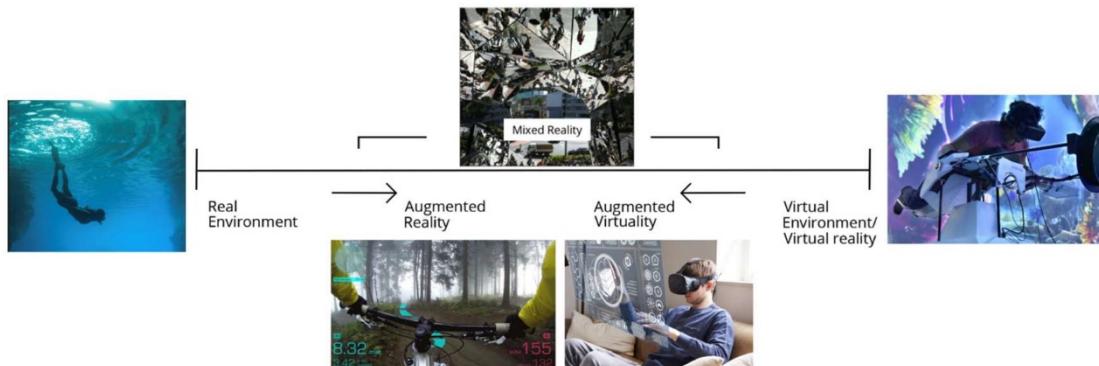


TRAIETTORIA 2. MODELLI E TECNOLOGIE PER LA CREAZIONE DI UNA *USER EXPERIENCE OMNICANALE* PER LA VALORIZZAZIONE DEI CONTENUTI CULTURALI DIGITALI

1. Introduzione

Il Cultural Heritage (CH) assume un ruolo centrale nello sviluppo culturale, sociale ed economico, con particolare attenzione alla fruizione dei contenuti culturali. La traiettoria si concentra sulla valorizzazione della User eXperience (UX) nell'interazione con il patrimonio culturale mediante risorse tecnologiche. La progettualità anticipa le interazioni in ambienti digitali interattivi, sottolineando il diritto di accesso a culture diverse. Le tecnologie chiave includono User eXperience omnicanale, storytelling con intelligenza artificiale (NLP, GANs, RNNs), e strategie di gamification. In parallelo, l'eXtended Reality (XR), integrando realtà virtuale, aumentata e mista, supportata da Digital Twin, IoT e Intelligenza Artificiale, offre un modello interattivo e scalabile. Le XR ampliano l'esperienza del visitatore in siti culturali, favoriscono la didattica e la fruizione di contenuti culturali, contribuendo alla valorizzazione del patrimonio culturale. La sinergia tra le traiettorie tecnologiche di TICHE abbraccia esperienza utente, educazione, intrattenimento e valorizzazione del patrimonio culturale, offrendo un coinvolgimento multisensoriale.



Un'analisi SWOT generale riflette la diversità, la maturità e i campi di applicazione delle strategie e delle tecnologie considerate nella presente traiettoria.

Analisi SWOT (<i>Strengths, Weaknesses, Opportunities, Threats</i>)	
Punti di forza	Punti di debolezza
<ul style="list-style-type: none">- Produzione scientifica di alta qualità e ampiezza.- Presenza di Distretti ad Alta Tecnologia e Aggregazioni Pubblico-Private.- Crescita di applicazioni reali con diversi utenti.- Consolidamento delle tecniche per la digitalizzazione di siti culturali.- Investimenti significativi in tecnologie abilitanti Industry 4.0.- Riduzione progressiva dei costi delle tecnologie.- Digitalizzazione diffusa di opere d'arte e siti storici.- Accessibilità agli archivi storici post-	<ul style="list-style-type: none">- Assenza di grandi aziende europee su XRT.- Mancanza di standardizzazione e interoperabilità nei dati XRT.- Normative carenti sui diritti di utilizzo di componenti e contenuti.- Difficoltà nella definizione di modelli di business per la rinascita dei luoghi culturali.- Tecnologie utilizzate più come attrattori turistici che come mediatori dell'esperienza culturale.- Mancanza di competenze digitali nel personale dedicato alla conservazione e valorizzazione del patrimonio.

<p>pandemia.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ricchezza del patrimonio e possibilità di valorizzazione economica. 	<ul style="list-style-type: none"> - Problemi irrisolti legati alla privacy ed etica nell'uso di sistemi basati su intelligenza artificiale integrati in XRT.
<p>Opportunità</p> <ul style="list-style-type: none"> - Integrare risultati ricerca scientifica in nuovi prodotti e servizi. - Collaborazione vasto patrimonio italiano con musei e siti globali. - Investimenti UE in ricerca e sviluppo per beni culturali, industria culturale, creativa, inclusione sociale e sostenibilità. - Sviluppo tecnologie da parte di start-up per allestimenti museali. - Organizzazioni basate sull'Open Innovation collegano imprese con istituzioni pubbliche e private. - Progressi tecnologici nel monitoraggio interazione uomo-sistema e nei servizi personalizzati. - Cambio modelli di business da industriali-artigiani a culturali-turistici nei territori. - Eccellenza italiana nella cultura e bellezza attrae turismo internazionale. 	<p>Minacce</p> <ul style="list-style-type: none"> - Duplicazione o sovrapposizione degli interventi. - Basso livello di penetrazione delle tecnologie e lentezza amministrazioni pubbliche. - Basso livello di skill digitali del personale dedicato alla gestione dei beni culturali. - Bassa conoscenza delle tecnologie da parte degli operatori culturali. - Scarso riconoscimento delle ricadute economiche delle applicazioni. - Lentezze e burocrazia.

1.1 Elementi presi in considerazione per l'aggiornamento

La presente Traiettoria raccoglie tematiche complesse e trasversali, che interessano in modo più o meno articolato ogni ambito relativo alla protezione, alla valorizzazione e alla conoscenza del Patrimonio Culturale. La tecnologia reca un potenziale dai margini non ancora definiti, ricco di strumenti e metodologie innovative da sfruttare per arricchire l'esperienza, allo stesso modo, di fruitori e di curatori del bene culturale.

Le tematiche incluse in questa Traiettorie sono oggi al centro di importanti tendenze di ricerca, di cui si è tenuto conto per l'aggiornamento del presente capitolo, in occasione della revisione del Piano di Azione Triennale del Cluster TICHE. E' stata effettuata un'analisi dei progetti di ricerca più recenti, a livello europeo e nazionale, incentrati sui temi della UX e dell'applicazione di tecnologie avanzate per la fruizione del patrimonio culturale.

A tal proposito, è importante menzionare, su tutti, i lavori svolti nel contesto del Partenariato Esteso "CHANGES – Cultural Heritage Active Innovation for Next-Gen Sustainable Society Extended Partnership", finanziato con i fondi del PNRR, Missione 4, Componente 2, Investimento 1.3. CHANGES rappresenta un ecosistema in cui convergono università, imprese ed enti di ricerca, distribuiti in 9 "Spokes" dedicati a indirizzi di ricerca verticali, nell'ambito del Patrimonio Culturale. Tra questi, in particolare, lo Spoke 4 "Virtual Technologies for museums and art collections" si pone obiettivi congruenti e in parte tangenziali rispetto a quanto descritto nella presente Traiettoria come, ad esempio, lo sviluppo di prototipi per una migliore interazione dell'utente con i beni culturali immateriali o digitali, o lo sviluppo di linee guida per lo sviluppo di nuovi percorsi e narrative per musei e siti culturali, sfruttando le tecnologie virtuali.

2. Definizione delle sotto-traiettorie

Il focus della traiettoria consiste nel migliorare la fruibilità e l'accessibilità dei contenuti culturali digitali legati al CH, focalizzandosi sulla User eXperience. La traiettoria si concentra su tecnologie e

metodologie per creare ambienti interattivi digitali e sistemi comunicativi che veicolino il patrimonio culturale, con attenzione all'inclusività.

I temi tecnologici e metodologici includono:

- modelli e tecniche di creazione di una User eXperience omnicanale;
- Utilizzo di repliche digitali e prototipi virtuali per l'edutainment;
- Applicazione di strategie di user engagement tramite gamification e storytelling;
- Sviluppo di nuove interfacce utente multimodali per favorire l'inclusione sociale e l'accessibilità dei contenuti culturali.

SOTTO-TRAIETTORIA	DEFINIZIONE
2.1. Modelli e tecniche di creazione di una User eXperience omnicanale e interfacce multimodali per favorire l'accessibilità	Elementi esperienziali e soluzioni tecnologiche innovative, capaci di rinnovare la <i>User eXperience</i> per sviluppare nuove forme di fruizione sfruttando modalità di interazione multimodale, favorendo l'accessibilità al patrimonio culturale, avuto particolare riguardo agli utenti con disabilità.
2.2. User Engagement per l'accesso ai contenuti del Patrimonio Culturale e Sistemi di Edutainment per l'apprendimento	Sviluppo di strategie di user engagement per incoraggiare l'accesso ai beni culturali ed esplorazione di forme per ottimizzare l'edutainment nella comunicazione dei contenuti del patrimonio culturale, al fine di intercettare e soddisfare le esigenze del pubblico.
2.3. Tecnologie per aumentare le abilità fisiche e cognitive dell'utente e potenziare l'interazione con la realtà	Strumenti per l'accesso "aumentato" ai beni culturali per migliorare l'interazione e l'apprendimento utente. Queste tecnologie comprendono interfacce uomo-macchina hardware e software, sincronizzando segnali per esperienze virtuali e aumentate, potenziando la comprensione della realtà.
2.4. Tecnologie per arricchire la realtà fisica e le capacità creative	Comprendono tutti quegli strumenti a sostegno dei processi creativi, che traghettano oggi l'evoluzione delle arti performative verso un più diretto contatto con il pubblico, nonché l'insieme dei nuovi media per la cyber e digital art, e per forme espressive contemporanee.

2.1 Sotto-traiettoria 2.1: MODELLI E TECNICHE DI CREAZIONE DI UNA USER EXPERIENCE OMNICANALE E INTERFACCE MULTIMODALI PER FAVORIRE L'ACCESSIBILITÀ

All'interno della rivoluzione digitale nei luoghi del patrimonio culturale, musei e siti, emergono soluzioni tecnologiche innovative che svolgono un ruolo cruciale nella ridefinizione dell'esperienza di visita, focalizzandosi sulle interfacce e la User eXperience. L'utilizzo della Artificial Intelligence (AI) risulta fondamentale per potenziare le interazioni, permettendo lo sviluppo di tecnologie interattive e digitali che pongono al centro la progettazione di interfacce intuitive.

Nell'adattamento all'esperienza di visita, l'Internet of Things (IoT) si presenta come un elemento chiave, consentendo la personalizzazione delle informazioni in tempo reale e migliorando l'usabilità attraverso l'identificazione della migliore sequenza di beni museali. Le sfide e le opportunità si manifestano attraverso l'implementazione di tecnologie avanzate come i chatbot, che, se da un lato offrono nuove modalità di interazione, dall'altro presentano limitazioni che possono essere superate mediante l'evoluzione verso tecnologie di Machine Learning e Natural Language Processing, mirando a migliorare la flessibilità e la naturalezza conversazionale, contribuendo così a un'esperienza più ricca e coinvolgente per gli utenti.

Parallelamente, le audioguide, strumenti cruciali per la User eXperience, sono al centro dell'evoluzione dell'interazione. La distinzione tra Audioguide a noleggio e quelle fruibili sui dispositivi personali degli utenti evidenzia la necessità di inclusività e personalizzazione nelle interfacce. L'implementazione di

metodi avanzati di monitoraggio dei pubblici, basati su profili e dati sociodemografici, diventa un elemento cruciale per adattare i contenuti alle esigenze degli utenti, specialmente considerando le diverse tipologie di narrazioni, dalla unilineare a quella multilineare, e l'inclusione di contenuti multimediali, garantendo così una user experience più coinvolgente.

Nel contesto delle interazioni digitali multimodali, l'adozione di audiodescrizioni multimediali attraverso tecnologie come GPS, Beacon BLE, QR-code, NFC/RFID, offre un ulteriore strato di inclusività, rivolto in particolare agli utenti non vedenti e ipovedenti, migliorando ulteriormente la User eXperience. Tuttavia, si evidenzia la necessità di approfondire il dominio della raccomandazione dipendente dal contesto per un'esperienza più personalizzata e coinvolgente, consolidando così l'importanza di interfacce innovative.

Inoltre, nel contesto delle iniziative legate al diritto d'autore e all'accessibilità dei Dati Aperti, la riflessione si estende a soluzioni più specifiche per la User eXperience. L'integrazione di licenze Creative Commons, l'uso di plugin per la visualizzazione di queste licenze nei documenti e lo sviluppo di metadati adatti ai vari canali di comunicazione rappresentano progressi significativi nel garantire la protezione e la condivisione equa delle opere digitali, contribuendo a definire un panorama normativo che favorisce la collaborazione e l'accesso libero alla cultura attraverso interfacce chiare e una User eXperience ottimizzata.

La seguente tabella è suddivisa nei rispettivi ambiti:

- Intelligenza Artificiale e ambiente museal per la User eXperience, I-Beacon & IoT;
- Comunicazione omnicanale tramite Chatbot;
- Musei e mostre virtuali;
- Audiodescrizione per non vedenti, ipovedenti e per soggetti con disabilità cognitive;
- Open By Default: tecnologie abilitanti per il riutilizzo delle informazioni

INTELLIGENZA ARTIFICIALE E AMBIENTE MUSEALE PER LA USER EXPERIENCE, I-BEACON & IOT		SOLUZIONI TECNOLOGICHE
Natural Language Processing (NLP)	Il Natural Language Processing (NLP), che permette di comprendere il linguaggio umano, può essere impiegato come assistente per rispondere alle richieste dei visitatori. In questo contesto, le risposte non provengono da un operatore del museo, ma sono generate direttamente da un software, come ad esempio un chatbot.	
Computer Vision	Utilizzando software di computer vision, è possibile riconoscere quadri e talvolta anche sculture in una galleria senza l'uso di numeri o nomi. Questo consente di fornire al visitatore tutte le informazioni relative a un'opera esposta in modo efficiente.	
Drone su Ruote	Droni su ruote, capaci di muoversi autonomamente in edifici, possono interagire con utenti connessi e facilitare la visita remota di uno spazio espositivo. Questo è particolarmente utile per coloro che, per problemi di accessibilità, non possono visitare fisicamente il luogo.	
I-Beacon e IOT	i-Beacon e, in generale, il dominio dell'IoT può essere mezzo di interazione tra i visitatori e gli esperti del museo.	
STAKEHOLDER		
Università, EPR, IR, Distretti	<p><i>Università associate al Cluster TICHE:</i> Bari, Basilicata, Bicocca, Bologna, Calabria, Cassino, Catania, Federico II, Ferrara, Firenze, Genova, Università di Napoli, L'Orientale, La Sapienza, Messina, Milano, Modena e Reggio Emilia, Palermo, Parma, Parthenope, Politecnico Marche, PoliMI, Reggio Calabria, Roma Tre, Salento, Salerno, S.Anna, Siena, Suor Orsola Benincasa, Torino, Tor Vergata, Trieste, Toscana, Venezia.</p> <p><i>Enti di Ricerca:</i> CNR, INFN, ENEA, INGV</p> <p><i>Org. Di Ricerca:</i> SDN, FSCIRE, LA Venaria, Consorzio Glossa TC Lazio, DataBenc Scarl, Cultura e Innovazione, Stress Scarl</p>	

		<i>Consorzi: CINECA</i>
	Imprese	<p>SR LABS</p> <p><i>Imprese associate al Cluster TICHE attive nel settore: 4Science, CH2 rete imprese, Digital, Lighthouse, doIT, EFM, Engineering, ETT, exCOM, IBM, Maticmind, Mediaset, PRISMI, Progetti Impresa, Tecnoart, Telecom</i></p>
	Altri portatori di interesse	<p><i>Istituzioni pubbliche: MIC, SNM, Biblioteche, Archivi, Musei, Regioni, Comuni</i></p> <p><i>Altri portatori di interesse: Associazioni: AMACI (Associazione Musei d'Arte Contemporanea Italiana), AMEI (Associazione Musei Ecclesiastici Italiana), ANMLI (Associazione Nazionale Musei Locali e Istituzionali), ANMS (Associazione Nazionale Musei Scientifici), Associazione Nazionale Case della Memoria, ICOM Italia; Museimpresa (Associazione italiana dei Musei e degli Archivi d'impresa), SIMBDEA (Società Italiana per la Museografia e i Beni Demoetnoantropologici), Altri Ministeri, Altri Musei e Reti di Musei, Cooperative.</i></p>
SOLUZIONI TECNOLOGICHE		
	Risorse e Tecnologie Linguistiche	Potenziare la ricerca con lo sviluppo di prodotti più efficaci nella comunicazione utente, con risorse specializzate monolingue e multilingue nei settori di BBCC e tecnologie linguistiche.
	Ontologie	Standardizzazione e ottimizzazione delle risorse linguistiche utili alla contestualizzazione dei contenuti.
	Analisi e Generazione Linguaggio Naturale	Piattaforma condivisa per l'analisi e la produzione di contenuti in linguaggio naturale.
	Question Answering e Modelli Conversazionali	Miglioramento delle capacità conversazionali degli agenti virtuali nel campo dei BBCC.
	Tecnologie Speech-to-Text e Text-to-Speech	Sviluppo di applicazioni più interattive, di facile fruizione e più inclusive.
	Framework per lo Sviluppo di Chatbot	Analisi dei framework e individuazione di punti di forza e punti di debolezza.
	Strategie di Storytelling e Gamification	Sviluppo di strategie diverse di coinvolgimento per migliorare il coinvolgimento di diverse tipologie di utenti (ad esempio, bambini e giovani).
	Chatbot Design & UX	Miglioramento della interazione degli utenti con gli agenti virtuali: semplicità, usabilità e intuitività dei software.
STAKEHOLDER		
COMUNICAZIONE OMNICANALE TRAMITE CHATBOT	Università, EPR, IR, Distretti	<p><i>Università: Bari, Bologna, Federico II, Università Napoli, L'Orientale, Tor Vergata, Sapienza Roma Tre, Torino, Tor Vergata, Pavia, Trento, Venezia, Salerno.</i></p> <p><i>Enti di ricerca: CNR, Fondazione Bruno Kessler</i></p> <p><i>Org. Di Ricerca: Consorzio Glossa</i></p> <p><i>Distretti: DTC Lazio, DataBenc Scarl, Cultura e Innovazione</i></p> <p><i>Istituti di ricerca leader globali e leader nazionali: DFKI GmbH (D), DCU (IE), University of Zaragoza (ES), National University of Ireland Galway (IE) Universität Bielefeld (D), Universidad Politécnica de Madrid (ES), Goethe-Universität Frankfurt (D), Humboldt-Universität zu Berlin (D), Stanford Natural Language Processing Group (USA), Carnegie Mellon (USA), MIT (USA)</i></p>
	Imprese	<p><i>Imprese nazionali: Expert System, Almawave, CELI Imprese internazionali :</i></p> <p><i>Solution-provider: hedgehog lab, Dogtown Media, iTechArt Group, MobiDev, ELEKS. Semalytix, Semantic Web Company, Derilinx, Oxford University Press;</i></p>

		<p><i>Voce e assistenti virtuali:</i> Amazon, Google, Apple, Nuance</p> <p><i>Piattaforme sviluppo chatbot:</i> PolyAI, Telegram, Facebook, Microsoft, IBM, Amazon, Google, Apple, Slack, RASA</p> <p><i>Start-up di nuova costituzione:</i> in Italia le start-up focalizzate sul settore dei chatbot sono ancora molto poche, tra queste segnaliamo Indigo AI, Mazer, Userbot, Awhy.</p>
STAKEHOLDER		
MUSEI E MOSTRE VIRTUALI	Università, EPR, IR, Distretti	<p><i>Università associate al Cluster TICHE:</i> Bari, Basilicata, Bicocca, Bologna, Calabria, Cassino, Catania, Federico II, Ferrara, Firenze, Genova, Università di Napoli, L’Orientale, La Sapienza, Messina, Milano, Modena e Reggio Emilia, Palermo, Parma, Parthenope, Politecnico Marche, PoliMI, Reggio Calabria, Roma Tre, Salento, Salerno, S.Anna, Siena, Suor Orsola Benincasa, Torino, Tor Vergata, Trieste, Toscana, Venezia.</p> <p><i>Enti di Ricerca:</i> CNR, INFN, ENEA, INGV</p> <p><i>Org. Di Ricerca:</i> SDN, FSCIRE, LA Venaria, Consorzio Glossa</p> <p>TC Lazio, DataBenc Scarl, Cultura e Innovazione, Stress Scarl</p> <p><i>Consorzi:</i> CINECA</p>
	Imprese	<p>STARK, HUMARKER, NUMIDIA, SKYLAB STUDIOS, HERITAGE SRL</p> <p><i>Imprese associate al Cluster TICHE attive nel settore:</i> 4Science, CH2 rete imprese, Digital, Lighthouse, doIT, EFM, Engineering, ETT, exCOM, IBM, Maticmind, Mediaset, PRISMI, Progetti Impresa, Tecnoart, Telecom</p>
	Altri portatori di interesse	<p><i>Istituzioni pubbliche:</i> MIC, SNM, Biblioteche, Archivi, Musei, Regioni, Comuni</p> <p><i>Altri portatori di interesse:</i> Associazioni: AMACI (Associazione Musei d’Arte Contemporanea Italiana), AMEI (Associazione Musei Ecclesiastici Italiana), ANMLI (Associazione Nazionale Musei Locali e Istituzionali), ANMS (Associazione Nazionale Musei Scientifici), Associazione Nazionale Case della Memoria, ICOM Italia; Museimpresa (Associazione italiana dei Musei e degli Archivi d’impresa), SIMBDEA (Società Italiana per la Museografia e i Beni Demoetnoantropologici), Altri Ministeri, Altri Musei e Reti di Musei, Cooperative.</p>

AUDIODESCRIZIONE PER NON VEDENTI, IPOVEDENTI E PER SOGGETTI CON DISABILITÀ COGNITIVE	SOLUZIONI TECNOLOGICHE	
	GPS	Georeferenziazione per la localizzazione dell’utente e la identificazione dei POI per le app di mobilità intelligente e audiodescrizioni multimediali.
	Tecniche di Visione Artificiale	Per il riconoscimento di luoghi, edifici, opere etc.
	IoT, Beacon BLE (Bluetooth low energy), QR-Code, NFC/RFID	Per la localizzazione dell’utente e la identificazione dei POI per le app di mobilità intelligente all’aperto e al coperto
	STAKEHOLDER	
	Università, EPR, IR, Distretti	ADLAB, Università di Trieste.
	Imprese	<p><i>Imprese leader globali e leader nazionali:</i> TuoMuseo (www.tuomuseo.it), Anastasis Soc. Coop. Sociale, Humarker S.R.L. (Parma), ARTEEnartive, QuiBologna, progetto di impresa per la promozione turistica attraverso lo sviluppo di servizi e strumenti multimediali, TIWI (Reggio Emilia e Novara)</p> <p><i>Start-up di nuova costituzione:</i> Museum Reloaded SRLS, collegato al bando MUR (già MIUR) Smart Cities and Communities and Social Innovation.</p>
	Altri portatori di interesse	<p><i>Istituzioni pubbliche:</i> MIC, Reti di Musei, Regioni, Comuni.</p> <p><i>Associazioni:</i> AMACI (Associazione Musei d’Arte Contemporanea Italiana), AMEI (Associazione Musei Ecclesiastici Italiana), ANMLI (Associazione Nazionale Musei Locali e Istituzionali), ANMS (Associazione Nazionale Musei Scientifici), Associazione Nazionale Case della Memoria, ICOM Italia, Museimpresa (Associazione italiana dei Musei e degli Archivi d’impresa), SIMBDEA (Società Italiana per la Museografia e i Beni Demoetnoantropologici).</p>
	STAKEHOLDER	
	Università, EPR, IR, Distretti	Dipartimento di Scienze del Patrimonio Culturale DISPAC (Università di Salerno), Dipartimento di Giurisprudenza (Università di Napoli Federico II), Dipartimento di Studi Letterari Linguistici e Comparati (Università Suor Orsola Benincasa), UniOR- NLP Research Group, Humboldt-Universität di Berlino - Berlin School of Library and Information Science.
OPEN BY DEFAULT: TECNOLOGIE ABILITANTI PER IL RIUTILIZZO DELLE	Imprese	<p>INDRA SpA (Spagna)</p> <p><i>Start-up:</i> Archeopark Campi Flegrei Srl – Bacoli (NA) Italia, Spart-Apps Società Cooperativa Srl – Napoli Italia.</p>
	Altri portatori di interesse	MiC - Istituto Centrale per il Catalogo e la Documentazione (ICCD), MiC - Istituto Centrale per il Catalogo Unico (ICCU), MiC - Istituto Centrale per gli Archivi (ICAR), MiC - Direzione Generale Musei, Regione Campania – Direzione Generale per le Politiche Culturali e del Turismo, Regione Campania – Direzione Generale Università, Ricerca e Innovazione, Associazione Italiana Biblioteche.
	RISULTATI ATTESI DALLA SOTTO-TRAIETTORIA	
Innovazione e avanzamento delle soluzioni tecnologiche terreno di ricerca di questa sotto traiettoria. Creazione di una nuova rete di stakeholder nazionale e internazionale, tra enti pubblici e privati, centri di ricerca, imprese. Sviluppo di interfacce innovative per un pieno sfruttamento delle potenzialità offerte dalle cutting-edge tecnologies applicate al settore del Cultural Heritage e della sua valorizzazione/fruizione.		

2.2 Sotto-traiettoria 2.2: **USER ENGAGEMENT PER L’ACCESSO AI CONTENUTI DEL PATRIMONIO CULTURALE E SISTEMI DI EDUTAINMENT PER L’APPRENDIMENTO.**

All'interno della rivoluzione digitale nei luoghi del patrimonio culturale, musei e siti, emergono soluzioni tecnologiche innovative che si focalizzano sia sugli aspetti di user engagement che sull'edutainment, contribuendo a ridefinire in modo significativo l'esperienza di visita. Il concetto di engagement, strettamente legato a quello di User eXperience, mira a coinvolgere attivamente l'utente nei processi interattivi, concentrandosi sulla creazione di interfacce intuitive e sulla valutazione delle scelte progettuali. Le strategie di user engagement comprendono approcci come lo storytelling, la gamification e l'utilizzo di dispositivi indossabili, mirando a promuovere una partecipazione attiva e coinvolgente (Viola e Idone Cassone, 2017).

Lo storytelling, soprattutto nella sua forma condivisa, riveste un ruolo cruciale nei processi di comunicazione museali, promuovendo la partecipazione come indicato nei principi della Convenzione di Faro. La c.d. gamification, inserita in un contesto immersivo in cui virtuale e reale si fondono, offre un coinvolgimento spesso ludico e divertente, promuovendo l'apprendimento attraverso il gioco (Viola e Idone Cassone, 2017). Questo approccio è riconosciuto come fondamentale nel Piano Triennale per la Digitalizzazione e l'Innovazione dei Musei. Inoltre, l'utilizzo di dispositivi indossabili che monitorano parametri fisiologici può amplificare le potenzialità di interazione contestuale durante la visita del percorso museale, integrando aspetti di user engagement in tempo reale con un adeguato supporto informatico nel museo.

Ulteriori approcci di user engagement includono l'esplorazione virtuale tramite wearable sensors, fornendo una percezione tattile e affrontando le limitazioni di toccare le opere d'arte. La creazione di "memorie emozionali" attraverso dispositivi indossabili potrebbe rappresentare una forma innovativa di interazione, mentre "contatori emozionali" potrebbero evidenziare le opere più apprezzate in tempo reale. L'impiego di contenuti ad alto impatto estetico, come schermi touchscreen e dispositivi portatili, può migliorare l'interazione digitale, consentendo esperienze interattive finora escluse e ri-localizzando la fruizione all'interno dello spazio d'azione dell'utente, favorendo l'apprezzamento estetico nel contesto del patrimonio culturale (Ardizzi et al., 2018; McLean et al., 2015; Ticini et al., 2014; Leder et al., 2012).

Nell'ambito dell'interazione tra utenti e patrimonio culturale, l'aspetto educativo emerge come cruciale e può essere potenziato attraverso tecnologie digitali interattive, creando esperienze virtuali museali che coniugano efficacemente l'elemento educativo con quello dell'intrattenimento. Le strategie di edutainment si manifestano attraverso esempi di successo come gli Story Maps, spesso realizzati con tecnologie di realtà virtuale, che consentono ai visitatori di esplorare luoghi attraverso la geolocalizzazione e incorporare opere per promuovere la comprensione del paesaggio culturale.

Inoltre, la creazione di ambienti educativi immersivi attraverso tecnologie di realtà virtuale e aumentata dà vita a un metaverso, uno spazio virtuale 3D che offre nuovi scenari di visita, interazione e apprendimento, estendendosi al loro equivalente virtuale e integrando gli ambiti laboratoriali che sempre più frequentemente si affiancano ai musei e ai siti culturali. In questo modo, le strategie di user engagement e edutainment convergono per offrire un'esperienza completa, coinvolgente e formativa all'interno del patrimonio culturale.

La seguente tabella è suddivisa nei seguenti ambiti:

- Gaming e beni culturali;
- Wearable Sensors per aumentare l'engagement nelle visite museali;
- Sistemi di edutainment.

SOLUZIONI TECNOLOGICHE	
STAKEHOLDER	
GAMING E BENI CULTURALI	
Piattaforma Tecnologica	una piattaforma tecnologica e metodologica per la realizzazione di videogame pensata per supportare i percorsi di inclusione in ambito didattico, formativo e culturale, coinvolgendo anche i servizi dei Musei e dei Beni Culturali in generale.
Università, EPR, IR, Distretti	FTLab (Future Technology Lab), Università di Parma; CIRI ICT (Centro Interdipartimentale di Ricerca Industriale), Università di Bologna; Laboratorio MechLav (struttura di ricerca industriale della Rete Alta Tecnologia dell'Emilia- Romagna, socio fondatore dei Clust-ER per lo

WEARABLE SENSORS PER AUMENTARE L'ENGAGEMENT NELLE VISITE MUSEALI		sviluppo della S3 in Emilia- Romagna); DEMOCENTER-SIPE (Centro per l'Innovazione della Rete Regionale Alta Tecnologia, accreditato dalla Regione Emilia-Romagna); Cluster-Er CREATE. Cultura e creatività (Cluster delle Industrie Culturali e Creative, Regione Emilia-Romagna); VIS.It LAB del Consorzio Interuniversitario Cineca (www.cineca.it)
	Imprese	<p><i>Imprese leader globali e leader nazionali:</i> TuoMuseo (www.tuomuseo.it), Anastasis Soc. Coop. Sociale, Humarker S.R.L. (Parma), ARTEnartive, QuiBologna, progetto di impresa per la promozione turistica attraverso lo sviluppo di servizi e strumenti multimediali, TIWI (Reggio Emilia e Novara)</p> <p><i>Start-up di nuova costituzione:</i> Museum Reloaded SRLS, collegato al bando MUR (già MIUR) Smart Cities and Communities and Social Innovation.</p>
	Altri portatori di interesse	<p><i>Istituzioni pubbliche:</i> Musei, Teatri, Archivi.</p> <p><i>Associazioni:</i> AMACI (Associazione Musei d'Arte Contemporanea Italiana), AMEI (Associazione Musei Ecclesiastici Italiana), ANMLI (Associazione Nazionale Musei Locali e Istituzionali), ANMS (Associazione Nazionale Musei Scientifici), Associazione Nazionale Case della Memoria, ICOM Italia, Museimpresa (Associazione italiana dei Musei e degli Archivi d'impresa), SIMBDEA (Società Italiana per la Museografia e i Beni Demoetnoantropologici)</p> <p><i>Associazioni e cooperative che lavorano in ambito pedagogico, psicologico, sociologico:</i> ANASTASIS (cooperativa sociale, Bologna), Mondi Aperti, Società Cooperativa Sociale O.N.L.U.S. (Piacenza), Open Group (Cooperativa Sociale, Bologna), C.A.D.I.A.I. (Cooperativa Sociale, Bologna), Gulliver (Cooperativa Sociale, Modena), CAD (Cooperativa Sociale, Forlì), Zerocento (Cooperativa Sociale O.N.L.U.S., Faenza, RA).</p>
	SOLUZIONI TECNOLOGICHE	
	Wearable Sensors	Sensori per la misurazione di valori fisiologici per analizzare l'emozione provata dalle persone di fronte ai diversi manufatti oggetto della mostra nel contesto museale.
	Interfacce Aptiche	Dispositivi in grado di fornire al visitatore il senso del tatto relativo all'esplorazione "virtuale" di opere altrimenti percepibili solo visivamente.
	STAKEHOLDER	
	Università, EPR, IR, Distretti	Scuola Superiore S. Anna di Pisa, Università degli studi La Sapienza di Roma, lab Neuroscienze industriali
	Imprese	<p><i>I seguenti attori industriali producono dispositivi wearable che sono stati impiegati in dimostrazioni live in ambito museale:</i></p> <p>EMOTIV (https://www.emotiv.com/), MUSE (https://choosemuse.com/how-it-works/), MELOMIND (https://www.melomind.com/), SHIMMER SENSING (https://www.shimmersensing.com/), EMPATICA (https://www.empatica.com/en-eu/research/e4/), BrainSigns (https://www.brainsigns.com/it/scienza/s2/ricerca-esviluppo).</p>
	Altri portatori di interesse	<p><i>Istituzioni pubbliche:</i> MIC, SNM, Biblioteche, Archivi, Regioni, Comuni</p> <p><i>Altri portatori di interesse:</i> AMACI (Associazione Musei d'Arte Contemporanea Italiana), AMEI (Associazione Musei Ecclesiastici Italiana), ANMLI (Associazione Nazionale Musei Locali e Istituzionali), ANMS (Associazione Nazionale Musei Scientifici), Associazione Nazionale Case della Memoria, ICOM Italia, Museimpresa (Associazione italiana dei Musei e degli Archivi d'impresa), SIMBDEA (Società Italiana per la Museografia e i Beni Demoetnoantropologici), altri Ministeri, altri Musei e Reti di Musei,</p>

		cooperative.
	Imprese	STARK, HUMARKER, NUMIDIA, SKYLAB STUDIOS, HERITAGE SRL <i>Imprese associate al Cluster TICHE attive nel settore: 4Science, CH2 rete imprese, Digital, Lighthouse, doIT, EFM, Engineering, ETT, exCOM, IBM, Maticmind, Mediaset, PRISMI, Progetti Impresa, Tecnoart, Telecom</i>
	Altri portatori di interesse	<i>Istituzioni pubbliche: MIC, SNM, Biblioteche, Archivi, Musei, Regioni, Comuni</i> <i>Altri portatori di interesse: Associazioni: AMACI (Associazione Musei d'Arte Contemporanea Italiana), AMEI (Associazione Musei Ecclesiastici Italiana), ANMLI (Associazione Nazionale Musei Locali e Istituzionali), ANMS (Associazione Nazionale Musei Scientifici), Associazione Nazionale Case della Memoria, ICOM Italia; Museimpresa (Associazione italiana dei Musei e degli Archivi d'impresa), SIMBDEA (Società Italiana per la Museografia e i Beni Demoetnoantropologici), Altri Ministeri, Altri Musei e Reti di Musei, Cooperative.</i>
STAKEHOLDER		
SISTEMI DI EDUTAINMENT	Università, EPR, IR, Distretti	Università di Napoli Federico II, CINECA, Distretto di Alta Tecnologia per l'innovazione nel settore dei Beni Culturali (DTBC) capofila Università di Palermo, progetto Neptis (PON03PE 214_3) – partner Engineering Ingegneria Informatica Spa, Università di Palermo, Università di Catania, CNR, Pitecnobio, Ids & Unitel Srl: sviluppo di un prototipo di sistema integrato finalizzato alla creazione di servizi e applicazioni di supporto alla fruizione di percorsi, siti e beni culturali mediante l'utilizzo di tecnologie ICT avanzate
	Imprese	ArcGIS Storymaps (ESRI)
	Altri portatori di interesse	<i>Istituzioni pubbliche: MIC, Comuni, Province, Regioni, Enti Turismo;</i> <i>Altri portatori di interesse: AMACI (Associazione Musei d'Arte Contemporanea Italiana), AMEI (Associazione Musei Ecclesiastici Italiana), ANMLI (Associazione Nazionale Musei Locali e Istituzionali), ANMS (Associazione Nazionale Musei Scientifici), Associazione Nazionale Case della Memoria, ICOM Italia, Museimpresa (Associazione italiana dei Musei e degli Archivi d'impresa), SIMBDEA (Società Italiana per la Museografia e i Beni Demoetnoantropologici).</i>
RISULTATI ATTESI DALLA SOTTO-TRAIETTORIA		
	Sfruttamento di soluzioni tecnologiche innovative per arricchire l'esperienza dell'utente/visitatore. Aumentare le possibilità di interazione dell'utente col patrimonio culturale attraverso una combinazione di tecnologie/metodologie dedicate (ad es., storytelling, gamification, wearable devices, etc.). Elaborazione di nuove tecniche e metodologie di edutainment con focus sulla disseminazione e valorizzazione del patrimonio culturale mediante sfruttamento di tecnologie innovative.	

2.3 Sotto-traiettoria 2.3: TECNOLOGIE PER AUMENTARE LE ABILITÀ FISICHE E COGNITIVE DELL'UTENTE E POTENZIARE L'INTERAZIONE CON LA REALTÀ

La classe di strumenti abilitanti considerati in questa sotto-traiettoria mira a facilitare l'accesso "aumentato" ai beni culturali attraverso diverse tecnologie, tra cui il natural language processing, visual question and answering, smart search, semantic search, speech understanding, visual understanding, e l'intelligenza artificiale integrata in dispositivi mobile e wearable come smart dresses, edge computing per microcamere, e deep networks for mobile. L'obiettivo della ricerca e sviluppo è arricchire le abilità fisiche e cognitive dell'utente, consentendo un'interazione "aumentata" con beni culturali fisici e digitali per aumentare la consapevolezza cognitiva e situazionale (cognitive and

situational awareness).

Le tecnologie puntano a migliorare l'esperienza veicolando informazioni adattate in tempo reale al comportamento dell'utente e al contesto in cui opera, utilizzando sia tecnologie per il monitoraggio indossabili, sia tecnologie integrate in interfacce uomo-macchina. Le tecniche di Intelligenza Artificiale svolgono un ruolo centrale, impiegando algoritmi di deep learning per elaborare dati utente e riconoscere l'ambiente. Settori industriali coinvolti includono l'Information Technology, l'elettronica/sensoristica avanzata e la robotica, con molte startup specializzate in Intelligenza Artificiale, Visione Artificiale e Natural Language Processing, insieme a grandi attori come Apple, Google e Amazon.

In Italia, nonostante una produzione significativa di documenti scientifici nel machine learning, esiste ancora un divario tra l'offerta di servizi digitali e il loro effettivo utilizzo nel contesto delle tecnologie per l'accesso aumentato ai beni culturali. Queste tecnologie sono ancora poco diffuse, con solo due realtà che le dichiarano come settore di applicazione delle tecnologie IA. Nel campo delle tecnologie per il potenziamento percettivo dell'utente, sono inclusi strumenti come la Virtual Reality (VR), Augmented Reality (AR), dispositivi per la fruizione di "musei remoti", e telepresenza mista remote/on-site, tutte mirate a stimolare l'utente attraverso esperienze multisensoriali, migliorando la percezione, l'apprendimento e la connessione emotiva con i beni culturali.

Il potenziamento percettivo dell'utente in relazione alla realtà, sia virtuale, sia tangibile, è ottenuto attraverso la combinazione di stimoli uditivi, visivi e tattili, che sollecitano le azioni dell'utente tramite interfacce uomo-macchina. Indipendentemente dalle numerose classificazioni dei dispositivi di Input/Output e Software/Hardware, questa sotto-categoria considera tecnologie che amplificano gli stimoli durante l'interazione con beni culturali, migliorando sensazioni, apprendimento ed esperienza generale.

La relazione tra l'utente e il bene culturale si basa su un'esperienza multisensoriale che attiva processi neurocognitivi, facilitando la costruzione della realtà e l'aumento della conoscenza. Grazie alla stimolazione multisensoriale, l'utente crea modelli mentali basati sulle sue prospettive, aspettative e conoscenze, interagendo con tecnologie software e hardware. Queste tecnologie includono immersive Virtual Reality, Augmented Reality su vari dispositivi, Augmented Virtuality, tecnologie per "Museo Remoto", interfacce per l'accesso a beni culturali per diversamente abili, e varie tecnologie per nuove modalità di interazione. In sintesi, le tecnologie potenziano l'esperienza dell'utente attraverso stimoli multisensoriali, interfacce intuitive e modalità innovative di interazione, contribuendo all'amplificazione delle sensazioni, dell'apprendimento e della connessione emotiva con i beni culturali.

SOLUZIONI TECNOLOGICHE	
Augmented Intelligence, Embedded Intelligence & Analytics with Sensor Fusion	L'Augmented Intelligence fonde l'umano con l'intelligenza artificiale, migliorando le prestazioni cognitive attraverso tecnologie come le videocamere con Edge AI. Queste monitorano stati emotivi e comportamentali, facilitando la comprensione degli utenti e la profilazione dei visitatori, con applicazioni nei beni culturali. Allo stesso tempo, l'embedded intelligence, o embedded analytics, si riferisce a sistemi autoanalizzanti che automatizzano processi e si adattano in tempo reale, utilizzando sensori e sincronizzazione dati. Nei beni culturali, sono impiegati per profilare visitatori, monitorare pubblici, adattare contenuti e performance artistiche, offrendo insights e migliorando allestimenti.
Natural Language Processing (NLP), Semantic Search e Visual Question Answering (VQA)	Il Natural Language Processing (NLP) analizza dati linguistici su larga scala, facilitando l'accesso personalizzato a contenuti culturali digitali. Un sistema avanzato, con Vision Question Answering (VQA) e Semantic Search, automatizza l'interpretazione di domande e immagini, migliorando la gestione degli archivi digitali e generando nuove conoscenze. Questo

	approccio, utilizzato nei Beni Culturali, ottimizza l'interazione degli utenti, fornendo risposte personalizzate e arricchendo la fruizione dei contenuti culturali digitali.
Mobile and Wearable Technologies	Le tecnologie mobile e wearable si riferiscono a sistemi integrati in dispositivi indossabili (come smartwatch, cuffie, bracciali) e portatili (smartphone) con capacità di misura, raccolta ed elaborazione dati per informare l'utente (self-aware) e offrire servizi personalizzati. Queste tecnologie arricchiscono l'esperienza dell'utente e la consapevolezza di sé e del contesto. Nell'ambito culturale, le applicazioni principali si trovano nelle audioguide per i musei e nelle app mobile basate su realtà aumentata (AR).
Robotica Cognitiva	La robotica cognitiva coinvolge architetture e sistemi che potenziano il ciclo "percezione-comprensione-azione" dei sistemi autonomi artificiali, ispirandosi ai modelli cognitivi umani e analizzando dati generati dall'interazione tra uomini e robot umanoidi. Le applicazioni si concentrano sulla robotica mobile, migliorando l'interazione con ambienti simulati e virtuali. Inoltre, ci sono progressi nelle simulazioni robotiche per rendere il passaggio dall'ambiente virtuale a quello reale il meno costoso possibile.
Virtual Reality, Augmented Reality & Augmented Virtuality	La Realtà Virtuale (VR) e l'Augmented Reality (AR) trasformano l'esperienza culturale. La VR crea mondi virtuali immersivi, ideale per ricostruzioni archeologiche e musei virtuali, mentre l'AR sovrappone dati virtuali al mondo reale, utile per la navigazione di siti culturali tramite dispositivi mobili. L'Augmented Virtuality, una forma di mixed reality, integra oggetti reali in mondi virtuali, ampliando le possibilità di telepresenza e creando esperienze immersive.
Robotica per Museo Remoto e Telepresenza per Operazioni On-site/Remote Cloud Based	La robotica museale, in modalità remota o presenza, utilizza tecnologie come robot umanoidi e avatar "intelligenti" per guidare i visitatori e migliorare la visione 3D di scenari virtuali. Questa tecnologia offre feedback tattile e supporta applicazioni di telepresenza. Quest'ultima, basata su intelligenza artificiale, cloud computing e infrastrutture multiplattforma, agevola operazioni onsite e controllo remoto in cantiere, con impieghi nella manutenzione programmata nei siti e nella gestione integrata di modelli informativi arricchiti da tecnologie di realtà estesa (XR).
Interfacce Uomo-Macchina Multimodali e Multisensoriali	Le interfacce uomo-macchina comprendono modalità come gesture-based, speech processing, gaze control e body detection, che gestiscono i contenuti digitali. Utilizzano anche interfacce tattili e haptic per migliorare l'interazione con scenari virtuali, rendendola più naturale, e agevolare l'accesso per utenti fragili. L'integrazione di queste tecnologie consente interazioni più dettagliate e una migliore percezione spaziale.
Serious Game e Learning By Doing	I sistemi hardware e software in questione utilizzano tecniche di gamification, learning by doing e interactive storytelling per offrire contenuti digitali interattivi. La loro applicazione si estende a animare spazi museali e adottare modalità di gioco per agevolare l'apprendimento, in particolare per specifici gruppi di utenti, come i bambini in età evolutiva.
CAD-Based e Animation Software	Si riferiscono a software utilizzati in grafica, modellazione 3D, ricostruzione/digitalizzazione di oggetti reali, simulazione e computer animation. Questi software sono impiegati per creare esperienze utenti immersive e scenari virtuali, trovando applicazione nelle tecnologie VR/AR/MR per i beni culturali, dove è richiesta la presenza di modelli tridimensionali.

STAKEHOLDERS

Università, EPR, IR,	Istituti di ricerca internazionali: Electrical Engineering and Computer Science, University of Berkeley, Stanford
-----------------------------	---

Distretti	<p>Computer Vision Laboratory (http://vision.stanford.edu); Max Planck Institute for Intelligent System - Perceiving System (https://ps.is.tuebingen.mpg.de); Facebook AI Research (https://research.fb.com/category/facebook- ai-research); NUS school of Computing, Singapore, Columbia University, School of Engineering and Applied Science, Georgia Institute of Technology , University of Amsterdam, TU Delft Intelligent Systems Department.</p> <p>Istituti di ricerca nazionali: Istituto Italiano di Tecnologia (IIT), Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), Università di Trento, AlmageLab (http://imagelab.ing.unimore.it/imagelab); Media Integration and Communication Center (MICC) Università di Firenze (http://www.micc.unifi.it); Multimedia and Human Understanding Group (MUGH). Tecnologie per il “museo remoto” e navigazione 3D: Consorzio ISME che riunisce nove grandi università, AVR Lab (Università del Salento), CVRC del CETMA.</p> <p>Tecnologie haptic, tattili, gesture e body-based (robotica avanzata): Scuola Superiore S.Anna (Laboratorio PERCRO e Istituto TeCIP di Tecnologie della Comunicazione, dell'Informazione e della Percezione), il RoboticsLab dell'Università di Palermo, etc.), Enti di ricerca (CNR-INM, ENEA, INGV, IIT) o governativi (CMRE).</p> <p>Natural user interface, sistemi di tracciamento in ambienti simulati: CIRA (Centro Italiano Ricerca Aerospaziali), LAB VR dell'Università di Siena.</p> <p>Game-based learning, gamification, serious gaming: 3D Lab Factory presso il Campus Universitario di Savona.</p> <p>Applicazioni software per la valorizzazione e fruizione del BBCC: Databenc (Distretto ad Alta Tecnologia per i Beni culturali).</p>
Imprese	<p>Leader nazionali e globali: FitBit, Amazon, Google, SoftBank Robotics, Nuance, Wikimedia Foundation, NVIDIA, NEMES, Engineering, Ett Solutions, COMAU. Ambito robotica e telepresenza: numerose piccole e medie imprese (ad es. GraalTech, Gaymarine, Arena SUB, etc) e anche grandi imprese come Comau. Ambito tecnologie VR e HMI: Lab Network, Archeometra, Carraro Lab, ETT, Lifetronic.</p> <p>Startup: Musixmatch per NLP, Cinny e Emoj, Altilia, VR Media; Behaviour Lab; Arte Amica; LD Multimedia; Artiness (olografia e AR per healthcare); 3D Research), Augmedics</p> <p>Sistemi già sul mercato: Gibson Environment for Real-World Perception Learning (http://gibsonenv.stanford.edu/platform), Facebook Habitat, Neyer Labs, Segway Loomo, Al Nao, Pepper, Algoritmi di Google e Alexa).</p>
Altri portatori di interesse	<p>Le aziende, tra cui musei, Soprintendenze e organizzatori di eventi culturali, sono al centro dello sviluppo di nuovi approcci per la fruizione dei Beni Culturali. Attualmente, la collaborazione con istituzioni di ricerca è diffusa, anche se il livello di ricerca aziendale è moderato. Questo panorama coinvolge operatori turistici, associazioni di settore e diverse industrie, dal settore della difesa all'aeronautica, dalla manifattura 4.0 all'ICT (Big Data e Intelligenza Artificiale). Fondazioni e organizzazioni culturali, sia pubbliche che private, cercano di ampliare l'utenza e</p>

aumentare i ricavi attraverso eventi, allestimenti e azioni di valorizzazione. I laboratori di ricerca pubblici e privati cercano finanziamenti attraverso programmi come MUR, H2020, PON, mentre le imprese del sistema produttivo culturale e creativo, come cinema, videogame e editoria, promuovono l'innovazione in settori diversi, contribuendo alla sostenibilità nel contesto culturale e turistico.

RISULTATI ATTESI DALLA SOTTO-TRAIETTORIA

La traiettoria di ricerca si concentra su tecnologie chiave come Intelligenza Artificiale, Computer Vision e Robotica, guidando la trasformazione digitale in settori industriali come automotive e retail. L'attenzione alle applicazioni immersive enfatizza l'importanza dell'interazione naturale, facilitata da tecnologie come Natural Language Processing e visual similarity search. La domanda di servizi X-Reality è elevata nel breve termine, richiedendo un piano di sviluppo su 2-3 anni. I risultati attesi includono un potenziamento delle applicazioni AR/VR per un pubblico più vasto e inclusivo, focalizzandosi sulla connessione del metaverso con scenari AR/VR per una maggiore fusione tra mondo reale e virtuale. L'usabilità, l'immersione e la "trustability" delle tecnologie sono priorità di sviluppo, affrontando questioni etiche e di privacy.

2.4 Sotto-traiettoria 2.4: TECNOLOGIE PER ARRICCHIRE LA REALTA' FISICA E LE CAPACITA' CREATIVE

Le espressioni artistiche contemporanee coinvolgono una vasta gamma di tecnologie, dall'uso di strumenti informatici e sistemi robotici, sensori e attuatori, complessi sistemi illuminotecnici e sonori. Queste pratiche spaziano dalle arti multimediali e visive come fotografia, cinema, teatro, opera e musica, alla new media art, web art, hacking art e alle arti performative come body-art, happening, video e land art. L'obiettivo è creare esperienze immersive e sinestetiche, che coinvolgano lo spettatore/attore in una nuova dimensione spaziale. Le tecnologie digitali devono intercettare e valorizzare le capacità espressive umane come l'atto manuale della scrittura, del disegno e della pittura, la manipolazione di materiale plastici e la progettazione di spazi tridimensionali. Queste tecnologie non solo supportano le performance artistiche, ma anche amplificano il potenziale di gesti espressivi.

Questa sotto-traiettoria si occupa di un vasto insieme di tecnologie che tendono a raggiungere una perfetta osmosi tra arte, scienza e comunicazione e che per tale motivo vengono chiamate Creative Technologies. Si tratta di tecnologie che abbracciano un ampio spettro, includendo le tecnologie per arte figurativa, spettacoli immersivi e interattivi, montaggio di attrazioni e narrazione artistica.

Questo settore rappresenta un importante mercato e mira ad arricchire la realtà, attraverso opere artistiche (opere espressive e pittoriche, opere di grafica, scultura digitale, etc.) e contesti organizzati che producono ancora una differenza esiziale (exhibit museale, opere di architettura, teatri, arene, spazi indoor e outdoor, fisici o digitali), per fornire nuovi contenuti e stimoli sensoriali capaci di produrre un'esperienza inedita e innovativa.

Le tecnologie coinvolte includono:

- Tecnologie multimediali per visual performance e arti video (live video- mapping, video-arte, video- installazioni, live cinema) come proiettori dinamici, display multitouch e touchless interfaces;
- Tecnologie audio per la gestione di performance legate al suono;
- Tecnologie per discipline multimediali come computer-art, cyber-art, digital storytelling, crypto-art;
- Tecnologie di prototipazione e creazione di contenuti multimediali 2D e 3D interattive, inclusi strumenti per il generative design basato su intelligenza artificiale;
- Strumenti per il supporto dei processi creativi e delle abilità espressive, come il riconoscimento digitale del gesto manuale nel disegno e la gestione digitale di elementi materici nella cultura digitale (haptic display, generative design)
- Tecnologie IoT per la gestione di spazi sensorizzati e interattivi, compreso il supporto alla infrastrutturazione connettiva, sistemi di gestione della rete sensoriale e controllo delle attuazioni, smart sensors per la rilevazione della posizione, degli atti e del profilo utente, etc.;

- Tecnologie telematica a larga, es. Tecnologie legate al 5G e risoluzione elevate come 4K e oltre, per migliorare la gestione e la resa dell'esperienza fruitiva.

SOLUZIONI TECNOLOGICHE	
Multimedia per Visual Performance	Tecnologie avanzate come schermi olografici, proiettori dinamici, display multitouch e touchless interfaces sono impiegate per potenziare l'interattività e coinvolgere il pubblico. Queste tecnologie consentono la proiezione di realistiche riproduzioni di scene storiche in ambienti museali o palazzi storici, l'animazione di pareti attraverso video-mapping e la creazione di connessioni interattive in tempo reale con gli spettatori in contesti di video-arte e live cinema. Inoltre, sono utilizzate per supportare i visitatori nell'articolazione di un percorso di visita personalizzato e unico, offrendo un'esperienza coinvolgente.
Music Technology	I display sonori rappresentano una categoria specializzata utilizzata nelle performance musicali per rendere la composizione interattiva e personalizzata. Questi dispositivi sfruttano la sonificazione per trasformare informazioni, anche visive, in elementi sonori. Include anche sound display volumetrici e in 3D che migliorano la percezione umana in contesti fisici o virtuali. Le applicazioni possibili comprendono performance musicali in cui i suoni si adattano al mood del pubblico e installazioni artistiche "live" che utilizzano i suoni per potenziare l'immersione e coinvolgimento emotivo.
Sistemi per Cyber-art, Computer Art, Generative Art	Le tecnologie hardware e software sono impiegate nella creazione di new media art, sia visiva che musicale. Gli strumenti utilizzati, come computer, penne 3D e software di generative design basati su algoritmi di intelligenza artificiale, diventano parte integrante del processo creativo, generando risultati spesso imprevedibili ma significativi. La frontiera dell'arte digitale è rappresentata dalla Crypto Art, un movimento in cui artisti, spesso in forma anonima e in modo indipendente, creano opere digitali utilizzando la tecnologia NFT su una Blockchain. Queste opere sono anche chiamate NFT Art. Queste tecnologie, che combinano computer graphics, intelligenza artificiale e Blockchain, stanno diventando un mercato in espansione, trasformando il web da uno spazio di condivisione di contenuti culturali digitali (come i virtual tour) a uno strumento creativo e commerciale con impatti nel campo del design.
Prototipazione Virtuale	Un insieme di strumenti software è dedicato alla modellazione geometrica, simulazione interattiva, renderizzazione e animazione di scenari virtuali. Questi strumenti adottano diverse tecniche di rappresentazione e computer graphics a seconda del contesto e dei dispositivi utilizzati per creare modelli (come mouse 3D, haptic display, sensing gloves). Sono in grado di gestire non solo il modello stesso ma anche tutte le informazioni generate nei vari momenti dell'ecosistema culturale. Le applicazioni sono diverse e fondamentali per la ricostruzione 3D e digitalizzazione di opere d'arte, architetture, siti archeologici, nonché per la diagnostica e conservazione. Inoltre, sono cruciali per sistemi di fruizione che richiedono la visualizzazione di oggetti tridimensionali.
Tactile Display	La percezione aptica coinvolge sia la percezione tattile attraverso la pelle che la percezione cinestesica della posizione e del movimento delle articolazioni e dei muscoli. Essa può essere stimolata in maniera meccanica e/o elettrica attraverso sensori ed attuatori integrati in guanti, in manipolatori con la forma di penne e bracci snodabili, ecc. Utilizzati spesso per facilitare la navigazione di ambienti virtuali possono essere impiegati per il virtual sculpturing e la digital art.
Internet of Things (IoT)	L'Internet of Things (IoT) rappresenta un avanzamento tecnologico che attribuisce un'identità digitale a ogni oggetto della vita quotidiana, consentendogli di connettersi alla rete Internet. Questo concetto si basa sulla distribuzione di oggetti "intelligenti" fisicamente interconnessi, per consentire lo

	scambio di informazioni tra di essi. Le principali applicazioni dell'IoT si manifestano in contesti come installazioni artistiche e musei, dove questa tecnologia viene utilizzata per gestire luci, suoni, proiezioni e altri stimoli, basandosi sulle informazioni raccolte dal sistema. Ad esempio, può monitorare la permanenza dei visitatori, il numero di persone presenti e persino il mood emotivo del pubblico, con l'obiettivo di migliorare l'esperienza complessiva o ottimizzare l'efficienza energetica degli ambienti.
5G	Comprendono le tecnologie telematiche a larga banda per la gestione e la resa dell'esperienza fruitiva, ad esempio le tecnologie legate al 5G, tecnologie ad alta risoluzione e su ampie superfici.
STAKEHOLDER	
Università, EPR, IR, Distretti	<p>Tecnologie multimediali per visual performance e arti legate ai video e audio, tecnologie per gli spazi sensorizzati e interattivi, tecnologie telematiche a larga banda per la gestione e la resa dell'esperienza fruitiva:</p> <p>Ubiquitous Interaction University of Helsinki (http://old.hii.fi/ubiquitous-interaction); Hybridlab University of Montreal (http://hybridlab.umontreal.ca/team); Tangible Media Lab (https://tangible.media.mit.edu/); Medialab Prado, Madrid (https://www.medialab-prado.es/medialab); The Lab, Parigi (https://www.google.com/culturalinstitute/thela_b/#welcome); Laboratorio Universitario Multimediale “Michele Mancini”, Palermo (http://www.unipa.it/Laboratorio-Universitario-Multimediale-Michele-Mancini/); Istituto nazionale di Fisica Nucleare (http://home.infn.it/it/).</p> <p>Tecnologie per le discipline artistiche multimediali (computer-art, cyber-art, digital storytelling, etc.):</p> <p>Royal College of Art (https://www.rca.ac.uk/research-innovation); MIT Media Lab (https://www.media.mit.edu/); Architectural Association Design Research Lab, Londra (http://drl.aaschool.ac.uk/); Laboratorio di Prototipazione Avanzata, Brescia (https://www.unibs.it/laboratori-hw/laboratorio-di-prototipazione-avanzata); Lab Prototipi, Milano (http://www.dipartimentodesign.polimi.it/lab-prototipi); AlmageLab (http://imagelab.ing.unimore.it/imagelab); Media Integration and Communication Center (MICC) (http://www.micc.unifi.it); Multimedia and Human Understanding Group (MUGH) (http://mhug.disi.unitn.it); Laboratorio di Interaction Design - MindLab (https://www.dispoc.unisi.it/it/ricerca/coworking-lab/laboratorio-di-interaction-design-mindlab).</p> <p>Tecnologie di prototipazione e creazione di contenuti multimediali 2D e 3D interattive (e non) inclusi strumenti smart, tecnologie per il supporto dei processi creativi e delle abilità espressive:</p> <p>Istituti di ricerca leader globali e leader nazionali; Stanford University Design Lab (https://dschool.stanford.edu/); MIT Design Lab (https://design.mit.edu/team); Copenhagen Institute of Interaction Design (http://ciid.dk/research/current-projects/); Facoltà di Ingegneria di numerose università italiane (es. Tor Vergata, Politecnico di Milano, Bologna, Ca' Foscari, IUAV, Modena, Firenze, ecc.), NABA, Accademie d'Arte e Cinema.</p>
Imprese	Tecnologie multimediali per visual performance e arti legate ai video e audio, tecnologie per gli spazi sensorizzati e interattivi, tecnologie

	<p>telematiche a larga banda per la gestione e la ressa dell'esperienza fruitiva: <i>Imprese leader globali e leader nazionali:</i> Barco (BE), Bose (US), HYpervision (UK), Holograf (Ch), Cadland (IT), RCF (IT), Sonus Faber (IT), Realvision (IT), Gpem (IT), Kaos Produzioni (IT).</p> <p>Tecnologie per le discipline artistiche multimediali (computer-art, cyber-art, digital storytelling, etc.): <i>Imprese leader globali e leader nazionali:</i> Adobe (US), Apple (US), Axure (US), iRise (US), Adobe (US), Balsamiq (IT-US), Sketch (US), Prezi (HU), The Foundry (UK), WACOM (JP), IDEO (US), Frog Design (DE), Autodesk (US), Maxon (DE), Pixar(US), Dreamworks (US), Digital Domain (US).</p> <p>Tecnologie di prototipazione e creazione di contenuti multimediali 2D e 3D interattive (e non) inclusi strumenti smart; tecnologie per il supporto dei processi creativi e delle abilità espressive: <i>Imprese leader globali e leader nazionali:</i> Adobe (US), Apple (US), Axure (US), iRise (US), Balsamiq (IT-US), Sketch (US), Prezi (HU), The Foundry (UK), WACOM (JP); Google (US), Amazon (US), Tobii (SE), Microsoft (US), NVIDIA (US), Ultrahaptics (UK), Blender (EU), Realvision (IT), ETT (IT), iMotions (US), Protoio Inc. (US), Marvel Prototyping Ltd (US), Justinmind (US), Fluid Software (US).</p> <p>Start-up: Hyve-3D (http://www.hyve3d.com/), Pikkart (IT), Leap Motion (UK) Holonic Systems (Finland).</p>
Altri portatori di interesse	Data la diversità di temi e competenze in questa traiettoria tecnologica, i potenziali coinvolgimenti potrebbero concentrarsi su integrazioni multisensoriali delle tecnologie, potenziando aspetti di AI e ML come l'efficienza nella cattura del gesto e il supporto alla creatività. La collaborazione con produttori di tecnologie di base per video, audio e rappresentazioni 3D, come LG e Samsung, potrebbe essere benefica, specialmente in contesti olografici. Nella ricerca, l'attenzione potrebbe rivolgersi a display visuali di nuova generazione, con enfasi su espressività e manipolabilità, nonché soluzioni audio avanzate.
RISULTATI ATTESI DALLA SOTTO-TRAIETTORIA	
Realizzazione di progetti esplorativi delle nuove forme artistiche contemporanee e digitali, con una giusta sinergia tra elementi creativi, elementi esperienziali ed elementi tecnologici. Senza i primi i progetti non avranno la loro peculiarità e il connotato innovativo, condizione necessaria a fornire nuove formule di innovazione; condizione però non sufficiente se non si integra con i secondi aspetti, quelli esperienziali, che si legano al bisogno di rivolgere le tecnologie e le soluzioni all'utente e alle sue condizioni di fruizione. Il terzo degli aspetti considerati riguarda il fatto che i primi due possono essere assicurati solo dalle tecnologie più avanzate.	

2.5 Congruenze e Sinergie con Horizon Europe, PNRR, PNR e progetti di ricerca rilevanti

CONGRUENZE E SINERGIE CON HORIZON EUROPE, PNR, PNRR

Il percorso strategico della Traiettoria è allineato con le direttive europee nel campo culturale e tecnologico digitale, come sottolineato dalla Commissione Europea. Questa coerenza si riflette in vari programmi chiave, inclusi Horizon Europe (Cluster 2 e Cluster 4), Digital Europe, l'agenda strategica di innovazione 2021-27 dell'EIT, il programma Creative Europe, e il programma Interregional Innovation Investments Instrument (Innovation investments Strand 2a - DIGIT). Queste iniziative supportano una vasta gamma di settori, dalla promozione delle tecnologie emergenti all'inclusione sociale e alla sostenibilità.

Il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) e Horizon Europe convergono su interventi specifici volti a favorire l'accessibilità e l'uso dei beni culturali attraverso le tecnologie digitali. Nel contesto del PNRR, gli investimenti si concentrano sulla digitalizzazione delle pratiche didattiche e sull'accesso al patrimonio culturale. L'Investimento 2.1, focalizzato sulla "Didattica digitale integrata e formazione sulla transizione digitale del personale scolastico", mira a incorporare la didattica digitale nelle scuole e formare il personale scolastico, promuovendo un approccio inclusivo all'educazione digitale. Parallelamente, l'Investimento 1.2, nell'ambito della Missione 1 "Turismo e Cultura", dedica fondi per migliorare l'accessibilità al patrimonio culturale, rimuovendo barriere fisiche, cognitive e sensoriali nei luoghi culturali. Di particolare rilievo, nel quadro delle attività messe in campo grazie al PNRR, risulta il lavoro svolto dal Partenariato Esteso "CHANGES", istituito con i fondi della Missione 4, Componente 2, Investimento 1.3

Il Piano Nazionale di Ripresa (PNR) enfatizza la "digitalizzazione dei processi di tutela, conservazione e valorizzazione" nel paragrafo 5.2.1 "Patrimonio culturale". L'applicazione intensiva delle tecnologie digitali mira a ridurre tempi e costi di conservazione, rendendo il patrimonio accessibile a un vasto pubblico. L'obiettivo è spostare in modo sostenibile il turismo, coinvolgendo i cittadini in pratiche conoscitive ed esperienziali come la citizen science e la public history.

Il Programma di Ricerca europeo Horizon Europe, nel Cluster 2 "Culture, Creativity & Inclusive Society", si impegna a migliorare l'accesso al patrimonio culturale attraverso investimenti che promuovono la comprensione e l'interesse. L'Expected Impact 8 evidenzia il ruolo chiave del patrimonio culturale e delle tecnologie di conservazione e digitalizzazione per posizionare l'UE come leader mondiale. Investimenti europei, come quelli dell'EIT Digital, sostengono progetti AR e VR per arricchire l'esperienza culturale, integrando aspetti tecnologici e umanistici. La collaborazione tra ricerca, innovazione e interventi nazionali ed europei contribuirà a consolidare il ruolo guida dell'UE nella conservazione e valorizzazione del patrimonio culturale.

PROGETTI DI RICERCA

Tra i progetti di ricerca più recenti su tematiche legate alla presente Traiettoria, finanziati a livello europeo, è opportuno menzionare:

- **HERITACT:** Progetto per promuovere iniziative di design e co-design per la preservazione e promozione del patrimonio culturale europeo (<https://www.heritact.eu/the-project>);
- **CULTURATI:** progetto per la creazione di una piattaforma online innovativa con tecnologie digitali all'avanguardia, pensata per essere utilizzata dalle Industrie Culturali e Creative e i singoli cittadini, per creare contenuti collettivi per il patrimonio culturale (<https://culturati.eu/>).
- **MEMENTOES:** La ricerca punta a creare esperienze museali coinvolgenti e profonde, attraverso l'immersività e lo storytelling (<https://mementoes.eu/>);
- **MEMORISE:** Virtualizzazione del patrimonio culturale legato all'Olocausto attraverso contenuti narrativi, interfacce per l'apprendimento e l'AI (<https://memorise.sdu.dk/>);
- **PREMIERE:** Progetto europeo sulla valorizzazione delle arti performative attraverso tecnologie basate su AI, XR e 3D (<https://premiere-project.eu/>);
- **MUSEIT:** Progetto che mira ad aumentare l'accessibilità al patrimonio culturale attraverso tecniche di co-design e rappresentazioni multisensoriali, tra cui anche VR (<https://www.museit.eu/>).

A livello nazionale, di particolare interesse per i temi di ricerca della presente traiettoria sono:

- **Brancacci POV:** Il progetto mira a costruire un'esperienza interattiva di gruppo mediante l'utilizzo di tecnologie XR/AR e applicativi online per la riproduzione di ambienti 3D immersivi, per la valorizzazione della Cappella Brancacci nella Chiesa di Santa Maria del Carmine a Firenze;
- **Furose Interazioni:** Progetto inaugurato nel 2023 come dimostratore tecnologico della Fondazione TICHE. L'obiettivo è lo sviluppo di un atelier digitale all'interno del Palazzo del

Mauriziano di Reggio Emilia, attraverso lo sfruttamento di tecnologie VR per la digitalizzazione ed il miglioramento dell'accessibilità.

3 *Roadmapping*

Il processo di sviluppo e fruizione del patrimonio culturale richiede l'implementazione di strategie interdisciplinari, focalizzandosi su azioni, mezzi, metodologie e fini che promuovano la progettazione condivisa e la partecipazione attiva del pubblico. L'approccio dell'Audience Development (AD) è cruciale, coinvolgendo l'intera organizzazione nella creazione di legami significativi con il pubblico a lungo termine. L'AD mira non solo ad aumentare i visitatori, ma anche a creare un senso di appartenenza e partecipazione nella comunità (B. Lipps, 2015). Questo approccio sottolinea l'importanza delle relazioni con il pubblico, tanto quanto dei contenuti culturali stessi.

Parallelamente, l'Audience Engagement (AE) si configura come un'estensione operativa dell'AD, concentrata sul coinvolgimento attivo del pubblico. L'AE si manifesta attraverso una varietà di strumenti, inclusi quelli digitali, che devono essere associati al coinvolgimento attivo del pubblico mediante laboratori, attività educative e approcci interculturali. Come evidenziato in una ricerca per la Commissione Europea del 2017, l'AE consiste in un'estensione operativa dell'AD e si focalizza sul raggiungere e coinvolgere il pubblico. La co-progettazione e la co-creazione di contenuti diventano fondamentali, evidenziando il ruolo cruciale della partecipazione del pubblico nella definizione delle esperienze culturali (Commissione Europea, 2017).

La valorizzazione del patrimonio culturale si lega strettamente alle Industrie Culturali Creative (ICC), che emergono come elementi chiave nel catalizzare il potenziale dei beni culturali per generare valori e risorse. La formazione di un ambiente culturale interdisciplinare diventa strategica, con l'obiettivo di potenziare un'economia basata sulla creatività. Come indicato nelle riflessioni sulla Cultural Heritage e ICC, la formazione di capitale umano creativo diventa strategica, combinando progetti educativi accademici e apprendimento sul campo.

Il digitale si configura come uno strumento chiave per l'Audience Development, non limitandosi alla mera comunicazione, ma diventando un veicolo per la produzione culturale. La tecnologia è parte di una strategia complessa per accrescere l'audience dei musei e assicurare una maggiore sostenibilità sociale e finanziaria delle istituzioni culturali (De Biase, 2017). La digitalizzazione del patrimonio culturale italiano è fondamentale, richiedendo la creazione di contenuti innovativi e la co-creazione di esperienze museali con il coinvolgimento diretto degli utenti e degli stakeholder.

Il Piano Triennale di Digitalizzazione e Innovazione dei Musei sottolinea la centralità dell'esperienza fruitiva per il Cultural Heritage, indicando la fruizione come fase decisiva nel processo di attivazione del patrimonio culturale. La trasformazione tecnologica nel medio e lungo termine, con l'espansione delle tecnologie legate all'eXtended Reality, presenta opportunità significative per innovare la valorizzazione e la fruizione dei beni culturali.

I principali trend tecnologici includono piattaforme cloud-based open-source, visori leggeri e portabili, soluzioni a basso costo per uso domestico e interazioni intuitive in ambienti virtuali. La sfida consiste nell'assicurare l'accessibilità, rimuovere barriere per persone con disabilità e integrare soluzioni tecnologiche in modo fluido. La trasformazione dei modelli di business è essenziale per affrontare le criticità organizzative, stimolando la crescita del settore attraverso modelli basati sui servizi.

La centralità dell'esperienza fruitiva, potenziata dal digitale, richiede una strategia transdisciplinare per comprendere dinamiche di percezione, comunicazione e interpretazione. La sfida è creare modalità di interazione che superino l'assorbimento legato alla mediazione di dispositivi, promuovendo un uso consapevole delle nuove tecnologie e garantendo un arricchimento dell'esperienza culturale. In sintesi, la convergenza tra Audience Development, Industrie Culturali Creative e sviluppo tecnologico diventa essenziale per una valorizzazione sostenibile del patrimonio culturale (De Biase, 2017).