte e nel più ampio campo delle analisi di autenticazione.



OBIETTIVI DELLA TRAIETTORIA 5

La traiettoria 5 ha come obiettivo primario lo sviluppo di tecniche innovative che si basano su esperienze consolidate, ma che prevedono al contempo importanti innovazioni nei campi dello studio dei materiali, dello studio delle opere e dei protocolli di autenticazione.

LE SFIDE DI RICERCA, LE ATTIVITÀ A TENDERE

Una grande sfida è quella posta alla scienza dei materiali che viene chiamata a sviluppare metodi avanzati per interrogare materiali non solo complessi ed eterogenei, ma anche unici e di valore per i quali si richiede ampia dinamica spaziale (dalla micro alla macro-scala), alta specificità e sensibilità per analiti minoritari e metodi di campionamento (sub)micro- o non-invasivi. Si ritengono di importanza strategica:

- Interventi di contatto con aziende operanti in altri campi (*food*, farmaceutico, ecc.) per il trasferimento di tecnologie innovative nei rispettivi campi a quello della diagnostica;
- Progetti specifici per applicazione di tecniche e metodologie "estrane" ai beni culturali allo stesso ambito;
- Interventi per musei e luoghi della cultura sulla necessità dell'attività diagnostica e promozione di attività di ricerca a fianco di enti accademici e istituti.

Di rilievo inoltre, anche con riferimento ai mutamenti di fruizione nel periodo post-Covid19, il monitoraggio dello stato conservativo delle opere d'arte in ambiente *indoor* in ragione e in risposta alla variazione estremamente significativa dell'affluenza di pubblico e delle sollecitazioni esterne; il monitoraggio dello stato conservativo di monumenti, manufatti di interesse architettonico ed archeologico in ambiente *outdoor* in funzione delle variazioni delle condizioni ambientali; l'analisi dei parametri ambientali sia in ambiente *indoor* che *outdoor*.

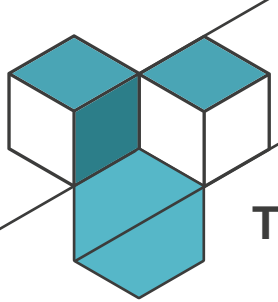




TRAIETTORIA 6

Tecnologie per la conservazione del patrimonio culturale

Sviluppo di tecnologie e di nuovi materiali e micro e nanomateriali per la protezione e consolidamento dei manufatti e dei substrati di interesse storico-artistico.



TRAIETTORIA 6

Tecnologie per la conservazione del patrimonio culturale



L'Italia rappresenta, nel panorama mondiale, una tra le nazioni con le maggiori aree di pregio storico-artistico-culturale, sottoposte a vincolo di tutela, con una evidente preponderanza di siti archeologici nel Mezzogiorno e di beni architettonici al centro-nord. Parallelamente, l'Italia è caratterizzata da una pericolosità sismica medio-alta, una considerevole vulnerabilità legata alle condizioni del patrimonio edilizio e un'altrettanta elevata esposizione ai rischi dovuta principalmente alla diffusione e numerosità delle architetture di interesse storico/artistico, rappresentati ad esempio dai numerosi "borghi" storici distribuiti sul territorio nazionale e all'alta densità abitativa. Dal rapporto ISTAT 2019 si evince che nelle classi di territorio a più alto rischio sismico è spesso presente una dotazione di risorse del patrimonio culturale considerevole. Si nota infatti che nei luoghi a più alto rischio sismico sono presenti, ad esempio, 292 strutture espositive, tra musei, siti archeologici e monumenti aperti al pubblico nel 2017, cui si aggiungono 69 strutture temporaneamente chiuse proprio a seguito degli eventi sismici degli ultimi tre anni. Pur rappresentando una quota quantitativamente minoritaria dell'immenso patrimonio culturale nazionale, tali musei hanno attratto sul territorio circa 1,5 milioni di visitatori nel 2017.

La ricerca sui materiali edilizi, nell'ultimo decennio si è orientata verso nanotecnologie e biotecnologie applicate a materiali sempre più performanti. Ciò trova applicazione anche per la conservazione degli edifici in muratura portante, dove sono state implementate, negli ultimi decenni, diverse linee di ricerca

finalizzate alla produzione di materiali per il rinforzo strutturale innovativi e sostenibili, compatibili con le limitate *performance* dei materiali di base, ma in grado di garantire al contempo, una soluzione strutturale per la conservazione e la sicurezza degli apparati murari.

La progettazione degli interventi di rinforzo strutturale ad alto contenuto tecnologico mira allo sviluppo di tecniche che siano sostenibili da un punto di vista ambientale, rappresentando, allo stato attuale, la sostenibilità sempre più un requisito imprescindibile.

Numerose esperienze virtuose vissute negli ultimi anni nell'ambito di progetti europei e su specifici bandi regionali suggeriscono il metodo giusto per superare gli ostacoli della collaborazione tra mondo della ricerca e altre organizzazioni: instaurare una fattiva cooperazione tra enti di tipologia diversa (ad esempio università, musei, ditte di restauro e aziende che producono materiali) così da lavorare in maniera sinergica sin dalle fasi di ideazione del progetto e nelle fasi di sviluppo e validazione dei prodotti. Si deve sottolineare infatti che il mondo della conservazione e tutela del patrimonio è spesso trattato a compartimenti stagni all'interno dei quali le diverse comunità di operatori frequentano convegni e leggono riviste iper-settoriali, tanto da rendere il processo di trasferimento tecnologico estremamente lento sin dalle sue fasi iniziali.



OBIETTIVI DELLA TRAIETTORIA 6

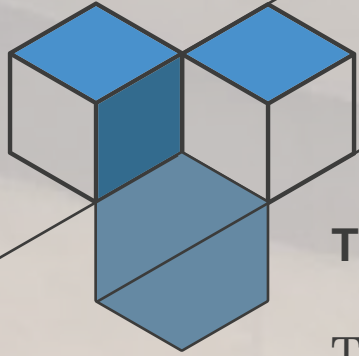
La traiettoria tecnologica 6 ambisce allo sviluppo di nuovi materiali e di nuove metodologie per il patrimonio culturale, sia per la conservazione di superfici architettoniche, che per la stabilizzazione degli apparati murari e la pulitura, il consolidamento e la protezione di beni mobili (anche sotto il livello del mare).

LE SFIDE DI RICERCA, LE ATTIVITÀ A TENDERE

Le linee di ricerca incluse nella traiettoria 6 possono costituire un nucleo importante di sviluppo e di trasferimento tecnologico a livello nazionale e internazionale. Gli ambiti che si ritengono di maggior interesse sia per la ricerca di base che per lo sviluppo tecnologico (e occupazionale) sono:

- Protezione e consolidamento dei materiali lapidei;
- Biocidi e materiale lapideo;
- Conservazione preventiva;
- Consolidamento e risanamento murature;
- Retrofit, FRM;
- Sviluppo di nuovi materiali e tecnologie per substrati non convenzionali;
- Sviluppo di prodotti idonei alla conservazione di manufatti in ambiente marino, compatibili con i supporti e con l'ambiente acquatico;
- Sviluppo di nuovi materiali per la sensoristica e di nuovi sistemi integrati materiale/sensore applicabili *in situ* per il monitoraggio da remoto delle superfici architettoniche, di particolare interesse alla luce dell'emergenza Covid19, non tanto per il perdurare dell'emergenza stessa (che si spera abbia termine in tempi non troppo lunghi), ma perché questo periodo ha abituato la comunità tecnica ad una fruizione dei servizi da remoto.

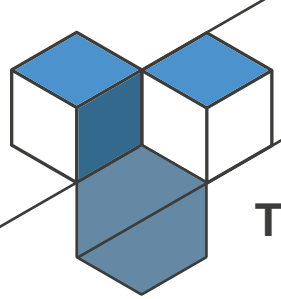




TRAIETTORIA 7

Tecnologie per il monitoraggio degli effetti provocati da fattori naturali e antropici sui beni culturali

Tecnologie di monitoraggio del rischio sismico, geologico, idrogeologico e ambientale, di tipo conservativo, per il patrimonio culturale e per sviluppare contenitori culturali con consumi più bassi e maggiori garanzie di sicurezza.



TRAIETTORIA 7

Tecnologie per il monitoraggio degli effetti provocati da fattori naturali e antropici sui beni culturali



Il monitoraggio è parte fondamentale della mitigazione del rischio per il patrimonio culturale, soprattutto se viene condotto un con approccio culturalmente e scientificamente corretto, utilizzando oculatamente gli strumenti che sono forniti dallo sviluppo tecnologico.

Il monitoraggio, in particolare, assume una triplice valenza nella mitigazione del rischio:

a) innanzitutto, insieme con altre metodologie di indagine, con il rilievo e con l'acquisizione di informazioni storiche, architettoniche e archeologiche costituisce uno strumento essenziale per la conoscenza dello stato di un bene culturale e, in particolar modo, dell'evoluzione delle sue condizioni nel tempo;

b) in secondo luogo, il monitoraggio può costituire la base per la protezione del patrimonio culturale con il cosiddetto *early-warning*, che consiste nel tenere sotto controllo la "sorgente" del pericolo e di preavvisare per adottare opportuni rimedi in tempi brevi e compatibili con l'evoluzione del fenomeno;

c) in terzo luogo, il monitoraggio può essere uno strumento per verificare la validità degli interventi di mitigazione del rischio o di consolidamento strutturale, soprattutto quando – per evitare interventi molto invasivi – si scelga di procedere con un approccio osservazionale, che è ben codificato nel campo della Geotecnica ma che può essere esteso anche ad altri ambiti.

Inoltre, un accurato monitoraggio, soprattutto nel caso in cui esso sia esteso su area vasta e, nel caso in cui sia corredato da una chiara interpretazione su base scientifico-tecnica, può configurarsi

come uno strumento utile per l'allocazione di risorse pubbliche e private. In alcuni casi può anche avere un valore sociale in quanto, in determinate circostanze, gli esiti del monitoraggio possono estendersi anche al costruito ordinario che si trovi nelle vicinanze del bene culturale monitorato.

Il progresso enorme nello sviluppo tecnologico degli strumenti di misura e l'ancóra maggiore sviluppo nel campo dell'informatica hanno, attualmente, reso possibili applicazioni di monitoraggio prima impensabili e ne hanno esteso, quindi, il campo di applicazione. Tale sviluppo non consente però di predisporre sistemi di monitoraggio senza un'adeguata consapevolezza del fenomeno. Infatti, indipendentemente dal tipo di strumentazione adoperata e dal problema in esame, il monitoraggio deve essere condotto sulla scorta di un adeguato progetto, che deve necessariamente prevedere una fase di analisi e di studio preventivo per comprendere il fenomeno eventualmente in atto e la possibile velocità della sua evoluzione, oltre che per definire dei valori soglia che possano fornire allertamenti tempestivi al decisore. Solo la conoscenza preventiva del problema permette di inserire i dati ottenuti dal monitoraggio in una modellazione in senso quantitativo dei fenomeni in atto. Spesso, purtroppo, il monitoraggio è predisposto senza la necessaria fase di studio preventivo e senza una *back-analysis* dei risultati, che serve anche a definire sempre meglio la problematica in atto.



OBIETTIVI DELLA TRAIETTORIA 7

Il principale obiettivo della traiettoria 7 è quello di creare un aggregato di competenze in ambito nazionale, che veda la partecipazione del sistema industriale, di quello della ricerca e della pubblica amministrazione nazionale e regionale, per dare luogo a un percorso di sviluppo tecnologico condiviso nello specifico settore del monitoraggio del rischio cui è sottoposto il rilevante patrimonio del nostro paese, derivante da eventi naturali (sisma, frane, inondazioni, ecc.) o dall'azione dell'uomo. Tale *roadmap* dovrà definire lo sviluppo e l'applicazione di tecnologie per la valutazione del comportamento del patrimonio culturale del nostro territorio nazionale, monitorando il suo stato di salute e la sua evoluzione rispetto ad eventi naturali ed antropici, con l'obiettivo finale di fornire quegli strumenti di supporto per le scelte e le attività rivolte alla sua conservazione e recupero.

LE SFIDE DI RICERCA, LE ATTIVITÀ A TENDERE

L'innovatività del monitoraggio non riguarda esclusivamente l'acquisizione dei dati in quanto tali, ma l'intero processo ovvero la sua applicazione "intelligente" e consapevole alla problematica. Nella progettazione del monitoraggio deve essere anche tenuta in conto la necessità di ridondanza delle misure e dell'opportunità di procedere con tecnologie differenti.

Appare importante differenziare l'approccio al monitoraggio sulla base dell'estensione del problema in esame, atteso che alle diverse scale sono spesso utilizzate tecnologie e strumentazioni diverse, anche se basate sugli stessi principi funzionali. Negli ultimi anni si assiste alla disponibilità di enormi quantità di dati (*Big Data*), ma molto spesso mancano o sono insufficienti le procedure e le tecniche di sintesi di tali dati. In tale *framework*, risulta necessario:

- Mettere a punto procedure semi-automatiche di elaborazione delle immagini satellitari ed aeree ad alta risoluzione in quasi-real-time, per l'analisi dei possibili cambiamenti del territorio

(mappa deformazioni superficiali, individuazione aree allagate, individuazione aree incendiate) e delle condizioni deformative degli edifici presenti nell'area;

- Sviluppare procedure di integrazione di dati spazialmente distribuiti (*imaging*) con dati puntuali (calibrazione e validazione);

- Affrontare il problema dei *big-data*. Tale questione è sempre più presente e attuale, data la possibilità di accedere a dati sempre più ricchi e precisi in termini di risoluzione geometrica, bande spettrali, frequenza temporale;

- Creare una *repository* dei dati per la messa in rete delle mappe di rischio fruibili da enti pubblici e privati preposti alla sicurezza del territorio e dei beni presenti che permetta una classificazione a varie grandezze di scala del territorio per la gestione delle emergenze, beneficiando di eventuali livelli di allarme predisposti nei sistemi di monitoraggio. Una possibile soluzione potrebbe essere di utilizzare come base il Geo-portale Nazionale. La questione risulta di fondamentale importanza per rendere accessibili i prodotti anche per i non addetti ai lavori;

- Sviluppare una piattaforma informatica per automatizzare i processi di monitoraggio e verifica delle infrastrutture, in grado di eseguire un confronto automatico dei dati provenienti dalle campagne di monitoraggio periodiche, segnalando eventuali anomalie, secondo un algoritmo che si aggiorna di continuo in funzione delle interazioni dei tecnici con il sistema. Si potranno così programmare tempestivamente interventi di manutenzione straordinaria o di messa in sicurezza del bene, limitando l'impatto di eventuali ritardi, negligenze o errori umani.





TICHE

Technological Innovation in Cultural Heritage

Cluster Tecnologico Nazionale per il Patrimonio Culturale