



LUCE E ALLESTIMENTI MUSEALI IN EDIFICI STORICI

Una proposta per l'illuminazione della Corte
Medievale di Palazzo Madama a Torino



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

**Corso di Laurea Magistrale in
Architettura per il Progetto Sostenibile
A.A. 2022-2023**

*Luce e allestimenti museali in edifici storici.
Una proposta per l'illuminazione della Corte Medievale di
Palazzo Madama a Torino*

Relatore: Anna Pellegrino
Correlatrice: Lodovica Valetti

Candidata: Chiara Martalò
S267121

*“C'è una crepa in ogni cosa ed
è da lì che entra la luce”*

Leonard Cohen

INDICE

Abstract	008		
Introduzione	015		
1 La luce	021		
1.1 La luce come fenomeno fisico	022		
1.2 La luce come fenomeno percettivo	024		
2 La luce in ambiente museale	031		
2.1 Definizione di museo	034		
2.2 L'illuminazione di ambienti museali	037		
2.3 Obiettivi del progetto illuminotecnico	041		
2.4 Esigenze relative alla conservazione, alla fruizione, alla valorizzazione e al risparmio energetico	044		
2.5 Parametri e criteri di valutazione	051		
2.5.1 Illuminamento	052		
2.5.2 Distribuzione e direzione della luce	053		
2.5.3 Colore della luce e resa cromatica	054		
2.5.4 Abbagliamento e contrasto	056		
2.6 Prestazioni energetiche	057		
2.7 Quadro normativo vigente e requisiti illuminotecnici	060		
2.8 Esempi di illuminazione museale in edifici storici	074		
3 Caso studio: Palazzo Madama a Torino	083		
3.1 Analisi del caso studio	085		
3.2 Criticità	106		
		4 Progetto di illuminazione per la Corte Medievale	111
		4.1 Metodologia	112
		4.2 Fase conoscitiva e analitica	113
		4.2.1 Rilievo fotografico	114
		4.2.2 Rilievo architettonico	121
		4.2.3 Rilievo materico	127
		4.2.4 Analisi sugli scenari d'uso più recenti	130
		4.2.5 Rilievo illuminotecnico	136
		4.2.6 Rilievo dell'impianto elettrico	140
		4.2.7 Considerazioni finali	142
		4.3 Obiettivi, esigenze e requisiti	143
		4.4 Concept di progetto	150
		4.5 Proposta di scenari futuri	152
		4.6 Prestazioni energetiche e gestione degli impianti	166
		5 Conclusioni	171
		Bibliografia	175
		Sitografia	177

ABSTRACT

ITA

La seguente trattazione affronta il tema dell'illuminazione interna degli ambienti museali e analizza i parametri e le linee guida legate a concetti quali la fruibilità, la tutela, la valorizzazione e la sostenibilità riguardante l'edificio/ambiente e l'impiantistica.

Oggi i musei si propongono sempre più come luoghi di ricerca, intrattenimento, incontro, educazione, incentivando una fruizione ampia e differenziata dei propri spazi, al fine di divenire asset strategici per le città e aprirsi alla società nell'ottica di un'ampia offerta culturale. Tale approccio innovativo comporta una serie di sfide, tra cui si ritrova anche quella legata al progetto di illuminazione degli ambienti museali.

In tali siti il progetto della luce è chiamato a rispondere ad una pluralità di esigenze, tra cui: funzionalità, per poter garantire la corretta fruizione dell'esposizione all'utente, compatibilità formale e culturale, adattabilità a usi variabili nel tempo, efficienza in termini di contenimento dei consumi, fattibilità di gestione e manutenzione. Molto spesso, inoltre, le istituzioni museali sono ospitate all'interno di edifici di pregio storico architettonico, già di per sé sottoposti a vincoli di tutela e patrimonio da valorizzare e comunicare. In quest'ottica il progetto dell'illuminazione non può essere guidato da indicazioni univoche, ogni spazio detta le proprie esigenze e obiettivi e il ruolo del lighting designer è quello di cogliere tali esigenze per progettare un sistema ad hoc.

Come si può quindi pervenire ad una soluzione progettuale in grado di conciliare principi quali la sostenibilità e la creatività, suscitando curiosità e interesse nel visitatore?

Quali sono gli aspetti necessari da analizzare e da prendere in considerazione per redigere un progetto di illuminazione efficace? Come si possono integrare esigenze di valorizzazione e di conservazione, integrando impianti contemporanei all'interno di beni architettonici di pregio storico-artistico?

Nella presente trattazione gli aspetti principali di questa tematica sono stati definiti e approfonditi. È stato analizzato il tema della luce quale fenomeno fisico e percettivo. È stato quindi affrontato il tema dell'illuminazione nell'ambito specifico di ambienti museali, prendendo in esame le esigenze da considerare e i corrispondenti parametri quantitativi da rispettare, sulla base di indicazioni e

linee guida definite da enti e associazioni competenti. È stato quindi assunto un caso studio, la Corte Medievale di Palazzo Madama a Torino, quale sito di sperimentazione per la proposta di un progetto di illuminazione versatile e innovativo, in cui alla luce è affidato il ruolo di conferire identità al luogo e incentivare un utilizzo flessibile dello spazio. Il caso studio è stato analizzato dal punto di vista storico e di usi attuali, per determinare i possibili ruoli che potrebbe assumere nella duplice veste di luogo per mostre ed eventi e museo di se stesso. Rispetto alle funzioni individuate è stato stilato un quadro esigenziale, che ha costituito la base per la proposta di un impianto di illuminazione flessibile e adattabile a usi e scenari variabili. La proposta di un nuovo sistema di illuminazione per il sito è stata quindi occasione per sottolineare le potenzialità del progetto della luce, in un proficuo incontro tra esigenze di tutela e valorizzazione e problematiche tecniche legate all'inserimento di un nuovo impianto contemporaneo.

ABSTRACT

ENG

The following discussion deals with the theme of internal lighting in a museum space and analyzes the parameters and guidelines related to concepts such as usability, protection, enhancement, and sustainability concerning the building/environment and lighting systems.

Nowadays museums are presented more than ever as spaces for research, entertainment, education, encouraging a wide and differentiated use of their spaces, with the objective of becoming strategic assets for cities and opening to the society with a large cultural offer. Such an innovative approach represents a series of challenges, including the one related to the illumination design of museum environments.

In such spaces, the lighting design is called upon to respond to multiple exigencies such as: functionality, to guarantee the correct use of the exposure to the users, formal and cultural compatibility, adaptability to variable uses over time, efficiency regarding the containment of consumption, feasibility of management and maintenance. Furthermore, often museums are housed in buildings of historical and architectural value, which are already subject to protection and heritage constraints to be valorized and communicated. From this point of view, the lighting project cannot be guided by unambiguous indications, as each space dictates its own needs, and the role of the lighting designer is to grasp these needs to design an ad hoc system.

Therefore, how can a design solution capable of reconciling principles such as sustainability and creativity, arousing curiosity and interest in the visitor be determined? Which are the necessary aspects to analyze and take into consideration to draw up an effective lighting project? How can enhancement and conservation needs be integrated, considering contemporary systems within architectural assets of historical-artistic value?

In this discussion, the main aspects of this topic have been defined and explored. The theme of light as a physical and perceptive phenomenon was analyzed. The theme of lighting in the specific context of museum environments was then addressed, examining the needs to be considered and the corresponding quantitative parameters to be respected, based on indications and guidelines

defined by competent bodies and associations. A case study was therefore chosen; the Medieval Court of Palazzo Madama in Turin, as an experimental site for the proposal of a versatile and innovative lighting project, in which light is entrusted with the role of conferring identity to the place and encouraging space flexibility. The case study was analyzed from the point of view of history and current uses, to determine the possible roles it could assume in the dual role of a place for exhibitions and events and a museum of itself. Regarding the functions identified, a requirement framework was drawn up, which formed the basis for the proposal of a flexible lighting system that could be adapted to variable uses and scenarios. The proposal of a new lighting system for the site was therefore an opportunity to underline the potential of the lighting project, in a fruitful meeting between the needs of protection and enhancement and the technical problems associated with the insertion of a new contemporary system.

INTRODUZIONE

INTRODUZIONE

Luce e architettura

Nel corso del tempo il tema dell'illuminotecnica ha subito una profonda evoluzione, considerando che non è sufficiente soffermarsi sui calcoli quantitativi ma che essa debba essere anche progettata in termini qualitativi, dove l'illuminazione diviene parte integrante del processo di progettazione architettonica. In campo museale tale compito è legato strettamente alla valorizzazione e alla tutela, che viaggiano di pari passo. Non è possibile valorizzare un'opera senza che questa non sia tutelata e preservata. Con la valorizzazione è possibile elevare il manufatto, tramite la modellazione della luce si crea una percezione che varia da persona a persona. Il protagonista non dev'essere mai la luce, essa diviene uno strumento quale mezzo comunicativo, il vero protagonista dev'essere ciò che viene illuminato.

Luce e sostenibilità

Negli ultimi trent'anni ha acquisito maggiore importanza l'aspetto energetico: con la pubblicazione nel 2015 della "Agenda 2030", la quale ICOM prende come riferimento fondamentale per il proprio lavoro e la risoluzione "On sustainability and the implementation of Agenda 2030, Transforming our World", approvata durante la 25° Conferenza Generale a Kyoto nel 2019, si conferma l'ideale di un museo in grado di mirare al tema della sostenibilità, attuando delle buone pratiche sulla gestione e l'organizzazione museale in chiave di risparmio energetico, abbandonando la visione bivalente tra ambiente ed essere umano e adottando una visione che lega assieme tre tematiche quali l'ambiente, l'economia e la sfera sociale. ICOM ritiene che i musei abbiano un ruolo chiave nel plasmare e creare un futuro sostenibile attraverso i loro programmi educativi, partenariati e attività. Il museo, seguendo i diciassette obiettivi elencati negli SDGs (Sustainable Development Goals), dovrebbe svolgere un ruolo importante nel futuro sostenibile, attraverso la gestione e l'utilizzo delle risorse al minimo impatto ambientale, svolgendo programmi ed attività educative, coinvolgendo attivamente la cittadinanza tramite la divulgazione scientifica e l'arte. Gli obiettivi relativi al museo riguardano la città e le comunità sostenibili, la lotta contro il cambiamento climatico, mirare ad una istruzione di qualità e assicurare alla gente un lavoro dignitoso e di conseguenza una crescita economica.

Due questioni oggi inseparabili

L'illuminazione dei musei oggi si trova intimamente legata, da una parte, alla valorizzazione dello spazio architettonico e dei suoi contenuti e, dall'altra, alla sostenibilità ambientale. Con una adeguata progettazione essa può diventare uno strumento "qualificante" in grado di regalare una lettura diversa di ciò che si sta osservando e, nel contempo, "sostenibile", capace cioè di garantire un consumo più razionalizzato di energia.

La tesi esplora queste questioni con delle domande

L'obiettivo della tesi è soprattutto quello di esplorare queste due potenzialità dell'illuminazione in ambito architettonico e di testarle nella loro praticabilità. Più nello specifico, nel Cap verranno approfondite le seguenti domande. Innanzitutto, qual è il ruolo specifico che svolge l'illuminazione come strumento di valorizzazione dello spazio? Esiste un criterio univoco in grado di determinare la migliore metodologia, o prassi, per illuminare un bene artistico, sia esso uno spazio-contenitore o il contenuto stesso in esso racchiuso? Quanto è impattante il consumo energetico relativo all'illuminazione museale e quali sono le accortezze da mettere in atto per garantire una riduzione dei consumi energetici sia in termini di gestione che di utilizzo?

Le esplora con un progetto

La mia tesi si propone di esplorare il rapporto tra illuminazione e valorizzazione dello spazio e tra illuminazione e sostenibilità attraverso un progetto. Considerati gli aspetti legati all'illuminazione come concetto più esteso, sia in termini quantitativi che qualitativi, e nello specifico l'illuminazione calata all'interno del contesto museale, la quale necessita di accurate analisi e deve rispondere ad una serie di esigenze e requisiti specifici, ci si pone l'obiettivo di ideare un progetto di luce che possa soddisfare le pretese di "qualità" e di "sostenibilità". Questo progetto di tesi analizza tutti gli aspetti intrinseci ed estrinseci del tema museale e cerca di sviluppare delle linee guida da seguire per l'analisi del bene storico, le cui ricerche di base siano in grado di fornire un nuovo sistema ideando un rinnovamento non solo dal punto di vista impiantistico ma soprattutto progettuale.

Caso studio: Palazzo Madama e perché

Le domande di ricerca e l'esplorazione progettuale saranno sviluppate in un caso studio: Palazzo Madama a Torino, in particolare la Corte Medievale e lo scavo archeologico annesso, localizzata al piano terra e la quale ad oggi risulta uno dei pochi spazi abbandonati a sé stessi. Già il Palazzo è stato oggetto di un importante restauro nel 2006 ed ogni sala di questo manufatto è stata rivisitata, fatta eccezione per lo spazio della Corte Medievale che risulta una sala molto limitata per il controllo climatico e la quale, in quel periodo, fu destinata ad essere uno spazio aperto alla città, così come lo scalone juvarriano. In questo contesto, il progetto avrà il compito di rendere l'illuminazione veicolo di qualità e sostenibilità e, nel frattempo, permettere una lettura storica e artistica dell'ambiente, consentire lo svolgimento delle funzioni principali, non creare interferenza tra architettura e opere, determinando cosa illuminare e come illuminare. Per far fronte a questo compito, l'iter progettuale è organizzato partendo da un'analisi dei criteri fondamentali del palazzo (individuando criticità e punti di forza), sviluppando in seguito delle proposte idonee al contesto e, infine, assicurando che gli scenari forniti rispondano alle esigenze in chiave sostenibile, sia in termini economici che ambientali.

Conclusione

Nell'ambito museale la tematica della luce ha avuto modo di evolversi e l'illuminazione diviene sempre di più mezzo per la lettura dell'arte, considerando la valorizzazione e la fruibilità del bene stesso, mentre affina le sue capacità di ridurre l'impatto ambientale del suo utilizzo. Risulta quindi necessario esplorare questi cambiamenti, testarli e svilupparli ulteriormente facendo fronte a nuove esigenze e obiettivi a cui il progettista illuminotecnico ha il compito di rispondere.

1. LA LUCE

1. LA LUCE

L'uomo è in grado di riconoscere ciò che lo circonda grazie all'uso dei cinque sensi: tatto, olfatto, gusto, udito e vista.

Una ricerca condotta dalla City University of London, pubblicata sulla rivista *Jama Ophthalmology* (Enoch, McDonald, Jones, Jones, Crabb, 2019), somministrata ad un campione di 250 persone del Regno Unito, dimostra che al primo posto è presente la vista, seguita dall'udito. Lo studio, nel quale i soggetti dell'analisi dovevano elencare l'importanza, in ordine decrescente, dei cinque sensi, fornisce prove empiriche da parte di studiosi e ricercatori a supporto di questa affermazione. La vista non può esistere senza la presenza di un elemento fisico essenziale, la luce. Essa è oggetto di analisi fin dai tempi antichi e ad oggi non risulta essere ancora un concetto completamente chiaro, sul quale vengono investite numerose ricerche (Enoch, McDonald, Jones, Jones, Crabb, 2019). Nonostante la vista possa prevalere sugli altri organi sensoriali, si ricerca un rapporto multisensoriale, coinvolgendo anche gli altri organi per ascoltare, toccare, sentire profumi, assaporare. (Forcolini, 2012).

Già Lucrezio nel capitolo "La teoria delle sensazioni", nel suo poema didascalico *De Rerum Natura* (Lucrezio, I secolo a.C.), tratta diverse tematiche, tra cui il tema della luce: essa simboleggia la vita, la scienza e l'insegnamento e ad essa si contrappone il buio, il quale definisce il concetto di morte, oscurità ed ignoranza. Bene e male, luci ed ombre, vengono differenziati dalla presenza di questo ente fisico (Fischer, 2010).

1.1 La luce come fenomeno fisico

Lo studio sulla luce come fenomeno fisico si è evoluto sulla base di diverse teorie che riguardano la natura della luce stessa: la Teoria Corpuscolare di Newton del XVII-XVIII secolo che si contrappone alla Teoria Ondulatoria di Huygens nel XVII secolo, la teoria formulata da Young e Fresnel agli inizi del XIX secolo, la Teoria Elettromagnetica di Maxwell nella seconda metà del XIX secolo, fino ad arrivare alla Teoria Quantistica di Plank e Einstein agli inizi del XX secolo, la quale sviluppò la sintesi delle concezioni corpuscolari e ondulatoria. Tutte queste teorie, susseguitesi nel corso degli ultimi tre secoli, hanno dato una definizione fisica di "luce" ma tale concetto rimane ancora oggi un tema aperto ed in continua evoluzione.

Sulla base di tali ricerche, si definisce la luce come un'energia elettromagnetica la quale viene emessa in quantità discrete (quanti di energia o fotoni) la cui propagazione avviene per onde elettromagnetiche. Le onde elettromagnetiche si generano, a loro volta, all'alternarsi ciclico di campi elettrici e campi magnetici. L'onda elettromagnetica è caratterizzata da una lunghezza d'onda, da una frequenza e da una velocità di propagazione.

L'insieme delle radiazioni elettromagnetiche conosciute è rappresentato nello spettro elettromagnetico. L'intervallo delle frequenze dell'intero spettro viene suddiviso in ampie zone: raggi γ , raggi X, radiazione ultravioletta, spettro del visibile, radiazione infrarossa, microonde e onde radio. Lo spettro del visibile comprende tutte le radiazioni in grado di stimolare l'apparato visivo dell'uomo determinando una sensazione visiva, ovvero quelle con lunghezza d'onda compresa tra 380 nm e 780 nm, e che nel complesso, compongono quella che noi definiamo "luce". Il sistema visivo è il sistema responsabile della visione: essa avviene tramite l'organo della vista, l'occhio, caratterizzato da due tipologie di recettori: i coni, i quali reagiscono a stimoli di una certa intensità e permettono la percezione dei colori, e i bastoncelli, i quali reagiscono anche a stimoli di bassa intensità ma sono insensibili al colore. Esiste inoltre un terzo tipo di fotorecettore, scoperto nel

2003, che prende il nome di ipRGC (intrinsically photosensitive retinal ganglion cell). Gli ipRGCs sono fotorecettori presenti sulla retina in grado di attivare la melanopsina, un fotopigmento capace di adattarsi alla variazione di luce in maniera più lenta rispetto ai coni e ai bastoncelli e sono pertanto responsabili del funzionamento del sistema non visivo (Carratù, 2009).

Se dal punto di vista dell'illuminotecnica, in un mezzo omogeneo e trasparente, la modalità di propagazione della luce può essere considerata rettilinea (Fellin, 1999), nella realtà quando la luce interagisce con la materia e passa attraverso un corpo, essa modifica la sua traiettoria e velocità: parte del fascio luminoso incidente viene riflesso mentre la parte restante penetra più o meno in profondità nel corpo e viene così assorbita, trasmessa, rifratta o diffusa (Ravizza, 2011). L'interazione tra la luce e la materia dipende dalle caratteristiche fisiche della luce e dalla composizione fisica e dalle caratteristiche superficiali della materia.

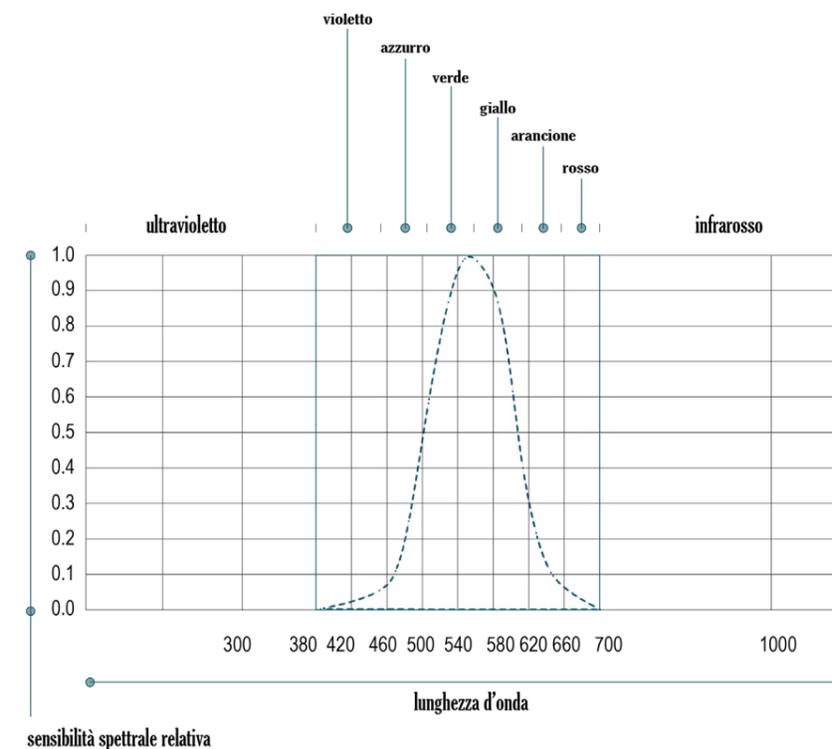


Figura 1: Grafico dello spettro della luce visibile all'occhio umano - rielaborazione grafica a cura dell'autrice

1.2 La luce come fenomeno percettivo

La luce non è solo un fenomeno fisico ma è anche un fenomeno percettivo. L'energia raggiante luminosa stimola, come detto in precedenza, l'organo sensoriale della visione, determinando nel soggetto una sensazione visiva. La vista è possibile entro un certo range definito "campo visivo", il quale determina l'estensione angolare entro la quale un oggetto può essere visto quando la testa e gli occhi sono immobili. La visione, quindi, fa scaturire una serie di meccanismi a livello psicologico, creando un'immagine nella mente umana. Gustav Theodor Fechner studiò la relazione tra esperienze psicologiche e stimoli fisici derivati dall'interazione tra uomo e luce, sviluppando un'equazione logaritmica, con la quale vengono quantificati gli stimoli che producono la crescita lineare della sensazione, disposti in progressione geometrica, e viceversa la sensazione è un logaritmo dell'intensità della stimolazione (Carratù, 2009). Ciò che la mente percepisce è un processo conoscitivo alla cui base vi è l'elaborazione delle informazioni percepite attraverso gli organi di senso.

Essendo la luce un fenomeno anche di tipo "percettivo", influenza in larga scala la sfera umana, motivo per cui negli ultimi anni fino ad oggi il tema della progettazione della luce ha subito una grande evoluzione, sia dal punto di vista funzionale ma anche dal punto di vista estetico e di risparmio energetico. La luce deve riuscire a dar vita a sensazioni e stimolare emozioni. Essendo una componente essenziale della vita umana, ha un effetto significativo sulla qualità della vita generando emozioni ed esperienze positive nell'ambiente costruito. L'eccesso o la mancanza di essa creerebbe uno stato mentale e fisico non soddisfacente, ovvero malsano. La luce non dev'essere però considerata come strumento in grado di rispondere ad esigenze prettamente funzionali, ma diviene uno strumento indispensabile per una progettazione attenta a dare risposta a un più ampio ventaglio di esigenze (oltre che funzionali, estetiche, di valorizzazione, di contenimento dei consumi energetici, ambientali).

Manipolando l'illuminazione, si va a modificare lo spazio in cui l'uomo è presente. La luce assume il ruolo di linguaggio o mezzo espressivo attraverso cui può essere manifestato il senso, il significato di un qualcosa. Essa diventa uno degli strumenti

comunicativi di cui può fare uso il progettista. L'autore Boyce, nel suo libro *Human Factors in Lighting* (Boyce, 2014) descrive le interazioni che si hanno tra persone ed illuminazione. Queste interazioni influenzano la capacità di eseguire compiti visivi, la percezione di persone, oggetti e spazi, il comfort e il comportamento umano, relativi alla salute e alla sicurezza umana. Solo comprendendo come utilizzare la luce nella maniera giusta si può raggiungere il giusto beneficio. Boyce definisce tre percorsi di interazione con la luce: visual system, circadian timing system, humor and motivation.

Visual System

La combinazione del compito e dell'illuminazione determina lo stimolo visivo. Lo stimolo visivo e lo stato operativo del sistema visivo determinano le prestazioni visive. Per eseguire l'attività visiva la visione non è sufficiente. Ci sono tre componenti della performance: visiva, cognitiva e motoria. L'esecuzione del compito è ciò che è necessario per misurare la produttività.

Circadian Timing System

Il sistema circadiano influenza le prestazioni umane. Il sistema è controllato dal SCN che è collegato alla retina. Quantità di luce, spettro, tempi e durata dell'esposizione sono gli aspetti dell'illuminazione che influenzano lo stato del nucleo soprachiasmatico (SCN). Attraverso questo percorso la luce può influenzare i ritmi circadiani, la vigilanza, eccetera.

Humor and motivation

Il sistema visivo genera l'immagine del mondo visivo e una conseguente risposta emotiva. Questa risposta emotiva è uno dei fattori che possono influenzare l'umore delle persone e la motivazione al lavoro. La luce, quindi, stimola il sistema circadiano, influenza la prestazione globale dell'individuo e stimola il sistema visivo, contribuendo a definire la condizione di comfort visivo. In passato si considerava la percezione umana esclusivamente da un punto di vista fisiologico e solamente verso la prima metà del 900, in particolare a seguito della Seconda Guerra Mondiale, emersero approcci di una nuova filosofia dell'illuminazione che non si incentrava solo sugli aspetti quantitativi.

Allargando la fisiologia dell'apparato visivo alla psicologia della percezione, si presero in considerazione tutti i fattori dell'interazione tra il percettore, l'oggetto visto e la luce come mezzo di comunicazione. La progettazione illuminotecnica finalizzata alla percezione dell'individuo non pensava più solo in termini di concetti quantitativi, bensì anche secondo fattori qualitativi.

Fu negli anni '60 del Novecento che il progetto di luce iniziò a considerare l'uomo come fattore attivo della percezione e non più come semplice recettore di un ambiente visivo. Sulla base di questo pensiero, divenne possibile pensare all'illuminazione come fattore cardine di un progetto, dandole forma adeguata. Questo richiedeva criteri qualitativi e un vocabolario adeguato, che permettesse di descrivere sia i requisiti di un impianto di illuminazione, che le funzioni della luce.

Un precursore di questo concetto fu il lighting designer Richard Kelly (Illuminating Engineering Society). Non vi era più il concetto di illuminamento "unitario" il cui problema era legato alla quantità di luce, bensì ci si focalizzava sulle singole qualità della luce stessa. Egli definì tre principi della progettazione illuminotecnica qualitativa, distinti tra di loro, riassunti con la seguente frase:

“Luce per vedere, luce per guardare, luce da osservare”

LUCE PER VEDERE

Ambient luminescence

Lo scopo della luce per vedere è quello di creare un'illuminazione ambientale generale, nel cui spazio vengono soddisfatte le esigenze fondamentali dell'individuo grazie ad una tipologia di illuminazione omogenea, infondendo in colui che percepisce lo spazio intorno a sé un senso di orientamento e sicurezza. La luce per vedere non è la finalità ultima, bensì una fase della progettazione illuminotecnica.

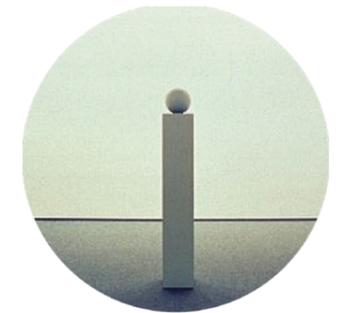


Figura 2 :
Esempio di
luce per vedere

LUCE PER GUARDARE

Focal glow

La seconda forma di luce definita da Kelly fu la luce per guardare, la quale si sovrappone all'illuminazione di fondo. La luce adempie al primario ruolo di trasmettitore di informazioni. Viene quindi a costruirsi una "gerarchia delle percezioni" grazie ad un orientamento mirato della luce, considerando la possibilità di mettere in risalto o nascondere qualcosa, direzionando l'attenzione dell'individuo nel punto prescelto. Si può scegliere di evidenziare delle informazioni con una luce d'accento o di nascondere delle informazioni secondarie ad un livello inferiore.



Figura 3 :
Esempio di luce
per guardare

LUCE DA OSSERVARE

Play of brilliants

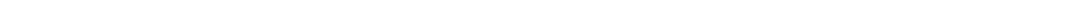
La terza ed ultima forma di luce è una tipologia di luce utilizzata per stupire, una luce estetica fine a se stessa (ecco perché denominata play of brilliants) in quanto la luce stessa non può semplicemente indirizzare ad un'informazione ma può essere lei stessa un'informazione. In passato veniva utilizzata spesso negli ambienti di rappresentanza (da notare oggi l'utilizzo di sculture luminose).



Figura 4 :
Esempio di luce
da osservare

2.

LA LUCE IN AMBIENTE
MUSEALE



2. LA LUCE IN AMBIENTE MUSEALE

Come definito nel paragrafo precedente, il concetto di luce svolge un ruolo fondamentale, avvalendosi della figura di medium percettivo. *“Con un processo di rinnovamento della connessione con il passato, attraverso la creazione di racconti visivi, è possibile riportare la vita in uno spazio immobile e sospeso nel tempo, stabilendo nuovi rapporti di senso tra memoria e innovazione, tra statico e dinamico, tra durata e istantaneità”* (Di Salvo, 2012). La partecipazione dei cittadini alla vita e alle attività culturali diviene lo strumento necessario per accrescere la consapevolezza del valore del patrimonio culturale e del suo contributo al benessere e alla qualità della vita (Lombardelli, 2021). Motivo per cui il tema museale assume grande importanza. Il museo diviene polo per la custodia e la valorizzazione dell'identità di una comunità, sono un centro di produzione culturale, un'agenzia educativa e di ricerca, nonché un attrattore turistico (Vignieri, 2020). Gli ambienti museali diventano mezzo per saper riconoscere la complessità della storia, in seguito al suo cambiamento, e con il simbolo della luce è possibile evidenziare tale cambiamento (andando ad illuminare il singolo frammento in alcuni casi o interi manufatti) restituendogli il suo valore originario, elevando i luoghi della memoria. Il concetto di memoria, soprattutto la memoria storica di un luogo, è un concetto a volte messo da parte o dimenticato completamente. È essenziale considerarlo per mettere a fuoco l'identità culturale di un luogo e per sostanziarne la valenza. Questi beni che presentano una propria memoria storica vanno tutelati nella loro integrità, per poter garantire di esprimere il senso di appartenenza e di identità (Di Salvo, 2012). La maggior parte delle riflessioni sulla museografia sono scaturite dall'inesco di alcuni ricordi, legati alla memoria di un determinato luogo, dal quale ha inizio una correlazione tra psicologia dell'attenzione, psicologia dell'apprendimento e psicologia della percezione (secondo H. Blum nel suo *Die Antike Mnemotechnik* riguardo la mnemotecnica classica); il bene storico è un bene della comunità, della collettività, si lega all'esigenza dell'uomo di radicarsi nelle cose che gli appartengono. Diviene quindi uno spazio aperto alla città e appartenente alla collettività stessa. L'attività primaria è quella di conservazione, alla quale si affianca spesso quella didattico-educativa.

La valorizzazione di un bene storico (che sia inteso come edificio “contenitore” e sede del museo e il bene materiale esposto e conservato all’interno del museo stesso) si relaziona allo sviluppo economico e culturale di un determinato luogo: essa dovrebbe ricostruire la versione del mondo che apparteneva agli antichi e non soltanto salvaguardare una piccola parte di un monumento; uno dei problemi più ricorrenti riguardo la valorizzazione all’interno delle Istituzioni sia pubbliche che private è cercare di capire come rendere fruibili dal pubblico tali luoghi, ciò non può avvenire se non si comprende a fondo le origini ed il pensiero che è alla base di una singola identità. Questo è il motivo per cui il tema della luce, con il passare dei secoli, prende forma e assume importanza, soprattutto in fase progettuale da parte del lighting designer (Carminati, 2020). La luce, come mezzo di comunicazione funzionale, deve rispondere a diversi obiettivi e nel campo museale non deve riguardare esclusivamente l’esposizione o l’allestimento di per sé (il “contenuto”) ma deve far fronte anche al museo stesso, il quale diventa il “contenitore” di queste mostre ed esposizioni. Contenuto e contenitore si articolano tra di loro, formando tre combinazioni: un museo/contenitore, il quale prevale a livello di importanza sul contenuto, diventando mezzo espressivo nel quale il contenuto perde importanza, un museo/contenitore nel quale contenuto e contenitore coesistono in equilibrio ed infine un museo/contenuto, il quale si comporta solo da involucro al cui interno il contenuto prevale a livello d’importanza (Iadiccio, 2011). Questi due temi, che dovrebbero viaggiare in parallelo e che per semplicità dovrebbero coesistere armoniosamente, non sempre seguono questa linea guida. Tale binomio viene influenzato dal mutare della società e dal contesto socio-culturale nel quale tale rapporto è inserito. Solo con una relazione bilanciata, il museo può divenire punto attrattivo e stimolatore. Sarebbe indispensabile raggiungere il suddetto equilibrio, in cui il museo possa svolgere la sua funzione di “contenitore” ma essere egli stesso un potente mezzo comunicativo. Per garantire un percorso espositivo in grado di arricchire il nostro bagaglio culturale, gioca un ruolo fondamentale l’architettura, la quale svolge la funzione di muta scenografia. Essa, affiancata all’arte, dovrebbero correre in maniera parallela, sempre mantenendo la propria autonomia, per regalare all’utente un’esperienza unica (Forcolini, 2012).

Per poter comunicare ad un gran numero di utenza (la quale differisce per molteplici caratteristiche come nazionalità, età, ecc) e trasferire loro determinate informazioni, bisogna adottare un codice “iconico” affinché il messaggio venga recapitato dal maggior numero di persone (Antinucci, 2010).

“La trasformazione del museo da luogo di conservazione ed esposizione di oggetti a mezzo di comunicazione sociale, ha comportato un cambiamento nel linguaggio architettonico: le architetture museali contemporanee sono, prima che contenitori di opere, essi stessi opera da esporre, involucri spettacolari che diventano un segno irripetibile nel contesto urbano”

2.1 Definizione di museo

Il primo museo della storia fu costruito dal faraone Tolomeo Filadelfo, ad Alessandria d'Egitto, verso la fine del IV secolo a.C., e conteneva al suo interno un osservatorio astronomico, una biblioteca e diversi strumenti utilizzati da studiosi e scienziati. (Toschi, 2012). Tuttavia, il termine "museo" ha un'origine ancor più antica, la parola è di derivazione greca, da "mouséion", tradotto in italiano come "luogo dedicato alle Muse", spazio nel quale gli antichi sapienti svolgevano i loro incontri. Nonostante ci fossero luoghi simili (come tombe e piramidi), i quali ospitavano raccolte ed oggetti di rilevante importanza, essi non erano destinati ad essere esposti come se appartenessero ad una collezione. L'importanza di esporre tali "tesori" emerse nel periodo romano tramite l'esposizione di vere e proprie collezioni; tali collezioni raggiunsero maggior prestigio durante il periodo Rinascimentale: la tipologia di collezione era variegata, dall'esposizione di reperti anatomici animali/animali e strumenti scientifici (collezionismo scientifico) fino all'esposizione di oggetti rari e particolari, di estrema bellezza (collezioni di cose meravigliose, "di mirabilia"). Si parla quindi di opere "decontestualizzate" poiché l'atto del raccogliere e mostrare, conservare ed esporre presuppone la dislocazione del manufatto, il quale sarà ospitato in una sede differente dal sito in cui è stato rinvenuto (Forcolini, 2012). Dando quindi un valore all'oggetto, la volontà di volerlo salvaguardare e tutelare si lega al concetto di "collezionismo" e "tutela" del bene.

Si arriverà successivamente alla nascita del primo museo solo nel '700 con l'inaugurazione del British Museum di Londra e la Galleria degli Uffizi di Firenze, i cui luoghi ospitavano vere collezioni da ammirare, esposte al pubblico, fino ad arrivare al museo moderno associato al Museo del Louvre a Parigi, lei cui opere d'arte (confiscate a re e nobili) erano esposte al pubblico ed era possibile far accedere tutti gli uomini alla vera arte, senza alcuna distinzione di ceto sociale o classe.



Figura 5: Foto del British Museum di Londra

Lo statuto dell'International Council of Museums (ICOM), organismo fondato nel 1946 con lo scopo coordinare i musei di tutto il mondo e per la circolazione di idee e progetti, dopo la 26a Conferenza Generale di Praga dell'agosto del 2022, fornisce la definizione di museo come "un'istituzione permanente senza scopo di lucro e al servizio della società, che effettua ricerche, colleziona, conserva, interpreta ed espone il patrimonio materiale e immateriale; aperti al pubblico, accessibili e inclusivi, i musei promuovono la diversità e la sostenibilità; operano e comunicano eticamente e professionalmente e con la partecipazione delle

comunità, offrendo esperienze diversificate per l'educazione, il piacere, la riflessione e la condivisione di conoscenze.” (ICOM Prague 2022 - International Council of Museums). Ad oggi esistono diverse tipologie di museo: museo d'arte moderna, museo d'arte contemporanea, museo etnografico, museo di storia naturale, museo monografico, museo archeologico, museo della scienza e della tecnica, pinacoteca, fino ad arrivare ai musei virtuali, affermatosi grazie alla rivoluzione informatica. Essi differiscono in base al genere di opere esposte: opere di artisti del passato e del presente (sculture, dipinti, affreschi, ecce cc), testimonianze, documenti, fossili, minerali, ecc. (Pegazzano, 2018)

Importante è anche differenziare il termine Museografia da Museologia, due discipline fondamentali e complementari, legati al concetto stesso di museo: il primo indica la disciplina che si occupa dell'allestimento delle collezioni mentre il secondo riguarda lo studio teorico del museo e del ruolo che ricopre all'interno della società. Il termine Museografia fu coniato da Caspar Friedrich Neickel, ed espone il concetto associandolo agli aspetti pratici del museo come allestimenti, problemi legati alla sicurezza, scelte illuminotecniche e scansione degli spazi e degli oggetti (Neickel). Nel 1727 cercò di categorizzare le principali Wunderkammer e le biblioteche del XVIII secolo e del passato (Giovannini, 2019) in un volume destinato ai viaggiatori, individuando le seguenti categorie: Naturalia e Artificialia (collezioni naturalistiche) e Wunderkammer (camera delle meraviglie).

La Museologia invece, nata successivamente alla Museografia, nel 1955, è legata ad un aspetto più concettuale del museo, dove si studiano i contenuti da voler esplicitare, il percorso della mostra stessa, cioè che essa vuole comunicare. Inizialmente erano considerate equivalenti ma solo verso la fine degli anni Novanta vennero considerate come due discipline autonome.

2.2 L'illuminazione di ambienti museali

Tutto ciò che riguarda la sfera museale, dall'allestimento alla fruibilità delle opere, dipendono strettamente dalla luce. Essa diviene una componente essenziale da considerare alla base della progettazione in ambito museale. Considerando la luce come la quarta dimensione dell'architettura (Rossi, 2017), non si possono fare dei ragionamenti sulla tematica museale senza considerare l'aspetto illuminotecnico. E' importante la relazione tra architettura nel suo spazio e la modellazione dei materiali esposti, un buon progetto di luce non deve essere progettato esclusivamente in funzione dell'esposizione stessa.

“L'architettura è il gioco degli spazi in cui la modulazione di luci e ombre è estrema, la scultura è corporeità tridimensionalità immersa nell'equilibrata composizione di luci e ombre, la pittura è la faccia luminosa di un oggetto mobile — tavola, tela, quadro — che ha un retro permanentemente nascosto”

Già i musei del passato, considerando la luce artificiale come un elemento inesistente, presentavano delle strutture architettoniche che sfruttavano al meglio il potenziale della luce naturale (perché anche le poche fonti artificiali quali candele a fiamma viva, risultavano molto pericolose). Le gallerie, che si sviluppavano su lunghi corridoi e presentavano le finestre su un lato, e le sale a pianta centrale sormontate da una cupola, che invece ricevevano la luce dall'alto, erano le due tipologie ampiamente diffuse nel periodo Rinascimentale poiché munite di grandi superfici vetrate, le quali consentivano il passaggio dei flussi luminosi (Fiorio, 2018).

Nel periodo della nascita dei primi musei, si pensava all'architettura in se, legata ai suoi stessi "confini" e forme interne, dove lo spazio architettonico non si opponeva alla natura ma anzi, diveniva "la messa in opera della natura"(Boullée, 1967). Già nella seconda metà del Settecento quindi si considerava l'idea di "museo" come involucro che contenesse opere da ammirare e tutelare ed il primo modello rispondente a determinati requisiti e standard fu il Museo Pio-Clementino, sito in Roma, accanto al museo di antichità aperto al pubblico del Palazzo del Campidoglio, terminato nel 1790. Il progetto di Simonetti e Camporese prevedeva la collocazione di grandi stanze poste in sequenza e uno spazio porticato in cui si collocavano celebri manufatti classici. La sala principale era la Sala Rotonda, che imitava le forme del Pantheon (Forcolini, 2012).

L'utilizzo della luce naturale quale fonte principale di illuminazione presentava delle criticità legate principalmente a due aspetti:

- il fatto che tale luce non sia presente e costante nell'arco della giornata ma dipende da numerosi fattori, tra cui il periodo dell'anno, le condizioni atmosferiche, le altezze e le dimensioni delle aperture, ecc
- le proprietà fisiche intrinseche del flusso luminoso, il quale con la presenza di determinate lunghezze d'onda (come i raggi UV) porta al deterioramento di materiali più fotosensibili di altri (Pasetti, 1999).



Figura 6 : Hubert Robert, La Grande Galerie del Louvre dopo il 1801



Figura 7 : La Sala Rotonda del Museo Pio-Clementino a Roma

Oltre a questi aspetti critici relativi alla luce naturale e alla difficoltà di gestirla in termini di qualità e quantità, nasce l'esigenza da parte del progettista di utilizzare anche la luce artificiale, da associare comunque alla luce naturale, senza necessariamente metterla da parte, cercando di far coesistere l'una insieme all'altra. L'esigenza del suo utilizzo deriva dalla necessità di ovviare alle criticità sopra elencate, affinché sia possibile fruire degli spazi museali in maniera continuativa anche nelle ore serali (rispondendo quindi all'esigenze del museo moderno, quando la luce naturale risulta inesistente) garantendo una giusta visibilità. Inoltre, con il suo utilizzo, è possibile controllare gli aspetti microclimatici in ambiente (cosa che risulta difficile lavorando con la sola luce naturale) e dettare un tipo di linguaggio che vuole essere trasmesso al visitatore e creando una sorta di gerarchia delle luci: che sia essa luce "di servizio" o "di scrittura d'arte", statica o dinamica, generale o per parti, di interpretazione o di comunicazione, spettacolare o didascalica, dichiarata o integrata, la luce ha il compito di indirizzare il visitatore verso un percorso prestabilito dal progettista. Dei principi che sarebbe consigliabile seguire sono legati alla scelta e alla collocazione degli apparecchi di luce che presentino un'alta efficienza in termini energetici, ma in ogni caso, quando possibile e presente, sfruttare il potenziale della luce naturale in maniera complementare alla luce artificiale.

2.3 Obiettivi del progetto illuminotecnico

La qualità della luce ha un evidente impatto su diversi campi, i quali possono essere raggruppati in tre macrogruppi: aspetti legati all'individuo, aspetti legati all'architettura e aspetti legati alla tematica economico-ambientale. Essi si relazionano tra di loro e raggiungono un equilibrio tradotto nel lighting quality (Veitch, 2005); vengono schematizzati nella figura sottostante.

E' quindi necessario sviluppare un buon progetto illuminotecnico capace di far fronte alla moltitudine di esigenze che derivano da questi macrogruppi. Compito del lighting designer è quello di analizzare e mettere a punto un sistema ad hoc efficace. Le esigenze a cui deve rispondere un progetto illuminotecnico riguardano tre ambiti diversi. Riferendosi alla sfera dell'individuo, si considera la luce come uno strumento in grado di generare effetti visivi (legati al comfort e alle prestazioni) dove l'illuminazione non è un qualcosa che deriva dall'umano ma è piuttosto un concetto che ruota attorno all'umano, ponendo l'individuo in una posizione centrica, dove l'illuminazione stessa si pone al servizio dell'individuo (Del Missier, 2016). Per la sfera architettonica la luce diventa un vero e proprio strumento funzionale, evocativo, simbolico ed espressivo. Infine, nella sfera riguardante l'aspetto economico-ambientale, entra in gioco l'efficienza tecnologica, la quale ha modo di confrontarsi con sistemi di controllo e l'integrazione tra la luce naturale e quella artificiale. Vengono elencati qui di seguito gli obiettivi che vanno a definirsi in base alle esigenze relative alle tre tipologie di sfere:

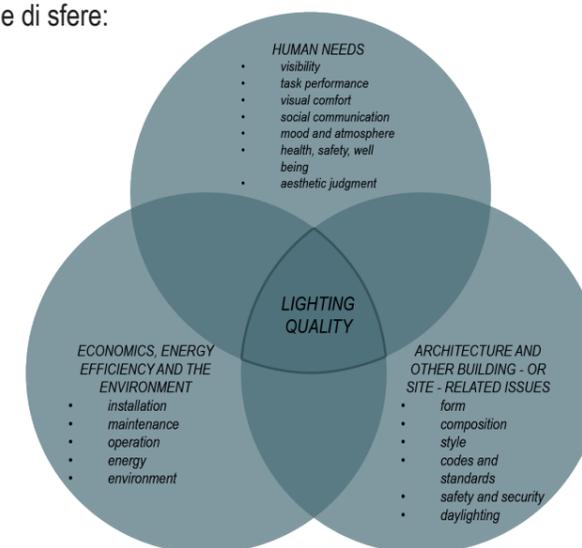


Figura 8 :
Modello del
lighting quality
- rielaborazione
grafica a cura
dell'autrice

Ambito dell'individuo

Considerando l'individuo, è necessario assicurare delle condizioni di luce consone alle esigenze di salute (evitando fenomeni come l'abbagliamento) alla percezione e alle esigenze funzionali che ha l'uomo in un determinato spazio.

Ambito dell'architettura

Riferendoci alla sfera dell'architettura, bisogna invece assicurare delle condizioni illuminotecniche consone e coerenti con il significato dell'architettura che si va ad illuminare (attenta analisi sulla forma, i colori, materiali, dimensioni, ecc ecc), analizzando il dialogo che si va ad instaurare tra forma e contenuto dell'esposizione, relativamente al rispetto delle regole dettate dalla normativa vigente

Ambito economico-ambientale

Ultimo ma non per importanza l'ambito economico ambientale. I sistemi di illuminazione devono essere progettati in un'ottica di contenimento dei consumi energetici (per quanto riguarda gli impianti adottati per la luce artificiale) e di sostenibilità ambientale (limitando ad esempio l'inquinamento luminoso). In questi termini può risultare efficace l'adozione, ad esempio, di sistemi di gestione e controllo.

Nel caso specifico del museo, si definiscono inoltre obiettivi di qualità più specifici quali:

- Accessibilità
- Attrezzabilità
- Controllabilità
- Flessibilità
- Manutenibilità
- Funzionalità
- Riconoscibilità

Questi obiettivi che vengono prefissati in ambito museale sono degli obiettivi che mirano all'esaltazione delle opere che il museo stesso ospita, sempre considerando la normativa, ed è importante sottolineare che sono degli obiettivi che sono stati fissati già in passato ma che, con il passare del tempo, sono cambiati, adattandosi al mutamento della sfera sociale, dell'utente che vive questi luoghi e che presenta progressivamente nuove esigenze. Compito del lighting designer è quello riconoscere e rispondere a questi obiettivi di progetto.

ESIGENZE	OBIETTIVI DI QUALITÀ	PARAMETRI DA CONTROLLARE
COLLEZIONE		
Esposizione Conservazione Documentazione Restauro	Disponibilità	Illuminazione di aree esterne Illuminazione di interni naturale: diretta, indiretta, ecc Illuminazione di interni artificiale: generale, puntuale, ecc
	Funzionalità	Filtri anti UV per la luce naturale Apparecchi a incandescenza, a scarica nei gas Apparecchi con filtri anti UV o anti IR Apparecchi riflettori a fascio largo, rifrattore, sagomatore, ecc
	Controllabilità	Dispositivi schermanti, manuali o automatici, per il controllo della luce naturale e della radiazione solare Dispositivi di controllo della luce artificiale, manuali, automatici, on-off, modulanti
	Flessibilità	Accensioni distinte per l'illuminazione generale, puntuale, ecc Apparecchi illuminanti fissi, su binari, su griglie, su controsoffitti
	Manutenibilità	Apparecchi illuminanti di facile accessibilità (per sostituzione periodica delle sorgenti luminose) Apparecchi illuminanti di facile pulizia

Figura 9 : Tabella sulle esigenze, obiettivi e parametri da controllare - rielaborazione grafica a cura dell'autrice

2.4 Esigenze relative alla conservazione, alla fruizione, alla valorizzazione e al risparmio energetico

In campo museale, gli obiettivi precedentemente individuati nascono dall'esigenza di poter rispondere a determinate esigenze scaturite dall'utenza (che sia essa il visitatore-tipo o il personale) che vive tali spazi. Si possono definire per questo motivo le cosiddette "classi di esigenze" che sono: esposizione, conservazione, documentazione, restauro, esercizio, fruizione, educazione e consultazione.

Lo sviluppo di un progetto illuminotecnico dovrebbe ambire a dare risposta a una serie di esigenze legate all'individuo e allo spazio circostante. Il sistema che si deve realizzare deve considerare le esigenze principali e più specifiche quali: buona visibilità del contesto e di tutti gli spazi, qualsiasi essi siano, percezione degli ostacoli, percezione visiva delle caratteristiche architettoniche, creazione di spazi suggestivi e valorizzati, versatilità degli impianti, riconoscimento delle persone e dei volti. Le esigenze primarie sono legate all'illuminare in maniera efficace l'ambiente in modo da renderlo fruibile dalle diverse tipologie di utenza, controllando al contempo opportunamente la dose di luce sugli oggetti esposti al fine di garantirne la conservazione ed evitare l'insorgenza di fenomeni di degrado.

ESIGENZE DI CONSERVAZIONE

Per poter garantire la conservazione degli oggetti esposti, bisogna in primo luogo attenersi ai limiti che vengono imposti relativi alla fotosensibilità e i pigmenti dei materiali. Poiché la luce, essendo un'onda elettromagnetica, costituisce un agente di degrado per molti materiali che entrano in contatto con essa, bisogna considerare tale problematica nel momento della progettazione illuminotecnica. Le opere esposte non sempre appartengono ad una sola categoria di manufatto e le esposizioni possono comprendere diverse opere che possono essere raggruppate in opere pittoriche, sculture, opere tessili, minerali, fotografie, ecc. Nello specifico i materiali che possono essere presenti sono metalli, ceramiche, pietre, carta, legno ed in generale le sostanze organiche. Tali elementi presentano, a seconda della tipologia di

materiale, una determinata sensibilità alla luce (Fellin, 1999) e la loro classificazione viene definita in base alla propensione che ha un materiale a deteriorarsi con le radiazioni che incidono su di esso.

Parlando di conservazione, è stato già anticipato che le opere esposte, a contatto con un certo tipo di illuminazione e poste in un determinato ambiente, in base alla fotosensibilità del materiale, possono andare incontro a diversi tipi di degrado e deterioramento.

Risulta quindi indispensabile analizzare la tipologia di manufatto esposto e ricercare, secondo metodologie ben dettagliate, delle soluzioni che portino alla salvaguardia e alla protezione di tali oggetti. Come viene enunciato dal Codice dei beni culturali e del paesaggio, nella sezione II, art. 29 "La conservazione del patrimonio culturale è assicurata mediante una coerente, coordinata e programmata attività di studio, prevenzione, manutenzione e restauro". Le misure della conservazione si traducono in prevenzione, manutenzione e quando necessario, il restauro di alcuni beni.

La sensibilità che ha un materiale dipende da diversi fattori:

- presenza di umidità e acqua, la temperatura, la presenza di polveri, il vento ed infine, la radiazione luminosa (agenti fisici);
- componenti dell'atmosfera, ossigeno e azoto presenti nell'aria (agenti chimici);
- muffe, batteri, funghi, ecc (agenti biologici)

Il deterioramento del manufatto, perciò, dipende dalla presenza o meno di tali agenti e ovviamente dalla tipologia di materiale di cui è composto, in quanto tali agenti non agiscono allo stesso modo e non creano lo stesso tipo di degrado su tutti i materiali. Inoltre, si può quantificare la gravità del degrado in base a diverse variabili: la durata dell'esposizione alla fonte luminosa (a seconda della quantità di energia assorbita, cambia il processo di degrado nell'oggetto), la composizione chimica del manufatto, il livello di illuminamento ed infine la composizione dello spettro stesso, la risposta spettrale del materiale ed il fattore di assorbimento spettrale della superficie illuminata (Fellin, 1999).

Nel caso del museo, non vengono considerati tutti gli agenti sopra elencati in quanto non vi è la presenza di agenti atmosferici che comportino grandi sbalzi di temperature o grande incidenza a livello biologico. Tuttavia, una problematica rilevante è legata al turismo di massa dell'utenza che visita il museo. Per tale motivo, con il passare del tempo, sono stati ottimizzati gli impianti in termini di controllo microclimatico, al fine di assicurare il ricircolo dell'aria tramite le azioni di riscaldamento e raffreddamento e di controllo della luce. Per poter garantire in maniera ottimale una buona conservazione delle opere, recentemente è stata introdotta la definizione di conservazione "programmata e preventiva" cioè una pianificazione di azioni mirate al ridurre gli effetti di degrado sui manufatti artistici (Saper fare nei musei, 2010). Le esigenze conservative vengono studiate raccogliendo una serie di informazioni quali condizioni di conservazione, dimensioni e importanza delle collezioni, tipologia e natura dei materiali. Solo in un secondo momento, dopo le opportune analisi, si possono valutare i rischi e procedere con la stesura di vere e proprie schede tecniche dell'oggetto.

Lo studio cerca quindi di elencare le forme di degrado presenti, in particolare, i degradi causati dalle radiazioni ottiche che possono attaccare un manufatto possono essere differenti:

- effetto fotochimico, avviene quando la radiazione luminosa a determinate lunghezze d'onda, nel range che va dai raggi UV al visibile, viene assorbita e crea trasformazioni di tipo chimico: scolorimento delle fibre e dei pigmenti, perdita di resistenza meccanica nei tessuti tessili, screpolatura delle vernici, cedimento di supporti, scollamento degli strati pittorici dalla base
- effetto radiante termico, avviene quando la radiazione aumenta o diminuisce la temperatura intrinseca del materiale, portando a: dilatazione, tensioni meccaniche, fotoforesi (rilascio di agenti inquinanti in ambiente, modificano i moti dell'aria favorendo il deposito delle polveri sui manufatti) (Bernardi, 2004).

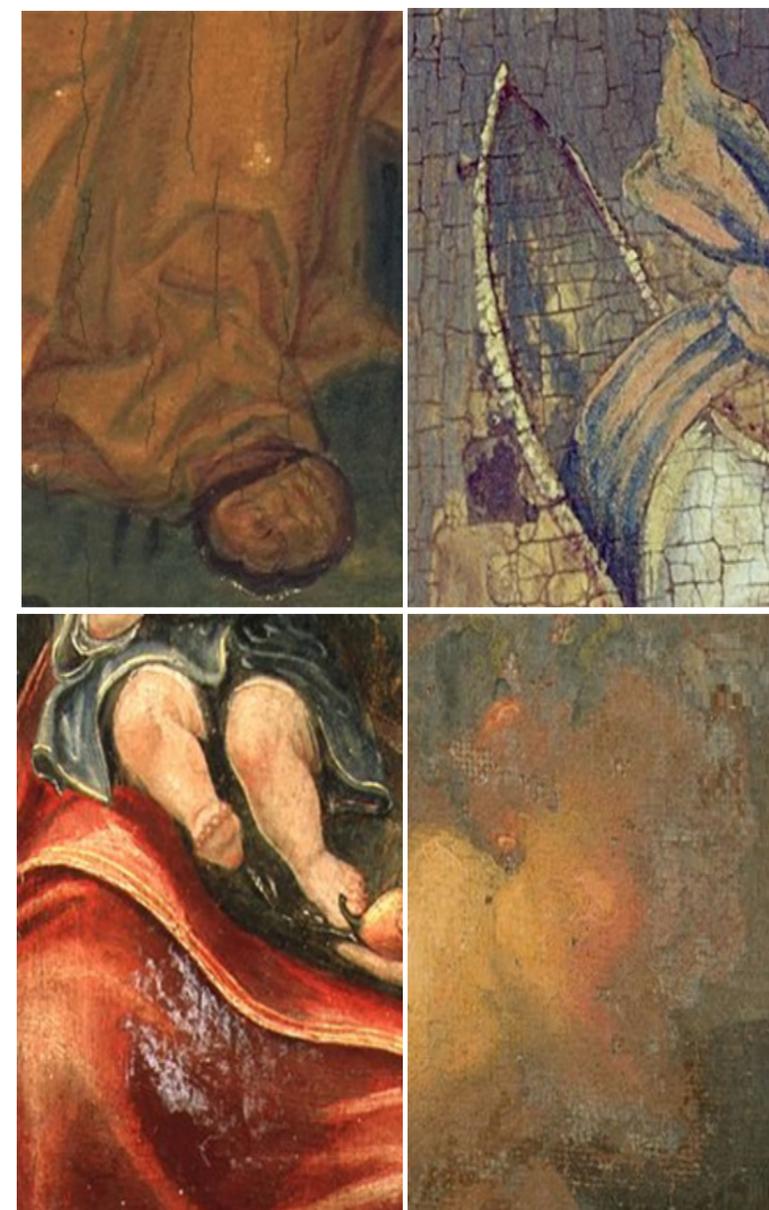


Figura 10
: immagini
sulle tipologie
di degrado

ESIGENZE DI FRUIZIONE

Per quanto riguarda la fruizione invece, essa potrebbe entrare in conflitto con i criteri di conservazione: per conservare ed evitare il deterioramento di un manufatto, bisogna avere certi livelli di illuminamento. Ma il visitatore, a sua volta, per poter fruire della mostra e del museo stesso, ha anch'egli necessità di vedere bene ciò che lo circonda. Per questo motivo la normativa, nello specifico il D.M. del 10 Maggio 2001, ossia l'*Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei*, basa i propri standard su criteri che prendono in considerazione entrambi gli aspetti, come se fossero due facce della stessa medaglia. Per consentire la fruizione di una esposizione, si consideri oltre al tema della luce, il tema dello spazio: il luogo in cui viene collocata la mostra deve rispondere a delle esigenze e deve avere determinati requisiti. Un approccio che è stato proposto dalla Regione Piemonte è quello di suddividere in categorie gli elementi strutturali caratteristici (spazi esterni, spazi interni, spazi espositivi e depositi) e segnalare, per ognuno di essi, le prestazioni offerte seguendo livelli man mano crescenti. Quest'analisi, in grado di definire la qualità della struttura museale, può dettare le linee guida per una corretta esposizione di qualità. Questo tipo di analisi può aiutare il progettista a definire i percorsi di esposizione e un grande strumento che egli può adottare è la luce: essa, se pianificata e controllata nel dettaglio, è in grado di tracciare percorsi per ogni tipo di utenza.

Le esigenze legate alla fruizione, quindi, mirano alla salvaguardia dell'illuminazione minima nei confronti della distribuzione e dell'orientamento e all'uniformità coerente tra i diversi illuminamenti, garantire un'ottima resa cromatica ed evitare contrasti di luminanze ed effetti di abbagliamento ed ombre, cercando di armonizzare gli spazi e assicurare lo svolgimento di un corretto compito visivo.

ESIGENZE DI VALORIZZAZIONE

Il tema della valorizzazione è strettamente legato al tema della tutela e della promozione. I tre concetti divengono elementi portanti per la comunicazione e la gestione del complesso dei beni culturali e artistici. Il Codice dei Beni Culturali e del Paesaggio del 2004, fornito dal Decreto Legislativo del 22 gennaio 2004, n. 42, fornisce le seguenti definizioni:

Articolo 3, "Tutela del patrimonio culturale"

- La tutela consiste nell'esercizio delle funzioni e nella disciplina delle attività dirette, sulla base di un'adeguata attività conoscitiva, ad individuare i beni costituenti il patrimonio culturale ed a garantirne la protezione e la conservazione per fini di pubblica fruizione
- L'esercizio delle funzioni di tutela si esplica anche attraverso provvedimenti volti a conformare e regolare diritti e comportamenti inerenti al patrimonio culturale

Articolo 6, "Valorizzazione del patrimonio culturale"

- La valorizzazione consiste nell'esercizio delle funzioni e nella disciplina delle attività dirette a promuovere la conoscenza del patrimonio culturale e ad assicurare le migliori condizioni di utilizzazione e fruizione pubblica del patrimonio stesso. Essa comprende anche la promozione ed il sostegno degli interventi di conservazione del patrimonio culturale
- La valorizzazione è attuata in forme compatibili con la tutela e tali da non pregiudicare le esigenze
- La Repubblica favorisce e sostiene la partecipazione dei soggetti privati, singoli o associati, alla valorizzazione del patrimonio culturale

La valorizzazione ha bisogno delle risposte a determinate esigenze come, per esempio, l'ottenimento di un sistema di luce che sia coerente e che dialoghi con il patrimonio stesso, integrando sistemi illuminotecnici appropriati sia dal punto di vista espressivo che formale.

ESIGENZE DI RISPARMIO ENERGETICO

Per far fronte alle problematiche relative alla cultura ecologica e all'efficienza energetica, il museo attuale dovrebbe mirare a diventare "sostenibile" e "intelligente". Fattori impattanti sono l'esposizione, l'utilizzo di determinati materiali, l'integrazione nel contesto in cui esso è collocato e tutti gli aspetti energetici ad esso legati. Dal punto di vista di risparmio energetico, il cui tema verrà approfondito in un capitolo successivo, le esigenze ad esso associate sono diverse quali: l'integrazione dell'illuminazione naturale ed artificiale quando possibile, adottare soluzioni tecnologiche a ridotto consumo, la possibilità di dimmerare le sorgenti e controllare l'accensione, non sovradimensionare gli illuminamenti ma calcolare la quantità necessaria in fase progettuale ed infine poter riutilizzare le componenti tecniche a fine vita.

2.5 Parametri e criteri di valutazione

Trattando il tema dell'illuminazione museale nasce l'esigenza di inserire un'impiantistica funzionale per assicurare il comfort dei fruitori e la conservazione delle opere esposte; è importante considerare le adeguate condizioni di temperatura, umidità e illuminazione. Si dovrebbe perciò procedere con uno studio del sistema di illuminazione generale e valutare se sia possibile la rifunzionalizzazione di alcuni impianti già presenti. Si tratterebbe di migliorare le prestazioni illuminotecniche grazie all'inserimento di opportuni apparecchi, studiati ad hoc, garantendo in questo modo il recupero conservativo, nel caso sia possibile.

Per poter garantire gli obiettivi del progetto illuminotecnico prima descritti e poter rispondere alle esigenze legate ad essi, bisogna considerare determinati parametri quantitativi e criteri, che verranno di seguito elencati. Questi indici contribuiscono alla definizione della "percezione visiva", e del "comfort visivo", dove la prima definizione indica l'azione stessa di riconoscere e vedere ciò che ci circonda (il processo della percezione visiva comprende almeno uno dei seguenti elementi: riconoscimento della presenza di qualcosa, identificazione dell'oggetto, localizzazione nello spazio, relazione con altre cose e con l'ambiente, identificazione del movimento e colore, luminosità o forma) (Vista Fragile) mentre la seconda definizione indica sempre l'azione del vedere e riconoscere ma in maniera ottimale, garantita da un buon livello di illuminazione (buon rapporto tra luminanze, direzione della luce, resa cromatica, ecc). Gli apparecchi per eccellenza, ad oggi, che consentono l'ottenimento di un ottimo comfort visivo sono gli apparecchi a LED.

2.5.1 Illuminamento

L'Illuminamento (E_v) viene descritto come la quantità di luce incidente su un'unità di superficie, misurato in lux (lumen/mq), il quale si differenzia da dall'intensità luminosa e dal flusso luminoso, i quali si riferiscono ad una sorgente. In base al compito visivo da svolgere, che sia lettura, disegno, lavoro al pc – riferendosi a luoghi di lavoro al chiuso – e in base alla posizione del piano di lavoro che viene illuminato, si differenzia l'illuminamento orizzontale dall'illuminamento verticale e da quello di una superficie inclinata, ciò dipende dall'angolo che viene a formarsi tra piano illuminato e direzione del fascio di luce.

Per quanto riguarda oggetti tridimensionali, bassorilievi ecc., questi rapporti devono essere valutati caso per caso, fermo restando il criterio di mantenere la leggibilità complessiva dell'opera. Particolare attenzione, in questo caso, dovrà essere prestata a evitare la produzione di ombre multiple che alterano in modo sostanziale la capacità di percezione delle forme (Bonomo, Bertolaja, 2013). Il controllo degli illuminamenti deve essere effettuato in fase antecedente all'allestimento tramite calcoli manuali e calcoli tramite software ma anche in fase successiva, ad opera finita, tramite la misurazione in loco.

2.5.2 Distribuzione e direzione della luce

Le esigenze legate alla distribuzione della luce sono fortemente correlate all'immagine e alle sensazioni che si vuole trasmettere all'interno di uno spazio espositivo, ciò dipende dal contesto e dagli oggetti esposti. Quest'ultimi possono essere categorizzati in due tipologie: oggetti bidimensionali per i quali è preferibile garantire un'elevata uniformità di illuminamento (parametro definito dal rapporto fra illuminamento minimo e illuminamento medio su una data superficie, vi è un parametro minimo da garantire sia nella zona circostante che nel compito visivo) ed oggetti tridimensionali, con i quali bisogna sempre considerare l'uniformità e tentare di incentivare la rappresentazione dell'oggetto giocando con le ombre. Considerando le due tipologie di oggetti espositivi, la distribuzione delle luce si comporta in maniera differente: se si tratta di oggetti tridimensionali, le componenti di luce direzionali devono essere calibrate, tramite il chiaro-scuro scaturito dalle ombre, la diffusione deve garantirne una percezione di forma dell'oggetto soddisfacente; se si tratta di oggetti bidimensionali come un quadro, per esempio, l'angolo di incidenza della luce deve essere inferiore ai 70° affinché le imperfezioni non vengano messe in risalto; nel caso di oggetti bidimensionali ma posti su una superficie piana, come bassorilievi, l'angolo di incidenza, al contrario del caso precedente, deve essere maggiore di 70° per poter consentire una buona leggibilità dell'oggetto (Bonomo, Bertolaja, 2013).

L'altro aspetto legato strettamente alla distribuzione, è la direzione del fascio di luce e l'incidenza che esso ha sull'opera esposta. Nel caso in cui le opere esposte presentino delle finiture traslucide (come i dipinti ad olio) o delle protezioni vetrate, un errato puntamento del fascio di luce potrebbe creare un'errata percezione visiva in base alle proprietà riflettenti del materiale. E' perciò importante, da parte del progettista illuminotecnico, studiare il corretto puntamento delle luci per evitare la formazione di "macchie luminose", capaci di alterare i contrasti cromatici, garantendo al fruitore una corretta percezione dell'opera artistica.

2.5.3 Colore della luce e resa cromatica

La temperatura esprime la tonalità di colore della luce confrontandola in modo diretto con la temperatura assoluta di un corpo nero che irradia luce con la stessa tonalità di colore emessa dalla sorgente in esame. Inoltre, il colore della luce percepita agisce a livello fisiologico e psicologico, influenzando la gradevolezza globale di un ambiente illuminato. La percezione del colore da parte del fruitore non è un dato oggettivo o assoluto, difatti non è possibile calcolare con precisione un parametro del genere, esso è influenzato da una visione soggettiva e dalla tipologia di apparecchio che viene utilizzato. Come dimostra il diagramma di Kruithof (rappresentazione cartesiana fra illuminamenti e temperatura di colore) di seguito riportato, esiste una zona di gradevolezza della luce che determina un campo di accettabilità nel quale si definisce il grado di piacevolezza di visione che si ha con una determinata sorgente luminosa. Secondo questo studio le persone preferiscono basse temperature di colore (luci calde) a bassi livelli di illuminamento e alte temperature di colore (luci fredde) ad alti livelli di illuminamento.

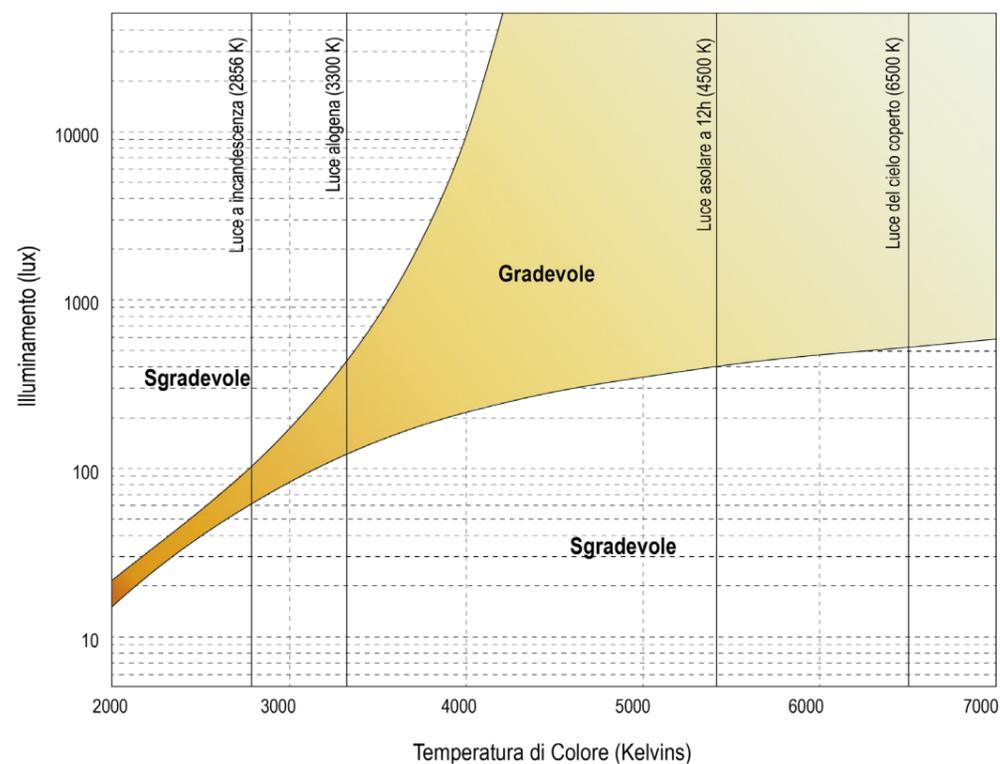


Figura 11 :
Diagramma della
curva di Kruithof
- rielaborazione
grafica a cura
dell'autrice

Per quanto riguarda la scelta sulla tonalità di luce si possono seguire altre indicazioni, ad esempio per oggetti in cui prevalgono le tonalità calde è consigliato l'utilizzo di luci con temperature comprese tra 2500 e 3000 K, per oggetti in cui prevalgono le tonalità fredde è consigliato l'utilizzo di luci con temperature più alte, comprese tra 5300 e 6000 K mentre in oggetti in cui non vi sia una netta differenza tra luci calde e fredde, si possono utilizzare temperature intermedie, che oscillano tra i 3400 e 5300 K. In ogni caso, nella scelta della giusta lampada bisogna prendere in considerazione la distribuzione spettrale, affinché le onde elettromagnetiche appartenenti a determinate gamme di colori presenti in un oggetto siano presenti. La resa cromatica di una sorgente esprime invece il grado di fedeltà con cui essa restituisce, ovvero consente di percepire, i colori degli oggetti illuminati. A livello inconscio si determina un disagio qualora una sorgente non sia in grado di restituire fedelmente i colori presenti in ambiente. In ambiente museale è indispensabile riconoscere il colore dell'oggetto esposto considerando i dipinti mentre lo è meno se si tratta di statue, in quanto soggetti monocromatici.

Di rilevante importanza quindi la resa cromatica di un materiale. Essa non determina semplicemente delle risposte dal punto di vista fisico ma anche dal punto di vista percettivo. Dal punto di vista della resa cromatica, l'occhio umano è capace di adattarsi e di restituire input al cervello che facciano in modo di adattarsi al colore percepito e che venga preservata la forma dell'oggetto osservato. I meccanismi che si creano sono di tipo sensoriale e cognitivo. "Tutti gli oggetti che ci sono già noti per esperienza, o che noi consideriamo familiari per il loro colore, vengono visti attraverso gli occhiali della memoria del colore" (Hering, 1905). Proprio perché questi meccanismi si legano alla sfera cognitiva e sensoriale dell'individuo, si fa riferimento al fatto che tutte le nostre percezioni si basano sulla memoria (il freddo ci ricorda i ghiacci, il caldo ci ricorda il fuoco, si parla di sensazione termica), questo tema è portato avanti da Itten ma da altri non viene confermata tale teoria (XIX Congresso Nazionale AIDI, 2020).

2.5.4 Abbagliamento e contrasto

La capacità di poter riconoscere e identificare un oggetto nelle sue forme e caratteristiche peculiari è possibile grazie al contrasto che si va a generare tra le luminanze dell'oggetto e lo sfondo dietro di esso. Una maggiore differenza di luce riflessa dall'oggetto e di luce riflessa o emessa dallo sfondo consente la definizione dell'oggetto, consentendone la percezione.

Una considerazione importante è riferita allo sfondo: La percezione visiva cambia da individuo a individuo: questo perché l'occhio umano è in grado di cogliere dei particolari differenti in base all'età o all'attenzione che pone l'utente. È necessario il giusto equilibrio tra le luminanze per poter cogliere tali particolari. Quando si va incontro ad un contrasto eccessivo di luminanze, si può generare un disturbo chiamato "abbagliamento": l'abbagliamento è perciò scaturito da luminanze molto maggiori rispetto a quelle necessarie all'adattamento dell'occhio umano. L'abbagliamento compromette il comfort visivo.

Esistono tre diversi tipi di abbagliamento: abbagliamento diretto dove le luminanze dell'oggetto sono nella stessa direzione dell'osservazione da parte del soggetto, abbagliamento indiretto dove invece la direzione dell'oggetto luminoso non coincide con quella del soggetto ed infine abbagliamento riflesso dove la luminanza viene prodotta da uno o più oggetti che la riflettono.

Riguardo alla prestazione visiva, si individuano due tipologie di abbagliamento (Palladino, 2005):

- *disability glare* (abbagliamento fisiologico)
- *discomfort glare* (abbagliamento psicologico)

Mentre con il primo non si crea disagio o disturbo nell'osservatore ma viene impedita la visione, con il secondo non viene impedita la visione dell'oggetto ma crea semplicemente disturbo.

2.6 Prestazioni energetiche e gestione degli impianti

I costi energetici degli edifici di pregio ed i costi unitari legati alle azioni di conservazione, valorizzazione e fruizione degli stessi pesano molto sui bilanci della Pubblica Amministrazione (Poggi, 2016). Nel caso del museo, il tema del risparmio energetico è un tema preso in considerazione da pochi anni e che riscuote grande interesse. In passato tali strutture erano tra gli edifici il cui consumo era molto elevato (in termini di produzione di energia e CO₂, mediamente un museo ha un dispendio di energia che oscilla tra 780 ai 1280 GW annui (De Simone, 2013). Con l'avvento dei LED la situazione è migliorata dal punto di vista dei consumi energetici imputabili ai sistemi di illuminazione. Difatti, da molti studi e ricerche, è emerso che l'utilizzo dell'illuminazione LED possa ridurre del 70% i costi legati al consumo di energia e che abbia un grande impatto anche sui costi di manutenzione, basti pensare alla lunga durata di vita di questi apparecchi (circa 30 mila ore), al contrario delle sorgenti di illuminazione tradizionali che necessitavano di essere sostituite più frequentemente. Uno dei primi luoghi museali ad introdurre questa nuova tecnologia è stata la sala 14 della National Portrait Gallery di Londra, la quale ospitava dipinti del XVIII secolo, e al suo seguito la National Gallery in Trafalgar Square. (Carminati, 2020).

Entrambi questi musei, nel hanno deciso di optare per la tipologia di illuminazione LED (il museo ha adottato questa soluzione nell'arco temporale di due anni, tra il 2009 ed il 2011), la quale risultava innovativa ma con al seguito molti punti di domanda:

- Cosa comporta per la conservazione delle opere d'arte?
- Quanta energia si può risparmiare con l'illuminazione?
- La qualità della luce è comparabile?

Gli studi effettuati sono stati in grado di rispondere egregiamente alle sopra citate domande. Le conoscenze raccolte dagli esperti delle due gallerie nel corso delle loro ricerche hanno dimostrato che l'illuminazione delle sale avrebbe consumato il 68% di corrente in meno con il passaggio ai LED. Anche dal punto di vista della

conservazione sono stati ottenuti buoni risultati poiché l'illuminazione LED emette dei fasci di luce privi delle componenti di ultravioletto ed infrarosso, i quali risultano dannosi per le opere esposte. Sulla tematica relativa alla qualità della luce invece si ammette la differenza di percezione rispetto a quella che si aveva con l'illuminazione del passato, con il solo utilizzo della luce naturale, ma rimane un dato soggettivo, la cui percezione dipende dall'utente. Sta di fatto che "la tonalità cromatica del LED bianco caldo, un po' più fredda rispetto alla luce delle lampade alogene, è percepita positivamente come una luce chiara e fresca, il che consente persino di utilizzare degli illuminamenti un po' inferiori" (Lichtbericht 92, Erco, 2011). Con il passare degli anni numerose istituzioni museali hanno optato per l'introduzione di sorgenti a LED, con lo scopo di ridurre i consumi ed assumere un'identità "green". Obiettivo che è stato prefissato anche da Dario Franceschini, Ministro dei Beni e delle Attività Culturali e del Turismo (MiBACT), e da Federico Testa, presidente dell'Agenzia ENEA in Italia, con l'obiettivo di ridurre fino al 30% i consumi legati alla climatizzazione e fino al 40% quelli per l'illuminazione, ipotizzando di elaborare questa procedura sulla Galleria Nazionale d'Arte Moderna e Contemporanea di Roma (Spagnolo, 2016)



Figura 12 :
National Portrait
Gallery, Londra



Figura 13 :
National Portrait
Gallery, Londra

2.7 Quadro normativo vigente e requisiti illuminotecnici

In ambito museale, come specificato nei paragrafi precedenti, gli ambienti adibiti alla conservazione e all'esposizione di determinati beni hanno un alto grado di complessità dal punto di vista illuminotecnico. È proprio in funzione di questo che negli anni sono state redatte e concepite diverse normative, atti, linee guida utili al progettista per riuscire a dar vita ad un corretto progetto di luce.

Il codice considerato come riferimento italiano principale da seguire per garantire la tutela, la conservazione e la valorizzazione del patrimonio culturale in Italia è stato emanato il 22 gennaio 2004 ed è il D.L. n. 42 dal titolo "Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 della legge 6 luglio 2002, n. 137", il quale definisce i vincoli da considerarsi in riferimento al patrimonio culturale. Nello specifico si tratta il tema della tutela e della valorizzazione negli articoli 3 e 6 ed è di fondamentale importanza l'Allegato A, il quale definisce le differenti categorie di beni e per ogni categoria attribuisce un valore in Euro.

A livello normativo è stata redatta una norma che indica la metodologia per la misurazione in loco delle caratteristiche sia illuminotecniche che termoigrometriche, per permettere la corretta conservazione dei beni artistici. La norma di riferimento, elaborata dal CTI (Comitato Termotecnico Italiano) è la UNI 10829 del 1999 dal titolo "Beni di interesse storico e artistico, condizioni ambientali di conservazione, misurazione ed analisi". I parametri che va ad analizzare sono, dal punto di vista illuminotecnico, l'illuminamento massimo, la dose annua di luce e la quantità di radiazione UV, fornendo i valori limite, considerando le possibili tipologie di degrado che possono attaccare i materiali.

BENI DI INTERESSE STORICO - ARTISTICO	E _{max}	UV _{max}	LO _{max}
MATERIALI/OGGETTI DI NATURA ORGANICA			
Manufatti artistici di carta, cartapesta, veline, tappezzerie	50	75	0,2
Tessuti, velari, tendaggi, tappeti, tappezzerie in stoffa, arazzi, seta, costumi, abiti, parametri religiosi, materiali in fibra naturale, sisal, juta	50	75	0,2
Cere, cere anatomiche	150	75	-
Erbari e collezioni	50	75	0,2
Collezioni entomologiche	50	75	0,2
Animali e organi anatomici conservati in formalina	50	75	0,2
Animali, organi anatomici essiccati, mummie	50	75	0,2
Pellicce, piume, animali ed uccelli impagliati	50	75	0,2
Disegni, acquerelli, pastelli e simili su supporto cartaceo	50	75	0,2
Collezioni etnografiche, maschere, cuoio, indumenti di cuoio	50	75	0,2
Dipinti su tela, pitture a olio su tela e canovaccio, tempere, guazzi	150	75	0,5
Documenti archivistici su carta o pergamena, papiri, manoscritti, volumi a stampa, collezioni filateliche	150	75	-
Legature di libri con pelle o pergamena	50	75	0,2
Lacche, mobili intarsiati, decorati o laccati	50	75	0,2
Sculture policrome di legno, legno dipinto, pitture su legno, icone, pendole di legno, strumenti musicali di legno	50	75	0,2
Sculture di legno non dipinte, oggetti di vimini, pannelli di legno o corteccia	150	75	0,5
MATERIALI/OGGETTI DI NATURA INORGANICA			
Porcellane, ceramiche, grès, terracotta, tegole non da scavo e da scavo se demineralizzate	NR	-	-
Pietre, rocce minerali, meteoriti (porosi) stabili	NR	-	-
Mosaici di pietre, pietre, rocce, minerali, meteoriti (non porosi), fossili e collezioni di pietre	NR	-	-
Metalli, metalli levigati, leghe metalliche, argenti, armature, armi, bronzi, monete, oggetti in rame, stagno, ferro, acciaio, piombo	NR	-	-
Metalli con siti di corrosione attivi	NR	-	-
Ori	NR	-	-
Gesso	150	75	0,5
Vetri instabili, iridescenti, sensibili, mosaici di vetro sensibili	150	75	0,5
OGGETTI MISTI			
Pittura murale, affreschi, sinopie (staccate)	NR	-	-
Pittura murali a secco (staccate)	150	75	0,2
Avori, corna, collezioni malacologiche, uova, nidi, coralli	150	75	0,5
Dischi fonografici	-	-	-
Fibre sintetiche	50	75	0,2
Film, fotografie a colori	50	75	0,2
Film, fotografie in bianco e nero	150	75	0,2
Nastri magnetici (esclusi nastri per computer e videotape)	-	-	-
Oggetti di materiali organici provenienti da zone di scavo umide (prima del trattamento)	-	-	-
Materie plastiche	< 300	75	-

Figura 14 :
Tabella estratta da UNI 10829 del 1999 - rielaborazione grafica a cura dell'autrice

Sempre in ambito normativo, per quanto riguarda la progettazione di impianti di illuminazione in ambito museale, ogni esposizione deve seguire le norme CEI (Comitato Elettronico Italiano), le quali disciplinano la costruzione degli apparecchi di illuminazione, accessori, lampade. Gli spazi espositivi sono intesi come luoghi pubblici di spettacolo ed intrattenimento a maggior rischio d'incendio (Norma CEI 64-8), difatti l'impianto elettrico ha il dovere di rispondere a determinati parametri descritti nei capitoli 751 e 752 della norma sopra citata. Le norme CEI dettano le avvertenze relative alla stabilizzazione e variazione di tensione dell'impianto elettrico, alla normalizzazione delle sorgenti, all'orientamento, il puntamento ed il posizionamento dell'apparecchio di luce, all'identificazione delle lampade guaste e la loro posizione. (Bonomo, Bertolaja, 2013). L'organizzazione internazionale, la quale sviluppa standard e procedure di base della metodologia nei campi della luce e dell'illuminazione, ha pubblicato la CIE 157 del 2004 dal titolo "Control of damage to museum objects by optical radiation".

CATEGORIA	DESCRIZIONE DEL MATERIALE
1 Nessuna sensibilità	L'oggetto in esposizione è interamente composto di materiali che sono insensibili alla luce . Esempi: la maggior parte dei metalli, pietre, gran parte dei vetri, ceramiche, smalti, gran parte dei minerali
2 Bassa sensibilità	L'oggetto in esposizione include materiali durevoli che sono leggermente sensibili alla luce . Esempi: gran parte dei dipinti a olio e a tempera, affreschi, cuoio e legno non dipinti, corno, ossa, avorio, lacca, alcune plastiche
3 Media sensibilità	L'oggetto in esposizione include materiali instabili che sono moderatamente sensibili alla luce . Esempi: gran parte dei tessuti, acquerelli, pastelli, stampe e disegni, manoscritti, miniature, dipinti a tempera acquosa, carta da parati e gran parte dei campioni di storia naturale, inclusi campioni botanici, pellice e piume
4 Alta sensibilità	L'oggetto in esposizione include materiali altamente sensibili alla luce . Esempi: seta, coloranti noti come altamente fugaci, gran parte dell'arte grafica e documenti fotografici

Figura 15 : Tabella estratta da "Control of damage to museum objects by optical radiation" - rielaborazione grafica a cura dell'autrice

Il report è un supporto tecnico per lo studio e la valutazione del danneggiamento che potrebbe insorgere nei materiali a contatto con il flusso luminoso. Importante la suddivisione dei materiali a seconda della sensibilità che ha un determinato materiale, dalla quale dipendono i valori massimi di illuminamento e la durata dell'esposizione. Nel 2014 è stata invece redatta la UNI CEN/TS 16163, la quale prende il titolo di "Conservazione dei beni culturali – Linee guida e procedure per scegliere l'illuminazione adatta a esposizioni in ambienti interni" e che sviluppa le linee guida esplicitate in precedenza a livello europeo, fornendo livelli di illuminamento accettabili per l'esposizione, la fruizione e la conservazione. Considerando i vincoli, imposti dalla Soprintendenza dei Beni Culturali, viene affrontata nello specifico la tematica della fotosensibilità dei materiali e come essi si comportano una volta "colpiti" dalla luce.

Per quanto riguarda la luce e illuminazione all'interno degli edifici, è stata emanata la UNI EN 12464-1 del 2021 che sostituisce quella del 2011, quest'ultima entrata in vigore il 23 settembre 2021. Tale norma, emessa dall'Ente Italiano di Normazione, prende il nome di "Luce e illuminazione – Illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro in interni". La normativa fornisce i requisiti illuminotecnici per i posti di lavoro posti all'interno di un edificio affinché venga garantito il comfort visivo. Nello specifico la tabella 40 relativa al museo risulta completamente priva di valori (fatta eccezione per l'indice di resa cromatica) in quanto i parametri illuminotecnici sono determinati dai requisiti dettati dalla tipologia di allestimento.

TIPO DI ATTIVITA'	E_m [lx]		U_o	R_s	R_{UGL}	$E_{m,z}$ [lx]	$E_{m,wall}$ [lx]	$E_{m,ceiling}$ [lx]	REQUISITI SPECIFICI
	required ^a	modified ^b							
Esposizione, non sensibile alla luce	-	-	-	80	-	-	-	-	L'illuminamento è determinato dai requisiti di esposizione
Esposizione, sensibile alla luce	-	-	-	80	-	-	-	-	1 L'illuminamento è determinato dai requisiti di esposizione 2 E' importante avere una protezione contro il danneggiamento da irradiazione

Figura 16 : Tabella estratta da UNI EN 12464-1:2021 - rielaborazione grafica a cura dell'autrice

Infine, si accenna alla norma UNI EN 1838:2013, dal titolo “Applicazione dell’illuminotecnica - Illuminazione di emergenza”, la quale si applica ai luoghi destinati al pubblico o ai lavoratori, alimentata da una fonte energetica indipendente e necessaria nel momento in cui subentra l’assenza dell’illuminazione normale. A differenza delle normative precedentemente espone, è stato redatto un documento da parte del Ministero dei Beni Culturali Italiano, il Decreto Ministeriale del 10 maggio del 2001 dal titolo “Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei” il quale, basandosi sulle vecchie normative che lo precedevano - fornite da diversi enti e associazioni quali il CTI (Comitato Termotecnico Italiano), l’AIDI (Associazione Italiana di Illuminazione), l’ICOM (International Council of Museums), l’UNI (Ente Nazionale Italiano di Unificazione) e la CIE (Commissione Internazionale per l’Illuminazione) – fornisce una serie di raccomandazioni e linee guida in chiave contemporanea, le quali indicano dei requisiti/livelli minimi per poter garantire la fruizione e la conservazione di determinati beni. Il presente atto è suddiviso in otto ambiti (status giuridico, assetto finanziario, strutture, personale, sicurezza, gestione delle collezioni, rapporti con il pubblico e relativi servizi, rapporti con il territorio), di particolare rilevanza per il presente lavoro di tesi è l’ambito VI, “Gestione e cura delle collezioni”, Sottoambito 1, in cui si specifica la necessità, riferita da norma tecnica, che ogni museo disponga di “una scheda conservativa contenente informazioni specifiche su materiali costitutivi, procedimento esecutivi e stato di conservazione dei manufatti, periodicamente aggiornata e compilata da restauratori professionisti, specializzati per classi di manufatti; e di una scheda tecnica ambientale compilata da esperti scientifici, contenente informazioni sulle condizioni ambientali rilevate e sulle misure da adottare per il raggiungimento delle condizioni ritenute ottimali per la conservazione (Atto Di Indirizzo Sui Criteri Tecnico-Scientifici e Sugli Standard Di Funzionamento e Sviluppo Dei Musei). Come descritto precedentemente, sono diverse le cause di degrado che interessano i manufatti, in questo caso si andranno ad elencare le diverse raccomandazioni fornite specificatamente in campo illuminotecnico (descritte dettagliatamente nel D.M. del 10 maggio 2001):

ILLUMINAMENTI RACCOMANDATI

Le raccomandazioni internazionali più recenti classificano i manufatti in quattro categorie, le quali si basano sulla proprietà fotosensibile del singolo manufatto e per il quale, a seconda della categoria assegnata, viene indicato un illuminamento massimo in condizione media di esercizio. Le classi di sensibilità di un materiale sono definite svolgendo delle analisi che considerino il coefficiente di danno (Forcolini, 2012) ed è possibile discostarsi del 10% da tali valori solo in caso si considerino sorgenti installate da poco e nel caso in cui ci siano più materiali di diversa natura, è necessario considerare il livello di illuminamento corrispondente alla classe più protetta. Le quattro categorie sono suddivise a seconda della fotosensibilità: fotosensibilità molto bassa, fotosensibilità media, fotosensibilità alta ed infine fotosensibilità molto alta. Solo qualche anno dopo la CIE ha fornito un aggiornamento indicato nella tabella sottostante, dove sono elencate le categorie di classificazione dei materiali in base alla sensibilità che hanno nei confronti della luce ed i corrispettivi livelli di illuminamento massimo, espressi in lux:

CATEGORIA FOTOSENSIBILITA'	DESCRIZIONE DEI MATERIALI	ILLUMINAMENTO MASSIMO RACCOMANDATO (lux)
1 Insensibili	<i>Reperti e manufatti relativamente insensibili alla luce:</i> metalli, materiali lapidei e stucchi senza strato di finitura, ceramiche, gioielleria, smalti, vetri, vetrate policrome, reperti fossili	Nessun limite
2 Relativamente insensibili	<i>Reperti e manufatti moderatamente sensibili alla luce:</i> pitture ad olio ed a tempera verniciate, affreschi – materiali organici non compresi nei gruppi 3 e 4 quali quelli in corno, osso, avorio, legno	200
3 Moderatamente sensibili	<i>Reperti e manufatti altamente sensibili alla luce:</i> Tessili, costumi, arazzi, tappeti, tappezzeria; acquerelli, pastelli, stampe, libri, cuoio tinto; pitture e tempere non verniciate, pittura a guazzo, pitture realizzate con tecniche miste o “moderne” con materiali instabili, disegni a pennarello; piume, pelli e reperti botanici, materiali etnografici e di storia naturale di origine organica o tinti con prodotti vegetali; carta, pergamena, legni bagnati	50
4 Estremamente sensibili	<i>Reperti e manufatti estremamente sensibili alla luce:</i> mummie, sete, inchiostri, coloranti e pigmenti a maggior rischio di scoloritura come lacche, ecc	50

Figura 17 : Tabella delle classi di fotosensibilità e illuminamento massimo consigliato - rielaborazione grafica a cura dell'autrice

UNIFORMITA' DI ILLUMINAMENTO

In ambito museale l'illuminamento uniforme viene richiesto essenzialmente per oggetti con superficie piana, considerando il rapporto tra illuminamento minimo e medio maggiore di 0,5 lux ed il rapporto tra illuminamento massimo e minimo inferiore a 5 lux (Atto Di Indirizzo Sui Criteri Tecnico-Scientifici e Sugli Standard Di Funzionamento e Sviluppo Dei Musei). Nel caso di esposizione di tavole dipinte, per prevenire l'insorgenza di effetti di tensionamento, quest'ultimo rapporto avrà come valore massimo 2 lux. Per opere di modeste dimensioni si devono considerare maggiormente i valori massimi lungo le zone più scure e valori minimi nelle zone più chiare per evitare di accentuare i contrasti.

DOSE DI LUCE ANNUALE

Un altro aspetto importante riguarda il tempo di esposizione del manufatto a contatto con la radiazione ed in particolare, l'intensità dell'azione fotochimica scaturita dal flusso. Vengono quindi elencati i valori annuali massimi raccomandati nella tabella successiva, dove è assente la categoria "manufatti con fotosensibilità bassa" per i quali non è imposto nessun limite. Al contrario, come si evince dalla tabella, i materiali con un'alta sensibilità alla luce richiedono esposizioni limitate e le quali adottino soluzioni quali rotazione degli oggetti illuminati o l'impiego di sistemi di controllo. I valori massimi sono espressi in lux per ora/anno e si determinano in base alla sensibilità che ha un materiale nei confronti della luce.

CATEGORIA FOTOSENSIBILITA'	LUX ORA/ANNO (LO)
2 Media	600.000
3 Alta	150.000
4 Molto alta	15.000

Figura 18 :
Tabella sulla dose di luce annua - rielaborazione grafica a cura dell'autrice

COMPONENTE UV E RADIANZA TOTALE

Considerando l'esposizione energetica dei manufatti, vengono forniti dei livelli massimi che riguardano sia la componente ultravioletta che la radianza massima totale. Per la componente UV sono indicati due valori: uno espresso in valore assoluto, l'altro in forma relativa al flusso luminoso visibile. Per la componente di radianza totale invece, si fa riferimento ai materiali igroscopici e risulta molto diversa a parità di illuminamento. Vengono forniti dei parametri anche sugli orientamenti gestionali e sugli ambienti espositivi quali:

COMPONENTE ULTRAVIOLETTA			
FOTOSENSIBILITA'	COMPONENTE UV MAX ASSOCIATA AL FLUSSO LUMINOSO	RADIANZA UV MAX (VALORE ASSOLUTO)	DENSITA' DI ENERGIA TOTALE (RADIANZA TOTALE MAX)
2 Media	75 mW/lm	>1.2 mW/cmq	10 W/mq
3 Alta	75 mW/lm	>0.4 mW/cmq	3 W/mq
4 Molto Alta	10 mW/lm	>0.05 mW/cmq	1 W/mq

Figura 19 :
Tabella sulla componente UV e radianza totale - rielaborazione grafica a cura dell'autrice

SISTEMI DI ESPOSIZIONE TEMPORIZZATI

Nonostante si rispettino i livelli di dose di luce annua, possono verificarsi livelli di illuminamento molto alti, i quali potrebbero far verificare effetti di shock termico, motivo per cui l'atto indica l'utilizzo, prolungato nel tempo, di sistemi progressivi di accensione (circuiti soft-start) per quei materiali appartenenti alla categoria di fotosensibilità 2, 3 e 4.

AMBIENTI ESPOSITIVI CONFINANTI E OPERE E APPARECCHI DECORATIVI DELLA STRUTTURA POSTI NELLE ADIACENZE DI COMPONENTI ILLUMINOTECNICHE

Considerando la componente infrarossa delle sorgenti (la quale è in grado di generare incrementi termici e deumidificazione), essa deve essere controllata e regolarizzata e dev'essere inoltre dissipato il calore generato da tali fonti, motivo per cui viene indicata la collocazione esterna delle sorgenti all'interno di ambienti espositivi confinati. Le linee guida impongono attenzione all'incremento delle temperature (il quale non deve superare i 3°C rispetto alla temperatura posta in ambiente) e di prestare attenzione ai moti convettivi dell'aria.

INDICAZIONI GESTIONALI

Gli apparecchi presenti in loco non dovranno alterare la temperatura presente in ambiente poiché essa è influenzata, come detto precedentemente, dalle componenti microclimatiche di esposizione, quindi è necessario dimensionare l'impianto a seconda di tali requisiti, sono perciò indicati apparecchi autonomi, in grado di ottimizzare le prestazioni illuminotecniche.

CONTROLLO DELLA LUCE NATURALE

Infine, oltre alla considerazione della luce artificiale, è necessario porre attenzione alla componente di luce naturale, la quale può dar luogo a fenomeni di abbagliamento e riflessione. Sarà indispensabile l'utilizzo di filtri, pellicole, rifrattori, diffusori e tutti quegli elementi in grado di filtrare la luce naturale per neutralizzare la componente ultravioletta, dannosa per i materiali.

RESA CROMATICA

Nel 1965 la CIE è stata la prima a fornire indicazioni su un parametro fondamentale nella progettazione illuminotecnica, e tale parametro è il CRI (dall'inglese Color Rendering Index), ovvero l'indice di resa cromatica. Questo fattore è divenuto sempre più importante con lo sviluppo della luce a LED tant'è che con il passare degli anni il concetto si è evoluto e sono state date maggiori informazioni associate ad esso, fino alla definizione del 2007 (Rossi, 2017): la resa cromatica, come già esplicitato nei paragrafi antecedenti, deve rispondere in termini di adeguatezza al riconoscimento del colore di un determinato oggetto e ciò può variare in funzione della tipologia di oggetto. Nel caso di oggetti dipinti con più colori è consigliabile usare sorgenti del gruppo 1A (utilizzate spesso nelle pinacoteche). Per oggetti monocromatici e dove il colore non assume molta importanza, è consigliabile utilizzare delle sorgenti appartenenti al gruppo 1B (nel caso di reperti archeologici, statue, murature). Il tutto è descritto nella tabella sottostante:

E' stata stilata una tabella (Bonomo, Bertolaja, 2013) sulla classificazione delle lampade per resa cromatica e relativi campi di applicazione nel settore museale, essa ci indica che le lampade che appartengono al gruppo 1A (con $Ra \geq 90$) sono appropriate per l'illuminazione di dipinti, mentre per l'illuminazione delle opere tridimensionali sono consigliate le lampade appartenenti al gruppo 2 (con Ra compresa tra 60 e 80); esiste poi un terzo gruppo cioè 1B (con Ra compresa tra 80 e 90) che si addice ad altri tipi di oggetti da illuminare.

GRUPPI DI RESA DEL COLORE	GAMMA DELL'INDICE DI RESA DEL COLORE	SORGENTI LUMINOSE DISPONIBILI	CAMPI DI APPLICAZIONE
1 A	Ra > 90	luce naturale lampade ad alogeni lampade ad incandescenza lampade fluorescenti LED	dipinti affreschi arazzi tappeti
1 B	Ra compreso tra 80 e 90	lampade fluorescenti a tre bande lampade ad alogenuri con Ra > 80 lampade al sodio del tipo "luce bianca" LED	mosaici materiali lapidei
2	Ra compreso tra 60 e 80	lampade ad alogenuri con Ra > 60 lampade al sodio del tipo "a resa del colore migliorata" LED	oggetti monocromatici statue

Figura 20 :
Tabella sui
differenti gruppi
di resa del colore
- rielaborazione
grafica a cura
dell'autrice

UGR – UNIFIELD GLARE RATING

Per poter controllare l'abbagliamento e gli effetti indesiderati ad esso associato, bisogna considerare due condizioni: che le sorgenti luminose che compaiono nel campo visivo del visitatore non abbiano un'alta luminanza e che l'indice UGR sia contenuto nel valore 19. Tale fattore è stato sviluppato dalla CIE per poter valutare l'abbagliamento definito "molesto" e poi definito dalla norma UNI EN 12464-1 che riguarda l'illuminazione dei posti di lavoro: l'abbagliamento cresce quando diminuisce la luminanza dello sfondo o quando aumenta il valore dell'indice di Guthp, indice che tiene conto della posizione dell'osservatore rispetto alla fonte luminosa.

Per raggiungere tale obiettivo bisogna considerare le schermature da apporre a finestre, porte-finestre e apparecchi (eventualmente ci siano aperture) e regolarizzare l'angolo minimo della schermatura:

INCIDENZA DELLA LUCE

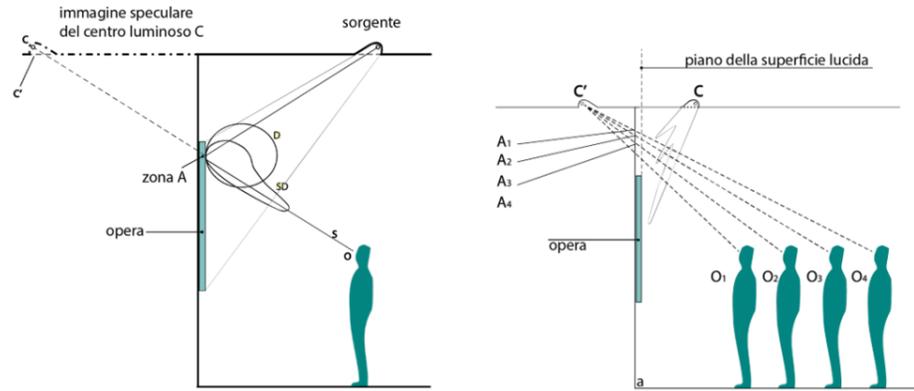
Le opere d'arte esposte come i quadri sono solitamente piane con finitura lucida (dipinti ad olio) o protette da una lastra di vetro, il potere riflettente di queste finiture sommato ad un errato puntamento della sorgente luminosa vanno a negarne la corretta percezione da parte del fruitore. Queste superfici riflettono la luce secondo un diagramma che ha una forma intermedia fra quella della riflessione diffondente e quella della riflessione speculare (Figura 22). Se il centro luminoso e la superficie lucida sono posizionati in modo che gli occhi dell'osservatore siano colpiti dalla "cuspide" della luce riflessa, l'osservatore vede, nella zona interessata della tela (la zona A di figura 22), una macchia luminosa che attenua o annulla i contrasti cromatici del dipinto e ne rende difficoltosa la percezione. Nel caso limite di riflessione speculare - il caso della lastra protettiva di vetro sopra il dipinto e prossimo a questo limite - lo vede nella zona A del dipinto l'immagine riflessa C' della sorgente luminosa C. Per evitare tale situazione, occorre che la retta C'S non intersechi mai il dipinto, per qualsiasi posizione (attendibile) dell'osservatore.

La riflessione delle sorgenti di luce sui quadri risulta essere una delle principali caratteristiche analizzate in fase di allestimento di un sistema illuminotecnico museale. Come esposto in precedenza, tale considerazione viene maggiormente presa in esame quando si tratta di esposizione legata a materiali con una superficie lucida (quadri ad olio o elementi con protezioni vetrate). Per tale motivo il lighting designer deve compiere una scelta progettuale definita dalla tipologia di materiali esposti e per tale motivo vi è la necessità, da parte sua, di poter indirizzare in maniera ottimale il fascio di luce, per consentire al fruitore una corretta visibilità.

Gli schemi sotto riportati sono un estratto della Guida all'illuminazione degli ambienti interni, sviluppata da AIDI (Bonomo, Bertolaja, 2013):

Figura 21 :
Tabella sulle
tipologie di
luminanza
e rispettive
lampade e angoli
di inclinazione
- rielaborazione
grafica a cura
dell'autrice

LUMINANZA DELLA LAMPADA (cd/m ²)	ESEMPI DI LAMPAD E NON EQUIPAGGIATE DI RIFLETTORI O LENTI	ANGOLO MINIMO DI SCHERMATURA
1 < L < 20	lampade fluorescenti lineari	10°
20 < L < 50	lampade fluorescenti compatte	15°
50 < L < 500	lampade ad alogenuri con ampolla diffondente	20°
L > 500	lampade ad alogenuri, lampade ad alogeni, LED	30°



Obiettivi per la buona illuminazione: equilibrio di luminanze, chiarezza e illuminamenti delle superfici, direzionalità, abbagliamento, cromatiche caratteristiche della luce, integrazione luce naturale e luce artificiale, impianto in ambiente, economia degli impianti. Alla base di questa procedura, è importante che il progettista definisca il volume d'offesa all'interno di uno spazio: il volume d'offesa è inteso come un volume in grado di comprendere tutte le direzioni speculari a quelle di osservazione dell'area di lavoro o di osservazione. E' quindi consigliabile, al fine di evitare la cosiddetta "macchia di luce", di posizionare gli apparecchi illuminanti al di fuori di tale volume, come dimostrato negli schemi seguenti (Bonomo, Bertolaja, 2013) :

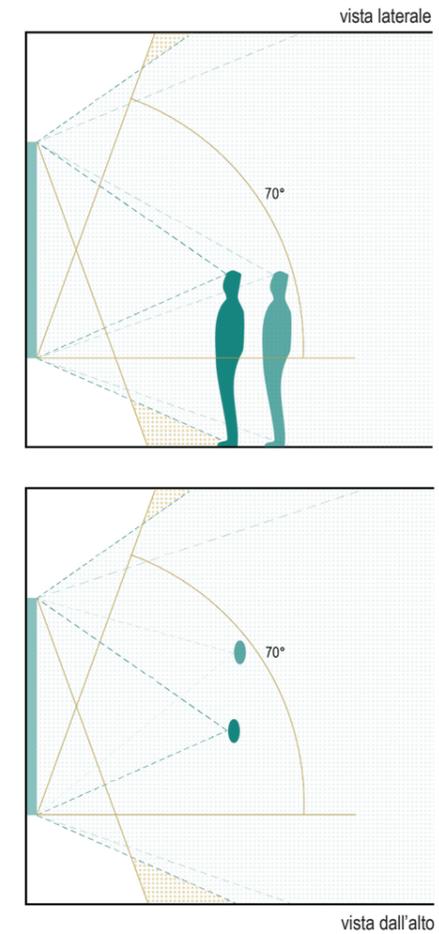
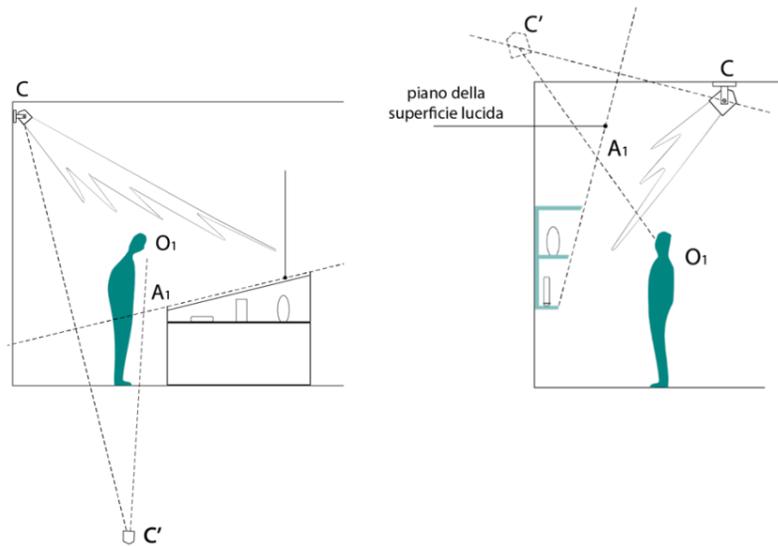


Figura 22 - 23 - 24 - 25 : Schemi sul corretto rapporto tra superfici lucide e centri luminosi per una buona resa dei contrasti sugli oggetti osservati in AIDI, Guida all'illuminazione degli ambienti interni, Tecniche Nuove, Milano 1999 - rielaborazione grafica a cura dell'autrice

Figura 26 - 27: Schema del volume d'offesa, per un determinato quadro e per tutte le sue possibili posizioni d'osservazione in AIDI, L'illuminazione delle opere d'arte negli interni, Milano 2013 - rielaborazione grafica a cura dell'autrice

2.8 Esempi di illuminazione museale in edifici storici

L'illuminazione di ambienti museali inseriti all'interno di edifici di pregio storico-culturale richiede una metodologia complessa che deve far riferimento non solo alle conoscenze più scientifiche, di tipo illuminotecnico, ma deve considerare anche la sensibilità dell'involucro, che sia esso contenuto o contenitore. L'illuminazione, quale mezzo di comunicazione dell'arte e strumento di tutela e valorizzazione di essa, viene progettata appositamente per un determinato luogo e ogni progetto illuminotecnico risulta unico nel suo insieme e non può adattarsi ad un altro contesto.

Il compito del lighting designer è cogliere le peculiarità, le esigenze e i limiti dettati dal sito e rispondere, nei limiti di determinati requisiti, con un progetto che possa regalare la giusta esperienza al visitatore. La presenza di allestimenti e mostre all'interno di edifici storici limita maggiormente il progetto illuminotecnico, sia per motivi legati ai vincoli del bene storico che i livelli dettati da normativa riferiti alle singole opere. Per tale motivo le aziende che si occupano della produzione di apparecchi illuminotecnici hanno il compito di fornire vaste gamme di prodotti, i quali possono mimetizzarsi in maniera camaleontica e fornire le giuste soluzioni (L&L Communication Team, 2022).

Vengono di seguito forniti alcuni esempi di illuminazione museale all'interno di edifici storici per comprendere la varietà di metodi e sistemi di illuminazione che differiscono tra di loro proprio in funzione di ciò che devono illuminare:

Sala Capitolare, Scuola Grande di San Rocco, Venezia (Italia)

Questa sala, appartenente ad un edificio Cinquecentesco, presenta un ciclo pittorico di 33 dipinti, realizzati da Jacopo Robusti, detto il Tintoretto, dove sul soffitto sono stati rappresentati episodi dell'Antico Testamento e lungo le pareti sono raffigurati episodi del Nuovo Testamento. La soluzione illuminotecnica, curata dall'architetto Bombardella, è costituita da due temi: le opere pittoriche, lignee e lapidee da un lato, l'apparato architettonico e decorativo dell'intero spazio dall'altro. Tra le diverse tipologie di illuminazione è presente quella dal basso verso l'alto per evitare il fenomeno della riflessione e dare il giusto valore alle pitture del Tintoretto, per le opere sul soffitto sono state integrate le piantane di Mariano Fortuny con nuovi proiettori per generare illuminazione ambientale indiretta, alternata a fasci d'accento nel caso di illuminazione di determinati dettagli e delle sculture lignee, dove viene risaltata la loro tridimensionalità (iGuzzini, 2018).



Figura 28 : Foto della Sala Capitolare, Scuola Grande di San Rocco, Venezia, dettaglio delle statue lignee



Figura 29 : Foto della Sala Capitolare, Scuola Grande di San Rocco, Venezia

Salone dei Cinquecento, Palazzo Vecchio, Firenze (Italia)

Il Salone dei Cinquecento, quale luogo di rappresentanza e fulcro delle attività politiche della città, è caratterizzato da differenti necessità legate al suo essere uno spazio multifunzionale; riguardo all'aspetto illuminotecnico, esso è caratterizzato da un sistema di 144 apparecchi a sorgente LED, i quali hanno il compito di rispondere a quattro macro-temi: l'illuminazione delle opere pittoriche delle pareti Est e Ovest, l'illuminazione del soffitto vasariano, l'illuminazione della parete Nord dov'è presente la zona Udienza ed infine l'illuminazione d'accento delle statue poste alla base delle due pareti Est e Ovest. Il tutto deve tenere in considerazione i vincoli e i provvedimenti tutelari dettati dalla Soprintendenza, ponendosi differenti obiettivi quali il garantire la fruibilità dello spazio e lo svolgimento delle funzioni basiche, non creare interferenze con gli spazi e le opere presenti e assicurare la lettura filologica-storica dello spazio (Targetti, 2017).



Figura 30 : Foto della Sala dei Cinquecento, Palazzo Vecchio, Firenze



Figura 31 : Foto della Sala dei Cinquecento, Palazzo Vecchio, Firenze, dettaglio del soffitto vasariano

Castello di Glücksburg, Glücksburg (Germania)

La residenza ducale di Glücksburg ospita principalmente al suo interno l'arredo originale del castello ma allo stesso tempo presenta molte sale con superfici dipinte, le quali necessitano di un'illuminazione uniforme e che faccia attenzione alla sensibilità del materiale. Oltre alla presenza delle superfici dipinte, è presente lungo molte superfici verticali, una carta da parati in pelle risalente al 1670, si presume fosse stata realizzata a Mecheln, nell'officina Vermeylen. In questo contesto l'illuminazione risulta uniforme ed omogenea, è stato utilizzato un sistema che creasse luce d'ambiente con tonalità di colori caldi (circa 2700 K) e sono stati utilizzati dei proiettori wallwasher con lente (Erco, 2017).



Figura 32 : Foto di una delle sale del castello di Glücksburg



Figura 33 : Foto di una delle sale del castello di Glücksburg

Castello gotico di Moritzburg, Halle (Germania)

Il castello di Moritzburg, realizzato nel XV secolo, nonostante in parte fosse stato distrutto durante la Guerra dei Trent'anni, oggi grazie a degli interventi di restauro e conservazione si presenta interamente adatto e capace di ospitare al suo interno, come già faceva nel passato, collezioni d'arte moderna. In questo contesto, dal punto di vista illuminotecnico, grande importanza è data alla luce naturale entrante dal nuovo tetto realizzato come una grande piattaforma piegata vetrata, la quale consente l'ingresso della luce durante le ore del giorno mentre nelle ore più tarde, quando entra in scena la luce artificiale, regala ai passanti all'esterno uno scorcio perfetto di ciò che è racchiuso all'interno (Targetti, 2017).



Figura 34 : Foto di una delle sale all'interno del castello



Figura 35 : Foto di una delle sale all'interno del castello

Museo de Cultures del Món, Barcellona (Spagna)

In questo contesto, il museo è inserito all'interno di due diversi edifici di prestigio storico: Casa Nadal e Casa del Marquès de Llió. La prima presenta un'impostazione medievale mentre la seconda è un edificio aristocratico dell'VIII secolo e per poter ospitare il museo attuale è stato necessario apporre modifiche strutturali (i collegamenti tra i due edifici) e di rinnovo. Il lighting designer Sainz ha progettato un sistema di luce che desse uguale importanza sia alle architetture che alle opere esposte appartenenti a differenti culture (africane, asiatiche, ecc ecc). E' stata posta attenzione anche all'illuminazione di oggetti contenuti all'interno di vetrine, da cui scaturisce un gioco di luci che si alternano tra luci d'accento e luci d'ambiente (Erco, 2016).



Figura 36 : Foto di una sala allestita con vetrine, Museo de Cultures del Món



Figura 37 : Foto di una sala allestita con vetrine, Museo de Cultures del Món

3.

CASO STUDIO: PALAZZO
MADAMA A TORINO



3. CASO STUDIO: PALAZZO MADAMA A TORINO



Figura 38 :
Vista di Palazzo
Madama da
Piazza Castello

Nella città di Torino e dintorni è presente un insieme di edifici residenziali della Casata Reale dei Savoia, i quali sono definiti “residenze sabaude” (Ambrosino, 2021) e forniscono una testimonianza diretta della storia della città. Tra questi, nel cuore pulsante della città metropolitana, vi sono due edifici con indiscusse caratteristiche storiche e culturali: Palazzo Reale e Palazzo Madama. Entrambi si affacciano su una delle piazze principali, Piazza Castello, diventando dei veri e propri punti di riferimento per chi vive la città. Il progetto di tesi si focalizza sull’analisi di Palazzo Madama, edificio che con le sue peculiarità è una chiara testimonianza della storia cittadina. Solo conoscendo il suo passato, sarà possibile conoscerlo realmente e poter avanzare delle proposte di progetto finalizzate ad esso (Giachello, 2022).

3.1 Analisi del caso studio

Palazzo Madama è un progetto con un'interconnessione tra il restauro architettonico, la ricostruzione di configurazioni passate e l'opportunità e il bisogno di attuare una "rivoluzione" dei meccanismi espositivi adottando soluzioni maggiormente funzionali alle attese del pubblico di oggi e soprattutto rispondenti ai criteri che lo sviluppo della moderna museografia ha individuato, per una corretta valorizzazione e conservazione delle opere stesse (Pagella, Viano, 2010). Sono diversi gli interventi correlati al Palazzo che si sono succeduti e che sono attualmente oggetto di studio, da quello mirato alla rifunzionalizzazione e alla garanzia della fruizione in sicurezza, al sistema di allestimenti interni, fino agli interventi sull'impiantistica. Elemento conduttore di tali interventi è l'adozione di scelte progettuali finalizzate alla conservazione della memoria storica e dell'identità del sito, garantendo al contempo condizioni di comfort per i fruitori e l'introduzione di nuove funzioni compatibili e rivolte alla valorizzazione e alla promozione culturale.

Il Palazzo trova le sue origini nella fondazione romana della città e si è sviluppato nel tempo attraverso diverse fasi costruttive, in particolare tra Seicento e Settecento, quando è avvenuta una radicale trasformazione degli ambienti interni e la modifica del suo aspetto urbano, in seguito alla realizzazione dell'avancorpo juvarriano (Pagella, Viano, 2010).

L'impianto delle mura della città romana, che coincide con l'origine della Porta Decumana, posta per il controllo dell'ingresso orientale di Julia Augusta Taurinorum (struttura romana simile a quella di Porta Palatina) risale al I Secolo, i cui resti sono ravvisabili nelle due torri poligonali collocate dietro la settecentesca facciata e nei resti rinvenuti nei sotterranei; le torri, che dall'esterno appaiono medievali, conservano internamente l'aspetto originario, visibile percorrendo le scale a chioccola.

Dopo la caduta dell'Impero Romano, finite le scorrerie barbariche, Torino divenne Comune e per consentire il transito da e verso il fiume Po, venne aperta Porta Fibellona, che si andò ad inserire con un arco a tutto sesto nel muro romano. Risale al 1225 circa la formazione del castello che ingloba la porta mentre nel 1297 il castello divenne sede militare e diplomatica per volere del principe Filippo I, che scelse Pinerolo come residenza privilegiata. Nel 1317-1320, Filippo D'Acaia affiancò due torri quadrangolari a quelle poligonali della porta romana. Vennero realizzati degli ampliamenti (nel 1406 l'ampliamento orientale della corrispondente odierna Sala Acaia, iniziati già nel 1402 e nel 1408 altri ampliamenti del castello). Porta Fibellona venne spostata più a sud e tra il 1402 e il 1418, Ludovico D'Acaia aggiunse le torri prospettanti verso il Po in stile gotico ma a pianta con 16 lati come quelle romane, considerando ulteriori abbellimenti del pittore Giacomo Jaquerio. E' in questa fase che il castello raggiunse le dimensioni massime di sviluppo. Risale al 1415 la costruzione della torre scalare elicoidale, il viretum (che collegava verticalmente il castello) e la pavimentazione a spina di pesce. Tra il 1608 e il 1609 vengono pitturate le pareti da parte di Francesco Mantegazza e venne demolita la Torre del Viretto. Nel 1637 avvenne il passaggio da castello medievale a residenza barocca (Ibidem).

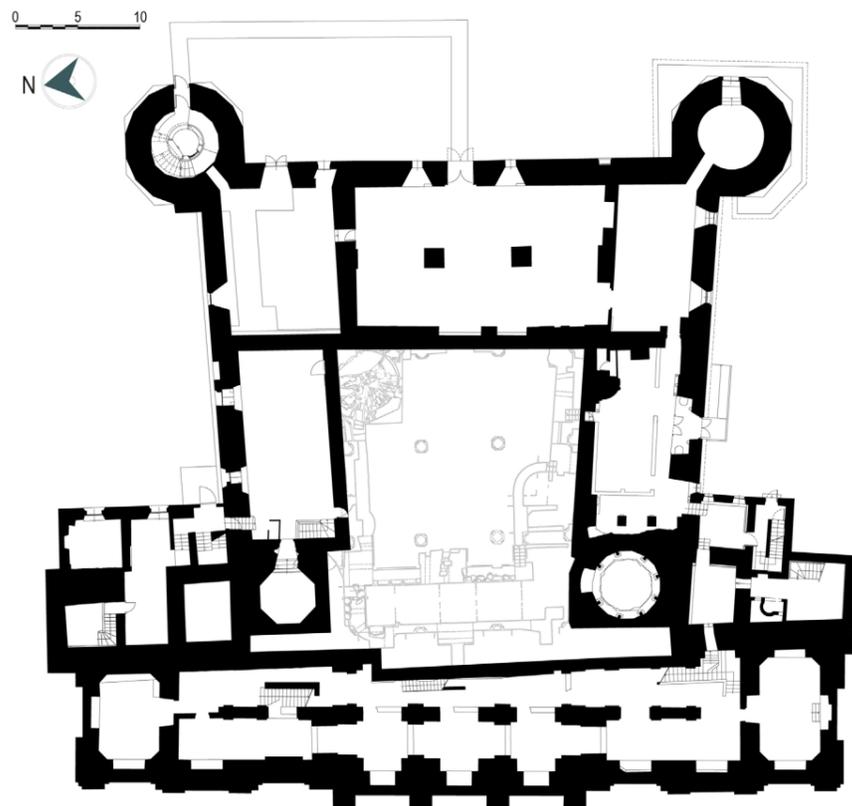
Gli ampliamenti continuarono fino al Cinquecento finché il Piemonte non cadde sotto la signoria francese per circa un ventennio, periodo durante il quale il palazzo venne abbandonato a sé stesso e venne privato dal sistema difensivo. Al termine del dominio francese nel 1557 (quando Emanuele Filiberto vinse la battaglia a San Quintino), il castello ritornò ad avere vita propria, divenendo residenza stabile della famiglia nobiliare. Furono le Madame Reali a promuovere svariati interventi di ampliamento e abbellimento del Palazzo ma alla morte della Madama Reale Maria Giovanna Battista di Savoia-Nemours, che combaciò con la guerra contro la Francia, i lavori vennero interrotti e i tesori all'interno custoditi furono dispersi (come prova sono stati rinvenuti diversi estimi e vendite di tali oggetti) fino ad arrivare alla completa spoliazione del palazzo nel 1797 (Ivi). Nell'800 il palazzo passa da residenza sabauda a primo Senato Subalpino (allestito all'interno del grande salone al primo piano) e nel 1863 cambiò nuovamente funzione fino a diventare Museo Civico di Torino, dove vennero esposte le collezioni d'arte contemporanea. Di rilevante interesse furono gli studi archeologici svolti da Alfredo D'Andrade, che interessarono in particolar modo la corte medievale posta al piano terra. Da questo momento in poi, il palazzo diventò sede di mostre ed esposizioni di vario genere.

Attualmente all'interno sono ben identificabili le testimonianze degli interventi realizzati tra il 1920 e il 1934 quando, in due momenti successivi, il Palazzo venne affidato dal Demanio al Comune di Torino per farne prima un luogo di rappresentanza e successivamente la sede del Museo Civico d'Arte Antica. In anni più recenti, si sono succeduti interventi mirati e localizzati, come ad esempio la riapertura dello scalone juvarriano nel 2001 e la riapertura del Museo nel dicembre del 2006 (Ibidem).

In particolare, i più recenti interventi di restauro che si sono succeduti a partire dell'ultima decade del secolo scorso riguardavano:

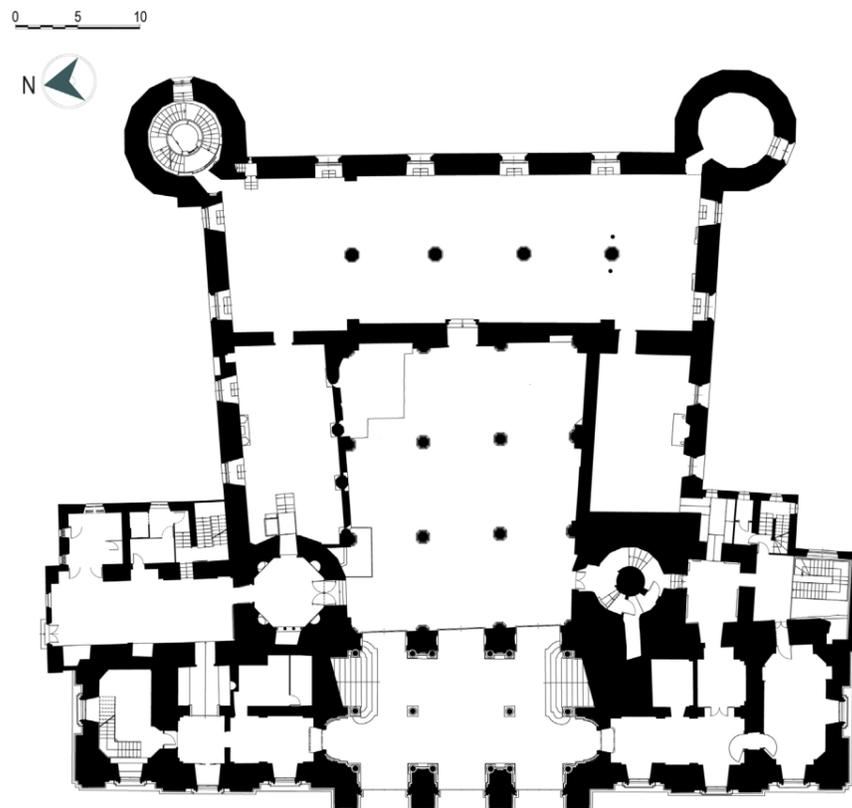
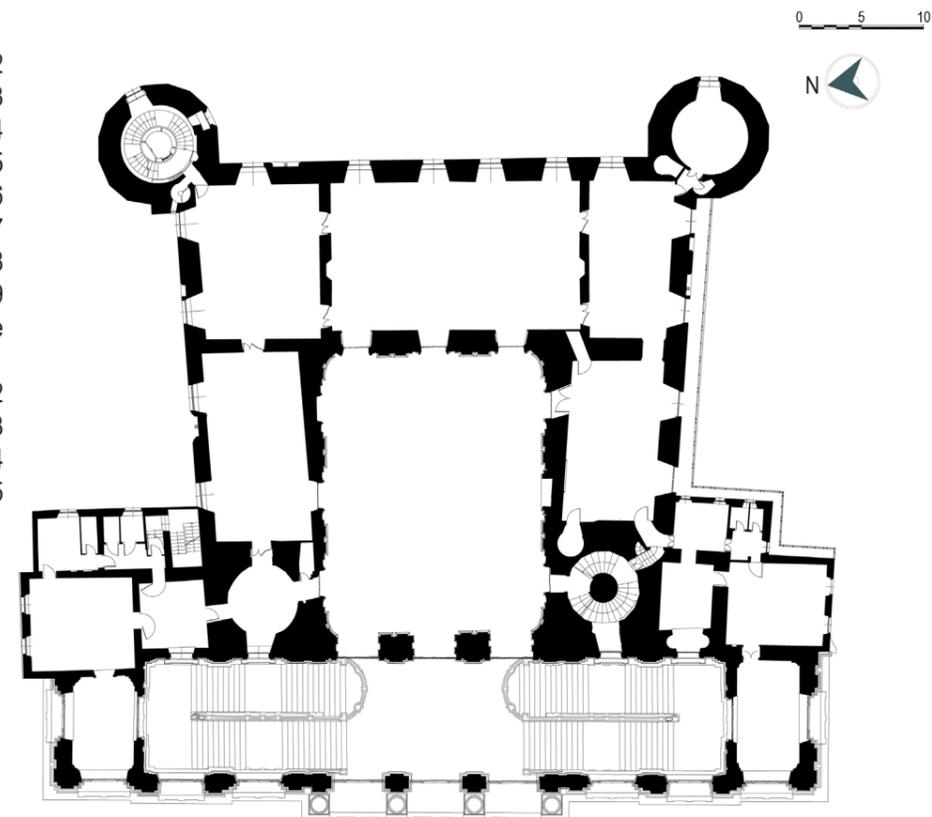
- La facciata dell'avancorpo juvarriano (restauro degli apparati lapidei esterni e dei serramenti vetrati, avvenuto tra il 1997 e il 1998);
- L'atrio e lo scalone juvarriano (restauro degli apparati decorativi interni dell'avancorpo con alcune opere di rifacimento del manto di copertura e realizzazione di lucernari vetrati laterali, al fine di ripristinare le fonti di luce naturale proveniente dai finestroni superiori, avvenuto tra il 2000 e il 2001);
- La riapertura dello scavo archeologico della Corte Medievale (riapertura dello scavo condotto a fine Ottocento da Alfredo D'Andrade nella sala detta "il Voltone" al piano terra, avvenuta tra il 2000 e il 2001);
- Le pareti e le volte del Salone del Voltone (recupero dei parametri in cotto sulle pareti e degli intonaci seicenteschi delle volte, svolti tra 2000 e 2001);
- Le pareti e la volta della Sala del Senato (punto di partenza per il restauro di tutte le altre sale, svolti nel 2004);
- Le opere edili e adeguamento impiantistico della Sala del Senato e degli ambienti del secondo piano (lavoro sulle superfici decorate, potenziamento degli impianti soprattutto dal punto di vista climatico ed illuminotecnico, lavori svolti nel 2004);
- Gli apparati decorativi delle sale del piano nobile (recupero conservativo delle sale, eccetto la Sala del Senato, in particolare degli elementi decorativi – intonaci delle pareti, dipinti e non dipinti, decorazioni a stucco e scultoree, dipinti su tela, manufatti lapidei, vitrei e lignei – lavori svolti tra il 2004 ed il 2005);
- Il recupero funzionale ed impiantistico per il riallestimento (finalizzati alla riapertura del Museo, lavori svolti tra il 2004 ed il 2006).

Di seguito verranno illustrati i diversi ambienti contenuti all'interno del palazzo, per approfondire la struttura (Ivi).



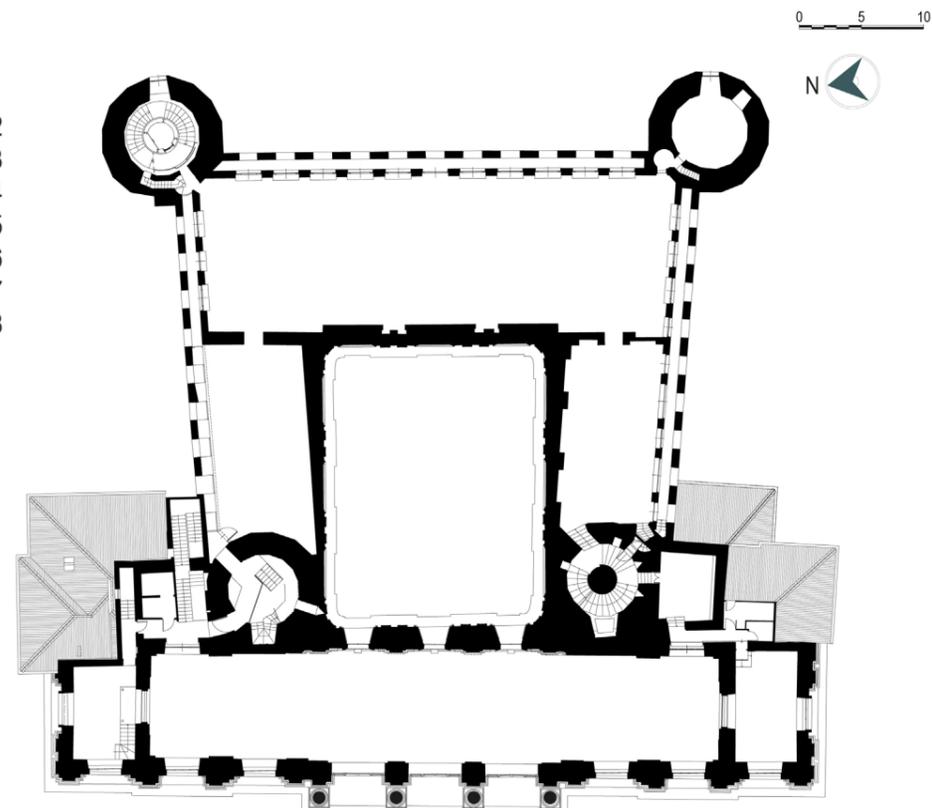
- 1 Scavi archeologici
- 2 Porta Fibellona
- 3 Lapidario Medievale 1
- 4 Lapidario Medievale 2
- 5 Lapidario Medievale 3
- 6 Lapidario Medievale 4
- 7 Depositi
- 8 Cantine Juarriane
- 9 Torre romana
- 10 Torre Tesori

- Scalone 1
- Veranda Nord 2
- Camera della Galleria 3
- Stanza dei Fiori 4
- Gabinetto Rotondo 5
- Camera delle Guardie 6
- Sala Guidobono 7
- Sala Feste 8
- Sala Quattro Stagioni 9
- Camera di Madama 10 Reale
- Sala del Senato 11
- Piccola Guardaroba 12
- Gabinetto Cinese 13
- Camera Nuova 14
- Veranda Sud 15



- 1 Atrio
- 2 Biglietteria
- 3 Sala Staffarda
- 4 Sala Acaia
- 5 Corte Medievale
- 6 Sala Stemmi
- 7 Fondi Grafica
- 8 Sala Terrecotte
- 9 Porta Fibellona
- 10 Libreria
- 11 Scala torre romana
- 12 Torre Tesori

- Sala didattica 1
- Sala Tessuti 2
- Sala Ceramiche 3
- Sala Vetri e Avori 4
- Sala Medagliere 5
- Scala torre romana 6
- Sala studio 7
- Torre Panoramica 8



Lo scalone juvarriano

Palazzo Madama si configura come un castello di carattere medievale in cui è stata aggiunta nel '700 un'imponente macchina scenografica di accesso, costituita dall'avancorpo juvarriano; il palazzo era una residenza ed il sistema atrio-scalone-grande salone costituiva lo spazio di accoglienza e di rappresentanza della dimora nobiliare, mentre al piano terra erano riservate le funzioni di servizio. Fu l'architetto Filippo Juvarra a progettare il grande scalone, formato da due rampe contrapposte, le quali occupavano sette di nove campate all'interno dell'atrio. Questo intervento non risultava invasivo, non andando ad intaccare la preesistenza e allo stesso tempo forniva un punto di accesso del tutto innovativo al palazzo. Tra il 1997 e il 2001, lo scalone juvarriano è stato oggetto di un progetto di restauro, in particolare è stato introdotto un nuovo sistema di illuminazione, il cui progetto di luce mirava a diversi obiettivi e a poter rispondere in maniera efficiente a diverse esigenze. Tale progetto necessitava di rispondere all'esigenza di dare un'immagine notturna al Palazzo, il quale risultava anonimo nelle ore serali, motivo per cui vennero definiti sistemi e apparecchi di illuminazione idonei, tramite verifiche dei requisiti tramite simulazioni. Per l'illuminazione della facciata esterna, quindi, bisognava considerare anche l'illuminazione della piazza (caratterizzata da luce eterogenea). Venne considerato il rapporto tra ambiente interno e superficie della facciata pari a 3:1 (illuminamento medio $E_m = 30$ lux) verso l'alto; verso il basso si utilizzano proiettori di tipo "up-light", incassati nel pavimento e vanno ad evidenziare la plasticità dell'ordine inferiore (basamento bugnato), lateralmente invece si utilizzano proiettori montati su pali che sottolineano la tridimensionalità dell'ordine superiore, frontalmente infine vi sono dei proiettori montati sui palazzi prospicienti la facciata che enfatizzano il coronamento superiore (balastra, fregio e statue). Per l'illuminazione del volume interno, invece, si scelse di ricalcare il sistema preesistente, utilizzando tre lampadari con nuove strutture luminose, usando i punti di alimentazione esistenti. Vennero scelte delle strutture flessibili con più sorgenti orientabili (vista la complessità di requisiti funzionali) e per tale ragione venne progettata una struttura ad hoc, di forma circolare con sorgenti orientate verso l'alto (illuminazione della volta), lateralmente (illuminazione delle pareti) e verso il

basso (illuminazione della scala) realizzata da IGuzzini sulla base dell'apparecchio "Cestello", con sorgenti a ioduri metallici di potenza 70 W e temperatura di colore correlata 3000 K. Durante il restauro del 2006 avvenne anche, come da progetto, il ripristino del sistema di illuminazione naturale così come progettato da Filippo Juvarra, con il complesso manto di copertura a falde diversamente inclinate. La soluzione adottata prevedeva l'apertura dei tre lucernari verso la Sala del Senato e la creazione di un unico serramento a unica specchiatura sul sottotetto e due solai piani in vetro a protezione dei locali destinati in seguito a Sala Didattica a nord e al Medagliere a sud. Particolare attenzione venne rivolta all'uso di finiture in zinco-titanio e all'utilizzo, nei casi dei lucernari, di un diffusore in vetro opalino inserito dietro le finestre juvarriane al fine di mascherare, dallo scalone, la visione del reticolo strutturale del lucernario stesso (Ivi).



Figura 39 : Foto dello scalone juvarriano tra piano terra e piano primo

La Corte Medievale

La Corte Medievale risulta l'ambiente di più complessa interpretazione: la forma attuale è il risultato di trasformazioni secolari che coincidono con le grandi fasi di adattamento dell'edificio alle diverse funzioni: da porta urbana dell'insediamento romano, a cortile porticato del castello medievale, a "spazio utile" per l'ampliamento degli appartamenti reali e transito verso la via Po, fino all'inclusione nel sistema museale ideato da Vittorio Viale nel 1934. Una campagna di studi del 1884, promossa da Alfredo D'Andrade, portò alla luce le principali fasi evolutive di questa sala, ritrovando le fondazioni dell'antica Porta Decumana, le stratificazioni delle pavimentazioni medievali e l'impianto del porticato trecentesco (Vaudetti, Minucciani Canepa, 2013). Furono aperti nuovamente tra il 1999 e il 2000 nuovi cantieri, i quali riescono a far emergere il profilo di un palinsesto che, partendo dall'impianto delle mura della città romana (I secolo d.C.), attraversava gli ampliamenti promossi da Filippo e Ludovico D'Acaia (1330-1410) per arrivare all'impresa della copertura voltata voluta da Cristina di Francia nel 1638 per dotare il palazzo di un grande ambiente di rappresentanza al piano nobile (ora Sala del Senato), installando un sistema di volte a crociera impostate su quattro pilastri centrali in pietra di Chianocco, e su nuove murature addossate alle pareti nord-sud. Da qui nacque la Sala del Voltone. Nel 1642 venne posata la pavimentazione in lastre di pietra su tutto il salone e tre anni dopo il rinforzo delle volte con nuovi pilastri e lesene. Tra il 1883 e il 1886 vennero compiuti gli scavi da parte di D'Andrade e si adottò una soluzione che prevedeva la posa della pavimentazione completa come ai tempi di Juvarra mentre la restante parte di scavo meno interessante sarebbe stata posata sopra un riempimento di calcinacci (Pagella, Viano, 2010). Nel 1951 avvenne la collocazione degli attuali serramenti vetriati alle tre aperture sulla parete ovest di comunicazione con lo scalone e dal 1961 la sala diventò una sala espositiva temporanea. Tra il 1971 e il 1974 la pavimentazione nell'angolo nord-est fu rimossa per portare alla luce la parte basamentale, "il Viretto". Negli anni 2000 si decise di optare per la restituzione archeologica, che ha salvaguardato l'intervento di D'Andrade, dove venne rimossa la pavimentazione di pietra e il riempimento fino agli scavi medievali, posando una pavimentazione vetrata,

la quale consente la vista degli antichi scavi archeologici, fatta eccezione per la scialbatura di colore ocra-rosso su pilastri e volte seicentesche (finzione medievale), riportando a vista l'intonaco originale (Vaudetti, Minucciani Canepa, 2013). Fabrizio Diciotti in "La lenta resurrezione di Palazzo Madama" in Taurasia n°2, Settembre 2001 dice:

“Affacciandosi dall’atrio verso la corte medievale, si può ammirare tutta la storia del palazzo: il livello interrato e il lastricato romano, la fabbrica medievale e le pareti su cui si profilano alcune tracce delle finestre decorate, i pilastri e le volte barocchi”



Figura 40 : Foto della Corte Medievale e dei resti archeologici

Piano Interrato

Al piano interrato sono presenti i locali destinati a deposito del Museo vista la necessità di trovare una collocazione provvisoria ai materiali fragili (quali ceramiche e vetri). Tale tentativo fu già adoperato nel 1888 da D'Andrade. Il percorso oggi inizia dalla Porta Fibellona, proseguendo poi con il nucleo di frammenti altomedievali dell'antica basilica di San Salvatore e sfocia nelle due sale maggiori (Lapidario 3 e 4) in cui la prima sala è dedicata al tema delle variazioni sul capitello fogliato e al mosaico pavimentale della cattedrale di Acqui, nel passaggio nella seconda sala, i capitelli di Sant'Orso di Aosta (1130) illustrano il ruolo della scultura figurata e istoriata. Dal Lapidario Medievale si accede alla Sala Fondi Speciali (Pagella, Viano, 2010).



Figura 41 : Foto del Lapidario Medievale

Piano Terra

Per Palazzo Madama non si parla di un singolo allestimento ma di allestimenti al plurale: ogni piano presenta delle tematiche differenti e perciò è stato necessario adottare soluzioni diverse. La sfida è stata quella di cucire una trama allestitiva che fosse rispettosa delle istanze e che mantenesse un'identità progettuale, non cadendo in casualità e frammentazione. Al piano terra sono presenti oggi differenti sale: una di queste è **Sala Staffarda**, al cui interno sono conservati gli stalli del coro dell'abbazia di Staffarda, la quale dimostra un allestimento interessato da un approccio di tipo restitutivo. Il più ampio spazio del palazzo, **Sala Acaia** (realizzata a partire dal 1402 per volere di Ludovico D'Acaia, ripristinata e reinventata nel 1934) presenta parti originali dell'edificio '400esco e parti integralmente rifatte negli anni '30 che mimano l'architettura medievale e presenta inoltre le collezioni d'arte dal XIII e XVI secolo. Un'altra sala localizzata al piano terra è **Sala Stemmi**, la quale espone materiali lapidei mentre le altre sale più piccole sono **Sala Compianto**, **Torre Tesori** e **Sala Spinetta**. Tutte le sale sono state interessate da interventi di restauro, avvenuti nel 2006, e grande attenzione è stata posta all'illuminazione. Rispetto alle scelte relative all'impianto luminoso è stato proposto un sistema che considerasse le esigenze alla base del progetto di illuminazione, le quali possono essere distinte in esigenze di conservazione, di fruizione e di integrazione dell'impianto nel contesto. Per la conservazione è stato necessario garantire il rispetto dei requisiti di conservazione di tutte le opere esposte (da considerare la differenza di materiali e la rispettiva fotosensibilità); per la fruizione è stato essenziale garantire una corretta illuminazione ad ogni opera, sia essa bidimensionale o tridimensionale, esposta su piani orizzontali, verticali o isolata (bisognava garantire l'assenza di fenomeni di disturbo visivo quali fenomeni di abbagliamento diretto o riflessi); infine le istanze di integrazione dell'impianto e degli apparecchi di illuminazione in un contesto storico quale Palazzo Madama non potevano essere considerate secondarie. Le difficoltà che vennero riscontrate durante la fase progettuale riguardavano la definizione del quadro esigenziale associato alla collocazione delle opere, quindi si rendeva necessario ricavare un impianto di illuminazione flessibile sia in termini di quantità che di direzionalità:

fu quindi scelto un apparecchio multilampada, dove ogni sorgente aveva una potenza e un'apertura di fascio variabile ed orientabile. Tale scelta risultò la stessa adottata nello scalone e nell'atrio, cioè il modello Cestello di IGuzzini. Questo apparecchio è caratterizzato dalla presenza di lampade alogene a bassa tensione con riflettore e, sia per ridurre i carichi termici e sia i consumi di energia elettrica, si optò per l'uso di sorgenti con tecnologia IRC (Infrared Coating), che presentavano efficienza luminosa maggiore rispetto agli apparecchi tradizionali. Gli apparecchi a quattro vani vennero collocati a parete e con orientamenti variabili (in sala Staffarda si scelse di illuminare anche il soffitto a cassettoni, nelle altre sale si scelse di illuminare maggiormente verso il basso) (Ivi).



Figura 42 : Foto di Sala Acaia e il suo allestimento

Piano Primo

Questo piano attualmente presenta una forte impronta barocca, frutto degli interventi tra il XVII e il XVIII secolo da parte delle due Madame Reali Cristina di Francia e Maria Giovanna Battista di Savoia Nemours. Il passaggio da castello medievale a residenza barocca avvenne nel 1637 quando Cristina di Francia lasciò Palazzo Ducale ed elesse Palazzo Madama come sua sede ufficiale; tra il 1657 e il 1661 Amedeo di Castellamonte fu incaricato per la realizzazione di un progetto di ammodernamento dell'appartamento di Madama Reale (tre nuove stanze, tra cui la camera da letto e l'alcova, che furono costruite ex novo, in posizione centrale). Alla morte della Madama, vennero fatti due elenchi, sui mobili e sull'argenteria, ma ad oggi non rimane nulla, eccetto il Gabinetto Rotondo come prova di questo periodo. Tra il 1688 e il 1689 avvennero delle ristrutturazioni importanti e avvenne il passaggio da residenza secentesca a reggia monumentale, dove il piano nobile venne occupato dalle sale di Madama Reale. Successivamente dal 1708 al 1714 furono rinnovate le anticamere e le stanze di ricevimento (l'Appartamento novo); tra il 1713 e il 1714 venne rinnovato il salone centrale ed ampliato in un grande spazio quadrangolare. Il restauro del piano (Salone del Senato e le quattordici stanze intorno ad esso) avvenne in diverse fasi: la prima fase prevedeva la realizzazione della zona a sud, che comprende la Torre Tesori, la Sala Quattro Stagioni, la Camera di Madama Reale, il Piccola Guardaroba, il Gabinetto Cinese e la Camera Nuova. Nella seconda fase si lavorò sulla Veranda Sud, la Sala Feste e la Sala Guidobono. Durante l'ultima e terza fase, si sviluppò l'area a nord con la Sala delle Guardie, il Gabinetto Rotondo, la Stanza dei Fiori, la Camera della Galleria e la Veranda Nord.

Tra il 1638 e il 1642 si allestì il primo piano, ricavando il Salone delle Cerimonie (oggi Salone del Senato). La manica a levante fu inserita nel circuito distributivo degli appartamenti e suddivisa in quattro ambienti: le attuali Sala Guidobono e Quattro Stagioni nelle testate nord e sud e Sala Feste al centro, all'epoca suddivisa in due (Camera dei Valletti a piedi e la Camera di Parata); la Sala Feste fu realizzata tra il 1927 e il 1928 con un'opera di traslazione di metà volta della Camera di Parata sulla testata nord. Vi era la volontà di mantenere e valorizzare la scansione "per ambienti"

in base alle funzioni originali ma allo stesso tempo vi era l'impossibilità di dare al percorso uno svolgimento univoco, dovuta alla collocazione dell'accesso nella Torre Est. Ciò portò alla definizione di un percorso di visita concepito per segmenti narrativi corrispondenti alla cadenza delle singole stanze, portando ad uno sviluppo di carattere tematico/tipologico. Attualmente l'ingresso è nella Sala Guidobono (al cui interno è presente il modello ligneo del Castello di Rivoli e alcuni dipinti legati alla committenza di corte e all'arrivo di Juvarra); nella Sala delle Quattro Stagioni e nella Camera Nuova vi è la pittura del '700 piemontese; nella Sala Feste è presente la "quadreria" del '700, idealmente collegata alla Camera delle Guardie, dove vi è la pittura del XVII secolo; nel Gabinetto Rotondo e nella Camera di Madama Reale sono allestiti dei ritratti (in base alle suggestioni emerse dalle analisi storiche) mentre per la seconda vi sono delle opere di soggetto sacro; nella Piccola Guardaroba e nel Gabinetto Cinese ci sono dei bozzetti (nuove vetrine con esposizione delle grafiche).

Dal punto di vista illuminotecnico, nella **Sala del Senato**, considerando il duplice uso, quale spazio per mostre temporanee oltre che parte integrante del percorso di visita del palazzo, la soluzione ideata prevedeva la realizzazione di due sistemi distinti: un sistema generale che rispondesse ai requisiti funzionali e di valorizzazione della parte ottocentesca, con una tipologia di illuminazione diffusa, e un sistema puntuale costituito dalle applique storiche preesistenti rifunzionalizzate e messe a norma, a carattere decorativo. Gli apparecchi si differenziavano per tipologia di sorgente, potenza e apertura di fascio, la cui scelta finale ricadde su apparecchi con riflettore a fascio largo e sorgenti a ioduri metallici da 70 W e 150 W per l'illuminazione delle specchiature e della volta, e apparecchi con sorgente alogena a fascio stretto per l'illuminazione delle sculture.

Nella **Sala dei Fiori** invece, la soluzione finale prevedeva una piastra sospesa al soffitto esistente, che supporta e maschera l'apparato tecnologico, con la stessa finitura delle vetrine, le quali appaiono come una fascia tecnologica di esposizione con luce propria, insieme all'illuminazione della parte decorata.

Nella **Sala Feste** venne progettata una macchina espositiva da calare all'interno della Sala Feste, isolando le opere con forte presenza dal decoro del palazzo, facilitando la lettura degli arredi stessi. Il progetto prevedeva delle pedane che sfruttavano dei materiali compatibili con i caratteri aulici del contesto, pedane relazionate con dipinti (una di Daniel Seyter e cinque del Beaumont, appartenenti alla Camera dei Paggi) posati a soffitto, ricreando una sorta di volta, distaccata dall'architettura in sé (Ivi).



Figura 43 :
Foto del Salone
del Senato



Figura 44 :
Foto della Sala
delle Feste

Piano Secondo

Uno dei punti fermi del recente restauro era quello di recuperare l'allestimento ideato da Vittorio Viale nel 1934, specificando che *"All'ultimo piano [...] ho collocato gli oggetti da vetrina disposti per categorie: vetri di murano e i preziosi vetri ad oro e dipinti; bronzi, ceramiche, cuoi, stoffe, smalti, avori, categorie divise poi, quando era possibile, per età, o come nella grande raccolta di maioliche e porcellane, per centro di produzione, sì da poter seguire di ogni genere o fabbrica tutto lo sviluppo attraverso i tempi"*.

Con le tre grandi sale, **Sala Ceramiche** che presentavano le ceramiche ed è la principale, quella a settentrione detta **Sala Atelier** (ex Sala Avori) che ospita le stoffe, ed infine a meridione **Sala Vetri** che ospita i vetri dipinti, i vetri soffiati, gli avori, gli smalti, fu proposto una sorta di seriazione all'interno di un nuovo contesto. Luce naturale ed artificiale risultavano complementari: le finestre furono ampliate, apparendo come se fosse un museo all'aperto da osservare dall'alto mentre la luce artificiale sfruttava dei portalampane in vetro pulegoso. Fu posta grande attenzione per le vetrine, progettate in legno ma modernizzate con l'uso della luce al neon. Il legno però spariva nei basamenti creati per le sculture in porcellana e per i vasi da farmacia in maiolica. Nelle ore diurne era presente una luce intensa, in grado di ravvivare i toni caldi, mentre nelle ore pomeridiane e notturne si illuminavano le scritte con i nomi e gli oggetti brillavano nella luce diffusa dalle vetrine. Le vetrine d'epoca presenti in molti musei sono considerate non solo dei "contenitori" ma delle "opere d'arte" a tutti gli effetti sia per il valore intrinseco del manufatto, sia quale testimonianza di allestimenti storicizzati. I problemi legati ad esse riguardano sia gli aspetti di gestione e manutenzione, sia la conservazione e la fruizione delle opere inserite al loro interno. Riguardo l'illuminazione delle novanta vetrine espositive, tali vetrine vennero concepite come contenitori espositivi privi di un'illuminazione specifica (le quali consideravano la sola luce ambientale esterna) e ciò determinò dei bassi valori di illuminamento interno in rapporto a quello esterno, una non corretta uniformità e presenza di ombre portate, in grado di oscurare il contenuto delle vetrine. Spesso negli anni si è ricorso all'adozione di soluzioni che possano risolvere tali problemi ma con scarsi risultati.

Torre Tesori

Durante l'ultimo restauro che interò Palazzo Madama, per la sua riapertura del 2006, nacque la necessità di uno spazio che potesse accogliere una collezione ricca di manufatti piccoli e preziosi, di varie forme, dimensioni e materiali, i quali richiedevano sistemi di protezione fisico-meccanico, motivo per cui si scelse di utilizzare delle vetrine e di collocare questa esposizione nella Torre Sud del castello, sviluppando l'esposizione su tre diversi livelli (il quarto piano fu escluso per motivi di fruibilità). Il progetto, ideato dall'azienda Permasteelisa Group, presentava la caratteristica di avere una percezione unitaria per i vani interni, utilizzando una vetrata unica e continua ed in fase esecutiva si scelsero texture, forme e caratteristiche. Dal punto di vista illuminotecnico bisognava sempre considerare le esigenze di conservazione dei materiali ma dare comunque la percezione adatta all'utente (Ivi).

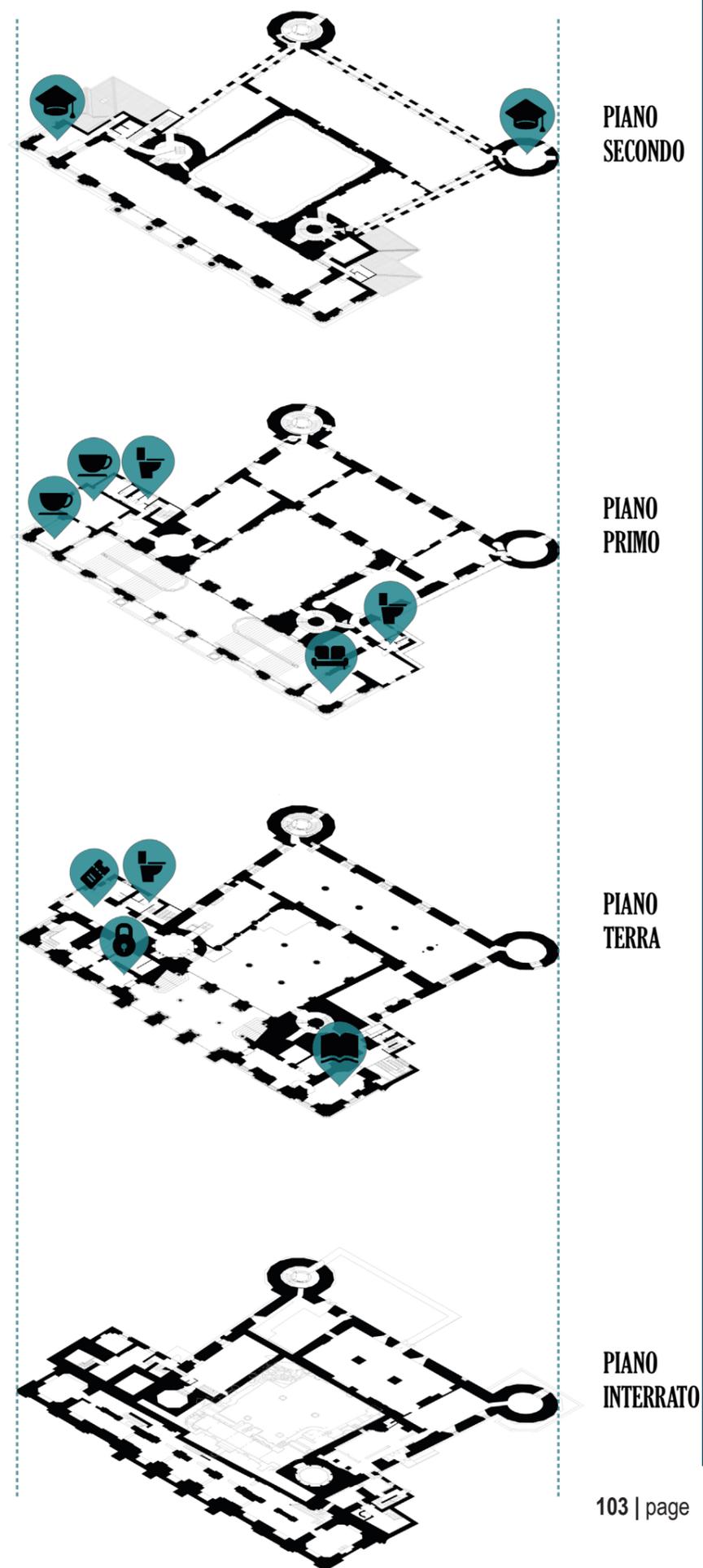


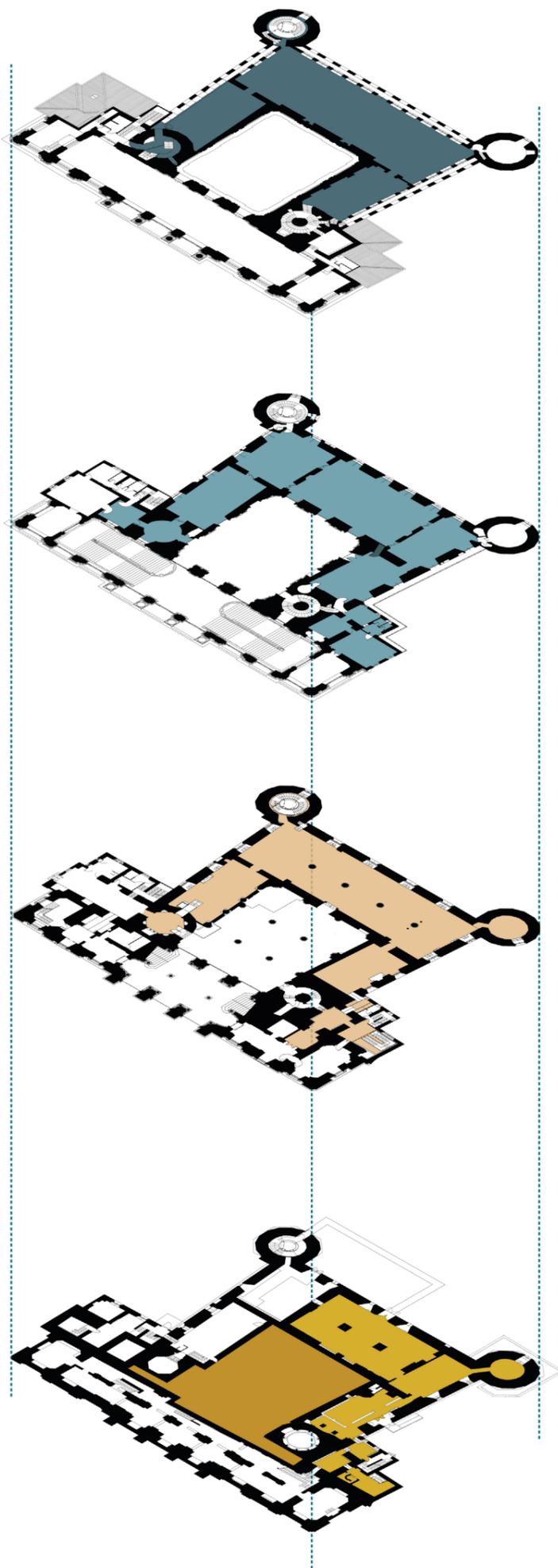
Figura 45 : Foto delle vetrine espositive



Figura 46 : Foto dell'esposizione in Torre Tesori

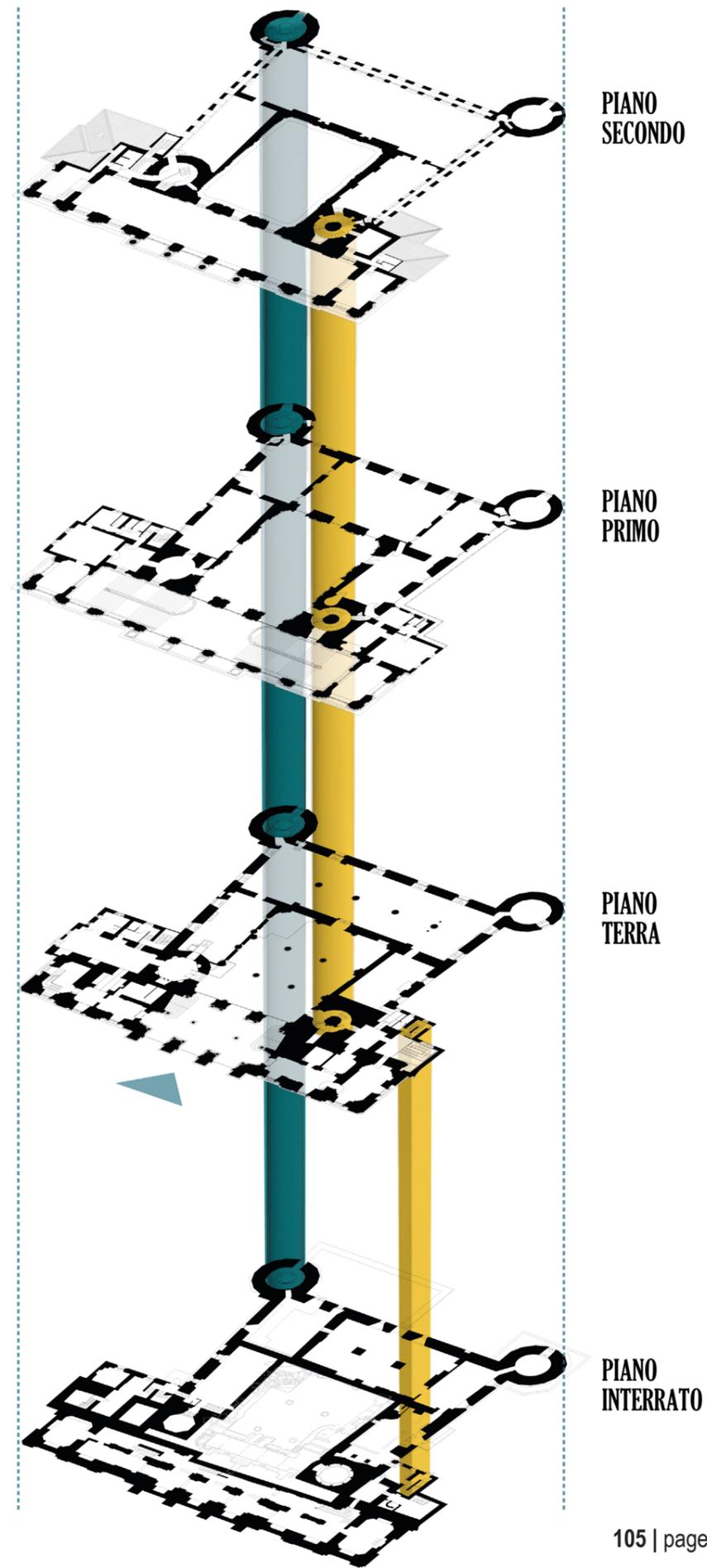
Dopo la riapertura del Palazzo nel 2006, successivamente agli interventi di restauro e rifunzionalizzazione durati circa venti anni, esso diviene sede ufficiale del Comitato Olimpico durante i giochi olimpici, grazie al quale riesce ad ottenere nuova visibilità al pubblico. E' stato interessato quindi, nel corso degli anni fino ad oggi, da diverse mostre tenutesi nei vari ambienti adibiti appositamente, considerando l'arricchimento culturale del patrimonio e degli oggetti, avvenuto tramite l'acquisto diretto di alcuni manufatti o tramite donazioni. Inoltre il Museo mira allo sviluppo dei servizi aperti al pubblico, essendo il vero nucleo pulsante della città, sia dal punto di vista didattico (considerando i servizi educativi con aule didattiche che mirino alla conoscenza più profonda degli elementi esposti e della loro storia) che dal punto di vista sociale (eventi e conferenze). E' anche stato oggetto di restauri minori negli anni (pulitura dei tessuti, restauro di sculture, ecc ecc). L'attuale museo mette in azione: tutela, conservazione e restauro dei manufatti racchiusi al suo interno e di sé stesso, valorizzazione tramite attività e iniziative che mirano a coinvolgere diversi tipi di utenza (Ivi).





- Arti Decorative
- Barocco
- Gotico e Rinascimento
- Medioevo
- Area Archeologica

- ↕ Scale
- ↑ Ascensore e scale
- ▶ Entrata principale



PIANO SECONDO

PIANO PRIMO

PIANO TERRA

PIANO INTERRATO

3.2 Criticità

Dopo un'accurata analisi conoscitiva del palazzo e dalle sale da cui esso è composto, è necessario anche esplicitare quelle che sono le criticità maggiori presenti e legate all'edificio stesso. Secondo quanto riportato da una Commissione di esperti incaricati dall'Assessore per le Risorse Culturali e la Comunicazione e per incarico dalla Giunta Comunale di Torino (Pagella, Viano, 2010), nel 1998 è stata redatta una profonda analisi e sono stati rilevati differenti problematiche, di cui alcune risolte con gli interventi del restauro svolti nel 2006 (criticità legate all'impostazione dell'edificio, agli allestimenti e alle componenti impiantistiche). Sono però rimasti alcuni punti irrisolti.

Oggi l'edificio è caratterizzato da percorsi e spazi di lettura sia relativi al palazzo, sia alla storia della città, percorsi per visita di collezioni con modalità diverse di apertura, spazi di consultazione, studio e conservazione di collezioni non esposte (spazio limitato nonostante le sue dimensioni) ma alcuni spazi come quelli destinati alle funzioni gestionali quali spazi didattici, laboratori per manutenzione, uffici per manutenzione tecnica e amministrativa purtroppo sono limitati proprio a fronte della limitatezza degli spazi oggi presenti e a discapito di mantenere in primo piano quegli aspetti legati alla valorizzazione e al carattere monumentale del palazzo. E' un dato certo che le collezioni che aumentano nel tempo non hanno lo spazio adatto per la loro collocazione, sorge quindi la necessità di trasformazione sia dal punto di vista strutturale che impiantistico.

Altro punto critico importante è legato alla fruizione limitata. In riferimento agli accessi sono presenti tre tipologie: gli accessi liberi (quelli che consentono la visita dalla piazza verso lo scalone juvarriano), gli accessi controllati (quelli che consentono la visita del museo stesso) e gli accessi programmati (quelli riferiti a specifiche sale che ospitano degli allestimenti particolari e temporanei). Per tale motivo la fruizione necessita di nuova organizzazione di accompagnamento del pubblico (Ibidem).

In generale la componente impiantistica che è stata oggetto di restauro precedentemente (sia dal punto di vista illuminotecnico – realizzazione di nuovi punti luce e restauro degli esistenti quando vi era la possibilità - che dal punto di vista della climatizzazione) ma in generale, in questo momento, sono tutti impianti che comportano alti costi di manutenzione, sono apparecchi che vanno incontro a decadenza fisiologica dei materiali e mancano di supervisione e controllo sulla funzionalità degli stessi (Ivi).

4.
PROGETTO DI
ILLUMINAZIONE PER LA
CORTE MEDIEVALE

4. PROGETTO DI ILLUMINAZIONE PER LA CORTE MEDIEVALE

Nel presente lavoro di tesi si è scelto di concentrare l'attenzione sulla corte medievale. Questo spazio, nel passato, svolgeva una funzione ben precisa, evolutasi e modificatasi nel corso dei secoli. Ad oggi ciò non accade, la corte non è caratterizzata da funzioni definite, è andata perdendosi la sua vera essenza, diventando l'ambiente più desideroso di un vero e rivoluzionario progetto di luce (Giachello, 2022) in quanto negli anni ha dimostrato di essere uno spazio flessibile, accogliendo ogni tipo di mostra ed esposizione, con il problema relativo alla luce, in quanto per ogni occasione si è dovuto ricorrere ad una soluzione "d'emergenza", la quale non risultava spesso appropriata. Diversi sono i quesiti che ci si è posti per poterla rendere nuovamente viva, affinché possa essere inserita all'interno di questo sistema museale.

4.1 Metodologia

Nei capitoli precedenti è stato constatato quanto sia importate la luce all'interno degli spazi di carattere storico-artistico e per procedere con la fase progettuale si rende necessario elaborare la giusta metodologia di lavoro da seguire.

Alla base di un progetto illuminotecnico è di fondamentale importanza una prima **fase conoscitiva** dell'oggetto caso di studio. L'analisi conoscitiva prevede un primo approccio di tipo storico per poter comprendere appieno l'oggetto e le sue peculiarità. Successivamente è di fondamentale importanza l'analisi più dettagliata della struttura del caso studio, dalle disposizioni interne fino ad arrivare alla categorizzazione di aree, sale e caratteristiche peculiari.

Dopodiché subentra una seconda fase, detta **fase analitica**, la quale comporta l'analisi delle condizioni di illuminazione all'interno delle sale, mirata, quando richiesto, sulle condizioni di illuminazione delle opere esposte alla radiazione. La fase analitica è molto incentrata sull'aspetto illuminotecnico, importante per la stesura del metaprogetto.

Considerando che l'oggetto di studio è localizzato all'interno di un edificio storico ed è anche egli stesso un luogo con una propria memoria storica, dei parametri fondamentali da considerare sono:

- Conformazione e distribuzione dello spazio interno
- Disposizione e dimensione delle aperture esistenti

Le fasi per una procedura efficace mirata alla progettazione del sistema illuminotecnico hanno come obiettivo quello di fornire ai progettisti illuminotecnici e ai curatori dei musei una linea guida per la valutazione delle condizioni di illuminazione degli spazi espositivi. E' quindi necessario conoscere le condizioni di luce dell'ambiente sia dal punto di vista quantitativo che qualitativo, analizzando eventuali interventi, nel caso le condizioni preesistenti risultassero inadeguate.

Una volta analizzata nel dettaglio la Corte Medievale, sono state raccolte una serie di informazioni indispensabili per poter determinare un **quadro di obiettivi, esigenze e requisiti di progetto**, che saranno la base solida nel momento di procedere con la realizzazione del **concept progettuale**, il quale si tradurrà infine in **strategie di progetto** vere e proprie (Girolimetto, Promenzio, 2023).

4.2 Fase conoscitiva e analitica

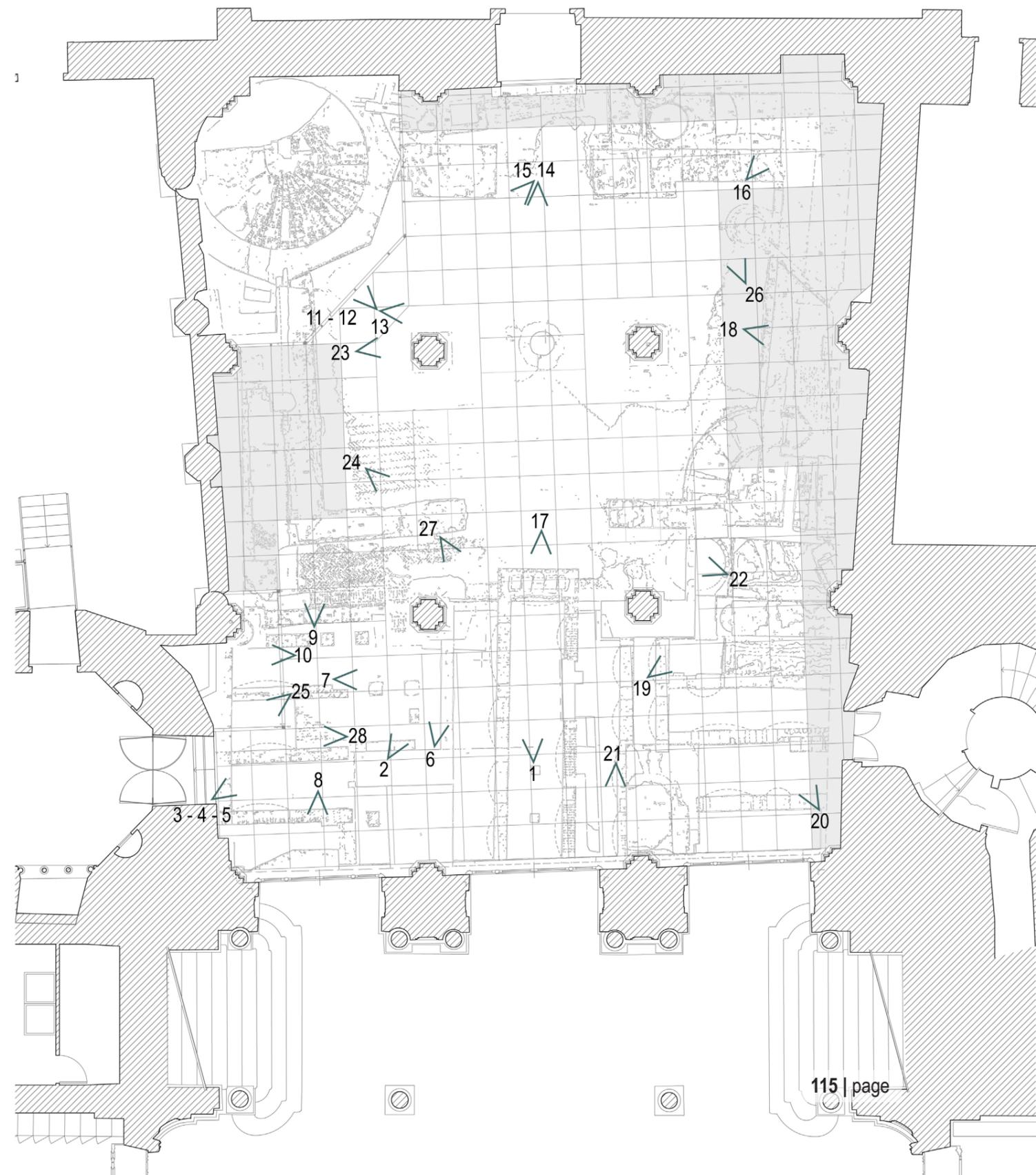
Questa prima fase dell'iter progettuale mira all'analisi della situazione esistente in modo da poter individuare caratteristiche architettoniche (Viano, 2002) e non, le attività che si svolgono all'interno dello spazio e l'utenza che vi partecipa. Questa è stata anticipata dalla ricerca storica sull'intero palazzo, focalizzandosi poi per il lavoro di tesi sulla Corte Antica.

Sono stati svolti due sopralluoghi in momenti differenti: un primo sopralluogo è avvenuto in un momento di chiusura del Palazzo a causa del Covid-19. Ci è stato quindi possibile svolgere un sopralluogo in tranquillità, senza alcun tipo di affluenza; un secondo sopralluogo è avvenuto in un momento di apertura del Palazzo, in occasione di un'esposizione temporanea, in un contesto completamente differente rispetto al primo. Durante il primo sopralluogo è stato realizzato il rilievo fotografico della Corte e sono state prese delle annotazioni in merito allo spazio, alle sue caratteristiche visibili in ogni punto (dalle mura con differenti stratigrafie fino agli scavi sotto al piano di calpestio) ed è stato rilevato anche l'impianto illuminotecnico, analizzando le diverse sorgenti presenti in sito. In parallelo è stata fatta una ricerca di carattere storico, studiando l'intero Palazzo, il suo evolversi nei secoli ed è stata analizzata in maniera più approfondita la Corte stessa. Questo studio è stato alla base della stesura del rilievo architettonico e del rilievo materico. I rilievi architettonico e materico sono stati di rilevante importanza per poter basare le scelte progettuali future e comprendere appieno l'evoluzione della sala. Infine, un'analisi incentrata sugli usi del passato che venivano svolti all'interno di questa corte, per comprenderne appieno le possibili funzioni future.

Nella seconda fase (fase analitica) è stato realizzato un rilievo del sistema illuminotecnico attuale, analizzando le sorgenti presenti in sito, la tipologia di apparecchi, la tonalità del colore della luce emessa, la funzionalità degli stessi, importante per comprendere le problematiche relative all'impianto attuale ed è stato analizzato anche l'impianto elettrico attuale per poter determinare i possibili punti di allaccio.

4.2.1 Rilievo fotografico

La prima procedura è stata quella di effettuare dei sopralluoghi e avere un confronto con le percezioni emerse durante la visita. L'osservazione in prima persona risulta una pratica indispensabile, utile nel comprendere lo stato effettivo in cui riversa la corte. Dal primo sopralluogo, svoltosi in un momento di chiusura del palazzo, è stato possibile osservare lo spazio "vuoto". La sala spoglia e libera da possibili turisti e cittadini lascia intravedere la sua vera essenza, in una maniera piuttosto velata perché in assenza di una giusta illuminazione, non è valorizzata in maniera appropriata. La ricchezza di storia e passato è facilmente palpabile, il vuoto la rende un vero e proprio contenitore di storia. È quindi emerso immediatamente come ci sia un problema tra il contenuto e di come questo possa essere comunicato al visitatore. Nel secondo sopralluogo invece, in occasione di una mostra temporanea, è stato possibile osservare gli afflussi dei visitatori e di come questa possa cambiare "volto" in base al suo utilizzo: in questo caso era avvolta dal buio fatta eccezione per delle luci appositamente installate su strutture studiate ad hoc per la mostra vera e propria. Il rilievo fotografico riportato qui di seguito rivela la Corte Storica analizzata durante il primo sopralluogo svoltosi in assenza di flussi di visitatori. È chiaramente visibile, dal punto di vista illuminotecnico, come l'impianto di luce sia del tutto assente al piano terra, rendendo la sala chiaramente in penombra, illuminata per diffusione esclusivamente dai faretto diretti verso lo scavo archeologico, quando questo risulta acceso. In questo caso, considerando le tre grandi aperture poste sul lato ovest della sala, che consentirebbero l'accesso di luce naturale, comunque limitata dalla presenza dell'avancorpo juvarriano, oscurate da grandi teli, la sala non viene minimamente illuminata da luce naturale.





1



2



7



8



3



4



9



10



5



6



11



12



13



14



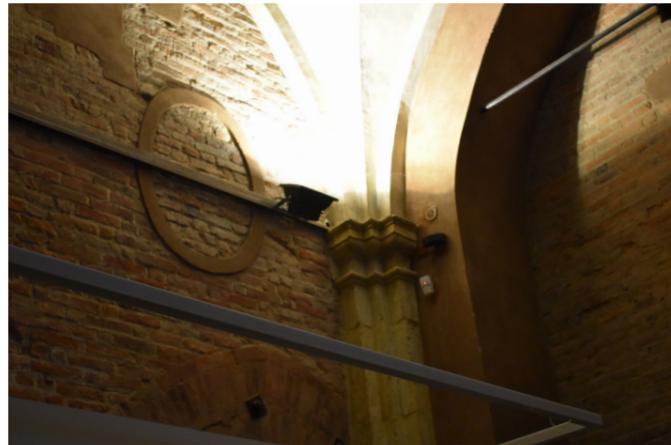
19



20



15



16



21



22



17



18



23



24



25



26



27



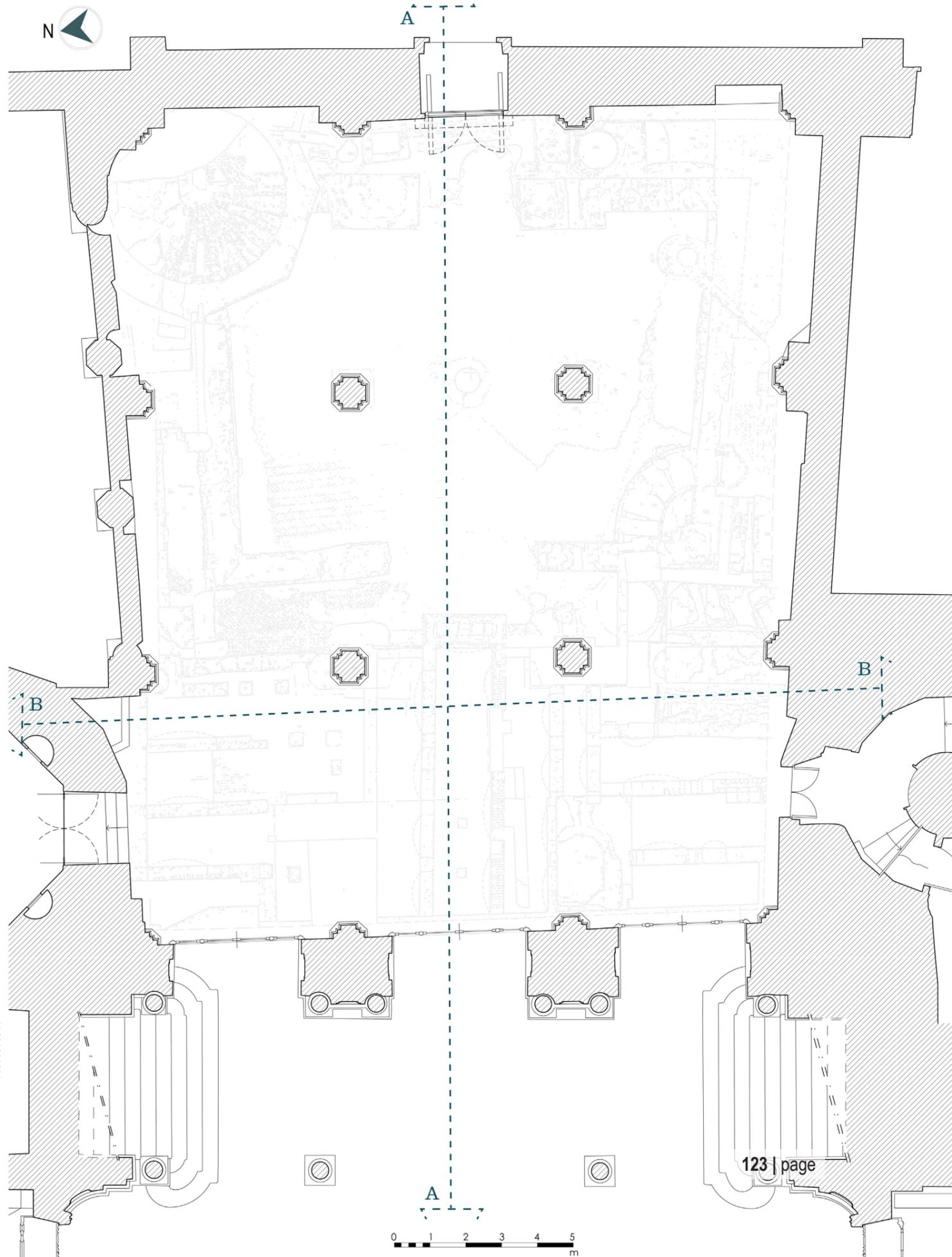
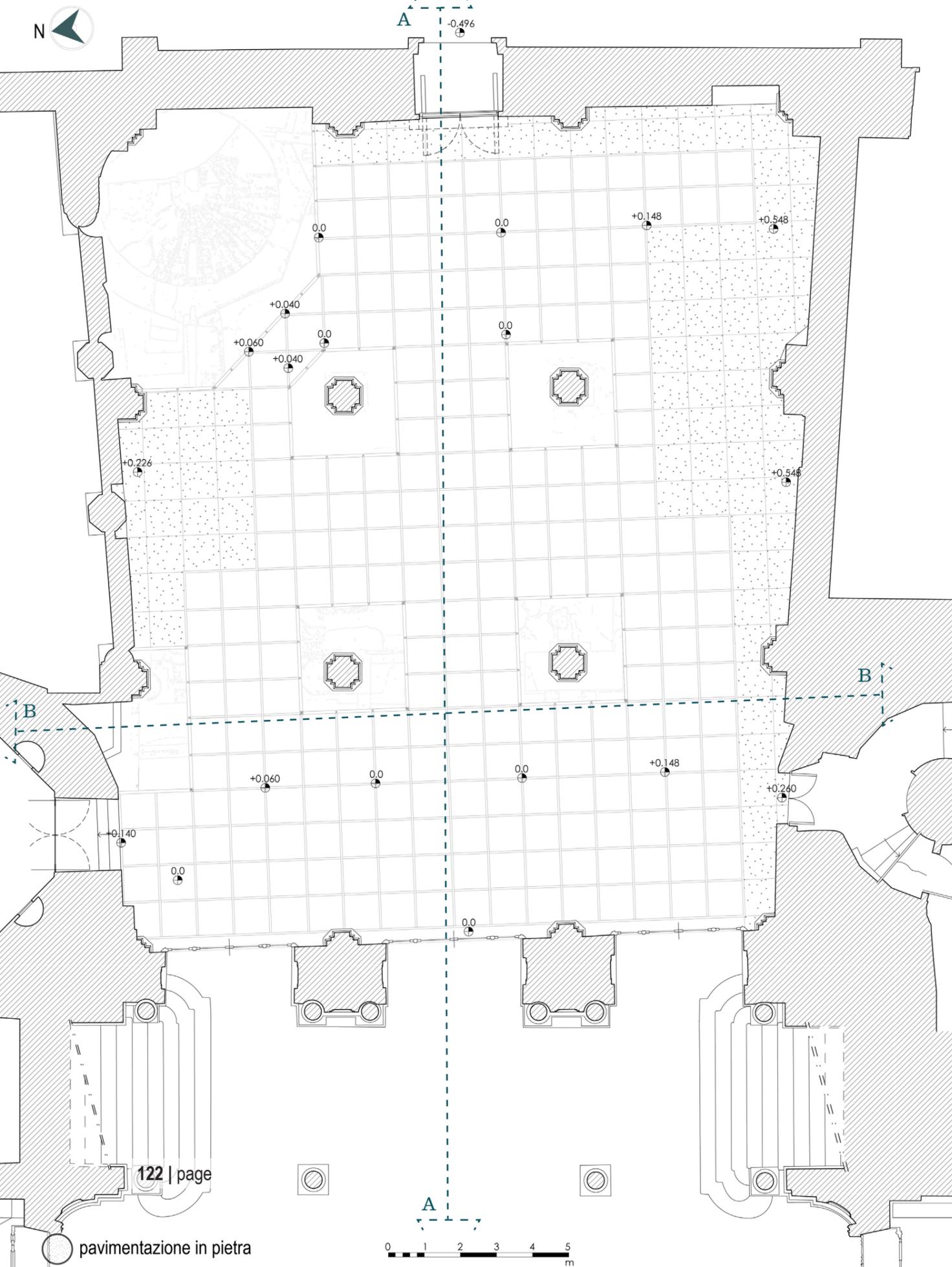
28

4.2.2 Rilievo architettonico

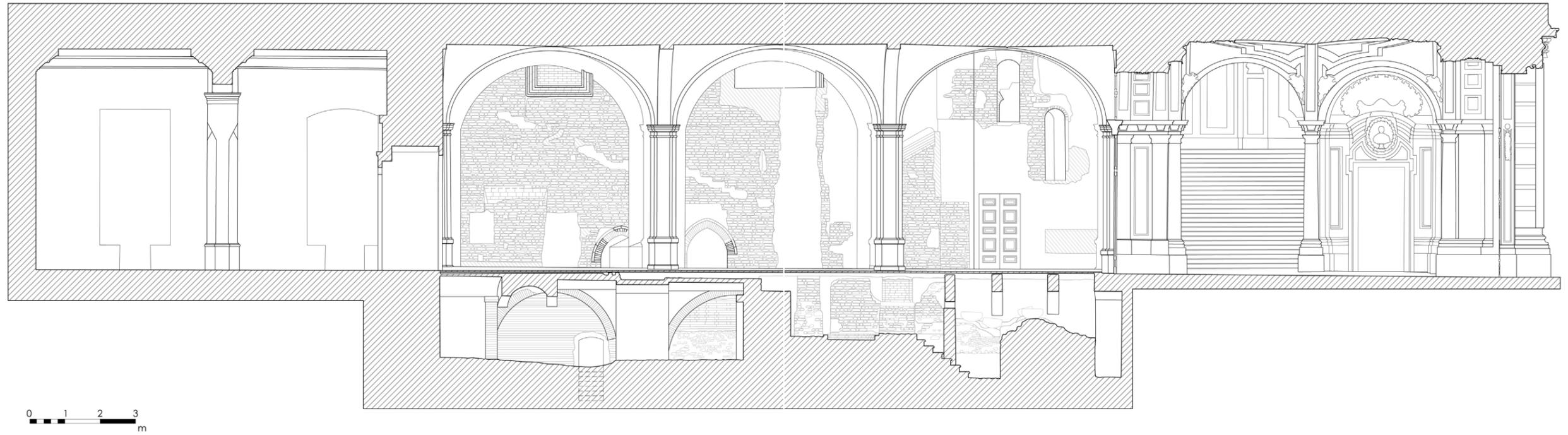
Punto di partenza per la stesura del metaprogetto è stata la realizzazione del rilievo architettonico, utilizzando come base i rilievi forniti nel Quaderno 2 "Il Rilievo Architettonico" di Palazzo Madama, Fondazione CRT, i quali a loro volta si basarono per la loro indagine sui rilievi di Giuseppe Carità e di Nefeli Poletti. Le rappresentazioni riguardano la planimetria della pavimentazione esistente in vetro e pietra, la planimetria dei percorsi archeologici e i quattro prospetti della Corte Antica. La planimetria della pavimentazione esistente rappresenta la struttura della passerella in vetro che protegge ma rende allo stesso tempo visibili i resti archeologici posti a quattro metri di altezza dal piano di calpestio. La passerella, in carpenteria metallica, poggia sulle mura di sostegno storiche progettate da D'Andrade per sostenere la precedente pavimentazione, oggi in parte conservate, senza però intaccarle dal punto di vista strutturale. La pavimentazione odierna è composta prevalentemente da piani di calpestio vetrati e in alcuni punti con minore rilevanza, sono stati installati dei piani di calpestio in pietra di Luserna (Vaudetti, Minucciani, Capena, 2013). La planimetria degli scavi archeologici mostra parti differenti come i blocchi di pietra usati come paracarri dei passi carrai, parte del piano stradale romano, una fistula acquaria in piombo, come testimonianza dell'antico sistema di condutture idriche, i resti della torre scalare elicoidale per l'accesso ai piani superiori, il viretum, e la pavimentazione in mattoni con disposizione a spina di pesce e ciottoli. I quattro prospetti invece mostrano nei minimi dettagli lo sviluppo edilizio e i cambi di destinazione d'uso che hanno interessato la corte tramite la presenza, per esempio, di sovrapposizioni di porte, finestre ed arcate lungo le pareti perimetrali. Ad esempio, lungo il Prospetto Nord, si può notare il portico tamponato, con all'interno delle tamponature delle finestre ad arco acuto a loro volta tamponate, sulle quali a loro volta sono sovrapposte altre aperture quadrate e oculi (Ibidem).



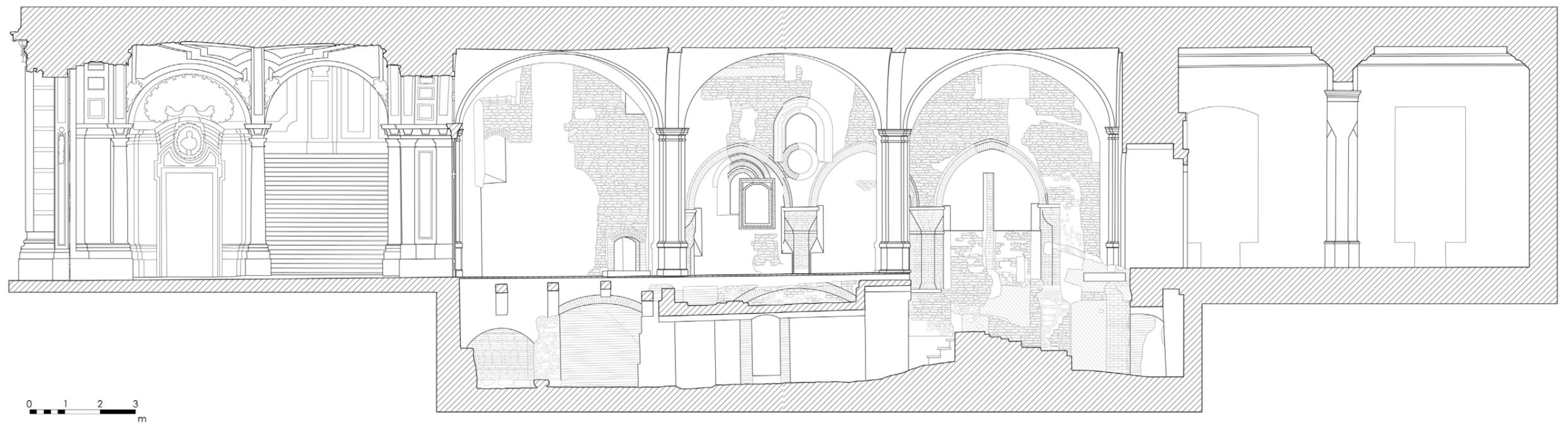
Figura 47-48-49 : Foto degli scavi archeologici dopo la riapertura della pavimentazione



SEZIONE A-A SUD



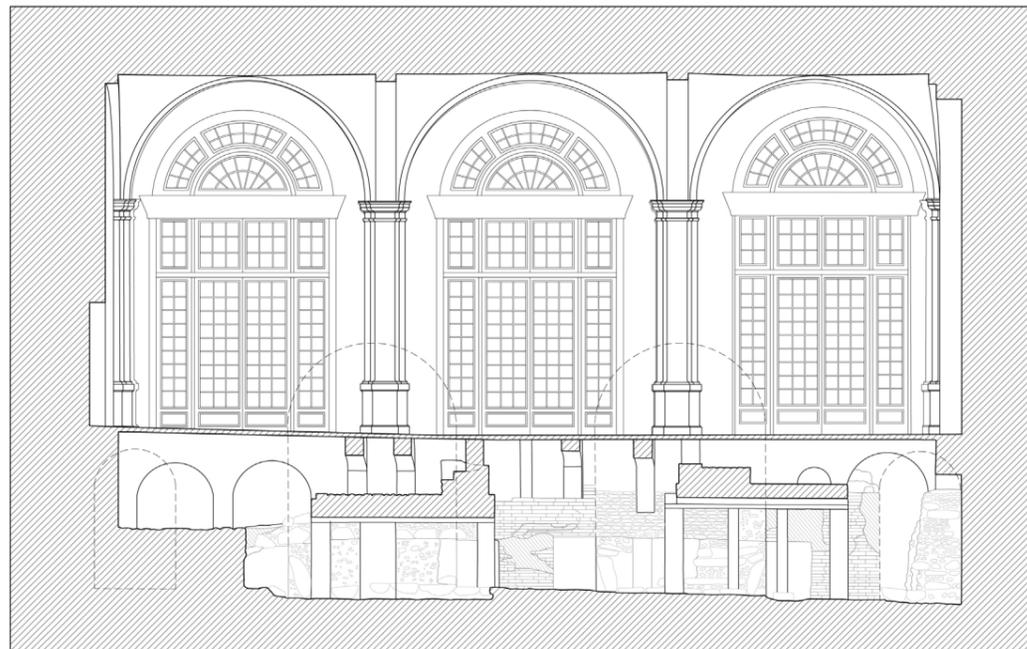
SEZIONE A-A NORD



SEZIONE B-B EST



SEZIONE B-B OVEST



4.2.3 Rilievo materico

Di fondamentale importanza l'analisi materica della sala: grazie al supporto di saggi stratigrafici realizzati da architetti come Giuseppe Dardanello e Giuseppe Carità, è stato possibile classificare le differenti stratigrafie in base ai periodi di evoluzione della Corte (Viano, Pagella, 2010). In questo contesto, essendo la radiazione luminosa in rapporto con il tipo di materiale che va ad illuminare, è stata compiuta un'analisi materica.

Dall'analisi è emerso che lo strato più antico, relativo al periodo romano, è costituito da materiale lapideo e laterizio. I successivi prevedono invece l'utilizzo di intonaco (il più antico relativo al periodo quattrocentesco e quello rosso-ocra relativo al restauro ottocentesco eseguito da D'Andrade) e in alcuni punti materiale metallico (catene di rinforzo) (Vaudetti, Minucciani Canepa, 2013). Dal punto di vista materico, perciò, essendo il materiale lapideo il più "insensibile", non ci sono dei limiti effettivi dal punto di vista dell'illuminamento. Di seguito è stata rappresentata una porzione della parete Nord della Corte medievale.



LEGENDA

- intonaco ottocentesco - rosso
- materiale lapideo
- intonaco ottocentesco - marrone
- laterizio

STATO DI FATTO



SOVRAPPOSIZIONI



Figura 50: Foto di una porzione della facciata Nord della corte



1

sovrapposizione di cornici con strato di intonaco rosso



2

spicchio di volta intonacata di rosso, intervento ottocentesco: tocco scenografico di una scialbatura di colore ocra rosso sui pilastri e sulle volte seicentesche

(Pagella, Viano, 2010)



3

intonacatura quasi parziale della parete



4

muratura in mattoni quattrocentesca

4.2.4 Analisi sugli scenari d'uso più recenti

La fase successiva è mirata all'analisi degli scenari d'uso più recenti che hanno interessato la Corte Medievale. Dalle ricerche è emerso che tale spazio è stato utilizzato per diverse tipologie di mostre temporanee, le quali prevedevano esposizione di diverse opere quali fotografie, quadri e sculture. In queste occasioni ogni mostra presentava una sua proposta di allestimento e venivano realizzati dei pannelli autoportanti sui quali venivano fissate fotografie, disegni e quadri. In altri casi sono state realizzate delle teche in vetro, le quali contenevano oggetti in ceramica, volumi, pagine di appunti su carta. In altri casi vi erano delle pedane le quali sorreggevano delle sculture in pietra o nel caso di mostre contemporanee, oggetti di vario tipo. Si denota quindi la flessibilità e la mutabilità che presenta lo spazio, in grado di ospitare allestimenti di vario genere. In ogni allestimento è stato integrato l'impianto illuminotecnico per ovvi motivi; quindi, alle strutture autoportanti venivano collegati dei binari elettrificati con proiettori annessi, in grado di illuminare l'opera dall'alto, con angolazione di circa 30°.

Dall'analisi però è emerso un uso differente oltre a quello descritto precedentemente: durante l'evento Eurovision Song Contest del 2022 è stato inaugurato il Media Centre "Casa Italia", dove la corte è divenuta punto di ritrovo per stampa, giornalisti e delegazioni, il cui obiettivo mirava alla promozione delle eccellenze del territorio sia torinese che piemontese alle delegazioni nazionali accreditate, tramite una serie di eventi dedicati al racconto della città e del Piemonte (Cafarelli, 2022).

Si evince quindi che la Corte Storica è stata utilizzata recentemente per diverse funzioni: ecco di seguito elencati gli allestimenti che sono stati proposti negli ultimi anni, al fine di poter analizzare le funzioni che svolgeva tale spazio, considerando tale ricerca come fase preliminare. Ogni allestimento proposto è rappresentato graficamente in planimetria, dove sono segnati in giallo i percorsi.

“ODISSEE. Diaspore, invasioni, migrazioni, viaggi e pellegrinaggi”, 2017

Questa mostra, a cura di Guido Curto (direttore di Palazzo Madama in quel periodo), la cui esposizione andava dal 16 Novembre 2017 fino al 19 Febbraio 2018, presentava l'esposizione di un centinaio di opere (dipinti, sculture, ceramiche antiche, reperti etnografici e archeologici, oreficerie longobarde e gotiche, metalli ageminati e miniature indiane, armi e armature, avori, libri antichi, strumenti scientifici e musicali, carte geografiche, vetri, argenti ebraici e tessuti) provenienti dalle raccolte del Palazzo e di vari musei presenti nel territorio. L'allestimento ed il percorso di visita era suddiviso in dodici "tappe", in ordine cronologico ma considerando anche i legami geopolitici, il tutto accompagnato da carte geografiche elaborate da Libreria Geografica (Sguardi su Torino, 2017).



Figura 51 : Foto dell'allestimento "Odissee"

“Steve McCurry. Leggere”, 2019

Grazie ad un’iniziativa della Fondazione Torino Musei e Civita, è stata allestita questa mostra, curata da Biba Giacchetti affiancata da Roberto Cotroneo (ed i suoi contributi letterari), svolta dal 9 Marzo 2019 fino al 1° luglio 2019, rappresentando il tema della lettura, un tema universale considerando che Torino è considerata la “capitale italiana della letteratura” grazie anche alla presenza del Salone Internazionale del Libro. È stata perciò elaborata una rassegna di circa 65 fotografie, scattate nell’arco di quarant’anni, che ritraggono diversi lettori sparsi nel mondo (Turchia, Africa, Stati Uniti, giusto per citarne alcuni) e la cui azione è stata catturata dal fotografo McCurry in una maniera egregia, regalando al visitatore la possibilità di viaggiare con la mente in mondi inesplorati, toccando con mano ricordi, sensazioni e pensieri degli “attori” ritratti. E’ presente un legame tra immagini e lettura (grazie alle didascalie curate appunto da Cotroneo, il quale ha optato per dei brani letterari che affiancassero le fotografie (Veglione, 2019)



Figura 52 : Foto dell’allestimento “M c C u r r y”

“Dalla Terra alla Luna”, 2019

La mostra “Dalla Terra alla Luna, l’arte in viaggio verso l’astro d’argento”, con l’esposizione che era stata aperta al pubblico dal 19 Luglio 2019 sino al 11 Novembre 2019, curata da Luca Beatrice e Marco Bazzini, era una raccolta di oltre sessanta opere in grado di raccontare l’influenza che ha avuto l’astro sugli artisti dall’800 fino alla seconda metà del ‘900. La Luna è il corpo celeste che più di ogni altro ha da sempre ispirato grandi avventure, esplorazioni fantastiche e letterarie, che vanno da Luciano di Samosata a Dante, da Ariosto a Leopardi, da Verne a Calvino. Nel 1865 esce il libro di Jules Verne, Dalla Terra alla Luna, che dà il titolo alla mostra. Da allora si sono diffusi libri, romanzi, fumetti, giocattoli e gadget che hanno come soggetto l’astro d’argento. Anche qui è scandito un percorso curato nei dettagli e con un proprio filo artistico cronologico: Arte dell’Ottocento, Avanguardie storiche, Movimento Spazialista e Pop Art. Sono state esposte opere di grandi artisti come De Gubernatis, Bagetti, e Carutti di Cantogno (pittori piemontesi), Marc Chagall, Max Ernst, Alexander Calder, Lucio Fontana, Robert Rauschenberg, Mario Schifano fino ad arrivare a Fausto Melotti (Milani, 2019).



Figura 53 : Foto dell’allestimento “Dalla Terra alla Luna”

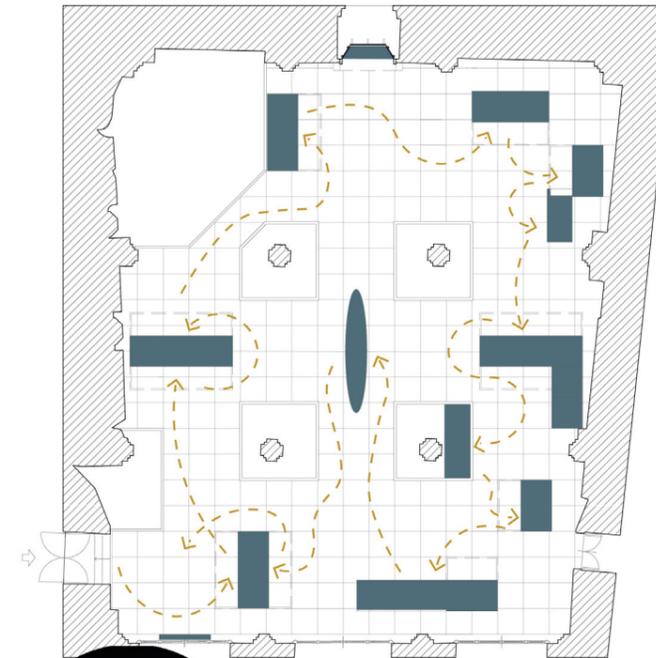
“Artissima”, 2020

Una delle esposizioni più recenti è quella di “Artissima Unplugged - Stasi Frenetica”, sviluppatasi in tre strutture differenti a Torino, in piena pandemia mondiale, la quale ha impedito inizialmente l’esposizione di tre rassegne, fortunatamente avvenute nel momento in cui l’Italia è divenuta zona gialla : nella Galleria Civica d’Arte Moderna e Contemporanea, nel Museo di Arte Orientale ed infine, non per ultimo d’importanza, Palazzo Madama, nelle quali vengono assemblate esposizioni fisiche e progetti digitali, creando un insieme di opere selezionate appositamente dalle gallerie di Artissima. Nella Corte Medievale sono state esposte circa trenta opere, delle gallerie più recenti (edizione 2018, edizione 2019 ed edizione 2020) e l’allestimento è stato curato da Ilaria Bonacossa (direttrice di Artissima) e Valerio del Baglivo, il tutto esposto in un periodo di tempo che andava dal 7 Novembre 2020 fino al 12 Febbraio 2021. Anche in questo caso si vuole esaltare lo spazio circostante, la cui storia si evince dalle stratificazioni ben visibili, che creano un effetto speciale (Tonetto, 2021).



Figura 54 : Foto dell’allestimento “Artissima”

Odissee - 2017

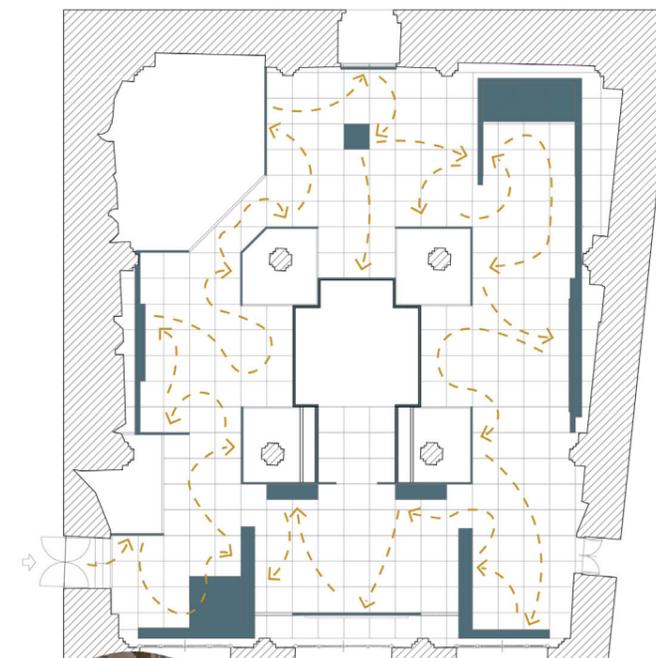


Steve McCurry - 2019

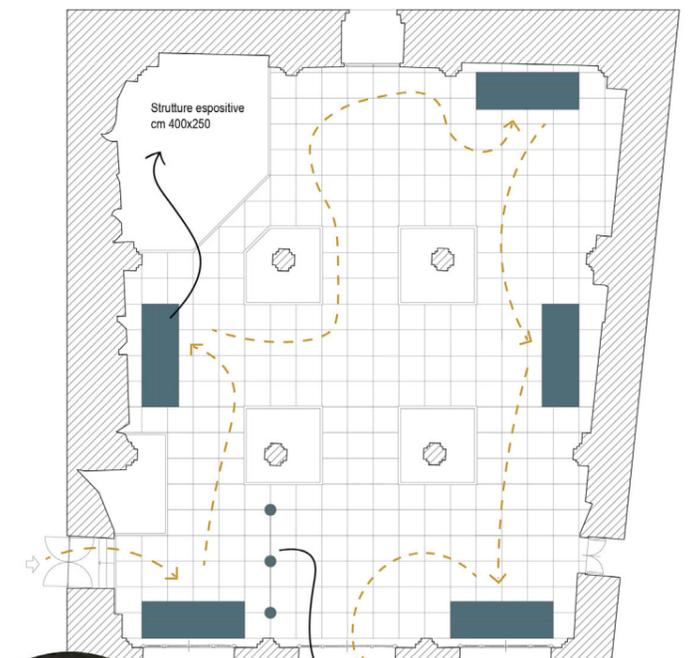


proiezione

Dalla terra alla luna - 2019



Artissima - 2020



Barriera percorso Tendiflex



4.2.5 Rilievo illuminotecnico

Dalle ricerche relative al sistema illuminotecnico presente oggi nella Corte Medievale, è stata fatta un'analisi su tre aspetti: il primo riguarda la tipologia di apparecchio presente nell'area, il secondo la funzionalità degli apparecchi presenti ed infine l'ultimo aspetto analizza la temperatura di colore.

Come si evince dal primo grafico, è presente prevalentemente la tipologia di faretto LED dicroico installato su binari elettrificati (23 apparecchi), seguito dalla tipologia ad incasso al pavimento (7 apparecchi), mentre a pari posto e in netta minoranza sono presenti sia la tipologia di faretto non funzionante che quella incassata alla parete (2 apparecchi per tipologia).

Nel secondo grafico si evince che in totale, tra il piano terra e l'area archeologica, sono presenti in totale 35 apparecchi e che di questi solo tre non sono funzionanti, e sono i due faretti posti sulla facciata Ovest su una delle tre grandi vetrate e uno dei 23 faretti LED posizionati sui binari lungo le travi della pavimentazione.

Infine, nel terzo ed ultimo grafico viene analizzata la tonalità di colore presente nella sala: è presente soprattutto una luce di tipo bianco - neutro e solo una piccola parte di luce bianco - calda, dovuta alla radiazione emessa dai due apparecchi posizionati lungo la parete verticale sul lato Est.

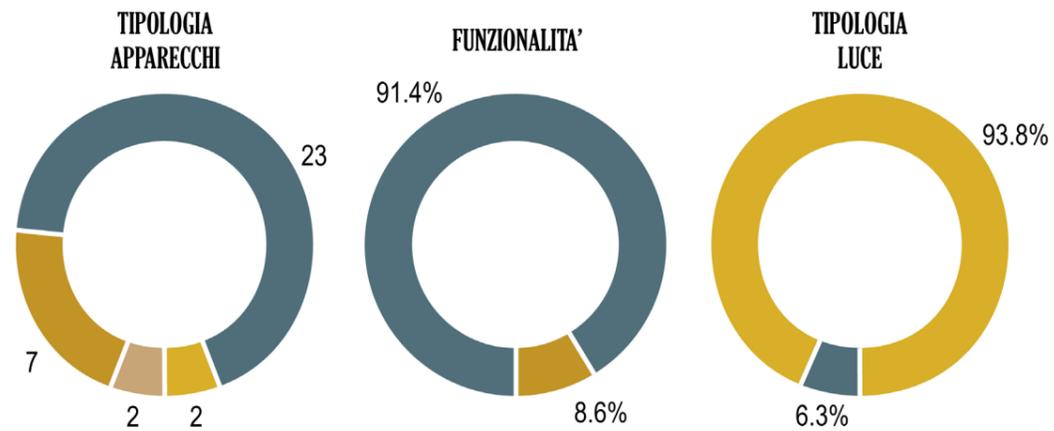
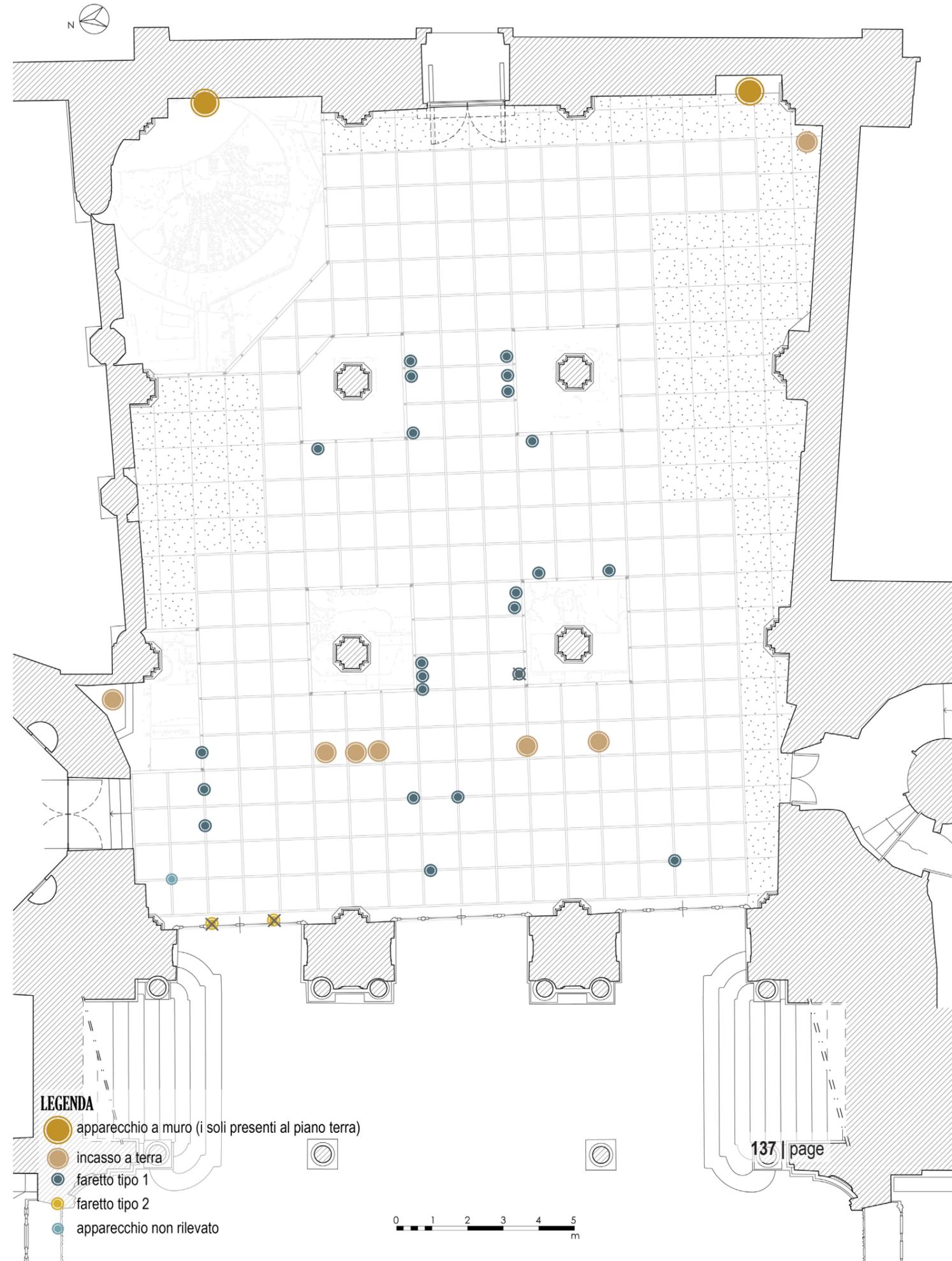


Figura 55: Grafici sulle condizioni illuminotecniche della corte - rielaborazione grafica a cura dell'autrice

- FARETTO TIPO 1
- INCASSATO A TERRA
- INCASSATO A PARETE
- FARETTO TIPO 2
- APPARECCHI FUNZIONANTI (32)
- APPARECCHI NON FUNZIONANTI (3)
- LUCE BIANCO - CALDA (2)
- LUCE BIANCO - NEUTRA (30)





Apparecchio a parete
Sorgente ad incandescenza - alogene
Illuminazione museale
Tonalità di colore bianco - caldo
Numero apparecchi: 2
In funzione
Finalità: illuminazione delle volte



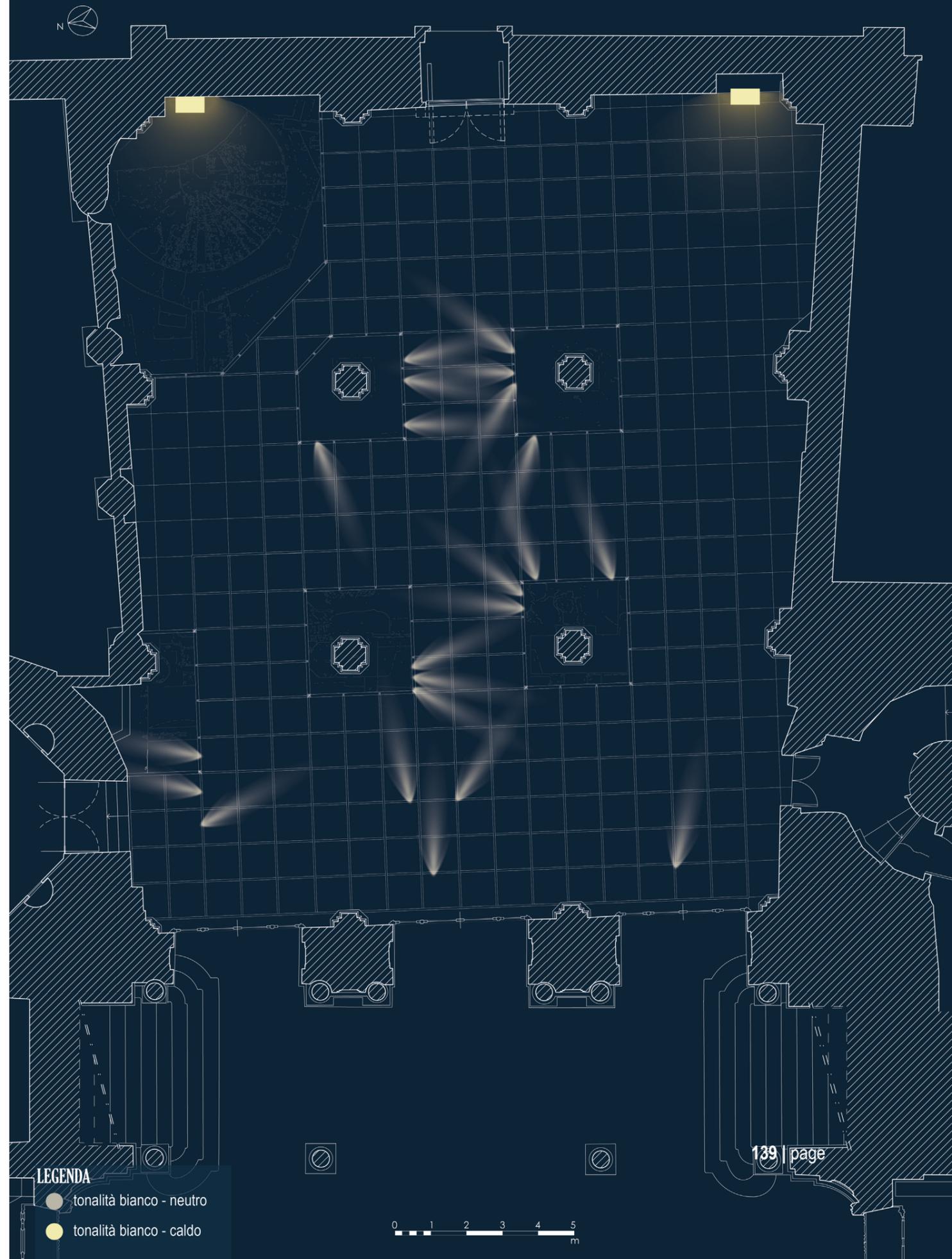
Apparecchio incassato al pavimento
Sorgente ad incandescenza - alogene
Illuminazione museale
Tonalità di colore bianco - neutro
Numero apparecchi: 7
In funzione
Finalità: illuminazione del percorso dello scavo archeologico



Faretto
Sorgente a LED
Illuminazione museale
Tonalità di colore bianco - neutro
Numero apparecchi: 23
In funzione (eccetto 1)
Finalità: illuminazione del percorso dello scavo archeologico



Faretto
Sorgente sconosciuta
Illuminazione museale
Tonalità sconosciuta
Numero apparecchi: 2
Non in funzione
Finalità: illuminazione delle volte



4.2.6 Rilievo dell'impianto elettrico

In parallelo, oltre al rilevamento degli apparecchi illuminotecnici presenti in situ (sia gli apparecchi presenti al piano terra che quelli che illuminano il piano dello scavo archeologico) e la conseguente analisi (tipologia degli apparecchi, funzionamento e tipologia di temperatura colore), è stata svolta un'analisi relativa alla componente impiantistica che caratterizza la corte. Dal rilievo impiantistico emerge che sono due i quadri elettrici che alimentano gli apparecchi esistenti all'interno della corte, entrambi situati al piano interrato: uno è denominato QS2-B1 e alimenta tutti gli incassi a pavimento presenti nello scavo archeologico, i faretti dei binari elettrificati che scorrono lungo le travi della pavimentazione, uno dei due apparecchi incassati sulla parete Est (lato destro) e i fari che illuminano lo scalone juvarriano (sempre sul lato destro) mentre il quadro denominato QCNB fornisce energia al secondo apparecchio incassato su parete Est e ai fari che illuminano lo scalone (sul lato sinistro). Per via dei vincoli a cui il bene è legato, l'impianto elettrico si dirama lungo la struttura della pavimentazione, considerando che le mura, le volte e tutto ciò che sia vincolato e tutelato dalla Soprintendenza non può essere modificato. Lo schema sottostante illustra i possibili punti allaccio al sistema elettrico esistente, i cui cavi scorrendo lungo gli attuali binari elettrificati, possano raggiungere, risalendo i quattro pilastri centrali, fino al cornicione degli stessi pilastri.

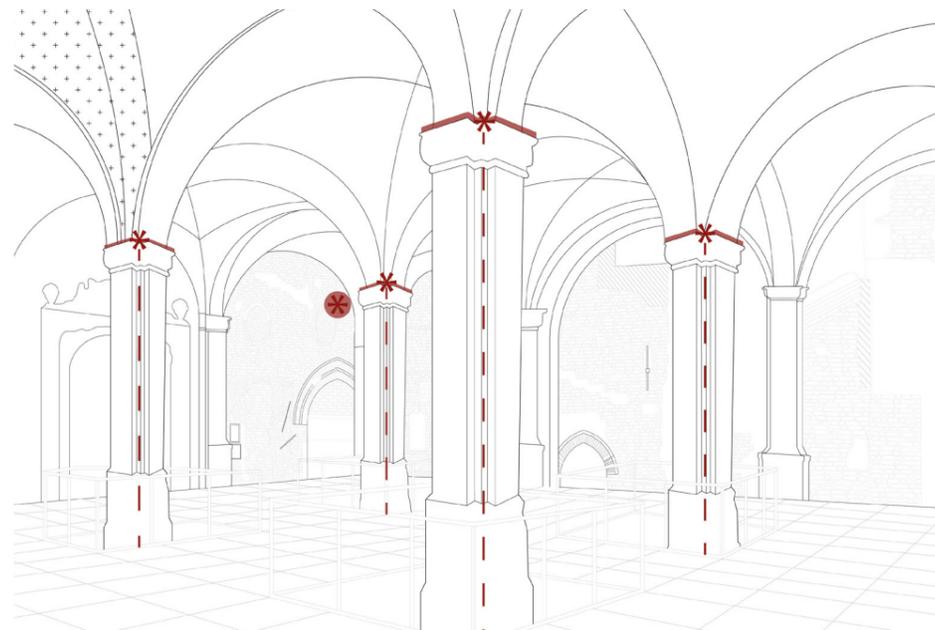
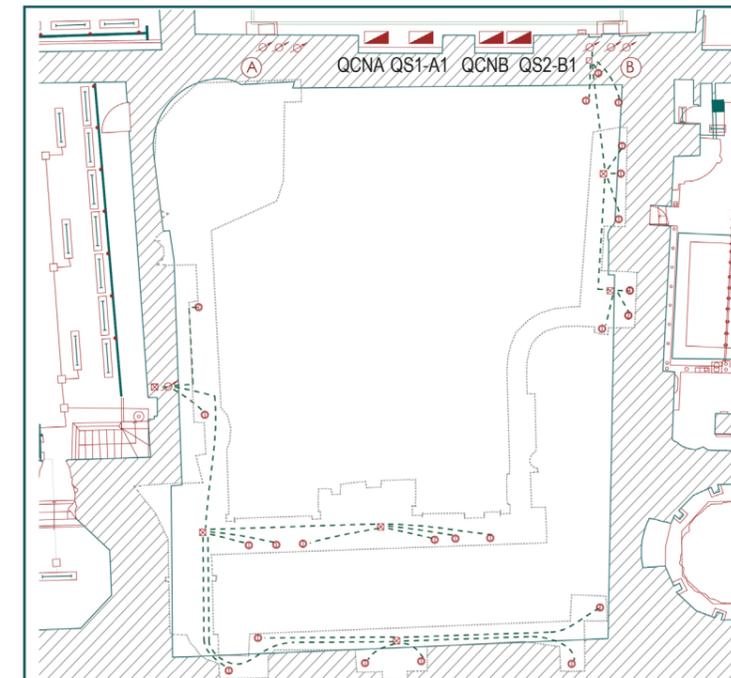
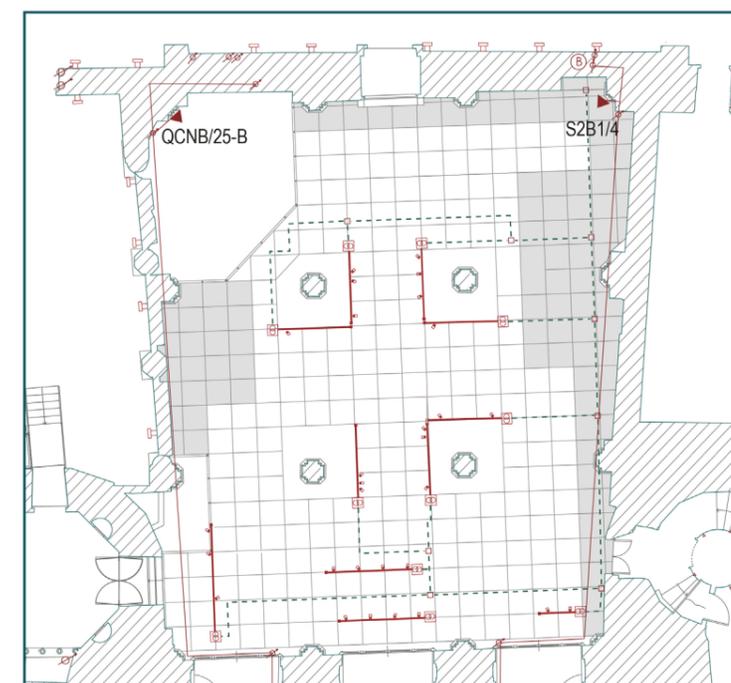


Figura 56 : Assonometria dei possibili punti di aggancio per il nuovo impianto progettuale

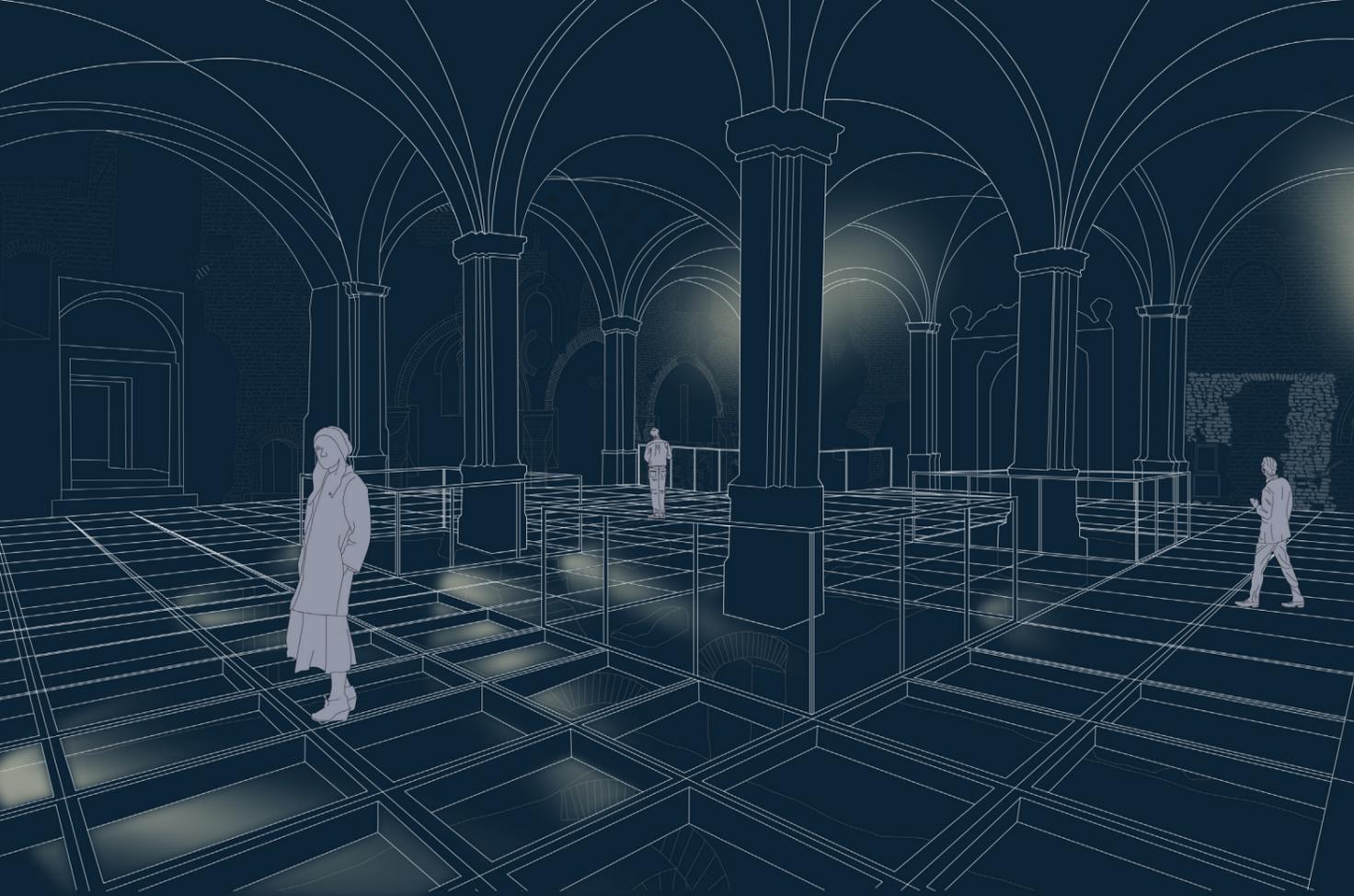
IMPIANTO ESISTENTE PIANO INTERRATO



IMPIANTO ESISTENTE PIANO TERRA



- LEGENDA DEI SIMBOLI**
- plafoniera stagna 58 W 
 - incassato a pavimento 
 - asimmetrico alogeno 50 W 
 - lampada ad incandescenza 100 W 
 - cavo FG7 4x1,5t 
 - quadro elettrico 
 - binario elettrificato con faretto 



4.2.7 Considerazioni finali

Da questa fase di analisi conoscitiva ed analitica sono emersi diversi punti: la sala ha una forte caratterizzazione storica ma non viene comunicata in quanto attualmente non rientra all'interno del percorso museale di Palazzo Madama, ma svolge solo funzione di "contenitore" per mostre temporanee ed eventi.

Dal punto di vista illuminotecnico la fabbrica medievale risulta la più difficoltosa proprio in funzione dei vincoli sopra elencati, rendendo la predisposizione impiantistica molto complessa: si evince la mancanza di un impianto funzionale, il quale potrebbe dare un nuovo volto alla corte. I vincoli della Soprintendenza, il suo impianto rigido sono i più grandi ostacoli.

Allo stato attuale, all'interno della corte sono presenti solo due proiettori lungo la facciata Est che illuminano in maniera disomogenea il soffitto voltato e una serie di faretti posti su binari elettrificati che seguono la scansione delle travi del pavimento, che invece vanno ad illuminare lo scavo archeologico. Lo scavo però presenta in alcuni punti un'illuminazione eccessivamente puntuale che crea delle vere e proprie macchie di luce lungo i parametri murari.

4.3 Obiettivi, esigenze e requisiti

Giunti a questo momento della fase progettuale, dopo aver analizzato da ogni punto di vista la Corte Medievale, è indispensabile procedere con la realizzazione di un altro tipo di analisi: l'analisi S.W.O.T. Questo strumento di pianificazione racchiude in una semplice matrice diversi punti quali i punti di forza (Strengths), i punti di debolezza (Weaknesses), le opportunità (Opportunities) e le minacce (Threats) legate alla stesura del progetto, schematizzati nel grafico della pagina successiva.

Da questa analisi sono emersi che la maggior parte dei punti forti della corte sono legati alla sua complessa stratigrafia che racconta la storia dell'intero edificio, partendo dal periodo romano. Inoltre, per via della sua importanza storica, è uno spazio completamente "libero" e di conseguenza in grado di trasformarsi in uno spazio flessibile e versatile. Ultimo ma non meno importante è il fatto che la corte risulti una vera e propria cerniera tra la città (Piazza Castello) il cui primo affaccio è rivolto allo scalone di Juvarra e Palazzo Madama stesso. Oltre ai punti di forza, sono emersi anche molti punti di debolezza, sempre legati alla sua peculiarità di racchiudere gran parte della storia del palazzo. Per motivi legati alla conservazione e alla tutela, dettati dalla Soprintendenza, l'intera corte risulta avere un impianto rigido, con accessi limitati e soprattutto limitatezza dal punto di vista impiantistico, essendo la maggior parte delle superfici (verticali, orizzontali) protette. Di conseguenza risulta anche difficoltosa la comunicazione della storia che i palinsesti murari e gli scavi archeologici possono raccontare.

Successivamente sono emerse quelle che possono essere le opportunità che possono scaturire dal progetto legato alla corte: grazie ad un buon progetto la corte avrebbe modo di comunicare ciò che racchiude al suo interno ed il visitatore potrebbe comprendere appieno il percorso storico che l'intero palazzo ha attraversato. Inoltre, si potrebbe agire modificando il percorso museale, inserendo la corte all'interno del percorso normale e dando spazio per nuovi usi, i quali possono variare grazie alla sua flessibilità, dettata negli anni. Le opportunità sono comunque affiancate da ipotetiche minacce che riguardano l'impiantistica (posizionamento errato degli apparecchi di luce e comunicazione non efficace) con la possibilità di compromettere lo sviluppo di processi sugli usi dello spazio.

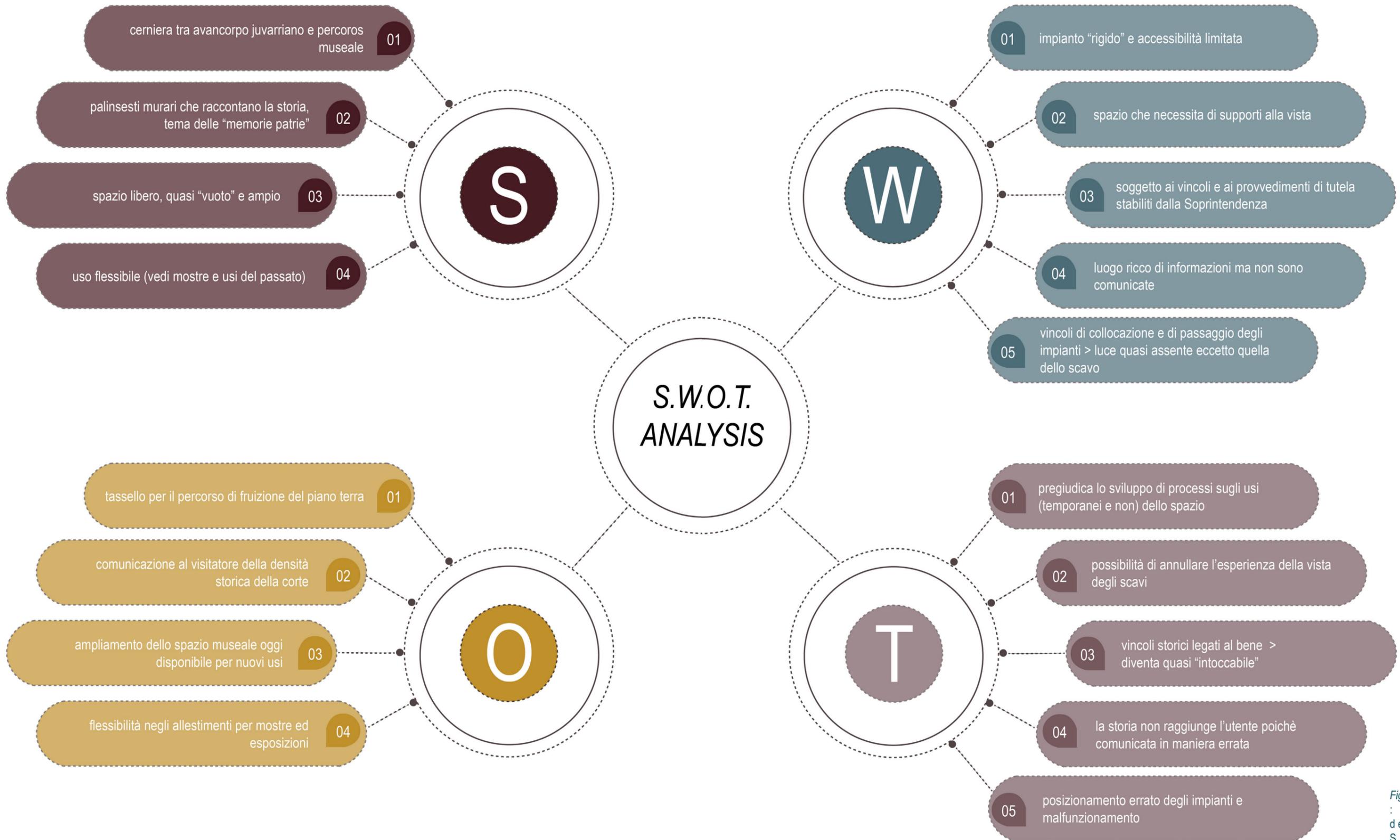


Figura 57
: Schema dell'analisi S.W.O.T.

Successivamente, dopo aver realizzato l'analisi S.W.O.T., sono stati definiti gli obiettivi ai quali dovrebbe rispondere il progetto illuminotecnico. Tali obiettivi sono associati a quattro macrogruppi: valorizzazione, funzionalità, sostenibilità e tutela.

Per ognuno di questi gruppi sono stati quindi definiti obiettivi differenti: dal punto di vista della valorizzazione si pone l'obiettivo di progettare un sistema coerente con il contesto nel quale dev'essere inserito, per garantire a sua volta la comunicazione delle memorie patrie e assicurare la conservazione del bene, che sia l'involucro stesso che le opere che può contenere, affinché il sistema non diventi fonte di degrado; dal punto di vista della sostenibilità è presente l'obiettivo relativo alla possibilità di progettare un sistema flessibile e versatile, che possa mirare al risparmio energetico ed economico, sia in termini di gestione che di manutenzione, ponendo attenzione alla riduzione della domanda energetica e dei consumi; dal punto di vista della funzionalità, l'obiettivo è quello di assicurare la fruizione dello spazio in base alle attività che si dovrebbero svolgere in quel luogo, garantendo all'utenza un buon comfort visivo, il benessere e che vengano svolti i compiti visivi necessari.

Per ottenere il raggiungimento degli obiettivi sopra elencati, il progetto illuminotecnico dev'essere in grado di rispondere ad un insieme complesso di esigenze (Pellegrino A, 2019), non solo legate all'utenza in visita al museo ma anche relative allo spazio stesso e ciò che può contenere al suo interno (le collezioni, per esempio, e la loro conservazione), senza dimenticare le esigenze di natura sostenibile. Le esigenze sono differenti e vengono elencate nella pagina successiva.

Infine, vengono definiti i requisiti illuminotecnici, i quali hanno il compito di soddisfare le esigenze e rispondere adeguatamente ai compiti visivi richiesti per una determinata funzione. I requisiti devono tenere in considerazione le normative tecniche e vari atti/ linee guida, senza tralasciare la componente relativa all'efficienza energetica. I requisiti, insieme alle esigenze e agli obiettivi, sono elencati nella pagina successiva.

OBIETTIVI

- Fruizione dello spazio in base alla funzione da svolgere
- Garantire un buon comfort visivo per chi vive il luogo
- Garantire un sistema "coerente" con il contesto > comunicazione delle memorie > VALORIZZAZIONE
- Assicurare che il sistema non sia fonte di degrado sia dello spazio in sé, sia per quello che potrebbe contenere
- Assicurare la durabilità nel tempo, conservazione del bene, valorizzazione dell'involucro e dei beni esposti
- Progettare un sistema flessibile, efficiente, moderno > chiave sostenibilità
- Assicurare un sistema pratico e sicuro nel suo utilizzo

ESIGENZE

- Garantire sicurezza e possibilità di percepire gli ostacoli
- Garantire una buona lettura di ciò che si osserva
- Garantire un livello di illuminamento adatto all'uso e una buona resa cromatica
- Evitare contrasti eccessivi, abbagliamento, ombre (uso di sorgenti con schermature, anche per la luce naturale)
- Evitare il degrado limitando l'esposizione alle sorgenti luminose
- Garantire armonia dell'illuminazione in base al contesto (piacevolezza estetica)
- Garantire un sistema versatile a fronte del controllo di gestione e consumi energetici

REQUISITI

- Gerarchie di illuminazione (luce uniforme, luce non uniforme)
- Buona resa cromatica e tonalità della luce
- Range di illuminamento di base per la sicurezza e range di illuminamento in caso di esposizione di opere
- Flessibilità e versatilità dell'impianto
- Direzionalità della luce

Infine, dopo aver definito gli obiettivi di progetto, le esigenze e i requisiti illuminotecnici, è stato redatto un quadro esigenziale riferito al progetto di illuminazione della Corte Medievale.

Dopo aver analizzato la situazione attuale, sono state ipotizzate delle possibili attività da poter svolgere all'interno della corte e alla quale il progetto illuminotecnico debba rispondere, di seguito elencate:

- uso dello spazio per consentire la visita del museo stesso
- uso dello spazio per l'allestimento di mostre ed esposizioni temporanee
- uso dello spazio adibito per eventi e conferenze
- uso dello spazio per garantire la manutenzione e la gestione del sistema illuminotecnico
- uso dello spazio per garantire l'illuminazione di sicurezza

Successivamente sono stati definiti i tipi di utenti (che variano in base alla funzione specifica), seguiti dalle esigenze, le scelte progettuali che possono adottare, la normativa alla quale far riferimento ed infine in termini tecnico-scientifici, i requisiti illuminotecnici ai quali l'impianto da progetto debba rispondere.

ATTIVITA'	UTENZA	ESIGENZE	SCELTE PROGETTUALI	NORMATIVA	REQUISITI ILLUMINOTECNICI
VISITA DEL MUSEO STESSO	visitatori cittadini scuole famiglie turisti	<i>impianto corte</i> valorizzazione dell'architettura percezione visiva delle caratteristiche storico-architettoniche realizzazione di un ambiente scenografico suggestivo percezione degli ostacoli suscitare curiosità	<i>impianto corte</i> scenografia limitata e che si ripete nel tempo con, in successione: illuminazione generale delle volte, illuminazione d'accento su palinsesti murari, illuminazione sugli scavi, luce dell'insieme	UNI EN 12464-1:2021 Illuminazione dei posti di lavoro all'interno	$E_m = -$ $U_o = -$ $Ra = 80$
MOSTRE ESPOSIZIONI	visitatori cittadini scuole famiglie turisti operatori del museo	<i>impianto corte</i> percezione degli ostacoli definizione dello spazio percezione visiva delle caratteristiche storico-architettoniche	<i>impianto corte</i> illuminazione generale, d'ambiente illuminazione puntuale per determinati oggetti	UNI EN 12464-1:2021 Illuminazione dei posti di lavoro all'interno	$E_m = -$ $U_o = -$ $Ra = 80$
		lettura delle opere esposte elevata resa cromatica evitare abbagliamento buon contrasto oggetto-sfondo <i>impianto allestimento</i>	illuminazione puntuale per le opere in mostra <i>impianto allestimento</i>	UNI 10829:1999 Beni di interesse storico e artistico	$E_m = 150 \text{ lx}$ $UV = 75$ $LO_{max} = 0,5$ Mluxh/anno
EVENTI CONFERENZE	operatori del museo personale addetto agli eventi partecipanti	<i>impianto corte</i> percezione degli ostacoli definizione dello spazio riconoscimento facciale	<i>impianto corte</i> illuminazione generale, d'ambiente	UNI EN 12464-1:2021 Illuminazione dei posti di lavoro all'interno	$E_m = -$ $U_o = -$ $Ra = 80$
		riconoscimento dell'oratore <i>impianto allestimento</i>	illuminazione puntuale per l'oratore <i>impianto allestimento</i>	UNI EN 12464-1:2021 Illuminazione dei posti di lavoro all'interno	$E_m = -$ $U_o = -$ $Ra = 80$
MANUTENZIONE GESTIONE	personale addetto alla gestione degli impianti	<i>impianto corte</i> funzionalità dell'impianto illuminazione versatile e flessibile controllo dei consumi energetici controllo da remoto assicurare	<i>impianto corte</i> impianto flessibile e versatile, adatto per ogni tipo di uso, che miri al risparmio energetico in termini di manutenzione e gestione (apparecchi dimmerabili, accensioni temporizzate, tecnologie a basso impatto energetico, conformità con le normative, sicurezza nell'utilizzo)		
ILLUMINAZIONE DI SICUREZZA	personale addetto visitatori	<i>impianto corte</i> buona visibilità dei punti di uscita buona visibilità degli ostacoli	rendere facilmente intuibili i punti di fuga garantire l'illuminazione di base	UNI EN 1838:2013 Illuminazione di emergenza	$E_m \geq 5 \text{ lx}$

4.4 Concept di progetto

Una volta determinati quelli che sono gli obiettivi, le esigenze e i requisiti illuminotecnici, è possibile definire il concept di progetto, il quale fornisce dal punto di vista grafico (tramite l'ausilio di schizzi, annotazioni e grafici) le prime idee scaturite dal punto di vista illuminotecnico.

Da questo tipo di approccio scaturiscono diverse idee relative ai tipi di illuminazione che possono rispondere alle attività che sono state idealizzate per il progetto della corte.

Si determinano quindi tre possibili strategie quali: l'illuminazione dello spazio come museo di se stesso, visibile al pubblico, l'illuminazione dello spazio come contenitore di allestimenti, esposizioni e mostre temporanee ed infine l'illuminazione dello spazio per consentire lo svolgimento di eventi e conferenze.

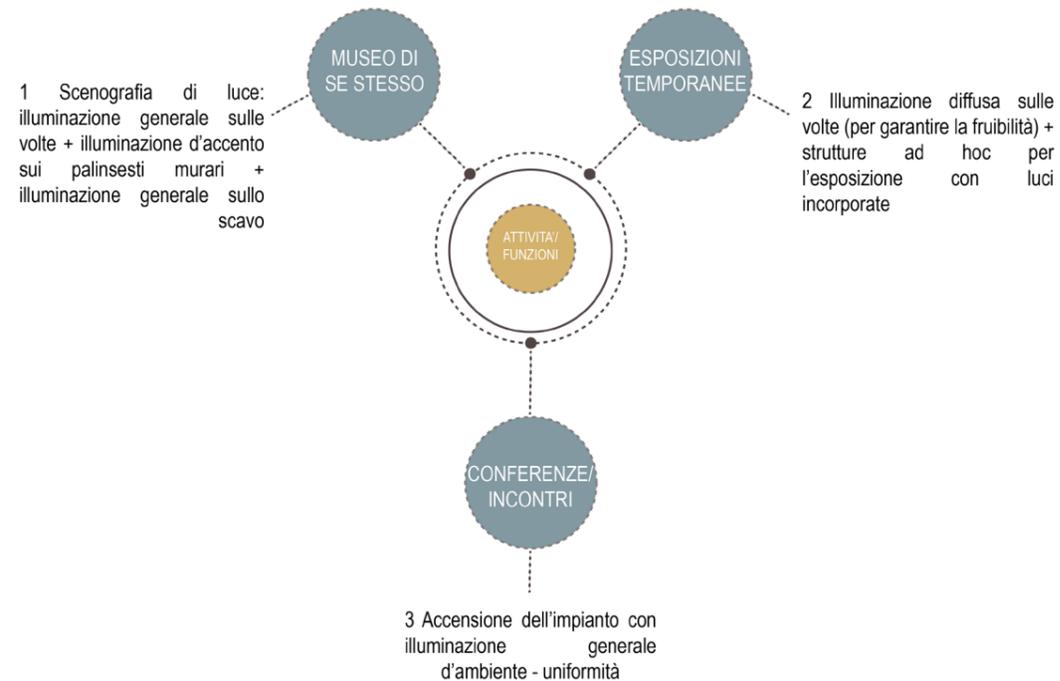
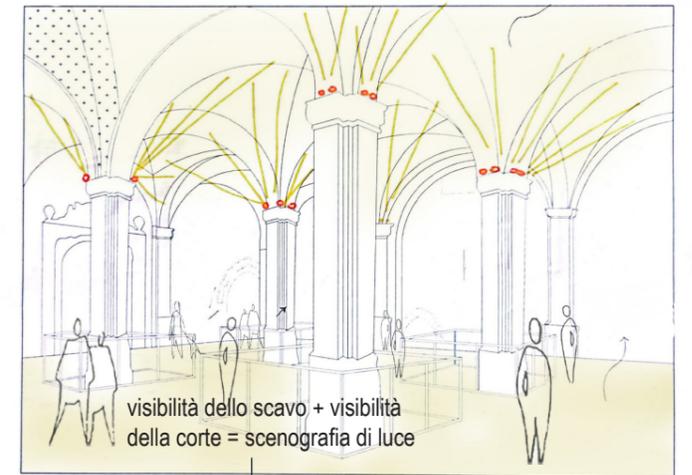


Figura 58 : Schema sulle possibili funzioni da svolgere all'interno della corte

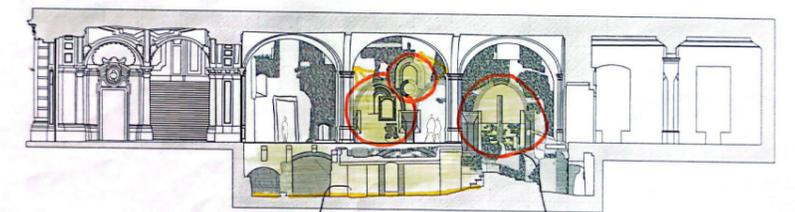
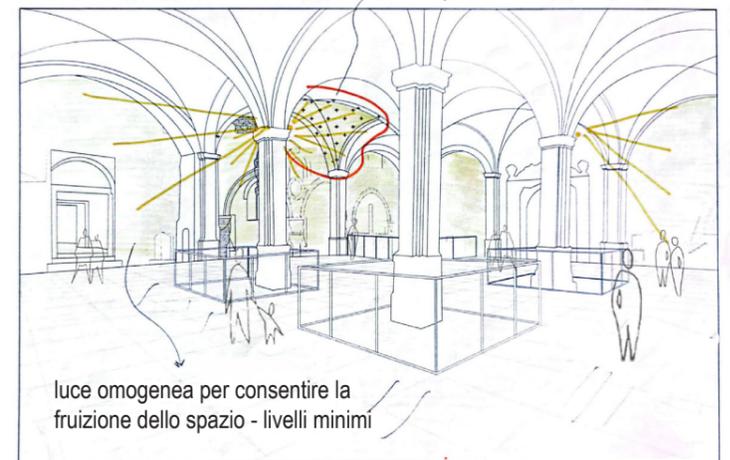


illuminazione delle volte variabile > dimmerazione degli apparecchi per luce più o meno intensa a seconda dell'uso dello spazio



valorizzazione del luogo

luce d'accento per illuminare i palinsesti murari



sostituzione dei proiettori esistenti (direzione errata e alcuni ormai obsoleti) per valorizzare i resti archeologici

luce d'accento per i palinsesti murari

Figura 59 : Concept di progetto - schizzi

4.5 Proposta di scenari futuri

Considerando le differenti destinazioni d'uso che ha adottato nel corso dei secoli (da porta d'ingresso delle mura romane, a cortile del castello medievale, a spazio destinato all'ampliamento degli appartamenti reali fino all'inserimento del sistema del museo voluto da Vittorio Viale), adattandosi alle diverse funzioni in maniera "camaleontica", la corte è un ambiente che ha un linguaggio tutto proprio. Tutte le diverse fasi evolutive sono chiaramente scandite dalle stratigrafie presenti nella corte, emerse con lo scavo di Alfredo D'Andrade del 1884, dal quale è emersa la presenza di un'antica porta di accesso alla città romana, risalente al I secolo, la Porta Decumana, come rappresentanza delle sue origini romane (era la porta d'ingresso orientale e poco oltre verso sud, è presente la Porta Fibellona, datata XIII secolo, dove gli storici la indicarono come punto di accesso secondario una volta chiusa la prima porta), la pavimentazione medievale, l'impianto trecentesco relativo al porticato (interventi avvenuti sotto il regno di Filippo e Ludovico D'Acaia tra il 1330 e il 1410) fino ad arrivare alla copertura richiesta da Cristina di Francia per ottenere il grande salone (oggi Salone del Senato) al primo piano per ricavare uno spazio di rappresentanza. Per quanto riguarda la Corte Medievale, si scelse di lasciare a vista lo scavo archeologico e scrostare l'intonaco più recente, per far riemergere l'intonaco originale come testimonianza più antica, fatta eccezione per una porzione di volta a crociera sulla quale è rimasto l'intonaco ocrorosso (derivato dall'intervento di D'Andrade in stile medievale) (Vaudetti, Minuccia, Capena, 2013). Poiché la Corte Medievale appare oggi come uno spazio "nuovo" da gestire, considerando l'esigenza di ricoprire un vero ruolo, si possono sviluppare diverse strategie d'intervento, le quali possono correre su binari comuni ma allo stesso tempo dare visioni completamente diverse. Dal punto di vista impiantistico si è molto limitati, motivo per cui la proposta progettuale indica la possibilità di realizzare un impianto fisso ma allo stesso tempo flessibile e versatile.

Si ipotizza quindi l'installazione di apparecchi sopra i capitelli dei quattro pilastri centrali, limitando il posizionamento delle sorgenti luminose al centro, lasciando intoccate le mura (per ovvi motivi) e scegliendo di non riutilizzare i due attacchi localizzati alla parete Est (se non per installazione di apparecchi luminosi

di emergenza). Si pensa ad un impianto costituito da proiettori con un fascio più stretto (distribuzione spot, puntuale, per la luce d'accento) alternati con wallwasher per creare un'illuminazione diffusa ed omogenea.

Per quanto riguarda l'illuminazione dello scavo invece, si mantiene la metodologia dell'illuminazione puntuale con faretti spot, posti sui binari elettrificati, prevedendo la sostituzione degli attuali in quanto obsoleti e alcuni addirittura non funzionanti. Inoltre, viene modificato l'assetto attuale prevedendo l'eliminazione degli incassi a terra, poco funzionali.

La possibilità di un sistema a binari elettrificati sarebbe contemplabile ma poiché si desidera avere uno spazio mutevole per i diversi scenari, con il sistema sopra citato è possibile rispondere a quasi tutte le attività ipotizzate da progetto fatta eccezione per la modalità "esposizioni temporanee": tale impostazione prevede un sistema illuminotecnico più dettagliato e poiché si ribadisce il concetto di ottenere un'area adibita a diversi usi, quello della mostra non può essere soddisfatto, se non fatta eccezione per esposizione di alcuni oggetti appartenenti alla mostra temporanea, i quali potrebbero sfruttare l'utilizzo dei proiettori spot dell'impianto ipotizzato da progetto. Il cambio degli apparecchi, i diversi posizionamenti in base alla diversa mostra andrebbero ad impattare significativamente dal punto di vista economico sui costi di gestione e manutenzione.

La scelta progettuale, quindi, indica il sistema fisso per ottenere luce diffusa e d'ambiente, alternata ad una luce più omogenea e forte. Tale procedura è resa possibile con dispositivi dimmerabili, i quali consentono la modulazione di potenza di carico della fonte, andando a regolare l'intensità, tramite comandi diretti e possibilmente anche a distanza. Sono oggi presenti controlli più specifici come il controllo DALI, il quale garantisce la gestione dell'accensione e dello spegnimento di singoli apparecchi o gruppi di essi e la stessa dimmerazione. Si possono adottare politiche espositive come l'accensione solo in presenza di visitatori (riduzione dell'esposizione luminosa, gratificante sia dal punto di vista della conservazione che per il tema di economicità di gestione). Di seguito verranno elencate le possibili strategie:

STRATEGIA 1 – MUSEO DI SE STESSO

In quanto luogo che racchiude un grande pezzo di storia torinese, ogni centimetro di quest'area (dalle pareti perimetrali, le volte, fino agli scavi interrati) racconta da sé la sua storia. La sala ha una identità così caratteristica che anche lasciata spoglia, avrebbe il suo senso di esistere. L'idea di questa strategia è quello di inserire la corte medievale all'interno del percorso museale di Palazzo Madama, oggi esclusa dai giri turistici. Il visitatore avrebbe modo di osservare la corte intorno a sé, inserita in un percorso completo. Inoltre, potrebbe avere una differente espressione grazie al tipo di illuminazione, la quale andrebbe a generare delle gerarchie. Ogni parte della sala ha una sua storia da raccontare: le volte rimandano al periodo seicentesco quando la corte è stata provvista dal soffitto voltato, le mura stesse sono dei veri palinsesti che parlano da soli di differenti epoche, con stili differenti (finestre bifore, ecc) mentre gli scavi rimandano al periodo romano, con la presenza di lastriconi in pietra dell'antica via pedonale romana.

Per questa strategia è stata elaborata una sorta di "scenografia di luce", ideale per il passaggio momentaneo nella sala da parte dei visitatori, i quali grazie alla successione di scenari di luce differenti, potrebbero godere appieno della narrazione del sito. La scenografia ipotizzata ha la durata di cinque minuti (la permanenza in sala da parte di un visitatore X) la quale andrà a svolgersi ciclicamente. Si suddivide in quattro scene:

- la prima si svolge per la durata di un minuto e mezzo circa e si prevede l'illuminazione graduale del sistema voltato (accensione dei fari wallwasher con lente), fino ad arrivare alla massima intensità per un breve periodo, fino a diminuire successivamente la sua intensità, la quale rimarrà ad un livello base minimo per tutta la durata della scenografia di luce;
- la seconda si svolge per la durata di un minuto e mezzo circa e prevede l'illuminazione d'accento (accensione dei faretto spot) su determinati punti caratteristici della sala quali, in successione: sulla parete Nord la sovrapposizione di arcate, cornici fittili figurate e colorate, finestre ed oculi, nell'angolo tra le pareti Nord ed Est la scala elicoidale,

il viretto, al centro della parete Est la porta a sesto acuto, nell'angolo tra le pareti Est e Sud la vecchia porta di accesso a Sala Acaia, sulla parete Sud altre sovrapposizioni di aperture e la porta di accesso alla Torre al momento non utilizzata, infine lo spicchio rosso ocra, simbolo del restauro di D'Andrade, sulla volta vicina alla parete Nord.

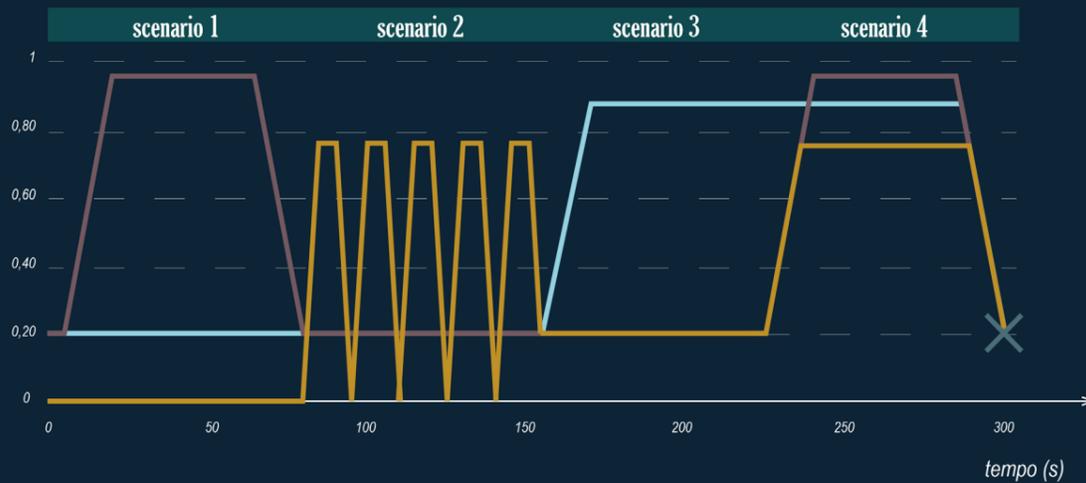
- la terza si svolge per la durata di un minuto e mezzo circa e prevede l'illuminazione graduale dello scavo archeologico (accensione dei faretto spot) fino ad arrivare alla massima intensità e lasciando ben visibile il percorso degli scavi e i suoi resti antichi
- la quarta si svolge per la durata di un minuto e mezzo circa e prevede l'illuminazione contemporanea di tutti gli apparecchi presenti in sala (apparecchi wallwasher, faretto spot sia per la luce d'accento della corte che per gli scavi) rendendo l'illuminazione omogenea e che sia visibile interamente lo spazio intero. Al chiudersi della scena tutto l'impianto raggiungerà la minima intensità per poter riprendere il nuovo ciclo.

Di seguito è presente un diagramma a dispersione con curve relativo alla scenografia, sul cui asse delle ascisse è indicato il tempo in secondi mentre sull'asse delle ordinate è presente il valore dell'intensità assoluta, il cui range varia da 0 a 1.

Ad ogni fase viene associata la propria scena, la quale darà luogo alla scenografia completa.

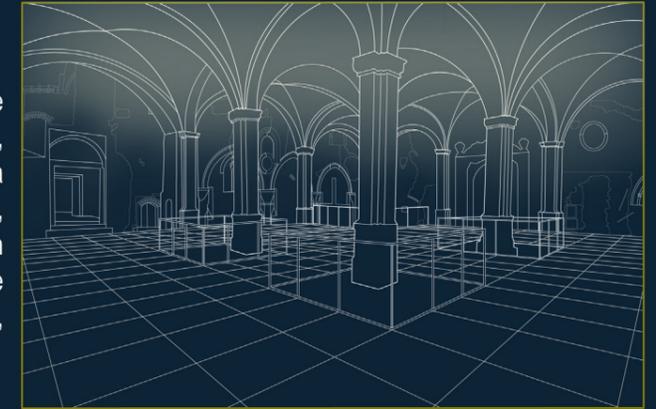


SCENOGRAFIA DI ILLUMINAZIONE DELLA CORTE



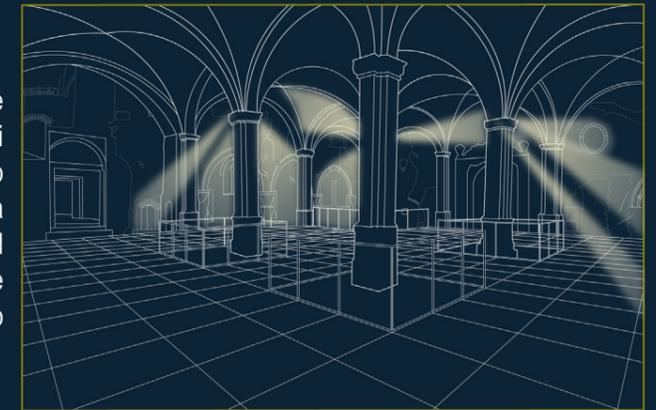
SCENARIO 1

Il primo scenario prevede l'illuminazione del soffitto voltato, partendo da una bassa intensità la quale, gradualmente in pochi secondi, aumenterà fino ad illuminare in maniera più intensa le volte, tramite degli apparecchi wallwasher con lente, in maniera omogenea e diffusa.



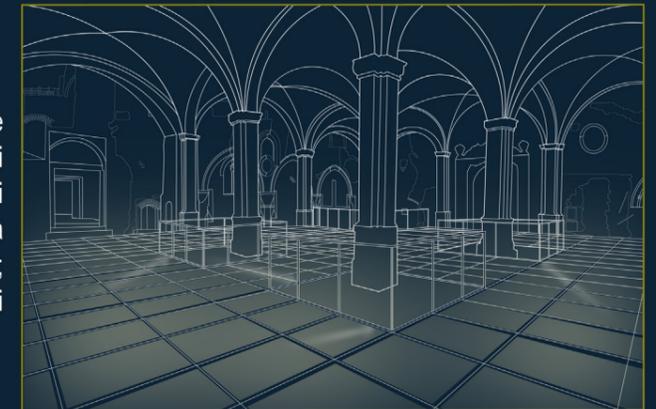
SCENARIO 2

Il secondo scenario prevede l'illuminazione d'accento sui palinsesti murari: gli apparecchi spot sono puntati ognuno su un particolare da mettere in risalto, andando ad illuminarli in maniera consequenziale uno per volta, in senso orario, partendo dalla porta d'accesso alla corte.



SCENARIO 3

Il terzo scenario prevede l'illuminazione generale degli scavi archeologici: in questo scenario si parte da un'intensità minore fino a raggiungere un'intensità maggiore; sono direzionati verso alcuni particolari delle mura e sul percorso stesso.



SCENARIO 4

Il quarto ed ultimo scenario prevede l'accensione di tutti i corpi luminosi presenti in sala, contemporaneamente. Sono ben visibili le volte e lo spazio circostante illuminato da luce indiretta, si denotano i particolari murari e gli scavi posti sotto il piano di calpestio.



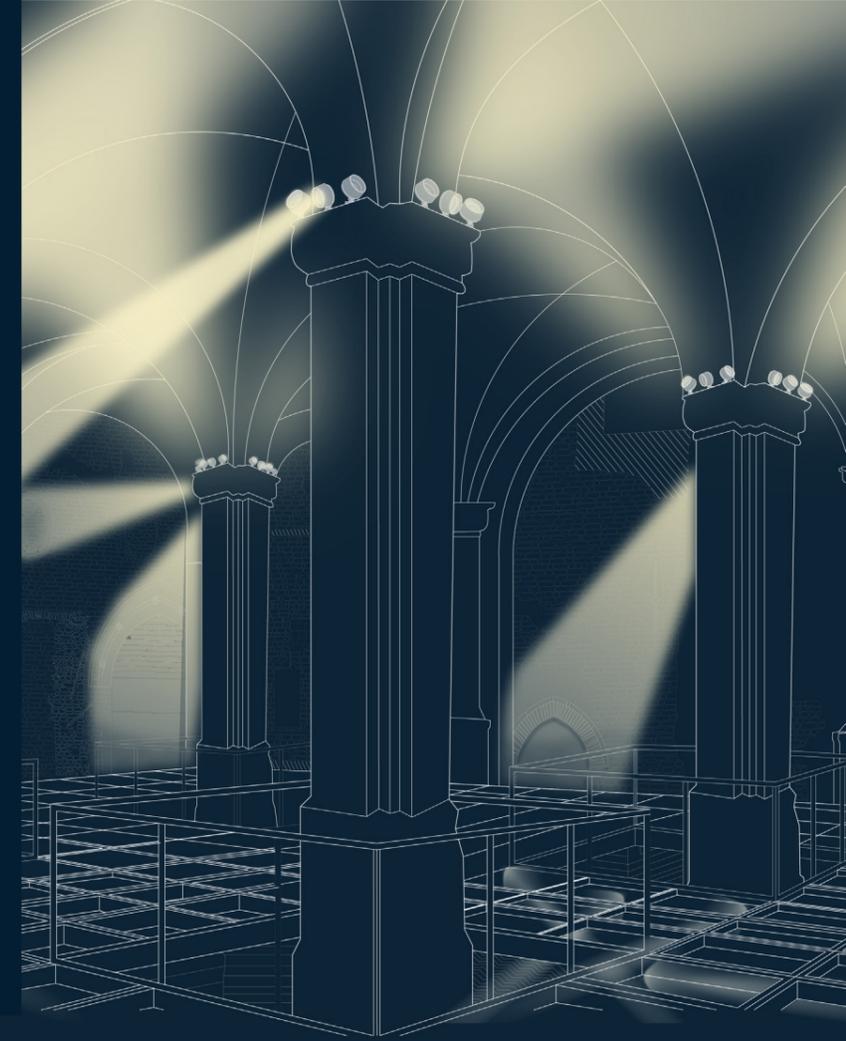
VISTA DELLA STRATEGIA 1



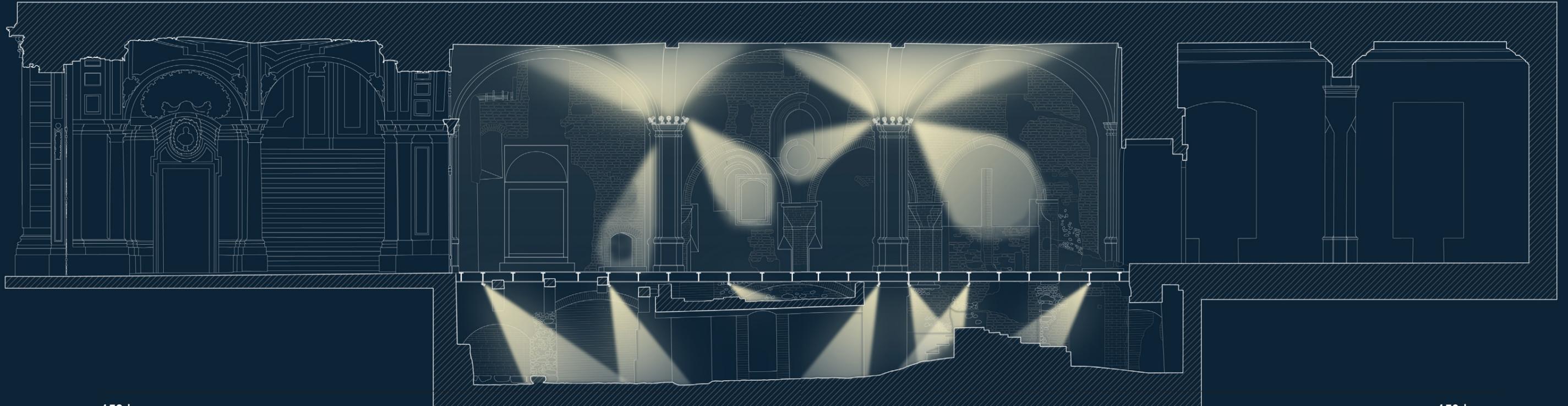
LUCE GENERALE - DIFFUSA - D'AMBIENTE LUCE D'ACCENTO

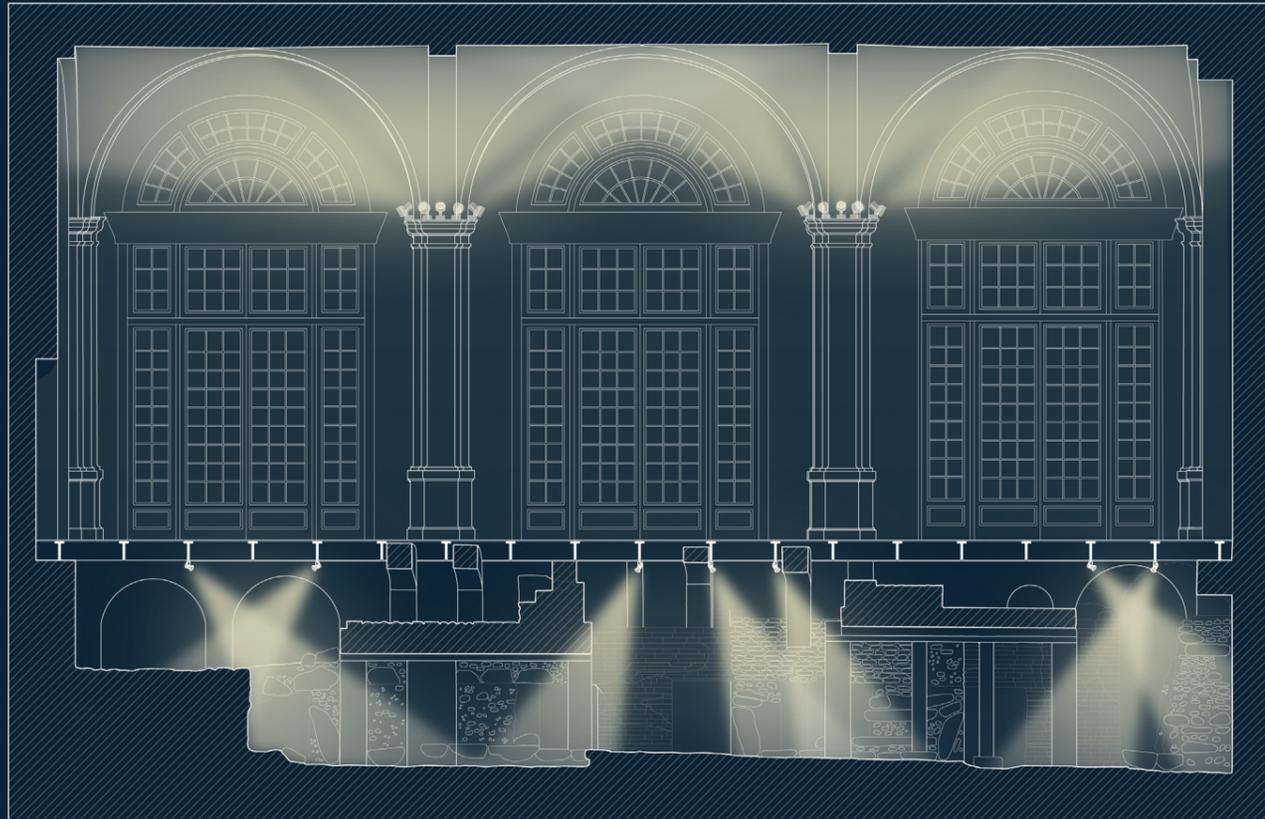
La strategia ipotizzata per la Corte consente una lettura d'insieme dell'intero spazio: ogni elemento viene caratterizzato da una specifica modalità di illuminazione (che sia luce di comunicazione, luce didascalica, diretta o indiretta, generale o d'accento); con l'impiego di sistemi wireless, viene permessa la creazione e la gestione di scenografie luminose diverse (regolando l'intensità luminosa degli apparecchi, esaltando le sfumature della corte), consentendo la valorizzazione di ogni dettaglio. L'utente, durante la sua permanenza in sala, potrà godere della visita del sito.

Nella pagina successiva viene illustrato il sistema dei proiettori spot installati lungo i binari elettrificati al di sotto delle travi a sostegno della pavimentazione. Si ipotizza l'uso di proiettori a corpo piccolo, i quali andranno a sostituire quelli esistenti, e con l'aggiunta di ulteriori in determinati punti strategici.

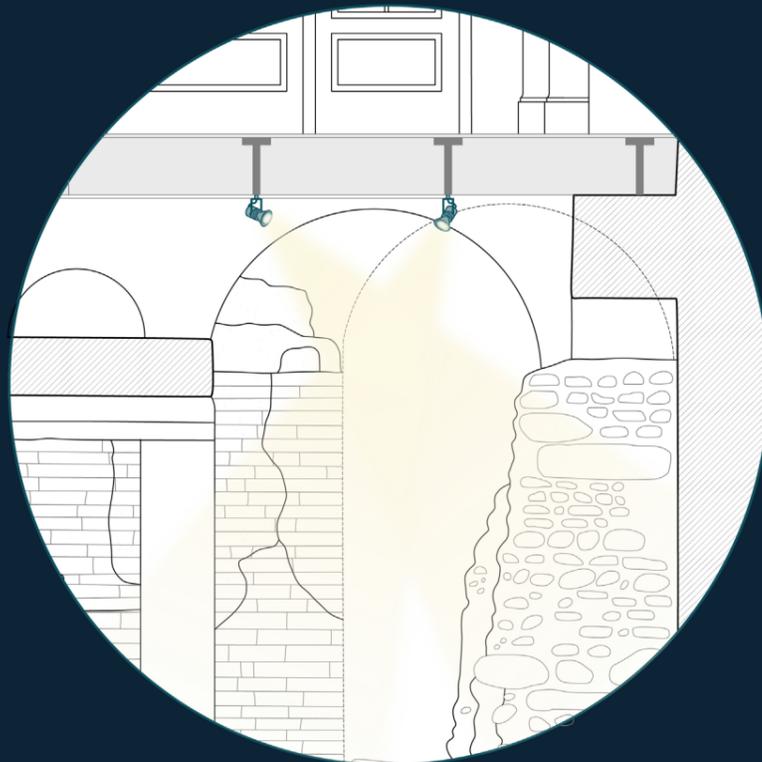


PROSPETTO NORD CON IPOTESI DI ILLUMINAZIONE

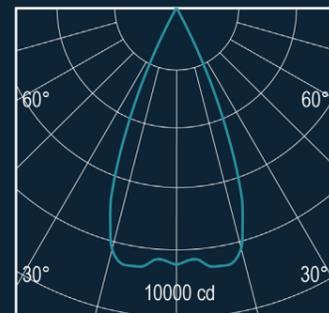




DETTAGLIO DELL'IMPIANTO SUI BINARI ELETTRIFICATI



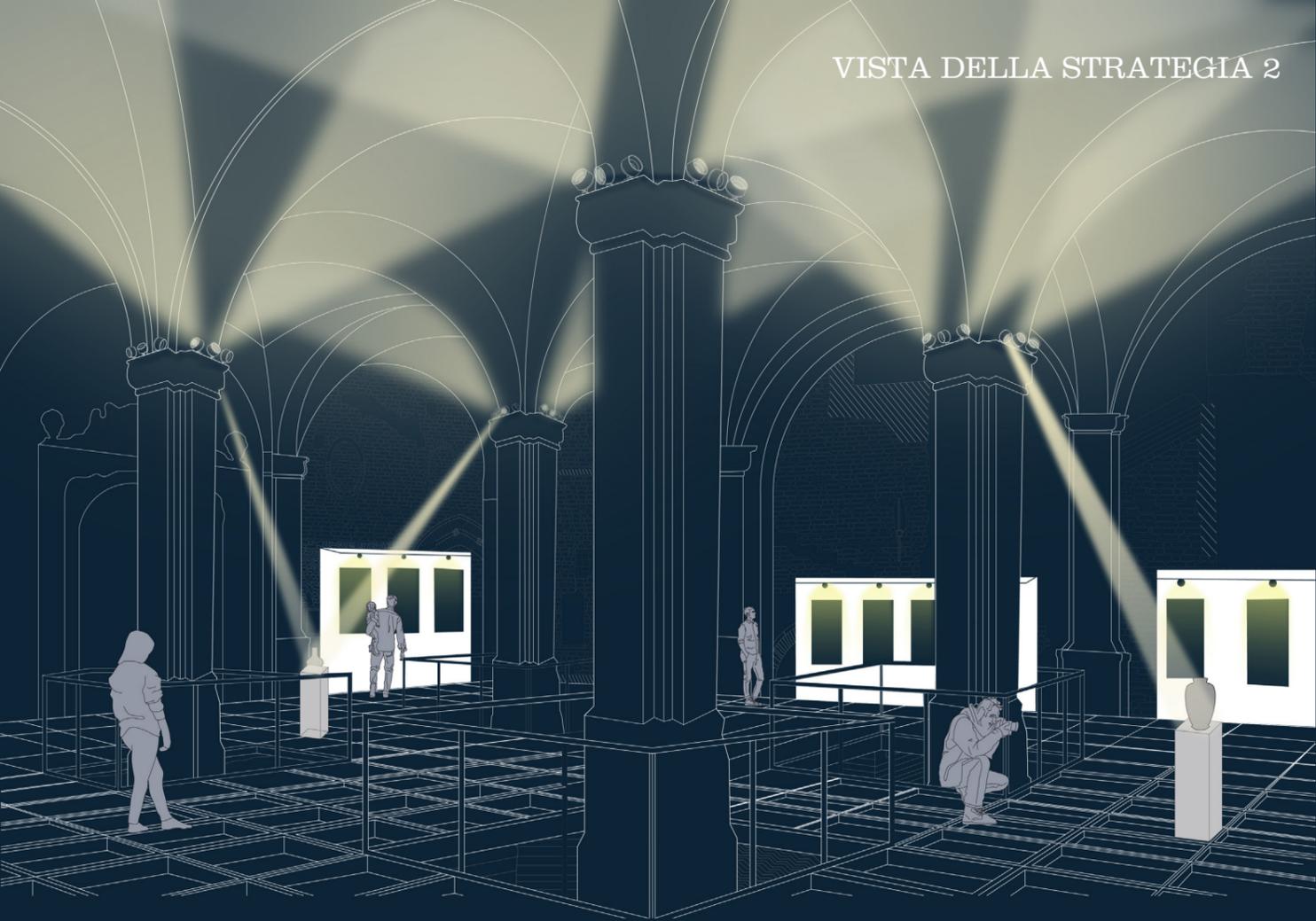
LUCE GENERALE - PROIETTORE CORPO PICCOLO



Sorgente con modulo LED ad alto rendimento con corpo inclinabile a 90° e ruotabile a 360°, testata dell'apparecchio con vetro di protezione, cono antiabbagliamento interno, classe di protezione II, indice Ra CRI 90, con un mantenimento del flusso luminoso superiore a 50.000 h e un tasso di guasto del LED pari al 0.1%, con componentistica DALI (accensione/spengimento di uno o gruppo di apparecchi, dimmerazione di uno o gruppo di apparecchi, sincronizzazione i uno o gruppo di apparecchi) con installazione su binari elettrificati

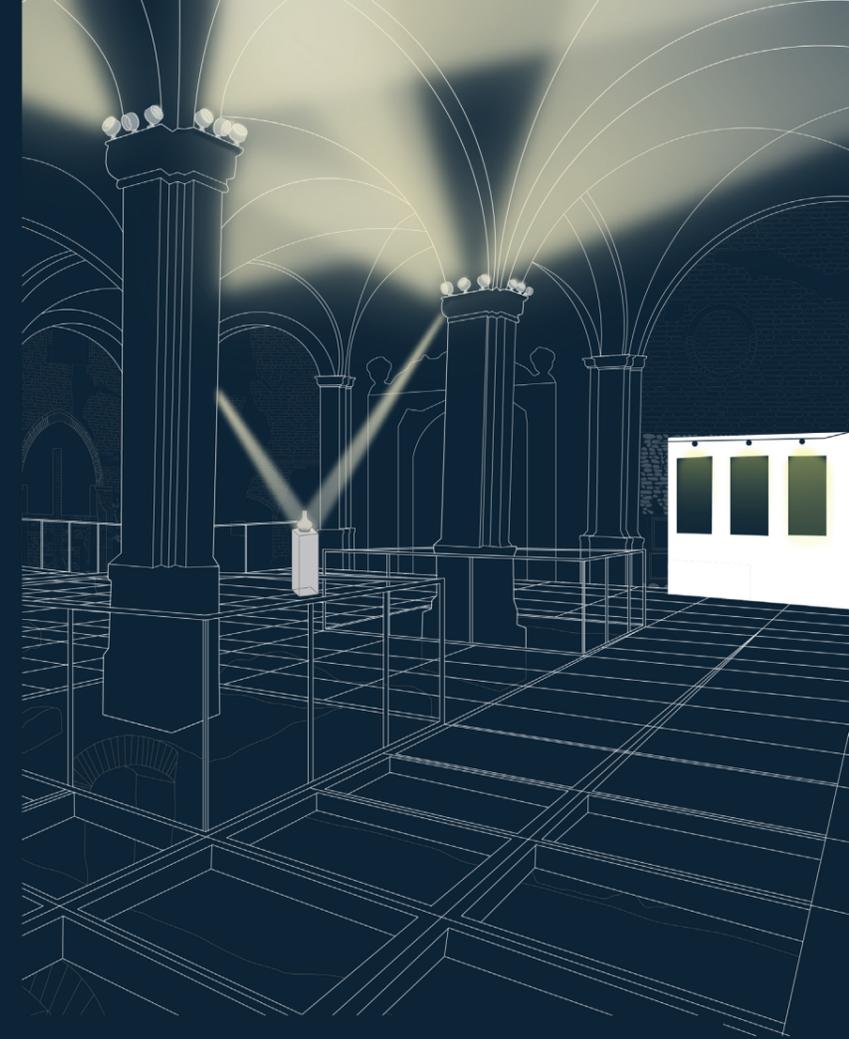
STRATEGIA 2 – ESPOSIZIONI TEMPORANEE

Come analizzato precedentemente, l'uso più comune che svolge la sala è quella di ospitare mostre ed esposizioni temporanee. La seguente strategia propone uno scenario di luce diffusa, in grado di svolgere i compiti visivi più semplici. Il sistema idealizzato non prevede quindi l'illuminazione puntuale di oggetti esposti perché, considerando l'uso di allestimenti sempre differenti l'uno dall'altro, per evitare costi di manutenzione e di gestione maggiori, si adotta l'ipotesi di utilizzare l'impianto proposto da progetto per generare esclusivamente luce d'ambiente (fatta eccezione per determinati oggetti, come ad esempio l'esposizione di una statua scultorea, la quale può usufruire di uno degli apparecchi utilizzati per la luce d'accento ed essere illuminata da essa) mentre per ogni allestimento temporaneo che verrà proposto, colui che si occuperà di esso dovrà provvedere alla realizzazione di strutture studiate ad hoc (come accade finora).

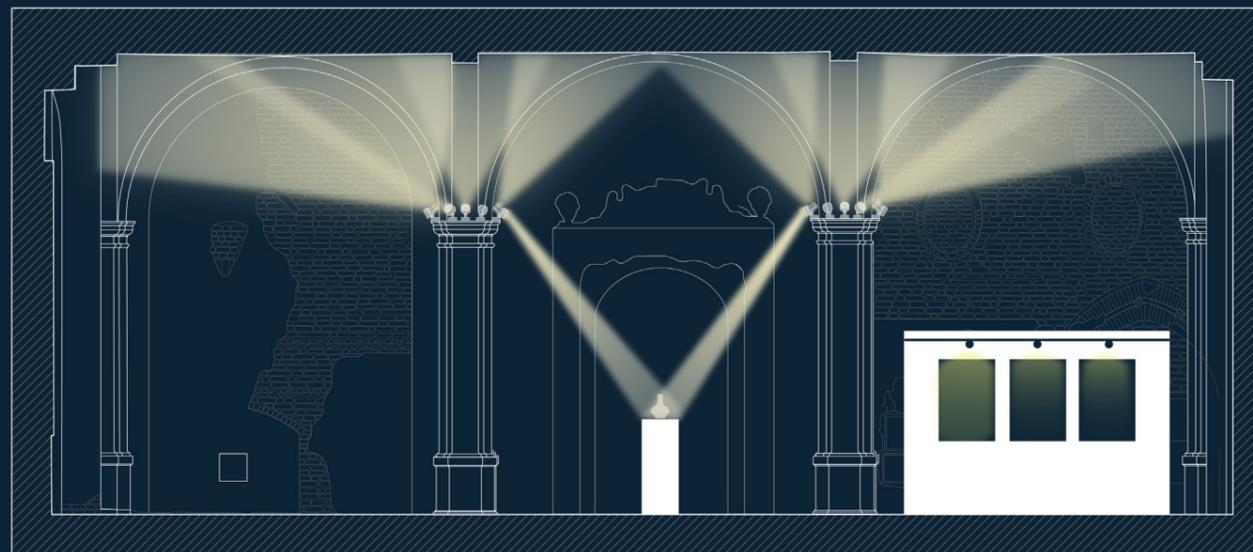


La strategia ipotizzata per la Corte prevede un tipo di illuminazione diffusa e che vada ad illuminare interamente lo spazio e con possibilità di controllare l'intensità dei flussi (a seconda dell'esposizione, una luce più soffusa lasciando in primo piano le opere esposte oppure una luce più intensa per rendere le opere ben visibili).

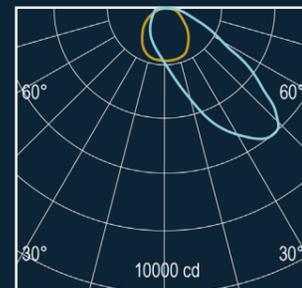
Data la difficoltà che richiede un'illuminazione museale, non è possibile con l'impianto flessibile ipotizzato illuminare delle opere, per questo motivo si utilizza il sistema della corte per la luce d'ambiente e per le opere esposte saranno pensate delle strutture con luce incorporata, fatta eccezione per alcuni casi (come ad esempio l'illuminazione di un oggetto tridimensionale) il quale può sfruttare la possibilità di essere illuminato con uno dei proiettori con luce spot con un fascio non troppo stretto, adatti per la luce d'accento, sempre tramite inclinazioni e intensità appropriate.



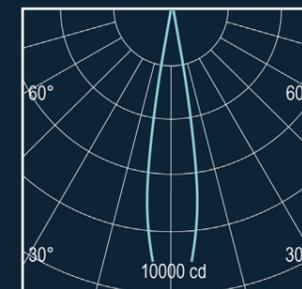
PROSPETTO EST CON IPOTESI DI ILLUMINAZIONE



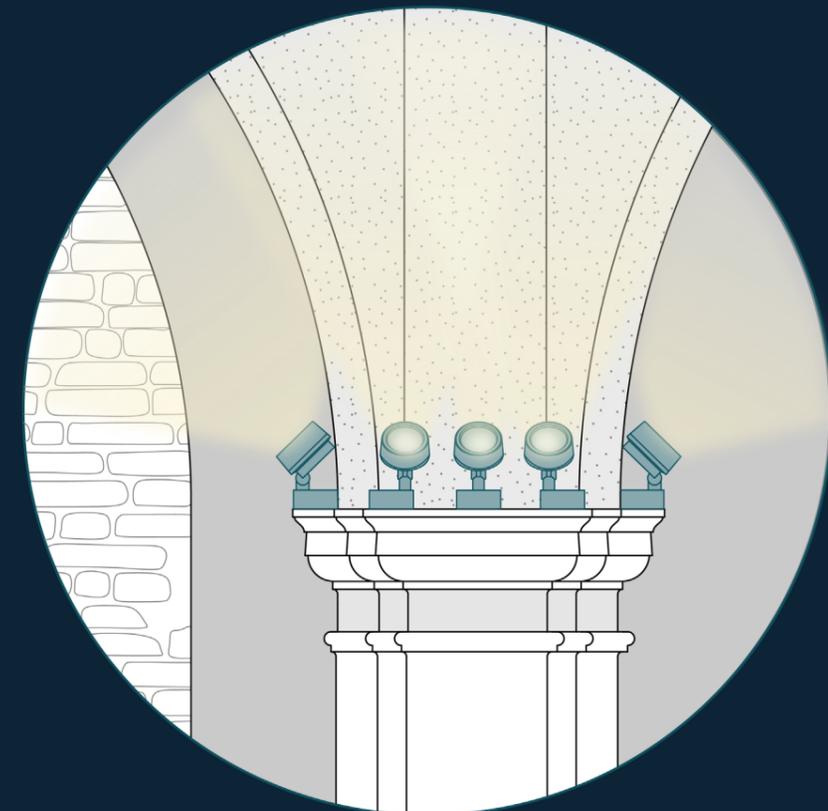
LUCE GENERALE - WALLWASHER CONLENTE



LUCE D'ACCENTO - PROIETTORE DEL TIPO "SPOT"



DETTAGLIO DELL'IMPIANTO SUI CAPITELLI

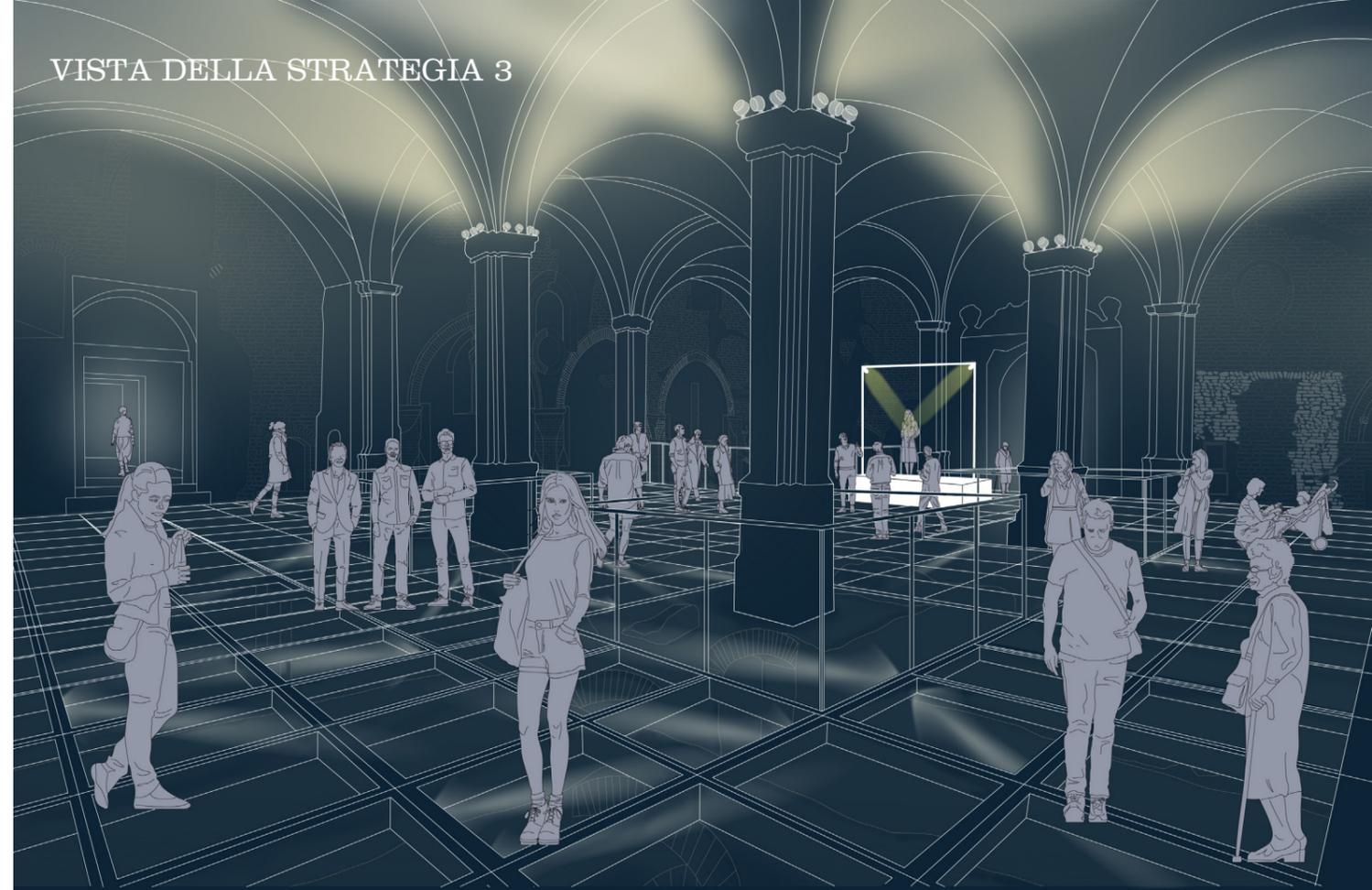


Sorgenti con modulo LED high-power con corpo inclinabile a 140° e ruotabile a 360°, testata dell'apparecchio con vetro di protezione, con antiabbagliamento interno, classe di protezione II, indice Ra CRI 82, con un mantenimento del flusso luminoso inferiore a 50.000 h e un tasso di guasto del LED pari al 0.1%, con componentistica DALI (accensione/spengimento di uno o gruppo di apparecchi, dimmerazione di uno o gruppo di apparecchi, sincronizzazione di uno o gruppo di apparecchi)

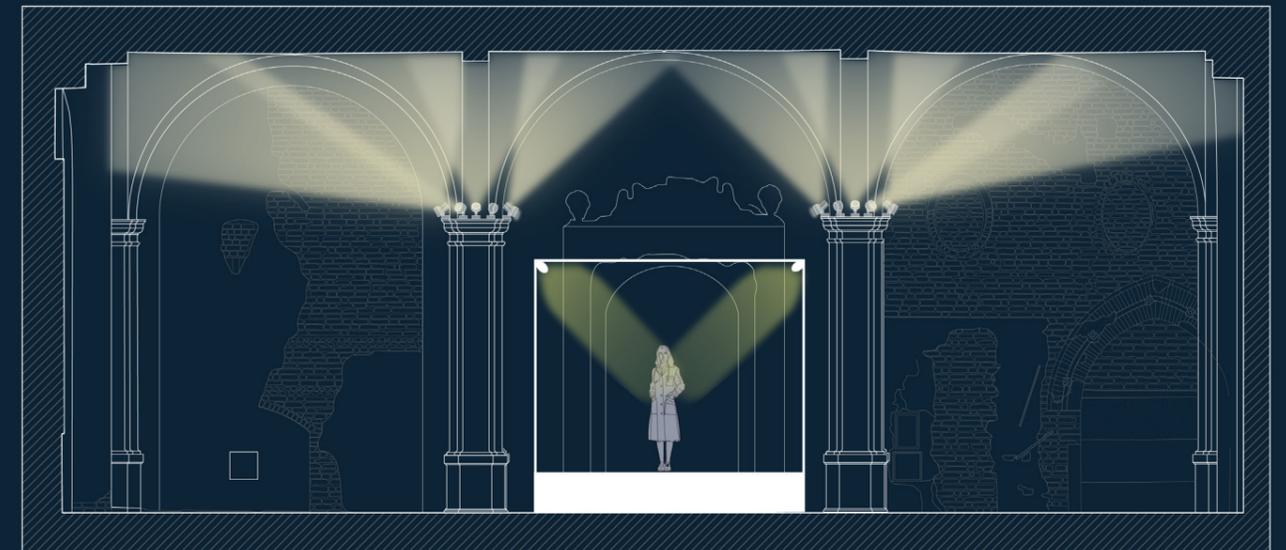
STRATEGIA 3 – CONFERENZE/INCONTRI

La terza strategia non prevede alcuna luce d'accento o che vada ad enfatizzare qualcosa in particolare, al contrario: si tratta di una luce generale che illumina in maniera uniforme l'intera Corte, la quale svolge in questo contesto la funzione di sede di incontri o eventi speciali. Nel caso di un ipotetico oratore, al quale bisogna fornire la giusta rilevanza, a seconda dei casi potrà essere affiancato, secondo l'esigenza della determinata funzione, da una luce d'accento e a seconda del posizionamento, tale ruolo potrà essere svolto dagli apparecchi spot posti nel cornicione o, al fine di evitare l'abbagliamento del soggetto, anche in questo caso come nella casistica dell'esposizione, utilizzare una struttura ad hoc che possa illuminare l'oratore.

Inoltre sarà possibile in contemporanea l'accensione degli scavi ma con una luce con intensità molto bassa, per consentire all'utente presente in sala di osservare i reparti archeologici ma lasciando come illuminazione principale quella della sala al piano terra.



PROSPETTO EST CON IPOTESI DI ILLUMINAZIONE



4.6 Prestazioni energetiche e gestione degli impianti

Dal punto di vista del risparmio in termini sia energetici che economici, la soluzione progettuale ipotizzata consente di limitare i consumi energetici e di conseguenza i costi legati alla gestione e alla manutenzione del sistema illuminotecnico, adottando soluzioni a basso impatto ambientale. Questi sono i principi alla base del raggiungimento del concetto di museo sostenibile (Vanni, 2022) ad impatto zero (poiché il museo del passato comporta grandi dispendi di energia per via dei consumi legati all'illuminazione e alla climatizzazione, quasi sempre attive durante l'intera giornata). Il museo attuale dovrebbe rispondere a quelle che sono le caratteristiche elencate dall'ICOM: il museo dovrebbe essere sostenibile, esperienziale ed inclusivo. Da questo si deduce come il tema dell'energia non riguardi solamente gli aspetti ecologici, economici e politici ma anche gli aspetti culturali (Maida, 2022).

Per quanto riguarda l'illuminotecnica, questi principi vengono rispettati poiché il nuovo impianto di progetto, il quale mira alla modernizzazione dal punto di vista impiantistico della corte, il cui posizionamento viene ipotizzato al centro della sala lungo i quattro pilastri, prevede l'installazione di apparecchi con sorgenti LED, a basso consumo energetico (mantenimento del flusso luminoso di lunga durata e tasso di guasto inferiore al 0,1%), grazie anche all'impiego di sistemi di controllo in grado di ricreare differenti scene di illuminazione in funzione delle diverse attività da svolgere, consentendo la dimmerazione delle intensità di luce, creando delle gerarchie di illuminazione (Targetti, 2020), con possibilità di accensione e spegnimento degli apparecchi anche da remoto, limitando le dispersioni. Un approfondimento sul sistema di controllo DALI è descritto nella pagina successiva. L'utilizzo di sistemi intelligenti, che consentono i controlli della componente impiantistica e la gestione automatizzata degli stessi, potrebbe comportare una diminuzione dei consumi energetici che oggi Palazzo Madama deve affrontare, considerando la crisi energetica che il Paese e il mondo intero stanno affrontando (eventi quali la pandemia da Covid-19 e il conflitto tra Ucraina e Russia, per esempio, che hanno solo peggiorato una situazione già precedentemente aggravata) (Zamparutti, 2023).

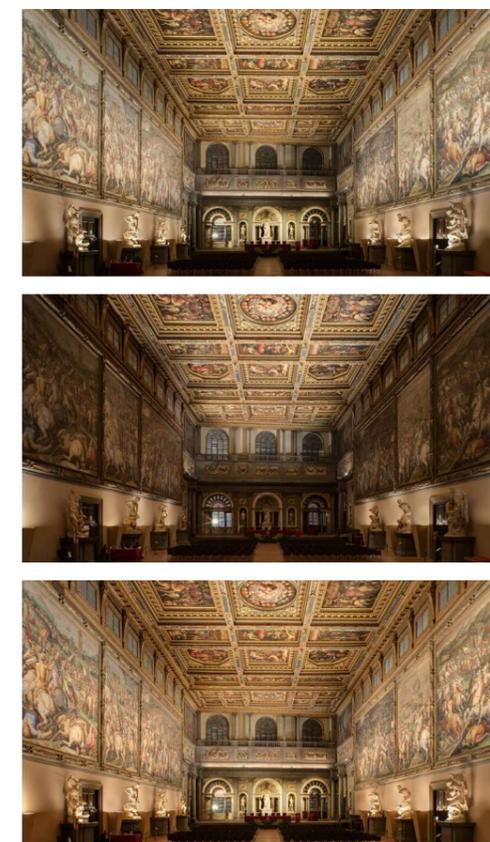


Figura 60-61-62 : Foto del Salone dei Cinquecento a Firenze, estratto dalla rivista *Light in Florence*, Targetti

CONTROLLO DALI

Il protocollo DALI (Digital Addressable Lighting Interface) è un'interfaccia digitale utile per il controllo di sistemi illuminotecnici, sviluppato come standard aperto. Di seguito le caratteristiche principali:

- dimmerazione di uno o più apparecchi -
- accensione/spegnimento di uno o più apparecchi -
- creazione di scene di luce -

5. CONCLUSIONI

5. CONCLUSIONI

In conclusione, la seguente trattazione affronta il tema dell'illuminazione museale all'interno di edifici storici considerando non solo quegli aspetti legati alla conservazione e alla tutela di un bene storico-artistico, ma andando a porre sullo stesso livello quelli che sono gli aspetti di carattere più percettivo e legati alla fruizione di uno spazio, senza tralasciare l'aspetto della sostenibilità ambientale. Sono molteplici gli aspetti da considerare per poter raggiungere tale finalità ma in questa trattazione viene presa in considerazione quello che è il ruolo della luce in un contesto così particolare, un contesto che pone al centro del problema uno spazio che necessita una rivoluzione interna. La chiave per la riuscita è stata l'illuminazione dello spazio che, con le sue peculiarità e limitatezze, si configura come un caso unico nel suo genere.

In primo luogo, è stato indispensabile comprendere il concetto di museo e quali siano gli aspetti della luce relazionati con esso, analizzando quelle che sono le esigenze di molteplici tematiche quali la fruizione, la valorizzazione, la conservazione e il risparmio energetico. È stato approfondito il tema delle normative e delle linee guida che dettano dei parametri e delle indicazioni utili al progettista per la definizione di un corretto progetto illuminotecnico. È stato poi definito il caso studio relativo a Palazzo Madama ed in particolare, dopo una serie di ricerche storiche e relative allo stato attuale del palazzo, è stata identificata la Corte Medievale come lo spazio che necessitava di un vero progetto per far sì che potesse riacquistare un'identità persa nel tempo. Alla base del concept di luce sono stati sviluppati quelli che sono gli obiettivi, le esigenze e i requisiti ai quali il progetto dovesse rispondere in maniera adeguata. Di fondamentale importanza è stata la realizzazione del quadro esigenziale, il quale ha posto le basi per la definizione di quelli che potessero essere le funzioni da svolgere all'interno della corte medievale.

E' stata quindi avanzata la proposta di un impianto fisso ma flessibile negli usi, efficiente e moderno, capace di integrarsi nel contesto in cui viene inserito e permettere la comunicazione della storia del palazzo, la quale trapela da ogni mattone o pietra localizzato al suo interno.

Il nuovo sistema garantisce la fruizione dello spazio adattandosi alle funzioni da svolgere (museo di se stesso, spazio per mostre e conferenze) e che non rechi disturbo alle persone che vivono il luogo. E' stato progettato un sistema che non solo sia in grado di dare una nuova identità alla corte ma che permetta allo stesso tempo di non venir meno alla conservazione e alla tutela dello spazio stesso, puntando alla valorizzazione di quest'ultimo. La complessità del caso riguardante l'inserimento di un impianto contemporaneo all'interno di un contenitore antico dimostra come sia indispensabile definire un approccio metodologico sin dall'inizio, poiché per la realizzazione di un sistema funzionale risulta indispensabile la conoscenza del bene oggetto di studio e comprendere quelle che sono le esigenze del visitatore e dell'involucro stesso.

BIBLIOGRAFIA

Ambrosino, C. (2021), *Analisi e linee d'intervento per la rifunzionalizzazione degli impianti di illuminazione del Castello Ducale di Aglié*, Tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino

Antinucci, F. (2010), *Comunicare nel museo*, Laterza

Ministero per i beni e le attività culturali (2001), *Atto di indirizzo sui criteri tecnico-scientifici e sugli standard di funzionamento e sviluppo dei musei*

Bernardi, A. (2004), *Conservare opere d'arte - Il microclima negli ambienti museali*, Il Prato

Bonomo, M., Bertolaja, C. (2013). *L'illuminazione delle opere d'arte negli interni. Guida alla progettazione*, Ediplan Editrice & AIDI

Boullée, L. E. (1967), *Architettura. Saggio sull'arte*, Marsilio

Boyce, P. R. (2014), *Human Factors in Lighting*, Terza

Carminati, S. (2020), *Tra design e tecnologia, realtà e fantasia*. Luce 331

Carratù, R. (2009), *Illuminare gli spazi. Teoria e pratica*, Dario Flaccovio Editore

Di Salvo, S. (2012), *Luce e colori sulle rovine - Strategie museografiche per la comunicazione dell'archeologia*, Aracne

Diciotti, F. (2001), *La lenta resurrezione di Palazzo Madama*, «Taurasia» n°2

Enoch J., McDonald L., Jones L., Jones P. R., Crabb D. P., (2019), *Evaluating whether sight is the most valued sense*, «JAMA Ophthalmology». pp. 1317–1320

Fiorio, M. T. (2018), *Il museo nella storia. Dallo «studiolo» alla raccolta pubblica*, Pearson, Seconda Edizione

Forcolini, G. (2012), *La luce del museo*, Maggioli Editore

Giachello, D. da un'intervista rilasciata alla sottoscritta a Torino in data 12 Novembre 2022

Giovannini, E. (2007), *Musei, biblioteche e Wunderkammer. La «Museografia» Di Caspar Friedrich Neickel*, Comunicare Letterature Lingue, 7, pp. 153–168

Girolimetto, R., Promenzio, S. (2023), *La luce accende la comunità: Un progetto di coinvolgimento sociale attraverso l'illuminazione urbana a Regio Parco*, Tesi di laurea magistrale, Politecnico di Torino

SITOGRAFIA

Hering, E. (1905), *Outlines of a Theory of the Light Sense*, Harvard University Press

Iadiccio, F. (2011), *Il museo luogo della comunicazione*, tesi di dottorato

AA.VV (2011), I migliori musei di Londra passano ai LED, *Lichtbericht 92*, Erco, pp 8-11

Lucrezio (I secolo a.C.), *De Rerum Natura*, Vol. IV libro

Neickel, C. F. (2005), *Museografia - Guida per una giusta idea ed un utile allestimento dei musei*, Clueb

Pagella, E., Viano, C. (2010), *Palazzo Madama a Torino. Dal restauro al nuovo museo*, Silvana

Palladino, P. (2005), *Manuale di Illuminazione*, Tecniche Nuove

Pasetti, A. (1999), *Luce e spazio nel museo d'arte architettura e illuminazione*, Edifir

Pellegrino, A. (2019), *Il progetto illuminotecnico: approccio didattico e metodologico*, dispense del workshop specialistico "Il progetto illuminotecnico"

Ravizza, D. (2011), *Progettare con la luce*, Franco Angeli, Seconda Edizione

Saper fare nei musei (2010), *Conservazione preventiva e controllo microclimatico nel contesto degli standard museali*

Targetti (2020), *Light of Florence*

Vaudetti M., Minucciani V., Capena S. (2013), *Mostrare l'archeologia - Per un manuale-atlante degli interventi di valorizzazione*, Allemandi & Co

Vanni, M. (2022), *Biomuseologia. Il museo e la cultura della sostenibilità*, Celid

Viano C. (2002), *Il rilievo architettonico*, Palazzo Mada, Quaderno 2, Fondazione CRT

XIX Congresso Nazionale AIDI. (2020, November 24). *Luce, Architettura e Benessere Sociale*.

Cafarelli, D. (2022) *Eurovision 2022: inaugurato oggi il Media Centre "Casa Italia" nella Corte Medievale di Palazzo Madama*. Consultato il 19 Febbraio 2023
Fonte: <https://www.eurofestivalnews.com/2022/05/05/>

Del Missier, S. (2016), *Human centric lighting - l'illuminazione al servizio dell'individuo*. Consultato il 14 luglio 2022
Fonte: <https://criet.unimib.it/progetto/human-centric-lighting-illuminazione-al-servizio-dellindividuo/>

De Simone, A. (2013), *Risparmio energetico nei musei*. Consultato il 28 agosto 2022
Fonte: <https://www.ideegreen.it/risparmio-energetico-nei-musei-20327.html>

Fischer, J. E. (2010), *De rerum natura*, *American Journal of Surgery* (Vol. 200, Issue 4). Consultato il 10 marzo 2022
Fonte: [https://www.americanjournalofsurgery.com/article/S0002-9610\(09\)00270-0/fulltext](https://www.americanjournalofsurgery.com/article/S0002-9610(09)00270-0/fulltext)

ICOM Prague 2022 (2022), *The Power of Museums*. Consultato il 23 giugno 2022
Fonte: <https://prague2022.icom.museum/>

iGuzzini, (2018). Consultato il 12 giugno 2022
Fonte: <https://www.iguzzini.com/it/progetti/galleria-progetti/>

L&L Communication Team (2022), *La cultura della luce. Illuminare i musei, le gallerie d'arte e i luoghi culturali*. Consultato il 15 giugno 2022
Fonte: <https://www.lucelight.it/it/notizia.php/2/156207-la-cultura-della-luce-illuminare-i-musei-le-gallerie-d-arte-e-i-luoghi-culturali>

Illuminating Engineering Society, *About Richard Kelly*. Consultato il 12 aprile 2022
Fonte: https://iesnyc.org/content.php?page=About_Richard_Kelly

Lombardelli, A. (2021), *I musei sono per tutti, ma solo un'élite lo sa*. Consultato il 03 aprile 2022
Fonte: <https://collezioneditiffany.com/comunitadieredita-i-musei-sono-per-tutti-ma-solo-unelite-lo-sa/>

Maida, D. (2022), *Crisi energetica e mondo della cultura. Problemi e potenzialità*. Consultato il 12 Dicembre 2022
Fonte: <https://www.artribune.com/professionisti-e-professionisti-politica-e-pubblica-amministrazione/2022/11/crisi-energetica-problemi-potenzialita-musei/>

Milani, G. (2019), *Dalla Terra alla Luna. L'arte in viaggio verso l'astro d'argento*. Consultato il 16 Ottobre 2022
Fonte: <https://iltorinese.it/2019/09/01/dalla-terra-alla-luna-larte-in-viaggio-verso-lastro-dargento/>

Pegazzano, D. (2018). *Appunti di Museologia*. Consultato il 12 luglio 2022
Fonte: <https://www.docsity.com/it/appunti-museologia-prof-pegazzano-donatella/2648610/>

Rossi, E. (2017), *Le dimensioni dell'architettura*. Consultato il 29 marzo 2022
Fonte: <https://www.elodiarossi.it/i-le-dimensioni-dellarchitettura/>

Rossi, G. (2017), *Che cos'è l'indice di resa cromatica. Luxemozione*. Consultato il 13 luglio 2022.
Fonte: <https://www.luxemozione.com/2017/06/indice-di-resa-cromatica.html>

Sguardi su Torino (2017), *Nella Corte Medievale di Palazzo Madama la mostra Odisse con 100 opere da tutta Italia suddivise in 12 sezioni*. Consultato il 15 Ottobre 2022
Fonte: <http://sguardisutorino.blogspot.com/2017/11/nella-corte-medievale-di-palazzo-madama.html>

Spagnolo, M. (2016), *LED e smart tech: la dieta energetica dei Musei Italiani*. Consultato il 12 Agosto 2022
Fonte: <https://www.rinnovabili.it/energia/efficienza-energetica/led-smart-tech-musei-italiani-666/>

Tonetto, S. (2021), *l*. Consultato il 17 ottobre 2022

Toschi L. (2012), *Breve storia dei musei*. Consultato il 23 giugno 2022
Fonte: <https://liviotoschi.webnode.it/products/breve-storia-dei-musei/>

Veglione, P. (2019), *Gli scatti di Steve McCurry in mostra a Palazzo Madama*. Consultato il 15 Ottobre 2022
Fonte: <https://www.piemontetopnews.it/gli-scatti-di-steve-mccurry-in-mostra-a-palazzo-madama/>

Veitch, J. A. (2005), *Light, Lighting, and Health: Issues for Consideration*, «Leukos - The Journal of the Illuminating Engineering Society», V2(2). Consultato il 26 settembre 2022
Fonte: https://www.researchgate.net/publication/44050530_Light_Lighting_and_Health_Issues_for_Consideration

Vignieri, V. (2020), *Il ruolo del Museo "come dispositivo di produzione culturale" per lo sviluppo e la rigenerazione della comunità nel territorio*. Consultato il 15 marzo 2022
Fonte: <https://www.vincenzovignieri.com/il-ruolo-del-museo-come-dispositivo-di-produzione-culturale-per-lo-sviluppo-e-la-rigenerazione-della-comunita-nel-territorio/>

Zamparutti, E. (2023), *E nuova luce fu, nei musei e nelle chiese*. Consultato il 02 luglio 2023
Fonte: <http://arte.it/notizie/italia/e-nuova-luce-fu-nei-musei-e-nelle-chiese-20547>

Un ringraziamento va alla mia relatrice Anna Pellegrino, grazie alla quale ho avuto modo di approfondire un tema che ha suscitato il mio interesse, il mondo dell'illuminotecnica. Grazie per la sua conoscenza, la sua formazione, i suoi consigli ed il suo tempo.

Grazie a Lodovica Valetti, la quale, nei momenti più disperati e bui, è riuscita a regalarmi tranquillità e serenità, ho sempre avuto una parola di incoraggiamento per proseguire con il mio lavoro.

Grazie a mia mamma, a mio papà,
a mia sorella e a tutta la mia famiglia.

Grazie ai miei amici, vicini e lontani, il cui affetto ed incoraggiamento mi ha accompagnata in questo percorso.

Infine grazie a Juan David per aver creduto in me anche quando non ci credevo più nemmeno io.

