

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA

DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA (DA)

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE A CICLO UNICO
INGEGNERIA EDILE- ARCHITETTURA

TESI DI LAUREA

in

Fotogrammetria per l'architettura

DAI DEPOSITI ALLA REALTÀ VIRTUALE:

VALORIZZARE E PRESERVARE GLI ABITI DEL MUSEO

DELLA MODA E DEL COSTUME DI PALAZZO PITTI

CANDIDATA:
Elisa Angeletti

RELATORE:
Chiar.mo Prof. Marco Gaiani

CORRELATORI:
Prof. Simone Garagnani
Dott. Roberto Palermo

Anno Accademico 2022/23

Sessione I

Indice

Introduzione	1
1. Panoramica museale	3
1.1 Museo fisico	3
1.1.1 Caratteristiche e funzioni	3
1.1.2 Strategia per la comunicazione e valorizzazione museale	6
1.1.3 Rapporto tra contenitore e contenuto	7
1.2 Museo virtuale	11
1.2.1 Descrizione delle attività	11
1.2.2 Evoluzione del museo: dal fisico al virtuale	12
1.2.3 Tipologie di musei virtuali	15
1.2.4 Casistiche esistenti e misure anti-pandemiche	16
2. Museo della Moda e del Costume	19
2.1 Nascita e sviluppo del museo	19
2.2 Struttura e allestimenti fisici	20
2.3 Rilevanza storica e culturale del patrimonio	22
2.4 Modelli di riferimento	26
3. Progetto	29
3.1 Fotogrammetria come strumento di rappresentazione	29
3.1.1 Panoramica fotogrammetrica	29
3.1.2 Applicazioni in ambito museale	34

3.2 Proposte di allestimento fisico e virtuale	37
3.2.1 Analisi sulla conservazione della collezione tessile	37
3.2.2 Ipotesi di installazione fisica	40
3.2.3 Ipotesi di installazioni virtuali	43
3.3 Progettazione esposizione sfilata 3D	53
3.3.1 Caratteri principali di progetto	53
3.3.2 Localizzazione	54
3.3.3 Fotogrammetria e modellazione tridimensionale	56
3.3.4 Studio dell'allestimento espositivo	61
3.3.5 Modello 3D	67
4. Conclusioni	71
5. Bibliografia	75
6. Sitografia	76
7. Fonti iconografiche	77
Ringraziamenti	81

Introduzione

La presente tesi si pone l'obiettivo di risolvere le criticità legate al degrado e alla difficile esposizione, nonché conservazione, degli abiti antichi e in particolare quelli del Museo della Moda e del Costume conservati oggi presso la Palazzina della Meridiana, a Palazzo Pitti.

Il progetto parte dall'analisi della situazione odierna, focalizzando il tema per cui le collezioni vengono allestite a rotazione periodica, che varia da un paio di mesi a un massimo di due anni continuativi di esposizione al pubblico, per garantire la conservazione del materiale tessile.

La soluzione proposta si basa quindi principalmente sull'idea di un sistema capace di preservare i materiali sensibili, come i tessuti, e allo stesso tempo sulla realizzazione di un allestimento volto a trasformare l'esperienza dei visitatori, offrendo un'immersione coinvolgente nel mondo della moda. Il mezzo utilizzato è quello delle più recenti tecnologie digitali che hanno permesso di concepire un sistema espositivo virtuale e interattivo per una sala del museo dedicata all'esplorazione della moda e del costume. Con l'utilizzo di tecnologie avanzate come la realtà virtuale e la fotogrammetria, i visitatori avranno la possibilità di immergersi in un ambiente unico, consentendo loro di esplorare capi d'abbigliamento, accessori e creazioni storiche in un modo innovativo.

La tesi, in collaborazione con le Gallerie degli Uffizi di Firenze, è nata dal coinvolgimento già presente del museo nel mondo virtuale e l'interesse nel rendere accessibile la collezione tramite tour guidato degli spazi.

Nel primo capitolo, si cerca di delineare quali siano le caratteristiche e funzioni che svolge l'istituzione museale, andando a indagare le tecniche comunicative utilizzate e le principali dinamiche di fruizione e partecipazione. In questa panoramica si mette a confronto il museo fisico e quello virtuale, per capire l'evoluzione avvenuta negli anni sia a livello di rappresentazione delle opere sia a livello di interazione con il visitatore.

Nel secondo capitolo si prende in esame il Museo della Moda e del Costume, situato all'interno della Palazzina della Meridiana di Palazzo Pitti, a Firenze e fondato nel 1983 con il nome di "Galleria del Costume", che comprende una collezione di grande pregio con più di 16.000 capi tra abiti e accessori. Si prosegue, in questo modo, lungo un excursus di nascita e sviluppo del museo, uno dei primi esistenti nel panorama storico della moda italiana. Lo studio degli allestimenti e dei tempi delle mostre organizzate negli anni portano con sé tanta storia quanta difficoltà di esposizione e di restauro di materiali facilmente degradabili.

Si giunge al terzo e ultimo capitolo ovvero la parte progettuale della tesi e che prende forma nel Museo della Moda e del Costume. Si analizza come la fotogrammetria, tecnica di rilievo e progettazione tridimensionale, trovi ampio spazio all'interno di musei internazionali per lavori di digitalizzazione delle opere. Si tratta di una soluzione flessibile per ottenere modelli 3D fotorealistici ad alta risoluzione tramite misurazione indiretta, ovvero a distanza dagli oggetti, che si presta perfettamente anche nei casi di estrema fragilità o inaccessibilità.

Prima della parte esecutiva del progetto vengono prese in esame proposte di allestimento fisico, volte a migliorare l'esposizione della collezione dal punto di vista del degrado dei tessuti, e di quello virtuale, per riuscire ad associare all'interno del Museo della Moda e del Costume una nuova forma di interazione tra il pubblico e i capi. Tra le ideazioni di allestimento digitale analizzate è stato sviluppato approfonditamente il caso studio della sfilata 3D, con l'elaborazione di un modello fotorealistico dell'ambiente, ovvero una sala della Palazzina della Meridiana, e di due abiti attualmente conservati nei depositi. L'associazione più innovativa riguarda la possibilità di vedere gli abiti storici indossati da avatar virtuali che sfilano in passerella simulando il movimento dei tessuti.

1. Panoramica museale

1.1 Museo fisico

1.1.1 Caratteristiche e funzioni:

I musei sono istituzioni che svolgono funzioni di raccolta, conservazione, studio ed esposizione di beni d'interesse artistico, storico e culturale, in cui conoscenza e condivisione offrono l'opportunità al pubblico di apprendere nuove nozioni e contribuiscono alla salute cognitiva collettiva. È importante definire le principali caratteristiche e le funzionalità dei musei analizzando la storia evolutiva nel corso dei secoli.

Le prime forme di museo hanno radici antiche e risalgono alle civiltà greche e romane, in cui la funzione principale era rappresentata dal prestigio sociale e dalla volontà di collezionare oggetti d'arte e di valore. È proprio in questa epoca che ha origine il concetto di collezionismo di opere d'arte, per esaltare e godere della bellezza di oggetti spesso provenienti da bottini di guerra.

Tuttavia, l'idea più moderna di museo si è sviluppata durante il Rinascimento, quando collezionisti privati e famiglie nobili hanno iniziato a creare spazi dedicati alle mostre delle loro collezioni. Nascono così le gallerie d'arte e le "stanze delle meraviglie", ovvero collezioni che destassero stupore nello spettatore, accessibili solo a un pubblico selezionato e ristretto, senza scopo educativo o divulgativo.

La vera trasformazione dei musei si verifica durante il XVIII e il XIX secolo quando le collezioni, aperte ad una cerchia limitata di persone, iniziano ad essere accessibili a tutti e vengono istituiti i primi musei pubblici.

È durante il Settecento che un fenomeno culturale noto come il "Grand Tour" diviene celebre tra i giovani aristocratici e gentiluomini europei perché considerata un'esperienza educativa essenziale di ceti altolocati per la formazione culturale. Il

“Grand Tour” consiste in un viaggio di diversi mesi in visita a città e luoghi di interesse culturale in tutta Europa, offrendo l’opportunità di acquisire una conoscenza approfondita dell’arte, della cultura e della società europea.

Uno dei principali obiettivi è quindi la visita alle collezioni d’arte più celebri dell’epoca e le mete più comuni sono capitali culturali come Firenze, Roma, Parigi e Vienna. I giovani gentiluomini si recavano in gallerie, musei, palazzi e ville che ospitano preziose collezioni di manoscritti antichi, sculture e altri tesori culturali.

Durante la tappa a Firenze, il Grand Tour comprendeva una visita alle Gallerie degli Uffizi, dove venivano esposti capolavori unici di artisti come Leonardo da Vinci, Raffaello e Michelangelo. L’opportunità di incontrare artisti e intellettuali rinomati dell’epoca come pittori, scultori e filosofi rappresentava un’occasione unica per i viaggiatori, che hanno quindi la possibilità di disquisire su grandi tematiche con le menti più brillanti dell’epoca. Esplorare diverse tradizioni culturali, lingue e usanze, attraverso il contatto diretto con le diverse popolazioni, amplia notevolmente la prospettiva e gli orizzonti della nuova generazione. Il Grand Tour rappresenta pertanto un simbolo di status sociale, come dimostrazione di ricchezza, e di istruzione superiore che comporta al tempo stesso apertura mentale, mettendo in primo piano l’importanza della formazione e l’apprezzamento delle arti e della cultura.

In questo periodo nascono i primi musei pubblici e tra i più celebri si ricordano: la Galleria degli Uffizi a Firenze, dono di Anna Maria Luisa de’ Medici nel 1737, il British Museum a Londra, inaugurato nel 1753 e il Louvre a Parigi, fondato nel 1793. Questo cambiamento avviene in concomitanza con l’illuminismo e dallo sviluppo dell’idea che l’arte e la conoscenza dovessero essere accessibili a tutti i cittadini, non solo all’élite. Le funzioni museali si sviluppano nei secoli, seguendo il cambiamento culturale e rappresentando primariamente un intento espositivo e in seguito conservativo e di salvaguardia delle opere, anche come reazione alle requisizioni in periodo napoleonico.

Oggi, i musei svolgono un ruolo fondamentale nella società, fungendo da ponte tra il passato e il presente e le cui funzioni principali includono:

- **Conservazione:** I musei sono responsabili della preservazione e della cura dei beni facendo uso di tecniche specifiche per proteggere le collezioni dall'usura e da agenti di degrado.
- **Esposizione:** Le mostre rappresentano una parte essenziale dei musei che illustrano le collezioni in modo informativo e narrativo creando connessioni tra le opere d'arte e la cultura.
- **Ricerca:** Vengono condotti studi approfonditi sugli oggetti preservati per scoprire nuove informazioni e condividere le loro ricerche con la comunità accademica e il pubblico.
- **Educazione:** I musei svolgono un ruolo fondamentale nell'educazione collettiva coinvolgendo sempre più persone tramite mostre, visite guidate, laboratori, conferenze e programmi educativi al fine di approfondire la comprensione storica e artistica.

La natura evolutiva dei musei è insita nella rilevanza sociale e si modella sulle esigenze di un ampio pubblico, sperimentando forme di narrazione che siano coinvolgenti e innovative tramite strumenti e tecniche comunicative. Nuovi spunti di riflessione e rappresentazione portano i musei ad avere costante crescita sia personale, in quanto struttura espositiva, sia popolare, in quanto rappresentazione equa e inclusiva.

L'impegno museale nella diffusione della conoscenza e della comprensione costituisce un essenziale contributo culturale e sociale, che nel corso dei secoli si pone come obiettivo quello educativo. I luoghi inizialmente elitari sono diventati istituzioni aperte a tutti ed è grazie alla loro continua evoluzione che i musei sono tuttora di primaria rilevanza, per la preservazione e divulgazione del valore storico e artistico delle civiltà.

1.1.2 Strategia per la comunicazione e valorizzazione museale:

Come scritto nel paragrafo precedente, il museo svolge una funzione principale a livello educativo e formativo ed è importante, per questa ragione, soffermarsi su come e quali tecniche comunicative vengano utilizzate per trasmettere informazioni ad un pubblico ampio.

L'apprendimento nell'ambito museale può essere visto come un metodo di insegnamento meno tradizionale, il che lo rende più informale e piacevole e, allo stesso tempo, funzionale a consolidare conoscenze pregresse e recepire nuovo sapere. Uno degli aspetti chiave dei musei è la creazione di un ambiente inclusivo e accogliente, che si impegni a rompere le barriere culturali e sociali, creando un'atmosfera in cui ogni visitatore si senta parte integrante dell'esperienza museale.

Una tecnica comunicativa utilizzata dai musei è l'interattività: creare laboratori creativi, giochi, visite guidate e installazioni coinvolgenti invitano il pubblico a partecipare attivamente alla scoperta e all'esplorazione delle opere d'arte. Questo approccio consente al pubblico di connettersi in modo più personale ed empatico con le opere esposte, stimolando l'interesse e la curiosità. Il passaggio fondamentale nella strategia di comunicazione riportata è quello di rendere il visitatore attivo e quindi anche più ricettivo nei confronti delle nozioni che vengono fornite. Si stimola, in questo modo, un pubblico vasto e con una strategia comunicativa trasversale favorendo diversi stili di apprendimento: visivo, uditivo e cinestesico.

I musei utilizzano anche varie forme di media e tecnologia per ampliare la portata educativa come per esempio le guide audio, le applicazioni mobili, i display interattivi o i video didattici, che consentono ai visitatori di approfondire la loro comprensione delle opere d'arte e dei temi correlati. Questi strumenti offrono informazioni aggiuntive, narrazioni multimediali e testimonianze dirette degli artisti, arricchendo l'esperienza di visita. La collaborazione, inoltre, con scuole e istituti educativi offre un'opportunità unica per approfondire gli argomenti trattati in aula attraverso l'esperienza diretta delle opere d'arte.

Le tecniche e le strategie comunicative adottate dai musei riflettono l'impegno nell'educare, ispirare e coinvolgere il pubblico nell'esplorazione del patrimonio artistico e culturale. Con una combinazione di interattività, media e programmi educativi, i musei mirano a stimolare la curiosità, promuovere la comprensione e incoraggiare l'apprezzamento dell'arte in tutte le sue forme.

1.1.3. Rapporto tra contenitore e contenuto:

Il termine museo porta con sé un'associazione spesso inevitabile tra contenitore e contenuto. La relazione che si instaura tra edificio, inteso anche come spazio espositivo, e opere d'arte presenti all'interno è un legame stretto nonché punto fondamentale che identifica una determinata collezione.

Uno dei punti chiave del rapporto tra contenitore e contenuto nei musei riguarda la rilevanza della contestualizzazione, infatti l'architettura, il design di interni, il sistema di illuminazione e la collocazione delle opere influiscono sulla percezione e sull'interpretazione dell'esposizione. Una buona progettazione è necessaria per offrire uno sfondo ideale e mettere in risalto le opere d'arte, creando un'atmosfera che favorisca l'immersione e l'apprezzamento.

Nell'interazione reciproca tra involucro e interno deve coesistere in armonia concentrandosi sulla valorizzazione delle opere d'arte e cercando di creare spazi ideali per la lettura e comprensione chiara dei beni esposti. È estremamente importante considerare il rispetto dell'integrità del patrimonio attraverso l'uso di un contenitore adatto a garantire la perfetta conservazione delle opere d'arte. Questo include la fornitura di condizioni ambientali adeguate, come temperatura, umidità e illuminazione controllate, per preservare l'integrità delle opere nel corso del tempo. L'architettura e lo spazio espositivo possono essere progettati in modo da creare un percorso coerente e significativo attraverso i beni, favorendo la comprensione e la fruizione dell'intero allestimento. La disposizione delle opere, i collegamenti visivi, le

didascalie o le informazioni testuali possono contribuire a generare una narrazione fluida che guida il visitatore attraverso l'esperienza educativa.

Il rapporto tra contenitore e contenuto nei musei è cruciale per creare un ambiente propizio alla fruizione delle opere d'arte, che contribuisce a valorizzare e arricchire l'esperienza dei visitatori, consentendo loro di immergersi nella storia e nella cultura. È tuttora argomento controverso quello che riguarda la scelta architettonica museale e che vede filoni ideologici differenti: da un lato la visione più classica e conservatrice, dall'altra la spettacolarizzazione del contenitore.

Nel primo caso si fa spesso riferimento ad architetture storiche, che risultano già in sé opere d'arte, in quanto patrimonio storico-artistico, in cui l'innovazione si ricava dallo studio dell'allestimento. La concentrazione ricade sul contenuto e su come le preesistenze possano valorizzare e mettere al centro i beni esposti. Questo è spesso il caso italiano, che dispone di architetture di grande rilevanza storica, distribuite su tutto il territorio, e che vede nascere figure di architetti ma anche allestitori d'eccellenza come Albini e Scarpa. Questi grandi protagonisti della museologia italiana degli anni '50 e '60 si concentrano su riallestimenti di edifici storici, andando a individuare il tema cruciale del "museo interno". L'attenzione viene rivolta ai dettagli, all'armonia tra architettura e opere e all'esperienza coinvolgente offerta ai visitatori come nel caso del Museo di Castelvecchio a Verona, in cui Carlo Scarpa ha realizzato nuove strutture e passaggi, rispettando ed evidenziando sempre gli elementi originali. La chiave di volta per l'interazione tra contenuto e contenitore è la sensibilità nel trasformare l'architettura in parte integrante della collezione e contribuire in questo modo alla comprensione e apprezzamento del contenuto stesso.



Figura 1: Museo di Castelvecchio, Verona

Nel caso, invece, di spettacolarizzazione del museo si fa riferimento al concetto di contenitore come opera d'arte, come polo attrattivo esso stesso per i visitatori. Il ruolo da protagonista prende il sopravvento e si instaura un distacco dai modelli tradizionali silenziosi. La struttura diventa a tutti gli effetti scultura urbana e una facile connessione è quella del Guggenheim Museum di New York di Frank Lloyd Wright, costituito da un grande corpo centrale al cui interno si sviluppa una promenade elicoidale attorno a un vuoto centrale a tutta altezza. La difficoltà risiede nel fondere arte e architettura, facendo emergere l'involucro senza sminuire ovviamente ciò che viene esposto al suo interno come esprime Mario Botta in queste parole: "Per fare un buon museo bisogna che l'architettura faccia un passo avanti e uno indietro: deve emozionare il visitatore che si sente protagonista quando entra, e deve fare un passo indietro subito dopo per far diventare protagoniste le opere che conserva".

Per Frank Lloyd Wright era fondamentale disegnare una struttura che fosse essa stessa oggetto di ammirazione e citando una sua frase iconica "L'arte madre è l'architettura. Senza una nostra architettura non abbiamo l'anima della nostra stessa civiltà".



Figura 2: Guggenheim Museum, New York

Entrambi questi approcci sono spesso oggetto di dibattito all'interno della comunità artistica e museale ma riescono a coesistere e trovare spazio in base anche a fattori culturali, storici e sociali differenti. Il museo come istituzione può essere visto come uno specchio della società che mostra l'evoluzione della cultura e del pensiero collettivo di un'epoca.

1.2 Museo virtuale

1.2.1 Descrizione delle attività:

Un museo virtuale può essere definito come un'entità digitale che consente ai visitatori di interagire ed esplorare il patrimonio culturale in maniera non fisica.

La missione istituzionale è simile a quella del museo fisico in quanto si pone come obiettivo quello di essere accessibile ad un ampio pubblico, promuovere la conoscenza di collezioni e conservare i beni nel lungo periodo.

Possono essere identificate pertanto come attività del museo virtuale:

- Esplorazione delle collezioni: per avere una visione completa, navigando digitalmente tra opere ad alta risoluzione, facendo dei close-up sui dettagli e ottenendo informazioni specifiche su ogni oggetto.
- Mostre virtuali: organizzate per tematiche, temporanee o permanenti, esattamente come quelle fisiche e che offrono, attraverso le tecnologie, un'esperienza di fruizione curata allo spettatore.
- Visite guidate virtuali: articolando lo spazio in una riproduzione fedele di sale già esistenti o aree nuove in cui studiare percorsi e guide virtuali sulle opere presenti.
- Attività interattive: per partecipare in maniera attiva all'esposizione interagendo creativamente, analizzando i processi artistici o selezionando azioni da svolgere.
- Eventi virtuali: che coinvolgano, anche a distanza, artisti ed esperti del settore in maniera digitale e il vasto pubblico.

Queste attività non si discostano dalle principali svolte all'interno di un museo fisico, ma ovviamente vengono progettate e studiate per offrire un'esperienza facilmente comprensibile e alla portata di un pubblico variegato, in fatto di conoscenze artistiche ma anche tecnologiche. La grande capacità risiede nel superamento delle limitazioni spaziali e temporali, presenti invece in luoghi fisici, sia a livello espositivo sia di coinvolgimento del visitatore.

1.2.2 Evoluzione del museo: dal fisico al virtuale:

L'evoluzione del museo fisico a quello digitale è un processo che ha radici nel progresso tecnologico e nel cambiamento delle esigenze culturali e sociali.

La rivoluzione digitale ha coinvolto tutti i settori, compreso il campo dell'arte e della cultura, portando a una nuova elaborazione di strategie di comunicazione e delle attività. Le istituzioni museali hanno iniziato a includere strumenti multimediali e interattivi, che sono diventati elementi fondamentali per la promozione e valorizzazione culturale, e a considerare come risorsa preziosa la presenza e gestione di siti web, canali social e applicazioni. L'esigenza di creare dei musei virtuali nasce dal cambiamento, che influenza la relazione e l'interesse del pubblico e implica l'adozione di nuove caratteristiche, per migliorare la comunicazione e stimolare l'apprendimento collettivo. L'integrazione e trasformazione museale sono un processo graduale e ancora in atto che comporta difficoltà, non solo nella rielaborazione dialogante del percorso, ma anche nelle capacità tecniche e strumentali specifiche richieste per la creazione digitale. È però al contempo la grande flessibilità di queste tecnologie che rende possibile il molteplici utilizzo e la sagomatura di mostre diverse in base alle esigenze di ogni museo e ai beni da illustrare. I musei virtuali sono un ottimo complemento ai musei fisici perché consentono una nuova dimensione e accessibilità all'istituzione che si può svincolare dallo spazio, creando una realtà solo digitale, e dal tempo, evitando orari di apertura e minuti d'attesa.

Una caratteristica estremamente rilevante, che continua ad alimentare la creazione di musei virtuali, è la capacità di conservazione e protezione delle opere d'arte, permettendo una preservazione a lungo termine e riducendo notevolmente l'usura e il rischio di danni fisici. Trattandosi spesso di elementi estremamente sensibili, di grande valore storico e culturale, è un grande vantaggio poter condividere con il pubblico questi manufatti e allo stesso tempo conservare le opere originali.

I contesti di fruizione dedicati concentrano il focus su diverse attività sensoriali simulando un'esperienza immersiva, per mettere in relazione l'opera con tutto il contesto che lo circonda, creando un'entità vitale che dialoga con il resto.

È possibile distinguere tre diverse tecnologie che offrono questo tipo di coinvolgimento che sono: la realtà aumentata (Augmented Reality – AR), che sovrappone elementi digitali al mondo reale migliorando la percezione e comprensione del vissuto, la realtà virtuale (Virtual Reality – VR), che crea un ambiente completamente immersivo sostitutivo della realtà fisica e consente un'elevata interazione con il digitale, e la realtà mista (Mixed Reality – MR), che combina elementi reali e virtuali mantenendo sempre la connessione con l'ambiente circostante.

Attualmente esistono diversi tour virtuali creati da musei come MoMA o British Museum che consentono in qualunque luogo di osservare le collezioni con la simulazione dell'ambiente a 360°. L'idea è stata elaborata anche da Google Arts & Culture nel 2011, che permette di utilizzare la modalità street view, come per Google Maps, per muoversi all'interno di numerosi musei che hanno deciso di prendere parte al progetto.



Figura 3: Vista del British Museum di Londra su Google Arts & Culture

L'altra funzionalità aggiunta nel 2016 è Art Camera, ovvero una macchina fotografica robotizzata ad altissima risoluzione che consente di ricavare per ogni museo un'immagine composta da circa 7 miliardi di pixel dell'opera selezionata.



Figura 4: Vista di Lo stagno delle ninfee di Claude Monet e del dettaglio su Google Art Camera

Il Google Art Project si è posto come obiettivo quello di rendere l'arte e la cultura accessibile a un pubblico globale, racchiudendo opere di oltre 2000 musei e creando in questo modo un catalogo digitale molto vasto. In questo caso la questione ha suscitato dubbi riguardanti più la perdita dell'unicità del museo a fronte di una standardizzazione di metodo di acquisizione e visualizzazione univoca per il pubblico. Come descritto anche nel libro "Musei Virtuali" di Simona Caraceni:

"D'altra parte, però, bisogna ammettere che un rischio di questo progetto può essere rappresentato dal fatto che i musei virtuali di Google Art Project siano fatti tutti con lo stampino, rappresentando qualcosa di più simile ad una collana editoriale digitale di guide interattive ai musei nel mondo che altro, e quindi ci si trovi in una situazione di supermercato museale digitale in cui tante confezioni, tutte con lo stesso packaging, vadano a contenere opere diverse, tutte fruibili nella stessa modalità."

1.2.3. Tipologie di musei virtuali:

I musei fisici si differenziano in base a diversi aspetti, come principalmente il tema o argomento trattato, dimensione, collezione, localizzazione e architettura; nel caso dei musei virtuali ci sono anche altre caratteristiche che entrano in gioco e possono determinare la classificazione digitale.

La prima distinzione può essere eseguita in base al luogo in cui prende vita l'esposizione digitale. È da considerare se si tratta di una spazialità reale, quindi con una geolocalizzazione esistente, magari all'interno di un museo fisico, oppure se è il caso di un ambiente anch'esso digitale e visibile unicamente online, senza coordinate di posizione. Nel primo caso è possibile avere un'installazione visibile unicamente in presenza fisica, recandosi presso l'edificio che ospita la mostra e accedendo all'interno della struttura dedicata. Nella seconda opzione, invece, lo spazio è visitabile esclusivamente attraverso il mezzo digitale, quindi connettendosi con strumenti tecnologici come computer, smartphone o tablet. L'identificazione del luogo fisico reale racchiude al contempo ulteriori differenze come l'eventuale presenza e interazione dal vivo con altri visitatori, non possibile in un ambiente ricreato digitalmente, e il limite temporale di accesso alla mostra, non vincolante invece nel caso di ingresso online indipendente da orari lavorativi e festività.

Un altro fattore da tenere in considerazione per classificare diverse tipologie di musei virtuali riguarda il percorso. In un'esposizione reale si ha controllo sul movimento del proprio corpo e di conseguenza sul cammino da eseguire avendo la possibilità di visitare tutte le sale o di selezionarne solo alcune. All'interno del museo virtuale l'itinerario può essere prestabilito, limitando in questo modo la personalizzazione e la decisione di approfondire o meno determinati argomenti; può essere assimilata a un'osservazione guidata che si limita a seguire le impostazioni preventivamente fissate senza apportare modifiche o scelte.

L'ultima grande distinzione tra i musei virtuali riguarda la tipologia di apprendimento per il visitatore che si differenzia tra passivo e attivo. Nella prima ipotesi si fa

riferimento a un'esperienza che utilizza come strumenti di informazione le guide audio, il testo esplicativo riportato nei cartellini o le presentazioni multimediali. L'interattività, invece, consente un coinvolgimento attivo del pubblico attraverso strumenti che possono includere schermi touch screen, azioni pratiche, simulazioni virtuali anche giochi.

L'aumento dell'interesse e l'attenzione verso i contenuti esposti vengono stimolati attraverso la partecipazione individuale favorendo una migliore comprensione e memorizzazione delle informazioni.

1.2.4 Casistiche esistenti e misure anti-pandemiche:

L'impatto esercitato dalla pandemia Covid-19, che ha imposto misure di distanziamento sociale e periodi di quarantena, è stato elevato soprattutto per il mondo dell'arte, degli eventi culturali e di spettacolo.

L'assenza fisica dei visitatori e l'arresto delle attività hanno influenzato la promozione di nuove tecnologie per la fruizione e promozione della cultura, spingendo i musei a investire in soluzioni digitali per offrire esperienze virtuali avanzate.

Se per molto tempo il digitale ha rappresentato un sistema accessorio per le istituzioni, durante il lockdown è diventato l'unico strumento di divulgazione e avvicinamento al pubblico. Si stima infatti che circa il 90% delle strutture abbia realizzato materiale digitale fruibile a seguito della chiusura al pubblico e che più di un terzo dei musei abbia creato o dedicato maggior tempo alla cura di canali social per la promozione delle proprie attività.

Attualmente esistono molteplici esempi di musei virtuali in tutto il mondo che adottano tecniche di produzione e visualizzazione diverse, tra questi si ricorda il caso delle Gallerie degli Uffizi, che nel periodo pandemico si è contraddistinta per la forte presenza online e ha fatto della comunicazione social una peculiarità e un punto di forza. Dal sito ufficiale degli Uffizi è possibile eseguire un tour di visita virtuale al

museo ma anche seguire eventi in streaming, scoprire aggiornamenti, curiosità e narrazioni tramite video sui canali social.

La possibilità di navigare all'interno delle collezioni è prevista anche in altre istituzioni in tutto il mondo come il Museo del Louvre, British Museum, Museo del Guggenheim di New York, Museo di Van Gogh e tanti altri ancora. Nel campo della moda le visite virtuali sono le tecniche di visualizzazioni digitali più utilizzate come nel caso di Valentino Garavani Virtual Museum, che vede l'esposizione di abiti iconici dell'omonimo stilista italiano. Si possono esplorare diverse sezioni del museo, ottenere maggiori informazioni sui capi e sulle collezioni arricchiti da contenuti multimediali come video, fotografie e interviste per la comprensione del processo creativo.



Figura 5: Valentino Garavani Virtual Museum

Nel caso del Norton Museum of Art, in Florida, durante la visita fisica, attraverso l'uso di una applicazione per smartphone, si può interagire in maniera virtuale con le opere e apportare modifiche alle sculture come cambi di espressione o colore. Il successo del museo risiede proprio nell'interattività e nella personalizzazione da parte del visitatore che viene coinvolto durante il percorso stimolando la creatività individuale. Il Smithsonian Institution negli Stati Uniti dispone, invece, sul proprio sito, accessibile gratuitamente, una vasta selezione di elementi in 3D fotorealistici che è possibile visionare, ruotare e guardare nel dettaglio sul proprio dispositivo, tra cui scheletri di animali e uomini preistorici e anche capi di vestiario.

Le casistiche esistenti riportate sono solo alcune di quelle presenti in tutto il mondo ma possono fornire un ottimo esempio di come la strumentazione e le tecnologie possano essere applicate in maniera differente in base alle collezioni museali. La flessibilità e la personalizzazione sono fattori principali per i musei virtuali, che si svincolano da limitazioni fisiche e si concentrano sulla creazione di un'esperienza che arricchisca e stimoli l'apprendimento dei visitatori.

2. Museo della Moda e del Costume

2.1 Nascita e sviluppo del museo:

Il Museo della Moda e del Costume è situato all'interno della Palazzina della Meridiana, estensione dell'ala meridionale di Palazzo Pitti a Firenze, la cui costruzione ha inizio per volontà di Pietro Leopoldo di Lorena nel 1776 con l'architetto Gaspare Maria Paoletti. Questa struttura viene quindi realizzata poco più di tre secoli dall'edificazione del nucleo originale di Palazzo Pitti e viene completata nel 1830 da Pasquale Poccianti, sotto Leopoldo II di Lorena, e che divenne abitazione privata di personaggi illustri, che hanno lasciato la loro impronta nell'arredo delle sale e nelle pitture murali come Maria Luisa di Borbone, Leopoldo II d'Asburgo Lorena e poi di Vittorio Emanuele II di Savoia.



Figura 6: Palazzina della Meridiana, Firenze

La "Galleria del Costume", fondata nel 1983 Kirsten Aschengreen Piacenti, costituisce il primo museo statale italiano dedicato alla storia del costume e della moda, la cui particolarità risiede nelle collezioni esposte che sono in gran parte frutto di donazioni pubbliche e private. Il patrimonio conservato nei depositi comprende abiti e accessori databili tra il XVIII e il XXI secolo ma anche bozzetti progettuali dei modelli realizzati, gioielli, costumi teatrali e fondi archivistici cartacei inerenti al museo.

Nel 2016, con la direzione generale di Eike Schmidt, la "Galleria del Costume" cambia nome e diventa "Museo della Moda e del Costume", che attualmente conta più di 16.000 manufatti e rappresenta un patrimonio nell'ambito della moda estremamente rilevante.

Nel 2020 il museo è stato temporaneamente chiuso al pubblico per rinnovare l'allestimento espositivo e ha riaperto ufficialmente il 13 giugno 2023, anno corrente, con una mostra dedicata alla stilista Germana Marucelli.

2.2 Struttura e allestimenti fisici:

Le mostre vengono organizzate all'interno della Palazzina della Meridiana di Firenze, che prende il nome dalla meridiana originariamente disposta sul lato esterno, attualmente sostituita con una replica, e utilizzata per misurare l'ora.

La struttura in stile architettonico neoclassico è suddivisa in tre livelli:

- Il piano seminterrato riservato ai depositi, in cui gli abiti vengono riposti singolarmente all'interno di scatole apposite, per garantire la conservazione ottimale dei tessuti e il minor movimento durante il trasporto.
- Il piano nobile riservato alle sale espositive, in cui è presente anche una sala da ballo sviluppata in doppia altezza.
- Il piano superiore, una volta riservato alle ex cucine, attualmente dedicato al Laboratorio di Restauro tessile che comprende esperti restauratori, il cui

obiettivo è quello di consolidamento, riparazione e conservazione della collezione.

Gli allestimenti fisici, pertanto, vengono svolti al piano nobile, in cui sono presenti un totale di 17 sale e ruotati in maniera periodica che varia da un paio di mesi a un massimo di due anni, per evitare un accelerato deterioramento dei tessuti.

I curatori del Museo della Moda e del Costume si occupano della selezione accurata dei manufatti, contenuti nei depositi, che vengono successivamente movimentati, indossati da manichini e posizionati negli spazi espositivi che prevedono teche oppure semplicemente un'esposizione rialzata. La fragilità degli abiti impone tempistiche di allestimento lunghe per non sottoporre i tessuti a un eccessivo "stress", che è dato sia dalla movimentazione e montaggio degli stessi, sia dalla prolungata esposizione statica sui manichini.



Figura 7: Allestimento presso il Museo della Moda e del Costume, Palazzo Pitti

2.3 Rilevanza storica e culturale del patrimonio:

Fin dalle prime civiltà i capi di vestiario hanno assunto un ruolo importante come espressione d'identità e status sociale e non solo protezione e adattamento alle diverse condizioni climatiche. I cambiamenti di stile negli indumenti rispecchiano l'evoluzione della società anche attraverso l'impiego di nuovi materiali, forme o colori. Il termine "moda" viene utilizzato per la prima volta nel 1648 nel libro "Dalla carrozza dal nolo ovvero usanze alla moda" con una connotazione negativa, perché identificato come scelleratezza nello sfarzo, che doveva essere limitata.

L'abbigliamento può essere interpretato al di là del puro lato estetico e strutturale perché nel corso della storia ha svolto ruoli e fini molteplici all'interno della cultura.

All'interno della collezione custodita al Museo della Moda e del Costume sono raccolti abiti realizzati da Rosa Genoni, personaggio illustre che ha ricoperto ruoli politici, giornalistici e pioniera della moda che rivoluzionò il concetto di sarta in stilista, una delle prime riconosciute a livello italiano. Nel 1906, realizzò una collezione ispirata a opere d'arte del Rinascimento da esporre in una vetrina dell'Expo di Milano nel quale ricevette il Grand Prix della Giuria all'Esposizione Internazionale.



Figura 8: Vetrina Expo di Milano del 1906



Figura 9: Abito Primavera di Rosa Genoni

Gli abiti attualmente conservati sono ispirati alla primavera di Botticelli e al disegno di Pisanello e rappresentano un manifesto politico d'identità nazionale in cui viene messa in luce la grande tradizione artigianale italiana, sostenuta da una formazione non solo sartoriale ma anche culturale. Secondo il manifesto, infatti, per distinguersi dalla moda francese dell'epoca e creare la moda italiana era necessario avere dei riferimenti artistici per trovare l'identità e l'originalità dei capi. Si tratta di una battaglia di moda ma anche di identità italiana, in cui Rosa Genoni si mette in prima linea e ricopre ruoli di insegnamento di storia del costume per la scuola professionale, elaborando anche tecniche innovative.

Si delinea all'interno del manifesto anche l'argomento del movimento estetico femminista dell'epoca, che promuoveva la nuova moda a favore delle linee naturali del corpo della donna, senza costrizioni sulla conformazione fisica. Nella presentazione all'Expo viene sostenuto il rispetto delle forme naturali realizzando una collezione con linee morbide e meno limitanti. Questo manifesto segna una svolta nel

campo dalla moda e nella struttura stessa degli abiti, ma anche una relazione forte tra le ideologie del periodo, che vengono riflesse in tessuti e forme.

Ne è un altro esempio anche Eleonora di Toledo, moglie di Cosimo de' Medici, donna politicamente influente nonché fondatrice del Giardino di Boboli, che ebbe un ruolo centrale nella moda dell'élite. La "Gran signora del Cinquecento" veniva ritratta con abiti sontuosi di elevato pregio, per dimostrare l'importanza del casato, ed è emerso da ricerche storiche che uno dei modelli celebri a pelo corto nero non è mai stato di fatto realizzato. Eleonora aveva richiesto espressamente tramite epistola al Bronzino di dipingerla con indosso un abito mai esistito e con il riferimento di un drappo che aveva consegnato al pittore. In questo caso l'abbigliamento venne utilizzato come fine commerciale, è un messaggio promozionale con l'intento di alimentare la richiesta di quel tessuto a Firenze, aiutando così ad accrescere il prestigio della casata e incentivando l'economia di setaioli esperti nella città di Firenze.

Figura 10: Ritratto di Eleonora di Toledo con il figlio Giovanni (1545, olio su tavola, Firenze)



Il riconoscimento storico artistico e culturale della moda si amplifica con il passare dei secoli ed è proprio a Firenze che nel 1983 nasce la "Galleria del Costume", il primo museo statale italiano dedicato alla storia della moda.

Attualmente è tra i più importanti musei della moda del mondo per numerosi fattori, primo tra tutti la collezione che conta oltre 16.000 manufatti provenienti da donazioni pubbliche e private e che raccoglie abiti antichi, costumi teatrali, accessori, scarpe di diverse epoche e stilisti. I depositi ospitano capi di stilisti di fama mondiale come Valentino, Versace, Armani, Emilio Pucci, Saint Laurent, Missoni e la raccolta di costumi teatrali di Umberto Tirelli. Il patrimonio riesce a coprire un ampio arco temporale e fornisce un prezioso panorama storico sulla moda, consentendo ai visitatori di comprendere l'evoluzione stilistica e sartoriale.

La grande importanza della galleria risiede, inoltre, nell'archivio cartaceo, che comprende disegni e bozzetti di importanti personaggi come Alberto Fabiani e Cesare Guidi e che arricchiscono anche a livello archivistico le informazioni sulla realizzazione e progettazione dei capi.

Il Laboratorio di restauro di tessuti antichi, presente all'ultimo piano della Palazzina della Meridiana, è un'organizzazione indispensabile per il Museo della Moda e del Costume, perché si occupa della manutenzione e conservazione degli abiti. Vengono svolti studi e ricerche per migliorare la disposizione degli abiti nelle scatole con lo scopo di limitare il degrado naturale dei tessuti, inoltre, i restauratori esperti affinano le tecniche per interventi conservativi necessari.

Il Museo della Moda e del Costume non rappresenta unicamente una collezione di abiti ma si tratta di un patrimonio di inestimabile valore di tessuti, di collegamenti storici, di momenti strettamente interconnessi con cambi d'uso e ideali sociali, che arricchiscono la cultura e creano nuovi spunti di riflessione.

2.4 Modelli di riferimento:

Come scritto precedentemente la "Galleria del Costume" costituisce il primo museo statale italiano dedicato alla storia della moda e viene fondato nel 1983. È importante però avere una visione complessiva del panorama internazionale e individuare influenze e connessioni con altri modelli museali, presenti all'epoca e tutt'oggi in attività.

Tra le prime istituzioni, nate con l'intento di collezionare abiti e tessuti, si ricorda il Victoria and Albert Museum a Londra, aperto nel 1852 e che, sin dalla fondazione, ha mostrato grande interesse e volontà di esporre al pubblico collezioni di costumi storici.

V&A Museum è ad oggi uno dei più grandi musei d'Europa e vanta una ricca sezione dedicata alla moda, considerata la più completa e importante al mondo, che raccoglie oltre 80.000 manufatti tra cui abiti rari del XVII e XVIII secolo, abiti da sera degli anni '30 e molti capi iconici degli anni '60. Nel 1899 viene istituito il Dipartimento di Costumi e Tessuti, per rafforzare l'importanza della moda nel museo in un decennio storico di grande transizione stilistica. L'allontanamento dalla rigida e sobria era vittoriana ha portato all'affermazione e accettazione dell'abbigliamento estetico, soprattutto per la moda femminile, che prevedeva l'adozione dell'abito da tè senza corsetto per l'abbigliamento da casa. Le maggiori influenze degli ultimi anni dell'800 riguardavano l'ascesa di capi sportivi, per concedere alle donne l'opportunità di andare in bicicletta e di praticare sport più comodamente, e il Movimento Estetico, le cui origini risalgono agli artisti preraffaelliti, che vedeva un ruolo attivo femminile nella comunità e nel mondo politico. L'abbigliamento era il riflesso del cambiamento; una società con maggiore libertà e meno ruoli di genere ha portato a una maggiore flessibilità e libertà negli indumenti.

In questo panorama di riforma della moda nasce anche il Musée de la Mode et du Textile a Parigi nel 1905, situato all'interno del Musée des Arts Décoratifs e creato per

celebrare la storia dell'artigianato tessile. L'apertura del museo è un riconoscimento ufficiale come forma d'arte ed espressione culturale che porterà, nel corso degli anni, alla fondazione di altri musei sulla moda come il Musée Galliera, sempre a Parigi.

La stilista italiana Rosa Genoni espone la sua collezione all'Expo di Milano del 1906 ed è in quegli anni che manifesta la sua idea di creare un Museo Nazionale della Moda, per raccogliere il patrimonio sartoriale italiano, che non vide realizzazione fino alla fondazione della Galleria del Costume.

Nella prima metà del '900 vengono fondati anche il Museo del Costume di Madrid e The Costume Institute presso il Metropolitan Museum of Arts a New York, in cui viene organizzato ogni anno il celebre evento del MET Gala.

L'importanza della moda come patrimonio culturale e storico porta all'istituzione di molteplici musei dedicati, sia in Europa che oltreoceano, per celebrare e preservare l'evoluzione e l'arte tessile.

La Galleria del Costume di Palazzo Pitti ha instaurato e promosso collaborazioni con altri musei di moda, che hanno contribuito a creare un network internazionale, basato sulla condivisione delle conoscenze, dei capi di vestiario e delle esperienze.



Figura 11: Mostra del 2013 presso Victoria and Albert Museum, Londra

3. Progetto

3.1 Fotogrammetria come strumento di rappresentazione

3.1.1 Panoramica fotogrammetrica:

La fotogrammetria è una tecnica di rilievo indiretto che consente di acquisire informazioni metriche di oggetti attraverso l'utilizzo e l'analisi delle fotografie.

Questa applicazione rientra all'interno degli strumenti di "non contatto passivo" perché è possibile trarre misurazioni accurate in maniera indiretta senza dover entrare in contatto con l'elemento fisico.

La fotogrammetria si basa su alcuni principi fondamentali che rendono possibile la realizzazione del rilievo come l'acquisizione di almeno due immagini, numero minimo per garantire l'associazione di punti comuni, che compongono il primo fotogramma e quello immediatamente successivo. Altri principi necessari sono la generazione di coordinate 3D, dell'oggetto scattato, da coordinate 2D, derivanti dall'immagine scattata dell'opera e il principio di collinearità, per identificare l'allineamento sulla stessa retta immaginaria tra centro di proiezione, punto oggetto e punto immagine alla base del calcolo per l'orientamento delle camere di ripresa e delle coordinate tridimensionali degli oggetti.

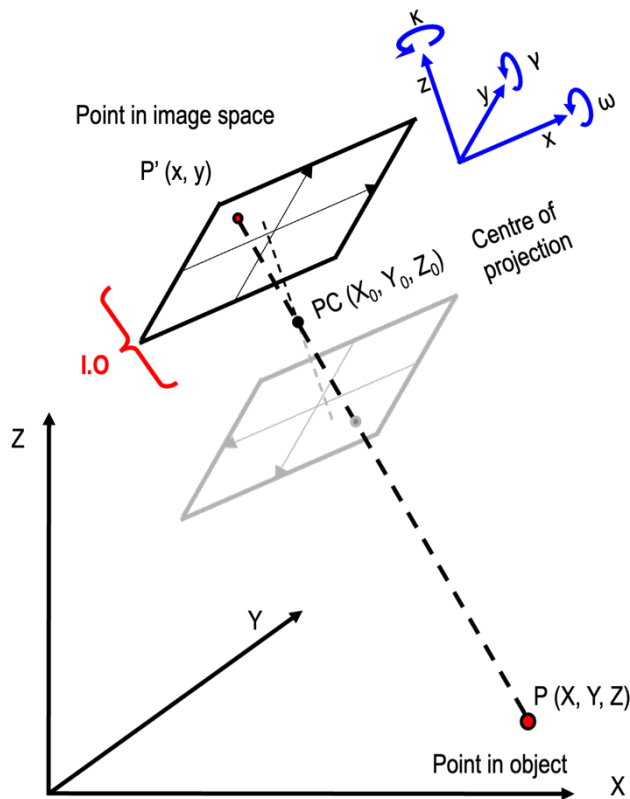


Figura 12: Condizione di collinearità, allineamento del punto oggetto (P), punto immagine (P') e centro di proiezione (O)

Tra i principi generali rientrano anche la calibrazione della camera effettuata per correggere errori sistematici dovuti alla distorsione e la conoscenza di GCP (Ground Control Points), distanze per ricavare le informazioni metriche.

Il processo di rilievo è costituito da fasi necessarie che sono:

- Pianificazione: per analizzare la situazione e valutare quale possa essere la migliore tecnica di acquisizione, valutando fattori di illuminazione, eventuali ostacoli e attrezzatura necessaria.
- Acquisizione dei dati: nel caso della fotogrammetria avviene tramite strumenti di ripresa come droni, macchine fotografiche reflex o fotocamere portatili.
- Elaborazione: comprende numerosi passaggi come la triangolazione delle immagini, generazione di nuvole dense, editing, texture mapping e digitalizzazione.
- Quality control: per verificare le specifiche mettendo a confronti i punti di riferimento e assicurare l'accuratezza della restituzione.
- Rappresentazione: che varia in funzione dell'utilizzo che viene fatto del rilievo, può trattarsi di una situazione statica, animata o interattiva.
- Collaudo: ultimo step per verificare la corretta presentazione realizzazione.

La tecnica di acquisizione delle immagini segue un iter preciso per garantire una migliore riuscita del rilevamento. È necessario identificare in primo luogo lo strumento di acquisizione, con le relative caratteristiche, in base all'oggetto in esame e si stabilisce il metodo di scatto, che prevede un percorso circolare in cui la camera si muove attorno all'oggetto e riprende con diverse angolazioni. Ogni giro di ripresa comprende una fotografia con il Color Checker, perfettamente perpendicolare all'obiettivo per la correzione del colore delle immagini. La sovrapposizione prevista è all'incirca del 70% tra uno scatto e quello successivo, in modo da garantire un'associazione semplice tra i punti comuni dell'oggetto in questione, così come il mantenimento costante di impostazioni di scatto, ovvero ISO, tempi e apertura del diaframma. L'illuminazione in caso di luce interna controllata e continua agevola la realizzazione degli scatti, mentre la luce naturale specialmente in esterna può comportare alte disparità di esposizione luminosa.

Le dimensioni reali dell'oggetto sono fondamentali anche per il calcolo del GSD, ovvero Ground Sample Distance o "distanza campionaria al suolo", che viene utilizzato per descrivere la risoluzione spaziale di un'immagine ottenuta da una fotocamera.

Il numero di pixel che compongono l'immagine determina la risoluzione spaziale, che aumenta all'aumentare dei pixels nell'immagine e che è legata alla densità spaziale, rappresentante la misura del numero di pixel in una immagine digitale, e alla risoluzione ottica, ovvero la misura della capacità di precisione nel dettaglio spaziale. Il Ground Sample Distance rappresenta quindi quanta porzione dell'oggetto reale è contenuta in un pixel e l'unità di misura è pixel/distanza.

L'equazione che definisce il calcolo è:

$$GSD = \frac{\text{distanza dall'oggetto} \times \text{larghezza del pixel}}{\text{lunghezza focale}}$$

In cui

$$\text{Larghezza del pixel} = \frac{\text{larghezza del sensore}}{\text{numero dei pixel}}$$

La formula inversa può essere utilizzata per determinare la distanza di scatto corretta, identificando un valore di GSD, adeguato alle dimensioni dell'oggetto e della finalità progettuale.

I file che si ottengono dalla ripresa fotografica sono file grezzi, RAW, che sono i file originali contenenti tutte le informazioni e metadati exif dello scatto.

La fase che succede l'acquisizione fotografica riguarda la resa colorimetrica corretta, che viene eseguita tramite l'utilizzo di un target ColorChecker, costituito da 24 tasselli di colori elaborati scientificamente. Il processo di correzione del colore prevede il white balance, ovvero il bilanciamento del bianco, utilizzato per tarare correttamente tutti gli scatti facendo riferimento per ogni giro di ripresa alla foto con il target. È necessario determinare lo spazio colore, ovvero un sistema di coordinate tridimensionale in cui ogni punto identifica un colore in maniera numerica e standardizzata, sulle basi delle necessità di applicazione per ottenere una resa colorimetrica quanto più fedele a quella originale.

Per quantificare e misurare la differenza di colore ci si avvale del valore ΔE_{00}^* ricavato dalla seguente formula:

$$\Delta E_{00}^* = \sqrt{\left(\frac{\Delta L'}{K_L S_L}\right)^2 + \left(\frac{\Delta C'}{K_C S_C}\right)^2 + \left(\frac{\Delta H'}{K_H S_H}\right)^2} + R_T \frac{\Delta C'}{K_C S_C} \frac{\Delta H'}{K_H S_H}$$

Il valore fornito come output è un numero, il cui valore minimo è 0, che indica una differenza normalmente invisibile, e in architettura è stato stabilito un valore massimo di 3, per avere un'accuratezza colorimetrica anche all'esterno.

Si prosegue nel processo elaborazione con l'orientamento delle camere e l'identificazione dei punti d'interesse.

La tecnologia chiave è Structure from Motion (SfM), la cui principale caratteristica è l'acquisizione di diversi fotogrammi e di pochi pixel per immagine, che definisce l'orientamento interno delle camere, calcolando simultaneamente gli orientamenti esterni tramite punti omologhi, identificati nella fase di bundle adjustment. Durante questo processo si cerca di limitare gli errori di riproiezione tra punti dell'immagine. L'operatore SIFT, Scale-Invariant Feature Transform, è un algoritmo che identifica punti d'interesse chiave, tramite estrazione automatica, sulla base della loro stabilità rispetto a cambi scala e rotazioni. La scomposizione in punti dell'oggetto è il modo più semplice per rappresentare ogni forma e consente di associare proprietà come vettori normali, per l'orientamento della superficie, o altre proprietà riferite alla superficie come colori o caratteristiche del materiale. Si tratta di un metodo efficace e affidabile di riconoscimento e corrispondenza dei punti tra le immagini, ma possono esserci casi in cui risulta complesso per il SIFT fornire output precisi e può essere utile riconoscerli in fase di scatto per limitare malfunzionamenti. Eventuali errori possono essere causati da condizioni di illuminazione differenti, perché le informazioni sull'intensità dei pixel influenzano i punti chiave e grandi variazioni causano minore coerenza tra i punti corrispondenti, da superfici riflettenti o particolarmente complesse, come anche da pattern molto ripetitivi e angoli di ripresa differenti tra le immagini.

Il procedimento successivo è quello di modellazione che si basa su superfici composte da facce poligonali organizzate in maglie. I poligoni scelti per costituire le *mesh* sono generalmente triangoli o quadrilateri, questo perché figure geometriche semplici riescono a campionare meglio superfici con curvatura variabile e ad essere archiviate ed elaborate con più facilità.

Tramite l'utilizzo della fotogrammetria e modellazione 3D è possibile creare pertanto un modello in scala fotorealistico tridimensionale, costituito da mesh e da una texture colorimetricamente fedele all'originale.

3.1.2 Applicazioni in ambito museale:

La tecnica fotogrammetrica ha suscitato grande interesse a livello museale come metodo per la catalogazione, documentazione e digitalizzazione di manufatti artistici e storici. Grazie alle caratteristiche di rilievo indiretto, ovvero senza contatto, con l'oggetto, alla rapidità di acquisizione e all'economicità degli strumenti di rilevamento, la fotogrammetria svolge un ruolo fondamentale come moderno metodo di misurazione.

L'applicazione in ambito museale di modelli tridimensionali digitali è molteplice e applicabile a diverse situazioni di archiviazione, un unico file raccoglie innumerevoli informazioni metriche, di forma, texture e colori, confronto tra opere, analisi conservativa e restauro, studiando lo stato di degrado dell'opera, divulgazione come contenuto multimediale e creazione di un modello fisico tramite stampa 3D.

Le nuove tecnologie digitali forniscono ai musei, inoltre, la possibilità di elaborare rappresentazioni e visualizzazioni innovative, che coinvolgano in maniera attiva il visitatore, stimolando curiosità e interazione. Si tratta di potenti strumenti che forniscono numerose informazioni e possibilità applicative grazie alla componente di flessibilità, che ne ha decretato il successo anche in ambito museale.

La caratteristica flessibile della tecnica fotogrammetrica riguarda sia gli strumenti di acquisizione, che ad oggi possono essere anche camere di medio – bassa qualità e costo, sia la scala degli oggetti d'interesse, che include rilievo aereo di grandi porzioni, edifici, spesso di interesse storico-architettonico, ma anche manufatti e opere d'arte di piccole dimensioni. L'impiego così vario, ma anche l'ottima determinazione metrica di dimensioni e geometrie, oltre alla resa colorimetrica fedele al modello fisico, hanno favorito l'ampio campo di utilizzo. Indubbiamente le numerose possibilità racchiudono una larga scelta procedurale e una complessità per quanto riguarda competenze tecniche e conoscenze di software specializzati.

Musei conosciuti a livello globale hanno deciso negli anni di investire studi e fondi nell'utilizzo della fotogrammetria per preservare, conservare e documentare al meglio

tesori culturali custoditi. Il Smithsonian Institution, con sede a Washington D.C, è un articolato complesso museale e di ricerca che da tempo utilizza la fotogrammetria per digitalizzare e conservare la numerosa collezione, aperta al pubblico e visibile online nella sezione “3D Digitization” del sito web. Sono stati eseguiti modelli della collezione dei diversi musei ed è possibile visualizzare, far ruotare e zoomare su oggetti di rilevanza storica come fossili di ominidi, ceramiche, paleobiologia del Museo Nazionale di Storia Naturale, collezione di coralli, modulo di comando dell’Apollo 11 con la tuta spaziale indossata da Neil Amstrong e altro ancora.



Figura 13: Visualizzazione della tuta spaziale di Neil Amstrong sul sito di Smithsonian Institution

Anche altri musei come il Louvre, il Rijksmuseum e il Museo Egizio del Cairo utilizzano questa tecnica di rilievo per preservare e archiviare le collezioni, in particolare manufatti estremamente sensibili e facilmente degradabili che spesso non riescono ad essere esposti al pubblico.

Per riassumere brevemente questa tecnica fotogrammetrica si evidenziano quelli che sono i vantaggi e le problematiche che emergono dall'utilizzo.

Vantaggi:

- Rilevamento indiretto non invasivo, che consente di non entrare in contatto con l'oggetto, particolarmente utile in caso di manufatti fragili, che devono subire minor spostamento possibile.
- Strumentazione di facile reperibilità, che comprende macchine fotografiche, droni o anche smartphone.
- Economicità e facilità di acquisizione, che prevede l'uso di pochi elementi come cavalletto treppiede, macchina fotografica e un target Color Checker.
- Flessibilità di risoluzione e dettaglio, per ottenere in base alle finalità e alle dimensioni dell'oggetto una documentazione più o meno accurata a livello metrico, cromatico e di texture.
- Flessibilità di scala, che consente di spaziare da un rilevamento aereo di ampio raggio a oggetti di dimensioni ridotte.
- Elaborazione automatica dei dati, processati tramite software appositi ma che consentono al tempo stesso l'interpretazione umana e l'elaborazione rapida in tempo reale.

Problematiche:

- Presenza di luce, che è l'elemento imprescindibile e alla base del funzionamento e della realizzazione fotografica.
- Complessità di casi reali specifici, che dipendono fortemente da caratteristiche proprie dell'elemento da rilevare, come riflessione, ripetizione di elementi simili o angolature molto pronunciate.
- Vincoli di visibilità inamovibili, che ostruiscono la visione di parte dell'oggetto e comportano l'impossibilità di rappresentare parte del modello.

3.2 Proposte di allestimento fisico e virtuale

3.2.1 Analisi sulla conservazione della collezione tessile:

Le proposte di allestimento sia fisico che virtuale ideate sono frutto dell'analisi sulla conservazione e degrado di elementi tessili, che ho potuto analizzare da vicino presso il Museo della Moda e del Costume di Palazzo Pitti.

Le fibre che costituiscono gli abiti antichi sono principalmente di origine vegetale, che comprendono per esempio cotone e lino, o di origine animale, come lana, seta, velluto e cashmere. La loro composizione li rende molto fragili e sensibili e a livello di alta degradabilità sono assimilabili ai libri antichi, che devono essere conservati con grande cura e richiedono un approccio specifico per la preservazione delle fibre.

Le decorazioni, inoltre, prevedono l'impiego di filati metallici come oro e argento, che per differenze di deterioramento e di flessibilità arrecano ulteriori danni ai tessuti antichi.

Dall'analisi dello stato di fatto presso la Palazzina della Meridiana, che raccoglie la collezione tessile, sono emerse alcune criticità tutte strettamente correlate fra loro.

In primo luogo, vi è la difficile conservazione dovuta, come preannunciato, alla natura facilmente degradabile e fotosensibile dei materiali, che prevede una cura elevata, anche per la conservazione e disposizione degli abiti nelle scatole dei depositi.

La componente di deterioramento alla luce impone tempi espositivi ridotti e quindi rotazioni periodiche frequenti, rendendo in questo modo difficile la creazione di esposizioni permanenti senza arrecare danni spesso irrevocabili ai tessuti.

I cambi di esposizione, al tempo stesso, obbligano una mobilitazione estremamente fragile e assidua dei capi, oltre alla delicata fase di vestizione del manichino, che prevede una manipolazione accurata e competente.

Questa concatenazione di fattori porta alla fase di restauro, necessaria per la consolidazione e conservazione dei filati, tramite restauri reversibili che rispettino la natura del tessuto.

I principali agenti di degrado dei materiali tessili sono di diversa natura: biologica, che coinvolge insetti e parassiti, come tarme e tarli che si nutrono delle fibre causando danni strutturali, e ambientale, come luce, polvere e umidità.

La luce è il fattore di deterioramento più pericoloso perché è in grado di suscitare una reazione chimica nelle fibre tessili e nei materiali coloranti. L'illuminazione diretta del sole espone i tessuti a un rischio maggiore dovuto ai raggi ultravioletti, ma anche nel caso di luce artificiale prolungata, purtroppo, si verifica una perdita di resistenza.

La polvere, costituita di piccoli granelli, riesce a penetrare nei tessuti e si infila facilmente all'interno delle fibre, le cementa e genera in questo modo attrito interno. L'umidità può provocare anch'essa gravi danni alle fibre che, tramite l'assorbimento dell'acqua, tendono a rigonfiarsi e restringersi, avendo variazioni di forme e dimensioni della stoffa. Questi invisibili movimenti di cicli di dilatazione e restrizione possono provocare lacerazioni nei tessuti.

Le forme di danneggiamento risultano essere molteplici, tra le più frequenti:

- Alterazione dei colori: causata principalmente dalla luce provocando effetto di sbiadimento, ingiallimento e ossidazione delle fibre e dei colori. La variazione delle tonalità dei tessuti deriva dalla reazione chimica tra la fonte luminosa e la tintura.
- Corrosione dei filati: effetto dovuto all'ossidazione delle fibre, causata da acidi solforici e nitrici, che nascono dalla reazione dell'inquinamento atmosferico, che può contenere ossidi di zolfo e di azoto, con l'umidità. Il danneggiamento può essere accelerato inoltre dalla presenza di raggi UV.
- Lacerazioni: provocate da agenti biologici e dalle tensioni interne dovute all'umidità, che allarga e restringe i tessuti.

- Macchie: la cui creazione può derivare da tutti e tre i fattori ambientali causando una variazione di colore e in caso di umidità persistente anche alla comparsa di muffa.

I fattori da tenere in considerazione sono numerosi e anche una conservazione non corretta nei depositi può causare a un degrado accelerato degli abiti. La natura della composizione dei tessuti è di per sé fragile e un'esposizione prolungata ad agenti di degrado può compromettere in maniera irrevocabile numerose caratteristiche del patrimonio quali colore, resistenza, forma e integrità.

3.2.2 Ipotesi di installazione fisica:

Identificate le principali problematiche, legate al degrado e quindi all'esposizione al pubblico della collezione tessile, si pone l'interrogativo di come sia possibile migliorare lo stato attuale e la preservazione dei capi.

La proposta elaborata, in maniera teorica, è volta a cercare di ridurre le criticità esaminate, indagando in primo luogo l'esposizione fisica, che presenta le limitazioni più evidenti.

Nel 2004 la CIE, Commission Internationale de l'Eclairage, ha redatto delle raccomandazioni per cercare di ridurre il danno da radiazioni ottiche per materiali sensibili, fornendo così una linea guida per il sistema di illuminazione dei musei. Un'esposizione alla luce non corretta delle opere d'arte, come evidenziato, può comportare gravi danni e tra le indicazioni viene specificato che per materiali sensibili è consigliabile eliminare radiazioni ottiche al di sotto di 400nm e mantenere un illuminamento con valori massimi di 50 lux.

Per sviluppare un'ipotesi di installazione è rilevante tenere in considerazione la Legge di Bunsen e Roscoe che mette in stretta relazione tre fattori: l'esposizione fisica, l'intensità luminosa e il tempo.

La formula che lega questi elementi è semplice:

Esposizione = Intensità x Tempo

La legge determina, pertanto, i limiti di esposizione, calcolati in lux-ora, che risultano essere i medesimi se per esempio si utilizza un'intensità di 100 lux per 10 secondi o un'intensità di 10 lux per 100 secondi.

Partendo da questo presupposto è possibile, riducendo sia intensità luminosa che tempi di illuminazione, prolungare l'esposizione al pubblico cercando di limitare quanto più possibile il degrado delle fibre tessili.

L'ideazione prevede quindi una struttura di teche vetrate, in cui sia possibile regolare l'umidità e per limitare al tempo stesso anche la presenza di polvere.

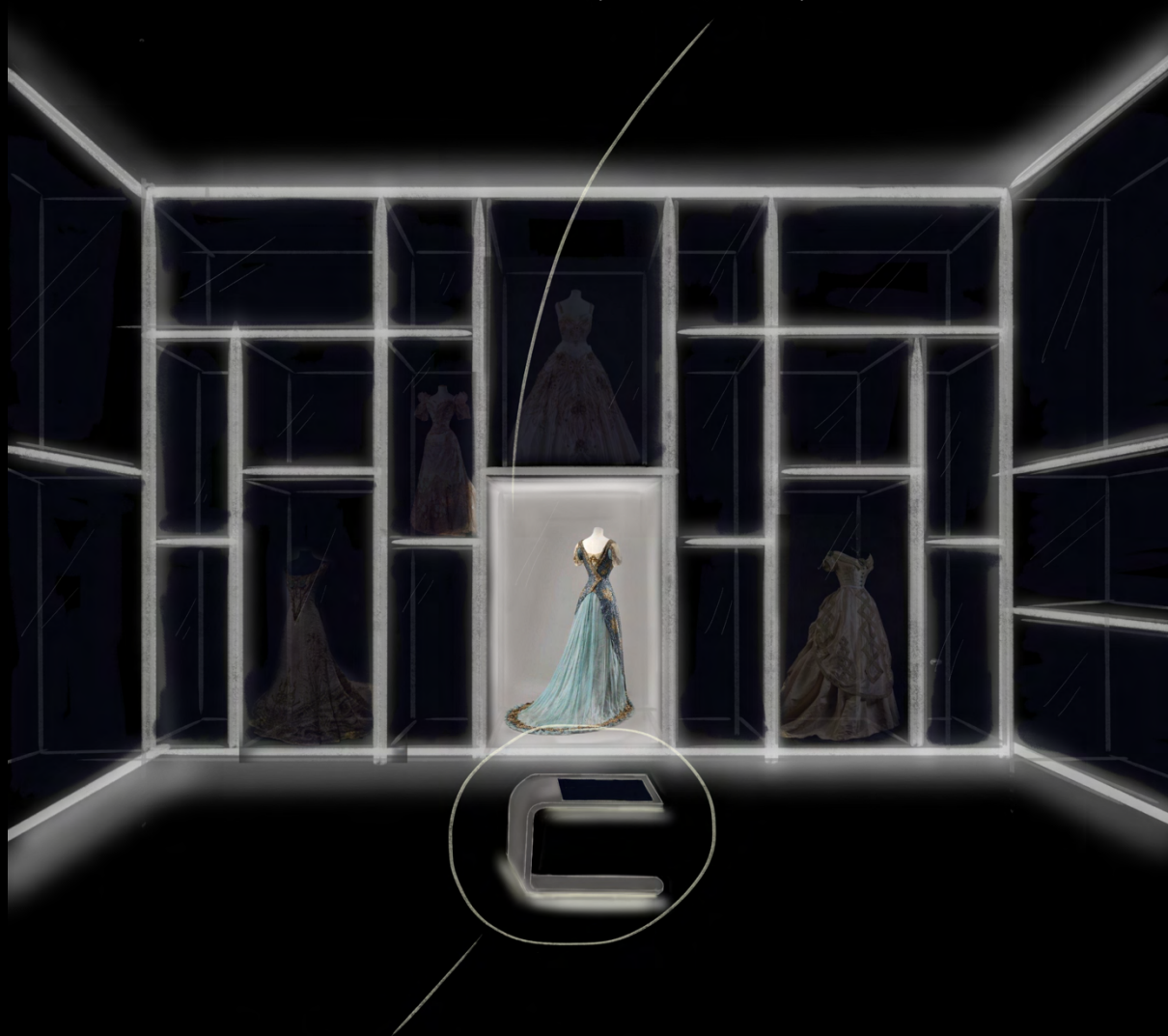
Per quanto riguarda l'illuminazione viene previsto un metodo di accensione a tempo della teca, per permettere al visitatore di visualizzare l'abito ma evitando la luce continua e costante su tutti gli abiti contemporaneamente.

L'illuminazione avviene attraverso uno stand touch screen, posizionato di fronte alle teche, tramite il quale il visitatore può vedere sullo schermo la lista di abiti presenti nell'esposizione fisica, ottenere maggiori informazioni e cliccare nel caso in cui voglia visualizzare un abito per qualche secondo.

Le conseguenze di questo tipo di installazione fisica sono: la riduzione degli agenti di degrado, eliminando problemi legati all'umidità e alla polvere e limitando la luce, prolungamento dei tempi espositivi, riducendo l'impatto dell'intensità e il tempo di esposizione e interattività del visitatore, che è in posizione attiva nei confronti dell'apprendimento, tramite la scelta e la decisione di accensione di teche che in altro caso rimarrebbero sempre spente.

Agenti di degrado: luce, polvere e umidità
Forme di danneggiamento: alterazione e corrosione
dei filati, lacerazioni, macchie e colla vinilica

Esposizione fisica della collezione:
Per limitare i danni dovuti a radiazioni ottiche su materiali e prolungare
il periodo di esposizione, si può ridurre l'intensità luminosa e i tempi di luce.
Si fa riferimento all'espressione:
Esposizione= intensità x tempo



Stand touch screen con cui è possibile
selezionare una teca e illuminarla temporaneamente
con informazioni sul singolo abito

Figura 14: Rappresentazione grafica della proposta di allestimento fisico dei capi

3.2.3 Ipotesi di installazioni virtuali:

L'esposizione fisica è la soluzione spesso presa in considerazione dalle istituzioni museali, in particolare in campo di moda e costume, ma che implica anche una componente di deterioramento irreversibile dei tessuti. Con accorgimenti sulla modalità di esibizione, come descritto, è possibile contingentare i danni dovuti agli agenti ambientali, consentendo ai musei di creare mostre e allestimenti più duraturi e limitando il degrado e la movimentazione di capi fragili. La realizzazione di una mostra fisica prevede, ad ogni modo, criticità non eliminabili completamente come il danneggiamento e perdita di resistenza degli abiti dovuti alla luce, indispensabile per l'esibizione al pubblico.

Per l'obiettivo preposto di elaborare una soluzione che eliminasse le criticità si è presa in esame la proposta di una esposizione virtuale.

Nel processo di ideazione è importante stabilire due fattori iniziali che riguardano i metodi di acquisizione, ovvero di quale tecnica avvalersi per la creazione di modelli virtuali, e la progettazione tecnologica, cioè quali supporti sono previsti per illustrare gli elementi digitali realizzati.

Per l'elaborazione digitale si fa riferimento alla tecnica di misurazione e ricostruzione tridimensionale fotogrammetrica, per ottenere modelli digitali fotorealistici. La scelta è stata eseguita in base alle caratteristiche di questo metodo come l'assenza di contatto con l'oggetto estremamente delicato, la strumentazione di facile reperibilità, l'economicità della realizzazione e la scala degli elementi in esame.

La progettazione tecnologica può essere modellabile sulle esigenze di progetto e nel caso di musei, che includono un ampio pubblico di età e formazione differente, è una priorità l'intuitività dell'interazione, per includere quanti più visitatori possibili. Un'altra peculiarità è l'apprendimento attivo, quindi l'interattività della piattaforma, che rende lo spettatore più coinvolto e che lo pone in primo piano nell'esecuzione della mostra. La novità della presentazione, infine, è una caratteristica imprescindibile per stimolare l'attenzione e attrarre un pubblico vasto con interessi e studi diversi.

Una volta determinati i caratteri principali dell'esposizione virtuale, si passa alle proposte di allestimento che sono riportate di seguito in quattro modalità differenti. Si precisa che solamente dell'ultima proposta riguardante la sala della sfilata è stato formulato un progetto esecutivo dei vari elementi.

A. Proposta di espositori estraibili:

La prima proposta di installazione virtuale interattiva, pensata e strutturata per il Museo della Moda e del Costume a Firenze, vede come elementi principali degli espositori a cassetto e a specchio, la cui modalità di utilizzo è la medesima. È possibile, infatti, estrarre gli espositori come se fossero dei cassettei a muro e si differenziano per le dimensioni e per le funzionalità.

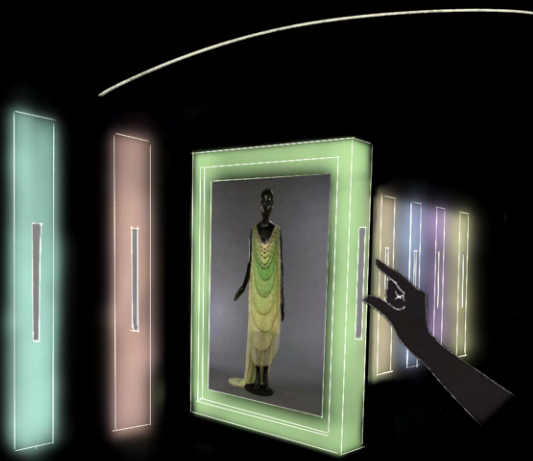
Il primo espositore a cassetto ha dimensioni ridotte, 40 x 30 cm, al cui interno è possibile visualizzare abiti conservati nei depositi messi in relazione con la documentazione anch'essa preservata in archivi e parte del patrimonio. Questa soluzione è volta a fornire maggiori informazioni sugli abiti esposti ai visitatori, contestualizzando ambiente storico e artistico ed esponendo documenti che difficilmente trovano spazio all'interno delle mostre. Una tematica interessante potrebbe essere il paragone tra bozzetti originali degli stilisti con gli abiti confezionati e finiti, analizzando le tecniche stilistiche e l'elaborazione di un progetto tessile.

La finalità è quella, quindi, di valorizzare con maggiori nozioni gli abiti conservati e portare alla luce anche la documentazione cartacea e fotografica che spesso non riesce ad essere esposta al pubblico.

Il secondo espositore a specchio ha dimensioni elevate, 200 x 100 cm, che una volta estratto dal muro consente al visitatore di vedersi, a figura intera, con indosso un capo della collezione. L'interattività è prevista nella selezione di punti dell'abito per vederne dettagli e approfondimenti riguardanti restauri eseguiti, ad opera del Laboratorio di Restauro di Tessuti Antichi presente nel Museo di Moda e Costume.

La ricerca dei restauratori interni al museo consente la preservazione ottimale della fragile collezione, soggetta spesso a degrado, che comporta interventi di conservazione mirati ed elaborati per ogni singolo capo. L'obiettivo di questa seconda tipologia espositiva è quella di evidenziare al pubblico il lavoro di restauro necessario per mantenere gli abiti e mostrare tecniche innovative per la conservazione di capi storici.

Attraverso l'installazione virtuale è possibile eliminare agenti di degrado dovuti all'esposizione fisica oltre a ridurre criticità legate al tempo delle mostre e alla mobilitazione delicata degli abiti fisici. L'interazione del visitatore, alimentata da una presentazione meno tradizionale, è necessaria per lo svolgimento espositivo e permette al pubblico di apprendere nozioni di carattere diverso includendo sezioni rilevanti del museo come lo studio del restauro tessile e la documentazione cartacea e fotografica raccolta.



Cassetti a muro estraibili tematiche:

- 1) abiti realizzati - bozzetti
- 2) abiti teatrali - foto storiche degli spettacoli



Pannelli estraibili altezza uomo in cui é possibile vedere i dettagli e restauri degli abiti

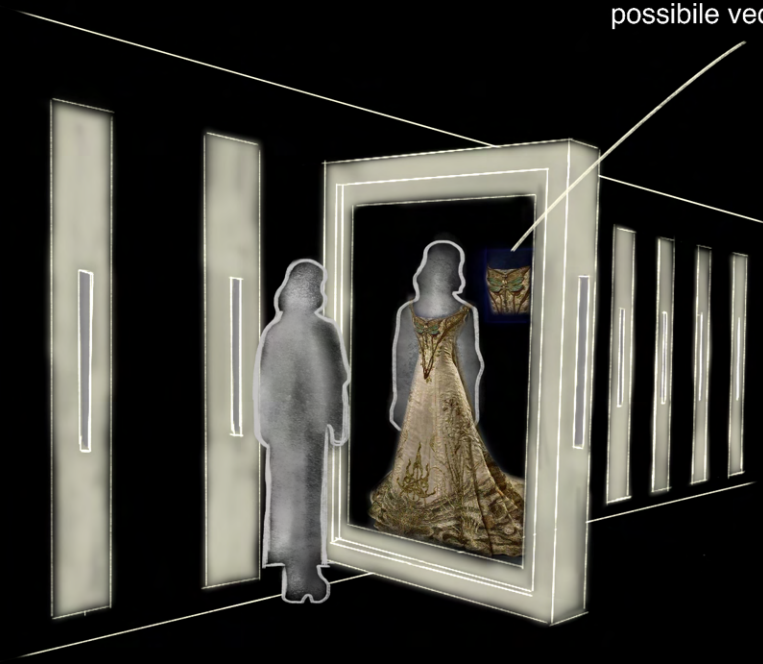


Figura 15: Rappresentazione grafica della proposta virtuale di espositori estraibili

B. Proposta di armadi virtuali:

La seconda proposta riguarda l'allestimento di una sala che alterna spazi espositivi interattivi e spazi di connessione.

Gli elementi che compongono la sezione espositiva sono armadi virtuali costituiti da un fronte curvilineo e un retro, circolare nella parte centrale e piano nelle due aree laterali. Nella parte frontale è possibile vedere, con l'utilizzo di uno schermo LED, abiti digitali che scorrono appesi, simulando il movimento circolare lungo l'asta virtuale, nella sezione retrostante del corpo centrale è possibile osservare la rotazione di accessori come cappelli, borse e scarpe, riproducendo il movimento di una scarpiera rotante.

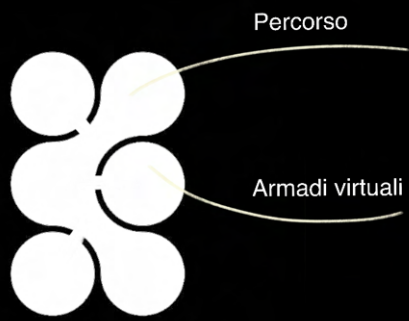
Nelle due sezioni laterali del retro è possibile invece vedere due figure rappresentate tramite avatar che fungono da modelli digitali.

Attraverso l'utilizzo di stand touch screen il visitatore può fermare lo scorrimento di abiti e accessori, selezionare la propria opzione di ogni elemento e visualizzare l'outfit completo, indossato dal manichino virtuale sul retro.

Anche in questa proposta teorica di installazione il visitatore si trova davanti a un allestimento non statico ma interattivo con il quale comunicare per realizzare combinazioni sempre diverse, lasciando libero lo spettatore di prendere scelte.

L'allestimento ad armadi consente di poter vedere molti capi e accessori nel dettaglio, avendo informazioni su ciascuno di essi, ma senza danneggiare la collezione, evitando il contatto con agenti di degrado come luce, umidità, inquinamento.

La progettazione tecnologica stimola l'apprendimento attivo, coinvolgendo un pubblico ampio grazie alla presentazione innovativa della collezione e per la semplicità di interazione con gli elementi presenti.



Alternanza di spazi interattivi e spazi di connessione

Armadio virtuale con abiti che scorrono in maniera circolare come in lavasecco.
 Fronte con abiti, retro con accessori.
 È possibile fermare l'appendiabiti, scegliere, comporre e visualizzare il tutto su un avatar

Fronte

Retro



Figura 16: Rappresentazione grafica della proposta di armadi virtuali

C. Proposta sala abiti-quadri:

È stata sviluppata un'ulteriore proposta di mostra interattiva virtuale, che prevede elementi diversi all'interno della medesima sala e tratta il tema della relazione tra capi d'abbigliamento e opere d'arte pittoriche.

L'ispirazione nasce dalla donazione di alcuni abiti di Rosa Genoni, risalenti all'Esposizione Internazionale di Milano del 1906, alla Galleria del Costume di Firenze. Come analizzato precedentemente, è in questi anni e tramite il manifesto della stilista Genoni, che si consolida il pensiero italiano di un valore culturale e artistico dietro alla creazione di capi d'abbigliamento.

La sala prevede come allestimento un padiglione virtuale, ovvero un corpo centrale che si ispira al Padiglione Expo a Milano, in cui sono stati esposti capi ispirati all'arte pittorica. L'esempio celebre è uno dei capi più rilevanti della collezione all'interno del Museo della Moda e del Costume, ovvero l'abito Primavera che prende come riferimento artistico l'omonimo dipinto di Botticelli. All'interno del padiglione è possibile visualizzare e far ruotare gli abiti custoditi nei depositi di Palazzo Pitti, mettendo a confronto la realizzazione tessile con il quadro di riferimento.

Gli altri elementi pensati per la sala sono stand olografici 3D che proiettano abiti, selezionabili sullo schermo touch screen. Le informazioni fornite riguardano capi in relazione a quadri come, per esempio, nel caso del vestito di Donna Franca Florio, donato alla Galleria del Costume, con cui è stata dipinta da Giovanni Boldini nel 1901. Si tratta di un caso celebre in cui all'artista venne chiesto, una volta terminata l'opera ed esposta alla Biennale di Venezia, di modificare il vestito dipinto. Il quadro in questione è una delle opere iconiche non solo di Boldini ma anche della storia dell'arte e tessile italiana per la congiunzione dell'aspetto sociale, sartoriale e artistico. Tramite questa proposta è possibile mostrare abiti celebri, preservandone l'integrità, e valorizzare, con paragoni artistici visibili, l'ispirazione e la storia creata attorno a capi d'abbigliamento attualmente presenti nei depositi del Museo della Moda e del Costume.

L'idea é di riprodurre il Padiglione dell'Expo di Milano del 1906.
Abiti di Rosa Genoni ispirati all'arte pittorica



Vetrina prima dell'incendio

Abito Primavera - Botticelli



Selezione degli abiti in deposito.
É possibile far ruotare il fotomodello



Associazione al dipinto di ispirazione.



Paragone e sovrapposizione di dettagli

Ologramma dell'abito di Donna Franca Florio
con cui é stata ritratta da Giovanni Boldini

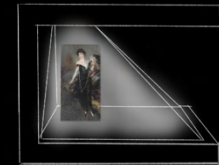


Figura 17: Rappresentazione grafica della proposta virtuale della sala abiti-quadri

D. Proposta sala sfilata:

L'ultima ideazione di allestimento riguarda una sala dedicata alla creazione di una sfilata virtuale interattiva.

Dall'analisi delle mostre allestite nei musei dedicati alla moda emerge spesso il carattere statico, dovuto alla preservazione dei manufatti che, come descritto, risultano estremamente fragili. Gli abiti si presentano in forma fissa montati su manichini all'interno delle sale e viene studiato l'allestimento e percorso in base ai capi e alla loro disposizione. Il supporto fornito, in determinati casi, consiste nella proiezione di sfilate, in cui è possibile vedere i pezzi esposti indossati sulle passerelle e quindi in movimento. Questa documentazione video spesso però non esiste, specialmente in casi di abiti antichi, quindi precedenti alla creazione multimediale, e di abiti di collezioni private, che non sono mai stati filmati.

La proposta prevede l'allestimento di una sala strutturata come una vera e propria sfilata, in cui sia possibile visualizzare abiti, per la prima volta in movimento, indossati da avatar 3D mentre camminano sulla passerella. L'obiettivo è quello di fornire un'esperienza nuova al visitatore e valorizzare la struttura e il tessuto di ogni capo simulando virtualmente il movimento. Gli elementi principali che compongono l'esposizione includono uno stage, ispirato al palco da sfilata, su cui poggia un LEDwall, display di grandi dimensioni su cui vedere l'avatar con i vestiti in movimento, delle sedute, poste di fronte al mega schermo, e stand touch screen, per la selezione interattiva del visitatore tramite un elenco di abiti virtuali.

La finalità, come nelle altre proposte virtuali, rimane l'eliminazione degli agenti di degrado e, quindi, la conservazione ottimale degli abiti a cui si aggiunge l'elemento di innovazione riguardante la riproduzione digitale del movimento dei tessuti, che non risulta possibile vedere in maniera fisica. L'interazione del visitatore è fondamentale per la mostra e per visualizzare abiti in moto sul LEDwall, il fattore di progettazione tecnologica intuitiva e la novità nella presentazione può stimolare curiosità e interesse nei confronti della collezione museale.

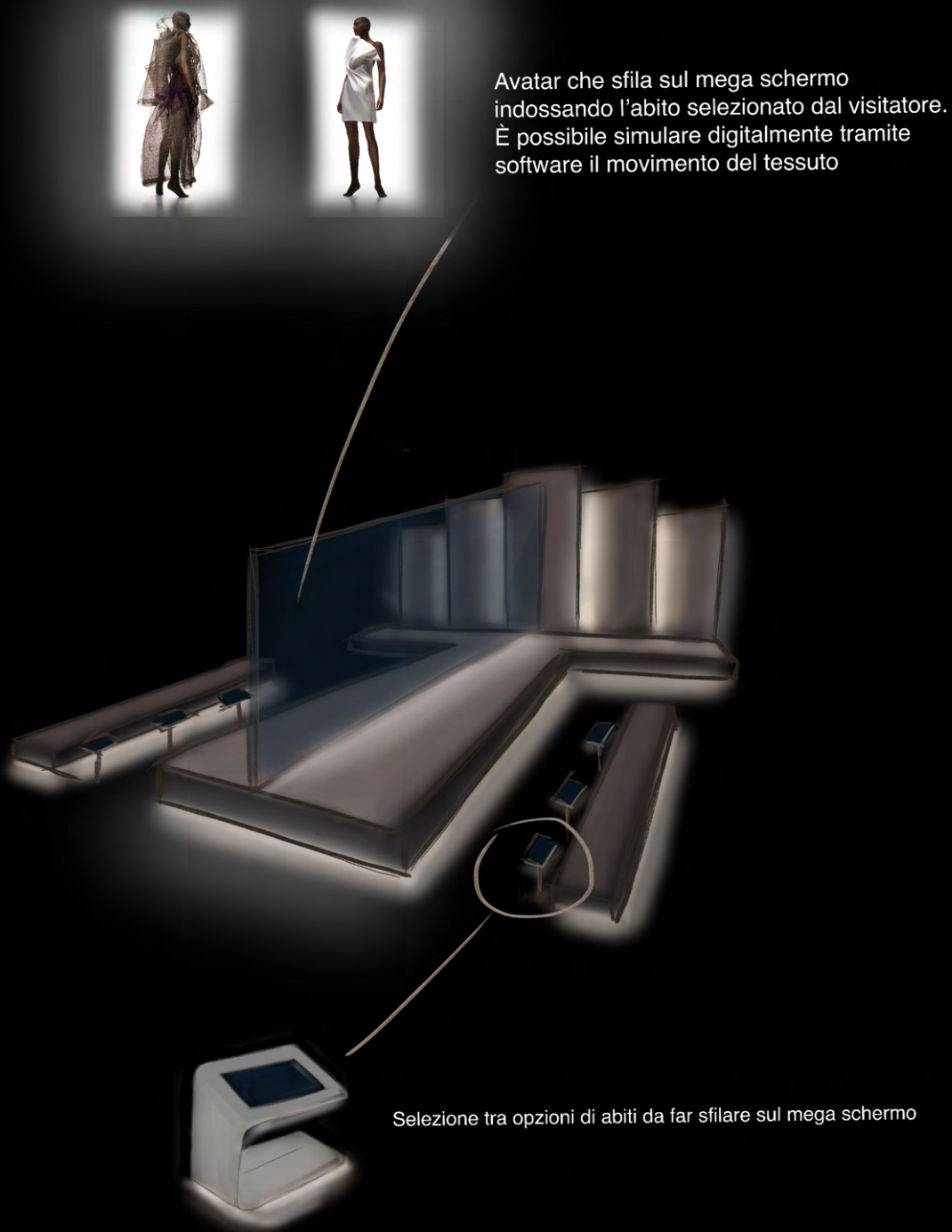


Figura 18: Rappresentazione grafica della proposta della sfilata virtuale

3.3 Progettazione della sfilata 3D

3.3.1 Caratteri principali di progetto:

La realizzazione progettuale della sfilata 3D si pone l'obiettivo di risolvere le criticità legate al degrado e alla complicata esposizione, mobilitazione e conservazione di abiti antichi custoditi nel Museo della Moda e del Costume, di Palazzo Pitti.

La situazione attuale del museo prevede una rotazione periodica perché l'esposizione al pubblico e quindi anche a maggiori agenti di degrado ne comporta l'accelerato processo di deterioramento.

Il progetto propone una soluzione per cercare di preservare materiali tessili molto sensibili e fornire ai visitatori un'esperienza immersiva e interattiva nel mondo della moda. Le tecnologie avanzate fotogrammetriche e di realtà aumentata consentono al pubblico di esplorare il patrimonio conservato nei depositi del museo, ottenendo informazioni dettagliate, attraverso una partecipazione attiva e innovativa.

La progettazione ripropone gli elementi tipici di una sfilata: un palco o passerella, su cui poter vedere gli abiti, le sedute come appoggio per gli spettatori e un catalogo della collezione. Le caratteristiche chiave che la contraddistinguono sono:

- Esposizione virtuale: I visitatori possono navigare attraverso una vasta collezione di capi d'abbigliamento e costumi storici, esplorandoli da vicino e ottenendo informazioni dettagliate su ogni elemento. Attraverso la realtà virtuale, viene offerta la possibilità di ammirare i tessuti e i dettagli di abiti in movimento, un'esperienza che è difficilmente realizzabile per la complicata conservazione dei materiali.
- Esperienze interattive: La sala virtuale offre un'esperienza coinvolgente, che pone il visitatore in primo piano e in una posizione di apprendimento attivo nei confronti di nozioni culturali-artistiche. È proprio la presenza del pubblico che rende possibile la realizzazione della mostra e la visualizzazione dei capi.

- **Contenuti multimediali:** Sono previsti contenuti multimediali interattivi, come immagini, testi e brevi video tramite la selezione sui Touch Screen per arricchire ulteriormente l'esperienza dei visitatori, fornendo approfondimenti storici, interviste o testimonianze legate al mondo della moda.
- **Accessibilità:** L'accessibilità è uno dei temi fondamentali delle mostre per includere un pubblico ampio e diversificato. La sala è progettata per essere facilmente fruibile grazie all'utilizzo di tecnologie intuitive e di semplice utilizzo, e i visitatori possono interagire con l'ambiente virtuale senza particolari competenze tecniche.

3.3.2 Localizzazione:

L'elaborazione progettuale è ideata per il Museo della Moda e del Costume, situato all'interno della Palazzina della Meridiana, estensione dell'ala meridionale di Palazzo Pitti a Firenze.

Il percorso espositivo dedicato al museo è posto al piano nobile e comprende in totale 17 sale decorate con cicli di affreschi risalenti a tre epoche differenti: la prima è la campagna decorativa napoleonica, che vede la realizzazione di un'unica sala, la seconda è quella lorena, sotto Leopoldo II d'Asburgo Lorena, e l'ultima è quella sabauda, che ha inizio nel 1860 con l'arrivo di Vittorio Emanuele II a Firenze.

La sala destinata all'allestimento virtuale è classificata all'interno del Museo con il numero 6, e riporta decorazioni sul soffitto risalenti al secondo periodo decorativo.

Il tema degli affreschi in questa sala si contraddistingue per la scelta della raffigurazione perché si tratta di uno dei primi cicli iconografici presenti in Italia dedicati al romanzo "I Promessi Sposi", che ebbe subito grande risonanza e suscitò notevole interesse da parte di pittori toscani. Fu volontà di Leopoldo II di rendere omaggio allo scritto e a Manzoni, che aveva avuto il piacere di conoscere personalmente.

Il lavoro venne, quindi, commissionato al pittore Nicola Cianfanelli, che si recò a studiare dal vero i luoghi in cui ambientare le scene del ciclo di affreschi e a ritrarre Manzoni, terminando il lavoro nel 1837.



Figura 19: Affreschi Sala 6, Museo della Moda e del Costume, Palazzina della Meridiana

La scelta della sala è stata eseguita sulla base degli ingombri stimati per la realizzazione del progetto in modo che fosse congeniale a ospitare gli elementi progettuali previsti e non fosse troppo dispersiva.

Un altro fattore preso in considerazione per la selezione è stato lo studio e la realizzazione fotogrammetrica dell'ambiente, in base all'attrezzatura a disposizione e al calcolo del Ground Sample Distance che, come visto in precedenza, rappresenta quanta porzione dell'oggetto reale è contenuta in un pixel.

3.3.3 Fotogrammetria e modellazione tridimensionale:

La tecnica di rilievo utilizzata per produrre dei modelli 3D fotorealistici in scala è la fotogrammetria, che si basa sull'acquisizione di immagini attraverso l'uso di una fotocamera.

Gli strumenti di acquisizione utilizzati per il rilevamento sono:

- Corpo macchina: Fotocamera reflex Nikon D810, 36,3 megapixel
- Obiettivo fotografico: Sigma Art, lunghezza focale fissa 35 mm
- Color Checker: Target ColorChecker Classic, 24 tasselli di colori elaborati scientificamente

Le immagini sono state realizzate secondo la corretta tecnica di acquisizione fotografica, che prevede un percorso studiato in maniera circolare attorno all'oggetto o intorno alla sala con varie angolazioni.

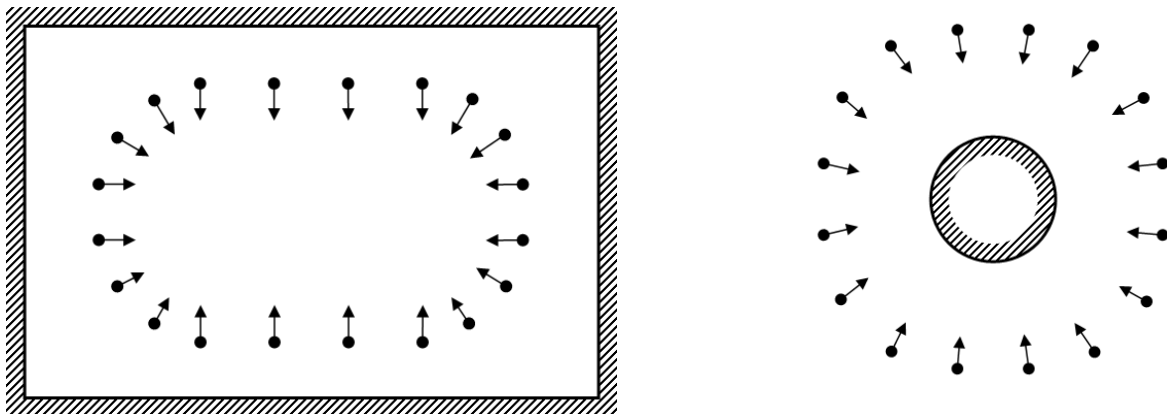


Figura 20: Pianificazione del processo di ripresa interna e per oggetti isolati

Per ogni giro di ripresa è stata eseguita una foto con il ColorChecker, necessaria al fine di riprodurre correttamente il modello anche sotto il punto di vista colorimetrico. Per gli scatti sono stati impostati valori costanti di ISO, tempi e diaframma, tenendo in considerazione di evitare un'esposizione ISO elevata, per non produrre troppo rumore, e un diaframma sufficientemente chiuso, per avere un'ampia profondità di campo e quindi mettere a fuoco una porzione ampia dell'immagine. La conseguenza delle impostazioni sono i tempi prolungati, che non risultano essere un problema

attraverso l'utilizzo di un treppiedi, che funge da sostegno per la macchina fotografica e consente un'acquisizione nitida anche per scatti nell'ordine di secondi o minuti.

L'obiettivo e la lunghezza focale sono stati fissati per ottenere un modello più accurato e dettagliato possibile, garantendo una messa a fuoco puntuale precisa dell'oggetto posizionato sempre al centro dell'immagine.

Si è evitato se possibile di avere fonti di luce diretta, che generassero luci e ombre nette, o la combinazione sia di luce naturale che artificiale, che possono alterare il risultato finale del modello.

La sovrapposizione delle immagini è stata mantenuta elevata, ovvero almeno del 70% tra due scatti consecutivi, insieme all'inclinazione delle riprese che non risulta superiore a 30°, condizioni necessarie per determinare punti comuni e l'orientamento preciso delle camere. La copertura completa a livello fotografico è stata possibile fotografando a diverse altezze e con varie inclinazioni prendendo anche i punti bassi o alti degli oggetti, così da non lasciare aree scoperte e non complete.

I fotomodelli realizzati riguardano la sala scelta per l'allestimento del progetto e due abiti, conservati nei depositi, montati sui manichini dal Laboratorio di restauro di Palazzo Pitti.

Per quanto riguarda la sala sono state inizialmente rilevate le misure di lunghezza, larghezza e altezza, pari a 7,03 x 5,94 x 6,66 m, con l'intento di calcolare la corretta distanza a cui eseguire le riprese. È stata utilizzata la formula del Ground Sample Distance ovvero:

$$GSD = \frac{\textit{distanza dall'oggetto} \times \textit{larghezza del pixel}}{\textit{lunghezza focale}}$$

per ricavare con la formula inversa a quanti metri scattare, fissando un GSD pari a 1 pixel/mm, adatto alle dimensioni prese della sala. La distanza, pertanto, a cui sono state eseguite le riprese è pari a 7m.

La presenza di luci fisse rivolte sull'affresco e quindi il cambio notevole di esposizione tra la parte bassa e quella alta della stanza ha reso necessario l'acquisizione di due riprese distinte: una per il soffitto e una per il pavimento e le pareti. I modelli elaborati in questo modo presentano una corretta esposizione e resa colorimetrica e sono stati uniti in un momento successivo attraverso la sovrapposizione di punti comuni della cornice superiore.



Figura 21: Vista esterna del modello tridimensionale



Figura 22: Vista interna del modello tridimensionale

È stato eseguito lo stesso processo anche per i due abiti, calcolando inizialmente la giusta distanza di ripresa e fissando un GSD pari a 0,1 pixel/mm, pensato per le dimensioni più ridotte di questi modelli. La distanza di scatto calcolata è pari a 1m, pertanto gli scatti sono stati eseguiti in maniera circolare tenendo un raggio costante di un metro dal manichino. La sessione fotografica è stata svolta inquadrando il vestito a diverse altezze e inclinazioni e, dove fosse possibile, anche la parte interna, per avere una texture presente e completa per l'intero modello tridimensionale.

Le immagini sono state elaborate per la correzione del colore attraverso l'uso del programma Shaft, che opera in maniera iterativa nel calcolo di ΔE_{00}^* e ricalibrando i colori dell'immagine in base alle foto con il ColorChecker per ogni giro di scatti. È stato poi realizzato il modello attraverso il software Metashape, che elabora inizialmente l'orientamento delle camere e in seguito la costruzione di mesh e texture completa.

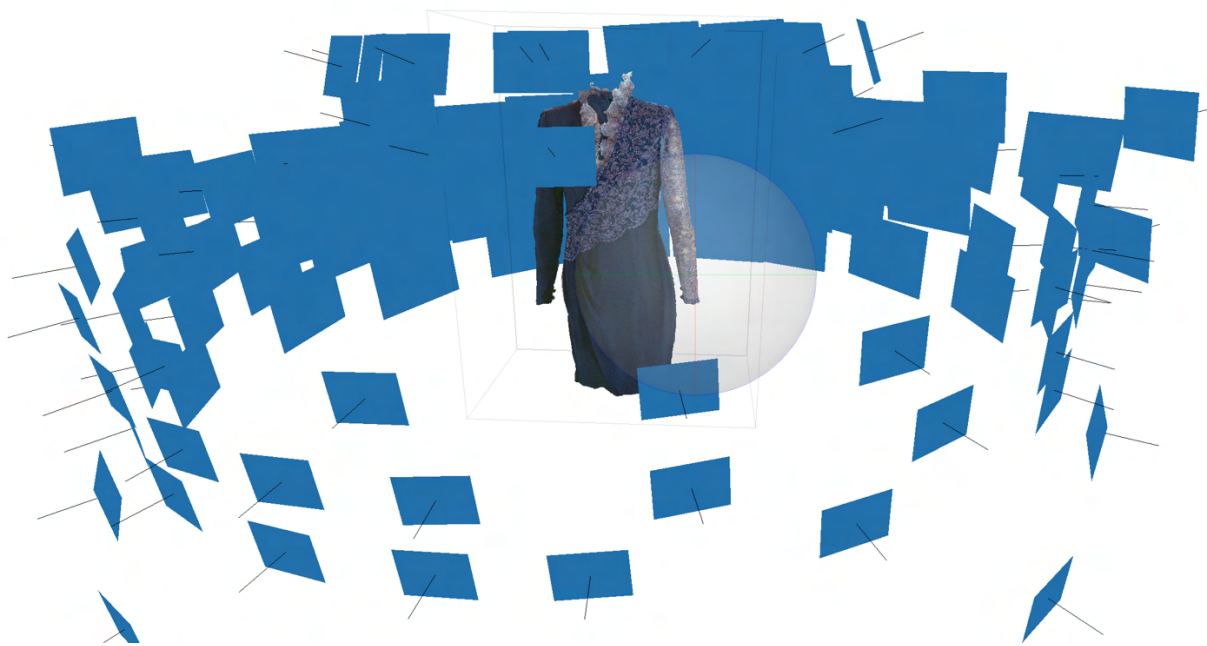


Figura 23: Orientamento di 155 camere per il vestito TA16146



Figura 24: A sinistra il modello tridimensionale con texture e in basso la mesh dell'abito con riferimento d'archivio TA16146



Figura 25: A sinistra il modello tridimensionale con texture e in basso la mesh dell'abito con riferimento d'archivio TA16147



3.3.4 Studio dell'allestimento espositivo:

La gestione dello spazio all'interno della sala si basa sulla disposizione congeniale degli elementi per consentire la migliore esperienza di esposizione virtuale

Le dimensioni della sala come descritto sono 7,03 x 5,94 m e l'ingombro dell'allestimento risulta pari a 6,10 x 3,80 m riuscendo a sfruttare al meglio gli spazi a disposizione.

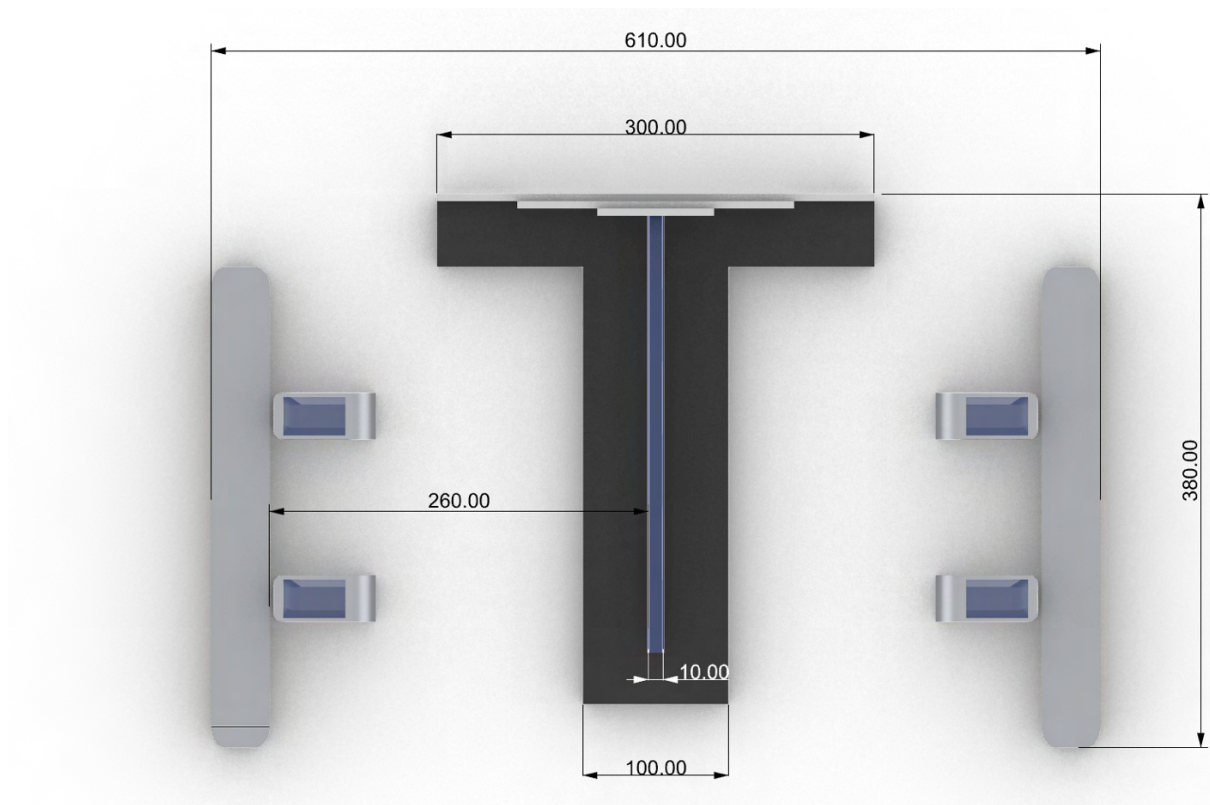


Figura 26: Vista dall'alto con l'ingombro complessivo dell'allestimento

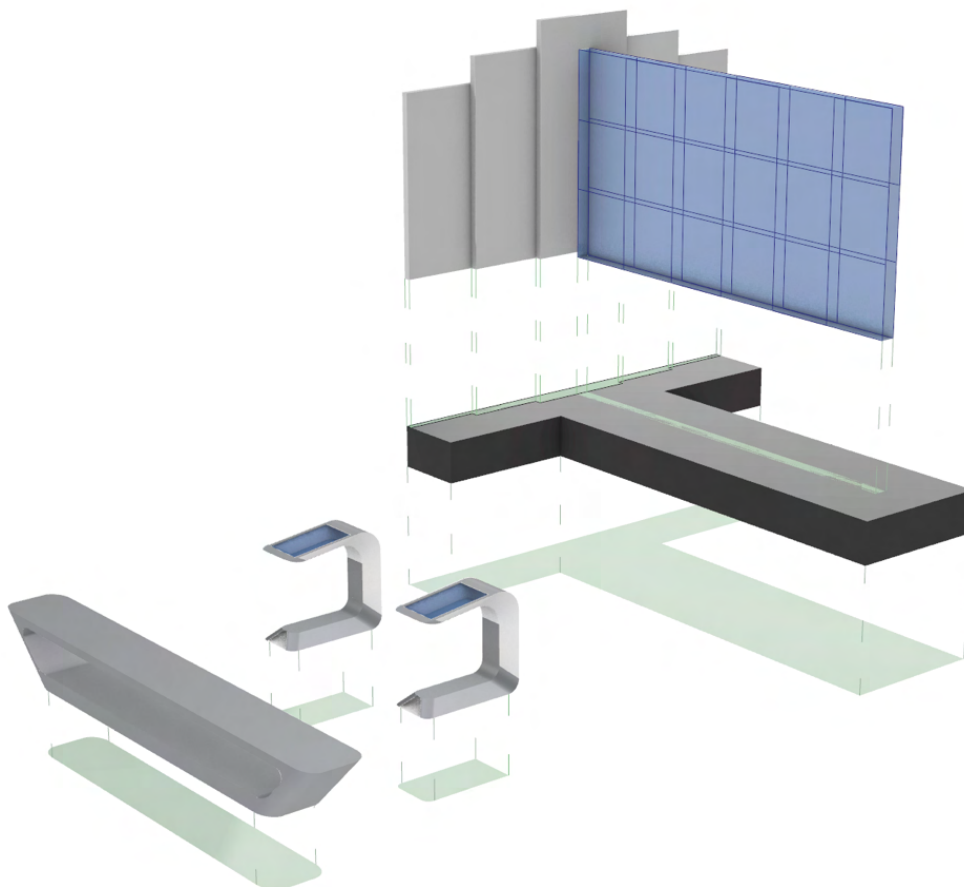


Figura 27: Disposizione degli elementi principali per l'esposizione

Gli elementi principali che compongono l'allestimento sono:

I. LEDwall e pannelli:

Si tratta di un display LED indoor componibile bifacciale che consente ai visitatori di vedere da entrambi i lati della sala. La tecnica di montaggio è chiamata Speedy – In per la velocità di montaggio e smontaggio e sono composti da cabinet, delle dimensioni di 50x50 cm, in alluminio pressofuso, formati da una scocca monoblocco ricavata da uno stampo. Le principali caratteristiche sono il peso ridotto (34 kg/m^2), la perfetta planarità o la possibilità di creare schermi curvi, la facilità e velocità di assemblaggio con il metodo "fast lock" semiautomatico, la facile manutenzione, l'installazione versatile e la posa che può essere anche a terra con pannelli retrostanti.



Figura 28: Meccanismo Speedy-In di display LED, Bertelè Electronics

La predisposizione prevede in totale 36 cabinet, 18 disposti per ogni lato, che creano una lunghezza totale pari a 300 cm, un'altezza di 150 cm e uno spessore di 10 cm.

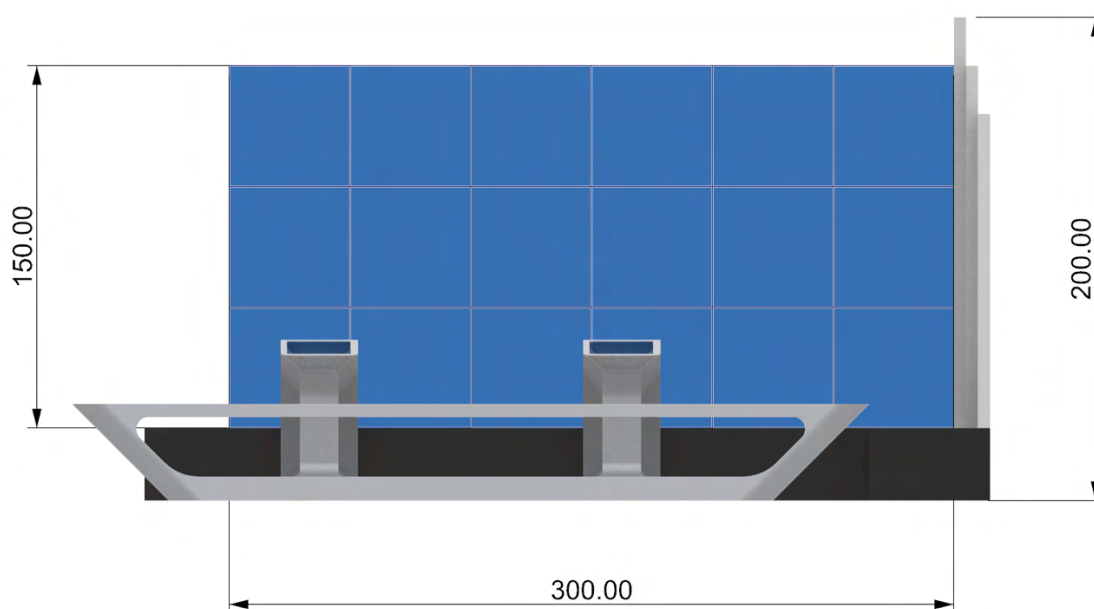


Figura 29: Vista laterale dell'allestimento con quote riferite al LEDwall

È stata eseguita una valutazione ergonomica per determinare la distanza corretta a cui porre le sedute in base al passo dei pixel o "dot pixel", che descrive la distanza tra il centro di un pixel e quello direttamente accanto. Minore è il passo e maggiore è la densità di pixel, maggiore è la qualità della risoluzione. Il presente LEDwall presenta un passo fine e l'interasse reale tra i pixel pitch è pari a 2,6 mm che determina una distanza dallo schermo pari a

2,6m. L'ingombro totale è calcolato considerando il rapporto tra pitch e distanza di visualizzazione dal monitor.

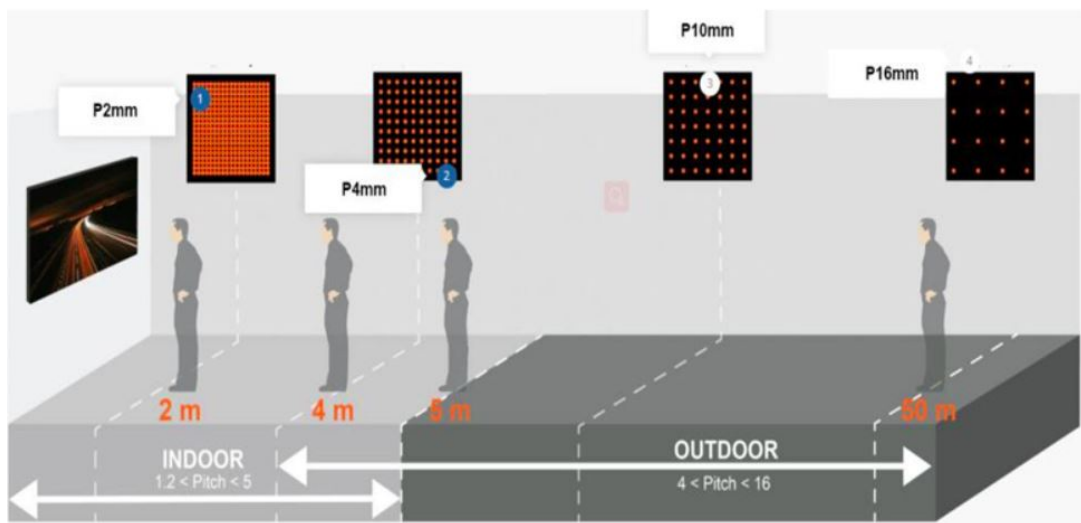


Figura 30: Rappresentazione della valutazione ergonomica della distanza dal LEDwall

II. Stage:

La passerella è composta da:

- Struttura LiteStage, ovvero un sostegno in alluminio reticolare componibile e richiudibile con 9 moduli di dimensioni 100x50x40 cm dotati di guida fastlock per il rapido sistema di bloccaggio. Le giunzioni sono snodate in nylon e compatibili con piani di calpestio Litestage LTP1005 100x50 cm. Le principali caratteristiche sono il facile trasporto e rapido montaggio, dimensioni leggere e compatte, portata elevata pari a 750 kg/m² e peso ridotto.



Figura 31: Struttura Litestage reticolare LTR1540

- Pannelli Litestage, che vengono appoggiati alle strutture di supporto e poi uniti tra loro grazie al sistema brevettato che assicura il perfetto bloccaggio. I piani di calpestio sono in plywood ignifughi e antisdrucchiolo, adatti sia per indoor che outdoor. Anche in questo caso vengono utilizzati 9 moduli di dimensioni 100x50x5,5 cm compatibili con la struttura reticolare Litestage LTR1540 100x50 cm descritta sopra. Le caratteristiche sono il leggero trasporto e il rapido montaggio insieme alla portata elevata.



Figura 32: Pannelli Litestage LTP1005

- Rivestimento laterale e superiore in pvc nero lucido in rotolo adesivo o lastre forex che è di rapido montaggio, semplice trasporto e consente di risaltare i capi proiettati senza influenze cromatiche indesiderate. La versatilità di posa e il peso esiguo lo rendono uno dei materiali più utilizzati nell'allestimento di passerelle.
- III. Stand Touch Screen:
Stand studiato per la selezione interattiva del visitatore composto da un monitor touchscreen Full HD di 17 pollici, tramite il quale è possibile visionare un catalogo virtuale di abiti con sistema di scorrimento laterale e scelta di capi per la sfilata, e una struttura in acciaio.
- IV. Museum Bench:
Panchina posta di fronte al LEDwall per vedere la sfilata virtuale con struttura in acciaio che consente la seduta di tre spettatori.

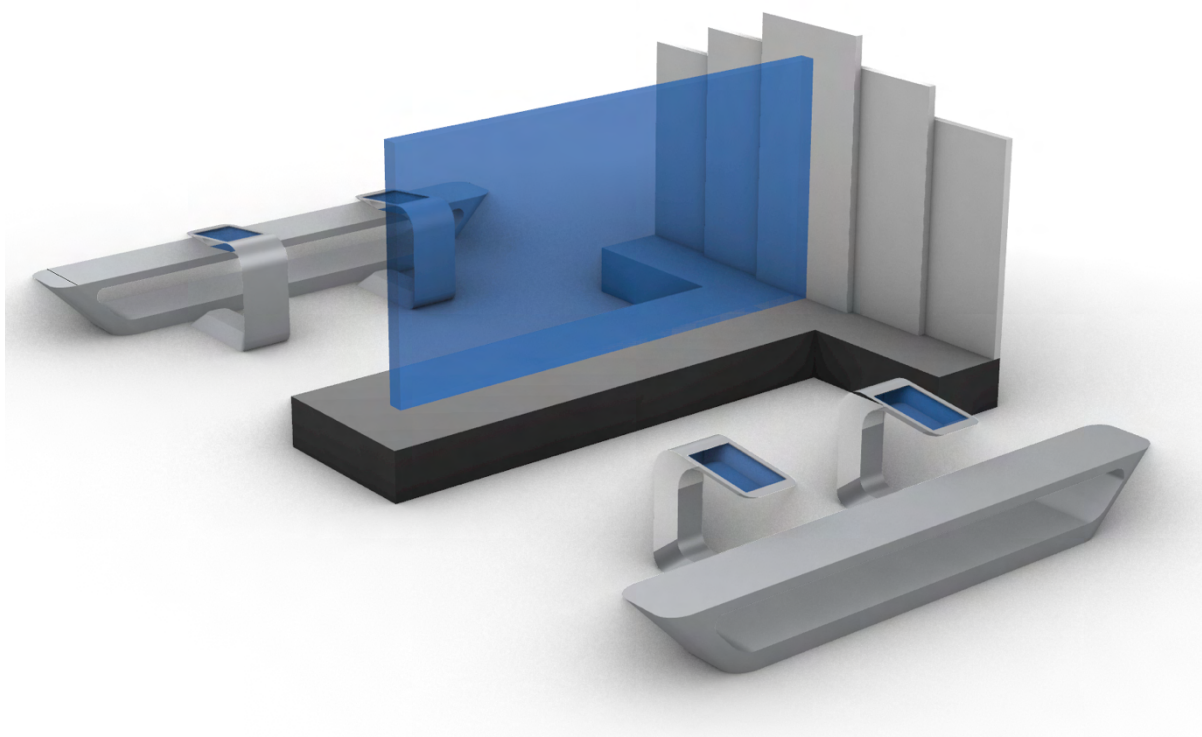


Figura 33: Visione complessiva dell'allestimento progettato

3.3.5 Modello 3D:

Il modello finale tridimensionale si ottiene dalla congiunzione degli elaborati digitali creati, ricavando uno spazio completo che include la sala del Museo della Moda e del Costume, l'allestimento progettato per l'esposizione e un breve video esemplificativo della sfilata di abiti virtuali.

Lo spazio espositivo è stato realizzato attraverso la tecnica fotogrammetrica, acquisendo le immagini in loco ed elaborandole sul software Metashape; in base alle misure reali, è stato infine messo in scala, per ottenere un modello tridimensionale fotorealistico e dimensionato correttamente.

Per quanto riguarda l'allestimento, è stata eseguita una prima fase di analisi ed esplorazione di tecnologie e strumentazione espositiva, identificando gli elementi necessari a riprodurre una sfilata e a creare un'interazione semplice e inclusiva, adatta a un ampio pubblico. La caratteristica ricercata, per la realizzazione dello stage e del LEDwall, è la flessibilità e facilità di assemblaggio, per garantire rapide tempistiche e semplice esecuzione. La modellazione dei componenti dell'allestimento è stata effettuata con il programma Rhinoceros, che consente di costruire e modificare superfici ottenendo oggetti più o meno complessi di grande precisione. In seguito alla valutazione ergonomica condotta sulle caratteristiche tecniche del mega schermo è stato possibile determinare l'ingombro complessivo per la migliore resa qualitativa. Il video esemplificativo è, invece, il prodotto di diversi processi esecutivi, che comprendono la combinazione di software specifici al fine di ottenere una sfilata virtuale di abiti storici. Il rilievo fotogrammetrico e l'elaborazione con Metashape hanno permesso la creazione dei modelli 3D di due capi, conservati nei depositi e posti sui manichini, con lo scopo di ricavare dettagli elevati di mesh e texture. Da questo primo passaggio, che si concentra sulla creazione statica dell'oggetto, si passa alla simulazione digitale del movimento. In primo luogo, vengono eliminate le superfici che costituiscono il manichino, per lasciare unicamente l'abito, che deve essere indossato da un avatar virtuale. Attraverso l'uso del servizio online Mixamo, si

possono caricare o scaricare personaggi animati che compiono azioni come camminare, correre e molto altro. Una volta ottenuta l'animazione di una modella digitale che sfila, il progetto viene esportato all'interno del programma Blender, includendo anche il modello fotogrammetrico del vestito. Tramite l'impostazione di caratteristiche dell'abito, come materiale e peso, e l'identificazione di punti di contatto con l'avatar si può ricavare la simulazione del moto del capo in relazione ai movimenti eseguiti dalla modella digitale.

È possibile, infine, registrare un video di questa animazione, che può essere salvato in diversi formati per la facile riproduzione su dispositivi.

La visualizzazione di tutti questi elaborati avviene con l'utilizzo del software Unity, che consente simulazioni ed esperienze interattive con capacità grafiche avanzate, spesso impiegato per la creazione e lo sviluppo di videogiochi.



Figura 34: Vista prospettica della sala e dell'allestimento completo

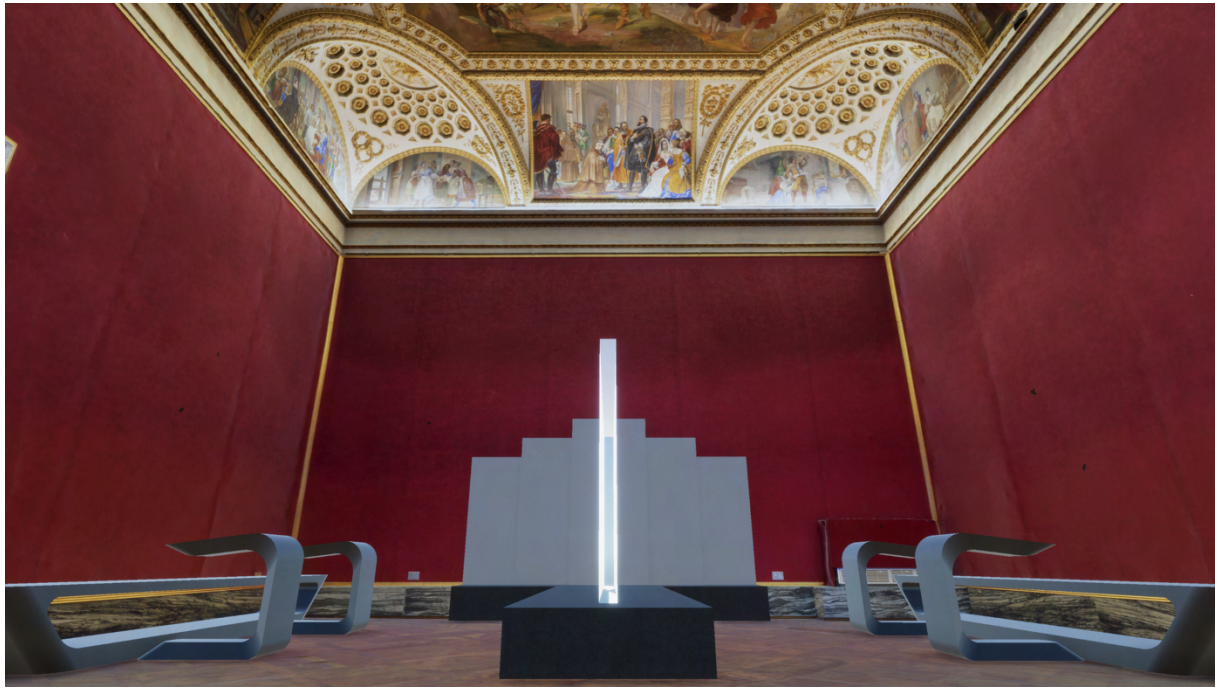


Figura 35: Vista prospettica frontale della sala e dell'allestimento completo



Figura 36: Vista prospettica laterale della sala e dell'allestimento completo

4. Conclusioni

Il lavoro condotto durante l'elaborazione di questa tesi ha permesso di formulare un metodo efficace, volto a risolvere problematiche attualmente presenti al Museo della Moda e del Costume di Firenze.

L'analisi dello stato di fatto ha consentito di identificare le maggiori criticità che comprendono la conservazione di materiali tessili, estremamente sensibili, e la difficoltà espositiva della collezione.

Attraverso la formulazione di diverse proposte, sia per l'allestimento fisico che virtuale, si mette in luce in che modo sia possibile limitare o eliminare forme di danneggiamento e al contempo valorizzare il patrimonio preservato all'interno del museo e dei depositi.

L'utilizzo di tecnologie digitali favorisce l'elaborazione di soluzioni che siano funzionali all'obiettivo prefissato di salvaguardia dei manufatti e che trasformino l'esperienza del visitatore, offrendo una nuova visione del mondo della moda.

Il progetto, realizzato sulla proposta di esposizione con la modalità di sfilata virtuale, esamina e propone elementi tipici degli eventi di moda come la passerella, le sedute e il catalogo virtuale della collezione. Attraverso la fotogrammetria e modellazione tridimensionale è stato possibile ricavare modelli fotorealistici in scala di due capi conservati nei depositi e riprodurre in maniera digitale il movimento dei tessuti.

La simulazione dinamica degli abiti può essere un grande supporto per i musei dedicati alla moda che hanno limitate possibilità di allestimento, dovute alla delicata natura dei capi. L'esposizione di grandi istituzioni del settore come Musée de la Mode et du Costume a Parigi, Kyoto Costume Institute in Giappone, Fashion and Textiles Gallery a Londra, Museo della Moda e del Costume di Firenze e molti altri, prevedono un'esposizione della collezione fisica montata su manichini spesso posti sotto teca. Nel caso di capi recenti da sfilata è possibile per i musei, come il MET Museum nella mostra su Karl Lagerfeld, predisporre supporti video della passerella in modo da

arricchire e completare la visione dell'abito nella sua interezza, comprendendo l'effetto del movimento, variabile in base al tessuto e alla struttura del capo. Questa soluzione non è invece possibile per manufatti datati o che non dispongono di contenuti multimediali e di cui rimane unicamente la testimonianza fisica sensibile, che deve essere mobilitata il meno possibile.

La creazione virtuale può essere pertanto un ottimo supporto per fornire al pubblico una visione completa degli abiti, includendo l'effetto del tessuto in movimento.

I benefici di questo progetto espositivo per il Museo della Moda e del Costume e per il pubblico sono molteplici come:

- Incremento dell'interesse dei visitatori: l'allestimento di una sala virtuale interattiva può attrarre un pubblico più ampio, compresi giovani e appassionati di tecnologia, offrendo un'esperienza moderna e coinvolgente.
- Conservazione e protezione del patrimonio: grazie all'utilizzo della tecnologia digitale, i capi d'abbigliamento e i costumi esposti possono essere preservati nel tempo, riducendo l'usura causata da fonti di degrado come luce, umidità e polvere.
- Tempi espositivi: la creazione di interazione virtuale può consentire tempi di esposizione prolungati, riducendo periodi di movimentazione complessa e delicata e di restauro frequente dei capi.
- Valorizzazione dei contenuti: la sala virtuale consente una presentazione dinamica e piena di informazioni, arricchendo la comprensione e l'apprezzamento del patrimonio della moda e del costume. Lo sviluppo per diverse tematiche renderebbe più facilmente fruibile il patrimonio di oltre 16.000 capi attualmente presenti in deposito.

In conclusione, il progetto proposto offre uno spunto interessante per l'applicazione su grande scala di musei legati al mondo della moda. Il coinvolgimento di più istituzioni potrebbe creare una rete culturale di condivisione del patrimonio artistico, al fine di elaborare un database comune di capi storici e consentire l'organizzazione di esposizioni interattive più complete, senza dover ricorrere alla movimentazione

fisica dei manufatti. Implementando questo approccio, si può contribuire alla fruizione e preservazione a lungo termine delle collezioni per le future generazioni e garantire un'esperienza virtuale interattiva approfondita sui capi esposti, senza comprometterne l'integrità.

L'elaborazione di un'esposizione virtuale per il Museo della Moda e del Costume di Palazzo Pitti, può rappresentare un passo significativo per la conservazione e valorizzazione del patrimonio, offrendo esperienze coinvolgenti e innovative per i visitatori di oggi e di domani.

5. Bibliografia

1. Simona Caraceni (2012), *Musei virtuali – Augmented Heritage*, Evoluzioni e classificazione delle tipologie di virtualità in alcuni case histories, Rimini: Guaraldi Editore
2. Tomàs Maldonado (1993), *Reale e virtuale*, Milano: Feltrinelli
3. Francesco Antinucci (2004), *Comunicare nel museo*, Urbino: Editori Laterza
4. Walter Benjamin (2014), *L'opera d'arte nell'epoca della sua riproducibilità tecnica*, Trento: Casa editrice Einaudi
5. Salvatore Settis & Anna Anguissola (2015), *Serial Portable Classic*, Fondazione Prada, Milano:
6. Berta Martini (2011), *Pedagogia dei saperi, Problemi, luoghi e pratiche per l'educazione*, Milano: FrancoAngeli
7. Roland Barthes (1990), *The Fashion System*, University of California Press
8. Francesca Fiorentino (2017), *Il Museo della Moda e del Costume di Palazzo Pitti: Storia, Collezioni, Percorsi*: Giunti Editore
9. Lauren Kavanagh & Harold Koda (2015), *Fashion in the Age of Technology: Virtual Reality, Augmented Reality, and Beyond*, The Metropolitan Museum of Art
10. Paul Levine (2019), *Virtual Museums: Power and Politics in the Digital Age*, Bloomsbury Academic
11. Lev Manovich (2001), *The Language of New Media*, MIT Press
12. Alessandra Petracco Sicardi (2014), *Musei Virtuali: Dall'Ipertestualità alla Realtà Aumentata*, AIDA Books.
13. Alessandra Russo & Elizabeth Waterson (2015), *Digital Fashion: The Impact of Technology on the Fashion Industry*, Bloomsbury Visual Arts
14. Jennifer Trant (2009), *Virtual Exhibitions: Digital Technologies and Museum Display*, Altamira Press

6. Sitografia

15. <https://www.uffizi.it/mostre-virtuali/la-meridiana-di-palazzo-pitti#:~:text=La%20denominazione%20della%20sala%20deriva,segnare%20la%20diagonale%20sul%20pavimento>
16. <https://www.valentino.com/it-it/world-of-valentino/news/valentino-garavani-virtual-museum-5092#:~:text=Il%20Valentino%20Garavani%20Virtual%20Museum,il%20supporto%20di%20Valentino%20S.p.A>
17. <https://3d.si.edu/>
18. <https://www.palaisgalliera.paris.fr/>
19. <https://www.kci.or.jp/en/exhibitions/>
20. <https://www.vam.ac.uk/collections?type=featured>
21. <https://news-art.it/news/giovanni---boldini---franca-florio--un-ritratto--tre-abiti.htm>
22. <https://www.inforestauro.org/degrado-nei-tessuti-antichi/>
23. <https://www.operalaboratori.com/laboratori/laboratorio-di-restauro-tessile/>
24. <https://magicfabricblog.com/fashion-photogrammetry/>
25. <https://fashionhistory.fitnyc.edu/1890-1899/>
26. <https://www.dama.academy/fotogrammetria-musei-archivi-digitali-opere-piero-gilardi/>
27. <https://www.rivistastudio.com/rosa-genoni/>

7. Fonti iconografiche

Figura 1: Museo di Castelvecchio, Verona

https://www.beniculturalionline.it/location-2332_Museo-Civico-di-Castelvecchio.php

Figura 2: Guggenheim Museum, New York

<https://www.guggenheim.org/exhibition/countryside>

Figura 3: Vista del British Museum di Londra su Google Arts & Culture

<https://artsandculture.google.com/streetview/british-museum/AwEp68JO4NECkQ?hl=it&sv lng=-0.12660245092570221&sv lat=51.519053689067135&sv h=327.63757872304666&sv p=14.413441715981662&sv pid=JeKwUFYAMWXNWPh3IOg3jw&sv z=0.7090681545560571>

Figura 4: Vista di Lo stagno delle ninfee di Claude Monet e del dettaglio su Google Art Camera

<https://artsandculture.google.com/asset/the-water-lily-pond-claude-monet/nQExbyttj8z58A>

Figura 5: Valentino Garavani Virtual Museum

<https://www.valentino.com/it-it/world-of-valentino/news/valentino-garavani-virtual-museum-5092>

Figura 6: Palazzina della Meridiana, Firenze

<https://www.uffizi.it/mostre-virtuali/la-meridiana-di-palazzo-pitti#1>

Figura 7: Allestimento presso il Museo della Moda e del Costume, Palazzo Pitti

<https://www.uffizi.it/palazzo-pitti/museo-della-moda-e-del-costume>

Figura 8: Vetrina Expo di Milano del 1906

<https://www.corriere.it/moda/news/cards/rosa-genoni-pioniera-made-italydalla-valtellina-parigi/successo-arriva-l-expo.shtml>

Figura 9: Abito Primavera di Rosa Genoni <https://www.corriere.it/moda/news/cards/rosa-genoni-pioniera-made-italydalla-valtellina-parigi/successo-arriva-l-expo.shtml>

Figura 10: Ritratto di Eleonora di Toledo con il figlio Giovanni (1545, olio su tavola, Firenze)

<https://www.finestresullarte.info/opere-e-artisti/ritratto-eleonora-di-toledo-bronzino-eleganza-potere>

Figura 11: Mostra del 2013 presso Victoria and Albert Museum, Londra

<http://www.vam.ac.uk/content/exhibitions/ballgowns/>

Figura 12: Condizione di collinearità, allineamento del punto oggetto (P), punto immagine (P') e centro di proiezione (O)

Figura 13: Visualizzazione della tuta spaziale di Neil Amstrong sul sito di Smithsonian Institution

<https://3d.si.edu/object/3d/neil-armstrong-spacesuit:d8c63ba6-4ebc-11ea-b77f-2e728ce88125>

Figura 14: Rappresentazione grafica della proposta di allestimento fisico dei capi

Figura 15: Rappresentazione grafica della proposta virtuale di espositori estraibili

Figura 16: Rappresentazione grafica della proposta di armadi virtuali

Figura 17: Rappresentazione grafica della proposta virtuale della sala abiti-quadri

Figura 18: Rappresentazione grafica della proposta della sfilata virtuale

Figura 19: Affreschi Sala 6, Museo della Moda e del Costume, Palazzina della Meridiana

<https://www.uffizi.it/mostre-virtuali/la-meridiana-di-palazzo-pitti#15>

Figura 20: Pianificazione del processo di ripresa interna e per oggetti isolati

https://www.agisoft.com/pdf/tips_and_tricks/Image%20Capture%20Tips%20-%20Equipment%20and%20Shooting%20Scenarios.pdf

Figura 21: Vista esterna del modello tridimensionale

Figura 22: Vista interna del modello tridimensionale

Figura 23: Orientamento delle 115 camere per il vestito

Figura 24: A sinistra il modello tridimensionale con texture e in basso la mesh dell'abito con riferimento d'archivio TA16146

Figura 25: A sinistra il modello tridimensionale con texture e in basso la mesh dell'abito con riferimento d'archivio TA16147

Figura 26: Vista dall'alto con l'ingombro complessivo dell'allestimento

Figura 27: Disposizione degli elementi principali per l'esposizione

Figura 28: Meccanismo Speedy-In di display LED, Bertelè Electronics

<https://www.bertele.eu/maxischermi-indoor-speedy-in/>

Figura 29: Vista laterale dell'allestimento con quote riferite al LEDwall

Figura 30: Rappresentazione della valutazione ergonomica della distanza dal LEDwall

<https://www.linsnled.com/outdoor-advertising-led-displays-tips.html>

Figura 31: Struttura Litestage reticolare LTR1540

<https://www.musiclights.it/product/LTR15?lang=IT>

Figura 32: Pannelli Litestage LTP1005

<https://www.musiclights.it/product/LTP1005?lang=IT>

Figura 33: Visione complessiva dell'allestimento progettato

Figura 34: Vista prospettica della sala e dell'allestimento completo

Figura 35: Vista prospettica frontale della sala e dell'allestimento completo

Figura 36: Vista prospettica laterale della sala e dell'allestimento completo

Ringraziamenti

Questo spazio lo dedico a tutte le persone che hanno contribuito al conseguimento di questo traguardo, supportandomi e incoraggiandomi in un lungo percorso, e senza il cui aiuto non sarei qui oggi.

Desidero esprimere un ringraziamento speciale al mio relatore Prof. Marco Gaiani per l'infinita disponibilità in ogni fase della ricerca. La sua passione per l'insegnamento della materia e la sua guida competente sono state fondamentali e di ispirazione per il completamento della presente tesi, arricchendo il mio apprendimento e pensiero critico-analitico. Sono profondamente grata per tutte le conoscenze trasmesse e per la costante dedizione e supporto, sia pratico che morale, dimostratomi durante il percorso.

Ringrazio il mio correlatore Prof. Simone Garagnani per la sua incredibile competenza e per aver dedicato tempo ed energie nella valutazione del mio progetto, portando al miglioramento complessivo dell'elaborato. Grazie per la presenza, per le osservazioni preziose e per la gentile umanità espressa nei miei confronti.

Ringrazio il mio correlatore Dott. Roberto Palermo e le Gallerie degli Uffizi per avermi concesso il privilegio di esplorare da vicino il mondo dell'arte e della cultura. È stata un'esperienza unica e indimenticabile, che mi ha fornito l'ispirazione per elaborare l'intera tesi e che mi ha permesso di conoscere grande professionalità, comprensione ed empatia. Grazie a tutte le persone magnifiche che ho incontrato in particolare a Roberto che mi ha incoraggiato e mi ha mostrato ogni aspetto del suo lavoro artistico.

Alla mia famiglia, che è stata un'ancora di salvezza nei momenti di maggiore sconforto e che mi ha sempre sostenuto e motivato al raggiungimento della mia realizzazione accademica e personale. Grazie per avermi saputo ascoltare e consigliare nei momenti difficili e aver sempre creduto in me. Il vostro amore e appoggio quotidiano è stato il motore che mi ha portato ad essere qui oggi.

Ad Alessandro, che ha vissuto con me fin dall'inizio questa lunga esperienza, sorreggendomi in ogni successo e insuccesso nel corso degli anni accademici e non solo. Grazie di essermi stato accanto negli anni più difficili e per non aver mai smesso

di credere nelle mie capacità e anzi a evidenziarle ai miei occhi. Il tuo amore e il tuo sostegno sono il più grande dono che abbia ricevuto e mi hanno permesso di arrivare a questo traguardo e te ne sono infinitamente grata.

Ai miei amici di sempre Francesca, Matilde, Alvise e Augusto per il bene incondizionato che mi avete dimostrato negli anni e per le esperienze diverse e stupende vissute insieme. Grazie del vostro affetto e comprensione mai giudicante ma sempre attento al mio benessere anche a distanza, sono molto fortunata ad avervi nella mia vita.

A Camilla che mi ha aiutato con grande amore e cura a terminare il mio percorso universitario. Grazie davvero per l'enorme sostegno fornitomi e per avermi saputo ascoltare, capire e far riflettere. Non sarei qui senza il tuo sostegno.

Alle amiche Marcele Laura, Sara e Valentina per esserci in ogni momento importante della mia vita e per la voglia di festeggiare i grandi traguardi insieme. Sono felice di poterlo fare anche per la tanto aspettata laurea.

Ai miei compagni di corso, in particolare a Paola, Teresa e Giacomo per aver condiviso insieme il percorso universitario e per il divertimento nelle aule studio, nei corridoi e nei momenti di svago. Non sarebbe stato lo stesso senza di voi.

Ai Duruddu e agli amici di Bologna, più o meno recenti, che mi hanno sostenuto e hanno fatto il tifo per vedermi arrivare al traguardo. Grazie di esserci, di avermi dato la carica, di esservi confrontati e di avermi accompagnato con grande amore, apprensione e tatto alla meta. Un ringraziamento speciale a Stefano e Jessica che hanno saputo starmi vicino in tutti i momenti. Festeggiare ogni successo di vita insieme è un grande regalo e sono contenta che ce ne siano ancora tanti altri.