



Corso di Laurea in Economia e Management

Cattedra di *ECONOMIA E GESTIONE DELLE IMPRESE*

**Disruptive technologies e innovazione del settore museale:
un progetto per la Galleria Nazionale dell'Umbria.**

Prof.ssa Federica Brunetta

RELATORE

Bianca Ciavardini

CANDIDATO

Anno Accademico 2023/2024

Indice

Introduzione	3
1. La digitalizzazione	5
1.1. Introduzione alla digitalizzazione	5
1.2. L'era della digitalizzazione	6
1.2.1. Dalla rivoluzione digitale all'Industria 4.0.....	6
1.2.2. Le tecnologie dell'industria 4.0.....	7
1.2.3. Una trasformazione esponenziale.....	8
1.3. L'investimento in digitale delle imprese: sfide e opportunità	14
1.3.1. La trasformazione delle imprese italiane.....	14
1.3.2. Opportunità e sfide	15
2. Il settore museale e dei beni culturali	20
2.1. Il settore artistico in Italia	22
2.2. La digitalizzazione dell'industria culturale	26
2.3. La digitalizzazione applicata	30
2.3.1. Il sito web e i social media	30
2.3.2. L'archivio digitale	32
2.3.3. Il tour virtuale	36
2.3.4. Il videogioco.....	39
2.3.5. La realtà aumentata e virtuale.....	43
3. Le mostre e i musei virtuali	51
3.1. Le tecnologie adottate	53
3.2. <i>Van Gogh: The Immersive Experience, Milano</i>	54
4. Trasformazione digitale: un progetto per la Galleria Nazionale dell'Umbria	57
4.1. L'evoluzione del progetto	59
4.1.1. La storia della Galleria Nazionale dell'Umbria.....	59

4.2. La realtà aumentata applicata.....	61
4.2.1. Le risorse e il piano di sviluppo	63
4.2.2. Il budget.....	64
4.2.3. Opportunità e sfide	67
Conclusione	69
Bibliografia.....	72
Indice dei grafici	85
Indice delle figure	86
Indice delle tabelle	87

Introduzione

L'umanità si trova attualmente al centro di una nuova rivoluzione industriale, caratterizzata da una digitalizzazione senza precedenti, in cui le innovazioni tecnologiche guidano l'economia globale. In questo panorama di rapido cambiamento, alcuni settori faticano ad adattarsi, sottovalutando il potenziale trasformativo delle tecnologie che stanno ridefinendo il modo di vivere e lavorare.

Queste innovazioni sono spesso definite “tecnologie *disruptive*”, dall'inglese *disruptive technologies*, per la loro capacità di alterare radicalmente gli equilibri di mercato. Vengono definite come tecnologie in grado di provocare una rivoluzione nei prodotti esistenti, nei mercati e nelle catene del valore, sostituendo le soluzioni precedenti (Ab Rahman, Abdul Hamid, & Chin, 2017).

Gli ultimi decenni offrono numerosi esempi di come queste tecnologie dirompenti abbiano trasformato interi settori. Un caso emblematico è rappresentato dall'ascesa dello streaming video, con aziende come Netflix che hanno rapidamente soppiantato giganti del noleggio fisico come Blockbuster. Questi cambiamenti non sono solo inevitabili, ma sono intrinseci alla natura dinamica della creatività e dell'innovazione umana, che spinge costantemente l'evoluzione tecnologica (Gassmann, 2006).

In questo scenario, diventa cruciale identificare quali sono le innovazioni che plasmeranno il mercato di domani. Attualmente, la realtà virtuale e l'intelligenza artificiale stanno rivoluzionando il mondo del lavoro, evolvendo a un ritmo senza precedenti e ridefinendo interi settori.

Tuttavia, l'integrazione di queste tecnologie non è uniforme in tutti gli ambiti. Il settore culturale, in particolare, presenta sfide uniche nel processo di digitalizzazione. La sua natura storica rende il percorso di digitalizzazione particolarmente delicato: quando l'oggetto da digitalizzare rappresenta un patrimonio storico e culturale, il processo di trasformazione digitale deve essere affrontato con estrema cautela per evitare di comprometterne l'autenticità e il valore.

La digitalizzazione nel contesto culturale e museale solleva quindi questioni fondamentali: come si possono sfruttare le potenzialità delle nuove tecnologie per

valorizzare e preservare il patrimonio culturale senza snaturarlo? Come si può bilanciare l'innovazione con il rispetto per la tradizione e l'autenticità?

Questa tesi si propone di rispondere a queste domande e di analizzare lo stato attuale della digitalizzazione nel settore museale, sia in Italia che a livello internazionale. La struttura della tesi si articola in quattro capitoli principali.

Il primo capitolo esplorerà il concetto di digitalizzazione in modo approfondito, tracciando la sua evoluzione nel tempo e analizzando il suo impatto sulle aziende, sia a livello nazionale che internazionale. Questa sezione fornirà le basi teoriche necessarie per comprendere le sfide e le opportunità delle tecnologie digitali.

Nel secondo capitolo, l'attenzione si focalizzerà specificamente sul settore culturale e museale. Verrà presentata un'analisi dettagliata della situazione attuale della digitalizzazione in questo ambito, confrontando le realtà italiane con quelle internazionali. Inoltre, verranno esaminate le principali tecnologie implementate nel settore, supportando l'analisi con casi di studio concreti di digitalizzazione in musei italiani e stranieri.

Il terzo capitolo approfondirà il fenomeno emergente delle mostre e dei musei virtuali. Questo segmento analizzerà come questa nuova forma di fruizione culturale si sia rapidamente diffusa negli ultimi anni, creando un mercato distinto ma complementare a quello dei musei tradizionali.

Infine, il quarto capitolo presenterà un caso di studio originale: un progetto di digitalizzazione proposto per la Galleria Nazionale dell'Umbria. Questa sezione, realizzata grazie alla collaborazione del museo, offrirà un'applicazione pratica dei concetti discussi nei capitoli precedenti.

1. La digitalizzazione

1.1. Introduzione alla digitalizzazione

Il termine “digitalizzazione” ha un significato ampio e duplice. Questo perché la parola deriva dall’inglese e racchiude in sé due termini distinti, *digitization* e *digitalization*, ognuno dei quali contribuisce a definirne la complessità.

Digitization si riferisce al processo di conversione dei dati e delle informazioni da una forma analogica a una digitale. Questa è l’accezione più immediata associata al concetto di digitalizzazione. Un esempio esplicativo è la trasformazione degli archivi cartacei in formato digitale, un’operazione che, sebbene possa sembrare scontata, ha avuto un impatto significativo sui processi aziendali. Questa transizione ha permesso sia di accelerare le operazioni aziendali, sia di ridurre i costi.

Digitalization, invece, è l’impiego di tecnologie digitali per trasformare modelli di business, creando nuove opportunità di valore e ricavi (Gartner, 2024). Riguarda lo sviluppo dei processi e la modifica dei flussi di lavoro per migliorare i sistemi. Attraverso questo processo, le tecnologie digitali e i dati digitalizzati vengono utilizzati per abilitare o migliorare i flussi operativi. Un esempio è l’uso dei dati digitalizzati dei clienti per generare automaticamente informazioni sul loro comportamento (Monton, 2022).

In italiano, la parola digitalizzazione sta dunque ad indicare entrambi i significati, esprimendo un concetto ampio e completo. Negli ultimi anni, il tema è ormai diventato familiare poiché sempre più imprese hanno deciso di introdurre piani di digitalizzazione nelle loro strategie aziendali. In realtà, si tratta di un fenomeno che è iniziato nella seconda metà del XX secolo. Si noterà come, di fatto, la scissione del concetto di digitalizzazione sia estremamente utile per comprendere appieno l’evoluzione della trasformazione digitale nelle imprese.

1.2. L'era della digitalizzazione

1.2.1. Dalla rivoluzione digitale all'Industria 4.0

La rivoluzione digitale, come definita dalla Treccani, fu “la grande trasformazione della società conseguente all’adozione di strumenti digitali di calcolo automatico” (Rivoluzione digitale, 2018).

La terza rivoluzione industriale, anche nota come rivoluzione digitale, ebbe inizio già nella metà del XX secolo. Durante la Seconda guerra mondiale, infatti, i governi avevano mobilitato risorse considerevoli per sviluppare strumenti capaci di analizzare e processare grandi quantità di dati, incrementando gli investimenti nel campo scientifico e tecnologico. Con la fine del conflitto, queste innovazioni trovarono applicazione in settori civili e industriali, oltre a quello militare. Fu negli anni ‘50 che i primi computer digitali furono introdotti negli ambienti lavorativi¹, trasformando radicalmente i flussi di lavoro e l’efficienza operativa.

Nei decenni successivi, l’evoluzione dei computer, sempre più efficienti e accessibili, permise a numerose aziende di integrare i sistemi informatici nei loro processi operativi. Questo periodo è contraddistinto dal fenomeno della *digitization*, in cui le imprese adottavano tecnologie avanzate per la conversione dei dati dall’analogico al digitale. In questi anni si inizia quindi a parlare di digitalizzazione.

Tuttavia, il concetto di *digitalization* è ancora poco conosciuto alle aziende, poiché le tecnologie venivano applicate solamente per semplificare la conservazione e l’utilizzo di dati aziendali.

È solo oggi, con l’avvento di una nuova rivoluzione, che si può parlare di digitalizzazione in senso più ampio e comprensivo, includendo non solo la mera conversione dei dati, ma anche una profonda trasformazione dei processi aziendali e dei modelli organizzativi grazie all’adozione delle tecnologie digitali. Nel libro *L’ultima ideologia*, Gabriele Baldi afferma:

«La rivoluzione digitale, viene spesso sostenuto, ha avuto una funzione di innesco, di precondizione necessaria per dare il la all’industria 4.0 [...].

¹ Inizialmente, solo i governi e le grandi aziende potevano permettersi di implementare macchine con questa capacità di calcolo, dato l’elevato costo di investimento. UNIVAC I, prodotto negli Stati Uniti, fu il primo computer destinato all’uso commerciale e amministrativo.

Rappresenta insomma la causa ultima che ha avviato e sta avviando altre rivoluzioni» (Balbi, 2022).

1.2.2. Le tecnologie dell'industria 4.0

Si è testimoni di una nuova rivoluzione industriale, la quarta, anche nota come “Industria 4.0”. Il termine deriva dal progetto tedesco, presentato alla Hannover Messe² del 2011 (Tiraboschi & Seghezzi, 2016), che mirava a risanare l'economia e aumentare la competitività del paese prevedendo investimenti su aziende, ricerca, infrastrutture, scuole e sistemi energetici. L'espressione è oggi utilizzata per indicare l'integrazione di nuove tecnologie digitali volte ad automatizzare e interconnettere la produzione industriale.

Rispetto alla terza rivoluzione industriale, la quarta si sta evolvendo a un ritmo impressionante. Si nota, infatti, come le rivoluzioni industriali diventino sempre più brevi nel tempo, con la ricerca e le tecnologie che si sviluppano a una velocità esponenziale (Team4.0, 2021). Strumenti come computer e fax, introdotti durante la rivoluzione digitale, risultano quasi “banali” se confrontati con le innovazioni attuali.

Con la quarta rivoluzione industriale, vengono introdotte nuove tecnologie, caratterizzate da una complessità e un potenziale applicativo superiori rispetto a quelle della terza era industriale.

Le principali tecnologie dell'industria 4.0 sono sei (Martinelli, Mina, & Moggi, 2021):

1. IoT (o anche Internet of Things): si riferisce a una rete di dispositivi interconnessi, dotati di tecnologie di identificazione, capaci di comunicare tra loro e con nodi centrali. Forma un vasto network in cui ogni oggetto è univocamente identificabile e localizzabile (Treccani). Le tecnologie IoT sono utilizzate nelle applicazioni manifatturiere e in molte altre, come l'automotive, l'agricoltura, la sanità, ecc...

² La Hannover Messe è la fiera leader mondiale per l'industria. Riunisce diverse esposizioni specializzate che coprono i temi chiave dell'innovazione industriale moderna (Phoenix Contact, 2024).

2. Big Data: il termine si riferisce a vasti e complessi insiemi di dati raccolti che necessitano di tecnologie avanzate per l'analisi (Parlamento europeo, 2023). Industrial Analytics è la tecnologia che si occupa dell'analisi questi.
3. Cloud Manufacturing: è un sistema che permette l'accesso in rete a risorse manifatturiere condivise (software, capacità produttive) come servizio on-demand (Smeup, 2022). La Cloud Manufacturing trasforma la produzione industriale virtualizzando risorse fisiche, dati e processi su piattaforme digitali collaborative. Questa tecnologia permette di gestire l'intera catena produttiva in modo flessibile e scalabile, ottimizzando efficienza e costi (Martinelli, Mina, & Moggi, 2021).
4. Robotica avanzata: anche detta Advanced Automation, riguarda quei sistemi che si distinguono per la loro "elevata capacità cognitiva, interazione e adattamento al contesto, auto-apprendimento e riconfigurabilità" (Convertini, 2023). Un esempio sono i robot inseriti nel contesto lavorativo, che affiancano gli operatori.
5. Intelligenza Artificiale (AI): è la tecnologia oggi più "in voga" e discussa nel settore lavorativo. È la disciplina che esplora la possibilità e le modalità di riprodurre processi mentali complessi tramite computer (Treccani): l'AI è, infatti, in grado di svolgere alcune funzioni cognitive proprie dell'essere umano, compresi compiti relativi alla percezione, al ragionamento, all'apprendimento e alla risoluzione dei problemi (McKinsey & Company, 2024).
6. Produzione additiva, o Additive Manufacturing: può essere indicato come il processo di fabbricazione che crea oggetti depositando materiale strato su strato (Abdulhameed, Al-Ahmari, Ameen, & Mian, 2019). Negli ultimi anni, questa tecnologia, con la diffusione delle stampanti 3D, ha trovato applicazione in molti settori, come la sanità, aerospaziale e sostituzione delle componenti (Martinelli, Mina, & Moggi, p. 7).

1.2.3. Una trasformazione esponenziale

La digitalizzazione è un fenomeno che si sta diffondendo rapidamente nell'ambiente lavorativo, trasformando il modo in cui le aziende operano e competono. Il progresso tecnologico nelle imprese europee viene monitorato attraverso un indice introdotto dalla Commissione Europea, il DESI (*Digital Economy and Society Index*), che sintetizza i

principali indicatori delle performance tecnologiche europee e monitora l'evoluzione dei paesi membri. Questo indice fornisce una panoramica dettagliata delle capacità digitali di ogni nazione, permettendo di individuare aree di miglioramento e di intervento.

Fino al 2022, il DESI era costituito da quattro principali categorie: capitale umano, connettività, integrazione di tecnologie digitali e implementazione di servizi pubblici digitali. Ogni categoria contribuiva a valutare diversi aspetti della digitalizzazione, come la disponibilità di competenze digitali tra la popolazione e la qualità delle infrastrutture di rete.

Dal 2023, l'indice è stato sostituito dal *Digital Decade Report*, che richiama il *Digital Decade Policy Programme* (DDPP). Questo programma, analogamente al precedente, si concentra su quattro dimensioni: capacità digitali, implementazione di infrastrutture digitali sicure e sostenibili, trasformazione digitale delle imprese e digitalizzazione dei servizi pubblici. L'obiettivo è quello di garantire che l'Europa sia pronta ad affrontare le sfide del futuro digitale, promuovendo l'innovazione e la competitività.

L'Indice di Intensità Digitale (DII) è uno degli indicatori previsti dal *Digital Decade Report*. Questo indice specifico viene calcolato sulla base di 12 parametri relativi alle tecnologie presenti nell'azienda, come l'utilizzo dell'intelligenza artificiale o di almeno due piattaforme social. Ogni parametro rappresenta un aspetto critico dell'adozione tecnologica, e viene assegnato un punteggio in base a quanti parametri sono soddisfatti. Se l'impresa ottiene un punteggio di 4 su 12, viene considerata a un livello base di intensità digitale. Questo metodo di valutazione aiuta a identificare le imprese che stanno facendo progressi significativi nella loro trasformazione digitale e quelle che potrebbero avere bisogno di ulteriore supporto.

La mappa evidenzia la percentuale di piccole e medie imprese europee che hanno almeno un livello base di intensità digitale nel 2023.

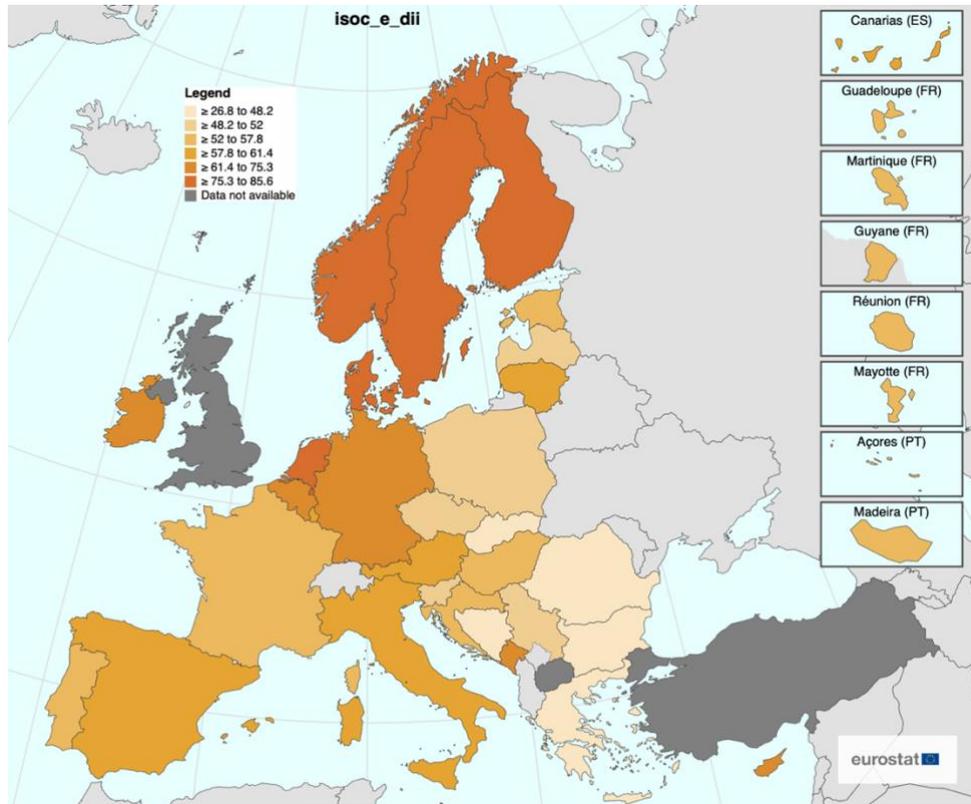
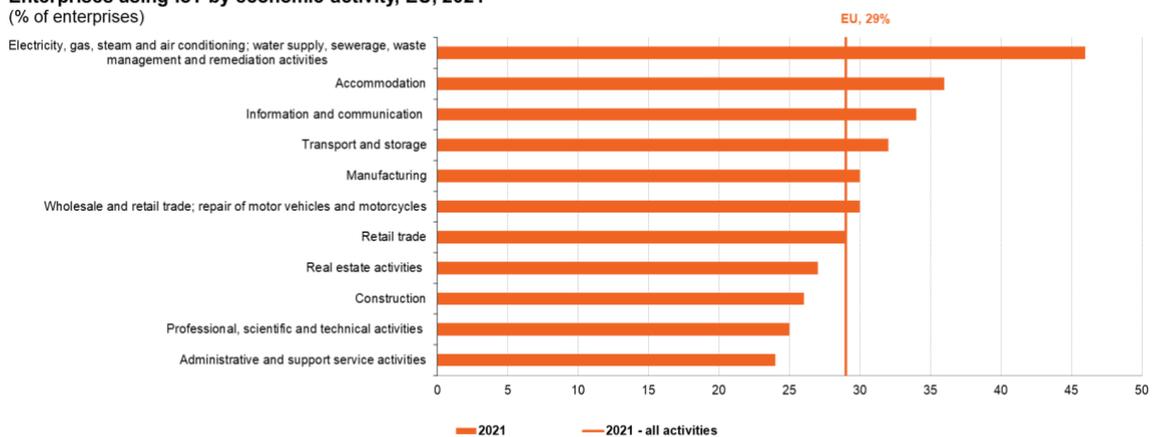


Grafico 1. % di PMI con livello base di intensità digitale. Fonte: Eurostat, 2023.

In Italia, la percentuale di piccole e medie imprese con un livello base di digitalizzazione è pari al 60,7%, leggermente superiore alla media europea del 57,7% (Eurostat, 2023). Questo dato indica che, molte aziende italiane stanno adottando tecnologie digitali per migliorare la loro efficienza operativa e la loro competitività.

L'analisi delle priorità tecnologiche adottate dalle imprese europee nel loro percorso di trasformazione digitale rivela tendenze significative nell'implementazione delle tecnologie dell'Industria 4.0.

Enterprises using IoT by economic activity, EU, 2021 (% of enterprises)



Source: Eurostat (online data code: isoc_eb_iot)

eurostat

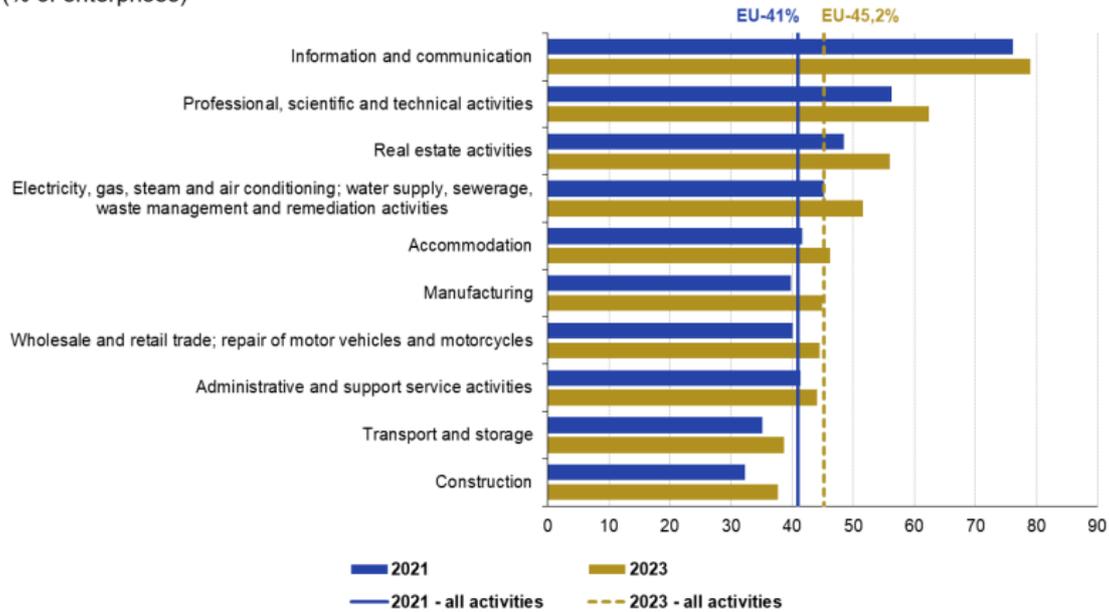
Grafico 2. Imprese che utilizzano IoT per attività economica (% delle imprese). Fonte: Eurostat, 2023.

Nel 2021, l'Internet of Things (IoT) ha visto un'adozione del 29% tra le imprese europee, con una notevole disparità basata sulle dimensioni aziendali. Mentre solo il 26% delle piccole imprese ha implementato l'IoT, la percentuale sale al 37% per le medie imprese e raggiunge il 48% per le grandi aziende, evidenziando una correlazione diretta tra dimensioni aziendali e adozione tecnologica (Eurostat, 2022).

L'analisi dei Big Data mostra una tendenza simile, con un'adozione complessiva del 14,2%. Le piccole imprese si attestano al 12,5%, le medie al 20,6%, mentre le grandi aziende raggiungono il 34,3%, sottolineando ancora una volta il divario tecnologico basato sulle dimensioni aziendali (Eurostat, 2020).

Il Cloud Manufacturing ha registrato una crescita significativa, passando dal 41% nel 2021 al 45,2% nel 2023. Si nota dal Grafico 3 come questa tecnologia venga principalmente impiegata per scopi di informazione e comunicazione, dimostrando la sua versatilità e importanza strategica (Eurostat, 2023).

Enterprises buying cloud computing services by economic activity, EU, 2021 and 2023
(% of enterprises)



Source: Eurostat (online data code: isoc_cicce_usen2)

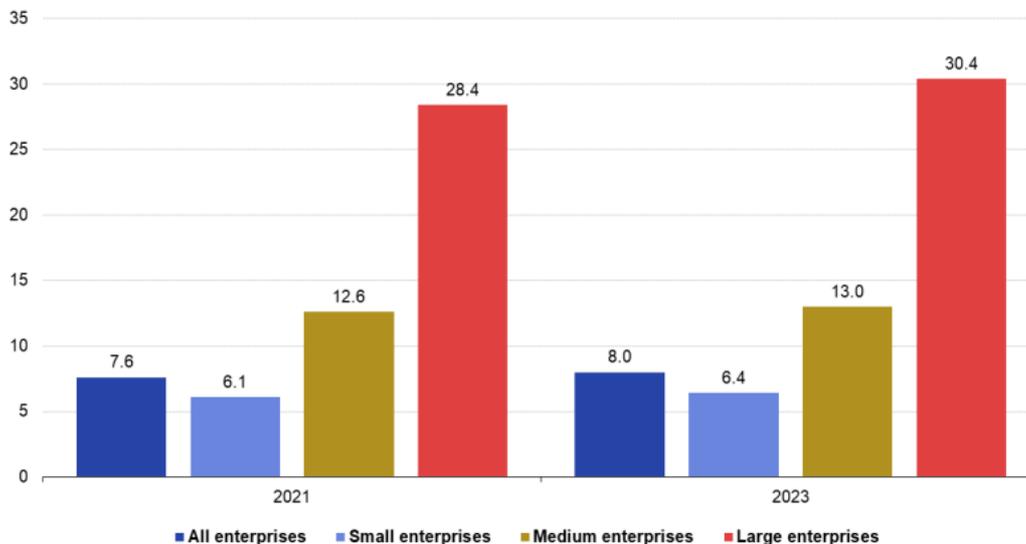
eurostat

Grafico 3. Imprese che acquistano servizi di cloud computing per attività economica (% delle imprese). Fonte: Eurostat, 2023.

La robotica avanzata e il 3D printing mostrano tassi di adozione più contenuti. Per la robotica, la media europea si attesta al 6,3%, con variazioni dal 4,6% per le piccole imprese al 25,8% per le grandi. Il 3D printing presenta percentuali ancora inferiori, con una media del 5,2% e un range dal 4,2% per le piccole imprese al 17,5% per le grandi (Eurostat, 2022).

L'Intelligenza Artificiale evidenzia un divario ancora più marcato: nel 2023, il 6,4% delle piccole imprese, il 13% delle medie e il 30,4% delle grandi hanno adottato tecnologie IA. Questa disparità può essere attribuita a fattori quali la complessità di implementazione, le economie di scala e i costi di investimento, che favoriscono le aziende di maggiori dimensioni (Eurostat, 2022).

Enterprises using AI technologies by size class, EU, 2021 and 2023
(% of enterprises)



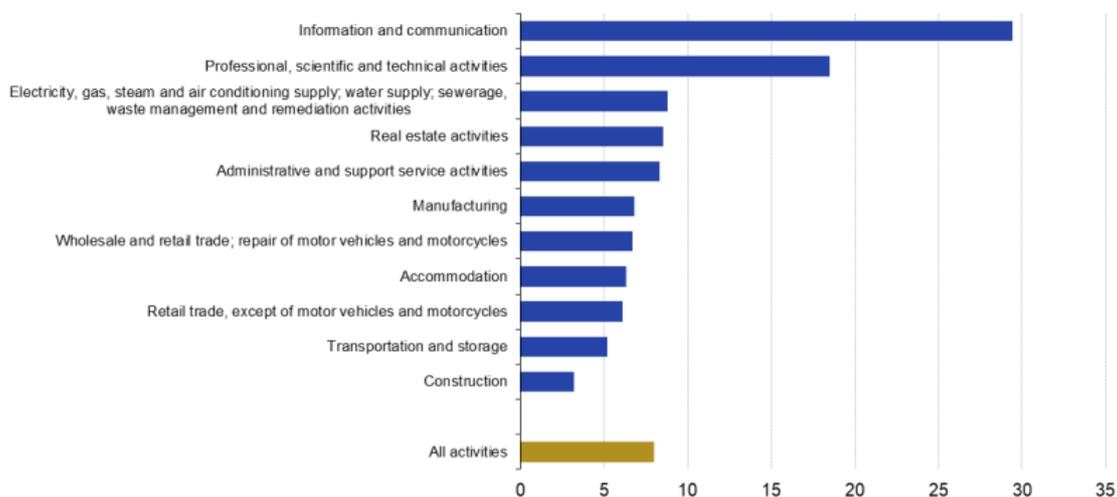
Source: Eurostat (online data code: isoc_eb_ai)

eurostat

Grafico 4. Imprese che utilizzano tecnologie di AI per classe di dimensione (% delle imprese). Fonte: Eurostat, 2023.

Come per il cloud computing, l'IA trova il suo principale impiego nel settore dell'informazione e della comunicazione (Eurostat, 2024).

Enterprises using AI technologies by economic activity, EU, 2023
(% of enterprises)



Source: Eurostat (online data code: isoc_eb_ain2)

eurostat

Grafico 5. Imprese che utilizzano tecnologie di AI per attività economica (% delle imprese). Fonte: Eurostat, 2023.

Questa analisi evidenzia come le grandi imprese siano all'avanguardia nell'adozione di tecnologie avanzate, mentre le piccole e medie imprese affrontano sfide significative nell'implementazione di soluzioni innovative, suggerendo la necessità di politiche mirate per colmare questo divario tecnologico.

1.3. L'investimento in digitale delle imprese: sfide e opportunità

1.3.1. La trasformazione delle imprese italiane

L'adozione di tecnologie smart nel settore imprenditoriale si rivela direttamente correlata al livello di investimenti in digitalizzazione. Tuttavia, le aziende italiane mostrano una preoccupante indifferenza verso il potenziamento delle proprie capacità digitali, posizionandosi in netto svantaggio rispetto ai competitor europei.

Un'analisi comparativa rivela uno scenario allarmante: il 18% delle PMI italiane³ non ha programmato investimenti per i prossimi tre anni, un dato che contrasta nettamente con la media europea del 10% e ancor più con i valori di Germania e Francia, rispettivamente all'8%. Questo divario si accentua ulteriormente considerando gli investimenti pianificati per l'ammodernamento di macchinari, infrastrutture e IT: solo il 31% delle PMI italiane ha previsto tali investimenti, contro una media europea del 37% e percentuali ancora più elevate in Germania (45%) e Francia (38%) (Commissione Europea, 2021).

Questa carenza di investimenti si traduce in un duplice svantaggio competitivo: da un lato, limita l'introduzione di nuove tecnologie essenziali per l'innovazione; dall'altro, ostacola l'aggiornamento dei sistemi esistenti, rischiando di rendere obsolete le infrastrutture aziendali.

Nell'era della digitalizzazione, l'adozione di tecnologie digitali rappresenta una delle trasformazioni più significative per le aziende moderne. Questa transizione non solo rivoluziona i processi produttivi, ma anche le modalità di interazione con i clienti, la

³ Si ricorda che nel panorama italiano le PMI sono indispensabili: sebbene ognuna rappresenti una quota di mercato bassa, la totalità rappresentano l'80% dei posti di lavoro e il 70% del valore aggiunto (Commissione Europea, 2021).

gestione delle risorse umane e la strategia di mercato. Le tecnologie intelligenti offrono un ventaglio di benefici per le aziende di ogni settore.

Tuttavia, è importante considerare anche le sfide che l'impresa incontra nell'adozione di queste tecnologie. La capacità di integrare tecnologie avanzate come l'Internet of Things, l'Intelligenza Artificiale, i Big Data e la robotica avanzata può determinare il successo o il fallimento di un'azienda nel contesto competitivo odierno. L'adozione di tecnologie digitali comporta, infatti, sfide e rischi che devono essere attentamente valutati. Se non vengono stimati correttamente l'azienda può incorrere in gravi perdite.

1.3.2. Opportunità e sfide

Emerge chiaramente come la digitalizzazione offra numerose opportunità, e che le imprese dovrebbero prendere in considerazione strategie digitali per non “perdere terreno”. Lo dimostra uno studio condotto dalla società di consulenza McKinsey sui vantaggi dell'implementazione di tecnologie digitali nell'azienda (Gregolinska, Khanam, Lefort, & Parthasarathy, 2022).

La digitalizzazione è nata dalla necessità impellente di gestire le risorse in modo più efficiente e di ottenere una flessibilità operativa senza precedenti. Numerosi studi hanno suggerito che le innovazioni digitali possono aumentare l'efficienza e l'efficacia (Thrassou, Uzunboyly, Vrontis, & Christofi, 2020). In effetti, i dati indicano chiaramente che l'implementazione di tecnologie per la gestione di dati e risorse ha permesso di ridurre i costi di mantenimento dell'inventario dal 15% al 20% (Gregolinska, Khanam, Lefort, & Parthasarathy).

In un'azienda, gli strumenti avanzati di raccolta e analisi dati si rivelano indispensabili per il successo aziendale. Il cloud management, in particolare, emerge come una soluzione chiave, offrendo alle imprese avanzate capacità nella gestione e nell'elaborazione dei dati (Forell, Milojicic, & Talwar, 2011). Questa tecnologia non solo ottimizza i processi decisionali, ma li trasforma radicalmente: secondo lo studio di McKinsey, l'implementazione di tecnologie digitali può incrementare l'accuratezza delle previsioni aziendali fino all'85% (Gregolinska, Khanam, Lefort, & Parthasarathy).

Inoltre, il digitale ha consentito un aumento significativo dell'efficienza operativa, permettendo alle imprese di ottimizzare i processi in maniera efficace (Meloni, 2012). Questo ha comportato una riduzione dei tempi e dei costi aziendali, con un miglioramento della produttività stimato tra il 15% e il 30% (Gregolinska, Khanam, Lefort, & Parthasarathy).

Le tecnologie digitali, poi, sono strumenti estremamente versatili, utilizzabili per molteplici scopi. Oltre al risparmio di tempo e costi nella produzione, un'azienda può mirare a migliorare notevolmente la qualità dei prodotti (Secchi & Rossi, 2018). L'adozione di tecnologie avanzate permette, infatti, un controllo di qualità più rigoroso e la possibilità di monitorare in tempo reale i processi produttivi: l'uso dell'intelligenza artificiale e dell'IoT può ridurre i costi della qualità fino al 20%.

Oltre a migliorare i prodotti e i servizi già esistenti, le digital technology possono essere sfruttate per crearne di nuovi: la digitalizzazione, infatti, modifica rapidamente anche il mercato e le esigenze dei consumatori. L'innovazione in questo caso è alla base della creazione di nuovi prodotti (Bottazzi, 2023). Queste tecnologie possono stimolare l'innovazione all'interno delle imprese, permettendo loro di soddisfare nuove necessità e di adattarsi velocemente ai cambiamenti del panorama competitivo.

La digitalizzazione può essere adottata anche in ambiti non strettamente legati alla produzione. Per esempio, il cliente è uno stakeholder cruciale per l'impresa: una gestione efficace delle relazioni con i clienti è essenziale per mantenere una base di clienti solida e duratura. Le tecnologie digitali, soprattutto *l'industrial analytics*, offrono strumenti avanzati per un'analisi approfondita degli acquisti, dei comportamenti e delle ricerche dei customer, permettendo così all'azienda di comprendere meglio le loro esigenze e anticipare i loro desideri in modo più accurato.

Apparentemente, la digitalizzazione offre una vasta gamma di opportunità di miglioramento. Tuttavia, accanto a questi benefici, esistono anche delle sfide che devono essere considerate per una valutazione completa.

Il principale ostacolo della digitalizzazione è rappresentato dall'elevato costo iniziale che le imprese devono sostenere. Infatti, integrare una tecnologia ancora relativamente

recente e in fase di sviluppo richiede un investimento considerevole da parte delle aziende.

La mappa inferiore mostra le percentuali delle grandi imprese con almeno un livello base di intensità digitale. Confrontandola con la mappa precedente⁴, emerge che la percentuale di grandi imprese digitalizzate in ogni paese è decisamente superiore a quella delle piccole e medie imprese⁵. In particolare, in Italia, le grandi imprese digitalizzate rappresentano il 91,1%, rispetto al 60,7% delle PMI (Eurostat, 2023).

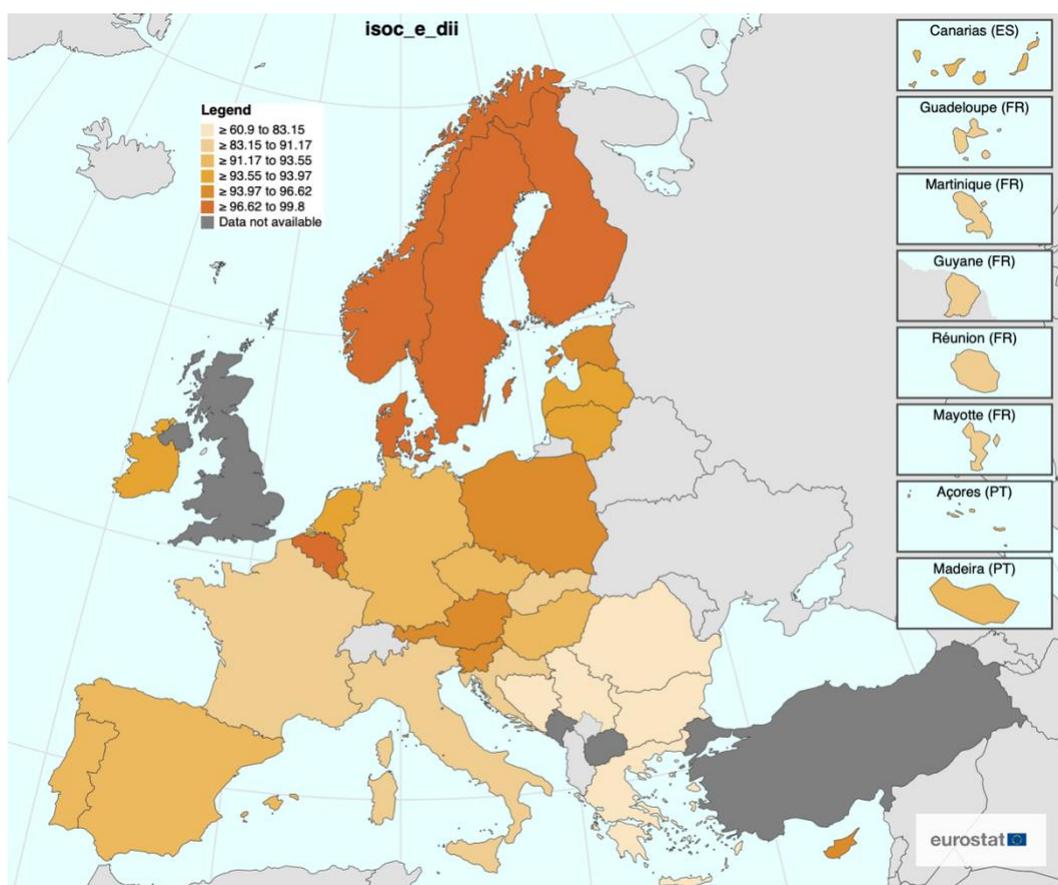


Grafico 6. % di grandi imprese con livello base di intensità digitale. Fonte: Eurostat, 2023.

Tecnologie come l'intelligenza artificiale e la realtà virtuale sono strumenti complessi da integrare efficacemente nei processi aziendali e comportano inizialmente costi molto elevati. Proprio per questo motivo, nel Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR)

⁴ V. Graf. 1, p. 10.

⁵ Si era notata questa differenza già dalle statistiche di implementazione delle specifiche tecnologie nelle imprese europee.

è stato incluso il progetto *Transizione 4.0*, che destina 13,381 miliardi di euro alla digitalizzazione delle imprese (Ministero delle Imprese e del Made in Italy, 2023).

I crediti d'imposta previsti sono riservati a specifiche fasce di imprese, determinate in base alle dichiarazioni dei redditi. Questo finanziamento, dunque, mira a supportare in modo diretto le aziende che affrontano maggiori difficoltà nella sfida della trasformazione digitale, alleviando parte dell'impegno finanziario. In questo modo, si cerca di promuovere una diffusione più ampia e inclusiva delle soluzioni digitali, garantendo alle imprese meno avvantaggiate (soprattutto le PMI) i benefici offerti dalla digitalizzazione.

Implementare tali tecnologie può risultare estremamente problematico e complesso per un'impresa. Infatti, l'organizzazione aziendale non è sempre predisposta ad accogliere un cambiamento di tale portata: potrebbe rivelarsi particolarmente difficile modificare i processi aziendali per integrare una nuova tecnologia. Questo processo di adattamento richiede non solo un notevole investimento finanziario, ma anche una riorganizzazione interna significativa, che spesso può incontrare resistenze e ostacoli.

Un esempio è l'approccio del personale alla digitalizzazione dell'azienda. Infatti, i dipendenti stessi potrebbero essere riluttanti ad accogliere le nuove tecnologie, complicando ulteriormente la fase di integrazione (Principe, 2023). Si tratta, infatti, di strumenti non sempre facili da utilizzare: se il personale non è adeguatamente formato, tutti i vantaggi ricavabili dai nuovi processi rischierebbero di “andare in fumo”.

Purtroppo, con la crescente digitalizzazione delle imprese, la competizione si intensifica inevitabilmente. In questo contesto, una sfida cruciale per le imprese è il mantenimento di un elevato livello tecnologico, fondamentale per preservare il vantaggio competitivo. Questo impegno trascende l'investimento iniziale, richiedendo una costante manutenzione e aggiornamento dei sistemi.

Infatti, con l'ampia diffusione della digitalizzazione, le tecnologie avanzano a un ritmo incessante: trascurare l'aggiornamento tecnologico può rapidamente erodere la competitività aziendale. Le imprese si trovano quindi di fronte alla necessità di bilanciare l'adozione delle ultime innovazioni con l'ottimizzazione delle risorse, in un ciclo continuo di rinnovamento e adattamento strategico.

Con l'aumento della digitalizzazione, le aziende sono esposte anche a una crescente vulnerabilità agli attacchi informatici e alle violazioni della sicurezza dei dati. Questo

fenomeno è alimentato dal fatto che un numero sempre maggiore di dati sensibili e informazioni aziendali viene archiviato e trasferito tramite reti digitali. In Italia, tra il 2018 e il 2022, gli attacchi informatici sono aumentati da 1.554 a 2.489, registrando un incremento del 12% (Celotto & Tavazzi, 2024).

Affrontare efficacemente i rischi legati alla cyber security richiede un approccio completo alla sicurezza informatica. Le imprese devono investire nella formazione continua del personale e nella vigilanza costante sui sistemi di difesa aziendali (Principe, 2023). Se le aziende non pongono la giusta attenzione a questi rischi, possono subire gravi danni, sia economici che reputazionali.

2. Il settore museale e dei beni culturali

Il museo è un'istituzione dalle radici antiche, che nasce dalle collezioni private di famiglie nobili e aristocratiche, per poi evolversi in enti pubblici accessibili a tutti. La nascita del museo parigino Louvre segna il passaggio dal collezionismo privato al pubblico (Tumidei, 2014).

L'Europa, e in particolare l'Italia, si distingue per un patrimonio artistico e culturale di straordinaria ricchezza, frutto di una storia millenaria; i musei ricoprono, infatti, un ruolo fondamentale nell'economia odierna.

Con circa 104.000 musei nel mondo, di cui ben 42.000 situati in Europa⁶ (UNESCO, 2021), l'impatto di queste istituzioni sull'economia e sul flusso turistico è evidente. I musei nascono, infatti, con la missione di custodire la memoria collettiva, preservando opere e manufatti che raccontano la storia e l'evoluzione delle società, arricchendo al contempo la dimensione culturale e l'identità nazionale; parallelamente, per effetto indiretto, fungono da potenti motori economici, stimolando settori correlati come la ristorazione, l'ospitalità e i trasporti, e generando un significativo impatto sull'economia locale.

Ma cosa si intende esattamente per museo? A dare questa definizione è l'ICOM, ossia International Council of museums, l'organizzazione internazionale di musei e i suoi professionisti⁷:

«Il museo è un'istituzione permanente senza scopo di lucro e al servizio della società, che compie ricerche, colleziona, conserva, interpreta ed espone il patrimonio culturale, materiale e immateriale. Aperti al pubblico, accessibili e inclusivi, i musei promuovono la diversità e la sostenibilità. Operano e comunicano in modo etico e professionale e con la partecipazione delle comunità, offrendo esperienze diversificate per l'educazione, il piacere, la riflessione e la condivisione di conoscenze.» (ICOM, 2022)

⁶ V. p. 22, Tabella 1.

⁷ L'ICOM nasce nel 1946 a Parigi con la missione di preservare, conservare e condividere il patrimonio culturale.

Questa definizione è stata recentemente approvata durante l'Assemblea Straordinaria di ICOM a Praga del 2022.

Con la pandemia, il settore museale si è trovato di fronte a una crisi senza precedenti, poiché “un museo è vivo solo quando è aperto e i visitatori sono presenti” (Hein, 2005): il COVID-19 ha colto impreparate le istituzioni museali, costrette a confrontarsi con chiusure forzate e prolungate. Questa sfida ha evidenziato la necessità di superare la concezione tradizionale di museo, spingendo verso la determinazione di nuovi standard operativi e concettuali.

La definizione del 2022, infatti, a differenza della precedente del 2007⁸, enfatizza temi cruciali per la società contemporanea, introducendo termini attuali come inclusione, accessibilità, diversità, sostenibilità e condivisione. Questa evoluzione non solo riflette la rapida trasformazione del settore museale, ma ne sottolinea anche la notevole capacità di adattamento alle tendenze sociali e ai mutamenti globali.

Dopo la crisi, il settore è tornato ad essere uno dei pilastri del settore terziario e del turismo. Per l'Europa in particolare, dove il turismo rappresenta una fonte cruciale di entrate, la ripresa delle attività museali ha assunto un'importanza strategica per la riattivazione dell'intero ecosistema economico.

I musei si confermano potenti catalizzatori del turismo culturale: nel 2023, i 100 musei più visitati al mondo hanno attratto ben 175 milioni di visitatori (Cheshire, Da Silva, & Martini, 2024). Questo dato evidenzia due punti chiave:

- il ruolo dei musei come attrazione turistica;
- la loro capacità di generare un impatto economico sul paese.

I settori culturali e creativi svolgono un ruolo fondamentale nell'economia europea, rappresentando quasi il 4,5% del suo valore complessivo. Questo risultato significativo è il frutto dell'attività di circa 1,4 milioni di piccole e medie imprese (PMI) che operano in tutta Europa (Boccella & Salerno, 2016).

⁸ “Il museo è un'istituzione permanente, senza scopo di lucro, al servizio della società, e del suo sviluppo, aperta al pubblico, che effettua ricerche sulle testimonianze materiali ed immateriali dell'uomo e del suo ambiente, le acquisisce, le conserva, e le comunica e specificatamente le espone per scopi di studio, educazione e diletto.” (ICOM, 2007).

Nel 2023, il settore culturale dell'Unione Europea ha registrato una notevole crescita occupazionale, impiegando 7,8 milioni di persone. Questo numero rappresenta il 3,8% dell'occupazione totale nell'UE, segnando un incremento dello 0,4% rispetto all'anno precedente. Oltre all'espansione quantitativa, il settore ha compiuto significativi progressi verso la parità di genere. Il 2023 ha infatti visto il divario di genere più ristretto mai registrato nell'occupazione culturale: 3,93 milioni di uomini e 3,85 milioni di donne hanno trovato impiego in questo ambito, evidenziando un equilibrio quasi perfetto (Eurostat, 2024).

2.1. Il settore artistico in Italia

L'Italia si distingue a livello mondiale per il suo straordinario patrimonio artistico e culturale, un tesoro che attrae annualmente milioni di visitatori da ogni angolo del globo. Questa ricchezza non si limita ai soli musei, ma si estende a un vasto e diversificato panorama di istituzioni culturali.

Estimated number of museums in the world, 2021		
Region	Estimated number of museums	% world
I. Western Europe and Others	30,628	29.5 %
II. Eastern Europe	11,366	11.0 %
III. Latin America and the Caribbean	8,716	8.4%
IV. Asia and Pacific	18,180	17.5 %
Va. Africa	868	0.8 %
Vb. Arab States	757	0.7 %
Holy See	19	0.02%
Total Permanent Observers	19	0.02%
Israël	226	0.2%
United States of America	33,082	31.9%
Total Non-Members	33,308	32.1%
Total	103,842	100%

Tabella 1. Numero stimato di musei nel mondo. Fonte: UNESCO, 2021.

Con un totale di 4.416 istituti (il 4,2% degli istituti mondiali), il patrimonio culturale italiano si articola in musei, gallerie, raccolte, aree o parchi archeologici, e monumenti (Istat, 2022). Nel 2022, questi siti hanno accolto circa 108 milioni di visitatori, con Toscana⁹, Lazio e Campania in testa come regioni più visitate.

Il *Forum Cultura Italia*, tenutosi il 19 luglio 2023 a Roma e organizzato da The European House – Ambrosetti (TEHA), ha offerto una piattaforma di discussione sui traguardi e le prospettive del settore museale pubblico in Italia (Tavazzi, 2023). Uno dei punti chiave emersi dal congresso è la profonda interconnessione tra il settore culturale e l'economia nazionale.

Un dato particolarmente significativo evidenziato durante il forum è l'effetto moltiplicatore del settore culturale e creativo sull'economia: “per ogni 100 euro generati dal settore culturale e creativo in Italia si generano 237 euro nel sistema economico nazionale” (p. 10).

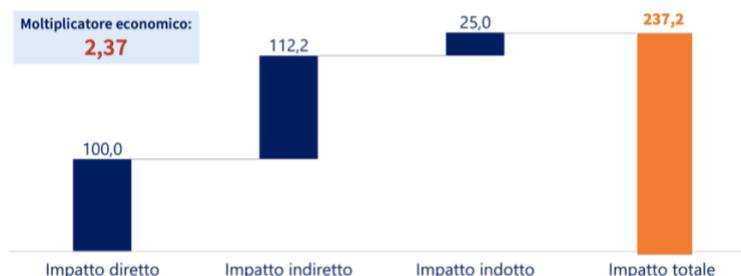


Grafico 7. Impatto diretto, indiretto e indotto generato dal Valore Aggiunto incrementale del settore culturale e creativo in Italia (euro). Fonte: TEHA, 2023.

⁹ La Galleria degli Uffizi vanta la 5^a posizione come museo più visitato al mondo nel 2023, con 5.138.588 visitatori (Cheshire, Da Silva, & Martini, 2024).

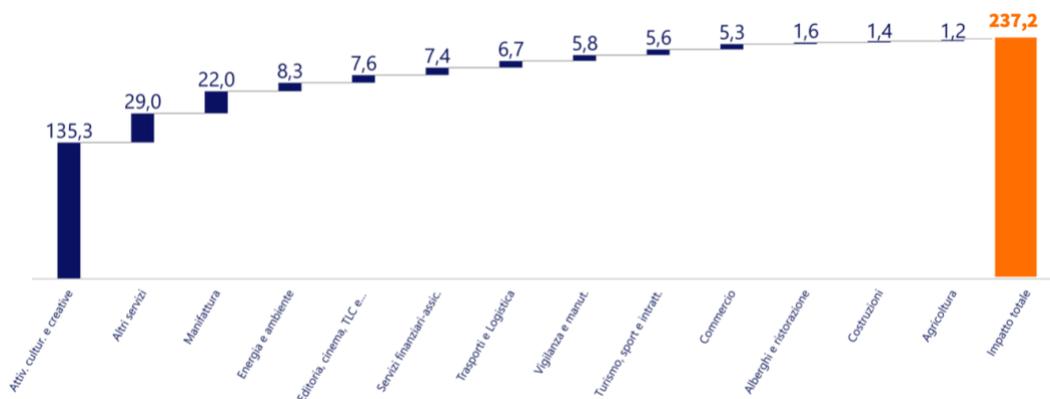


Grafico 8. Impatto diretto, indiretto e indotto generato dal Valore Aggiunto incrementale del settore culturale e creativo in Italia per settore economico (euro). Fonte: TEHA, 2023.

Questa statistica sottolinea il ruolo strategico della cultura non solo come custode dell'identità nazionale, ma anche come potente motore di sviluppo economico. Dai grafici possiamo osservare, infatti, l'ampio impatto del settore culturale e creativo sull'intera economia italiana, con effetti che si propagano attraverso molteplici settori.

L'influenza del settore culturale e creativo si estende in modo significativo anche al mercato del lavoro. Un dato rilevante emerso dal congresso evidenzia come "per ogni occupato diretto attivato nel settore culturale e creativo in Italia si generano in media 1,5 posti di lavoro aggiuntivi al di fuori del settore" (p. 12).

Questo effetto moltiplicatore sull'occupazione sottolinea il ruolo del settore culturale come generatore di opportunità lavorative, non solo direttamente ma anche indirettamente, stimolando la creazione di impiego in settori correlati come il turismo, la ristorazione, i trasporti e i servizi.

Nonostante l'Italia vanti una distribuzione capillare di istituzioni culturali su tutto il territorio nazionale, il congresso ha messo in luce una significativa disparità nella generazione di ricavi. Emerge infatti che, sebbene il patrimonio culturale sia diffuso in tutta la Penisola, "i ricavi del sistema culturale sono concentrati in poche Regioni" (p. 15).

Ben l'84% degli introiti lordi nazionali proviene dalle 3 regioni più visitate citate precedentemente. Questo dato sottolinea una marcata concentrazione economica che contrasta con la ricchezza culturale distribuita su tutto il territorio italiano.

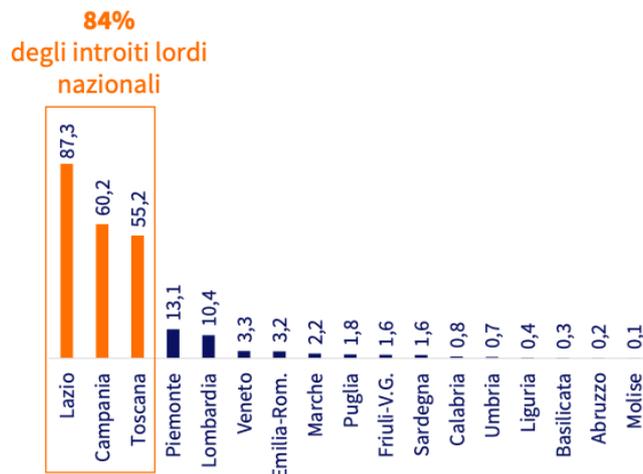


Grafico 9. Introiti lordi degli enti culturali statali per Regione (€ mln), 2019. Fonte: TEHA, 2023.

La marcata disparità tra le regioni italiane nel settore culturale può essere attribuita, in larga misura, a un mancato sfruttamento delle risorse disponibili. Molte regioni, infatti, optano per investimenti in altri ambiti, trascurando il potenziale del settore culturale. Questa scelta strategica risulta dannosa considerando il grande valore del patrimonio culturale italiano, che meriterebbe una valorizzazione uniforme su tutto il territorio nazionale.

Il congresso ha evidenziato come, nel confronto con altri paesi europei, l'Italia si trova in una posizione di svantaggio per quanto riguarda gli investimenti nei servizi culturali.

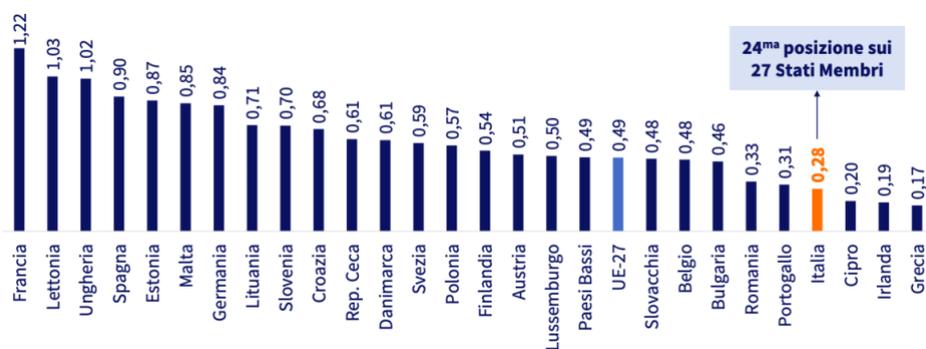


Grafico 10. Spesa pubblica totale in servizi culturali: confronto tra gli Stati Membri dell'UE-27. Fonte: TEHA, 2023.

Il primato francese negli investimenti nel settore culturale si riflette direttamente nel suo successo turistico, con il Louvre che si afferma come il museo più visitato al mondo.

Per potenziare l'effetto moltiplicatore economico e occupazionale del settore culturale, l'Italia necessita di un rinnovamento radicale nell'approccio alla gestione dei beni culturali. Questa trasformazione deve partire prima di tutto da un incremento sostanziale degli investimenti nel settore.

In questo contesto di rinnovamento, la promozione del digitale emerge come una delle strategie più promettenti e innovative. L'adozione di tecnologie digitali nel settore culturale ha il potenziale di rivoluzionare non solo la fruizione del patrimonio, ma anche la percezione globale del sistema culturale italiano.

2.2. La digitalizzazione dell'industria culturale

L'inizio della digitalizzazione nel settore culturale può essere associato al G7 di Bruxelles del febbraio 1996. In questo summit, tra i progetti pilota proposti, spiccava l'iniziativa dedicata all'accesso multimediale al patrimonio culturale mondiale. Questo progetto, promosso principalmente dai governi francese e italiano, mirava ad accelerare la digitalizzazione multimediale delle collezioni culturali e a garantirne l'accessibilità al pubblico (Mannoni, 1996). L'obiettivo era duplice: rendere il patrimonio culturale ampiamente fruibile e creare una preziosa risorsa di apprendimento per scuole e università.

Ciò dimostra come, contrariamente all'opinione diffusa che la pandemia abbia innescato la digitalizzazione nel settore museale, in realtà, questo processo fosse già in corso da anni. Già nel 2011 si parlava di grandi progetti di digitalizzazione dell'arte con la nascita di Google Cultural Institute, con la sezione dedicata interamente all'arte, Art Project¹⁰ (Proctor, 2011). La crisi sanitaria ha certamente accelerato e amplificato l'adozione di soluzioni digitali.

La pandemia, quindi, ha piuttosto enfatizzato l'importanza di esplorare nuove opportunità offerte dalle tecnologie, non solo come soluzione temporanea, ma come parte integrante dell'esperienza museale del futuro (Traviglia, 2022). Questo periodo ha fatto

¹⁰ Oggi, la piattaforma è denominata Google Arts and Culture (v. p. 37).

rivalutare le strategie digitali ai più scettici e diffidenti, mostrando il suo potenziale nel rendere l'arte e la cultura più accessibili, interattive e coinvolgenti.

Nell'immaginario collettivo, infatti, il settore culturale e la digitalizzazione sono spesso percepiti come ambiti distanti e potenzialmente incompatibili. L'arte, con il suo carico di storia, è tradizionalmente associata a un senso di inviolabilità. Prevale l'idea che il patrimonio culturale debba essere onorato e preservato nella sua forma originale, intoccata dal progresso tecnologico: in quest'ottica, la protezione del patrimonio culturale e lo sviluppo tecnologico si contraddicono (Jin & Liu, 2022).

La digitalizzazione, d'altro canto, è sinonimo di innovazione, modernità ed evoluzione – concetti che possono sembrare in contrasto con la natura immutabile dei beni culturali. Questo apparente conflitto genera spesso resistenze all'introduzione di tecnologie digitali nel settore culturale.

Tuttavia, è fondamentale riconoscere che musei e istituzioni simili, pur mantenendo la loro missione di custodi del patrimonio, sono anche aziende che necessitano di una gestione efficiente e innovativa. In quest'ottica, la digitalizzazione emerge come uno strumento potente per valorizzare e diffondere il patrimonio culturale.

Il processo di digitalizzazione nel settore museale italiano è tuttora in corso, come dimostrano dati recenti: il 59,3% dei musei e delle istituzioni simili ha digitalizzato almeno una parte dei beni esposti al pubblico, mentre il 57,8% ha digitalizzato almeno una parte dei beni conservati nei depositi (Istat, 2022).

La digitalizzazione nel settore dei beni culturali si articola in una molteplicità di applicazioni, ciascuna con il potenziale di trasformare l'esperienza culturale. Tra queste, il miglioramento della comunicazione con il pubblico emerge come l'aspetto più visibile e facilmente implementabile.

Questa strategia comunicativa digitale si distingue per la sua relativa semplicità di attuazione e la rapidità con cui può essere implementata, caratteristiche che l'hanno resa particolarmente attraente durante la crisi pandemica. Di fronte alla necessità di mantenere un contatto con il proprio pubblico nonostante le chiusure forzate, molte istituzioni culturali hanno optato per questa soluzione come prima risposta all'emergenza:

- Il 63,6% delle istituzioni ha potenziato la propria presenza sui social media.

- Il 46,1% ha investito nell'attivazione o nel potenziamento delle proprie piattaforme web (Vinco, 2024).

Tuttavia, è cruciale sottolineare che la comunicazione digitale rappresenta solo la punta dell'iceberg nel vasto panorama delle potenzialità offerte dalla digitalizzazione. Il vero potenziale trasformativo della tecnologia digitale nel settore culturale va ben oltre la mera comunicazione, aprendo la strada a innovative modalità di fruizione, conservazione e studio del patrimonio culturale.

Nel libro *Gestione Dei Musei* viene sottolineato:

«Gli strumenti tecnologici, infatti, non sono solo funzionali alla comunicazione in termini di promozione dell'Istituzione presso nuovi target. Grazie alla tecnologia, un museo migliora la propria struttura organizzativa, ottimizza le risorse attraverso il reporting dinamico, tiene traccia dei budget, del flusso di lavoro, dei progetti e migliora la gestione, garantendo la trasparenza e mantenendo informati e coinvolti tutti i soggetti interessati» (Cuttaia & Bozzetti, 2020, p. 145).

Quindi, sottolinea che il processo di digitalizzazione, per essere veramente efficiente ed efficace, deve creare valore aggiunto e non limitarsi a trasmetterlo attraverso la comunicazione.

«Per mantenere il coinvolgimento, l'interesse a lungo termine, è essenziale adottare un approccio gestionale che abbia come obiettivo la creazione di valore, utilizzando come materia prima e fonte di nuovi contenuti proprio la collezione, il bene, il patrimonio stesso» (p. 145).

La creazione di valore aggiunto nel settore culturale richiede investimenti sostanziali, mirati all'implementazione di strategie di digitalizzazione innovative. Per sostenere questa trasformazione, sono stati sviluppati diversi progetti di investimento a livello europeo e nazionale.

Un'iniziativa chiave in questo ambito è il programma *Horizon Europe*, gestito dalla Commissione Europea. Questo rappresenta il piano di finanziamento per la ricerca e l'innovazione più importante mai realizzato nell'Unione Europea. Il programma si articola in tre pilastri principali, ciascuno dedicato a diverse aree tematiche:

1. Eccellenza scientifica
2. Sfide globali e competitività industriale europea
3. Europa innovativa

All'interno del secondo pilastro, "Sfide globali e competitività industriale europea", si colloca il cluster "Cultura, creatività e società inclusiva". Questo segmento, a cui sono stati destinati 2.280 miliardi di euro (Commissione Europea, 2021), punta a consolidare i valori democratici europei, inclusi Stato di diritto e diritti fondamentali, preservare il patrimonio culturale e stimolare trasformazioni socioeconomiche per inclusione e crescita (Commissione Europea, 2024).

A livello nazionale, l'Italia ha intrapreso iniziative significative per promuovere la digitalizzazione nel settore culturale.

Nel 2016, il Politecnico di Milano ha istituito l'Osservatorio Innovazione Digitale nei Beni e nelle Attività Culturali. Questa iniziativa pionieristica mira a facilitare l'adozione dell'innovazione digitale nelle istituzioni culturali e a creare uno spazio di dialogo tra i diversi attori dell'ecosistema culturale (Politecnico di Milano, 2024).

Più recentemente, il Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR) ha dedicato una sezione specifica alla cultura, Missione 1 Componente 3, denominata anche "Cultura 4.0",

Il piano si articola in tre misure principali:

- Misura 1: Patrimonio culturale per la prossima generazione (1,1 miliardi di euro)
- Misura 2: Rigenerazione di piccoli siti culturali, patrimonio culturale religioso e rurale (2,72 miliardi di euro)
- Misura 3: Industria Culturale e creativa 4.0 (0,46 miliardi di euro)

La prima misura destina una parte alla digitalizzazione del patrimonio culturale (500 mln €). (Ministero della cultura, 2024)

2.3. La digitalizzazione applicata

La digitalizzazione nel settore museale si manifesta attraverso una vasta gamma di applicazioni, offrendo soluzioni flessibili e adattabili alle diverse esigenze delle istituzioni culturali. L'implementazione di strategie digitali può variare significativamente in termini di complessità e costi: la scelta è influenzata da molteplici fattori chiave come la dimensione del museo, l'ampiezza della collezione, le risorse finanziarie disponibili, e gli obiettivi specifici del museo.

La sfida per i musei diventa quella di saper individuare la strategia di digitalizzazione che massimizzi l'impatto e il valore aggiunto, tenendo conto delle proprie specificità e risorse.

I paragrafi seguenti esplorano diverse tecniche di digitalizzazione e le loro applicazioni in musei nazionali e internazionali. Le tecnologie analizzate comprendono:

1. Siti web e piattaforme social media;
2. Archivi digitali;
3. Tour virtuali;
4. Videogiochi interattivi;
5. Realtà aumentata e virtuale.

Ciascuna di queste innovazioni sarà esaminata attraverso casi di studio concreti di musei nazionali e internazionali.

2.3.1. Il sito web e i social media

La creazione di un sito web o profili sui social media rappresenta uno degli approcci più accessibili alla digitalizzazione per i musei. Questi strumenti, seppur apparentemente simili, svolgono ruoli distinti nella strategia digitale di un'istituzione culturale.

Il sito web del museo si configura principalmente come una piattaforma informativa. Esso offre ai potenziali visitatori un punto di riferimento centrale per informazioni pratiche come orari, biglietti e accessibilità, descrizioni delle collezioni permanenti e mostre temporanee, risorse educative e materiali di approfondimento, nonché servizi online come prenotazioni, acquisto biglietti e visite virtuali.

I social media, d'altra parte, si prestano a una comunicazione più dinamica e interattiva con il pubblico. Attraverso queste piattaforme, il museo può costruire e rafforzare la propria identità di marca e trasmettere i propri valori in modo più empatico al cliente.

Sebbene entrambi i canali possano essere utilizzati in modo versatile, la loro natura intrinseca li predispone a funzioni diverse. Il sito web tende a essere più statico e istituzionale, ideale per informazioni durature e approfondite. I social media sono più adatti per contenuti effimeri e leggeri.

La rapidità di implementazione rende i siti web e i social media gli strumenti digitali più velocemente adottabili per i musei. Questa caratteristica si è rivelata cruciale durante la crisi pandemica, spingendo numerose istituzioni museali, precedentemente assenti dall'internet, a optare per queste strategie.

Le statistiche post-pandemia riflettono chiaramente questa tendenza: il 95% dei musei ha acquisito una presenza web, con il 47% che gestisce direttamente il proprio sito. Parallelamente, l'83% delle istituzioni ha stabilito una presenza sui social media (Santi, 2023, p. 31). In un periodo caratterizzato da chiusure forzate e distanziamento sociale, questi canali digitali si sono rivelati strumenti vitali, permettendo ai musei di mantenere un'attività virtuale e preservare un legame con il proprio pubblico.

Alcuni istituti hanno colto l'opportunità per sviluppare piattaforme digitali che trascendono la mera sostituzione dell'esperienza fisica, diventando veri e propri prodotti complementari all'offerta museale tradizionale.

Un esempio è rappresentato dalla Pinacoteca di Brera di Milano e dalla Biblioteca Nazionale Braidense. Queste istituzioni hanno dato vita a BreraPlus, una piattaforma interattiva crossmediale che va oltre la semplice replica digitale della collezione.

BreraPlus nasce con lo scopo di raccogliere contenuti esclusivi come documentari, film, eventi, approfondimenti, volte ad arricchire la serie di opere del museo (Pinacoteca di Brera, 2024). Fino al 2021, l'accesso a BreraPlus era completamente gratuito; oggi, si può fruire dei contenuti solo tramite un abbonamento (Bollati, Morea, Antonucci, & Spanevello, 2024, p. 521).



Figura 1. BreraPlus+. Fonte: Atribune, 2020.

Come afferma il direttore della Pinacoteca di Brera e della Biblioteca Nazionale Braidense, James M. Bradburne:

«BreraPlus comprende tutti i contenuti che mettiamo sul sito per valorizzare le nostre opere, le nostre collezioni, che va *plus*, che va ad aumentare l'esperienza fisica dell'opera *in situ* nel museo. Vogliamo, in BreraPlus, abbinare le due modalità, le due forme per godere del contenuto del museo. È come se invece di prendere un diretto che va da Milano a Roma, avessimo creato i filmati con le fermate. È come viaggiare in treno però decidendo di prenotare una fermata, come se volessi scendere alla prossima fermata, Firenze. In una maniera molto specifica aggiunge alla narrazione del filmato tradizionale anche un'esperienza che trasforma la visita del museo» (Bradburne, 2020).

2.3.2. L'archivio digitale

L'archivio digitale rappresenta una delle innovazioni tecnologiche più significative e ampiamente adottate nel settore museale di oggi. Questo strumento permette di

conservare e catalogare in formato digitale opere d'arte, documenti storici, immagini, contenuti multimediali, e materiali della collezione.

L'implementazione di un archivio digitale offre vantaggi cruciali su due fronti:

- da una parte, per l'istituzione museale, ottimizzando i processi di gestione della collezione e permettendo un monitoraggio dello stato delle opere più efficiente;
- dall'altra, per il pubblico, offrendo l'accesso alla collezione da remoto e facilitando la sua diffusione (Forma S.r.l., 2021).

La creazione di un archivio digitale è un processo articolato che si sviluppa attraverso diverse fasi interconnesse (Savino Solution, 2024):

1. **Acquisizione digitale:** questa fase iniziale prevede la conversione dei beni culturali in formato digitale. Le tecniche variano in base alla natura dell'oggetto: si va dalla scansione ad alta risoluzione per documenti cartacei alla fotografia digitale per opere d'arte tridimensionali, fino alla digitalizzazione di contenuti audiovisivi.
2. **Elaborazione e ottimizzazione:** le immagini e i file acquisiti vengono sottoposti a un processo di post-produzione. Ciò include la correzione del colore, il miglioramento del contrasto, la riduzione del rumore digitale e altre tecniche volte a massimizzare la qualità.
3. **Metadattazione¹¹:** ogni elemento digitalizzato viene arricchito con metadati attraverso la realizzazione di una scheda per ogni opera. Questi includono informazioni descrittive (titolo, autore, data di creazione), tecniche (dimensioni, materiali, tecniche utilizzate), contestuali (provenienza, storia espositiva) e amministrative (diritti d'autore, condizioni di accesso).
4. **Catalogazione e indicizzazione:** le schede vengono organizzate secondo un sistema di classificazione. L'utilizzo di tag, categorie e parole chiave permette di facilitare le ricerche per diversi criteri, come movimento artistico, collocazione geografica o periodo storico.
5. **Accessibilità e diffusione:** la fase finale prevede lo sviluppo di una piattaforma che consenta al pubblico di esplorare l'archivio del museo.

¹¹ «La metadattazione è il processo di registrazione dei metadati, ovvero dei dati funzionali all'identificazione e al reperimento di qualsiasi tipo di risorsa» (Guerrini, 2022).

Mentre i siti web e i social media rappresentano il primo passo dei musei verso il pubblico, l'archivio digitale segna un salto qualitativo nell'accessibilità culturale. Questa tecnologia spalanca virtualmente le porte dell'istituzione, offrendo una visione completa e dettagliata del patrimonio museale. L'archivio si trasforma quindi in un potente strumento di storytelling per il museo, raccontando la sua identità attraverso le sue opere.

La Galleria Nazionale dell'Umbria¹² ha intrapreso questo percorso di digitalizzazione dell'archivio già dal 2017¹³. Questo progetto nasce dalla volontà, e necessità, di gestire non solo le opere d'arte, ma anche il materiale archivistico, bibliografico, fotografico e multimediale che formano il patrimonio del museo (Galleria Nazionale dell'Umbria, 2024). L'obiettivo della Galleria era, infatti, quello di “aprire il proprio patrimonio al più ampio bacino d'utenza possibile, iniziando la visita alla collezione ancor prima di essere fisicamente dentro le sale del museo, così da innescare curiosità che possono indurre l'utente a venire a visitare la collezione” (Galleria Nazionale dell'Umbria, 2020, p. 1).

La strategia adottata dal museo pone l'opera d'arte al centro della piattaforma: ogni opera è rappresentata da una scheda O/A¹⁴, a cui sono collegate tutte le informazioni e i documenti relativi all'opera. Questa modalità permette di accedere ad alcune funzioni, come audioguide, collegamenti con materiali integrativi, link per la condivisione sui social e geolocalizzazione sia della provenienza originaria, sia della collocazione nel museo (p. 2). In questo modo, come afferma la stessa Galleria:

«l'utente svolge un ruolo sempre più centrale, avendo la possibilità di personalizzare l'esplorazione cognitiva personale della collezione in base ai propri interessi» (p. 8).

¹² La Galleria Nazionale dell'Umbria (GNU) è un museo statale situato nel Palazzo dei Priori di Perugia, palazzo più importante della città che ospita ancora oggi parte del Municipio.

¹³ Tutte le informazioni relative al progetto dell'archivio digitale sono state fornite dalla Galleria Nazionale dell'Umbria.

¹⁴ La scheda O/A, che sta per scheda Opera/oggetto d'Arte, contiene solo le informazioni base dell'opera.

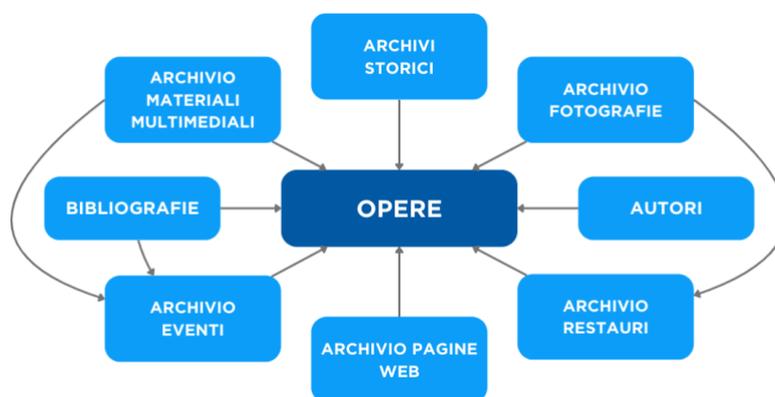


Figura 2. Sistema di archiviazione digitale delle opere.

L'archivio si presenta come una rete interconnessa di documenti legati alla Galleria, che funge da strumento di fruizione e ricerca completo e aperto all'integrazione continua di informazioni. Per dare vita al progetto sono stati necessari vari tipi di scanner e software di catalogazione, come "Samira", che la Galleria ha potuto utilizzare grazie alla partnership con DM Cultura (Galleria Nazionale dell'Umbria, 2024).

Il museo, oltre a questa partnership e alle collaborazioni con uno studio grafico e uno informatico per lo sviluppo del nuovo sito web, si è dedicato alla formazione di tutto il personale nell'utilizzo delle nuove strumentazioni (Galleria Nazionale dell'Umbria, 2024).

Per rendere questo servizio completo, la Galleria dal 2017 ha intrapreso un'ampia raccolta di documenti in tutta l'Umbria, correlati alle opere esposte e/o al Palazzo dei Priori. Questo lungo progetto ha permesso al museo di digitalizzare, nei primi due anni, un totale di 72.300 materiali tra documenti d'archivio, riproduzioni fotografiche, documentazione relativa all'archivio restauro delle opere e una parte della bibliografia della biblioteca della Galleria (p. 1).

Inizialmente, l'archivio digitale fungeva da strumento interno per ottimizzare i processi gestionali e organizzativi dell'azienda; nel 2021, il progetto è stato reso accessibile al pubblico tramite un sito web dedicato (p. 5). La Galleria ha affermato che in sede di apertura, il progetto ha avuto un'accoglienza positiva, soprattutto per la ricerca, grazie alla all'esaustività delle informazioni presenti nel sistema. Tuttavia, il servizio è

attualmente sospeso per interventi di manutenzione e non sarà disponibile almeno fino alla fine dell'anno (Galleria Nazionale dell'Umbria, 2024).

Per il futuro, la Galleria auspica l'adozione di strategie simili da parte di altre istituzioni regionali, mirando a creare una rete più ampia e ricca. Inoltre, prevede di arricchire la gamma di tecnologie presenti nel sistema per tenere il passo con le innovazioni nell'informazione e comunicazione, puntando ad espandere il proprio pubblico (Galleria Nazionale dell'Umbria, 2024).

2.3.3. Il tour virtuale

Il tour virtuale è una tecnica innovativa che permette di creare esperienze immersive a 360°. Partendo da una serie di fotografie scattate con una comune macchina fotografica, si costruisce un'immagine equirettangolare: attraverso software specializzati, quest'immagine viene elaborata per consentire un'esplorazione interattiva da computer, offrendo all'utente la sensazione di trovarsi fisicamente sul posto (Orlandi, Zambruno, & Vazzana, 2014, p. 2).

I musei che avevano già adottato questa tecnologia prima della pandemia si sono trovati in una posizione privilegiata: nel 2020, solo il 30% delle istituzioni museali italiane offriva un tour virtuale (Vincio, 2024). Questo strumento consente infatti di "visitare" virtualmente le collezioni in qualsiasi momento, superando barriere temporali e geografiche, offrendo un'esperienza culturale accessibile e coinvolgente anche a distanza.

Il Museo Egizio di Torino è probabilmente tra quelli che si sono distinti in termini di presenza digitale durante il primo lockdown (Bollati, Morea, Antonucci, & Spanevello, 2024, p. 519). L'esperienza virtuale del museo offre una visita immersiva e flessibile, consentendo agli utenti di esplorare liberamente tutti gli spazi espositivi dal proprio dispositivo. I visitatori possono navigare autonomamente attraverso le sale, usufruendo della mappa del museo e delle indicazioni sulle collezioni presenti in ogni piano.

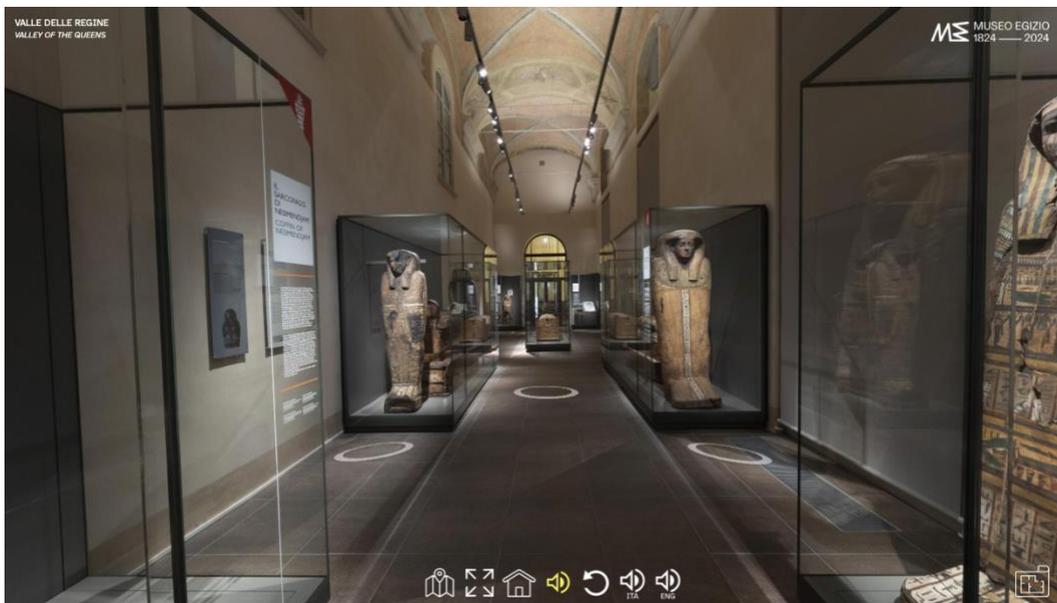


Figura 3. Valle delle Regine, Tour virtuale. Fonte: Museo Egizio di Torino, 2024.

Per chi desidera una visita più strutturata, è disponibile un tour guidato che segue l'ordine logico delle sale e la disposizione delle opere. Questo percorso è arricchito da un'audioguida professionale, fruibile sia in italiano che in inglese, che fornisce approfondimenti su ogni opera e sul contesto storico-artistico.

L'esperienza è ulteriormente potenziata da materiali multimediali supplementari, tra cui documenti storici, video esplicativi e immagini ad alta risoluzione, che offrono un'analisi dettagliata delle opere e del loro significato. Inoltre, per coinvolgere e stimolare la curiosità dei più giovani, è stato sviluppato un tour interattivo specificamente pensato per il pubblico più piccolo.

La missione alla base di questa iniziativa è rendere il museo universalmente accessibile: indipendentemente da vincoli economici o fisici, l'istituzione si impegna a mettere la propria collezione a disposizione di tutti. Questa scelta è guidata dal principio fondamentale secondo cui l'educazione e l'arte debbano essere gratuite e fruibili da chiunque.

Molti musei, invece di proporre un tour virtuale su un proprio sito, hanno deciso di rivolgersi a piattaforme esterne per offrire la stessa esperienza. Tra queste, spicca Google

Arts & Culture, un progetto lanciato nel 2011 che ha rivoluzionato l'accesso all'arte e alla cultura. Nato dalla collaborazione con alcuni dei più prestigiosi musei al mondo, oggi questa piattaforma vanta partnership con circa 2000 istituzioni culturali e archivi internazionali (Kennicott, 2011).

Il successo di Google Arts & Culture risiede nell'adattamento creativo della tecnologia Street View al contesto museale. Questo esempio di trasferimento tecnologico ha permesso a Google di applicare una soluzione già consolidata nel campo della cartografia digitale a un settore completamente diverso, ossia quello dell'arte e della cultura.

Google Arts & Culture è completamente gratuito. Il progetto nasce infatti con la "missione di preservare e portare online l'arte e la cultura mondiale in modo che sia accessibile a chiunque, ovunque" (Google).

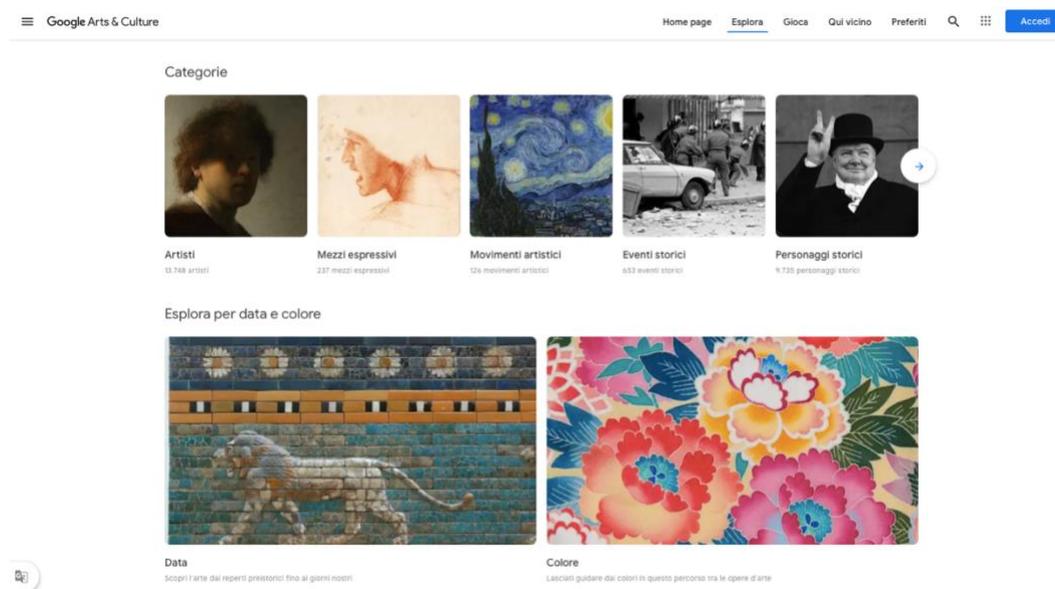


Figura 4. Esplora con Google. Fonte: Google Art & Culture, 2024.

La piattaforma si distingue per la sua straordinaria interattività, offrendo un'ampia gamma di tecnologie e attività pensate per coinvolgere e stimolare la curiosità del "visitatore". Ogni opera d'arte è presentata con informazioni contestualizzate e una visualizzazione della sua collocazione all'interno del museo,

Oltre ai tour virtuali immersivi, Google Arts & Culture arricchisce l'esperienza dell'utente con una varietà di contenuti complementari. Articoli approfonditi, video documentari, giochi educativi e numerose altre risorse offrono molteplici livelli di

coinvolgimento, trasformando la visita virtuale in un'esperienza culturale completa e multidimensionale.

2.3.4. Il videogioco

La decisione di sviluppare un videogioco come strategia di digitalizzazione rappresenta una mossa audace e innovativa nel panorama culturale. Questa scelta, tuttavia, si rivela particolarmente ragionata alla luce della crescita del settore videoludico negli ultimi anni.

Si prevede, infatti, che l'industria dei videogiochi¹⁵ possa superare un valore di 300 miliardi di dollari entro il 2026 (Il Sole 24 Ore, 2023). La rilevanza del settore è dimostrata anche dal fatto che, nel 2019, gli italiani, per i videogames, hanno speso quasi un miliardo di euro (Finestre sull'Arte, 2021).

Il Museo Nazionale Thyssen-Bornemisza di Madrid fu tra i pionieri nell'integrare i videogiochi nel contesto museale. Questa iniziativa nacque nel 2013 dalla collaborazione tra Rufino Ferreras, direttore di EducaThyssen¹⁶, e Daniel Sánchez, fondatore dell'azienda sviluppatrice di videogiochi Gammera Nest.

Nel 2015, dopo due anni di sviluppo, venne inaugurato Nubla Art Game, uno studio permanente dedicato ai giochi digitali all'interno di EducaThyssen (Sánchez, 2015). Questo progetto diede vita a *Nubla* (2015) (Fig. 4), il primo videogioco ufficiale del museo, distribuito per dispositivi mobili, PC e console. Il successo di questa iniziativa fu tale da portare alla creazione di un seguito, *Nubla 2* (2019) (Fig. 5), rilasciato esclusivamente per PC e console (Bahia, 2023).

¹⁵ Sono considerati i videogiochi per console, PC e dispositivi mobili.

¹⁶ L'Area Educazione del Museo Nazionale Thyssen-Bornemisza.

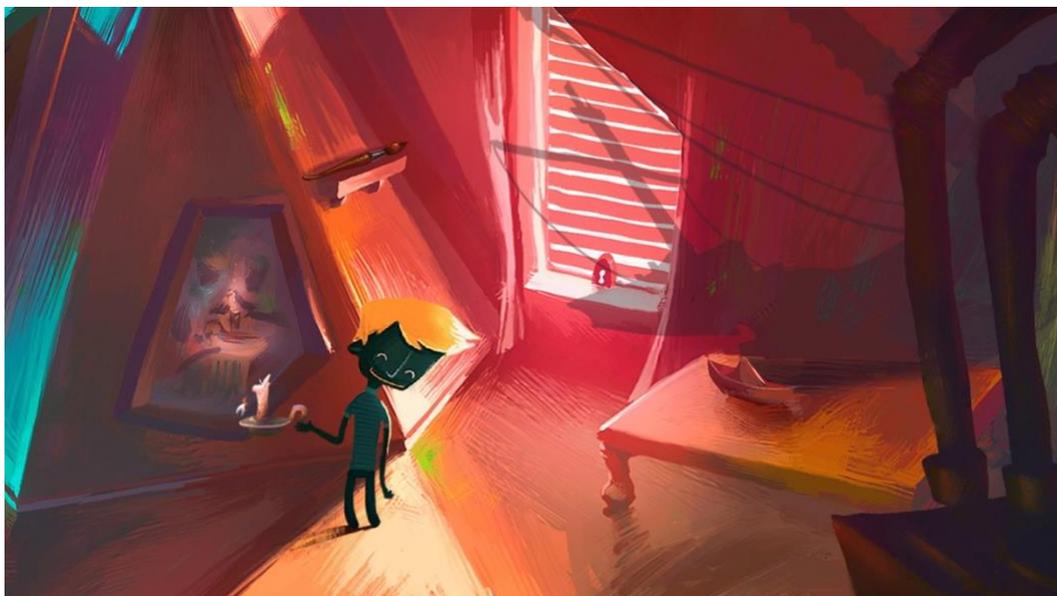


Figura 5. Nubla. Fonte: PlayStation, 2024.

Nubla non si limita a offrire una trama avvincente, ma crea un'esperienza visiva straordinaria, intessendo paesaggi e personaggi ispirati direttamente alle opere del museo. Questo approccio trasforma l'intrattenimento in un viaggio artistico stimolante e immersivo.



Figura 6. Nubla 2. Fonte: PlayStation, 2024.

Partendo dall'iniziativa di EducaThyssen, il museo è riuscito a dar vita ad un mondo virtuale tanto affascinante quanto le opere esposte nelle sue sale. Questo universo digitale

ha conquistato gradualmente i giocatori: nel 2017, il gioco aveva già raggiunto le 20.000 copie vendute negli Stati Uniti, nel Regno Unito, in Germania e in Spagna (Yeste, 2017).

Nel panorama italiano, il Museo Archeologico Nazionale di Napoli (MANN) fu il primo in Italia ad approcciare questa stessa strategia. L'iniziativa prese forma nel 2016, con l'insediamento del nuovo direttore Paolo Giulierini. Il Piano Strategico 2016-2019 del museo sottolineava la necessità di “migliorare la capacità di attrazione nei confronti dei diversi pubblici del Museo e rafforzare il legame con quelli esistenti” (MANN, p. 72), mirando in particolare a coinvolgere un pubblico più giovane attraverso un'esperienza videoludica immersiva.

Oltre a questo preciso obiettivo, il gioco è stato progettato per raggiungere molteplici obiettivi strategici del museo: migliorare l'immagine, aumentare la fidelizzazione, accrescere la visibilità, potenziare l'accessibilità e incrementare l'attrattività dell'istituzione (Solima, 2018, p. 282).

Nella primavera del 2017, venne lanciato *Father & Son*, il “primo videogioco interamente realizzato con e per un museo archeologico italiano” (Zane, 2017). Disponibile gratuitamente su AppStore e GooglePlay in italiano e inglese¹⁷, il gioco è frutto della collaborazione con TuoMuseo, un collettivo interdisciplinare specializzato nell'intersezione tra arte e videogiochi.

¹⁷ Successivamente venne rilasciato anche in cinese, russo, tedesco, spagnolo e portoghese.

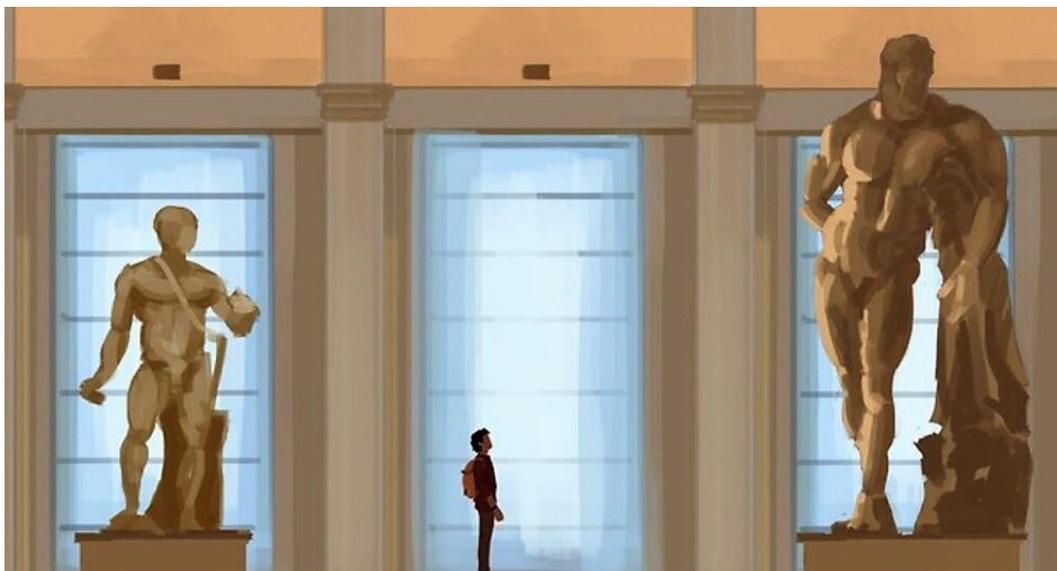


Figura 7. *Father and Son*. Fonte: Archeomatica, 2021.

Father and Son narra le vicende di Michael, figlio di un archeologo, in un viaggio attraverso Napoli e le sale del MANN, esplorando le tre principali collezioni del museo: pompeiana, Farnese ed egizia. Nel gioco, sono stati riprodotti 3 km di strade di Napoli e l'intero museo (MANN, 2023).

Il gioco ha riscosso un successo straordinario, superando i 5 milioni di download e favorendo l'uscita del sequel *Father and Son 2* (Urso, 2022). Sorprendentemente, nonostante fosse stato concepito per un pubblico giovane, ha attratto principalmente adulti, con il 57% degli utenti sopra i 35 anni (Solima, p. 286).

Questo risultato potrebbe essere attribuibile alla profondità tematica del gioco, che affronta argomenti complessi come il lutto, la famiglia e la perdita: ha suscitato una profonda risonanza emotiva tra gli utenti, molti dei quali l'hanno descritto come un'esperienza toccante e coinvolgente. Il videogioco ha conferito una nuova "profondità" al MANN e alle sue collezioni, dimostrando come l'innovazione tecnologica possa arricchire e amplificare l'esperienza museale tradizionale (Kidd, 2015).

L'impatto di *Father and Son* ha superato i confini nazionali, raggiungendo paesi come India, Stati Uniti, Brasile e Russia (Solima, p. 285). Questo successo globale testimonia il grande potenziale di questa tecnologia nel superare barriere fisiche e culturali.

2.3.5. La realtà aumentata e virtuale

La realtà aumentata (AR) e la realtà virtuale (VR) sono due tecnologie spesso confuse, ma caratterizzate da una fondamentale differenza.

La realtà aumentata (AR, dall'inglese *augmented reality*) è una tecnologia che arricchisce la percezione sensoriale umana aggiungendo digitalmente informazioni alla realtà (Treccani), questa tecnologia decora l'ambiente fisico esistente sovrapponendo elementi digitali – come immagini, suoni o dati. L'AR integra il mondo reale con quello virtuale, permettendo all'utente di interagire con entrambi simultaneamente.

La realtà virtuale, in inglese *virtual reality* (VR), invece, costituisce una “simulazione all'elaboratore di una situazione reale con la quale il soggetto umano può interagire, a volte per mezzo di interfacce non convenzionali, estremamente sofisticate” (Treccani). La VR crea un ambiente completamente artificiale, immersivo, che sostituisce totalmente il mondo reale, consentendo infinite modalità di applicazione a quasi tutti i settori (Xplo, 2020).

La principale differenza risiede quindi nel grado di immersione e nel rapporto con l'ambiente circostante: mentre l'AR arricchisce la realtà, la VR la sostituisce completamente.

Si stima che il mercato globale della AR e VR raggiunga i 305 miliardi di dollari entro il 2026 (Maurizio, 2022). In Italia, il 29% dei musei ha integrato soluzioni di realtà aumentata, virtuale e mista¹⁸ per arricchire l'esperienza di visita (Osservatori.net, 2024). Questa percentuale, seppur apparentemente modesta, va contestualizzata considerando le sfide significative legate all'implementazione di tali tecnologie: AR e VR richiedono, infatti, un alto investimento iniziale e la capacità di controbilanciare la complessità tecnica.

L'implementazione di queste tecnologie richiede dispositivi specifici. Per la realtà aumentata, possono essere utilizzati

- dispositivi mobili, come smartphone o tablet, dotati di fotocamera e sensori adeguati;

¹⁸ La realtà mista, o ibrida, consiste nella combinazione di entrambi i tipi di tecnologia.

- smartglasses, ossia occhiali intelligenti progettati specificamente per applicazioni AR, che offrono un'esperienza più immersiva e a mani libere;
- visori AR, ossia maschere o visori in cui si può inserire uno smartphone, creando un effetto simile agli occhiali intelligenti.

La realtà virtuale, invece, richiede un approccio più sofisticato rispetto alla realtà aumentata per creare un'esperienza completamente immersiva; i dispositivi mobili hanno troppe limitazioni per sfruttare la tecnologia a pieno. I visori VR dedicati sono progettati specificamente per questa tecnologia.

Questi visori sono accompagnati da sensori ambientali, che mappano l'ambiente circostante e monitorano la posizione dell'utente nello spazio 3D in tempo reale, e da controller interattivi, per controllare gli oggetti virtuali. In alcuni casi, è presente anche un'area dedicata, in cui l'utente può muoversi in sicurezza.

Questa configurazione, più complessa della realtà aumentata, consente di creare esperienze VR altamente realistiche e coinvolgenti. Inoltre, per entrambe le tecnologie, la qualità dell'esperienza può variare significativamente in base alle specifiche tecniche dei dispositivi utilizzati.

Tra le tecnologie immersive, le istituzioni museali tendono a privilegiare la realtà aumentata rispetto alla realtà virtuale: questa scelta è guidata principalmente dai costi più contenuti e dalla maggiore facilità di implementazione dell'AR.

La compatibilità della realtà aumentata con i dispositivi mobili dei visitatori riduce significativamente le barriere all'adozione, abbattendo i costi per i musei e rendendo l'esperienza più accessibile al pubblico. Inoltre, la capacità dell'AR di sovrapporre informazioni digitali al mondo reale l'ha resa particolarmente popolare negli ultimi anni (Xplo, 2020) e si adatta perfettamente al contesto museale.

Nel 2021, il Metropolitan Museum of Art di New York ha lanciato *The Met Unframed*, un innovativo progetto multimediale basato sulla realtà aumentata. Questa iniziativa, frutto della collaborazione con Verizon, società nei servizi di tecnologia e telecomunicazioni, e Unit9, società di produzione multidisciplinare, permette agli utenti

di esplorare digitalmente il museo da qualsiasi luogo, in modo completamente gratuito, utilizzando dispositivi smart compatibili con reti 4G o 5G (Maida, 2021).



Figura 8. "Washington attraversa il fiume Delaware", Emanuel Leutze con la AR. Fonte: UNIT9, 2021.

L'accesso alla realtà aumentata di *The Met Unframed* è stato progettato per essere intuitivo e accessibile. I visitatori possono avviare l'esperienza semplicemente scannerizzando un codice QR con il proprio dispositivo mobile (Youmark, 2021). Una volta effettuata la scansione, il sito web fornisce istruzioni chiare per utilizzare la tecnologia AR, rendendo l'esperienza fruibile anche per utenti meno esperti.

Tuttavia, *The Met Unframed* va oltre la semplice implementazione della AR. La piattaforma si configura come un ecosistema digitale che offre varie attività, come contenuti esclusivi, gallerie inedite, quiz e giochi da fare all'intero del museo (SkyArte, 2021).

Il sito offre anche 46 riproduzioni tridimensionali e interattive di opere famose, che gli utenti possono proiettare virtualmente in qualsiasi ambiente esterno al museo (Santi, p. 49). Come afferma il game director Jakub Jakubowski:

«In times, when you can't go to the Met, we bring the Met to you»¹⁹
(Jakubowski, 2021).

In aggiunta, il museo della Grande Mela, sempre con la collaborazione di Verizon, ha annunciato una partnership con la piattaforma di gioco online Roblox²⁰. Questa iniziativa, denominata *The Replica*, è programmata per debuttare il 3 agosto 2024.

L'applicazione *The Replica* integrerà la realtà aumentata nell'esperienza di visita del museo, permettendo ai giocatori di Roblox di interagire con i loro avatar all'interno degli spazi espositivi.

Un elemento chiave dell'evento sarà la possibilità di collezionare oggetti virtuali di edizione limitata all'interno del gioco, disponibili esclusivamente per i visitatori fisici del museo (The Met, 2024). Questa strategia mira a incentivare i giocatori di Roblox ad acquistare biglietti per il museo, potenzialmente aumentando il numero di visitatori, specialmente tra il pubblico più giovane.

L'adozione della realtà aumentata nei musei italiani è un fenomeno iniziato precedentemente all'iniziativa del Met. Un esempio significativo risale al 2018, quando il Museo delle Scienze di Trento (MuSe), in occasione del suo quinto anniversario, ha introdotto *GO!Muse*, un'applicazione per arricchire l'esperienza di visita.

L'applicazione sfrutta la tecnologia VPS (Visual Positioning Service) di Google, funzionando come un navigatore GPS per interni. L'app permette ai visitatori di esplorare in modo interattivo la collezione dedicata agli animali preistorici e contemporanei del museo, offrendo un'esperienza immersiva e educativa (Girardi, 2019).

Grazie a *GO!Muse*, i visitatori possono scoprire la vera essenza dei reperti museali semplicemente inquadrandoli con il proprio dispositivo, accedendo così a ricostruzioni 3D, animazioni e informazioni dettagliate che danno vita ai fossili esposti.

¹⁹ «In tempi in cui non puoi andare al Met, noi portiamo il Met da te». Questa iniziativa era stata promossa soprattutto durante il periodo pandemico.

²⁰ Roblox è una piattaforma online diventata molto popolare negli ultimi anni. Permette agli utenti di interagire tramite avatar virtuali in ambienti di gioco personalizzabili, combinando socializzazione e creatività.



Figura 9. *GO!Muse* applicato a uno scheletro di dinosauro del museo. Fonte: *MuSe*, 2018.

Come ha affermato il direttore del MuSe, Michele Lanzinger:

«[Il MuSe è il] primo museo in Italia ad adottare un'applicazione di questo tipo» (Lanzinger, 2018)

Secondo l'amministratore delegato di GuidiGO²¹, David Lerman:

«[Il MuSe è il] primo al mondo a utilizzare la realtà aumentata in modo così massiccio, con undici dinosauri e una balena coinvolti nel progetto» (Lerman, 2018).

Per garantire un'esperienza visiva di alto livello, il MuSe ha coinvolto i due paleoartisti Davide Bonadonna e Fabio Manucci: il loro lavoro, supervisionato scientificamente dai ricercatori del museo, ha assicurato che le ricostruzioni fossero accurate dal punto di vista scientifico (Santuliana, 2018).

Massimo Bernardi, paleontologo del MuSe, ha sottolineato l'importanza di *GO!Muse* come ponte tra scienza e spettacolo. L'applicazione riesce, infatti, a rendere accessibile e

²¹ GuidiGO è la società a cui si è affidato il MuSe per la realizzazione di *GO!Muse*.

coinvolgente una ricostruzione scientificamente accurata basata su studi paleontologici globali (Santuliana, 2018).

In seguito all'introduzione di questa tecnologia innovativa, il MuSe ha registrato un notevole afflusso di 588.219 visitatori (MuSe, 2019), di cui il 40% costituito da gruppi scolastici, dimostrando l'efficacia dell'iniziativa nell'attrarre un pubblico diversificato e nel potenziare il ruolo educativo del museo (Le scienze, 2018).

Come precedentemente discusso²², la realtà virtuale presenta maggiori sfide implementative rispetto alla realtà aumentata, principalmente a causa della necessità di hardware specializzati.

È importante, tuttavia, non confondere la VR con i tour virtuali²³, sebbene entrambi possano richiedere l'uso di visori o occhiali intelligenti. Quando si parla di iniziative di realtà virtuale nel contesto museale, ci si riferisce allo sviluppo di un vero e proprio "mondo" virtuale immersivo.

Questo tipo di progetto richiede risorse e competenze significativamente maggiori rispetto a un semplice tour virtuale. La creazione di un ambiente VR coinvolge una vasta gamma di professionisti specializzati: sono necessari programmatori esperti, designer specializzati, artisti 3D, ed esperti di contenuti per garantire l'accuratezza storica e culturale.

L'obiettivo è creare un ambiente digitale che sia non solo tecnicamente sofisticato e funzionale, ma anche esteticamente piacevole e storicamente accurato.

Nel panorama europeo, il Louvre di Parigi si è distinto per aver intrapreso una sfida ambiziosa nel campo della realtà virtuale. Nel 2020, il museo ha lanciato *Mona Lisa: Beyond the Glass*, il suo primo progetto di realtà virtuale (Louvre, 2021).

Nata con la collaborazione di HTC VIVE Arts e lo studio di VR Emissive, l'iniziativa è stata concepita come parte integrante della mostra dedicata a Leonardo Da Vinci, un evento che ha avuto luogo dal 24 ottobre 2019 al 24 febbraio dell'anno dopo.

²² Vd. p. 42.

²³ Vd. p. 35.

Dominique de Font-Réaulx, direttrice del Dipartimento di Interpretazione e Programmazione Culturale del Louvre, ha affermato che il progetto dà la possibilità al pubblico di entrare nel dipinto, sia per osservarlo da più vicino, sia per immergersi nel suo universo (Font-Réaulx, 2019).



Figura 10. *Mona Lisa: Beyond the Glass*. Fonte: Louvre, 2019.

Grazie a questa esperienza, i visitatori possono immergersi completamente nel mondo della Gioconda, esplorando non solo i dettagli del dipinto stesso, ma anche scoprendo la ricca storia e i misteri che circondano l'opera più celebre di Leonardo da Vinci. Questa tecnologia permette di osservare il capolavoro da prospettive inedite, rivelando particolari difficilmente apprezzabili a occhio nudo e offrendo un'interpretazione interattiva del contesto storico e artistico in cui il dipinto è stato creato. L'esperienza offre un equilibrio poetico tra reinterpretazione artistica e informazione scientifica, creando un'immersione tanto bella quanto istruttiva nel mondo della Gioconda (Maëlys, Piers, & Chu-Yin, 2024)

L'esperienza è stata ideata per avere una versione da promuovere all'interno del Louvre, e un'altra da promuovere al di fuori del museo²⁴. Questo perché la missione del Louvre era quella di trovare nuovi modi per raggiungere il pubblico sia all'interno che all'esterno delle sue mura (HTC VIVE, 2019). Font-Réaulx affermò, infatti:

²⁴ *Mona Lisa: Beyond the Glass* è disponibile anche su altre piattaforme VR, permettendo di provarla anche al di fuori del museo.

«È molto importante che siamo in grado di rivolgerci a entrambe le persone: le persone che vengono qui e le persone che non vengono ma che sono interessate al museo» (Font-Réaulx, 2019).

Mona Lisa: Beyond the Glass è stata concepita come un'esperienza complementare alla visita tradizionale del Louvre, affrontando una delle principali sfide del museo: l'affollamento nella sala della Gioconda. Emmanuel Gorinstein, art director di Emissive, ha sottolineato il problema affermando che, a causa dell'elevato flusso di visitatori, si ha in media solo 30 secondi per osservare il quadro da vicino (Gorinstein, 2019).

All'interno del museo, l'esperienza VR ha lo scopo di completare e migliorare il coinvolgimento dei visitatori attraverso una narrazione creativa che rivela più di quanto l'occhio possa vedere (HTC VIVE, 2019).

Maite Labat, a capo della produzione digitale e audiovisiva del Louvre, ha espresso la sua opinione positiva verso l'innovazione digitale, dichiarando che “sia ottima per i musei e dobbiamo usarla come strumento per riscoprire arti e capolavori” (Labat, 2019).

Font-Réaulx ha infine aggiunto:

«L'esperienza complessiva permetterà ai visitatori di aprire gli occhi sulla Gioconda, e forse anche di aprire la mente. È abbastanza difficile guardare il dipinto più famoso del mondo [...]. La VR aiuterà i visitatori a capire cosa c'è dietro il sipario» (Font-Réaulx, 2019).

3. Le mostre e i musei virtuali

L'avvento dei musei e delle mostre virtuali (o digitali) rappresenta una rivoluzione nel panorama culturale globale, diffondendosi rapidamente in quasi ogni paese negli ultimi anni. Questo fenomeno sta ridefinendo il concetto stesso di esperienza museale e il modo in cui interagiamo con l'arte e la cultura.

La distinzione fondamentale tra i musei tradizionali e quelli virtuali consiste nell'assenza di opere fisiche in questi ultimi. Nei musei virtuali, le esposizioni si incentrano sull'uso delle tecnologie digitali, impiegate come strumenti al servizio della cultura: grazie a queste, si crea un ambiente dinamico, stimolante e immersivo.

Nel 1996, Geoffrey Lewis fornì una definizione di museo virtuale che si rivela sorprendentemente attuale:

«Una collezione di immagini digitali, file sonori, documenti testuali e altri dati di interesse storico, scientifico o culturale ai quali si può accedere per mezzo di media elettronici. Un museo virtuale non ospita oggetti reali e quindi è privo della dimensione materiale e delle caratteristiche peculiari di un museo nel senso tradizionale del termine» (Galluzzi, 2010).

Nonostante siano trascorsi quasi tre decenni, questa definizione cattura ancora l'essenza dei musei virtuali moderni, che continuano a basarsi su collezioni digitali di varia natura - dalle immagini ai file audio, dai testi ai modelli 3D - accessibili attraverso mezzi elettronici.

In particolare, le mostre virtuali stanno vivendo una diffusione particolarmente rapida. A differenza dei musei permanenti, le mostre si distinguono per la loro natura itinerante, offrendo così una piattaforma più agile e versatile per la diffusione culturale.

Tra queste, le mostre multimediali immersive stanno emergendo come le più popolari: nel 2019 l'industria dell'intrattenimento immersivo è stata valutata a 61,8 miliardi di dollari (Brigante & Elger, 2020). Queste esposizioni tematiche – dedicate ad artisti, opere, movimenti artistici o musei – non includono opere materiali, ma le trasportano nello spazio espositivo attraverso tecnologie digitali avanzate. Questa modalità espositiva permette di mettere al centro della mostra non più le opere, ma il pubblico, creando un ambiente completamente immersivo.

Un vantaggio significativo delle mostre virtuali risiede nella loro capacità di diffondere l'arte superando i vincoli logistici e finanziari tradizionali. Queste esposizioni digitali, infatti, eliminano la necessità di radunare fisicamente le opere, spesso dislocate in vari complessi museali a livello globale. Di conseguenza, si azzerano i costi di trasporto, assicurazione e le complesse procedure di concessione tipicamente richieste dai musei proprietari delle opere.

Questo approccio non solo semplifica notevolmente l'organizzazione espositiva, ma amplia anche la portata della divulgazione culturale. La cultura artistica diventa così accessibile a un pubblico notevolmente più ampio e diversificato, superando barriere geografiche, economiche e sociali (Pepe, 2020).

Tuttavia, questa rivoluzione digitale nell'arte non è esente da critiche. Una scuola di pensiero esprime preoccupazione per l'eccessivo utilizzo delle tecnologie nell'ambito artistico. Alcuni critici, come Bruno Di Marino, ritengono che attraverso questi strumenti l'arte perda gran parte del suo valore emotivo, trasformando l'esperienza da poetica a superficiale e scenografica, arrivando a sostenere che le opere d'arte “perdano l'aura” che le caratterizza (Libero Pensiero, 2017).

D'altra parte, sostenitori come Riccardo Mazza vedono nelle tecnologie un utile mezzo di racconto, definendolo:

«[...] un racconto “verticale” e “orizzontale”. “Orizzontale” perché rivolto a tutti, e di questo la multimedialità è fondamentale, in quanto è il linguaggio contemporaneo che noi tutti oggi parliamo; e “verticale” perché la comunicazione del racconto che ne scaturisce genera le informazioni culturali necessarie [...]» (Nastro, 2017).

Tuttavia, il pensiero più diffuso tra gli esperti sembra essere che gli strumenti multimediali non debbano essere utilizzati come sostituti dell'esperienza originale, ma piuttosto come complemento e arricchimento. Antonella Sbrilli sintetizza efficacemente questo punto di vista:

«Rischi di confusione percettiva non ce ne sono, se gli strumenti multimediali sono sfruttati per le loro potenzialità (visione aumentata, interazione, suggerimenti di relazioni) e non come mere sostituzioni di immagini alle opere» (Nastro, 2017).

3.1. Le tecnologie adottate

La realizzazione di musei e mostre virtuali si avvale di un ampio spettro di tecnologie innovative, ciascuna scelta in funzione degli obiettivi comunicativi e dell'esperienza che si intende offrire al visitatore.

Tra queste, il video mapping emerge come una tecnologia chiave: permette di trasformare qualsiasi superficie in un display dinamico e interattivo. Questa tecnica avanzata crea illusioni visive, combinando elementi audiovisivi per generare un'esperienza immersiva (Ekim, 2011). Il video mapping si colloca nell'ambito delle tecnologie di realtà aumentata (Palmieri, 2021), anche denominata SAR, che sta per Spatial Augmented Reality.

Il video mapping è una tecnica sofisticata che si articola in fasi distinte:

1. Mappatura: si effettua una rilevazione fotografica dettagliata della superficie o dell'oggetto target.
2. Modellazione: si crea un modello virtuale 3D basato sui dati raccolti. Questo passaggio deve essere svolto con estrema precisione: nel caso contrario, si andrebbe a perdere l'efficacia visiva del progetto successivamente creato.
3. Progettazione: un team di esperti (lighting designers, video designers, grafici e tecnici audio) sviluppa il progetto creativo.
4. Realizzazione: si utilizzano proiettori, luci e sistemi audio per dare vita al progetto (PROIETTA, 2024).

Le origini del video mapping sono principalmente legate all'ambito artistico. Tuttavia, oggi, grazie allo sviluppo delle tecniche mappatura, questa tecnologia è applicabile a molti settori. Oggi, questa tecnologia può essere applicata a una vasta gamma di superfici e oggetti, dal mapping di interi edifici alla proiezione su corpi umani o elementi naturali. Ha riscontrato particolare successo nel settore del marketing e della promozione, dove si è rivelato un potente strumento per catturare l'attenzione del pubblico (Mikolajewska, 2023).

Oltre al video mapping, i musei e le mostre virtuali integrano diverse tecnologie avanzate, come:

1. schermi multimediali di grandi dimensioni, necessari per creare ambienti immersivi;
2. monitor touch screen, che rendono l'esperienza interattiva, permettendo ai visitatori di personalizzare la visita;
3. realtà aumentata e virtuale, che arricchiscono le esposizioni.

3.2. *Van Gogh: The Immersive Experience, Milano*

Van Gogh: The Immersive Experience esemplifica il potenziale delle mostre virtuali nell'era digitale. Si tratta di una mostra multimediale immersiva itinerante che con oltre 5 milioni di visitatori ha conquistato Europa, Asia e America (Fever Labs Inc., 2024). La mostra, nata nel 2017 negli Stati Uniti, ha infatti già toccato più di 90 città nel mondo (Mayana & Santika, 2023).

La mostra ripercorre la vita dell'artista olandese attraverso le sue opere: sono stati raccolti più di 900 dipinti ad olio e 1.100 schizzi, 518 dei quali sono stati letti ed elaborati dall'Intelligenza Artificiale: il processo richiede fino a 504 ore (Mayana & Santika, 2023).



Figura 11. *Van Gogh: The Immersive Experience, Milano*. Fonte: Milano Farini, 2023.

L'edizione milanese si è tenuta dal 31 maggio al 31 dicembre 2023 presso Lampo Scalo Farini ed è stata curata da Exhibition Hub e Fever Up (Eventi Milano, 2023). La mostra presenta ambienti immersivi di vaste dimensioni, come la “sala del Giapponismo”²⁵, che sfruttano tecnologie come proiezioni, schermi digitali e videomapping; 350 capolavori di Van Gogh visibili a 360° sono stati animati da 60 proiettori su una superficie di 2000 metri quadrati tra pavimento, pareti e soffitto (Artribune, 2023).

Infine, il percorso culmina in una sala dedicata alla realtà virtuale, dove 35 visitatori offrono ai visitatori *Un giorno nella vita dell'artista*, un viaggio di 10 minuti nel mondo di Van Gogh (Maccotta, 2023). Il motivo di inserire la realtà aumentata alla mostra è stato spiegato dallo stesso ceo e direttore creativo di Exhibition Hub, Mario Iacampo:

«Rispetto alla sala immersiva ha il vantaggio di poter guidare le persone, che non rischiano di perdere nulla. Solo così puoi raccontare una storia» (Maccotta, 2023).

La mostra immersiva, essendo un'esperienza multimediale, non espone opere fisiche di Van Gogh, ma si basa esclusivamente su riproduzioni digitali dei suoi capolavori. Questa modalità espositiva permette di allestire un'intera mostra senza la necessità di possedere o gestire opere d'arte originali, facendo invece leva sulle tecnologie di rappresentazione visiva.

Attraverso questo approccio, le mostre virtuali riescono a generare valore culturale ed economico pur non disponendo dei “prodotti base”, ovvero le opere d'arte fisiche. Le mostre di questo genere offrono sicuramente un'esperienza diversa rispetto ai musei tradizionali: è innegabile che l'emozione di osservare un'opera originale non possa essere equiparata a quella suscitata da una sua riproduzione digitale, per quanto sofisticata.

Su questo tema si è espresso Massimiliano Siccardi, creatore di mostre multimediali immersive come *Immersive Klimt: Revolution*, *Frida: Immersive Dream* e *Immersive Van Gogh Exhibit*²⁶. Riferendosi a quest'ultima, ha dichiarato:

²⁵ Vincent Van Gogh era un grande amante dell'arte giapponese, da cui ha tratto ispirazione per molte delle sue opere.

²⁶ Si tratta di una mostra diversa da *Van Gogh: The Immersive Experience*.

«Credo che per approfondire van Gogh si debba andare nei musei e guardare i quadri. Non è possibile riportare quella matericità in una proiezione digitale, quello che possiamo fare è valorizzare e mettere in scena il movimento che l'opera ha in sé. È come andare a vedere un film su van Gogh: è un film su van Gogh, non è van Gogh.» (Siccardi, 2022).

Sebbene questa modalità espositiva non possa essere considerata sostitutiva dell'esperienza museale tradizionale, essa possiede comunque la capacità di trasmettere emozioni intense. Si tratta, in effetti, dell'erogazione di un servizio culturale distinto, che, pur non raggiungendo lo stesso livello di autenticità dell'osservazione diretta delle opere originali, offre una prospettiva diversa sull'arte.

In fin dei conti, queste mostre perseguono un duplice scopo: da un lato, generare valore economico; dall'altro, e forse più importante, diffondere conoscenza. Il loro obiettivo è stimolare la curiosità del pubblico, incoraggiando un approfondimento culturale che si estende oltre l'evento stesso. In questo modo, le mostre stimolano i visitatori a esplorare ulteriormente musei e istituzioni culturali, creando così un circolo virtuoso di apprendimento.

4. Trasformazione digitale: un progetto per la Galleria Nazionale dell'Umbria

Nei capitoli precedenti sono state illustrate, attraverso alcuni casi di studio, le tecnologie emergenti nel settore museale contemporaneo. Ogni innovazione tecnologica offre funzionalità specifiche e persegue obiettivi distinti; analogamente, i musei stessi hanno missioni e scopi diversificati. In questo contesto, la scelta della tecnologia più appropriata diventa cruciale.

Tuttavia, non è solo la scelta della tecnologia a rappresentare una sfida: anche lo sviluppo di un progetto coerente con gli obiettivi del museo richiede un'attenta pianificazione. È importante sottolineare che la stessa tecnologia può essere impiegata per scopi e finalità molto differenti.

La tabella seguente sintetizza le tecnologie discusse, i musei o le mostre che le hanno adottate, il loro utilizzo e gli obiettivi perseguiti dalle istituzioni.

Tecnologia	Museo/Mostra	Utilizzo	Obiettivo
Sito web e social media	<i>BreraPlus+</i> , Pinacoteca di Brera, Milano	Raccogliere contenuti inerenti al museo.	<ul style="list-style-type: none"> • Offrire un prodotto complementare alla collezione del museo. • Mantenere un rapporto con il cliente anche durante la pandemia COVID-19.
Archivio digitale	Galleria Nazionale dell'Umbria (GNU), Perugia	Digitalizzare le opere del museo e le risorse collegate.	<ul style="list-style-type: none"> • Condividere il patrimonio in formato digitale. • Offrire al pubblico una modalità di ricerca avanzata sulle opere della Galleria. • Facilitare la gestione della collezione e dei materiali d'archivio.
Tour virtuale	Museo Egizio, Torino	Riprodurre digitalmente le sale del museo a 360°.	<ul style="list-style-type: none"> • Consentire al pubblico di visitare il museo online in modo gratuito. • Attrarre i possibili visitatori.
	Google Arts & Culture	Consentire ad altre organizzazioni culturali di condividere digitalmente le loro collezioni.	<ul style="list-style-type: none"> • Rendere la cultura e l'arte accessibile a chiunque, ovunque. • Costruire una community attraverso l'arte.

Tabella 2. Tabella riassuntiva casi studio osservati (pt. 1).

Tecnologia	Museo/Mostra	Utilizzo	Obiettivo
Videogioco	<i>Nubla 1 & 2</i> , Museo Nazionale Thyssen-Bornemisza, Madrid	Videogioco con storie legate al museo e alla sua collezione.	<ul style="list-style-type: none"> • Trasmettere i valori del museo. • Attrarre potenziali visitatori e rafforzare il legame con quelli esistenti.
	<i>Father & Son 1 & 2</i> , Museo Archeologico Nazionale di Napoli (MANN)		
Realtà aumentata	<i>The Replica</i> , Roblox, Metropolitan Museum of Art (Met), New York	Applicazione, nata con Roblox, che permette di fare giochi nel museo.	<ul style="list-style-type: none"> • Attrarre un pubblico più giovane.
	<i>The Met Unframed</i> , Metropolitan Museum of Art (Met), New York	Integrare elementi digitali alle opere.	<ul style="list-style-type: none"> • Rendere interattiva la visita. • Attrarre potenziali visitatori e rafforzare il legame con quelli esistenti.
	<i>GO!Muse</i> , Museo delle Scienze (MuSe), Trento	Osservare la natura originale di animali preistorici e contemporanei nel museo.	
Realtà virtuale	<i>Mona Lisa: Beyond the Glass</i> , Louvre, Parigi	Esperienza immersiva virtuale dedicata alla Gioconda.	<ul style="list-style-type: none"> • Attrarre potenziali visitatori e rafforzare il legame con quelli esistenti. • Diffondere conoscenza.
	<i>Van Gogh: The Immersive Experience</i> , Milano	Sala dedicata all VR. Permette di trasformare superfici in display.	<ul style="list-style-type: none"> • Creare una mostra utilizzando solo tecnologie digitali. • Diffondere conoscenza.
Videomapping			

Tabella 3. Tabella riassuntiva casi studio osservati (pt. 2).

Dai casi analizzati emerge chiaramente come le tecnologie digitali possano supportare le istituzioni museali in una vasta gamma di obiettivi. Risulta quindi fondamentale innovare costantemente per rispondere alle esigenze in continua evoluzione della società digitale. I progetti esistenti, come illustrato nelle tabelle precedenti, propongono soluzioni variegata che spaziano dall'uso di piattaforme social e tour virtuali, fino a tecnologie più avanzate come la realtà aumentata e i videogiochi.

Partendo da queste premesse, è stato concepito un progetto sperimentale di digitalizzazione per la Galleria Nazionale dell'Umbria, con l'obiettivo di arricchire ulteriormente l'esperienza del visitatore.

4.1. L'evoluzione del progetto

Come evidenziato in precedenza, la Galleria Nazionale dell'Umbria ha già avviato un percorso di digitalizzazione: il loro archivio digitale è in continua crescita e rappresenta uno strumento prezioso soprattutto per la gestione delle opere e dei documenti storici del museo.

Inoltre, la Galleria ha già introdotto alcune tecnologie all'interno delle sue sale, come display interattivi che offrono approfondimenti sulle opere esposte mediante modelli 3D o la riproduzione di musiche trascritte nei dipinti della collezione.

Nonostante ciò, l'esperienza di visita resta prevalentemente passiva, incentrata sull'osservazione. Questo limite ha evidenziato la necessità di sviluppare un progetto che coinvolga maggiormente il visitatore, rendendolo parte attiva della mostra. Per questo motivo si è deciso di sviluppare un progetto volto a rendere il visitatore più coinvolto e partecipe durante la visita alla mostra.

4.1.1. La storia della Galleria Nazionale dell'Umbria

La Galleria Nazionale dell'Umbria si distingue come una delle più ricche collezioni d'arte in Italia. La sua storia inizia nel 1863, quando apre per la prima volta le porte al pubblico con il nome di Civica Pinacoteca Vannucci, in omaggio a Pietro Vannucci, noto come il Perugino, il più celebre artista di Perugia.

Inizialmente modesta, con sole 449 opere, la collezione si è notevolmente ampliata nel corso degli anni. Nel 1879, la crescente importanza della raccolta porta al suo trasferimento nel prestigioso Palazzo dei Priori. Un ulteriore sviluppo avviene nel 1918, quando la gestione passa allo Stato, trasformando l'istituzione nella Regia Galleria Vannucci. Nel 2015, la Galleria raggiunge un nuovo status, diventando un istituto museale autonomo.

Oggi, la Galleria Nazionale dell'Umbria vanta una straordinaria collezione di oltre 3.000 opere, di cui 500 sono esposte al pubblico. Il museo custodisce capolavori di rinomati artisti umbri, tra cui Benedetto Bonfigli, Duccio di Buoninsegna, Piero della Francesca e, naturalmente, il Perugino. Questa ricca raccolta, insieme all'edificio che la ospita, rappresenta un vero e proprio orgoglio per la città di Perugia.

Ciò che rende la Galleria particolarmente unica nel panorama museale italiano è la perfetta armonia tra "contenitore" e "contenuto". Il Palazzo dei Priori, che ospita la collezione, risale infatti allo stesso periodo storico di molte opere esposte, offrendo ai visitatori un viaggio attraverso l'arte e l'architettura dal XIII secolo in poi (Galleria Nazionale dell'Umbria, 2024).

Nell'ideazione del progetto, è stata condotta un'analisi delle opere esposte nella Galleria, con particolare attenzione ai fattori che le accomunano. Un elemento ricorrente emerso da questo esame è lo stato di conservazione delle opere: molte di esse presentano segni di usura e deterioramento dovuti al passaggio del tempo.

È importante sottolineare che, data l'antichità di queste opere, è del tutto normale e comune che presentino i segni del tempo. Questa condizione è particolarmente evidente nelle opere realizzate su supporti delicati, soprattutto quelle su legno, o affreschi, dove si osservano colori sbiaditi o parti mancanti dell'immagine originale.

Il passaggio del tempo non solo è inevitabile, ma conferisce anche un valore storico e un'autenticità unica a queste opere d'arte. Tuttavia, ciò pone una sfida interessante: come si può da una parte apprezzare lo stato attuale dell'opera, con la sua patina storica, dall'altra immaginare il suo aspetto originale?

Il restauro di un'opera d'arte può assumere due approcci principali: integrativo o conservativo. Il restauro integrativo mira a sostituire le parti mancanti dell'opera con elementi nuovi, ricreando una presunta completezza originale. D'altra parte, il restauro conservativo si concentra sul consolidamento e la pulizia delle parti esistenti, preservando lo stato attuale dell'opera (Scuola d'Arte Muraria, 2024).

Nell'ambito del restauro contemporaneo, si privilegia l'approccio conservativo. Questa preferenza nasce dalla volontà di tutelare non solo l'opera in sé, ma anche il

contesto storico in cui essa si è preservata nel corso del tempo²⁷ (Lorusso, Carbonara, & Gentile, 2002).

Partendo da queste considerazioni, è nata l'idea di un progetto che potesse rivelare le condizioni originali delle opere senza intervenire fisicamente su di esse. L'obiettivo non è quello di alterare l'opera con un restauro integrativo, che rischierebbe di compromettere quella "magia" conferita dal tempo, ma piuttosto di utilizzare la tecnologia per offrire ai visitatori una visione di come l'opera potesse apparire al momento della sua creazione, così come l'autore l'aveva concepita, un restauro virtuale.

4.2. La realtà aumentata applicata

Per realizzare questo progetto, la tecnologia che si presta meglio è la realtà aumentata. Come già esaminato in precedenza, l'AR ha trovato diverse applicazioni nell'ambito museale²⁸, e l'approccio si ispira a questi esempi, adattandoli alle specifiche esigenze della Galleria Nazionale dell'Umbria.

Il progetto prevede lo sviluppo di un'applicazione dedicata, facilmente scaricabile dai visitatori sui dispositivi mobili. L'elemento chiave di questa soluzione sarà l'integrazione di codici QR posizionati accanto alle opere, sulla rispettiva targhetta informativa.

²⁷ Questo orientamento trova le sue radici nella Teoria del Restauro di Cesare Brandi, considerata il fondamento della scuola di restauro moderna.

²⁸ Vd. p. 43.

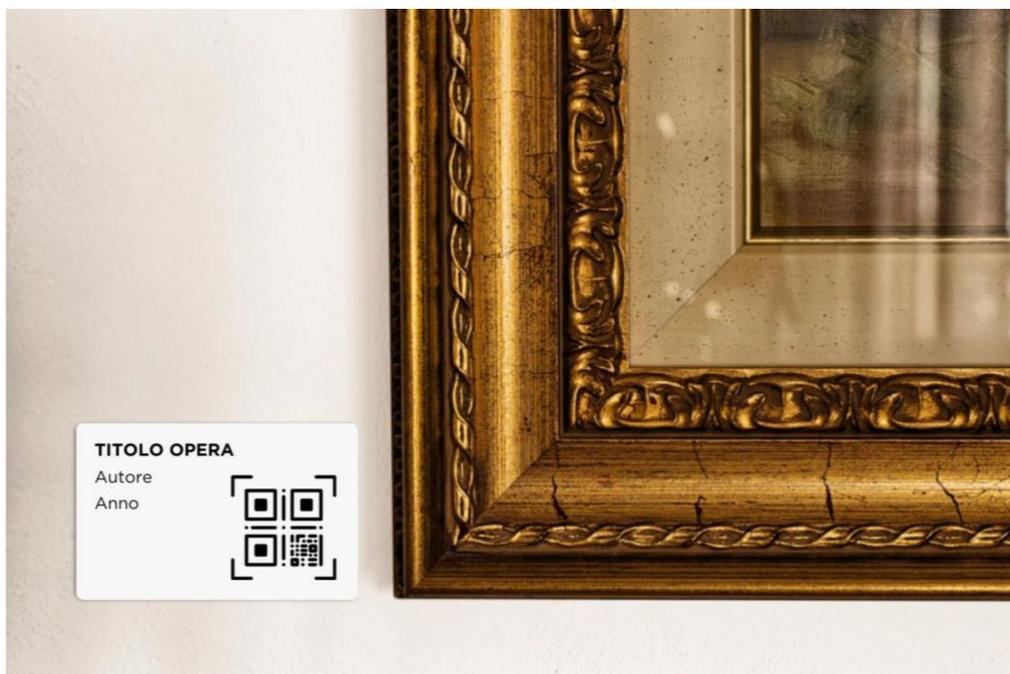


Figura 12. Esempio targhetta con codice QR.

I passaggi sono i seguenti:

1. Il visitatore scarica l'applicazione sul proprio dispositivo.
2. Il visitatore inquadra il codice QR con l'applicazione.
3. Il dispositivo riconosce l'opera specifica e attiva la fotocamera
4. Il visitatore sovrapponendo in tempo reale all'immagine dell'opera una versione digitalmente restaurata.
5. Il visitatore può osservare, attraverso lo schermo, una versione digitalmente restaurata, sovrapposta in tempo reale all'opera.

L'immagine seguente rappresenta la "Madonna con Bambino e santi", un dipinto olio su tela del XVI secolo originariamente custodito nella Chiesa di Santa Maria delle Grazie di Camerino, in provincia di Macerata²⁹. L'opera aveva subito gravi danni durante il terremoto che ha colpito il centro Italia nel 2016. Grazie a un attento lavoro di restauro, il quadro è stato successivamente riportato al suo antico splendore (Italia Nostra, 2021).

Utilizzando lo stato dell'opera prima e dopo il restauro, questa immagine simula il funzionamento della tecnologia.

²⁹ L'opera non si trova nella Galleria Nazionale dell'Umbria; l'immagine è stata utilizzata esclusivamente a scopo illustrativo come esempio.



Figura 13. Esempio del funzionamento del progetto (“Madonna con Bambino e santi”, ignoto).

4.2.1. Le risorse e il piano di sviluppo

Per attuare questo progetto sono necessari investimenti significativi sia in ambito tecnico che infrastrutturale. Lo sviluppo dell'applicazione è cruciale, rappresentando il fulcro dell'intera implementazione. Un'alternativa allo sviluppo di un'app potrebbe essere l'utilizzo di dispositivi mobili predisposti, forniti ai visitatori all'inizio del percorso. Questa opzione, tuttavia, presenta limitazioni in termini di costi per dispositivo e numero massimo di utenti simultanei, mentre un'app scaricabile offre una scalabilità potenzialmente illimitata.

L'infrastruttura di rete del museo richiede un'attenta valutazione: è fondamentale garantire una connessione Wi-Fi stabile e veloce in tutte le aree espositive per evitare disagi ai visitatori. Il personale dovrà essere adeguatamente formato non solo sull'utilizzo della tecnologia AR, ma anche sulla risoluzione rapida di problemi tecnici, assicurando un'esperienza sicura per i visitatori.

La creazione dei contenuti digitali AR rappresenta un altro aspetto critico del progetto. Anche in questo caso il museo può scegliere tra due strade: da una parte, può inserire nuove figure specializzate all'interno dell'organizzazione; dall'altra, può affidarsi ad un'azienda esterna esperta per la progettazione e lo sviluppo di entrambi i sistemi – l'applicazione e la tecnologia AR. La partnership con un'azienda competente e con già esperienza alle spalle nel settore della realtà aumentata potrebbe aumentare la percentuale di successo del progetto, offrendo accesso a competenze specializzate e tecnologie all'avanguardia. Tale collaborazione potrebbe estendersi anche alla consulenza sul mantenimento e l'aggiornamento continuo del servizio, garantendo la longevità e l'efficacia dell'investimento.

La scelta tra sviluppo interno e partnership esterna dovrebbe basarsi su una valutazione attenta del budget disponibile, delle competenze interne esistenti e degli obiettivi a lungo termine del museo, considerando anche la flessibilità desiderata nel controllo e nella personalizzazione del progetto.

4.2.2. Il budget

Per determinare il budget necessario al progetto, è fondamentale analizzare sia i costi di implementazione che i potenziali ricavi derivanti dalla vendita dei biglietti.

La Galleria ha registrato un incremento significativo dei visitatori negli ultimi anni. Prima della crisi sanitaria, il numero totale di visitatori aveva raggiunto i 97.000, ma a fine 2023 questa cifra è salita notevolmente, toccando quota 165.000, segnando un aumento del 70% (Mecucci, 2023). Considerando questo trend di crescita esponenziale e l'implementazione della nuova tecnologia di realtà aumentata, si prevede che il numero di visitatori possa raggiungere i 193.000, con un ulteriore incremento del 17%. Con una strategia di comunicazione e promozione efficace del progetto AR, la Galleria potrebbe addirittura accogliere fino al 20% di visitatori in più rispetto all'anno precedente, superando potenzialmente la soglia dei 198.000 visitatori annui.

Per quanto riguarda i costi di implementazione, questi variano considerevolmente in base alla complessità del progetto AR. I fattori determinanti includono la necessità di algoritmi personalizzati, il livello di interattività desiderato e l'eventuale integrazione con sistemi backend complessi. Nel caso specifico della Galleria, considerando un progetto

di media complessità con una personalizzazione limitata, il budget necessario si colloca in una fascia tra i 25.000 e i 50.000€ (Molinari, 2024). Per questo progetto, si ipotizza un costo di implementazione di circa 30.000€ per hardware e software necessari, lo sviluppo dell'app e la sostituzione di nuove targhette.

È importante sottolineare che oltre al costo iniziale di implementazione, vanno considerati altri oneri significativi. Tra questi, spicca il costo per la ricerca e lo studio approfondito delle opere, fondamentale per ricreare accuratamente lo stato originale delle stesse in AR. Inoltre, sono da prevedere costi variabili come quelli relativi alla manutenzione continua della tecnologia, alla formazione del personale, e alle attività di comunicazione e promozione del progetto. È prevedibile che questi costi siano più elevati nel primo anno di vita del progetto, per poi diminuire negli anni successivi.

La tabella seguente riporta la struttura dei costi per il primo anno operativo del progetto. Il costo di implementazione, considerato come costo fisso, funge da base per il calcolo dei costi variabili, che sono espressi come percentuali di questo importo iniziale.

Costi del progetto (anno 1)			
	Voce	Costo	% del c.f.
Costo fisso	Costo di implementazione	- 30,000 €	-
Costi variabili	Costi di manutenzione	- 12,000 €	40%
	Costi di formazione del personale	- 7,500 €	25%
	Costi di promozione	- 6,000 €	20%
	Costi per la ricerca	- 15,000 €	50%
	Costo totale	- 70,500 €	

Tabella 4. Struttura dei costi del progetto (anno 1).

I costi del progetto saranno compensati dall'incremento dei ricavi derivante dall'aumento previsto del 20% dei visitatori. La struttura tariffaria del museo prevede diverse tipologie di biglietti in base alla categoria del visitatore: il biglietto intero costa 10€, mentre l'ingresso gratuito è garantito a numerose fasce di pubblico. Basandosi sulle

statistiche storiche relative alla proporzione tra visitatori paganti e non paganti del 2023 (Ministero della Cultura, 2024), è stato calcolato un prezzo medio del biglietto pari a 6€.

Prezzo medio dei biglietti (anno 1)	
N. visitatori 2023	164,778
N. visitatori paganti 2023	101,050
N. visitatori non paganti 2023	63,728
% visitatori paganti 2023	61.32%
€ biglietto intero	10 €
€ medio biglietto	6 €

Tabella 5. Studio sui prezzi di biglietto 2024 (anno 1).

Partendo da questi dati, sono stati calcolati i ricavi ipotetici per il primo anno.

Ricavi del progetto (anno 1)	
N. visitatori 2023	164,778
Tasso di crescita dei visitatori	20%
N. visitatori 2024	197,734
Δ Visitatori 2023-2024	32,956
€ medio biglietti	6 €
Ricavi dalla vendita di biglietti	197,734 €

Tabella 6. Ricavi del progetto (anno 1).

Confrontando i costi e i ricavi del primo anno, si evidenzia che il museo non solo coprirebbe le spese del progetto, ma genererebbe anche un utile di circa 127.000€.

Utile del progetto (anno 1)	
Costi	- 70,500 €
Ricavi	197,734 €
Utile	127,234 €

Tabella 7. Utile del progetto (anno 1)

È stato inoltre determinato il Break Even Point (BEP), ovvero il punto di pareggio in cui i ricavi eguagliano esattamente i costi totali. Per identificare il BEP, è necessario calcolare il numero di visitatori necessario a coprire integralmente i costi del progetto. L'analisi rivela che sono sufficienti 11.750 visitatori per raggiungere il pareggio, una cifra nettamente inferiore e pari a circa un terzo rispetto alle stime iniziali. Di conseguenza, si può affermare che basterebbe un incremento del 7,13% nel numero di visitatori per coprire tutti i costi del progetto.

Break even point	
Costi	70,500 €
€ medio biglietto	6 €
n di visitatori necessario	11,750

Tabella 8. Break Even Point del progetto.

4.2.3. Opportunità e sfide

Il progetto proposto offre una serie di vantaggi significativi. In primo luogo, il beneficio più rilevante è la totale non invasività dell'intervento: l'opera d'arte rimane completamente intatta, senza subire alcuna alterazione fisica. Questo aspetto è di fondamentale importanza quando si tratta di manufatti così preziosi e insostituibili come le opere d'arte. Il principio che guida questo approccio è chiaro: meno si interviene fisicamente sull'opera, meglio si preserva il suo valore storico e artistico.

La realtà aumentata, inoltre, offre un'opportunità unica: permette ai visitatori di vivere un'esperienza immersiva, quasi un viaggio nel tempo, in cui l'osservatore può contemplare l'opera come se fosse appena stata completata dall'artista. Parallelamente, confrontando la versione attuale con quella ricostruita, i visitatori possono comprendere come le opere d'arte evolvono attraverso i secoli, offrendo un'importante prospettiva sulla conservazione e sul valore della patina storica dell'arte.

Nonostante i numerosi vantaggi, è fondamentale considerare le potenziali sfide che l'implementazione di questa nuova strategia potrebbe comportare. Innanzitutto, va sottolineato che questo progetto richiede un approfondito studio delle opere: poiché l'obiettivo è rappresentare immagini realistiche di grande rilevanza storica, è essenziale dedicare la dovuta attenzione a questa fase. Un investimento inadeguato di risorse in questo stadio potrebbe conseguire un progetto affrettato e superficiale, che non renderebbe giustizia al valore intrinseco delle opere.

Inoltre, l'implementazione su larga scala della tecnologia, considerando inizialmente un numero elevato di opere, potrebbe non solo prolungare i periodi di ricerca e studio, ma anche comportare uno spreco significativo di risorse in caso di insuccesso del progetto.

È per questo motivo che è stata proposta un'iniziativa che presenta grande flessibilità implementativa. Il progetto può essere avviato su scala ridotta, coinvolgendo solo un numero limitato di opere. Questa fase permetterà di testare l'efficacia del sistema e valutarne l'impatto sull'esperienza dei visitatori. Successivamente, una volta dimostrata la sua validità, si potrà procedere con un'espansione graduale, estendendo l'applicazione della realtà aumentata a un numero maggiore di opere della collezione.

In questo processo, il riscontro del pubblico assume un ruolo cruciale. I feedback dei visitatori diventano un elemento determinante per valutare il successo dell'iniziativa e guidarne l'evoluzione. Le opinioni del pubblico verranno raccolte direttamente attraverso l'applicazione: al termine della visita, verrà proposto un breve sondaggio interattivo. L'analisi delle risposte fornirà un quadro completo e dettagliato sull'efficacia del progetto, consentendo di apportare miglioramenti mirati e continui.

Questo progetto promette non solo di arricchire l'esperienza di visita alla Galleria, ma anche di offrire un'interazione unica con le opere d'arte, potenzialmente attraendo un pubblico più ampio e diversificato al museo.

Conclusione

All'inizio di questa tesi, si è posta una domanda fondamentale: possono l'arte e la tecnologia coesistere in un sistema armonioso, dove l'innovazione non sovrasti la cultura, e viceversa? Nel corso dell'analisi, è emerso chiaramente che tra la digitalizzazione e il settore museale e dei beni culturali esiste un rapporto complesso e dinamico, ricco di sfide e opportunità.

La digitalizzazione si è rivelata un fenomeno di portata troppo vasta per essere sottovalutato o ignorato dal settore artistico. Questa trasformazione, in rapida e costante espansione, ha rivoluzionato non solo il modo di fare economia, ma anche come interagiamo con la cultura e l'arte. Di conseguenza, come molte altre istituzioni, i musei si trovano di fronte alla necessità di abbracciare il digitale per rimanere rilevanti e accessibili in un mondo sempre più connesso.

Tuttavia, questo processo di adozione tecnologica non è privo di complessità. La sfida principale risiede nel trovare un equilibrio tra l'innovazione e la preservazione dell'integrità artistica e culturale. I musei, in quanto custodi del patrimonio culturale, devono muoversi delicatamente, sfruttando le potenzialità del digitale senza compromettere l'autenticità e il valore intrinseco delle opere d'arte.

Nel corso di questa tesi, è stato esaminato come diverse istituzioni culturali in Italia e nel mondo stanno affrontando questa sfida, implementando soluzioni che vanno dai tour virtuali alla realtà aumentata, dagli archivi digitali ai videogiochi. Questi esempi hanno mostrato che, quando applicata con attenzione e creatività, la tecnologia può effettivamente amplificare l'impatto dell'arte, rendendola più accessibile e coinvolgente per un pubblico moderno.

In particolare, si è osservato che uno degli obiettivi principali dei musei italiani è il potenziamento dell'accessibilità e l'aumento del coinvolgimento del pubblico. Questo obiettivo riflette una tendenza globale nel settore museale, dove l'engagement del visitatore è diventato una priorità fondamentale. Vi è, infatti, una crescente consapevolezza dell'importanza di avere una presenza online solida, come dimostrano i dati sulla presenza delle istituzioni sul web (95%) e sui social media (83%). L'approccio

italiano è, quindi, rivolto soprattutto alla creazione di nuovi legami con i potenziali clienti e al consolidamento di quelli già presenti.

Tuttavia, le tecnologie più moderne come la realtà aumentata e virtuale avanzano più lentamente sul territorio italiano: pochi musei hanno scelto questo approccio (solo il 29%). Il dato riflette sia le sfide finanziarie e tecniche associate a queste implementazioni, sia una strategia che privilegia tecnologie più semplici ma adeguate agli scopi specifici del museo. Le istituzioni italiane risultano quindi più prudenti nell'adozione di tecnologie più complesse, preferendo strade più sicure e già collaudate.

L'avvento delle mostre virtuali ha segnato un punto di svolta significativo nel settore dei beni culturali. Nonostante la complessità tecnologica sottostante, queste esposizioni hanno registrato un notevole successo, sia in termini di numerosità di eventi che di biglietti venduti. Il loro punto di forza risiede nella capacità di offrire un'esperienza immersiva e guidata, permettendo al visitatore di immergersi facilmente nell'arte attraverso un percorso curato e mediato dalla tecnologia.

Tuttavia, come spesso accade con le innovazioni disruptive, l'entusiasmo iniziale sembra stia scomparendo, passando ad una fase di maturità. Come riportato da exhibart nel 2023, negli ultimi due anni si è osservata una flessione nella domanda di mostre immersive di opere d'arte digitali, anche quando queste riguardavano artisti molto amati dal grande pubblico (exibart, 2023). La causa potrebbe essere la ripetitività della formula, ormai collaudata e prevedibile; oppure, una saturazione del mercato, dato dall'eccessiva diffusione delle mostre.

Questa evoluzione sottolinea un punto cruciale: la tecnologia, per quanto avanzata, è solo uno strumento. Il vero valore di una mostra, virtuale o fisica che sia, risiede nella sua capacità di offrire una prospettiva unica, di stimolare la riflessione e di creare un'esperienza memorabile. In questo senso, il futuro successo delle mostre virtuali dipenderà in larga misura dalla capacità dei direttori artistici e dei curatori di sfruttare la tecnologia in modi innovativi e significativi.

Questo passaggio chiave potrebbe rispondere alla domanda posta inizialmente: la tecnologia e l'arte possono effettivamente convivere senza sovrastarsi a vicenda. I numerosi casi esaminati nel corso di questa tesi forniscono prove concrete di questa coesistenza. L'implementazione di tecnologie digitali richiede però consapevolezza e

cautela, rispettando pienamente la storia e l'arte. La tecnologia rimane uno strumento al servizio della cultura, la vera protagonista. La creatività, forza motrice del settore artistico, resta essenziale per distinguersi in un panorama sempre più affollato, ed è forse la vera caratteristica che determina il successo o il fallimento di un progetto.

Bibliografia

- Ab Rahman, A., Abdul Hamid, U., & Chin, T. (2017, Dicembre). EMERGING TECHNOLOGIES WITH DISRUPTIVE EFFECTS: A REVIEW. *PERINTIS eJournal*, 7(2), p. 111-128.
- Abdulhameed, O., Al-Ahmari, A., Ameen, W., & Mian, S. H. (2019). Additive manufacturing: Challenges, trends, and applications. *Recent Trends in Design and Additive Manufacturing*, 11(2), 1-27.
- Artribune. (2023). *Van Gogh: The Immersive Experience*. Tratto il giorno Agosto 23, 2024 da <https://www.artribune.com/mostre-evento-arte/van-gogh-the-immersive-experience-2/>
- Bahia, A. B. (2023, Marzo 8). Game design at the art museum: the Nubla of EducaThyssen. *Herança – History, Heritage and Culture Journal*, 204.
- Boccella, N., & Salerno, I. (2016). Creative Economy, Cultural Industries and Local Development. *2nd International Symposium “NEW METROPOLITAN PERSPECTIVES”*, (p. 291 – 296). Reggio Calabria.
- Bollati, I., Morea, V., Antonucci, F., & Spanevello, M. (2024). Italian Cultural Institutions Across and Beyond Covid-19: Designing Digital Cultural Experiences in Extra-Ordinary Times. In F. Zanella, G. Bosoni, E. Di Stefano, G. L. Iannilli, G. Matteucci, R. Messori, & R. Trocchianesi, *Multidisciplinary Aspects of Design* (p. 521). Springer.
- Bottazzi, M. (2023). *Innovazione e customer value: strategie per il lancio di nuovi prodotti*. Tesi di laurea magistrale.
- Bradburne, J. M. (2020). BreraPlus.
- Brigante, R., & Elger, S. (2020). *2020 Immersive Entertainment Industry Annual Report*. Los Angeles.
- Celotto, L., & Tavazzi, L. (2024, Marzo 4). *Cyber security leva di competitività: il sostegno che serve alle imprese*. Tratto il giorno Giugno 22, 2024 da Agenda Digitale: <https://www.agendadigitale.eu/sicurezza/cyber-security-leva-di-competitivita-il-sostegno-che-serve-alle-imprese/>

- Cheshire, L., Da Silva, J., & Martini, A. (2024, Aprile 19). *17mo anno: la classifica mondiale dei musei più visitati nel 2023*. Tratto il giorno Luglio 2, 2024 da Il Giornale dell'arte: <https://www.ilgiornaledellarte.com/Articolo/mo-anno-la-classifica-mondiale-dei-musei-piu-visitati-nel->
- Commissione Europea. (2021). *La digitalizzazione delle delle piccole e medie imprese in Italia*. Tratto il giorno Luglio 24, 2024 da https://www.eib.org/attachments/thematic/digitalisation_of_smes_in_italy_summary_it.pdf
- Commissione Europea. (2021, Marzo 19). *The EU Research & Innovation*. Tratto il giorno Luglio 8, 2024 da Commissione Europea: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/document/download/9224c3b4-f529-4b48-b21b-879c442002a2_en?filename=ec_rtd_he-investing-to-shape-our-future.pdf
- Commissione Europea. (2024). *Cluster 2: Culture, Creativity and Inclusive society*. Tratto il giorno Luglio 7, 2024 da Commissione Europea: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/cluster-2-culture-creativity-and-inclusive-society_en?prefLang=it
- Convertini, E. (2023, Maggio 03). *Le Smart Technologies alla base della Quarta Rivoluzione Industriale*. Tratto il giorno Giugno 15, 2024 da Osservatori.net: https://blog.osservatori.net/it_it/smart-technologies-quarta-rivoluzione-industriale
- Cuttaia, A., & Bozzetti, G. (2020). *Gestione Dei Musei*. EDUCatt.
- Ekim, B. (2011, Luglio). A VIDEO PROJECTION MAPPING CONCEPTUAL DESIGN AND APPLICATION: YEKPARE. *The Turkish Online Journal of Design, Art and Communication, 1*.
- Eurostat. (2020). *Big data analysis by size class of enterprise*. Tratto il giorno Luglio 24, 2024 da Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_eb_bd__custom_12372109/default/table?lang=en&page=time:2020

- Eurostat. (2022). *3D printing and robotics by size class of enterprise*. Tratto il giorno Luglio 24, 2024 da Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_eb_p3d__custom_12373322/default/table?lang=en
- Eurostat. (2022). *Use of Internet of Things in enterprises*. Tratto il giorno Luglio 23, 2024 da Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Use_of_Internet_of_Things_in_enterprises
- Eurostat. (2023, Dicembre). *Cloud computing - statistics on the use by enterprises*. Tratto il giorno Luglio 24, 2024 da Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Cloud_computing_-_statistics_on_the_use_by_enterprises
- Eurostat. (2023). *Digital Intensity by size class of enterprise*. Tratto il giorno Giugno 21, 2024 da Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_e_dii/default/map?lang=en
- Eurostat. (2023). *Digital Intensity by size class of enterprise*. Tratto il giorno Luglio 24, 2024 da Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_e_dii__custom_12391735/default/map?lang=en
- Eurostat. (2024, Maggio). *Culture statistics - cultural employment*. Tratto il giorno Agosto 13, 2024 da Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Culture_statistics_-_cultural_employment
- Eurostat. (2024, Maggio). *Use of artificial intelligence in enterprises*. Tratto il giorno Luglio 24, 2024 da Eurostat: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Use_of_artificial_intelligence_in_enterprises
- Eventi Milano. (2023). *Mostra di Van Gogh a Milano: L'esperienza Immersiva*. Tratto il giorno Agosto 23, 2024 da Eventi Milano: <https://www.eventimilano.it/event/mostra-di-van-gogh-a-milano-lesperienza-immersiva/#:~:text=Un%20viaggio%20sorprendente%20tra%20le,maggio%20a l%2031%20agosto%202023.>

- exibart. (2023, Agosto 02). *La società dietro le mostre immersive di Van Gogh e Frida Kahlo è in bancarotta*. Tratto il giorno Settembre 2, 2024 da exhibart: <https://www.exibart.com/attualita/la-societa-dietro-le-mostre-immersive-di-van-gogh-e-frida-kahlo-e-in-bancarotta/>
- Fever Labs Inc. (2024). *Van Gogh Exhibit: The Immersive Experience*. Tratto il giorno Agosto 22, 2024 da Van Gogh Exhibit: The Immersive Experience: <https://vangoghexpo.com>
- Finestre sull'Arte. (2021, Settembre 17). *10 videogiochi ambientati nei musei e sviluppati dai musei*. Tratto il giorno Luglio 12, 2024 da Finestre sull'Arte: <https://www.finestresullarte.info/editoria/10-videogiochi-ambientati-nei-musei-e-sviluppati-dai-musei>
- Font-Réaulx, D. d. (2019, Ottobre 21). *Mona Lisa: Beyond the Glass at The Louvre*. Tratto il giorno Luglio 21, 2024 da HTC VIVE ARTS: https://www.youtube.com/watch?v=Au_UpzhzHwk&t=12s
- Forell, T., Milojevic, D., & Talwar, V. (2011). *Cloud Management: Challenges and Opportunities*. IEEE.
- Forma S.r.l. (2021, Luglio 8). *Un futuro digitale per archivi storici e musei*. Tratto il giorno Agosto 12, 2024 da Forma: <https://www.webforma.it/news/il-futuro-digitale-di-musei-e-archivi-storici>
- Galleria Nazionale dell'Umbria. (2020). *LA GALLERIA DIGITALE*.
- Galleria Nazionale dell'Umbria. (2024). *Il museo*. Tratto il giorno Settembre 1, 2024 da Galleria Nazionale dell'Umbria: <https://gallerianazionaledellumbria.it/museo/>
- Galleria Nazionale dell'Umbria. (2024, Settembre 10). Intervista alla Galleria Nazionale dell'Umbria. (B. Ciavardini, Intervistatore)
- Galluzzi, P. (2010). *Museo virtuale*. Tratto il giorno Agosto 2, 2024 da Treccani: https://www.treccani.it/enciclopedia/museo-virtuale_%28XXI-Secolo%29/
- Gartner. (2024). *Digitalization*. Tratto il giorno Luglio 22, 2024 da Gartner: <https://www.gartner.com/en/information->

technology/glossary/digitalization#:~:text=Digitalization%20is%20the%20use%20of,moving%20to%20a%20digital%20business.

Gassmann, O. (2006, Giugno). Opening Up the Innovation Process: Towards an Agenda. *R&D Management*, 36(3), p. 223-228.

Girardi, S. (2019). *La Scienza al servizio della realtà virtuale e la realtà virtuale al servizio della scienza*. Trieste.

Google. (s.d.). *About Google Arts & Culture*. Tratto il giorno Luglio 11, 2024 da Google Arts & Culture: <https://about.artsandculture.google.com>

Gorinstein, E. (2019, Ottobre 21). *Mona Lisa: Beyond the Glass at The Louvre*. Tratto il giorno Luglio 21, 2024 da HTC VIVE ARTS: https://www.youtube.com/watch?v=Au_UpzhzHwk&t=12s

Gregolinska, E., Khanam, R., Lefort, F., & Parthasarathy, P. (2022, Aprile 13). *Capturing the true value of Industry 4.0*. Tratto il giorno Giugno 13, 2024 da McKinsey & Company: <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/capturing-the-true-value-of-industry-four-point-zero>

Guerrini, M. (2022). *Metadattazione: la catalogazione in era digitale*. Milano: Editrice Bibliografica.

Hein, G. E. (2005). *The Role of Museums in Society: Education and Social Action*.

HTC VIVE. (2019). *Mona Lisa: Beyond the Glass*. Tratto il giorno Luglio 21, 2024 da HTC VIVE: <https://www.vivearts.com/projects/mona-lisa-beyond-the-glass>

ICOM. (2007, Agosto 24). *La vecchia definizione di Museo di ICOM*. Tratto il giorno Agosto 10, 2024 da ICOM: <https://www.icom-italia.org/vecchia-definizione-di-museo-di-icom/>

ICOM. (2022, Agosto 24). *Approvata a Praga la nuova definizione di museo di ICOM*. Tratto il giorno Luglio 3, 2024 da ICOM Italia: <https://www.icom-italia.org/definizione-di-museo-scelta-la-proposta-finale-che-sara-votata-a-praga-2/>

Il Sole 24 Ore. (2023, Settembre 23). *Cosa sta accadendo al mercato dei videogiochi?* Tratto il giorno Luglio 11, 2024 da Il Sole 24 Ore:

- <https://www.infodata.ilsole24ore.com/2023/09/23/cosa-sta-accadendo-al-mercato-dei-videogiochi-in-cinque-grafici-e-un-numero-infographics/>
- Istat. (2022). *Statistiche culturali - Anno 2022*. Tratto il giorno Luglio 1, 2024 da Istat: <https://www.istat.it/tavole-di-dati/statistiche-culturali-anno-2022/>
- Italia Nostra. (2021, Marzo 17). *I restauri di Italia Nostra – Camerino*. Tratto il giorno Settembre 2, 2024 da Italia Nostra: <https://www.italianostra.org/archivio/in-evidenza/i-restauri-di-italia-nostra-camerino/>
- Jakubowski, J. (2021). *The Met Unframed*. Tratto il giorno Luglio 16, 2024 da UNIT9: <https://www.unit9.com/project/the-met-unframed/>
- Jin, P., & Liu, Y. (2022, Dicembre). Fluid space: Digitisation of cultural heritage and its media dissemination. *Telematics and Informatics Reports*, 8.
- Kennicott, P. (2011, Febbraio 1). National Treasures: Google Art Project unlocks riches of world's galleries. *Washington Post*. Tratto da Washington Post: <https://www.washingtonpost.com/wp-dyn/content/article/2011/02/01/AR2011020106442.html>
- Kidd, J. (2015). Gaming for affect: museum online games and the embrace of empathy. *The Journal of Curatorial Studies*, 4(33), 414-432.
- Labat, M. (2019, Ottobre 21). *Mona Lisa: Beyond the Glass at The Louvre*. Tratto il giorno Luglio 21, 2024 da HTC VIVE ARTS: https://www.youtube.com/watch?v=Au_UpzhzHwk&t=12s
- Lanzinger, M. (2018). *Presentazione di GO!Muse*. Tratto il giorno Luglio 20, 2024 da Medium: <https://trentinostartup.eu/go-muse-al-museo-delle-scienze-di-trento-una-nuova-app-per-la-realtà-aumentata-37bdb87f4916>
- Le scienze. (2018, Luglio 27). *La realtà aumentata entra al MUSE*. Tratto il giorno Luglio 20, 2024 da Le scienze: https://www.lescienze.it/news/2018/07/27/news/muse_compleanno_realta_aumentata-4059859/

- Lerman, D. (2018). *Presentazione di GO!Muse*. Tratto il giorno Luglio 20, 2024 da Medium: <https://trentinostartup.eu/go-muse-al-museo-delle-scienze-di-trento-una-nuova-app-per-la-realtà-aumentata-37bdb87f4916>
- Libero Pensiero. (2017, Dicembre 3). *Le mostre multimediali immersive cambiano il mondo dell'arte?* Tratto il giorno Agosto 2024, 12 da Libero Pensiero: <https://www.liberopensiero.eu/03/12/2017/cultura/mostre-multimediali-immersive/>
- Lorusso, S., Carbonara, G., & Gentile, M. T. (2002, Dicembre). IL RESTAURO ARCHITETTONICO: LE DIVERSE CONCEZIONI NEL CORSO DEI SECOLI. *QUADERNI DI SCIENZA DELLA CONSERVAZIONE*, 2, p. 56-83.
- Louvre. (2021, Febbraio 23). *The Mona Lisa in virtual reality in your own home*. Tratto il giorno Luglio 21, 2024 da Louvre: <https://www.louvre.fr/en/explore/life-at-the-museum/the-mona-lisa-in-virtual-reality-in-your-own-home>
- Maccotta, F. (2023, Maggio 31). *Abbiamo visitato in anteprima la mostra immersiva su Van Gogh a Milano*. Tratto il giorno Agosto 24, 2024 da Wired: <https://www.wired.it/gallery/van-gogh-immersive-experience-milano-2023-biglietti-date-orari-recensione/>
- Maida, D. (2021, Gennaio 23). *Il Metropolitan Museum di New York punta sulla realtà aumentata*. Tratto il giorno Luglio 16, 2024 da Artribune: <https://www.artribune.com/dal-mondo/2021/01/met-realta-aumentata-musei/>
- Maëlys, J., Piers, B., & Chu-Yin, C. (2024). *Mona VR - recreating an experience*. ConVRgence (VRIC) Virtual Reality International Conference.
- MANN. (2016). *Piano strategico 2016-2019*. Napoli: Electa.
- MANN. (2023). *father and son – the game*. Tratto il giorno Luglio 13, 2024 da MANN: <https://mann-napoli.it/father-and-son-the-game/>
- Mannoni, B. (1996, Giugno). Bringing Museums Online. *COMMUNICATIONS OF THE ACM*, 39(6), 100-105.

- Martinelli, A., Mina, A., & Moggi, M. (2021). The enabling technologies of industry 4.0: examining the seeds of the fourth industrial revolution. *Industrial and Corporate Change*, p. 1–28.
- Maurizio, C. (2022, Agosto 25). *Digital art, cosa va di moda: videomapping, esperienze immersive, ecco i trend*. Tratto il giorno Agosto 3, 2024 da Agenda Digitale: https://www.agendadigitale.eu/cultura-digitale/digital-art-cosa-va-di-moda-videomapping-esperienze-immersive-ecco-i-trend/#Come_funzionano_le_mostre_immersive_e_multimediali
- Mayana, R. F., & Santika, T. (2023, Agosto 19). VAN GOGH IMMERSIVE EXHIBITION: LESSONS & OPPORTUNITIES FOR TRADITIONAL CULTURAL EXPRESSIONS DEVELOPMENT IN INDONESIA. *TRANSNATIONAL BUSINESS LAW JOURNAL*, 4(2), 86-102.
- McKinsey & Company. (2024, Aprile 3). *What is AI (artificial intelligence)?* Tratto il giorno Luglio 23, 2024 da McKinsey & Company: [https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-ai/#](https://www.mckinsey.com/featured-insights/mckinsey-explainers/what-is-ai/)
- Mecucci, G. (2023, Novembre 6). *Galleria da record con oltre i 160mila visitatori: intervista a Pierini*. Tratto il giorno Settembre 3, 2024 da Passaggi Magazine: <https://passaggi magazine.it/galleria-da-record-con-oltre-i-160mila-visitatori-intervista-a-pierini/>
- Meloni, G. (2012). *Agire in digitale: Casi aziendali di dematerializzazione e semplificazione*. EGEA spa.
- Mikolajewska, S. (2023). *Video Mapping for Cultural Heritage: State of the Art and Future Developments*. Parma.
- Ministero della cultura. (2024). *Cultura 4.0*. Tratto il giorno Luglio 8, 2024 da Ministero della cultura: <https://pnrr.cultura.gov.it>
- Ministero della Cultura. (2024, Luglio 3). *Visitatori e introiti di musei, monumenti e aree archeologiche statali – Anno 2023*. Tratto da Ministero della Cultura.
- Ministero delle Imprese e del Made in Italy. (2023, Maggio 24). *PNRR – Transizione 4.0*. Tratto il giorno Giugno 24, 2024 da Ministero delle Imprese e del Made in Italy: <https://www.mimit.gov.it/it/pnrr/progetti-pnrr/pnrr-transizione-4-0>

- Molinari, K. (2024, Luglio 2). *Quanto costa lo sviluppo di app in Realtà Aumentata AR nel 2024?* Tratto il giorno Settembre 4, 2024 da arweb.it: <https://arweb.it/quanto-costa-lo-sviluppo-di-app-in-realta-aumentata-ar/#comprendere-il-valore-della-realta-aumentata-nel-2024>
- Monton, A. L. (2022, Marzo 22). *Difference and Similarities: Digitization, Digitalization, and Digital Transformation*. Tratto il giorno Giugno 08, 2024 da GlobalSign Blog: <https://www.globalsign.com/en-sg/blog/difference-and-similarities-digitization-digitalization-and-digital-transformation>
- MuSe. (2019). *Bilancio di sostenibilità*. Trento.
- Nastro, S. (2017, Aprile 5). *Mostre multimediali: sì o no?* Tratto il giorno Agosto 2024, 12 da Atribune: <https://www.atribune.com/progettazione/new-media/2017/04/mostre-multimediali-interviste-esperti/>
- Orlandi, M., Zambruno, S., & Vazzana, A. (2014, Febbraio). Tecnologia, Beni Culturali e Turismo: i Tour Virtuali (Virtual Tours) come strumento per una corretta comunicazione dei Beni Culturali. *Rivista di Storia e Storiografia Online*.
- Osservatori.net. (2024, Giugno 4). *I visitatori di musei, monumenti e aree archeologiche italiani superano i livelli pre-pandemia*. Tratto il giorno Luglio 15, 2024 da Osservatori.net: <https://www.osservatori.net/it/ricerche/comunicati-stampa/visitatori-musei-monumenti-aree-archeologiche-italiani>
- Palmieri, A. (2021). Paesaggi urbani tra tradizione e fruizione virtuale: un viaggio tra sperimentazioni di estetica digitale. *UID 2021 - 42° Convegno Internazionale dei Docenti delle Discipline della Rappresentazione* (p. 2535-2548). Milano: FrancoAngeli.
- Parlamento europeo. (2023, Marzo 23). *Big data: definizione, benefici e sfide (infografica)*. Tratto il giorno Luglio 23, 2024 da Parlamento europeo: <https://www.europarl.europa.eu/topics/it/article/20210211STO97614/big-data-definizione-benefici-e-sfide-infografica>
- Pepe, M. (2020). *Le mostre digitali nell'arte*. Tesi di Laurea, Università Ca' Foscari Venezia, Venezia.

- Phoenix Contact. (2024). *Hannover Messe 2025*. Tratto il giorno Settembre 1, 2024 da Phoenix Contact: <https://www.phoenixcontact.com/it-it/hannover-messe>
- Pinacoteca di Brera. (2024). *BreraPlus*. Tratto il giorno Luglio 10, 2024 da BreraPlus: <https://breraplus.org/about/>
- Politecnico di Milano. (2024). *Innovazione Digitale per la Cultura*. Tratto il giorno Luglio 8, 2024 da Osservatori.net: <https://www.osservatori.net/it/ricerche/osservatori-attivi/innovazione-digitale-per-la-cultura>
- Principe, F. (2023). *La digitalizzazione di un'azienda*. Politecnico di Torino, Corso di laurea in Design E Comunicazione.
- Proctor, N. (2011, Aprile 1). The Google Art Project: A New Generation of Museums on the Web? *Curator: The Museum Journal*, 54(2), 215-221.
- PROIETTA. (2024). *VIDEO MAPPING: Cos'è e come realizzarlo con il supporto tecnico/creativo PROIETTA*. Tratto il giorno Agosto 14, 2024 da PROIETTA: <https://mappingprojector.it/landing-page/video-mapping-come-realizzarlo/>
- Rivoluzione digitale*. (2018). Tratto il giorno Giugno 10, 2024 da Treccani Enciclopedia Online: https://www.treccani.it/enciclopedia/rivoluzione-digitale_%28altro%29/#:~:text=rivoluzione%20digitale%20loc.,strumenti%20digitali%20di%20calcolo%20automatico
- Sánchez, D. (2015, Novembre 23). *Entrevistamos a Daniel Sánchez, director de Nubla*. Tratto il giorno Luglio 13, 2024 da Hobbyconsolas: <https://www.hobbyconsolas.com/industria/entrevistamos-daniel-sanchez-director-nubla-341>
- Santi, E. (2023). *Le tecnologie digitali per l'inclusione e la sostenibilità della fruizione museale*. Tesi di Laurea, Politecnico di Torino, Dipartimento di Architettura e Design, Torino.
- Santuliana, D. (2018, Giugno 28). *GO!Muse: al Museo delle Scienze di Trento una nuova app per la realtà aumentata*. Tratto il giorno Luglio 20, 2024 da Medium: <https://trentinostartup.eu/go-muse-al-museo-delle-scienze-di-trento-una-nuova-app-per-la-realtà-aumentata-37bdb87f4916>

- Savino Solution. (2024). *Come funziona la digitalizzazione degli archivi storici e dei beni culturali*. Tratto il giorno Agosto 13, 2024 da Savino Solution: <https://www.savinosolution.com/archivi-storici-digitalizzati/#>
- Scuola d'Arte Muraria. (2024). *Definizione: Integrazione*. Tratto il giorno Settembre 1, 2024 da Scuola d'Arte Muraria: <https://www.scuoladartemuraria.org/dizionario-bioedilizia-restauro/definizione/integrazione#:~:text=Il%20restauro%20di%20dette%20opere,e%20ripulire%20le%20parti%20superstiti>.
- Secchi, R., & Rossi, T. (2018). *Fabbriche 4.0 : percorsi di trasformazione digitale della manifattura italiana*. Milano: Guerini Next.
- Siccardi, M. (2022, Marzo 16). *Il successo delle mostre immersive spiegato da un esperto*. (M. Lupetti, A cura di) Tratto il giorno Agosto 24, 2024 da Artribune: <https://www.artribune.com/progettazione/new-media/2022/03/intervista-massimiliano-siccardi-mostre-immersive-van-gogh/>
- SkyArte. (2021, Gennaio 14). *Giocare con le opere d'arte: la nuova iniziativa digitale del Metropolitan di New York*. Tratto il giorno Luglio 15, 2024 da SkyArte: <https://arte.sky.it/foto/museo-metropolitan-new-york-videogioco>
- Smeup. (2022, Luglio 15). *Cloud Manufacturing, la produzione come servizio*. Tratto il giorno Luglio 23, 2024 da Smeup: [https://www.smeup.com/magazine/blog/cloud/#:~:text=Il%20Cloud%20Manufacturing%20%C3%A8%20un,\)%2C%20in%20forma%20di%20servizio](https://www.smeup.com/magazine/blog/cloud/#:~:text=Il%20Cloud%20Manufacturing%20%C3%A8%20un,)%2C%20in%20forma%20di%20servizio).
- Solima, L. (2018, Agosto). Il gaming per i musei. L'esperienza del Mann. *Economia della Cultura*, 3, 275-290.
- Tavazzi, L. (2023). Musei pubblici. Un patrimonio strategico per il sistema-Italia. *Forum Cultura Italia*. Roma.
- Team4.0. (2021). *Le "4.0" rivoluzioni industriali*. Tratto il giorno Luglio 22, 2024 da Team4.0: <https://www.team40.it/industry-4-0/>
- The Met. (2024). *The Replica*. Tratto il giorno Luglio 26, 2024 da The Met Replica: <https://www.thereplica.app>

- Thrassou, A., Uzunboylu, N., Vrontis, D., & Christofi, M. (2020). *Digitalization of SMEs: A Review of Opportunities and Challenges*. Palgrave Studies.
- Tiraboschi, M., & Seghezzi, F. (2016). *Il Piano nazionale Industria 4.0: una lettura lavoristica*.
- Traviglia, A. (2022). Creating our future: creativity and cultural heritage as strategic resources for a diverse and democratic Europe. *Conferenza Dei Ministri Della Cultura Del Consiglio Europeo*, (p. 1-4). Strasburgo.
- Treccani. (2012). *Internet of things*. Tratto il giorno Luglio 23, 2024 da Treccani: https://www.treccani.it/enciclopedia/internet-of-things_%28Lessico-del-XXI-Secolo%29/
- Treccani. (2013). *Realtà aumentata*. Tratto il giorno Luglio 14, 2024 da Treccani: [https://www.treccani.it/enciclopedia/realtà-aumentata_\(Lessico-del-XXI-Secolo\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/realtà-aumentata_(Lessico-del-XXI-Secolo)/)
- Treccani. (2024). *Intelligenza artificiale*. Tratto il giorno Luglio 24, 2024 da Treccani: <https://www.treccani.it/enciclopedia/intelligenza-artificiale/>
- Treccani. (2024). *Realtà virtuale*. Tratto il giorno Luglio 14, 2024 da Treccani: [https://www.treccani.it/enciclopedia/realtà-virtuale/#:~:text=realtà%20virtuale%20Simulazione%20all'elaboratore,guanti%20\(dataglove\)%20dotati%20di%20sensori](https://www.treccani.it/enciclopedia/realtà-virtuale/#:~:text=realtà%20virtuale%20Simulazione%20all'elaboratore,guanti%20(dataglove)%20dotati%20di%20sensori)
- Tumidei, S. (2014). *La nascita del museo*. (U. Eco, A cura di) Tratto il giorno Agosto 11, 2024 da Treccani: [https://www.treccani.it/enciclopedia/la-nascita-del-museo_\(Storia-della-civilt%C3%A0-europea-a-cura-di-Umberto-Eco\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/la-nascita-del-museo_(Storia-della-civilt%C3%A0-europea-a-cura-di-Umberto-Eco)/)
- UNESCO. (2021). *UNESCO report: museums around the world in the face of COVID-19*.
- Urso, A. (2022, Luglio 15). *Torna il videogame che racconta i tesori del MANN di Napoli*. Tratto il giorno Luglio 15, 2024 da Artribune: <https://www.artribune.com/television/2022/07/video-torna-il-videogame-che-racconta-i-tesori-del-mann/>

- Vinco, V. (2024, Febbraio 9). *Digitalizzazione: i musei italiani ancora bloccati nel passato*. Tratto il giorno Luglio 5, 2024 da I-Com, Istituto per la competitività: <https://www.i-com.it/2024/02/09/digitalizzazione-musei-italiani-bloccati-nel-passato/>
- Xplo. (2020, Febbraio 17). *Tecnologie immersive: le differenze tra AR, VR e MR*. Tratto il giorno Luglio 15, 2024 da Xplo: <https://www.xplo.com/realtaumentata/differenza-ar-vr-mr/>
- Yeste, R. (2017, Ottobre 26). *'El Mundo de Nubla' supera las 20.000 unidades vendidas*. Tratto il giorno Luglio 13, 2024 da PlayStation.Blog: <https://blog.es.playstation.com/2017/10/26/el-mundo-de-nubla-supera-las-20-000-unidades-vendidas/>
- Youmark. (2021, Febbraio 5). *The Met Unframed, l'app del Metropolitan Museum of Art di NY per un incredibile viaggio tra le opere d'arte*. Tratto il giorno Luglio 16, 2024 da Youmark: <https://youmark.it/ym-entertainments-and-arts/the-met-unframed-lapp-del-metropolitan-museum-of-art-di-ny-per-un-incredibile-viaggio-tra-le-opere-darte/>
- Zane, M. (2017, Gennaio 25). *Father and Son, quando un museo archeologico si inventa un videogame*. Tratto il giorno Luglio 12, 2024 da Wired: <https://www.wired.it/gadget/videogiochi/2017/01/25/father-and-son-museo-videogame-napoli/>

Indice dei grafici

Grafico 1. % di PMI con livello base di intensità digitale. Fonte: Eurostat, 2023. ...	10
Grafico 2. Imprese che utilizzano IoT per attività economica (% delle imprese). Fonte: Eurostat, 2023.....	11
Grafico 3. Imprese che acquistano servizi di cloud computing per attività economica (% delle imprese). Fonte: Eurostat, 2023.	12
Grafico 4. Imprese che utilizzano tecnologie di AI per classe di dimensione (% delle imprese). Fonte: Eurostat, 2023.....	13
Grafico 5. Imprese che utilizzano tecnologie di AI per attività economica (% delle imprese). Fonte: Eurostat, 2023.....	13
Grafico 6. % di grandi imprese con livello base di intensità digitale. Fonte: Eurostat, 2023.	17
Grafico 7. Impatto diretto, indiretto e indotto generato dal Valore Aggiunto incrementale del settore culturale e creativo in Italia (euro). Fonte: TEHA, 2023.	23
Grafico 8. Impatto diretto, indiretto e indotto generato dal Valore Aggiunto incrementale del settore culturale e creativo in Italia per settore economico (euro). Fonte: TEHA, 2023.....	24
Grafico 9. Introiti lordi degli enti culturali statali per Regione (€ mln), 2019. Fonte: TEHA, 2023.....	25
Grafico 10. Spesa pubblica totale in servizi culturali: confronto tra gli Stati Membri dell'UE-27.	25

Indice delle figure

Figura 1. BreraPlus+. Fonte: Artribune, 2020.	32
Figura 2. Sistema di archiviazione digitale delle opere.	35
Figura 4. Valle delle Regine, Tour virtuale. Fonte: Museo Egizio di Torino, 2024..	37
Figura 5. Esplora con Google. Fonte: Google Art & Culture, 2024.	38
Figura 6. Nubla. Fonte: PlayStation, 2024.	40
Figura 7. Nubla 2. Fonte: PlayStation, 2024.	40
Figura 8. Father and Son. Fonte: Archeomatica, 2021.	42
Figura 9. “Washington attraversa il fiume Delaware”, Emanuel Leutze con la AR. Fonte: UNIT9, 2021.	45
Figura 10. GO!Muse applicato a uno scheletro di dinosauro del museo. Fonte: MuSe, 2018.	47
Figura 11. Mona Lisa: Beyond the Glass. Fonte: Louvre, 2019.	49
Figura 12. Van Gogh: The Immersive Experience, Milano. Fonte: Milano Farini, 2023.	54
Figura 13. Esempio targhetta con codice QR.	62
Figura 14. Esempio del funzionamento del progetto (“Madonna con Bambino e santi”, ignoto).	63

Indice delle tabelle

Tabella 1. Numero stimato di musei nel mondo. Fonte: UNESCO, 2021.....	22
Tabella 2. Tabella riassuntiva casi studio osservati (pt. 1).	57
Tabella 3. Tabella riassuntiva casi studio osservati (pt. 2).	58
Tabella 4. Struttura dei costi del progetto (anno 1).	65
Tabella 5. Studio sui prezzi di biglietto 2024 (anno 1).....	66
Tabella 6. Ricavi del progetto (anno 1).	66
Tabella 7. Utile del progetto (anno 1).....	67
Tabella 8. Break Even Point del progetto.	67