

# Un castello senza barriere

Comunicare in modo accessibile il patrimonio culturale attraverso soluzioni tecnologiche



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI DESIGN

Jacopo Dufour Zucchi

Relatrice: proff.ssa Dina Riccò

Correlatrice: dott.ssa Marianna Belvedere

# Un castello senza barriere

Comunicare in modo accessibile il patrimonio culturale attraverso soluzioni tecnologiche

Un castello senza barriere  
Jacopo Dufour Zucchi

## **CARATTERISTICHE**

Questo libro è composto in Atkinson Hyperlegible, in corpo 10pt per i paragrafi di testo

Politecnico di Milano  
Corso di Laurea Magistrale AA 2022-2023  
Design della Comunicazione



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

DIPARTIMENTO DI DESIGN

Jacopo Dufour Zucchi  
Relatrice: proff.ssa Dina Riccò  
Correlatrice: dott.ssa Marianna Belvedere

# Indice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>0. Abstract</b>  | <b>11</b> |
| <b>1. Introduzione</b>  | <b>12</b> |
| 1.1. Finalità della ricerca                                       | 13        |
| 1.2. Metodo della ricerca   | 14        |
| <b>2. Design e accessibilità: evoluzione di un rapporto</b>       | <b>16</b> |
| 2.1. Disabilità e accessibilità                                   | 17        |
| 2.2. Approcci per un design accessibile                           | 18        |
| 2.2.1 <i>Universal design</i>                                     | 19        |
| 2.2.2 <i>Design for all</i>                                       | 22        |
| 2.2.3 <i>Inclusive design</i>                                     | 23        |
| 2.2.4 <i>Accessible design</i>                                    | 24        |
| 2.3. Disabilità visiva ed evoluzione degli strumenti assistivi    | 26        |
| 2.4. Normative e regolamentazioni vigenti                         | 29        |
| 2.2.1 <i>Legge Stanca</i>   | 30        |
| 2.2.2 <i>Piani di Eliminazione delle Barriere Architettoniche</i> | 31        |
| 2.2.3 <i>Web Content Guidelines</i>                               | 32        |
| 2.2.4 <i>European Accessibility Act</i>                           | 33        |
| 2.5. Prospettive future   | 34        |

|   |           |  |           |
|---|-----------|--|-----------|
| <b>3. Tecnologia e accessibilità: lo stato della ricerca delle big tech</b> | <b>36</b> | <b>4. Museo e accessibilità: come superare le barriere sensoriali</b>        | <b>62</b> |
| 3.1. Tecnologie assistive per le persone con disabilità visiva              | 37        | 4.1. Accesso al patrimonio culturale e difficoltà nei musei                  | 63        |
| 3.2. Multinazionali e accessibilità   | 40        | 4.2. Superare le barriere sensoriali   | 68        |
| 3.2.1 Microsoft   | 40        | 4.3. Tecniche di traduzione da visibile al tattile e uditivo                 | 69        |
| 3.2.2 Apple   | 42        | 4.3.1 Traduzione tattile   | 70        |
| 3.2.3 Google  | 44        | 4.3.2 Traduzione uditiva   | 74        |
| 3.3. Tecnologie per la lettura dello schermo                                | 45        | 4.4. Sinestesie e tecnologia per rendere accessibile il patrimonio culturale | 79        |
| 3.3.1 Microsoft Narrator  | 45        | 4.4.1 Spazio Geco e "Wunderkammer 4.0"                                       | 80        |
| 3.3.2 Apple Voiceover   | 46        | 4.4.2 CSR4 e "Over the view"   | 84        |
| 3.4. Tecnologie per l'orientamento e la mobilità                            | 48        | 4.4.3 Tooteko e "Art for the blind"  | 87        |
| 3.4.1 Microsoft Soundscape  | 48        | 4.5. Come contribuire alla progettazione accessibile                         | 89        |
| 3.5. Tecnologie per il riconoscimento oggetti e descrizione audio           | 50        | <b>5. Il progetto di una mostra accessibile ai Musei Civici di Pavia</b>     | <b>90</b> |
| 3.5.1 Microsoft Seeing AI   | 50        | 5.1. Finalità del progetto   | 91        |
| 3.5.2 Apple Magnifier   | 51        | 5.2. Incontri con il museo e definizione del brief                           | 95        |
| 3.5.3 Google Lookout  | 53        | 5.3. Il concept e il sistema di artefatti                                    | 99        |
| 3.6. Altre tecnologie assistive   | 54        | 5.4. Dalle fonti storiche alla progettazione di un audiodescrizione          | 100       |
| 3.5.1 Tecnologie Braille  | 54        | 5.4.1 Fonti storiche   | 100       |
| 3.5.2 Tecnologie di ingrandimento schermo                                   | 56        | 5.4.2 Audiodescrizione   | 102       |
| 3.5.3 Tecnologie indossabile  | 56        |  |           |
| 3.7. Come possono essere utilizzate nei musei                               | 59        |  |           |



|   |            |
|---|------------|
| 5.5. Traduzione tattile e interazione con lo smartphone         | 107        |
| 3.5.1 <i>Un progetto sinestesico</i>                            | 107        |
| 3.5.2 <i>Progettazione del tavolo e grafica del pannello</i>    | 107        |
| 3.5.3 <i>Traduzione tattile portale</i>                         | 114        |
| 3.5.4 <i>Tecnologia di scambio dati NFC</i>                     | 118        |
| 3.5.5 <i>Risultati del progetto</i>                             | 119        |
| 5.6. Possibili sviluppi futuri: Applicazione, Video, Wayfinding | 128        |
| 3.5.1 <i>Applicazione accessibile</i>                           | 128        |
| 3.5.2 <i>Video in LIS</i>                                       | 129        |
| 3.5.3 <i>Wayfinding</i>   | 130        |
| <b>6. Conclusioni</b>   | <b>134</b> |
| 6.1. Osservazioni finali  | 135        |
| <b>Appendice</b>  | <b>138</b> |
| a. Schedatura casi studio                                       | 138        |
| b. Testo dell'audio descrizione                                 | 158        |
| c. Intervista a Marianna Belvedere di Spazio Geco               | 162        |
| <b>Bibliografia</b>   | <b>174</b> |
| <b>Sitografia</b>   | <b>178</b> |
| <b>Indice delle figure</b>                                      | <b>184</b> |

## Abstract

*Con questa tesi di ricerca mi sono posto l'obiettivo di rispondere alla domanda: in che modo è possibile abbattere le barriere sensoriali e cognitive che impediscono alle persone con disabilità visiva di accedere al patrimonio culturale, grazie a soluzioni che utilizzino le tecnologie assistive?*

*Attraverso una fase di ricerca bibliografica è stato analizzato il tema della progettazione accessibile, comprendendo quali fossero gli approcci da seguire per un design accessibile e ricercando quali fossero le tecnologie assistive utilizzate maggiormente da chi ha una disabilità visiva.*

*In secondo luogo, è stato approfondito il tema dell'accessibilità museale, concentrando l'attenzione sui disabili visivi e sui temi che impediscono a queste persone di apprezzare l'arte e la cultura al museo, quali le barriere sensoriali e cognitive. Sono state quindi individuate diverse metodologie o tecniche che possano aiutare il progettista di percorsi o mostre museali accessibili a tradurre un'opera d'arte dal visibile al tattile e uditivo in maniera sinestesica.*

*Grazie alla collaborazione con Spazio Geco, società cooperativa esperta in accessibilità museale e realizzatrice di soluzioni digitali, interattive ed accessibili per i musei; è stato possibile proporre un progetto, ai Musei Civici di Pavia presso il Castello Visconteo, per mettere in pratica le tecniche ricercate: è stata realizzata una tavola tattile con componenti tecnologiche che permetta ad un pubblico universale di accedere ad una parte rilevante della collezione esposta.*

# 1.

## Introduzione

### 1.1 Finalità della ricerca

Questa tesi di ricerca nasce dall'incontro tra il mio interesse accademico e lavorativo nell'Experience e Interface Design con i temi dell'accessibilità, per i quali la mia relatrice, Professoressa Dina Riccò, è coinvolta su aspetti di ricerca e ha pubblicato diversi saggi.

L'argomento dell'accessibilità è un tema di grande attualità, considerando che, negli ultimi anni, molti organi istituzionali europei ed internazionali hanno inserito questo aspetto all'interno di leggi e direttive con l'obiettivo di creare un mondo più inclusivo in cui vengano abbattute le barriere di tipo fisico e sensoriale. Lo scopo è quello di garantire la partecipazione di tutte alla vita quotidiana, indipendentemente che abbiano una disabilità di tipo motoria, cognitiva o sensoriale.

L'accessibilità è quindi un termine che può essere applicato in molti ambiti, ad esempio il lavoro, l'educazione, l'orientamento, ecc. Con la mia ricerca qua presentata l'intenzione è di prendere in analisi un ambito in particolare, ovvero l'accessibilità al patrimonio culturale, riconosciuta dalle Nazioni Unite come diritto fondamentale di ogni individuo da più di mezzo secolo. L'attenzione è stata focalizzata su una categoria di pubblico museale specifica ovvero le persone con

disabilità visiva, che molto spesso non hanno possibilità di accedere alle informazioni presenti al museo perchè manca un'adeguata progettazione accessibile adatta per questa tipologia di pubblico. Inoltre, per interessi personali e professionali con questo mondo, ho deciso di approfondire l'ambito delle tecnologie, in particolar modo quelle che si impegnano a rendere il mondo un posto più inclusivo per tutti, ovvero le tecnologie assistive.

La domanda progettuale, perciò, è: in che modo è possibile abbattere le barriere sensoriali e cognitive che impediscono alle persone con disabilità visiva di accedere al patrimonio culturale, grazie a soluzioni che utilizzino le tecnologie assistive?

Questa domanda apre la strada ad una grande quantità di temi e di possibili risposte.

## 1.2 Metodo della ricerca

In questo particolare ambito di intervento, ho iniziato il mio lavoro di ricerca attraverso l'identificazione di casi studio di progetti o percorsi museali accessibili a persone con disabilità visiva, grazie all'ausilio della tecnologia (**Appendice a**)

Analizzandone i punti in comune, ho potuto identificare alcune caratteristiche peculiari ricorrenti in questi progetti, quali l'utilizzo del suono e del tatto, per far fronte alla totale o parziale mancanza del senso della vista nei soggetti interessati.

Ho potuto conoscere ed intervistare professionisti ed esperti nel settore dell'accessibilità museale e delle soluzioni tecnologiche per perseguirla, come Marianna Belvedere e il suo studio Spazio Geco (**Appendice c**), la quale si è anche offerta di seguire la stesura di questa tesi in qualità di correlatrice.

In parallelo è stata svolta una ricerca bibliografica sul tema dell'accessibilità e sui temi del design, della tecnologia e dei musei.

La bibliografia studiata infatti comprende testi letterari che trattano i vari temi dell'accessibilità in maniera approfondita, spaziando dai temi storici ai temi dell'accessibilità museale per i disabili visivi, all'uso della tecnologia all'interno dei mu-

sei fino all'usabilità e accessibilità delle tecnologie e allo studio delle sinestesie nel campo della progettazione.

Nei capitoli che seguono sono riportati i risultati di questa ricerca dividendoli in aree tematiche. Sono state riportate le relazioni che intercorrono tra la parola "accessibilità" con il mondo della progettazione e del design nel capitolo 2, con il mondo dell'innovazione tecnologica nel capitolo 3 ed infine con il mondo del patrimonio culturale e delle tecniche di progettazione per una mostra accessibile nel capitolo 4.

Il fine ultimo è indagare i vari aspetti tematici dell'accessibilità in modo da trovare una risposta alla domanda progettuale posta in precedenza, e poter quindi definire una proposta progettuale tecnologica che possa rendere accessibile parte del patrimonio culturale di un museo. Infatti, una volta identificate queste metodologie, le ho messe in pratica per l'effettiva realizzazione di un progetto per l'accessibilità museale per i Musei Civici del Castello Visconteo di Pavia, con la collaborazione di Spazio Geco e Marianna Belvedere.

# 2.

## Design e accessibilità: evoluzione di un rapporto

### 2.1 Disabilità e accessibilità

Discutere di disabilità è un tema molto sensibile e attuale che riguarda un numero significativo di persone in tutto il mondo. Secondo il “World report on disability” pubblicato nel 2011 dall’Organizzazione Mondiale della Sanità (OMS), oltre un miliardo di persone, circa il 15% della popolazione, vive con qualche forma di disabilità. Di questi almeno un quinto affrontano difficoltà molto significative nella vita di tutti i giorni. (World Health Organization, 2011)

Per comprendere come si è evoluta la conversazione su questo argomento, basta considerare che per molti anni sono stati usati termini imprecisi e a volte offensivi per descrivere le persone con disabilità. Solo negli ultimi decenni, la società ha iniziato a riconoscere l’importanza di affrontare questo problema. Il percorso verso questa consapevolezza è stato lungo e complesso e la società ha dovuto superare una serie di sfide culturali e sociali per arrivare a un punto in cui la disabilità non è vista come un ostacolo da superare, ma come una parte integrante dell’esperienza umana.

È infatti necessario trattare l’argomento della disabilità in maniera consapevole. Prima di tutto è essenziale garantire l’uguaglianza dei diritti e l’inclusione sociale. Le persone con disabilità hanno

infatti diritto a partecipare pienamente alla società, a vivere una vita dignitosa e soddisfacente e a non essere discriminate. Questo riguarda tutte le grandi opportunità della nostra società può offrire, come lavoro, cultura, sport, turismo ecc.

Inoltre, è fondamentale promuovere un cambiamento culturale nella sensibilità comune, per far sì che la disabilità non venga più vista come un deficit, una invalidità o una diversità, ma che invece venga considerata come una condizione umana che necessita di empatia, rispetto e soprattutto inclusione.

Infine, è necessario promuovere l’accessibilità in tutti gli aspetti della vita quotidiana. Ci sono molteplici interpretazioni del termine “accessibilità”, e queste variano in base al contesto di applicazione. Nel campo della geografia, un luogo è considerato accessibile se può essere raggiunto senza difficoltà. Dal punto di vista economico, l’accessibilità si riferisce alla possibilità di un individuo di acquistare un bene o un servizio; per esempio, se il costo della frutta eccede il mio budget, allora non è economicamente accessibile per me. In sintesi, l’accessibilità può essere definita come la misura in cui l’ambiente circostante, le condizioni socioeco-

miche o le informazioni che sono offerte consentono o impediscono l'attuazione di un'azione o della comprensione.

L'accessibilità, più nello specifico, riguarda la progettazione di am-

bienti, prodotti o servizi che possano essere facilmente utilizzati da un'ampia gamma di persone, indipendentemente dalle loro capacità fisiche o cognitive.

## 2.2 Approcci per un design accessibile

Nel corso della storia della progettazione di ambienti ed oggetti, l'argomento dell'accessibilità spesso è stato trascurato. Questa mancanza di considerazione ha portato alla creazione di ciò che oggi riconosciamo come "barriere architettoniche" e "barriere sensoriali". Questi ostacoli, che possono manifestarsi in varie forme, limitano l'accesso e la fruizione di spazi e prodotti, creando impedimenti non solo fisici ma anche sensoriali, che influenzano l'interazione con l'ambiente circostante. Ad esempio, non impediscono solo la libertà di movimento, ma escludo anche in maniera permanente tutti quegli utenti che a causa di una disabilità hanno difficoltà ad interagire con il mondo che gli circonda, sia fisicamente che sensorialmente.

In altre parole, queste barriere sono sorte perché architetti, artisti e progettisti del passato non hanno tenuto conto di tutti gli utenti potenziali quando hanno ideato oggetti, ambienti e siste-

mi, creando limitazioni che impediscono un'esperienza inclusiva per tutti.

Tuttavia, a metà dello scorso secolo, c'è stata una crescente consapevolezza sull'importanza dell'accessibilità nella progettazione. Negli anni '50 negli Stati Uniti iniziò un processo di cambiamento nelle politiche pubbliche e nelle pratiche di progettazione. A seguito del rientro di un certo numero di cittadini che tornarono nel paese con ferite riportate durante la guerra del Vietnam, diversi organi statali hanno lavorato per definire uno standard nazionale volto a promuovere e normalizzare la costruzione di edifici "senza barriere", edifici accessibili ai soldati menomati dalle atrocità della guerra. L'obiettivo era offrire a queste persone delle opportunità di istruzione e di lavoro, come alternativa all'assistenza sanitaria istituzionalizzata. Nel 1961, l'American National Standards Institute (ANSI) pubblicò la sua prima versione delle linee

guida "Accessible and Usable Facilities". Da quel momento, il tema dell'accessibilità e della progettazione accessibile ha ricevuto sempre più attenzione da parte della società. (Tian, s.d.)

Questo movimento più ampio che prenderà il nome di "Barrier-free design" ha portato poi allo sviluppo di vari approcci progettuali come "Universal Design", "Design for All", "Inclusive Design" e "Accessible Design" che cercano di affrontare e superare le sfide poste sia dalle barriere architettoniche che da quelle sensoriali at-

traverso le pratiche dell'accessibilità. Pur essendo spesso usati in modo intercambiabile, ognuno di questi approcci possiede sfumature e differenze proprie, riflettendo le diverse filosofie e metodologie progettuali che sottendono ciascun approccio.

Esploreremo questi diversi approcci al design thinking e all'accessibilità, esaminandone le origini, i principi fondamentali e come possono essere applicati per creare prodotti, sistemi e ambienti veramente accessibili a tutti.

### 2.2.1 Universal Design

Universal Design, è un termine coniato nel 1985 da Ronald L. Mace, famoso architetto, product designer e educatore dell'Università statale del Nord Carolina. Questo approccio ha le sue radici nel movimento del "Barrier-free design" e ha come obiettivo di porre l'accessibilità al centro del processo di progettazione di oggetti e ambienti. La definizione di Universal Design che propone Mace è la seguente:

Mace che è affetto da poliomielite sin da quando è molto piccolo, si è interessato tutta la vita ai temi della progettazione accessibile. Per lui, infatti, l'Universal Design non rappresentava una disciplina che avesse l'obiettivo di realizzare progetti ad hoc per la disabilità, ma che piuttosto abbracciasse le pratiche del design per tutti, in modo da generare prodotti e ambienti che fossero utilizzabili da chiunque.

*"La progettazione di prodotti e ambienti affinché siano utilizzabili da tutte le persone, nella massima misura possibile, senza la necessità di adattamenti o di progettazione specializzata."*

(Mace, 1997)

Nel 1997 sono infine stati formulati sette principi, da Mace ed i suoi collaboratori, che si pongono come obiettivo quello di orientare ed istruire il progettista in vista di un lavoro sull'accessibilità. (Fig 2.1)

(Fig 2.1)

I sette principi sono i seguenti:

**1. Uso equo:** Il primo principio prevede che il progettista dia un identico senso di utilizzo del risultato progettuale a tutti gli utenti, evitando stigmatizzazioni e rendendo il prodotto interessante. Ad esempio, le porte automatiche sono convenienti per tutti, non solo per le persone con disabilità motorie;

**2. Flessibilità di utilizzo:** Il prodotto può adattarsi a diverse abilità. Bisogna infatti fornire un prodotto che permetta la scelta del metodo di utilizzo, come ad esempio la possibilità di usarlo con la mano destra o la mano sinistra, e che ne faciliti l'uso accurato e preciso all'utente;

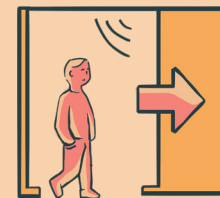
**3. Utilizzo semplice ed intuitivo:** L'utilizzo del prodotto deve essere facile da capire, indipendentemente dall'esperienza dell'utente, dalle sue conoscenze linguistiche o dal livello della sua concentrazione. È infatti necessario eliminare ogni complessità del progetto, rimanendo coerenti con le aspettative e le intuizioni dell'utente e fornendo messaggi

efficaci durante e dopo il completamento di ogni azione. Un esempio possono essere i manuali con solo immagini e nessun testo;

**4. Percettibilità dell'informazione:** Il prodotto deve comunicare le informazioni in modo efficace all'utente, indipendentemente dalle condizioni dell'ambiente o dalle capacità sensoriali dell'utente. Sono importanti quindi l'uso di registri sensoriali diversi per presentare le informazioni, rendendo compatibile il progetto una varietà di tecniche e strumenti utilizzati dalle persone con disabilità sensoriali;

**5. Tolleranza all'errore:** Il prodotto deve ridurre al minimo i rischi e le conseguenze negative di azioni accidentali o non intenzionali. È necessario quindi disporre gli elementi in modo che si riduca al minimo il rischio di un errore, fornendo avvisi di pericolo quando fosse possibile effettuare uno, e funzionalità di sicurezza per proteggere l'utente;

**6. Basso sforzo fisico:** L'utilizzo del prodotto deve avvenire in maniera efficiente e confortevole, con il minimo della fatica. Per far sì che ciò accada il prodotto deve essere poter utilizzato in una posizione neutra ed utilizzabile utilizzando una ragionevole quantità di forza, minimizzando le azioni ripetitive. Un esempio sono le maniglie delle porte;



Principio 1  
**Uso equo**



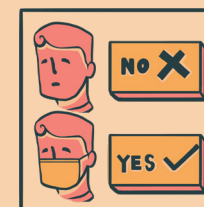
Principio 5  
**Tolleranza all'errore**



Principio 2  
**Flessibilità di utilizzo**



Principio 6  
**Basso sforzo fisico**



Principio 3  
**Utilizzo semplice ed intuitivo**



Principio 7  
**Dimensione e spazio per l'utizzo**



Principio 4  
**Percettibilità dell'informazione**

Figura 2.1 - Riassunto dei sette principi dell'Universal Design (illustrazione dell'autore)



**7. Dimensioni e spazio per l'utilizzo:** è necessario che sia predisposto uno spazio appropriato per il raggiungimento, la manipolazione e l'utilizzo del prodotto, indipendentemente dalle dimensioni dell'utente, dalla postura o dalla sua mobilità. Bisogna perciò fornire una buona visibilità di tutti gli elementi del progetto sia a chi può stare in piedi sia a chi sta seduto, rendendo questi elementi raggiungibili e maneggiabili senza difficoltà. Inoltre, è necessario pensare che lo spazio di utilizzo sia adeguato anche per la presenza di un assistente personale per

### 2.2.2 Design for All

Spesso i termini "Universal Design" e "Design for All" vengono utilizzati erroneamente come sinonimi, volendo indicare in maniera più ampia tutto quello che riguarda la progettazione accessibile.

L'Istituto Europeo per il Design e la Disabilità (EIDD), un'organizzazione con 16 paesi membri dell'Unione Europea, ha definito il Design for All come "design per la diversità umana, l'inclusione sociale e l'uguaglianza" durante l'assemblea generale del 2004 a Stoccolma. (EIDD, 2014)

L'obiettivo principale di questo movimento è che i prodotti vengano progettati per essere utilizzabili dalla più ampia gamma

le persone con disabilità motorie. Sono un esempio i passaggi allargati in metro, che permettono di passare qualsiasi tipologia di utente. (Persson et al., 2014)

Questo approccio è il primo di una serie di approcci per un design accessibile, ed è comunque molto utilizzato ancora oggi. Esistono però altri approcci al design accessibile, che nonostante condividano molto del Universal Design, presentano alcune peculiarità particolari, le quali le rendono degne di nota.

possibile di persone, facilitando per tutti le pari opportunità di partecipazione alla società.

In concreto questo approccio consiste in tre strategie principali:

- Progettazione di prodotti, servizi e applicazioni che siano, in modo dimostrabile, adatti alla maggior parte dei potenziali utenti senza alcuna modifica;
- Progettazione di prodotti facilmente adattabili a diversi utenti (ad esempio incorporando interfacce utenti adattabili o personalizzabili);
- Progettazione di prodotti dotati di interfacce standardizzate, ac-

cessibili tramite dispositivi specializzati di interazione con l'utente. (Persson et al., 2014)

Il Design for All, perciò, è progettazione per la diversità umana, inclusione sociale e uguaglianza. Inoltre, colloca la visione di

design all'interno di un discorso sulla sostenibilità, utilizzando la definizione dei quattro pilastri di Jon Hawkes (Hawkes, 2001), la cui sostenibilità è definita come un concetto composito che comprende aspetti culturali, ecologici, economici e sociali.

### 2.2.3 Inclusive Design

Il termine "Inclusive Design" è principalmente utilizzato nel Regno Unito, dove è descritto anche nel British Standard on Management Inclusive Design da Roger Coleman, professore del Royal College of Art, che la utilizzò per la prima volta nel 1994. Questo approccio presenta molte somiglianze con approcci come "Universal Design" e "Design for All", ma aggiunge a queste due anche il concetto di "ragionevole".

L'espressione, tratta dalla definizione, "ragionevolmente possibile" esprime una delle principali differenze rispetto agli altri approcci, poiché "ragionevolmente" sembra suggerire che l'inclusione delle persone con disabilità può essere considerata troppo difficile da realizzare o troppo costosa.

La sua definizione recita:

*"La progettazione di prodotti e/o servizi tradizionali che siano accessibili e utilizzabili da quante più persone ragionevolmente possibile su base globale, in un'ampia varietà di situazioni e nella massima misura possibile senza la necessità di adattamenti speciali o progettazione specializzata"*

(British Standards, 2005)



Un'altra definizione è stata adottata nell'ambito dell'educational design:

*“Principalmente, va riconosciuto che il “design inclusivo” non è un insieme fisso di criteri di progettazione, ma una filosofia in continua evoluzione. L'obiettivo di creare ambienti belli e funzionali che possano essere utilizzati equamente da tutti, indipendentemente dall'età, dal sesso o dalla disabilità richiede che il processo di progettazione sia in costante espansione per soddisfare una gamma diversificata di utenti, mentre sviluppiamo una maggiore comprensione delle loro esigenze, desideri e aspettative.”*

(Shiple, 2014)

L' "Inclusive Design" viene comunque definito come un approccio progettuale generale, in cui l'obiettivo è che venga garantita la centralità delle persone all'interno del progetto. I prodotti e i servizi, infatti, devono necessariamente rispondere alle esigenze

del più vasto pubblico possibile, indipendentemente da età o abilità. Un design attento alle esigenze di un vasto pubblico sarà indispensabile per le persone con disabilità e al contempo migliorerà sensibilmente la fruizione ed il confort a tutti.

## 2.2.4 Accessible Design

Ultima, ma non meno importante, è la definizione di "Accessible Design" definita dalle guide ISO 71 offerta da l'International Organization for Standardization, ovvero la più importante organizzazione mondiale che si occupa di definire le norme tecniche su diversi argomenti.

"Accessible Design" è definita come una progettazione focalizzata sui principi di estensione della progettazione standard a persone con qualche tipo di limitazione prestazionale per massimizzare il numero di potenziali clienti che possono facilmente utilizzare un prodotto, un edificio o servizio.

Questo può essere ottenuto in diversi modi:

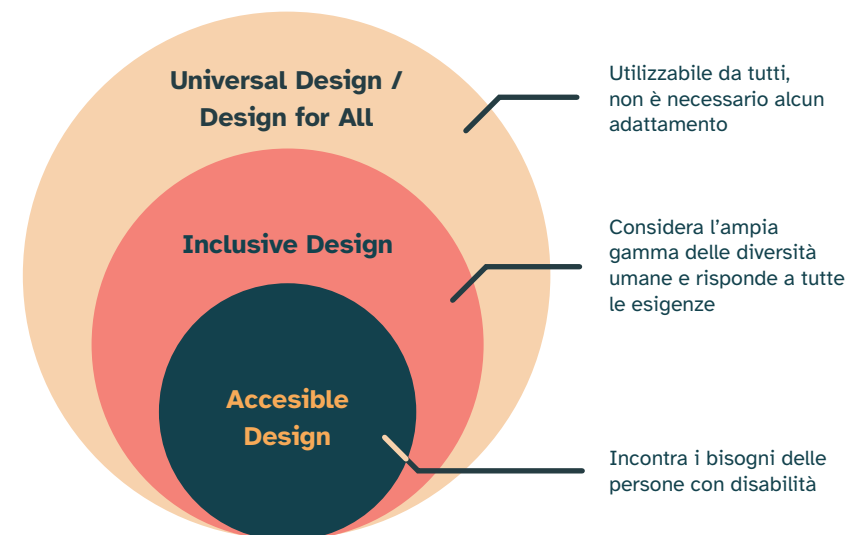
- Realizzando prodotti, servizi e ambienti che siano facilmente utilizzabili alla maggior parte degli utenti senza alcuna modifica;
- Rendendo i prodotti o i servizi adattabili a diversi utenti;
- Avendo interfacce standardizzate per essere compatibili con prodotti speciali per persone con disabilità.

Con questa definizione vengono allargati definitivamente i concetti di design accessibile a tutte le sfere del mondo attuale, quindi

persino alle interfacce digitali. In conclusione, i diversi approcci alla progettazione per l'accessibilità si stanno fondendo e diventa sempre più difficile distinguerne uno dall'altro. Tutti i termini qui sopra citati sembrano confluire in una definizione più generale di "Universal Design".

In figura 2.2 è rappresentata una sintesi delle caratteristiche di ognuno di questi approcci.

Figura 2.2 – Caratteristiche del Universal Design, Design for All, Inclusive Design e Accessible Design (grafico dell'autore)



## 2.3 Disabilità visiva ed evoluzione degli strumenti assistivi

Prima di parlare di norme e regolamentazioni c'è bisogno però di fare un excursus storico fondamentale per la mia ricerca di tesi. In questo capitolo analizzeremo gli avvenimenti vissuti da una categoria di persone interessate da questo cambiamento sociale in atto nell'ultimo secolo, ovvero le persone con disabilità visiva.

La storia dell'accessibilità per le persone con disabilità visive è stata segnata da numerosi cambiamenti nel corso degli ultimi settant'anni. L'influenza di una serie di fattori, tra cui l'evoluzione delle tecnologie, le modifiche legislative e l'aumento della consapevolezza sociale, hanno cambiato la vita di queste persone da una situazione in cui erano percepiti come persone diverse a quella più inclusiva dei giorni nostri.

Fino al XVII secolo, infatti, la cecità è soprattutto un argomento letterario, ed i non vedenti nella letteratura sono quasi sempre persone fuori dal normale, quasi ultraterrene, in grado di superare barriere e limiti umani che sono preclusi alle persone "normali. Basti pensare ad Omero, antico scrittore ellenico dell'Iliade e dell'Odissea. La tradizione vuole che fosse cieco, poiché nell'antichità la cecità era vista come simbolo

di chiarezza e di vicinanza alle muse; infatti, non possedendo la vista questo gli permetteva di sviluppare altre qualità come la saggezza e la sensibilità artistica. La verità della condizione delle persone con disabilità visiva, a quei tempi, però è assai diversa. Essi, infatti, vivevano in condizioni pessime, spesso costretti a subire la miseria dell'accattonaggio e il disprezzo della società, attenuato soltanto a volte per mano della misericordia e della carità di alcuni organi religiosi.

Alla fine del XVIII secolo però si verifica una svolta culturale, per effetto della quale la cecità passa argomento letterario in discussione filosofica sul tema della condizione umana. Importante è in questo discorso la cosiddetta "questione di Molyneux", un problema filosofico posto da William Molyneux nel 1693. Molyneux chiese al filosofo John Locke se una persona nata cieca, che ha imparato a distinguere e nominare gli oggetti diversi tramite il tatto, sarebbe stato in grado di riconoscerli con la vista, se ad un certo punto della vita riacquisisse questo senso. Questo tema creò diverso dibattito filosofico negli anni avvenire, ed il discorso continuò fino ai primi del Novecento. Allo stesso modo, la discussione

prese piede anche tra le élite aristocratiche dell'epoca, che si chiedeva se fosse possibile istruire questo gruppo di persone, negli stessi modi e con gli stessi risultati di un vedente. Così per tutto l'Ottocento, grazie a diversi filantropi europei, l'educazione delle persone con disabilità visiva diventa un tema di estrema attualità nella società, e vengono creati i primi "istituti d'istruzione per i minorati alla vista". Le persone in questi istituti venivano educate allo stesso modo che le persone vedenti e presto si scopre che questo modello educativo impartito è inadatto.

A seguito degli orrori della Prima guerra mondiale però il tema dei feriti di guerra e degli invalidi diventa di grande interesse da parte dell'opinione pubblica. Ed è solo in questo periodo, nei primi del Novecento, che si definisce un'impostazione educativa adatta per le persone con disabilità visiva. Il punto importante di questo nuovo modello è che si avvale essenzialmente del tatto, come senso attraverso il quale è possibile apprendere. A conferma di questo, in Italia nel 1920 nasce l'Unione Italiana Ciechi (UIC), un'organizzazione che difende gli interessi delle persone non vedenti e che opererà sin dall'inizio in modo da rivendicare una legislazione specifica in materia di istruzione, lavoro e previdenza sociale. (Levi, 2021)

Uno degli aspetti più significativi di questa storia è, infatti, l'emergere di un approccio progettuale, predecessore di quelli trattati prima, quali "Universal Design", o "Design for All". Questo approccio ha portato alla creazione di una serie di strumenti e tecniche che prevedono l'utilizzo del tatto, le quali hanno migliorato notevolmente l'accessibilità all'educazione in quei tempi. Nel libro "L'accessibilità alla cultura per i disabili visivi. Storia e Orientamenti" di Fabio Levi, l'autore analizza e racconta queste diverse forme di comunicazione tattili che sono state sviluppate per includere le persone con disabilità visive. Due di queste forme di comunicazione sono il disegno a rilievo e la scrittura in Braille.

Il disegno a rilievo è una tecnica che permette alle persone con disabilità visive di "vedere" le immagini attraverso il tatto. Questo viene realizzato creando disegni che hanno diverse texture e altezze, permettendo così alla persona di percepire l'immagine attraverso le dita. Questa tecnica è stata utilizzata in vari contesti, soprattutto per la creazione di supporti tiflogici per la didattica, come ad esempio nei libri tattili o anche mappamondi tattili, rendendo così queste risorse accessibili per l'educazione a persone con disabilità visiva. (Fig 2.3)

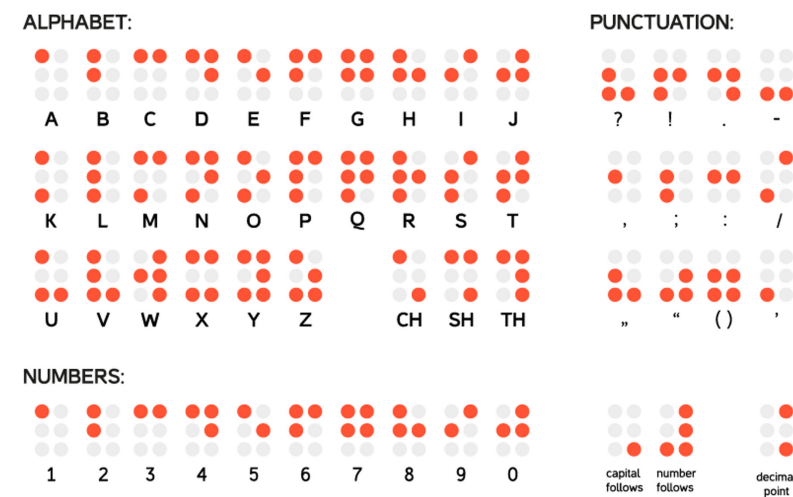
La scrittura in Braille è un altro strumento fondamentale per l'accessibilità. Inventato da Louis Braille nel 19° secolo, il sistema Braille usa combinazioni di punti in rilievo per rappresentare le lettere dell'alfabeto, i numeri e i simboli di punteggiatura. Questo sistema ha permesso alle persone con disabilità visive di leggere e scrivere, fornendo un accesso fondamentale all'istruzione, al lavoro e alla vita quotidiana. (Fig 2.4)

Entrambe queste tecniche sono esempi di come il design inclusivo ha aiutato ed aiuta ancora a superare le barriere e a promuovere l'accessibilità per tutti. Tuttavia, è stato necessario ancora molto la-

voro per far sì che le persone con disabilità visive avessero un accesso equo e paritario alla cultura e alla società.

In conclusione, la storia dell'accessibilità è una storia di progresso e sfide, che culmina ai giorni nostri con normative e regolamentazioni per far sì che tutta la società si impegni a creare un'ambiente più accessibile che dia eguali diritti e possibilità a qualunque persona, indipendentemente dalle loro capacità fisiche o sensoriali.

Figura 2.4 - Le lettere dell'alfabeto Braille con i numeri e i segni di interpunzione (<https://www.unisr.it/news/2019/1/4-gennaio-giornata-mondiale-dellalfabeto-braille>)



## 2.4 Normative, regolamentazioni vigenti

L'accessibilità, come dicevamo, è diventato un diritto fondamentale riconosciuto a livello internazionale tramite normative, regolamentazioni e leggi che hanno come obiettivo quello di definire un traguardo comune da raggiungere nel campo dell'accessibilità dei prodotti, dei servizi e dei luoghi per tutte le persone. In particolare, in tempi più recenti, l'accessibilità digitale è stato un tema cruciale trattato dalle diverse istituzioni internazionali, per far sì che anche i nuovi prodotti

tecnologici siano pienamente accessibili ad una più ampia gamma di persone possibili secondo i teoremi dell'Universal Design.

Le normative e le regolamentazioni vigenti in Europa ed in Italia in materia di accessibilità sono la legge Stanca, i Piani di Eliminazione delle Barriere Architettoniche (PEBA), la European Accessibility Act (EAA) e le Web Content Accessibility Guidelines (WCAG).

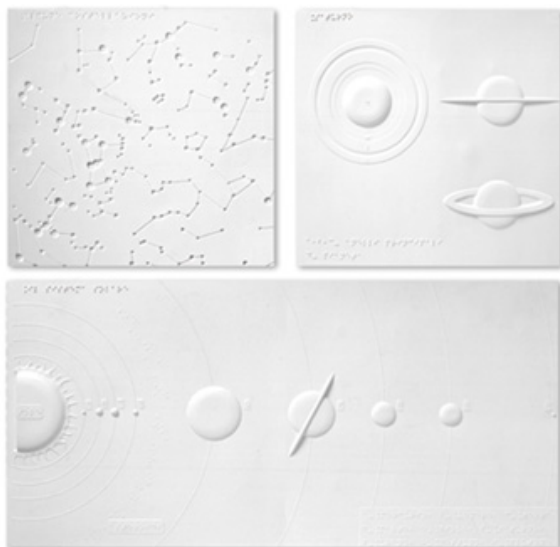


Figura 2.3 - Immagine di un supporto tiftologico per la didattica (<https://www.tiflopedia.org/sussidi-e-strumenti/astronomia/>)

## 2.4.1 Legge Stanca

In Italia nel 2004, passa una legge indetta a supporto della progettazione accessibile e accessibilità agli strumenti informatici per persone con disabilità. La norma in questione è la legge 9 gennaio 2004 n. 4, detta anche legge Stanca (nome del promotore di questa legge Lucio Stanca). Questa legge recepisce le direttive della Normativa Europea in fatto di Accessibilità, in modo da attuarle a livello nazionale. La legge Stanca ha infatti l'obiettivo di riconoscere e tutelare il diritto di ogni persona ad accedere a tutte le fonti di informazione e ai relativi servizi, compresi quelli che si articolano attraverso gli strumenti informatici e telematici. (Legge Stanca, s.d.)

I soggetti destinati a tale legge sono principalmente gli enti pubblici e gli enti privati concessionari di servizi pubblici, ed il loro obbligo è quello di adempiere ai requisiti necessari di accessibilità dei prodotti e dei servizi descritti all'interno della legge. Questi servizi e prodotti comprendono l'hardware (ad esempio desktop, periferiche o dispositivi mobili messi a disposizione del personale lavoratore dell'ente pubblico), il sito web dell'ente, i documenti non web (che devono avere sempre un loro formato accessibile a chiunque), il software (ad esempio acquisto di tecnologie assisti-

ve da mettere a disposizione del personale), applicazioni mobili, documentazione e servizi di supporto, le postazioni di lavoro a disposizione del dipendente con disabilità ed infine i servizi pubblici erogati a sportello dalla Pubblica Amministrazione.

Grazie a questa legge è stato possibile in Italia iniziare un percorso di effettiva democratizzazione delle informazioni, rendendo quanto più possibile, il mondo digitale accessibile a persone con disabilità abbattendone le barriere. Nel concreto, questa legge molto all'avanguardia però non ha prodotto subito i risultati sperati in alcuni campi.

Ad esempio, molti siti web, dei vari enti pubblici, una volta adempiti gli obblighi imposti dalla legge, non sono rimasti al passo con l'evoluzione tecnologica, risultando così dopo poco tempo inaccessibili. D'alto canto la Legge Stanca precede la pubblicazione delle linee guida europee in materia di accessibilità digitale pubblicate nel 2008 con il nome di WCAG. I requisiti qui descritti sono poi stati infine riportati in un ulteriore aggiornamento della legge nel 2013.

## 2.4.2 Piani di Eliminazione delle Barriere Architettoniche

I Piani di Eliminazione delle Barriere Architettoniche, dette anche P.E.B.A, sono lo strumento individuato dalla normativa italiana per eliminare il problema delle barriere architettoniche in modo da promuovere una più ampia fruizione nei luoghi di interesse culturale, come i musei, i complessi monumentali e le aree e parchi archeologici. Pubblicate nel 2008 e aggiornate nel 2017 queste linee guida si rivolgono a tutti coloro che si trovano ad affrontare la progettazione di soluzioni accessibili, sia a livello fisico che poi cognitivo sensoriale, dei luoghi di interesse culturale.

Nella stesura del documento, sono stati forniti quattro allegati, ognuno inerente ad una diversa questione. Il più interessante dal punto di vista progettuale è l'allegato A che tratta proprio la questione dell'intervento progettuale, ed è quindi il vero e proprio fulcro delle linee guida.

In questo allegato sono descritte le azioni e i progetti da mettere in atto per rendere accessibili diverse fasi che l'utente visitatore può dover affrontare prima, dopo e durante la sua visita.

Queste fasi comprendono l'accessibilità dall'esterno, ovvero prima che si giunga in loco. Vale a dire la navigazione del sito web, la

reperibilità dei contatti, e la raggiungibilità e l'accesso del luogo.

Successivamente le linee guida comprendono le informazioni e l'accoglienza interna, il che riguarda il personale, l'ingresso o atrio del luogo culturale, la biglietteria, i servizi per l'accoglienza, il guardaroba, i servizi igienici, i punti di ristoro, l'orientamento, gli ascensori e persino i dispositivi di supporto per il superamento di specifiche disabilità.

Infine, si forniscono anche linee guida per quanto riguarda l'esperienza museale e la sicurezza, il che comprende percorsi museali, dispositivi espositivi, postazioni multimediali, spazi museali esterni, la comunicazione e le situazioni di emergenza.

Nell'articolazione di queste linee guida è stato privilegiato l'approccio dell'Universal Design, pur non escludendo però in alcuni casi l'individuazione di soluzioni ad hoc alle varie esigenze dei possibili pubblici. (Ministero per i beni e le attività culturali Direzione generale Musei, 2017)

### 2.4.3 Web Content Accessibility Guideleines

Le linee guida per l'accessibilità dei contenuti web dette anche WCAG 2.0 sono state diffuse nel 2008, a seguito di un aggiornamento delle precedenti WCAG 1.0 diffuse nel 1999. Queste linee guida sono state sviluppate con l'obiettivo di fornire uno standard condiviso internazionalmente per l'accessibilità dei contenuti Internet.

Attraverso la serie di istruzioni fornite da questo documento, le persone e le organizzazioni avranno la possibilità rendere accessibile i contenuti ad un più ampio numero di persone con disabilità visiva, uditiva e cognitiva. Per sintetizzare le informazioni all'interno di questo documento, che sono molto tecniche e complesse e possono essere lette da diverse tipologie di professionisti, si può dividere il documento in vari livelli di orientamento.

A livello più alto sono definiti quattro principi pilastri dell'accessibilità che vogliono promuovere:

- **Percepibile:** Le informazioni ed i componenti dell'interfaccia utente devono essere presentati agli utenti in modo che possano percepirle.
- **Utilizzabile:** I componenti dell'interfaccia utente e la navigazione deve essere utilizzabile facilmente.

- **Comprensibile:** Le informazioni e le operazioni dell'interfaccia devono essere comprensibili.

- **Robusto:** Il contenuto deve essere robusto abbastanza in modo che possa essere interpretato affidabilmente da una vasta gamma di utenti e dalle tecnologie assistive. (W3, s.d.)

Sono successivamente definite delle linee guida, in particolare ben 13, che forniscono gli obiettivi di base su cui progettisti, sviluppatori ecc. dovrebbero lavorare per rendere il contenuto più accessibile. Queste linee guida sono direttamente verificabili, in modo che sia possibile applicare al meglio le linee guida modificando in diretta il proprio lavoro. Infatti, per ogni guida sono forniti dei criteri di successo verificabili, valutati in tre livelli di conformità: A (minimo), AA e AAA (massimo). Per ciascuna delle linee guida, inoltre, sono documentate una ingente quantità di tecniche informative per adempire al meglio ai criteri di successo.

Questa corposa documentazione è sottoposta a continui aggiornamenti, in modo che rimanga al passo con le nuove tecnologie e le nuove tipologie di interfacce.

### 2.4.4 European Accessibility Act

Ultima a livello cronologico è la European Accessibility Act, detta anche EAA o Direttiva 2019/882, la quale è stata emanata dall'Unione Europea il 17 aprile 2019. Questa direttiva è una disposizione dell'Unione Europea, mediante la quale si stabilisce gli obiettivi che gli Stati membri, tra cui l'Italia, devono raggiungere in un certo lasso di tempo, al fine di evitare sanzioni.

Nel concreto questa normativa si pone l'obiettivo di garantire l'accessibilità di: siti web; servizi per dispositivi mobili, comprese le applicazioni mobili; biglietti elettronici e servizi di biglietteria elettronica; fornitura di informazioni relative a servizi di trasporto, comprese le informazioni di viaggio in tempo reale; i terminali self-service interattivi situati sul territorio. (European Commission, s.d.)

A livello progettuale dà indicazioni molto utili per chi deve trasformare il proprio servizio in maniera accessibile, affermando per esempio come all'interno dei siti web le informazioni debbano essere chiare e presentate in modo comprensibile, utilizzando quanto più possibile diversi registri sensoriali in modo da essere percepibili alla più vasta gamma di pubblico possibile.

L'obiettivo della disposizione è rendere universali le più recenti linee guida WCAG (nel Ottobre del 2023 sono state pubblicate le WCAG 2.2).

Infatti, la legge è entrata in vigore solo di recente, nel 2022, e ora le imprese pubbliche o private degli Stati membri dell'Unione Europea, ad eccezione delle microimprese, hanno l'obbligo di adempiere a queste direttive entro il 2025.

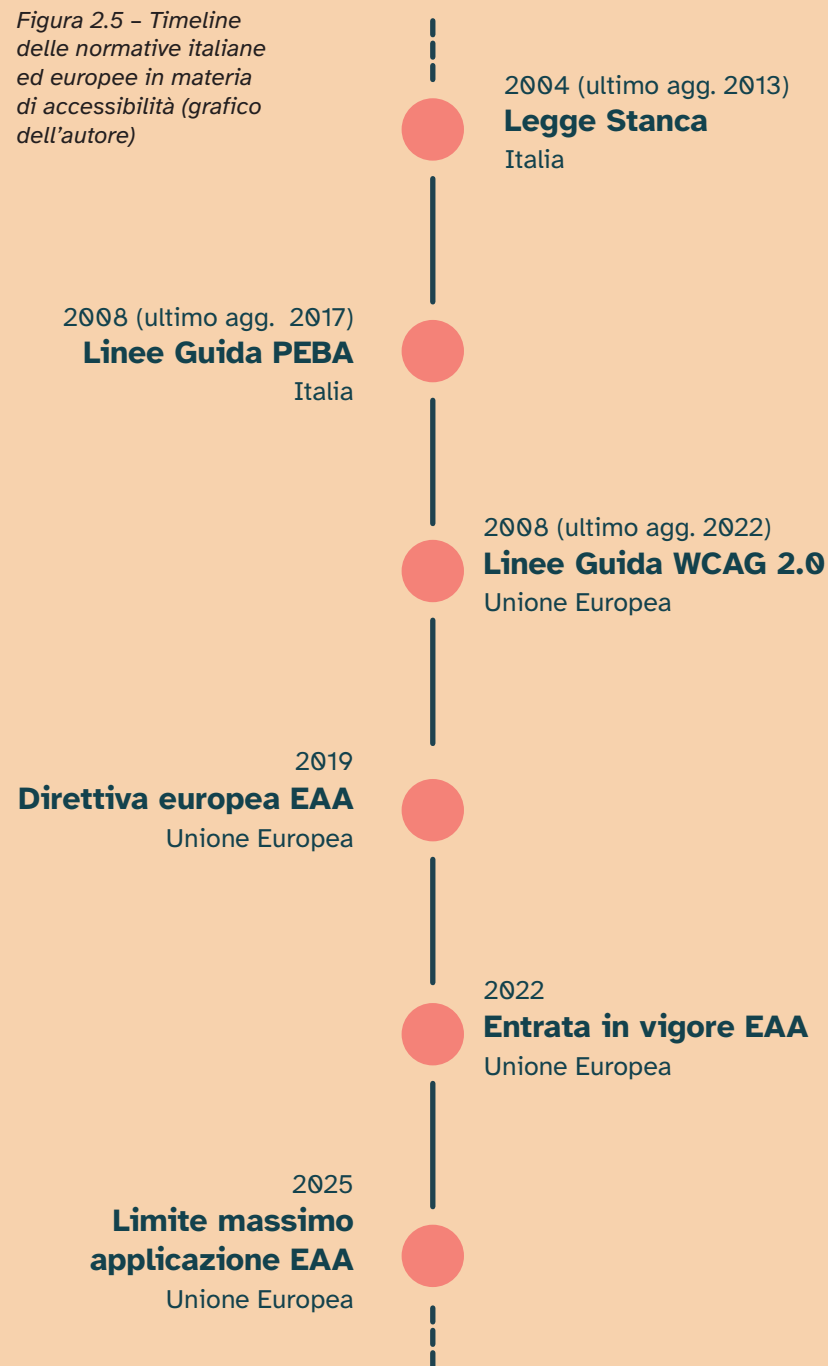
## 2.5 Prospettive future

In conclusione, le prospettive per una progettazione sempre più accessibile sono molteplici e promettenti.

Attualmente le normative che obbligano le società ad applicare le normative che promuovono i principi dell'accessibilità sono state applicate anche alle aziende private. Questo porterà, nei prossimi anni, ad una conformità generale delle piattaforme digitali in modo che siano pienamente abbattute le barriere sensoriali nel digitale. In futuro questa tipologia di intervento potrebbe essere anche applicata ad altre categorie di infrastrutture, come ad esempio nella cultura.

Inoltre, anche l'innovazione delle tecnologie può giocare un ruolo cruciale nell'abbattimento di queste barriere. Vedremo nel prossimo capitolo come le tecnologie assistive si sono evolute grazie anche alla missione di tre delle più grandi aziende tecnologiche attualmente sulla scena delle compagnie hi-tech, ovvero Microsoft, Apple e Google. La missione che perpetuano queste agenzie è infatti quella di costruire un mondo migliore, grazie alla tecnologia, sempre più accessibile grazie agli insegnamenti dell'Universal Design.

Figura 2.5 - Timeline delle normative italiane ed europee in materia di accessibilità (grafico dell'autore)





# 3.

## Tecnologia e accessibilità:

### Lo stato della ricerca delle big tech

#### 3.1 Tecnologie assistive per le persone con disabilità visiva

La tecnologia negli ultimi anni ha fatto passi da gigante e ha cambiato radicalmente il modo in cui interagiamo con il mondo. I fattori principali che guidano quella che viene definita come “trasformazione digitale” sono diversi, ma sicuramente la mobilità e la possibilità di essere sempre connessi (da cui il termine on-line), grazie ai dispositivi mobili, sono una delle trasformazioni che hanno influenzato maggiormente la vita di ciascuno di noi.

Prendiamo ad esempio gli smartphone: essi sono i protagonisti della rivoluzione tecnologica degli ultimi decenni. Hanno cambiato totalmente la maniera in cui comunichiamo, ma soprattutto la maniera in cui usufruiamo di tantissimi servizi. Tutti possono compiere con estrema facilità gesti come, ad esempio, ordinare il pranzo o la cena dal loro ristorante preferito, comprare online dei capi di abbigliamento, scaricare il referto medico per un esame svolto di recente oppure gestire i propri risparmi tramite la app della propria banca. Tutti o quasi tutti.

L'accesso a queste tecnologie può essere limitato per le persone con disabilità visiva, che spesso incontrano barriere per accedere a contenuti scritti, immagini, video e altri contenuti multimediali.

Anche dal punto di vista della regolamentazione, l'Unione Europea si è adoperata negli ultimi anni per uniformare la disciplina in materia di accessibilità web, emettendo due importanti direttive: la n. 2102 del 2016 e la n. 882 del 2019, conosciuta come European Accessibility Act (EAA). Mentre la prima si rivolge al settore pubblico, la seconda impone obblighi di accessibilità anche alle imprese private con un termine temporale ben preciso.

Fortunatamente, molte aziende in ambito tech, in particolare Google, Microsoft e Apple, stanno investendo ampie risorse in tecnologie avanzate per il miglioramento dell'accessibilità e dell'esperienza degli utenti affetti da questa disabilità. Queste tecnologie prendono il nome di “Tecnologie assistive”.

“La tecnologia assistiva è l'applicazione di conoscenze e competenze organizzate relative a prodotti assistivi, inclusi sistemi e servizi. La tecnologia assistiva è un sottoinsieme della tecnologia sanitaria. Un prodotto assistivo è qualsiasi prodotto esterno (inclusi dispositivi, attrezzature, strumenti o software), in particolare prodotti o generalmente disponibili, il cui scopo principale è mantenere o migliorare il funzionamento e l'indipendenza di un individuo, e quindi promuovere il loro benessere. I prodotti assistenti vengono anche utilizzati per prevenire menomazioni e condizioni di salute secondarie”.

(World Health Organization and the United Nations Children's Fund, s.d., p. 6)

Nel caso di persone con disabilità visive queste tecnologie includono: software di lettura dello schermo, applicazioni per smartphone con intelligenza artificiale per fornire descrizioni parlanti degli oggetti circostanti, applicazioni per l'orientamento e la mobilità e molto altro.

Tutte queste tecnologie sono state sviluppate in risposta alla crescente domanda di prodotti e servizi digitali accessibili per le persone con disabilità, in particolare quella visiva, e hanno l'obiettivo di migliorare il modo in cui queste persone interagiscono con il mondo digitale, riducendo e talvolta rimuovendo le barriere che impediscono loro di accedere ai contenuti digitali.

Inoltre, queste tecnologie, o prodotti assistenziali, come mostrato nella figura 3.1, sono essenziali per diverse esigenze specifiche.

In questo capitolo andremo a studiare come lavorano per l'accessibilità tre delle più grandi aziende tech del mondo: Microsoft, Apple e Google. Per far questo, analizzeremo una serie di tecnologie assistive progettate da queste e altre multinazionali per quanto riguarda l'accessibilità visiva. Visti nell'insieme, questi esempi, ci forniscono un quadro ampio e completo del panorama tecnologico e assistenziale al giorno d'oggi.



Compensare una **menomazione** / una **perdita di capacità** intrinseca



Contribuire a ridurre al minimo la necessità di **assistenza diretta**



Ridurre le conseguenze del **graduale declino** funzionale



Prevenire **condizioni di salute** primarie e secondarie



## 3.2 Multinazionali e accessibilità

### 3.2.1 Microsoft

*“Non esistono limiti a ciò che le persone possono realizzare quando la tecnologia riflette le diversità di tutti quelli che la utilizzano”.*

*(Microsoft, s.d.-b)*

Queste sono le prime parole che appaiono nella pagina web dedicata alle funzionalità di accessibilità per i prodotti Microsoft. Il colosso nel settore tecnologico è infatti una delle aziende più all'avanguardia per quanto riguarda la progettazione, la realizzazione e il lancio sul mercato di tecnologie digitali assistive per tutte quelle persone che possiedono una qualsiasi disabilità, che essa sia motoria, dell'apprendimento o che colpisca uno dei cinque sensi come l'udito e la vista. (Fig 3.2)

La visione dell'azienda è molto incentrata sui valori di accessibilità e di inclusione. L'obiettivo che si pone è di fare in modo che la propria tecnologia offra strumenti adatti a tutti e che possano dare la possibilità a chiunque di esprimere al meglio le proprie capacità, garantendo il massimo dell'esperienza umana che si può ottenere con la tecnologia senza alcun tipo di esclusione.

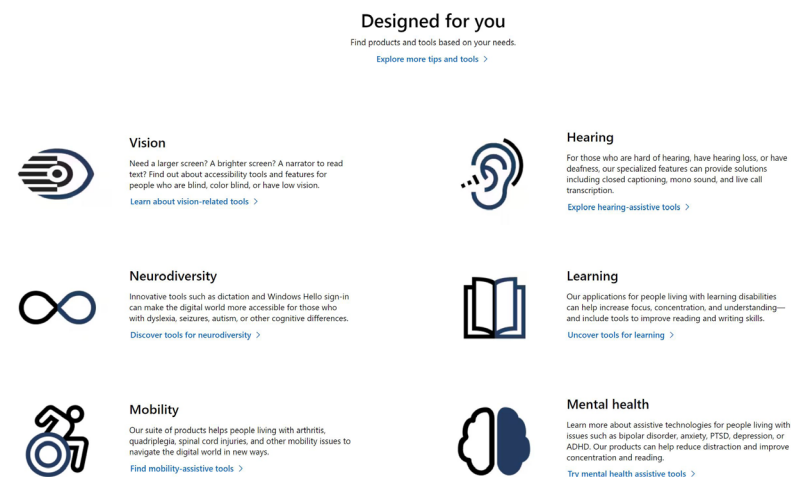
Negli ultimi anni, Microsoft si è impegnata nella ricerca e nello sviluppo di tecnologie assistive per sfruttare al meglio la possibilità con cui le persone con disabilità si possano esprimere tramite l'interazione con queste tecnologie. Il progetto prende il nome di Accessibilità ed Inclusione ed è stato concepito come un luogo in cui si può parlare di accessibilità e delle opportunità che le nuove tecnologie possono offrire per trasformare la diversità in un valore reale di crescita e differenziazione per tutti. La creazione di prodotti non solo accessibili ma anche di aiuto per le persone con disabilità visiva è una delle caratteristiche principali dell'approccio con il quale questa grande azienda affronta il problema. Infatti, al fine di essere conforme alle varie normative che regolano l'accessibilità dei prodotti tecnologici, Microsoft si impegna a rendere disponibili strumenti di assistive technology in conformità alla Legge n. 4/2004 e alle linee guida

tecniche applicabili in attuazione della stessa e fornisce le dichiarazioni di accessibilità seguenti a sostegno di tale impegno. (Microsoft, s.d.-a)

È interessante sottolineare come Microsoft non solo sia una delle aziende leader del settore tecnologico più all'avanguardia nell'utilizzo delle innovazioni digitali al servizio di tecnologia assistiva, ma scenda anche in prima linea per quanto riguarda la crescita di questo settore. Al fine di ottenere rapidamente una concreta inclusività delle persone con disabili-

tà anche attraverso le tecnologie, Microsoft ha presentato un'agenda digitale sull'accessibilità insieme a Samsung, A2A e associazioni Onlus come FAND e FISH. L'azienda è infatti una grande sostenitrice per l'accelerazione dell'inclusione delle persone con disabilità attraverso le tecnologie e l'intelligenza artificiale in tutti gli aspetti della vita di un cittadino. Promuovono e propongono diverse soluzioni per creare una pubblica amministrazione realmente accessibile, scuole accessibili, un mondo del lavoro inclusivo e infine smart city accessibili.

Figura 3.2 – Screenshot pagina web di Microsoft sul tema dell'accessibilità (<https://www.microsoft.com/it-it/accessibility> - consultato il 22/3/2023)



### 3.2.2 Apple

*“Apple è sempre stata, fin dall’inizio, un’azienda all’avanguardia nel mettere potenti tecnologie a disposizione di tutti, con prodotti e servizi progettati pensando alle persone. I prodotti Apple sono ideati e costruiti per essere accessibili: sono i dispositivi a adattarsi a chi li usa, non il contrario. E in questo approccio si concretizza uno dei principi guida dell’azienda: l’accessibilità è un diritto umano e un valore fondamentale”*

(Apple, s.d.-b)

Queste sono le dichiarazioni che appaiono sul sito di Apple riguardo al tema dell’accessibilità dei prodotti sviluppati dalla propria azienda. L’azienda residente nella Silicon Valley è infatti, assieme a Microsoft, una delle più influenti ed importanti multinazionali in ambito tech che lavora sulle tecnologie assistive ed utilizza le nuove tecnologie per creare dei prodotti hi-tech al servizio delle persone con disabilità.

Apple è un’azienda che da sempre si è distinta per l’attenzione dedicata all’accessibilità dei propri prodotti, con l’obiettivo di offrire strumenti di alta qualità che possano essere utilizzati da tutti, indipendentemente dalle loro capacità fisiche o sensoriali. Già nel 1985 l’azienda aveva creato una divisione legata al tema dell’accessibilità, che per Apple, è uno dei diritti umani fondamentali ed

è diventato uno dei pilastri del modo di lavorare a Cupertino. (Sky TG24, 2022)

Come Microsoft, anche Apple si impegna ad essere conforme alle regole in fatto di accessibilità, rispettando gli standard UNI CEI EN 301549 in ogni parte del proprio sito web ed effettuando test periodici per garantire che le pagine del proprio sito siano accessibili a ogni persona.

Inoltre, il lavoro di questa multinazionale non si limita a rendere accessibile solo il proprio sito, ma si articola in ricerca ed innovazione nel campo delle tecnologie assistive, creando applicazioni e funzionalità che possano rendere accessibile il mondo digitale anche ad una persona con disabilità visiva. (Fig 3.3)

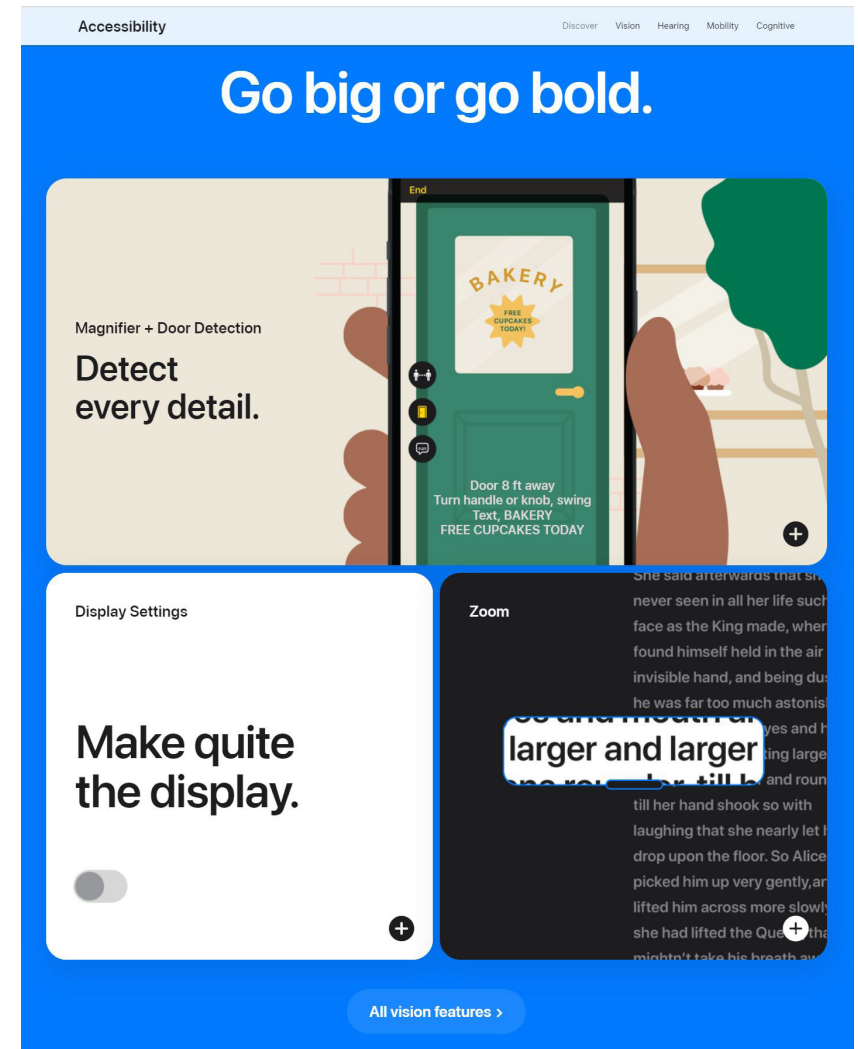


Figura 3.3 – Screenshot pagina web di Apple sul tema dell’accessibilità (<https://www.apple.com/it/accessibility/> - consultato il 24/3/2023)

### 3.2.3 Google

*“Il Web deve essere accessibile a tutti e noi ci impegniamo per renderlo possibile.”*

*(Google, s.d.-a)*

Anche Google scende in prima linea quando si tratta di rendere accessibile i propri prodotti ad una più vasta scala possibile di utenti. Infatti, la citazione riportata rappresenta la mission che l'azienda si pone in termini di accessibilità ed è presente nella loro pagina web dedicata a questo tema. Non solo si può scoprire da questa pagina una vasta lista di prodotti e tecnologie assistive sviluppate dall'azienda, ma anche varie indicazioni e documenti dedicati a chi lavora nel settore dello sviluppo web e app e a chi vuole essere partner o cliente di Google per la progettazione e la creazione di tecnologie assistive realmente accessibili.

Google è infatti una delle multinazionali più attive a livello di iniziative e ricerca per promuovere un web accessibile a tutti nel rispetto degli standard e delle decisioni dei comitati consultivi. L'azienda, infatti, collabora attivamente con diverse organizzazioni come la FCC Video Programming Accessibility Advisory Committee (VPAAC - commissione creata dalla FCC per fornire consigli finalizzati ad aumentare

l'accessibilità dei contenuti video in diverse forme), la Web Content Accessibility Guidelines (WCAG - gli standard internazionali relativi all'accessibilità a cui ho accennato precedentemente) e la Consumer Advisory Committee della FCC (CAC - nato come organo di consulenza della FCC in merito a questioni relative ai consumatori, ad esempio l'accessibilità). Il loro lavoro è ampiamente apprezzato dalla community di persone con disabilità visiva, difatti vengono spesso preferite soluzioni progettate da questa azienda rispetto alle aziende competitor. Infatti, l'approccio con il quale Google progetta i suoi lavori si potrebbe definire antropocentrico, ovvero focalizzato sull'esperienza finale dell'utente. Dopotutto spesso l'azienda dichiara che “L'utente viene prima di tutto: il resto viene dopo” (Google, s.d.-b)

## 3.3 Tecnologie per la lettura dello schermo

### 3.3.1 Microsoft Narrator

Procedendo in ordine temporale, il primo prodotto tecnologico sviluppato per aiutare le persone con disabilità visiva nel mondo digitale è Microsoft Narrator, chiamato anche “Assistente vocale” in italiano. Narrator è integrato all'interno dei sistemi operativi Windows sin dal 2000, anno in cui il Professor Paul Blenkhorn ha sviluppato e rilasciato il programma. La sua evoluzione negli anni è stata continua, anche grazie alla domanda sempre maggiore da parte della comunità disabile.

Non è altro che uno strumento che restituisce il contenuto di un testo o di un'immagine presente sullo schermo attraverso un output in sintesi vocale o tramite uno display Braille, rendendo così accessibile l'interfaccia di un computer o di uno smartphone a una persona con disabilità visiva.

Questo genere di tecnologia assistiva viene chiamata Screen Reader, in italiano Lettore Schermo. È dotato di numerose funzionalità che lo rendono uno strumento di assistenza molto potente. Ad esempio, il software offre la possibilità di personalizzare la voce sintetizzata, regolare la velocità di lettura e modificare il volume. Il software supporta diverse lingue

e dialetti, garantendo che gli utenti con disabilità visiva possano utilizzare il computer nella loro lingua madre. Inoltre, è compatibile con la maggioranza dei display Braille presenti sul mercato; quindi, permette di rendere accessibile il contenuto di un testo non solo tramite l'audio, ma anche tramite il tatto.

Windows 2000 è stato il primo sistema operativo Microsoft rilasciato con un certo grado di accessibilità per i non vedenti, consentendo a una persona non vedente di avvicinarsi a qualsiasi computer con tale sistema operativo e di utilizzarlo nell'immediato. Questa intuizione, ovvero che fosse possibile interagire con uno schermo grazie ad una descrizione vocale, ha reso Microsoft uno dei pionieri dell'accessibilità tecnologica per le persone con disabilità visiva. Presto anche altre grandi aziende copieranno questa intuizione, sviluppando software come ad esempio Apple VoiceOver e ChromeVox, oppure software open source come JAWS (Job Access With Speech) o NVDA (Non Visual Desktop Access) i quali verranno poi ampiamente utilizzati in sostituzione di Narrator. («Screen reader», 2022)

### 3.3.2 Apple VoiceOver

Tra i tanti software usciti dopo Microsoft Narrator, degno di nota è il primo prodotto sviluppato da Apple per rendere accessibili i propri dispositivi a persone con disabilità visiva. VoiceOver appare per la prima volta nell'aggiornamento del sistema operativo MacOS X Tiger, sviluppato da Apple nel giugno del 2004, come una delle nuove caratteristiche rispetto alla versione precedente del sistema. Si tratta a tutti gli effetti di uno screen reader che attraverso un programma di sintesi vocale legge ad alta voce il contenuto dello

schermo, ciò permette a chiunque abbia una disabilità visiva di navigare tra le varie funzioni del device Apple, di leggere il testo presente sul display, di inviare messaggi, di scrivere e-mail, di effettuare chiamate, di utilizzare le applicazioni e molto altro.

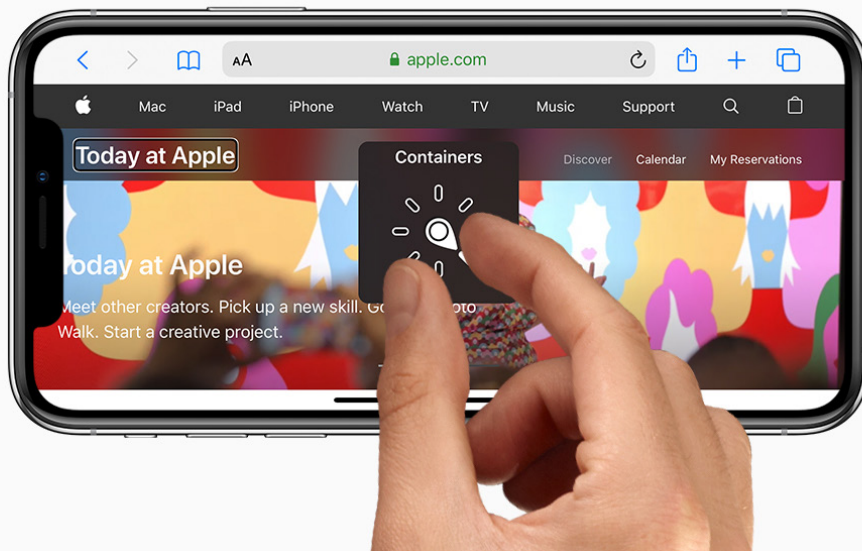
Durante gli anni successivi questo strumento di lettura schermo è stato ripetutamente aggiornato, fino a diventare al giorno d'oggi un vero e proprio riferimento per l'industria delle tecnologie assistive, grazie soprattutto al livel-

lo di innovazione raggiunto che permette alle persone con una disabilità visiva, di poter utilizzare con più facilità un computer o uno smartphone.

Una delle sue peculiarità rispetto ai prodotti equivalenti dei competitor è infatti l'utilizzo non solo della lettura vocale del testo presente sullo schermo, ma anche una serie di gesture, ovvero movimenti coordinati delle dita sullo schermo, che permettono di adattare VoiceOver a qualsiasi tipo di contenuto, semplicemente ruotando le dita sul touchscreen o sul trackpad, come se si stesse girando una manopola (Fig 3.4). Questo permette agli utenti che utilizzano questi tipo di strumento, di navigare più facilmente anche nelle pagine web più complesse. (Apple, s.d.-a)

Risulta chiaro come Microsoft ed Apple si siano influenzate a vicenda nello sviluppo e nell'aggiornamento delle funzionalità di questa tecnologia assistiva. Ad entrambi i prodotti, va però riconosciuto un valore sociale molto importante. Dal momento in cui sono stati introdotti Microsoft Narrator e Apple VoiceOver, le persone con disabilità visiva possono utilizzare più facilmente i propri dispositivi mobile per comunicare, lavorare, studiare e partecipare alla vita sociale, culturale e politica della società, garantendo un ruolo sostanziale nella loro indipendenza e autonomia.

Figura 3.4 - Utilizzo di Apple VoiceOver con le gesture (<https://support.apple.com/it-it/HT204783>- consultato il 24/3/2023)



La voce non è l'unico output possibile. Apple ha reso disponibile anche la funzione di VoiceOver in collegamento con display Braille, permettendo la lettura di caratteri presenti su uno schermo tramite il tatto ad una persona con disabilità visive. Inoltre, grazie alla funzione di "input Braille schermo", Apple permette di scrivere attraverso il display Braille e successivamente di riprodurre tramite la sintesi vocale il contenuto del testo appena scritto, per controllare che non ci siano errori.



## 3.4 Tecnologie per l'orientamento e la mobilità

### 3.4.1 Microsoft Soundscape

*“L'orientamento rappresenta il complesso processo cognitivo-percettivo di raccolta ed elaborazione di informazioni sensoriali provenienti dall'ambiente e dal proprio corpo, mediante il quale il soggetto si mette in relazione con gli oggetti e i soggetti del mondo circostante. La mobilità è invece la capacità, abilità e disposizione a muoversi autonomamente in ambienti familiari e contesti sconosciuti con la massima sicurezza, il minimo sforzo e il massimo rendimento.”*

(Violin,2022)

Uno dei problemi che affliggono maggiormente le persone che possiedono una disabilità visiva sono l'orientamento e la mobilità. In questo campo la tecnologia ha disposto moltissime soluzioni utilizzabili da tutti come le app di navigazione turn by turn, di cui fanno parte sia Google Maps che Apple Maps. Queste applicazioni, tramite le indicazioni di navigazione fornite da una voce artificiale, sono persino accessibili ad una persona che presenta disabilità visive, ma le informazioni che vengono fornite non aiutano in alcun modo queste persone a capire quando si sta attraversando un incrocio stradale o quando si sta camminando all'interno di un parco, per esempio. Infatti, non sono

pensate per essere dei veri navigatori che risolvano il problema dell'orientamento e della mobilità in modo accessibile.

In questo settore delle tecnologie assistive per la mobilità e l'orientamento Microsoft prende la decisione di investire tempo, risorse ed un intero dipartimento per la creazione di una app che possa realmente aiutare le persone con questa disabilità ad essere più indipendente negli spostamenti. Da questo progetto nasce Microsoft Soundscape, un programma gratuito sviluppato da Microsoft Research da più di sei anni e rilasciato per dispositivi iOS e Android nel 2018. (Fig 3.5)

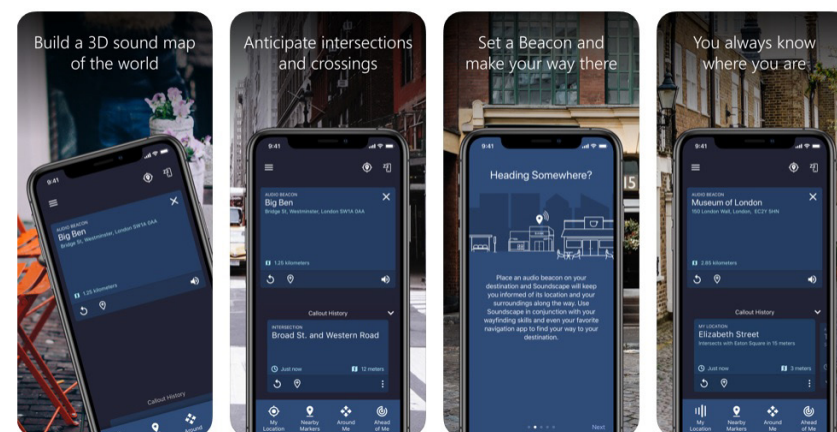
L'applicazione ha come scopo

quello di aiutare le persone con disabilità visiva a muoversi ed orientarsi in modo più autonomo e sicuro nello spazio urbano. Per far questo l'App fornisce una serie di informazioni sulla posizione e sui punti di interesse dell'utente in modo da guidarlo verso la posizione desiderata con la realtà aumentata e l'audio tridimensionale. L'app utilizza infatti sistemi GPS per fornire agli utenti informazioni audio su strade, incroci e punti di interesse circostanti attraverso l'audio tridimensionale composto da suoni ambientali e segnali acustici, consentendo agli utenti di comprendere con precisione la posizione e la distanza degli oggetti circostanti. La voce consente alle persone non vedenti o ipovedenti di migliorare la propria mobilità ed espandere la propria esperienza di navigazione, consentendo loro di recarsi in luoghi e svolgere attività importanti per la propria vita.

In effetti, il progetto è stato ben accolto dalla comunità dei non vedenti e ha vinto numerosi premi per l'innovazione e l'accessibilità, tra cui i CES Innovation Awards 2019. Tuttavia, nonostante il grande successo, nel 2021, Microsoft ha annunciato che l'applicazione sarebbe stata interrotta il 31 luglio 2022 e il codice Soundscape sarebbe stato reso disponibile come software open source.

Questo evento potrebbe però rappresentare una grande opportunità per il mercato delle tecnologie assistive. Rendere disponibile a tutti il software permetterà infatti a progettisti, designer e sviluppatori di accedere al codice dell'applicazione e di contribuire alla sua evoluzione e miglioramento, in modo che vengano rilasciati prodotti sempre più innovativi e di aiuto per le persone non vedenti e ipovedenti.

Figura 3.5 - Immagini di Microsoft Soundscape (<https://winbuzzer.com/2019/12/09/microsoft-research-soundscape-app-helps-visually-impaired-navigate-xcxwb/>)



## 3.5 Tecnologie di riconoscimento oggetti e descrizione audio

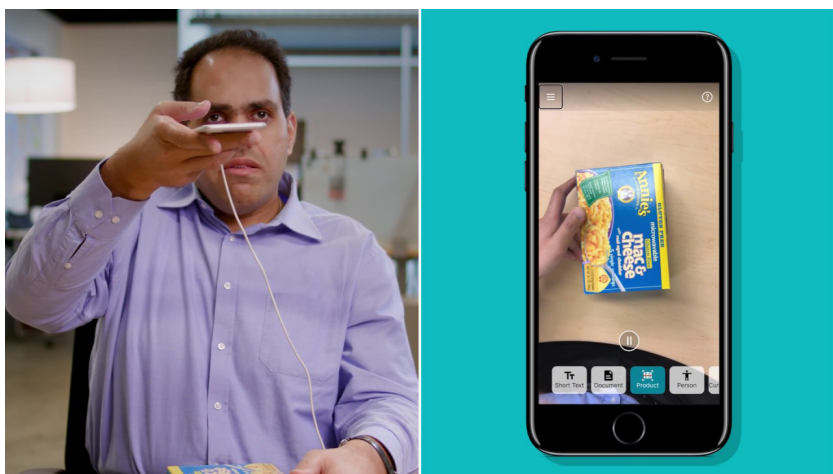
### 3.5.1 Microsoft Seeing AI

In questi anni siamo spettatori e attori di quella che potrebbe sembrare a tutti gli effetti una nuova rivoluzione nel mondo digitale. La rivoluzione che è in atto ha come attore principale l'intelligenza artificiale ed il suo utilizzo nel mondo dei prodotti digitali. Abbiamo assistito all'esponenziale crescita e fama di nuove applicazioni che sfruttano le potenzialità dell'AI come gli elaboratori di linguaggio naturale, ovvero algoritmi che consentono al computer di comprendere il linguaggio umano (ad

esempio le diverse applicazioni di OpenAI, quali ChatGPT), oppure applicazioni di visione artificiale, ovvero algoritmi che consentono ai computer di "vedere" e interpretare immagini e video. (15 applicazione AI, s.d.)

Non è una coincidenza che, quando Microsoft ha annunciato i loro piani di ristrutturazione aziendale, abbiano definito il passaggio all'intelligenza artificiale come una delle maggiori sfide che stanno affrontando. Il CEO di Mi-

Figura 3.6 – Screenshot del video tutorial di Microsoft Seeing AI per la scansione di oggetti (<https://www.youtube.com/watch?v=gJhdgbRAilw>)



crosoft ha persino parlato di un imminente cambio di piattaforma, riferendosi probabilmente ai servizi abilitati all'intelligenza artificiale come al prossimo grande cambiamento tecnologico dopo il passaggio al mobile. (ANSA, s.d.)

In questo contesto, l'intelligenza artificiale rappresenta una risorsa molto promettente per creare prodotti digitali che possano aiutare le persone con disabilità a vivere una vita più indipendente e autonoma.

A tal proposito, Microsoft ha sviluppato Seeing AI, un'applicazione per smartphone che utilizza algoritmi di visione artificiale per analizzare l'ambiente circostante e fornire una descrizione verbale di ciò che viene rilevato dalla telecamera di uno smartphone. Grazie a questa tecnologia, l'applicazione è in grado di leggere il testo di un documento o di uno schermo, riconoscere oggetti e volti, identificare colori e persino rilevare la presenza di denaro e il relativo valore. (Fig 3.6)

### 3.5.2 Apple Magnifier

Apple Magnifier è una tecnologia assistiva sviluppata da Apple che permette di utilizzare la fotocamera del dispositivo come lente

L'idea di creare Seeing AI è nata dalla volontà di fornire una soluzione innovativa per le persone con disabilità visiva, che spesso incontrano difficoltà a interagire con il mondo circostante in modo totalmente autonomo. Il suo obiettivo principale è infatti quello di aiutare queste persone a comprendere meglio il mondo che li circonda, fornendo loro maggiori informazioni in modo più semplice e rapido rispetto ai metodi tradizionali.

L'applicazione è stata accolta molto positivamente dalla comunità di persone con disabilità visiva ed è stata premiata in numerose occasioni per l'innovazione e l'accessibilità. Tuttavia, come molte tecnologie assistive che utilizzano l'intelligenza artificiale per riconoscere gli oggetti e descriverli vocalmente, l'applicazione necessita ancora alcune migliorie. Ad esempio, si deve migliorare l'accuratezza delle descrizioni fornite dall'applicazione che a volte non è corretta a causa di una malinterpretazione dell'intelligenza artificiale.

d'ingrandimento per zoomare su testo, immagini e oggetti di vario tipo, ingrandendo gli oggetti fino a 15 volte.

Inoltre, Magnifier utilizza l'intelligenza artificiale per rilevare il testo presente nell'immagine e per migliorare la leggibilità del testo ingrandito. Ad esempio, può aumentare il contrasto del testo, rimuovere lo sfondo dall'immagine e utilizzare il riconoscimento ottico dei caratteri per convertire il testo in formato digitale e renderlo così accessibile per le persone con disabilità visive.

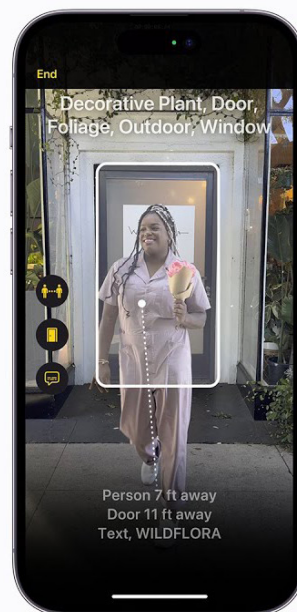
Oltre a queste funzioni, è in grado di rilevare porte e persone grazie all'utilizzo di algoritmi di visione artificiale per analizzare l'ambiente circostante e fornire

un feedback audio in prossimità di ciò che viene rilevato dalla telecamera di un telefono. Questa funzionalità, particolarmente utile per le persone con disabilità visive che possono avere difficoltà a spostarsi in ambienti sconosciuti o poco familiari, sfrutta lo scanner LiDAR all'interno della fotocamera e l'apprendimento automatico on device per scansionare l'ambiente circostante e identificare eventuali porte o persone presenti (Fig 3.7). Questo rende più facile per questi utenti orientarsi e spostarsi in modo indipendente all'interno di abitazioni, uffici e strutture ospedaliere.

Figura 3.7 - Screenshot del video tutorial di Apple Magnifier per la modalità di riconoscimento oggetti (<https://www.youtube.com/watch?v=CI0KrPmS-DI>)



## How to Use Detection Mode in Magnifier



### 3.5.3 Google Lookout

Anche Google sottolinea come l'intelligenza artificiale stia giocando un ruolo sempre più importante nelle nostre vite. Similmente ai suoi competitor, la sfida intrapresa da Google è infatti quella di utilizzare questa tecnologia per risolvere il problema della poca indipendenza della persona con disabilità visiva. A tal proposito è stata sviluppata l'applicazione Google Lookout. (Come funziona Lookout, s.d.)

Lookout è un'applicazione Android che aiuta le persone con disabilità visiva ad interagire meglio con l'ambiente circostante. Ad esempio, per imparare a conoscere un nuovo spazio, per leggere testi e documenti oppure riconoscere all'istante gli oggetti che ci si trova davanti. L'app può essere utilizzata impugnando il proprio dispositivo o indossandolo. Google, ad esempio, consiglia di portare lo smartphone al collo con l'ausilio di un laccio o di posizionarlo in una tasca frontale della camicia. Una volta aperta l'app Google Lookout, tutto ciò che l'utente deve fare è tenere il telefono puntato in avanti. Non avrà bisogno di toccare altri pulsanti all'interno dell'app, basterà scegliere la modalità di scansione che si vuole utilizzare e puntare il telefono verso l'oggetto che si vuole. L'applicazione grazie ai modelli di visione artificiale, ed in base

alla modalità di scansione scelta, potrà sia leggere il contenuto testuale (se presente sull'oggetto) oppure semplicemente rivelare di quale tipologia di oggetto o di prodotto si tratti, scannerizzando anche eventuali bar code nel caso fossero presenti sull'oggetto.

Come per qualsiasi tecnologia sperimentale, avvisa Google, Lookout non potrà essere sempre efficiente al 100%. L'app rileva gli elementi presenti nella scena e fa la congettura più verosimile di ciò che essi possano essere, descrivendo poi all'utente il risultato di questa supposizione. Sarà fondamentale, perciò, il riscontro degli utenti per migliorare l'app.





Figura 3.8 – VarioUltra Display Braille durante il suo utilizzo (<https://arstechnica.com/gadgets/2016/03/alternative-cheaper-braille-displays/>)



Figura 3.9 – BitLab, tablet che traduce in Braille le pagine web (<https://www.creativeaustria.at/en/2018/01/18/kristina-tsvetanova-ceo/>)

## 3.6 Altre tecnologie assistive

### 3.6.1 Tecnologie Braille

Nei precedenti capitoli vengono descritte alcune tipologie di tecnologie assistive che hanno cambiato profondamente il modo in cui le persone affette da disabilità visiva partecipano alla vita digitale. Le categorie di prodotti tecnologici che hanno questo obiettivo però non si limitano a quelle sopra elencate. Oltre ai dispositivi già menzionati esistono numerose altre tecnologie assistive che aiutano le persone non vedenti o ipovedenti a svolgere le attività della vita quotidiana in modo autonomo e indipendente.

Ad esempio, per quanto riguarda la scrittura e la lettura, le persone non vedenti o ipovedenti possono utilizzare le tecnologie Braille. Esse sono un insieme di dispositivi e applicazioni che consentono di leggere e scrivere in questo codice di lettura e scrittura progettato per persone non vedenti.

Uno dei dispositivi più comuni è il display Braille, che utilizza una serie di celle per rappresentare i caratteri. Questi display possono essere collegati a dispositivi come computer, smartphone e tablet, consentendo alle persone

con disabilità visive di leggere e scrivere testo in questo codice in modo più semplice e rapido. (Fig 3.8) Inoltre, ci sono anche applicazioni per smartphone che consentono di utilizzare lo schermo come tastiera Braille, consentendo agli utenti di scrivere testo sul proprio dispositivo. (Fig 3.9)

Microsoft e Apple hanno entrambi sviluppato funzioni di input e output con il codice di lettura e scrittura Braille per i propri dispositivi. Ad esempio, come già citato, Microsoft Narrator supporta questo output, consentendo alle persone con disabilità visive di leggere il testo sullo schermo tramite un display Braille, mentre Apple ha reso disponibile la funzione di VoiceOver in collega-

mento con il medesimo display, permettendo la lettura di caratteri presenti su uno schermo tramite il tatto e successivamente grazie ad un lettore vocale che legge il contenuto del testo.

Questa tecnologia è tra le prime, nonché tra le più utilizzate, tecnologie progettate per aiutare le persone con disabilità visive a comunicare, lavorare, studiare e partecipare alla vita sociale, culturale e politica della società, garantendo un ruolo sostanziale nella loro indipendenza e autonomia.



### 3.6.2 Tecnologie di ingrandimento schermo

I software di ingrandimento di schermo (in inglese Screen Magnifier Software) sono uno strumento fondamentale per le persone con disabilità visive che hanno difficoltà a leggere un testo o vedere un'immagine sullo schermo del computer o del dispositivo mobile. Grazie a questi software è possibile massimizzare la grandezza della porzione di schermo sulla quale ci troviamo con il puntatore, o con il dito nel caso di un tablet o uno smartphone, ingrandendo l'interfaccia utente, in modo da consentire la visione del contenuto della schermata in modo più chiaro e dettagliato.

Funzionano all'interno dei sistemi operativi o del motore di ricerca

per i quali sono stati sviluppati. Tra gli esempi di ingranditori di schermo disponibili sul mercato, ci sono Zoom (una funzione integrata nei prodotti Apple), Magnifier (funzione integrata nei prodotti Microsoft) e Magnifying Glass (estensione scaricabile all'interno del motore di ricerca di Google).

Questi software sono facili da utilizzare e da apprendere per chi è alle prime armi con le tecnologie assistive in tema di disabilità visiva. Essi, infatti, sono ampiamente utilizzati da tutta la comunità di ipovedenti come prezioso strumento per un utilizzo efficace ed indipendente di computer e smartphone.

### 3.6.3 Tecnologie indossabili

Concludiamo con una delle categorie a mio avviso più interessanti e pionieristiche tra tutte. Stiamo parlando della tecnologia indossabile, nota anche come "wearable", una categoria di dispositivi elettronici che possono essere indossati generalmente come accessori, incorporati nei vestiti, impiantati nel corpo dell'utente o persino tatuati sulla pelle. I dispositivi sono gadget con usi pratici, che grazie alla connessione via

Internet e grazie ai differenti microprocessori al proprio interno li rendono degli oggetti funzionali a diversi scopi.

Durante la mia ricerca ho riscontrato come le grandi multinazionali quali Microsoft, Apple e Google fossero poveri di contenuti nella categoria prodotti wearable per persone con disabilità visive. Quasi tutte queste multinazionali hanno prodotto una serie di smar-

twatch che a mio parere sono perlopiù poco accessibili a persone con disabilità visiva a causa della loro ridotta dimensione. Al contempo però possiedono alcune delle tecnologie assistive che abbiamo citato nei capitoli precedenti, come ad esempio programmi di screen reading e software di ingrandimento schermo che rendono questi prodotti comunque utilizzabili.

Per persone con disabilità visiva però esistono altre tipologie di dispositivi indossabili, come ad esempio gli occhiali. ESight ed OrCam sono due dispositivi wearable, attualmente presenti in commercio, tra i più venduti in tutto il mondo. Essi sono dotati al loro interno di una telecamera e dei microprocessori, che grazie all'utilizzo tecnologie di visione artificiale, elaborano le informazioni e restituiscono all'utente un riscontro riguardo al mondo che li circonda. I due prodotti hanno una tecnologia molto simile, ma funzionano in modo abbastanza diverso.

Il primo (Fig 3.10) utilizza la visione artificiale per migliorare la vista di persone con disabilità visiva che posseggano ancora un residuo visivo. Gli occhiali utilizzano una fotocamera ad alta definizione posizionata sulla parte anteriore degli occhiali, che cattura l'immagine dell'ambiente circostante. Questa immagine viene poi ela-

borata da un algoritmo di visione artificiale, che la trasmette a due schermi OLED posti davanti agli occhi dell'utente. Gli occhiali eSight sono anche dotati di una serie di funzionalità aggiuntive, come la possibilità di ingrandire l'immagine, regolare il contrasto e la luminosità, e modificare la gamma di colori. Questo rende gli occhiali adatti per molte situazioni diverse, dai compiti quotidiani come leggere e scrivere, ai momenti di svago come guardare la televisione o guardare film.

Gli occhiali OrCam (Fig 3.11), invece, sono un dispositivo di assistenza visiva portatile che utilizza la tecnologia di visione artificiale per aiutare le persone con disabilità visiva a leggere il testo, riconoscere i volti e identificare gli oggetti. Il dispositivo è un prodotto applicabile agli occhiali indossati dalla persona ed è composto da una telecamera, un altoparlante e un processore, che lavorano insieme per fornire informazioni all'utente tramite un feedback vocale. Ad esempio, se l'utente desidera leggere un testo, basta puntare la telecamera del dispositivo sul testo e questo inizierà a leggere il testo ad alta voce.

Questi due dispositivi indossabili funzionano in modo molto simile alle tecnologie assistive che abbiamo raccontato nel capitolo precedente, dedicato alle tecnologie che utilizzano l'intelligen-

za artificiale per riconoscere gli oggetti e descriverli vocalmente, con la differenza però che essendo indossabili hanno il vantaggio di permettere una facilità di utilizzo maggiore rispetto alle applica-

zioni di un telefono. Lo svantaggio rispetto alle soluzioni mobile però è sicuramente il prezzo di queste tecnologie, che possono venire a costare fino a 7.000€, prezzo che per molti è inaccessibile.



Figura 3.9 – Occhiali OrCam My Eye (<https://www.orcam.com/en-ca/myeye-store>)



Figura 3.10 – Occhiali Esights 4 (<https://www.esighteyewear.com/esight-4/>)

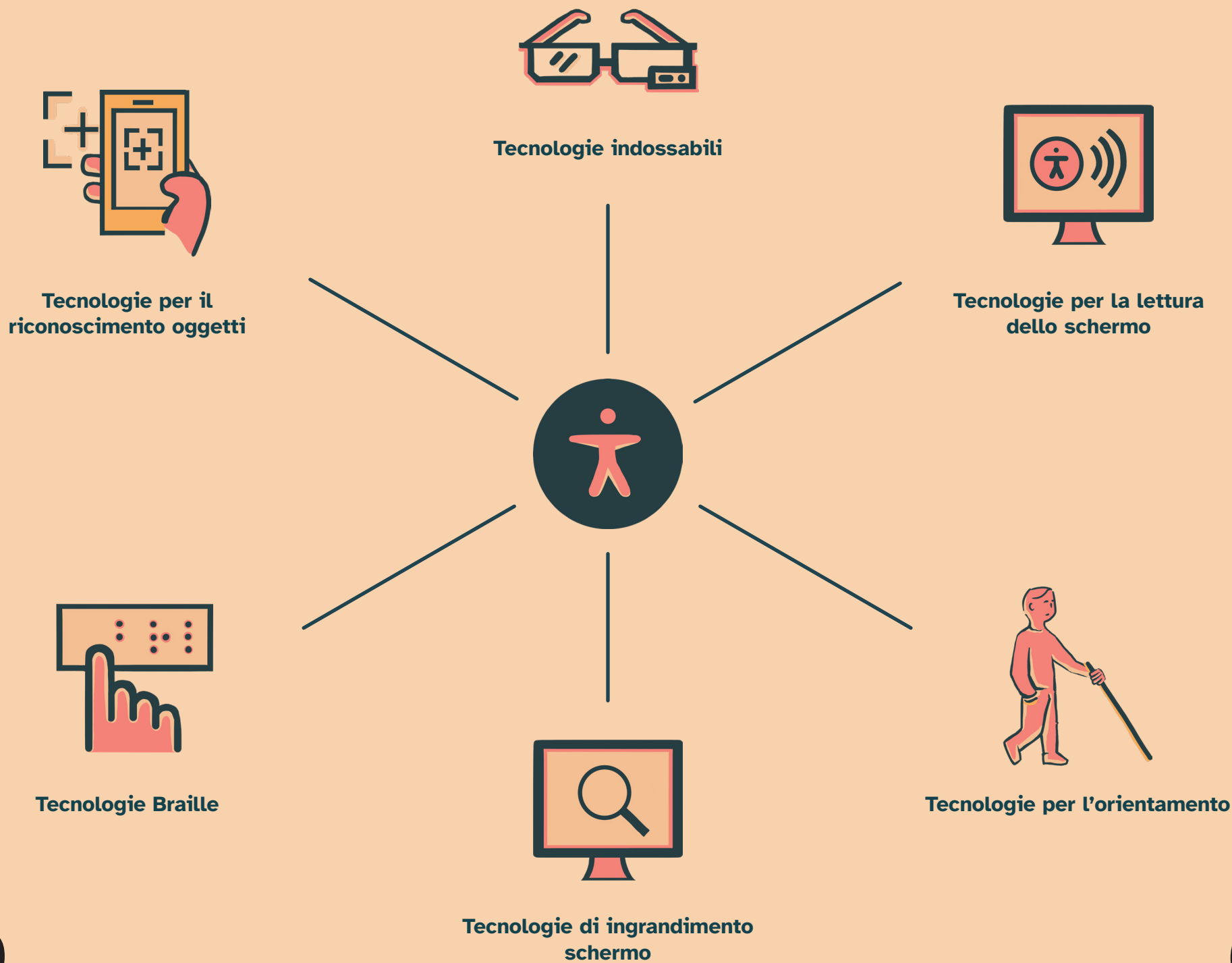
### 3.7 Come possono essere utilizzate nel museo

In conclusione, le tecnologie assistive sono un importantissimo tema nel panorama dell'accessibilità. Abbiamo visto in questo capitolo quali e quante sono le tecnologie al servizio di persone non vedenti o ipovedenti. Molte di queste si possono utilizzare da casa, per esempio per navigare su internet o scrivere mail, e altre si possono utilizzare anche fuori casa, ed aiutano moltissimo ad orientarsi durante i movimenti ed a riconoscere gli oggetti che ci si pongono davanti.

Il panorama di tecnologie assistive presenti oggi è molto ampio e variegato, ed il loro utilizzo rende sempre di più accessibile a persone con disabilità visiva la libertà di essere indipendenti ed autosufficienti in molti contesti della vita di tutti i giorni.

Sarebbe perciò una grande mancanza non pensare ad un loro utilizzo anche nel contesto museale, dove in collaborazione con altre soluzioni accessibili, possono rendere la visita di una persona non vedente o ipovedente molto più appassionante ed istruttiva. Nel prossimo capitolo tratteremo più nel dettaglio questo tema, portando esempi e casi studio di progetti che grazie alla tecnologia e all'introduzione di pratiche comuni alla tecnologia assistiva, rendono il museo un luogo accessibile per tutti.

Figura 3.11 - Schema riassuntivo delle tecnologie assistive hi-tech per le persone con disabilità visiva



# 4.

## Musei e accessibilità:

come superare le barriere  
sensoriali

### 4.1 Accesso al patrimonio culturale e difficoltà nei musei

*“L’accessibilità alla cultura è oramai riconosciuta come un diritto fondamentale, oltre che dalle grandi organizzazioni internazionali come l’Unione Europea e le Nazioni Unite, anche da una ricca produzione legislativa nazionale e regionale, peraltro in molti casi assai più avanzata di quanto non sia la realtà concreta nella quale le persone con disabilità si trovano a vivere tutti i giorni.”*

(Levi, 2021)

L’accesso al patrimonio culturale è un diritto fondamentale di ogni individuo, come viene sottolineato da Fabio Levi in questo estratto dal libro “L’accessibilità alla cultura per i disabili visivi. Storia e Orientamenti”. Tuttavia, per le persone con disabilità, visitare un museo può presentare una serie di sfide.

L’attuale definizione di museo, fornita nel 2019 da ICOM (International Council of Museums) afferma che il museo è un’istituzione che deve essere aperta al pubblico, accessibile ed inclusiva, promuovendo la diversità e la sostenibilità. (ICOM, 2019)

Però quando si parla di accessibilità museale, si pensa sempre che il problema principale possa essere l’accesso fisico al museo, ovvero al superamento di quelle

che vengono chiamate “barriere architettoniche” o “barriere fisiche”.

Fino a pochi anni fa le barriere fisiche erano il principale campo di intervento quando si parlava di progettazione accessibile all’interno di un museo.

Solo in tempi recenti, grazie ad una nuova consapevolezza sulla materia, si è iniziato ad occuparsi della ricerca per trovare soluzioni per il superamento di ostacoli di tipo sensoriale e cognitivo.

All’interno dell’ambito museale queste tipologie di barriere limitano fortemente la qualità dell’esperienza del visitatore con disabilità, ed in certi casi addirittura la impediscono. Queste barriere di tipo sensoriale e cognitivo spesso si verificano a causa del:



• **Sito web:** Già dal primo approccio al sito web del museo, spesso le informazioni sui temi dell'accessibilità sono difficili da trovare o anche inesistenti. Inoltre, potrebbero non essere rispettate le normative per l'accessibilità web definite dal Web Content Accessibility Guidelines (di cui parlo nel capitolo 2)

• **Accoglienza e personale:** L'ingresso di un museo ed il personale di sala possono veicolare una scorretta comunicazione, creando spesso una barriera tra sé ed il visitatore disabile, con il quale non sanno relazionarsi. Essi, infatti, potrebbero non essere sufficientemente chiari a comunicare in modo corretto le facilitazioni presenti all'interno del museo, o i percorsi accessibili da suggerire ai visitatori.

• **Percorso e materiali informativi:** Un percorso con un'illuminazione scorretta, non lineare, con le opere collocate in posizioni non opportune e del materiale informativo mancante o privo di una attenzione progettuale per tutti i pubblici, possono rendere molto difficoltosa l'esperienza. La mancanza di materiale informativo adeguato è la barriera sensoriale più comune nei musei. Ad esempio, spesso mancano descrizioni audio delle opere d'arte, opzioni tattili per leggere o per esplorare le opere, video sottotitolati o interpretati nel linguaggio dei segni

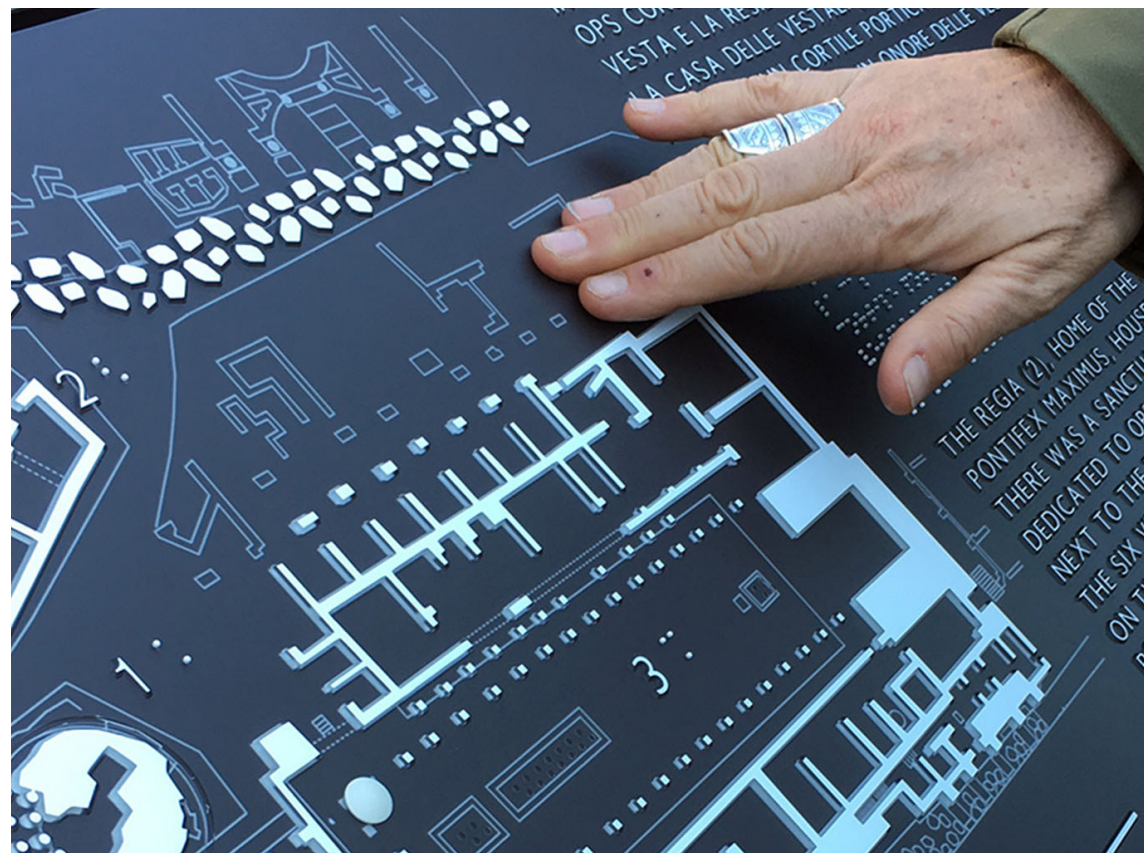
*(in alto) Figura 4.1 - Fotografia di una riproduzione 3D in gesso  
(<https://www.riabilitavista.it/2023/03/30/musei-accessibilita-disabilita/>)*

*(in basso) Figura 4.2 - Dettaglio del pannello tattile per il Parco Archeologico del Colosseo (<https://www.denardismonaco.it/portfolio-items/parco-del-colosseo/>)*

e molti altri supporti che possano essere d'aiuto ad una persona con disabilità visiva, uditiva o cognitiva ad accedere alle opere di un museo. (Ciaccheri & Fornasari, 2022)

Durante la mia ricerca mi sono concentrato in particolar modo sul tema dei materiali informativi necessari per le persone con disabilità visiva.

Una delle questioni principali in questo campo tematico è che presso i musei è vietato toccare le opere d'arte. Toccare le opere d'arte è l'unico modo con cui una persona cieca o ipovedente può comprendere le forme e le caratteristiche artistiche di un'opera d'arte come ad esempio una scultura. I musei normalmente non permettono questo tipo di intera-







zione con il patrimonio culturale. Raramente ci sono dei laboratori organizzati dai musei, dedicate appositamente a chi ha problemi alla vista, per l'esplorazione tattile di opere d'arte. Questi laboratori rimangono però eventi solitari che non vengono ancora adottati trasversalmente nei musei e che quindi non costituisce la normalità della situazione attuale.

Per ovviare al problema di non poter toccare le opere originali, infatti, in alcuni musei vengono pensate queste opere di traduzione tattile che accompagnano l'opera loro fianco. Per opere di traduzione tattile intendo degli artefatti scultorei, a volte in bassorilievo, di riproduzione delle opere esposte (Fig. 4.1), oppure di pannelli tattili esplicativi con disegni in rilievo e scritte in Braille. (Fig. 4.2)

Due esempi virtuosi di musei accessibili alle persone con disabilità visiva in Italia sono il Museo tattile Anteros a Bologna ed il Museo Tattile Omero ad Ancona. In questi due musei la regola del vietato toccare viene ribaltata, ed infatti i visitatori sono invitati

a toccare ed a esplorare tutte le opere d'arte con le mani. Le collezioni qui esposte consistono in una serie di traduzioni tattili di opere famose, supportate da didascalie in braille e alle volte da descrizione audio.

Ad esempio, il Museo Tattile Omero nel 2021 ha inaugurato una sezione dedicata al design italiano e agli oggetti che ne hanno fatto la storia. La collezione comprende trentadue oggetti iconici che, a partire dagli anni '60, hanno vinto o sono stati menzionati al premio Compasso d'oro. Il curatore dell'allestimento, Fabio Fornasari, per permettere una fruizione indipendente ai visitatori non vedenti o ipovedenti del museo, ha progettato un tavolo a forma di "esse", dove vengono presentati gli oggetti. Il visitatore è così invitato a maneggiare e toccare ciascun oggetto, e grazie alla riproduzione di un'audiodescrizione, che ne raccontata la storia come se fosse il progettista stesso a raccontarla, contribuisce a rendere l'esperienza interamente accessibile e priva di qualsiasi barriera sensoriale. (Fig. 4.3)

(a sinistra) Figura 4.3 - Fotografia della sezione dedicata al design presso il Museo Tattile di Ancona (<https://unagiornataalmuseo.ilgiornaledellarte.com/museo/museo-tattile-statale-omero/>)

## 4.2 Superare le barriere sensoriali

Oggigiorno, grazie ad una nuova sensibilità sul tema, il superamento delle barriere sensoriali è diventato una sfida centrale nella progettazione di mostre e percor-

si museali, ed in tutto questo le tecnologie emergenti stanno giocando un ruolo sempre più importante nel superare queste sfide.

*“Investire sulla trasformazione tecnologica e digitale di un’istituzione museale vuol dire entrare nel flusso di cambiamento più generale dell’intera società, e sarebbe anacronistico, oltre che controproducente, non affrontare questa sfida. [...] Bisogna impegnarsi nella digitalizzazione delle collezioni e nello sviluppo di sistemi multimediali che consentano di migliorare la fruizione interna delle opere esposte, garantendo la maggiore accessibilità possibile.”*

(Mandarano, 2019)

Come scrive Nicolette Mandarano, nel suo libro “Musei e media digitali”, bisogna quindi comprendere e capire come utilizzare le nuove tecnologie per portare il museo nel mondo contemporaneo e creare un nuovo dialogo tra i musei ed i visitatori. Nel suo testo infatti analizza le molte possibilità tecnologiche che un museo può sfruttare per creare questa nuova relazione, tra i quali la realtà aumentata, i totem ed i tavoli digitali, le chatbot, il videomapping, i videogiochi ed infine le applicazioni per smartphone.

Si possono infatti progettare app native per Android e iOS installate

fisicamente sul dispositivo del visitatore oppure web app che hanno il vantaggio di essere online e quindi non pesano sulla capacità di memoria del dispositivo.

I visitatori d’altro canto sono disposti ed abituati ad utilizzare il proprio dispositivo e quindi le applicazioni sono uno strumento di facile comprensione e di facile utilizzo, che potrebbe essere molto interessante da considerare per veicolare informazioni aggiuntive sulle opere oppure per l’orientamento all’interno del museo. Nel nostro caso, possono essere interessanti per contenere e riprodurre le audiodescrizioni delle opere del museo ad esempio.

Inoltre, con l’avvento degli smartphone moderni dotati di tutte le tecnologie assistive di cui abbiamo parlato nel capitolo 3, i musei hanno la possibilità di sfruttare uno strumento potentissimo per la facilitazione nella fruizione di materiale informativo oppure per l’orientamento all’interno dei musei anche per persone con disabilità visiva.

Ad esempio, la tecnologia di lettura dello schermo (screen reader) e le funzionalità di zoom dello schermo (screen magnifier), possono aiutare le persone con disabilità visiva a interagire con il telefono in maniera molto efficace. Ed ancora, le tecnologie per l’orientamento o quelle per il riconoscimento degli oggetti e descrizione audio grazie alla telecamera e all’intelligenza artificiale, possono aiutare nell’orientamento del visitatore quando vuole passare da un’opera all’altra.

La tecnologia può essere d’aiuto anche nella produzione fisica di materiale informativo aggiuntivo. Ad esempio, l’avvento della stampa 3D ha facilitato la creazione di repliche tattili delle opere d’arte e allo stesso modo, la stampa UV ha permesso la creazione di pannelli tattili con scritte in Braille a rilievo che, come abbiamo già detto, possono essere utilizzati per fornire informazioni aggiuntive sulle opere esposte nel museo, rendendo l’esperienza museale più accessibile e coinvolgente per le persone con disabilità visiva.

L’uso della tecnologia nella progettazione dei musei sta diventando sempre più importante. Non solo permette di superare le barriere sensoriali, ma offre anche nuove opportunità per rendere le collezioni del museo accessibili a un pubblico più ampio.

## 4.3 Tecniche di traduzione dal visibile al tattile e uditivo

Le tecnologie, di cui abbiamo parlato fino ad ora, però sono solamente un mezzo attraverso il quale si possono raggiungere risultati strepitosi. Per sfruttare al meglio tutte le sue possibilità, c’è bisogno che i musei adottino una nuova consapevolezza su quali sono le possibilità tecniche che ci sono a

disposizione e che le utilizzino per progettare mostre accessibili in modo che nessuno venga escluso o denigrato al museo. Come si può quindi perseguire questo obiettivo quando il pubblico è composto da persone con disabilità visiva e le opere al museo possono essere apprezzate solamente con la vista?

C'è bisogno di un lavoro definibile come "traduzione sinestesica":

*"Considero traduzione sinestesica un particolare tipo di traduzione intersemiotica in cui prototesto – ovvero il testo "originale" – e metatesto – il testo secondario, ovvero tradotto – richiedono il coinvolgimento di registri sensoriali differenti"*

(Baule & Caratti, 2018)

Il testo originale, ovvero l'opera d'arte (che sia essa un quadro o una scultura) deve poter quindi essere tradotta dal registro sensoriale visivo, alla quale il disabile visivo non può accedere, a un registro sensoriale che possa essere da lui percepito.

La traduzione è infatti un atto comunicativo complesso che consiste nel trasformare segni e codici e modalità di comunicazione in altri simboli, segni e codici affini-

ché un utente in funzione della propria capacità cognitiva possa accedervi. Come anticipato nel capitolo 2, i sensi con la quale una persona non vedente o ipovedente percepisce maggiormente il mondo intorno a sé sono il tatto e l'udito. Perciò il lavoro di un progettista di una mostra accessibile per persone con disabilità visiva sarà quindi quello di selezionare le opere artistiche più importanti della mostra, e svolgere un lavoro di traduzione da visivo a tattile e uditivo.

### 4.3.1 Traduzione tattile

Tradurre un'opera d'arte da un registro sensoriale visivo ad un registro sensoriale tattile, è forse il più comune tra le due tipologie di traduzione. Si tratta nella fattispecie di riprodurre l'opera d'arte in modo che possa essere esplorata tattilmente. Ci sono diverse metodologie di esplorazione aptica che coinvolgono l'uso attivo, si-

stematico e intenzionale del tatto per permettere ad un soggetto non vedente o ipovedente di comprendere e interpretare le opere d'arte e altri oggetti. Queste tecniche possono includere:

- **Esplorazione con le dita:** Questa tecnica coinvolge il movimento delle dita sulla superficie

dell'oggetto per percepirne le caratteristiche peculiari.

- **Manipolazione:** Questa tecnica prevede di manipolare l'oggetto prendendolo in mano quando è possibile, il che può aiutare a comprendere la sua forma, struttura e anche il suo peso.

- **Esplorazione armonica, ordinata e coordinata:** Questa tecnica prevede un processo di analisi e sintesi delle diverse caratteristiche dell'oggetto ad un livello più complesso. (Secchi, 2010)

Queste tecniche di esplorazione aptica, per la lettura di immagini bidimensionali e tridimensionali con le mani, attingono alle tecniche di esplorazione tattile utilizzate per la lettura dei sussidi tiflogici, come disegni a rilievo, mappe, ecc.. È importante però sottolineare che queste tecniche possono variare a seconda del contesto specifico e delle esigenze individuali delle persone con disabilità visive. Pertanto, è sempre consigliabile consultare un esperto o un professionista quando si effettua una traduzione dal visibile al tattile.

Il lavoro di riproduzione delle opere d'arte, invece, ha origini molto antiche. Si può arrivare fino agli anni del Rinascimento, nella quale artisti e scultori creavano delle sculture chiamate bassorilievi prospettici, utili a studiare

la prospettiva di una determinata scena prima della sua rappresentazione su tela. Questo studio preliminare era in scala e rappresentava la traduzione dei valori estetici e pittorici in valori tattili. La traduzione tattile moderna, prende ampia ispirazione da questi lavori del passato, e trasferisce le regole che sono state definite per la loro creazione traducendole in valori tattili.

Per queste riproduzioni artistiche esplorabili con il tatto, è necessario valutare il grado di leggibilità del rilievo: le riproduzioni non potranno essere né troppo piccole, altrimenti non sarebbe possibile riprodurre fedelmente alcuni dettagli dell'opera, né troppo grandi, altrimenti risulterebbe complicata l'esplorazione con le mani. Inoltre, è utile in fase di progettazione, pensare ad una trama, una texture oppure altri dettagli che creino un livello ulteriore di dettaglio, in modo da fornire informazioni ulteriori attraverso il tatto. Questo genere di elaborato viene chiamato diagramma tattile ed è solitamente utilizzato per rappresentare i dipinti (Fig 4.4). Una volta prodotto il prototipo tridimensionale che rispecchi tutte queste caratteristiche, generalmente si procede alla realizzazione dello stampo in gomma, dalla quale si ricaverà una scultura o un bassorilievo in resina bianca, gesso oppure altri materiali.





Figura 4.4 – Esempio di diagramma tattile de “La raccolta della manna” di Peter Paul Rubens ([https://www.researchgate.net/figure/A-sinistra-esempio-di-diagramma-tattile-La-raccolta-della-manna-Peter-Paul-Rubens-3\\_fig1\\_280254290](https://www.researchgate.net/figure/A-sinistra-esempio-di-diagramma-tattile-La-raccolta-della-manna-Peter-Paul-Rubens-3_fig1_280254290))

Esistono varie tipologie di traduzioni dal visibile al tattile con scopi differenti nel mondo di tutti i giorni. Ad esempio, le mappe tattili, che invece di essere una traduzione di valori estetici, sono una schematizzazione della realtà di un determinato luogo o edificio. Oppure le strisce podotattili, che traducono un percorso a piedi in un percorso tattile per terra, attraverso l'utilizzo di strisce a rilievo sul pavimento che possano essere percepite grazie all'ausilio di un bastone o anche semplicemente con i piedi.

In tutto questo la tecnologia assume oggi un ruolo centrale nel definire nuove possibilità progettuali, persino nell'ambito

sensoriale del tatto. Come ho già detto precedentemente, l'avvento delle stampanti 3D ha semplificato di molto la produzione di riproduzioni tattili per le opere d'arte.

C'è però un'ulteriore tecnologia, che negli ultimi anni sta diventando sempre più sofisticata, e che rappresenta sicuramente una futura possibilità per le esperienze museali accessibili attraverso il tatto. Si tratta della tecnologia aptica, una tecnologia in grado di inviare feedback attraverso il senso del tatto, del movimento o delle vibrazioni. Questa tecnologia è ampiamente utilizzata negli smartphone per dare una sensazione agli utenti quando fanno un'azione, in modo da creare una



Figura 4.5 – Immagine del guanto aptico realizzato da NeuroDigital (<https://www.wpp.com/en/featured/work/2019/05/geometry---touching-masterpieces>)



Figura 4.6 – Fotografia di un ragazzo non vedente mentre utilizza il prototipo dei guanti aptici per esplorare tattilmente un'opera digitale (<https://clios.com/awards/winner/public-relations/neurodigital/touching-masterpieces-47679>)

relazione con lo schermo piatto, il più realistica e tangibile possibile. Essa però ha molte altre possibilità.

Esistono già dei guanti aptici, guanti che sono in grado di riprodurre questa sensazione tangibile su tutta la superficie della mano. L'interazione di questi guanti con la modellazione 3D e lo spazio virtuale ha reso possibile un progetto di esplorazione tattile di opere d'arte digitali. Il progetto, sviluppato da Geometry Prague e NeuroDigital in collaborazione con la fondazione per non vedenti e ipovedenti della repubblica ceca, prende il nome di Touching Masterpieces ed è stato presentato alla Galleria Nazionale di Praga nel 2018. Questi guanti tattili, composti da dieci sensori vibranti

### 4.3.2 Traduzione uditiva

Un lavoro di traduzione da un registro sensoriale visivo ad un registro sensoriale uditivo consiste nel tradurre tutti quegli aspetti visivi caratterizzanti di un'opera originale di partenza, in un'opera audio che grazie ad una ricca descrizione permetta di vedere attraverso l'immaginazione l'opera di partenza. Questo particolare opera sonora prende il nome di audiodescrizione oppure, in maniera abbreviata, vengono chiamate anche AD. In genere le AD

integrati sui polpastrelli, permettono alla persona che gli utilizza di interagire con un modello 3D in uno spazio virtuale (Fig. 4.5). Avvicinandosi all'opera digitale, il guanto veicola una serie di feedback tattili, che permettono di sentire e percepire la forma e le caratteristiche fisiche dell'oggetto come se fosse fisicamente presente. (Fig. 4.6) L'innovazione in questo caso non solo è data dall'alta tecnologia introdotta per arrivare ad un risultato del genere, ma anche dagli utilizzi che si potrebbe farne nel campo dell'accessibilità. Ad esempio, potrebbe essere possibile esplorare tattilmente un'opera esposta a chilometri e chilometri di distanza, se fosse possibile scaricare la sua riproduzione 3D. (Medium, 2018)

forniscono una narrazione ed una descrizione dettagliata delle arti visive o dei media e perciò sono utilizzate per rendere accessibili questi contenuti alle persone con disabilità visiva.

Le opere audio descrittive possono essere di diverse tipologie, le quali variano principalmente in base al prodotto audio visivo originale che necessita di essere tradotto per un pubblico non vedente o ipovedente. Ci sono due tipologie di opere

originarie che differenziano la produzione di un'audiodescrizione:

- **Arte statica:** Fanno parte di questa categoria i dipinti e le sculture. L'audiodescrizione di queste opere serve per renderle accessibili all'interno di mostre o musei e possono essere offerte in prima persona, ad esempio da una guida, oppure essere messe a disposizione sotto forma di registrazione audio, come nel caso delle audio-guide.

- **Arte dinamica:** Fanno parte di questa categoria gli eventi televisivi, i film, le serie TV, le opere a teatro, gli eventi sportivi, ecc. L'audiodescrizione in questo caso deve essere inserita nelle pause naturali della traccia audio, per dare informazioni aggiuntive sull'opera. Questo è il caso più complesso di AD, nonché quello più comune e per la quale si investono molte più risorse per la sua produzione. (Remael et al., 2018)

Per creare un'audiodescrizione si parte quindi dall'analisi dell'opera originale (che quindi può essere o un'opera statica oppure dinamica) chiamata anche fonte o testo di partenza (TP). Successivamente si passa alla stesura di una descrizione nella sua forma quasi definitiva o anche testo di arrivo (TA). A questo punto è necessario fare delle prove di lettura in modo che la traccia sonora venga cronometrata e, nel caso delle arte dinamiche, in

modo che l'audiodescrizione non si sovrapponga con l'audio originale. Quando il testo e le tempistiche sono corrette si può passare alle prove di lettura con doppiatori o attori prima e poi alla registrazione vera e propria dell'AD. Infine, quando è completata la fase di registrazione, si passa alla fase di mixaggio nella quale si trasforma la traccia audio originale in base alle necessità progettuali e nel formato appropriato a seconda del supporto con la quale verrà riprodotta. (Fig. 4.7)

Nel caso dei musei, è più comune ritrovarsi davanti ad opere considerate statiche come dipinti e sculture, piuttosto che opere dinamiche come video ed installazioni interattive. In questo specifico caso questo genere di audiodescrizioni vengono anche chiamate guide descrittive (GD), un tipo particolare di audiodescrizioni che offrono un insieme di informazioni concrete presentate in modo accurato, comprensibile e piacevole all'ascolto. Queste GD sono progettate per adattarsi a differenti contesti, che possono ad esempio essere molto ampi e affascinanti o persino piccoli e intricati.

Le GD, in questo modo, possono permettere agli ascoltatori di "vedere" attraverso l'udito e a volte anche attraverso il tatto. È infatti necessario, per la stesura del testo di una guida descrittiva in ambito museale, utilizzare un linguaggio

Figura 4.7 – Processo di produzione dell'audiodescrizione (Illustrazione dell'autore tratto dallo schema in AdLab, 2018)



Fase 1  
**Copione dell'AD**

Lavoro di gruppo (1-3)

Visione TP      Creazione TA      Revisione



Fase 2  
**Prove**  
n doppiatori

Fase 3  
**Registrazione**  
n doppiatori



Fase 4  
**Mixaggio**

adatto per la descrizione delle opere in modo che gli ascoltatori possano vedere attraverso le parole.

Esiste un progetto inclusivo dell'Associazione Nazionale Subvedenti, per migliorare la fruibilità di contenuti culturali per persone con disabilità visiva. Il progetto si chiama Descrivendo ed il suo obiettivo è definire delle metodologie efficaci per descrivere attraverso la parola opere d'arte e percorsi museali per chi ci vede poco o nulla. Il racconto di un'immagine, dicono loro, porta talvolta una varietà di narrazioni a seconda di chi presta i propri occhi e le proprie parole ad un ipovedente e questo può disorientare piuttosto che aiutare. Attraverso una approfondita ricerca sperimentale Descrivendo è arrivata a tracciare delle linee guida per descrivere efficacemente un'opera d'arte. Grazie a questo metodo descrittivo viene permesso a chi legge o ascolta la descrizione di comprendere in primis la struttura di un'opera d'arte, ad esempio la complessità della composizione di un dipinto, il punto di vista dell'inquadratura, i personaggi principali, la luce e il colore. (Descrivendo, s.d.)

Le linee guida che Descrivendo propone si possono riassumere in dieci punti:

1. Fornire un quadro dimensionale, forma e grandezza dell'opera;

2. Descrivere la tecnica di realizzazione e i materiali impiegati nell'opera;

3. Definire il soggetto, i principali elementi percettibili riconoscibili dell'opera, anche indicandone il tema caratteristico di elementi ricorrenti (ad esempio "natura morta");

4. Precisare il punto di vista, posizione usata dall'artista per rappresentare il soggetto, fissando così un punto di osservazione;

5. Accordarsi sulla sequenza descrittiva, definire una regola in base alla quale viene indicato un punto di partenza, lo sviluppo e la conclusione per la narrazione degli elementi di un'opera;

6. Localizzare le parti nel tutto, fornire informazioni utili per individuare i soggetti nello spazio dell'opera d'arte;

7. Indicare posture e forme, per le figure umane, ad esempio, indicare direzione della testa rispetto al busto, posizione degli arti superiori, ecc;

8. Caratterizzare la descrizione arricchendo di elementi il testo, ad esempio descrivere un'espressione facciale, la capigliatura o gli abiti dei soggetti umani;

9. Descrivere la luce dell'opera, indicare la sua posizione, il tipo

di fonte da cui proviene e l'effetto che crea sui diversi elementi della scena;

10. Descrivere i colori, offrire un'idea delle componenti cromatiche più diffuse nell'opera. (Descrivendo, 2017)

Le guide descrittive sono però una piccola parte di una più ampia esperienza sinestesica. Progettare una guida descrittiva, infatti, è un lavoro che deve tener conto di molti fattori esterni, poiché farà parte di un più complesso sistema comunicativo ed esperienziale, nella quale si dovrà armonizzare a tal punto da passare quasi inosservato.

Nello specifico, dopo aver capito quale tipologia di esperienza uditiva si vuole offrire ai visitatori; quindi, avendo deciso se la guida descrittiva sarà offerta dal vivo da una guida specializzata oppure se sarà registrata e offerta da un dispositivo pubblico o personale, bisogna tener conto di diversi fattori che riguardano l'opera di partenza e l'ascoltatore.

Dove si troverà l'ascoltatore rispetto a ciò che viene descritto? Quale sarà il contesto per i contenuti esposti? Quali saranno le specificità di ciò che viene esposto? Per quale scopo l'ascoltatore userà la descrizione? Ed infine, quale sarà l'approccio stilistico/linguistico utilizzato per descrivere i contenuti esposti?

Queste domande influenzano il contenuto e lo stile della guida descrittiva, e devono necessariamente essere considerate quando si fa un progetto di traduzione dal visibile all'uditivo.

Gli aspetti innovativi di questa tipologia di opere risiedono normalmente nelle modalità in cui vengono offerte e nei supporti che ne veicolano l'ascolto. Si possono infatti utilizzare audio guide offerte dal museo, oppure addirittura il proprio dispositivo dotato di sistemi tecnologici per la lettura di QR code o NFC tag vicino alle opere, che attivino dei contenuti audio descrittivi ad esempio.

Si può anche utilizzare la tecnologia nell'ambito del sonoro per creare esperienze uditive che completino le repliche tattili o persino le stesse audio descrizioni. Ad esempio, i suoni ambientali possono essere utilizzati per ricreare l'atmosfera di un dipinto o di un luogo storico. Allo stesso modo, la musica o i suoni correlati all'opera d'arte possono essere utilizzati per arricchire l'esperienza del visitatore che ascolta un'audiodescrizione.

## 4.4 Sinestesie e tecnologia per rendere accessibile il patrimonio culturale

Viviamo in un mondo dove l'arte e la cultura sono spesso percepite attraverso il senso della vista. Ma come possiamo rendere queste esperienze accessibili a coloro che hanno disabilità visive? Abbiamo compreso negli scorsi capitoli il ruolo fondamentale che hanno le traduzioni dal visibile al tattile e uditivo delle opere d'arte ed il ruolo fondamentale della tecnologia e le sue sperimentazioni nell'offrire queste traduzioni all'interno del museo.

Con questo capitolo l'obiettivo è quindi esplorare il ruolo fondamentale delle sinestesie nel tradurre le opere d'arte visive in forme tattili e uditive, creando un ponte tra il mondo visivo e quello non visivo grazie all'ausilio della tecnologia.

La sinestesia, come spiegato nel libro "Sentire il Design. Sinestesie nel progetto di comunicazione" della Professoressa Dina Riccò, è un fenomeno che permette di percepire un senso attraverso un altro. In termini progettuali, ciò significa che si possono cogliere sensazioni non solo con la vista, ma anche toccando, odorando, ascoltando, e gustando il progetto.

L'abilità del progettista sta nel far vedere, nel definire gerarchie per-

cettive tra scritte e figure, ma anche nella capacità di orchestrare i registri sensoriali e di scegliere cosa lasciar catturare all'occhio e cosa invece agli altri sensi. Questo non vale solo per artefatti pluriregistro come i multimedia; ma anche ad artefatti che all'apparenza permettono solo un unico tipo di interazione sensoriale come quella della vista. Ad esempio, anche un libro comporta un coinvolgimento sensoriale plurimo, ha una tattilità, un peso, un odore, produce sonorità nell'azione dello sfogliare. In sostanza, la sinestesia è l'arte di creare esperienze multisensoriali, coinvolgendo tutti i sensi per arricchire la percezione e l'interazione con il progetto. (Riccò, 2008)

La sinestesia, perciò, diventa un potente strumento per trasformare le immagini in suoni o sensazioni tattili. La tecnologia, d'altra parte, offre strumenti innovativi per facilitare queste traduzioni multisensoriali. Insieme, sinestesia e tecnologia possono creare esperienze d'arte uniche e accessibili, permettendo a tutti di apprezzare il patrimonio culturale indipendentemente dalle loro capacità visive.

Attraverso alcuni esempi esploreremo le modalità con cui le traduzioni dal visivo al tattile e all'uditivo



hanno collaborato per rendere le opere d'arte accessibili a persone con disabilità visive grazie all'ausilio della tecnologia. Questa esplorazione ha l'obiettivo di dare risalto a nuovi percorsi per l'accessibilità

#### 4.4.1 Spazio Geco e “Wunderkammer 4.0”

Questo è un progetto realizzato da Spazio Geco, una società cooperativa di Pavia che progetta e realizza installazioni multimediali ed interattive, per mostre e musei, caratterizzate da una forte componente di IoT (Internet of Things) e utilizzando i metodi dell'artigianato digitale. Ho potuto conoscere personalmente una dei soci di questa realtà, Marianna Belvedere, esperta in Digital Humanities e Project Manager all'interno di Spazio Geco che mi ha raccontato un po' della loro realtà e dei progetti a tema accessibilità sulla quale hanno lavorato negli scorsi anni.

“Wunderkammer 4.0” è uno dei progetti più interessanti che sono stati prodotti negli ultimi anni da questa agenzia. Si tratta di un'installazione interattiva inaugurata nell'Ottobre del 2022 che aveva come obiettivo quello di far scoprire in maniera originale e accessibile ai suoi fruitori alcuni reperti dell'antico Egitto presso il Museo Civico e Gispoteca Bistolfi a Casale Monferrato.(Spazio Geco, s.d.) La problematica principale di que-

e l'inclusione nel mondo dell'arte e della cultura presentando una serie di casi studio utili da esaminare per chi volesse cimentarsi nella progettazione di mostre accessibili.

sto museo era che una parte della loro collezione molto importante non era accessibile, soprattutto per persone con disabilità motorie, poiché era stata collocata nei sotterranei dei musei nella quale non giungeva l'ascensore. Inoltre, c'era la necessità di creare un progetto che traducesse questa parte della collezione, da un registro sensoriale prettamente visivo ad un registro sensoriale adeguato alle diverse tipologie di visitatori che giungevano ogni giorno al museo, tra cui persone con disabilità visiva e disabilità uditiva.

Marianna ed i suoi collaboratori sono quindi partiti dall'analisi dei reperti storici che rappresentavano la loro fonte di partenza. Si trattava di reperti egizi di piccole dimensioni, amuleti sacri posti all'interno di bende che accompagnavano nell'aldilà le mummie in quel periodo.

Hanno quindi deciso di creare un armadio che chiamarono Wunderkammer, nome derivato dalla tradizione dei Wunder kammer, in

italiano camera delle meraviglie, primi prototipi di museo in epoca cinquecentesca.

L'armadio ha lo scopo di ospitare diverse riproduzioni tattili in 3D degli amuleti egizi, fonte di partenza del loro lavoro, e di essere pienamente fruibile e accessibile a tutte le tipologie di pubblico. È stato molto importante durante l'ideazione considerare anche gli aspetti visivi del progetto, considerando tutti quegli utenti che nonostante siano ipovedenti hanno ancora un residuo visivo che gli permette di percepire ancora un'immagine più o meno nitida.

Le opere di riproduzione tattile in 3D sono state infatti create in primo luogo scannerizzando le opere originali presenti al museo, poi sono state riprodotte con la stampa 3D. Successivamente sono state dipinte a mano, in modo da permettere a tutti gli utenti che fruiscono della riproduzione di percepirla in maniera visuo-tattile. (Fig 4.8)

La seconda parte del progetto è l'armadio che è stato dotato di diverse componenti tecnologiche, come uno monitor centrale sulla quale offrire contenuti multimediali legati alla valorizzazione degli oggetti ospitati al suo interno. Questi contenuti sono attivabili grazie alla scansione di un tag RFID (Radio-frequency identification) posto sotto le riproduzioni tattili. I tag RFID sono microcontrollori che contengono un dato e si collegano ad un controllore centrale presente al centro dell'armadio. Il visitatore, infatti, che fruisce di questa tipologia di contenuto può quindi maneggiare le opere di riproduzione tattile e contestualmente può vedere e ascoltare una descrizione di quest'ultime poggiando la riproduzione sull'apposito lettore posto al centro dell'armadio. I contenuti multimediali utilizzano un linguaggio molto descrittivo, adatto a persone non vedenti, e sono presenti pure i sottotitoli in diverse lingue, in modo che sia adatto anche ad un pubblico non udente. (Fig. 4.9)





Figura 4.8 – Fotografia della riproduzione tattile dell'amuleto dipinta (Spazio Geco, 2023)

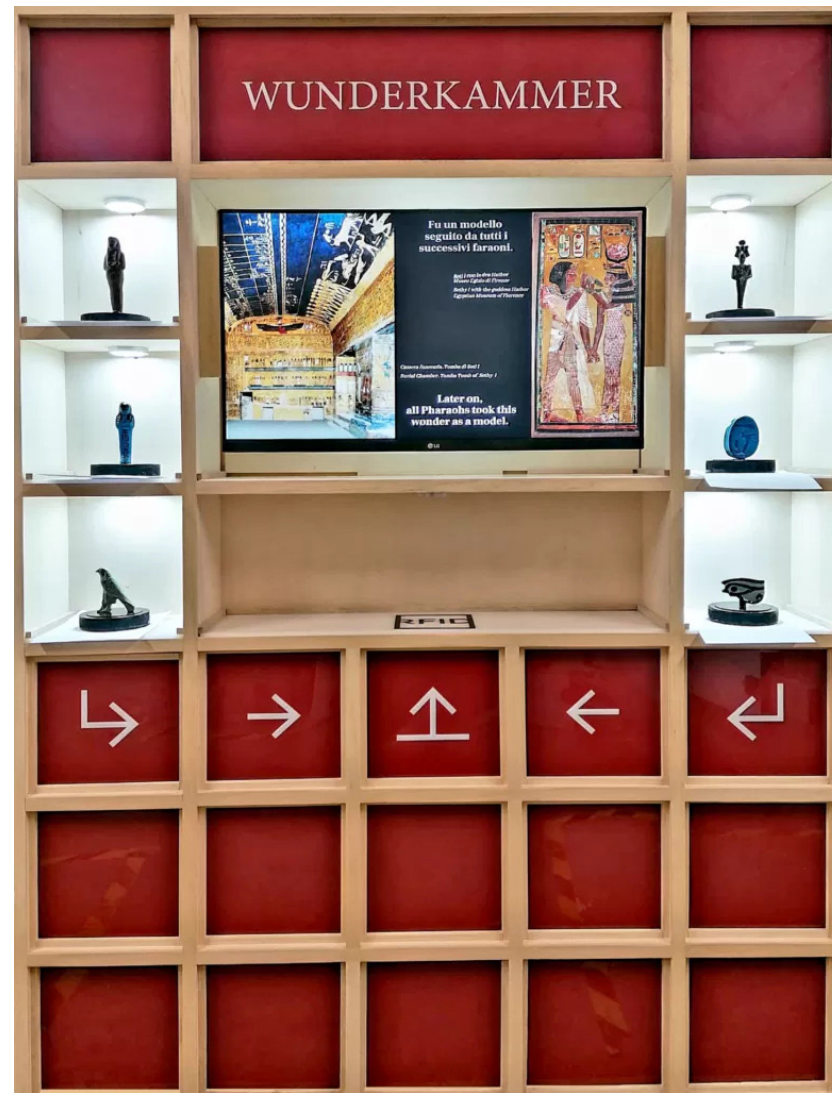


Figura 4.9 –Fotografia del Wunderkammer 4.0 installata al Museo Civico e Gipsoteca Bistolfi a Casale Monferrato (Spazio Geco, 2023)

#### 4.4.2 CSR4 e “Over the view”

“Over the View” è un’iniziativa portata avanti dal Centro di Ricerca, Sviluppo e Studi Superiori in Sardegna (CRS4), un’istituzione interdisciplinare fondata dalla Regione Autonoma della Sardegna nel 1990. Il CRS4 si dedica alla promozione di studi, sviluppo e implementazione di soluzioni innovative per affrontare problemi derivanti da contesti naturali, sociali e industriali. Queste soluzioni si basano sulla Scienza e Tecnologia dell’Informazione e sul Calcolo Digitale ad alte prestazioni.

L’obiettivo del progetto è la creazione di un tavolo tattile interattivo con audioguida, che può essere utilizzato per una varietà di contenuti, che siano essi didattici, culturali o scientifici. Questo strumento infatti vuole offrire un nuovo modo per accedere ai percorsi all’interno di musei storici o scientifici per le persone con disabilità visiva.

Il sistema è composto da una base di supporto per le tavole tattili, che contiene l’hardware, e da un set di tre tavole dotate di sensori, appositamente create. La base, chiamata Aptica, è stata progettata per assomigliare a una cornice che alloggia una tavola tattile al suo interno. La sua forma leggermente concava incoraggia l’utente non vedente a far scorrere le mani verso l’interno, dove si trova la tavola tattile.

All’interno della base sono contenuti tutti gli strumenti hardware e software necessari per il suo funzionamento: un computer, una scheda a microcontrollore per la gestione dei sensori, un microfono, altoparlanti, un lettore RFID per il riconoscimento delle tavole. La base è anche dotata di un monitor per la visualizzazione di immagini e testi per garantire l’accessibilità anche alle persone con disabilità uditiva. (Fig. 4.10)

L’utente quindi per utilizzare questa tecnologia dovrà in primo luogo collocare una delle tavole tattili su questo supporto in modo che venga riconosciuta dal lettore RFID e successivamente potrà avviare l’esplorazione tattile. Già dal primo approccio con la tavola, una voce sintetica proveniente dal supporto comunicherà con il visitatore e descriverà per lui la scena che sta esplorando, invitandolo successivamente ad un’indagine più approfondita delle diverse sezioni della tavola.

L’alto livello innovativo risiede proprio nella realizzazione della riproduzione tattile. Essa, infatti, possiede diversi sensori che permettono al computer interno al supporto di comprendere quale parte della riproduzione il visitatore sta esplorando. La voce sintetica potrà quindi offrire al visitatore un’audiodescrizione dettagliata

Figura 4.10 – Fotografia del supporto Aptica con tavola tattile inserita (CRS4, 2020)





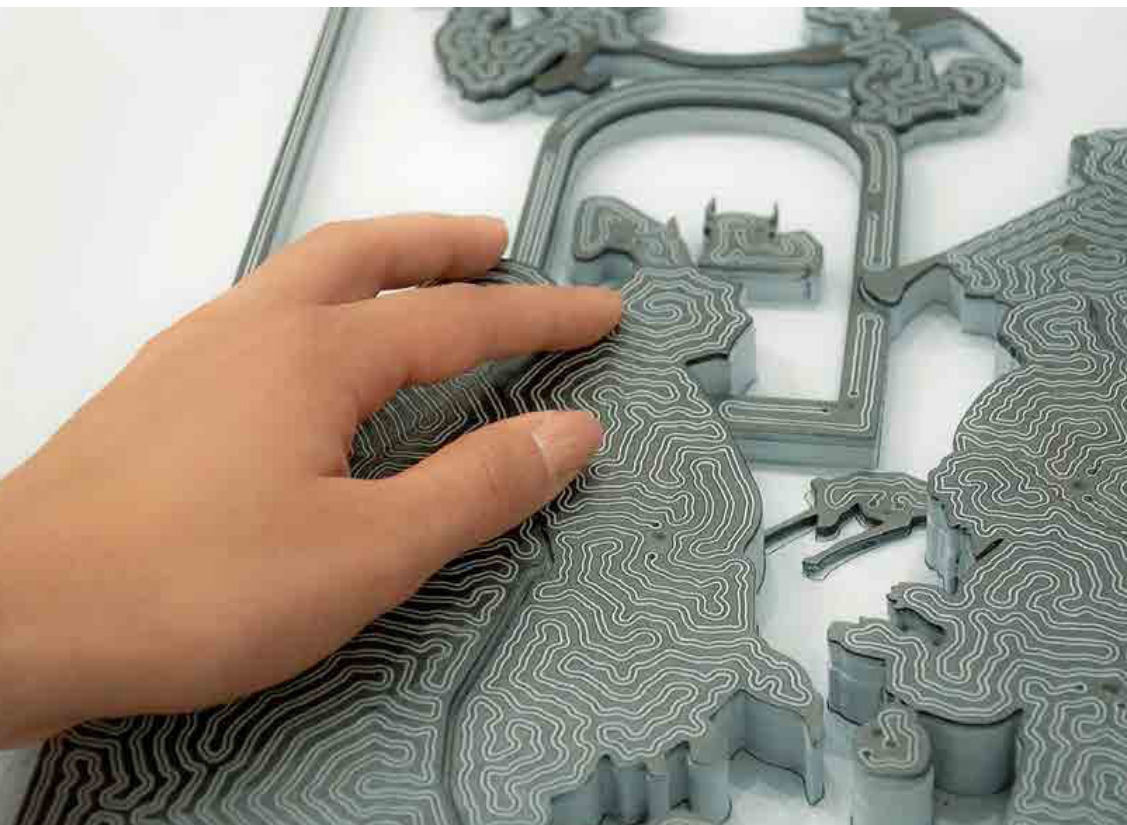
del punto esatto che sta esplorando con le dita. (Fig 4.11)

Un'ulteriore caratteristica di questo progetto è la possibilità di comunicare con la tavola per fare delle domande riguardanti l'opera che si sta esplorando. Il software implementato all'interno della base permette di comprendere il linguaggio naturale delle domande poste dal visitatore in modo da re-

stituire una risposta adeguata alla richiesta tramite sempre una voce sintetica. (CRS4, 2020)

Il software integrato con le riproduzioni tattili crea così un'interazione tra il senso dell'udito, del tatto e della vista, per far sì che interagiscano tra di loro in un articolato progetto di traduzione sinestesica.

Figura 4.11 – Fotografia di un momento di esplorazione della tavola tattile inserita (CRS4, 2020)



#### 4.4.3 Tooteko e “Art for the blind”

Ultimo, ma non meno interessante, è il lavoro svolto dalla Professoressa Serena Ruffato e dal suo gruppo di collaboratori presso la startup Tooteko. Questa startup, nata nel 2014, opera in ambito consulenziale e multidisciplinare per musei inclusivi e digitali, fornendo servizi su misura, combinando artigianato e soluzioni hi-tech per offrire soluzioni uniche personalizzate specificamente destinate alle istituzioni culturali. (Tooteko, s.d.-c)

In questi anni di sperimentazioni, sono giunti alla prototipazione e alla realizzazione di una nuova tecnologia interessantissima per rendere accessibile una vasta serie di opere museali, per persone con disabilità visiva, ad un prezzo molto basso.

Infatti, la tecnologia di punta della startup Tooteko è un anello sensoriale, in grado di riconoscere speciali sensori NFC all'interno delle opere tattili, attivando quindi un contenuto audio sul proprio dispositivo. (Fig 4.12)

Questo anello è stato presentato per la prima volta nel 2017 presso il Museo dell'Ara Pacis di Roma con la mostra “Art for the blind”. L'obiettivo del progetto Tooteko e della mostra è stato quello di rendere accessibile a persone ipovedenti o non vedenti le bellezze dell'Ara Pacis, con un'esperienza

multimediale e sinestesica grazie alla combinazione del senso del tatto e dell'udito. Per funzionare, questo anello ha bisogno di interagire con dei piccoli sensori NFC posizionati sulle riproduzioni tattili delle opere, che una volta identificati dall'anello, manderanno un segnale con il bluetooth al dispositivo dell'utente per attivare l'audio di una descrizione dettagliata della sezione dell'opera che il visitatore sta esplorando. (Fig 4.13)

Tutti questi audio sono conservati all'interno di un'applicazione che Tooteko ha sviluppato, che può essere fruita anche senza il bisogno di dover scannerizzare il sensore NFC.

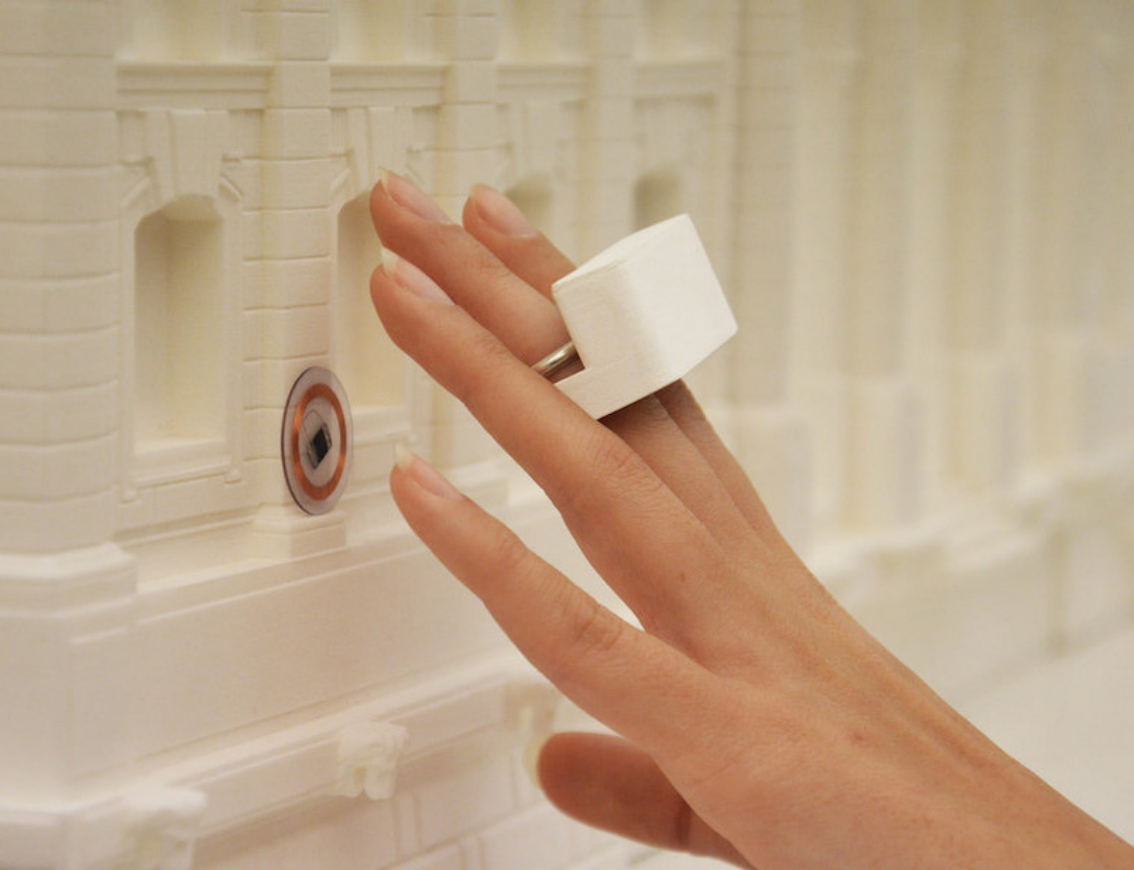
L'aspetto interessante di questa tecnologia è che è facilmente riproducibile per una grande quantità di opere ad un prezzo molto basso rispetto alle altre soluzioni che abbiamo visto in precedenza. Essa è infatti una soluzione altamente tecnologica, che molti musei indipendentemente dalla tipologia di esposizione che offrono, potrebbero adottare per abbattendo le barriere sensoriali che impediscono l'accessibilità ai contenuti per le persone con disabilità visiva.



## 4.5 Come contribuire alla progettazione accessibile

In conclusione, lo stato dell'arte di soluzioni tecnologiche utilizzate per rendere accessibile il patrimonio culturale nei musei è ancora in fase sperimentale e di sviluppo. Il contributo della tecnologia per superare le barriere sensoriali è un argomento che viene studiato in molti settori; infatti, nella letteratura si trovano tantissimi spunti e progetti interessanti. Tutto ciò mi hanno fatto comprendere quanto è importante riuscire a trovare soluzioni innovative soprattutto per l'ac-

cessibilità museale, che è un settore che tende a non innovarsi ancora abbastanza, soprattutto in Italia. Ho deciso quindi, con il prossimo capitolo, di portare un mio piccolo contributo alla sperimentazione progettuale sull'argomento, con l'obiettivo di definire e progettare una serie di artefatti comunicativi che, con l'ausilio della tecnologia e attraverso la sinestesia dei sensi del tatto e dell'udito, possano rendere accessibile i contenuti di un museo ai visitatori con disabilità visive.



*(in alto) Figura 4.12 - Fotografia dell'anello sensoriale di Tooteko (<https://www.lifegate.it/ara-pacis-antenna-ciechi>)*

*(in basso) Figura 4.13 - Fotografia di una persona che esplora una riproduzione tattile grazie all'anello sensoriale Tooteko (<https://startupitalia.eu/71831-20170423-tooteko-startup-veneto-anello>)*

# 5.

## Il progetto di una mostra accessibile ai Musei Civici di Pavia

### 5.1 Finalità del progetto

Il Museo Italiano non è per tutti. Da uno studio condotto nel 2022 dall' Istituto Nazionale di Statistica (Istat), emerge che, sebbene siano stati compiuti notevoli progressi nella promozione dell'accesso al patrimonio culturale, molte istituzioni non hanno ancora rimosso le barriere che ledono il diritto di tutti al libero accesso agli spazi espositivi. Ancora meno affrontano la questione delle barriere cognitive, culturali e fisiche che limitano o impediscono ai visitatori con disabilità di godere della cultura. In sintesi, un museo su tre in Italia non è preparato ad accogliere visitatori con necessità particolari.

Dal punto di vista del supporto ai visitatori, meno della metà dei musei intervistati durante questo studio (il 45,6%) fornisce informazioni spaziali e sul patrimonio attraverso una segnaletica chiara, leggibile e adeguata alle esigenze dei visitatori. Meno diffuso è l'utilizzo di strumenti che facilitino il percorso e la fruizione dell'ambiente museale, soprattutto per i non vedenti e gli ipovedenti, come mappe di navigazione tattili o pannelli con disegni in rilievo tattile (presenti rispettivamente nel 7,7% e 9,5% dei musei).

Solo pochi musei e organizzazioni simili offrono servizi di assistenza

o visite guidate dedicate: un museo su dieci mette a disposizione assistenti per accompagnare le persone con disabilità visive, uditive e cognitive durante le visite. Nelle città urbane, la percentuale di esercizi che forniscono questo tipo di servizio è circa il doppio, ma comunque non supera il 20%. (Fig. 5.1)

Nel 2021 è stato approvato a livello europeo un piano di finanziamento per la ripresa di tutti i settori colpiti dal COVID. Questo piano prende il nome di Next Generation EU e, in particolare in Italia, il piano per la gestione di questi fondi avverrà attraverso un programma che prende il nome di PNRR (Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza). Attraverso questo piano è stato possibile destinare parte di questi finanziamenti a musei e luoghi di cultura per l'attivazione di progetti che abbiano come scopo quello di eliminare le barriere, sia fisiche che cognitive, che ostacolano la fruizione ai visitatori.

La mappa delle regioni che beneficeranno di questo finanziamento (Fig. 5.2) afferma come il centro Italia sia la zona in cui questa tipologia di progetti verrà promosso maggiormente.

Il bando per partecipare alla sele-



Figura 5.1 – Grafico musei italiani dotati di supporti e servizi per favorire l'accesso e la fruizione alle persone con disabilità. (ISTAT, 2022)

ISTAT 2022

### Musei dotati di supporti e servizi per favorire l'accesso alle persone con disabilità (Valori percentuali)

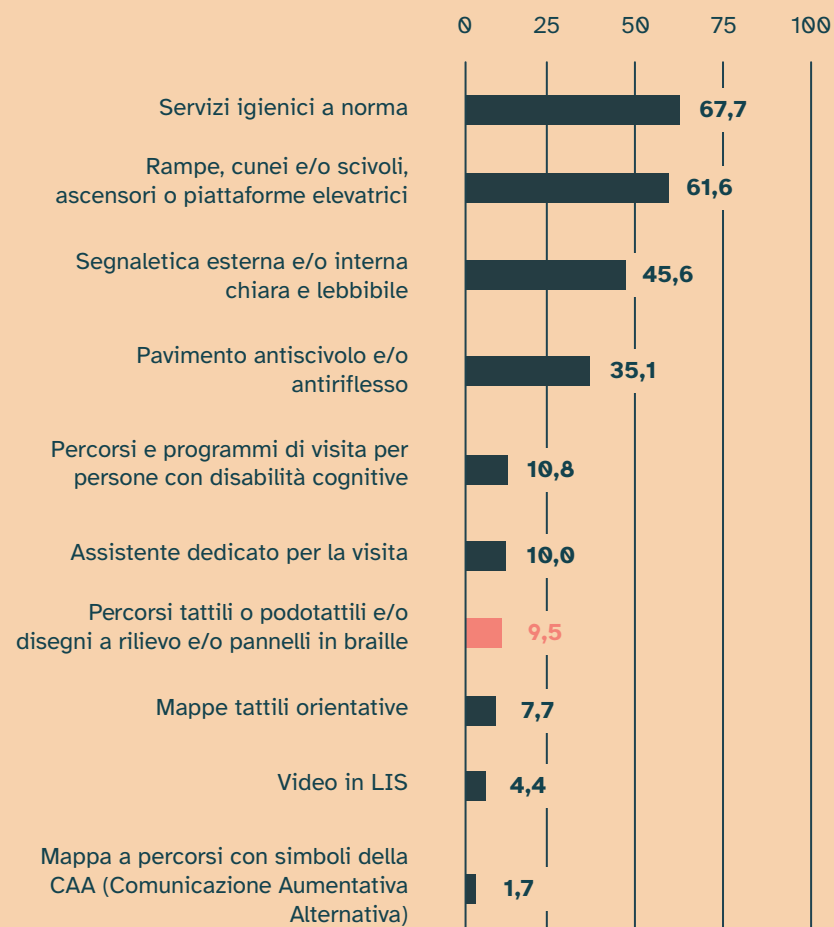
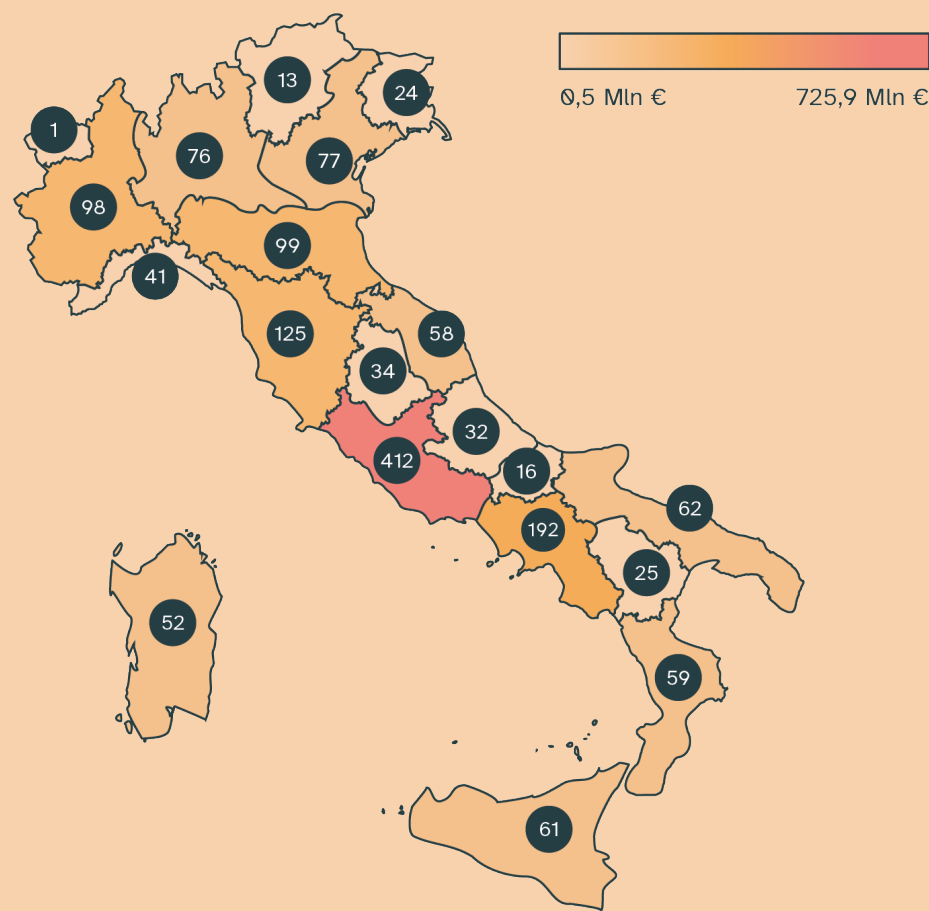


Figura 5.2 – Mappa delle regioni che beneficiano del PNRR Cultura. (<https://openpnrr.it/tema/cultura/>, 2022)

PNRR Cultura 2022

### Mapa delle regioni italiane che beneficiano del PNRR Cultura





zione dei musei e luoghi di cultura che beneficeranno di questo finanziamento è ormai chiuso, però saranno previsti in futuro diversi bandi regionali alla quale sarà possibile partecipare. Ho pensato dunque che lavorare ad un progetto di valorizzazione e accessibilità del patrimonio nella regione in cui vivo, la Lombardia, potesse essere di estremo interesse.

Progettare soluzioni per l'eliminazione delle barriere fisiche non sarà però il mio interesse in questo caso. Come abbiamo potuto vedere dal precedente studio, la maggior parte dei musei in Italia già predispone di accessi facilitati alle proprie strutture. Con il progetto presentato in questa tesi il mio obiettivo è quello di sperimentare delle soluzioni progettuali tecnologiche per l'eliminazione delle barriere cognitive, soprattutto a favore di persone con disabilità visive, quali l'ipovisione o la cecità totale.

La scelta di utilizzare soluzioni tecnologiche deriva dalla grande attenzione che in questi anni società come Apple, Microsoft e Google stanno dando al discorso dell'accessibilità alla tecnologia. Il loro operato sta portando sempre più persone con disabilità all'utilizzo di dispositivi tecnologici per assisterli durante le azioni quotidiane. Il loro obiettivo è, infatti, quello di rendere più indipendenti e libere queste persone, e penso

che lo stesso scopo debba essere perseguito nello spazio museale.

Ho intrapreso quindi una ricerca per trovare un partner con cui proporre quest'idea ai musei della mia zona, trovando in Marianna Belvedere, co-fondatrice di Studio Geco a Pavia, un'eccellente collaboratrice.

Insieme abbiamo ricercato un museo interessato a questa tipologia di progetto e durante la nostra ricerca abbiamo avuto la possibilità di conoscere la direttrice dei Musei Civici di Pavia, la dottoressa Laura Aldovini, insieme ai suoi collaboratori il dottor Davide Tolomelli e la dottoressa Francesca Porreca, responsabili della didattica all'interno del museo, i quali si sono subito interessati al progetto da noi proposto.

## 5.2 Incontri con il museo e definizione del brief

Il primo incontro con la dott.ssa Aldovini ed i suoi collaboratori è avvenuto all'interno del Castello visconteo, sede dei Musei Civici di Pavia. Detti anche Musei del Castello, essi sono un'istituzione che raggruppa i vari musei comunali della città di Pavia. Vengono attualmente ospitate al suo interno molte mostre e collezioni: le sale della sezione archeologica ed altomedioevale con reperti romani, goti e longobardi; la sezione Romanica e Rinascimentale; la Pinacoteca Malaspina, in cui è esposto il Modello ligneo del Duomo di Pavia; il Museo del Risorgimento; la Gipsoteca; la Quadreria dell'Ottocento; la Civica Scuola di pittura; la Collezione Morone ed infine la sezione del Novecento. («Musei civici di Pavia», 2023)

Durante questo primo incontro l'obiettivo era quello di esplorare la vasta struttura museale, guidati dall'esperienza della direttrice, per poter scegliere una sezione espositiva ed in particolare un'opera da utilizzare come fonte di partenza per la definizione della proposta progettuale.

Visitando il museo è stato possibile appurare come la direttrice ed il suo gruppo di lavoro abbiano lavorato molto e bene per cancel-

lare il più possibile le barriere fisiche e cognitive che precludono l'accesso al patrimonio culturale che il museo espone.

L'esposizione "Arca Nascosta" ne è una prova di questo impegno. Si tratta di un progetto in collaborazione con il Comune di Pavia, il Dipartimento di Ingegneria dell'Università di Pavia e l'agenzia di stampa e comunicazione Pavia Press, che intende valorizzare e promuovere il prezioso manufatto del XIV secolo. L'esposizione, che ha luogo nella sala della Biblioteca Viscontea, presenta al pubblico il dettaglio dell'Arca di S. Agostino utilizzando la tecnologia del video-mapping su un cubo, simulandone l'aspetto e dando la possibilità allo spettatore di avere una vista inedita sull'opera (Fig. 5.3). L'esposizione è poi supportata da immagini tattili, ovvero trasposizioni dei bassorilievi presenti sull'Arca, in modo da poter essere fruite da persone ipovedenti o non vedenti. Accanto a questi pannelli vengono esposti anche dei pannelli in Braille con la didascalia illustrativa degli oggetti. (Musei Civici di Pavia, s.d.-a) (Fig. 5.4)

Purtroppo, però non tutte le sezioni del museo sono come que-



Figura 5.3 – Fotografia video mapping Arca Nascosta ai Musei Civici di Pavia.  
(Foto dell'autore)



Figura 5.4 – Fotografia traduzione tattile dettaglio Arca Nascosta ai Musei Civici di Pavia. (Foto dell'autore)



sta esposizione. Alcune non possiedono sufficiente materiale di supporto per la comprensione delle opere da parte di una persona con disabilità visiva, uditiva o cognitiva. Ad esempio, il percorso museale dedicato all'epoca Romanica e Rinascimentale non risulta essere pienamente accessibile e presenta alcune barriere sensoriali.

La mancanza di supporti tattili, come riproduzioni delle sculture in 3D o dei testi in braille, esclude le persone con disabilità visiva dalla possibilità di comprendere ed avere accesso al patrimonio esposto, mentre la mancanza di pannelli testuali vicino a tutte le opere esposte esclude sia le persone con disabilità uditive che quelle con disabilità cognitive. Abbiamo scelto alla fine della nostra visita, proprio questa sezione del museo per il progetto.

Oltre ai problemi di accessibilità che queste sale dimostrano di avere, sono state anche altre le motivazioni che ci hanno spinto verso questa scelta: in primo luogo questa sezione è una delle prime che i visitatori incontrano seguendo il percorso museale canonico, si trova quindi molto vicino alla biglietteria e all'ingresso del museo e sarebbe un ottimo punto in cui introdurre una mostra accessibile che potrebbe essere replicata anche per altre sezioni del museo; in secondo luogo nel-

le sale di questa sezione, sono esposte differenti opere che testimoniano l'evoluzione architettonica e scultorea di Pavia in questo periodo storico, e questa tipologia di opere sono ideali per un progetto di traduzione dal visivo al tattile poiché possiedono già una loro tridimensionalità e matericità, al contrario dei quadri che sono di più complicati da tradurre con un registro tattile.

In particolare, abbiamo scelto di sviluppare il nostro progetto a partire da un'opera scultorea presente all'interno della sala IX del museo, un portale medioevale di una chiesa ormai demolita, la cattedrale di S. Stefano.

Con questo progetto ci proponiamo di rendere il portale della chiesa di Santo Stefano e la sezione del museo che ospita questa opera accessibili non solo alle persone con disabilità visiva, ma a tutti i visitatori che quotidianamente arrivano al museo. Per raggiungere questo obiettivo, abbiamo sviluppato una soluzione tecnologica progettuale che possa essere estesa a tutte le opere esposte in questa sezione del museo, ipotizzando il concept ed il sistema di artefatti che segue nel prossimo capitolo.

## 5.3 Il concept ed il sistema di artefatti

*“Un museo è un’istituzione al servizio della società e del suo sviluppo, ed è di norma aperto al pubblico. Al museo spetta l’importante compito di potenziare la funzione educativa e di richiamare un pubblico più ampio.”*

*(Tiberti, 2020)*

Il museo è intrinsecamente legato al concetto di educazione, coesione sociale e inclusione. Durante la fase di ideazione del progetto e del sistema di artefatti, mi sono infatti posto come obiettivo di rendere il patrimonio culturale dei Musei Civici di Pavia accessibile a ogni visitatore, senza alcuna forma di esclusione.

Progettare una mostra accessibile a tutti è però un lavoro molto complicato, che necessita di molta esperienza e abilità nell'allestire percorsi museali in maniera adeguata alle esigenze di ciascun visitatore. Per perseguire il mio obiettivo, ho dunque condotto un'approfondita analisi dello stato attuale delle mostre accessibili in Italia e nel resto del mondo ed ho consultato numerosi testi bibliografici che mi potessero aiutare a comprendere meglio i numerosi aspetti espositivi necessari per rendere accessibile una mostra.

Questa ricerca ha gettato le basi per la fase di ideazione del con-

cept di progetto, durante la quale ho ipotizzato e progettato in alcune sue parti un sistema di artefatti mirato a realizzare la visione di inclusione totale. Così, nasce “Un castello senza barriere”, un progetto multisensoriale per l'accessibilità ai Musei Civici del Castello Visconteo di Pavia.

Ho deciso di sviluppare questo progetto utilizzando più registri sensoriali, che in coesione uno con l'altro, potessero riuscire a restituire un'immagine il più fedele possibile all'originale nell'immaginario dei visitatori del museo. La prima fase del progetto consiste nella redazione di un copione per l'audiodescrizione sonora del portale di S. Stefano presente nella sezione di riferimento del museo (sezione Romanica e Rinascimentale) e successivamente nella sua produzione tramite l'ausilio di un esperto nel VoiceOver.

La seconda fase della progettazione interverrà invece sui supporti fisici tattili presenti all'interno

dell'esposizione, che comprende l'ideazione e realizzazione di un tavolo accessibile con testi in Braille in rilievo e di una riproduzione tridimensionale del portale.

Per attivare i contenuti audio descritti, ho poi ideato un sistema basato su sensori di prossimità chiamati tag NFC da integrare all'interno del tavolo. I visitatori grazie a questa tecnologia potranno semplicemente avvicinare il loro telefono ai sensori posizionati sui tavoli accessibili lungo il percorso museale per attivare le informazioni relative alle opere. Nel concreto la fase realizzativa del progetto si è concentrata su questi artefatti specifici. L'approccio progettuale è pensato per essere utilizzato anche su altre opere, in modo che il progetto possa essere replicato su tutto il patrimonio cul-

turale del museo. Nel complesso di artefatti all'interno del sistema ipotizzato poi sono state pensate alcune possibili integrazioni future che per questione di tempo non sono state realizzate.

L'ipotesi progettuale non realizzata consiste nella progettazione di un'applicazione per mobile che possa essere d'aiuto ad offrire un'esperienza museale autonoma e accessibile per persone con disabilità visiva e uditiva, contenuti video in lingua dei segni (LIS) per consentire anche ai visitatori con disabilità uditiva di immergersi completamente nell'arte e nella cultura ed un sistema di navigazione con segnaletica podotattile a terra per permettere ai visitatori con disabilità visiva autonomia di movimento all'interno dei luoghi del museo.

## 5.4 Dalle fonti storiche alla progettazione di un audiodescrizione

### 5.4.1 Fonti storiche

*“In termini essenziali, l'Audiodescrizione è un servizio finalizzato a rendere le arti visive e i media accessibili alle persone cieche e ipovedenti grazie a una descrizione verbale delle componenti (visive) rilevanti di un'opera d'arte o di un prodotto multimediale, in modo che gli spettatori con disabilità visiva possano afferrarne pienamente la forma e il contenuto.”*

(Remael et al., 2018)



Figura 5.5 – Fotografie portale di S. Stefano ai Musei Civici di Pavia. (Foto dell'autore)

Progettare un'audiodescrizione per un'opera d'arte è un lavoro che necessariamente deve partire dalle fonti storiche. Come recita la definizione, tratta dalle linee guida ADLAB per l'audiodescrizione, questa tipologia di prodotto audio serve a rendere accessibile ad uno spettatore non vedente o ipovedente sia la forma dell'oggetto che il contenuto di esso.

Per far questo ho avuto la necessità di un supporto in termini di bibliografia e materiale fotografico da parte dei responsabili alla didattica interna del museo, il dott. Tolomelli e la dott.ssa Porreca. Grazie al loro supporto ho potuto ricevere tutto il materiale necessario per redigere un contenuto audio descrittivo che non si limitasse alla descrizione verbale delle componenti visive dell'oggetto, ma che ne contestualizzasse anche il periodo storico, il modo in cui sono stati conservati e sono giunti ai giorni nostri, e tutte quelle particolarità che fanno del portale un patrimonio artistico e culturale. (Fig. 5.5)

L'opera oggetto della mia descrizione è il portale minore settentrionale di Santa Stefano. Si tratta

## 5.4.2 Audiodescrizione

L'idea iniziale per la progettazione di un'audiodescrizione del portale sinistro della cattedrale di

di un portale costruito intorno al 1130, realizzato in arenaria e calcare, originariamente parte della cattedrale estiva di Santa Stefano. Questa chiesa, insieme a un'adiacente chiamata Santa Maria del Popolo o cattedrale invernale, ha subito varie demolizioni per fare spazio alla costruzione dell'attuale Duomo di Pavia. Dalla prima demolizione del XIV secolo fino alla demolizione avvenuta nel XIX secolo, tutti i portali di queste imponenti chiese del passato sono stati seriamente danneggiati. Il portale sinistro è quello rimasto più integro. Il portale sinistro è l'unico rimasto relativamente integro. Ha continuato a essere utilizzato fino alla fine dell'Ottocento e inizialmente è stato preservato, quindi ricollocato sul fianco meridionale della Torre Civica, adiacente al Duomo. Tuttavia, il crollo della torre, avvenuto nel marzo del 1989, ha causato ulteriori danni a questa preziosa struttura. Quello che è stato recuperato dalle macerie è stato oggetto di un attento restauro, quindi assemblato e infine collocato nel 1997 nella sala IX dei Musei Civici, accanto ai resti degli altri portali provenienti dalle due chiese. (Erba, s.d.)

Santo Stefano era quello di creare uno storytelling immersivo, ambientato nel passato. Nella prima

stesura del copione appariva un personaggio storico che, tramite la descrizione dettagliata dei luoghi e delle vibrazioni che la città trasmette, voleva immergere l'ascoltatore nell'ambientazione della Pavia medioevale del 1300. Questa idea è stata successivamente scartata poiché presentava alcuni problemi dal punto di vista dell'accessibilità del contenuto. Ho capito tramite la scrittura di questo copione che creare un'au-

diodescrizione che allontani l'ascoltatore dal luogo in cui si trova, ovvero il museo, per immergerlo in un'ambientazione differente risulti essere disorientante e confusionaria, soprattutto per una persona con disabilità visiva.

Per avere successo in questa mia produzione la necessità era quella di ricreare a parole un'immagine il più possibile fedele a quella del portale di S. Stefano.

*“Organizzazione di un universo sonoro. Si tratta di trasportare un'opera visiva in un'opera puramente sonora. L'audiodescrizione si caratterizza per l'attenzione particolare alla disposizione e alla coesione degli elementi sonori (descrizione, rumori di fondo, musica, silenzio ecc.) per ricreare un'opera il più vicina possibile a quella originale”*

*(Ministero Francese della Cultura e della Comunicazione, 2018)*

Con la seconda stesura del copione ho portato quindi l'audiodescrizione ad uno stato più formale, caratterizzato da un approccio meno infantile e più descrittivo. Lo stile narrativo qui utilizzato è quello didattico ed è volto a raccontare in maniera dettagliata la storia del portale e le sue peculiarità architettoniche ed artistiche che lo caratterizzano. Il testo è stato pensato quindi come una completa e dettagliata guida per l'esplorazione tattile del modello 3D del portale (di cui parleremo nel prossimo capitolo) che il visi-

tatore avrà la possibilità di toccare mentre ascolterà l'audiodescrizione.

Al testo audio descrittivo dell'opera in questione sono poi stati affiancati altri copioni per la produzione di due ulteriori audio. Il primo testo per l'audio ha l'obiettivo di introdurre, all'interno applicazione ipotizzata nel sistema di artefatti, i contenuti in maniera accessibile a persone con disabilità visiva. Il secondo, invece, è stato pensato e progettato come audio di introduzione alla sezione Romanica e Rinascimentale



del museo, in modo che potesse sia introdurre le sale dell'esposizione, sia l'esistenza delle tavole accessibili con cui poter interagire per ascoltare i contenuti audio descrittivi ed esplorare tattilmente le riproduzioni tridimensionali delle opere. **(Appendice b)**

Il passo successivo è stato la produzione del contenuto mediale con l'ausilio di esperti nel campo del VoiceOver. È importante valutare la velocità con cui il testo verrà letto poiché durante l'ascolto il visitatore dovrà, allo stesso tempo, avere il tempo di toccare il modello 3D e comprendere quello che sta ascoltando. La voce scelta per questo compito è stata quella di Edoardo Sala, un esperto nel settore del doppiaggio e della produzione di podcast per le aziende, che ha prestato la sua voce per la lettura del testo dell'audiodescrizione. La durata totale dell'audio è di 4 minuti e 30 secondi, il che non la rende eccessivamente lunga e tediosa, ma permette altresì di dare molte informazioni fondamentali che servono ad un visitatore con problemi alla vista per poter comprendere al meglio l'opera. Successivamente l'audio ha subito un processo di post-produzione, per far sì che venisse pulita la voce registrata ed aggiunti alcuni suoni per determinare l'inizio e la fine dell'audiodescrizione.

Infine per la condivisione ho utilizzato una piattaforma online

adatta per la pubblicazione di tracce audio: Soundcloud. È stata prodotta una copertina (Fig. 5.6) ed infine è stata pubblicata in modo che chiunque possa ascoltarla una volta giunto al museo oppure anche da casa. (Fig. 5.7 - 5.8)

Progettare un'audiodescrizione è stato quindi senza dubbio uno dei lavori di ricerca e di sperimentazione più centrali nell'economia del progetto.

Da questo contenuto dipendono gran parte delle informazioni a cui una persona non vedente o ipovedente può avere durante un'ipotetica visita al museo, ed è quindi stato dedicato molto tempo e passione nella sua realizzazione.

Nel capitolo successivo racconterò il secondo artefatto realizzato per questo progetto, che interagendo con l'audiodescrizione ha lo scopo di fornire le informazioni tattili dell'opera.



Figura 5.6 - Immagine di copertina dell'audiodescrizione su Soundcloud (Immagine dell'autore)

Figura 5.7 - Schermate di Soundcloud con l'audiodescrizione in riproduzione (Immagine dell'autore)

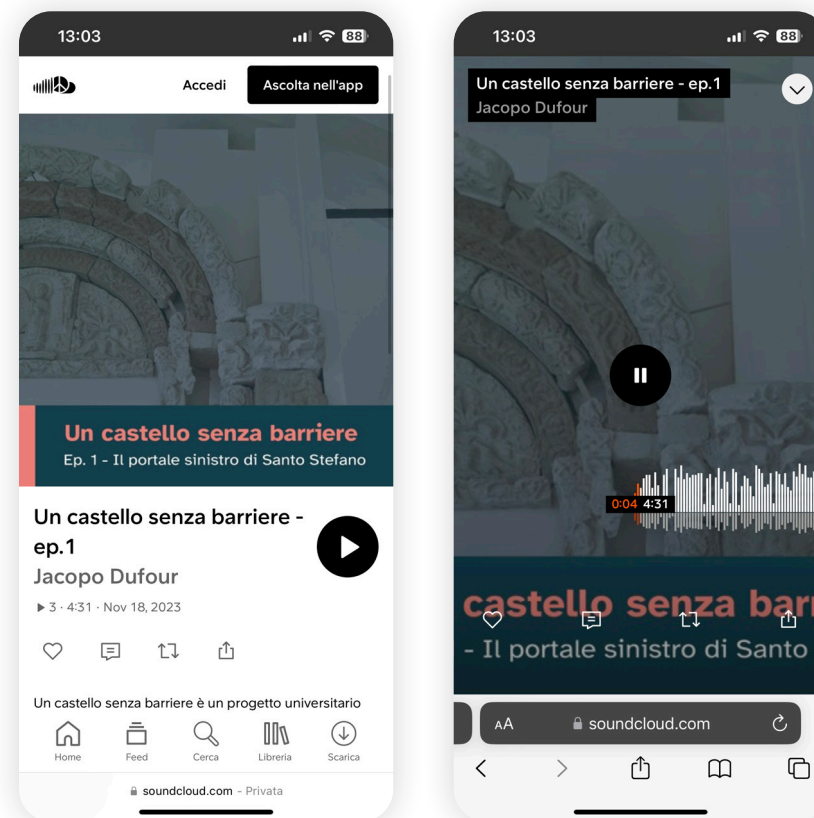
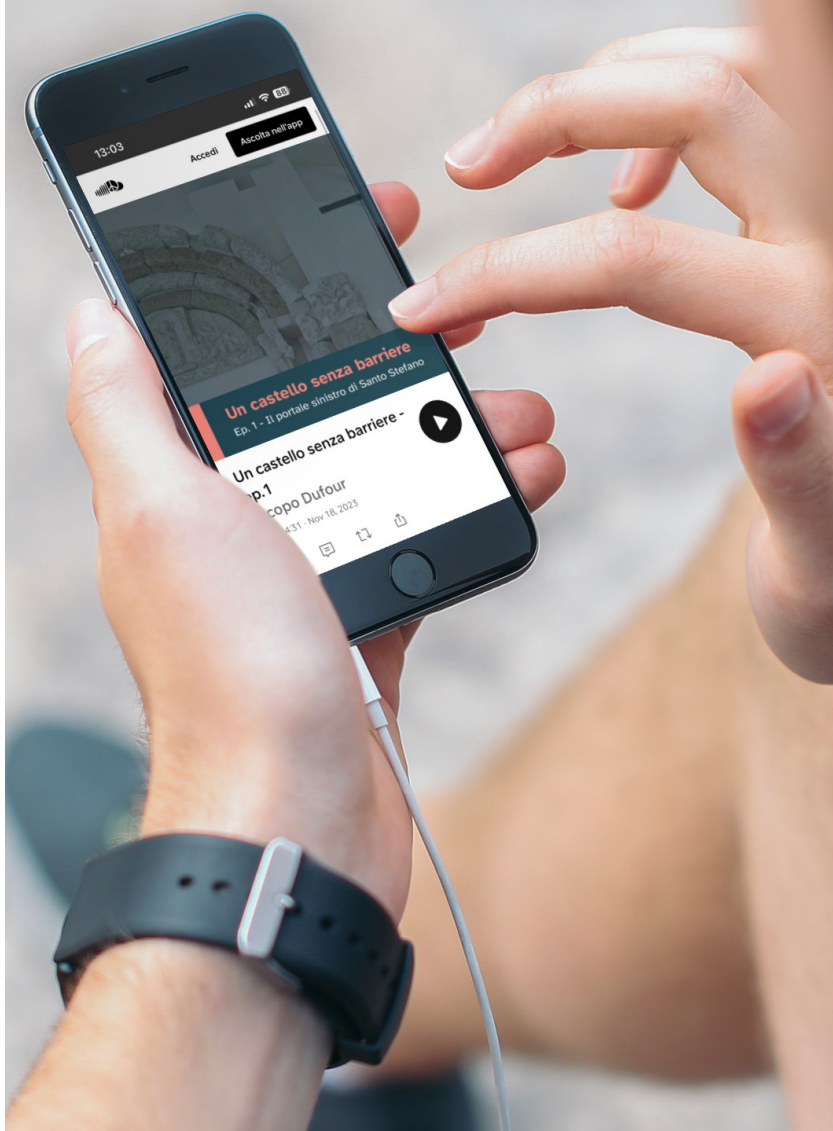


Figura 5.8 – Mockup della schermata dell'audiodescrizione su Soundcloud (Immagine dell'autore)



## 5.5 Traduzione tattile ed interazione con lo smartphone

### 5.5.1 Un progetto sinestesico

Per rispondere alla sensibilità di ogni individuo, è essenziale un approccio multisensoriale al lavoro di traduzione accessibile di un'opera d'arte. Lo scopo è di armonizzare l'opera con il suo contesto storico e artistico, costruendo ponti tra i sensi. Diversi supporti, accuratamente selezionati a seconda del compito da svolgere, costituiscono una base per la descrizione proponendo corrispondenze acustiche, tattili e alle volte anche olfattive. L'approccio multisensoriale permette quindi di dare una dimensione complementare che possa evocare un'emozione ed un'immagine realistica dell'opera d'arte nell'immaginazione del visitatore.

Questo approccio, infatti, è stato adottato all'interno del progetto per l'ideazione e la realizzazione di un tavolo accessibile per il portale di S. Stefano. L'obiettivo è quello di consegnare al visitatore un supporto tattile dotato di tec-

nologia che possa veicolare due tipologie di informazioni sensoriali: in primo luogo quella tattile grazie ad una traduzione tattile del portale insieme ad altri elementi che verranno descritti in questo capitolo; in secondo luogo, quella acustica grazie all'audiodescrizione, descritta nel capitolo precedente, attivabile sul proprio dispositivo grazie alla tecnologia di prossimità NFC presente sul tavolo.

L'ideazione e progettazione della tavola sono avvenuti a valle di diversi confronti tra il sottoscritto e Marianna Belvedere che mi ha supportato in tutto il processo creativo. Marianna è cofondatrice e socia di Spazio Geco, una società cooperativa che nasce a Pavia con l'obiettivo di creare prodotti innovativi ad alto contenuto tecnologico per la valorizzazione dei beni culturali e per l'educazione al patrimonio.

### 5.5.2 Progettazione del tavolo e grafica del pannello

Il tavolo tattile accessibile che abbiamo progettato è stato pensato in primo luogo per accoglie-

re la vasta gamma di visitatori che ogni giorno visitano i Musei Civici di Pavia.

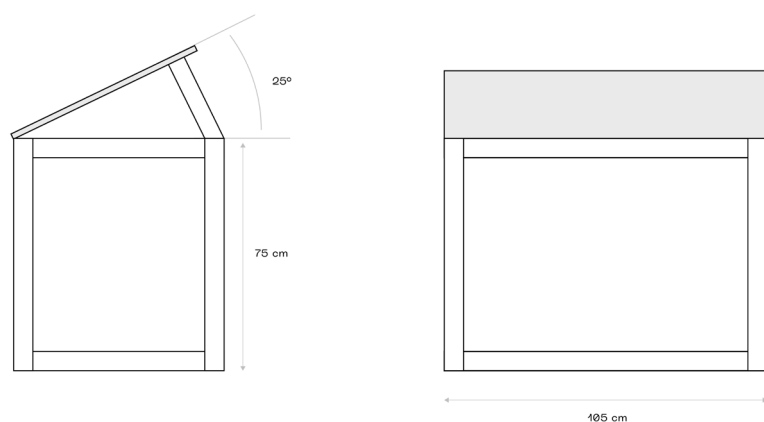
*“I dispositivi scenografici e il loro allestimento devono tener conto delle pluralità dei bisogni e l'utilizzo del destinatario finale. [...] I dispositivi scenografici di mediazione ed i dispositivi tattili devono essere alla stessa distanza tra gli 85 cm e l'1,30 cm. Se gli oggetti da toccare sono su un supporto, questo deve essere a distanza di sicurezza e adattato alle persone in sedia a rotelle a meno di 70 cm e al massimo di 85 cm da terra. [...] Inoltre, è consigliabile inclinare l'appoggio di minimo 25 gradi”*

*(Ministero Francese della Cultura e della Comunicazione, 2018)*

Seguendo quindi le norme del Ministero della Cultura e della Comunicazione francese, abbiamo ideato un prototipo del tavolo. Le sue misure rispettano quelle consigliate per l'accessibilità a persone in sedia a rotelle che in altezza dovrebbero essere tra i 70 cm ed i 85 cm, ed in larghezza più di 85

cm per far passare sotto il tavolo anche una carrozzina. La parte superiore del tavolo, che dovrà accogliere la traduzione tattile del portale e le informazioni aggiuntive, è stata inoltre inclinata di 25° per consentire una facilitazione nell'esplorazione del tavolo. (Fig. 5.9)

Figura 5.9 – Piano frontale e piano laterale del tavolo accessibile (Disegno dell'autore)



Sono passato poi alla effettiva realizzazione di un pannello tattile dotato di tecnologia da applicare nella parte superiore del tavolo.

In primo luogo, è stata effettuata una scelta dei colori da utilizzare sul pannello. La necessità è stata quella di creare un grande contrasto tra il fondo del tavolo e gli elementi tattili da posizionare sopra di esso. Il motivo è il seguente, una persona cieca parziale o ipovedente può percepire ancora un residuo visivo, che però ha bisogno di condizioni adeguate a essere percepito. Una buona illuminazione e assenza di riflessi sono due caratteristiche fondamentali, ma anche un ottimo contrasto tra il fondo ed il testo fanno la differenza nella percezione dei contenuti. Per ottenere quindi questo contrasto è

stato scelto come colore di fondo un blu scuro, con i testi in rilievo di colore bianco. Per facilitare la leggibilità di un testo, secondo la guida del Ministero della Cultura e della Comunicazione francese, è necessario avere un contrasto almeno del 70% tra i due colori. Nel caso della tavola progettata il contrasto dei colori utilizzati risulta molto forte. (Fig. 5.10) Inoltre, la riflessione sulla gamma dei colori deve anche tener conto delle specifiche percezioni dei colori da parte di certi pubblici. Il colore blu scuro può avere percezioni diverse da una disabilità all'altra. Per le persone ipovedenti, generalmente è il colore più utilizzato per facilitare la lettura.

Anche la scelta tipografica e la sua dimensione all'interno del pannello tattile ha un impatto

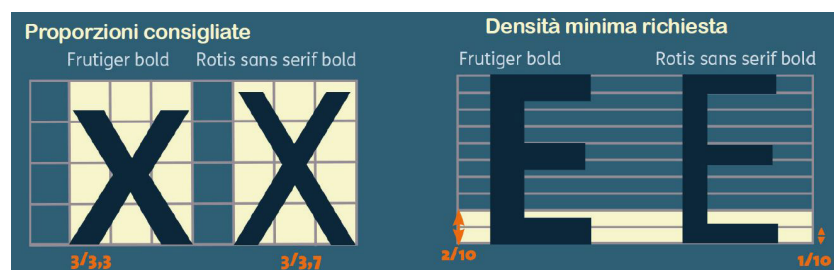
Figura 5.10 – Contrasto del colore di sfondo del pannello tattile con il suo testo. (<https://color.adobe.com/it/create/color-contrast-analyzer>)



considerevole nella leggibilità del testo. La lettura del testo deve essere facile ed immediata per tutti i differenti pubblici del museo. In questo caso il documento “Esposizioni e Percorsi di Visita Accessibile” suggerisce differenti soluzioni che durante la progettazione grafica abbiamo deciso di adottare. Il testo esposto sul pannello tattile è semplice e sintetico; infatti, esso rappresenta solo il titolo dell’opera ed un messaggio più piccolo per sollecitare il visitatore ad attivare il contenuto audio appoggiando il telefono sul sensore NFC. Il carattere preferibilmente deve essere in maiuscolo, il carattere minuscolo cor-

sivo potrebbe rallentare di molto la velocità con cui le persone non vedenti leggono un testo con il tatto. È importante poi avere alcune accortezze sulla vicinanza delle lettere, aggiustando la spaziatura e l’interlinea del testo, evitando che siano troppo strette o troppo larghe. Per la scelta del carattere tipografico è stato privilegiato un carattere non troppo grasso né troppo fine, in modo da facilitare ulteriormente la lettura. Inoltre, è stato considerato anche il rapporto di altezza/larghezza e la densità minima consigliate per il carattere tipografico da utilizzare su pannelli accessibili. (Fig 5.11)

Figura 5.11. – Caratteristiche consigliate per la scelta di un carattere leggibile. (Ministero Francese della Cultura e della Comunicazione, 2018)



Considerando tutte queste caratteristiche che necessitano il carattere per essere facilmente leggibile ad un pubblico con disabilità visive, il font utilizzato sui pannelli tattili è il Frutiger con peso Bold per la sua attinenza ai parametri sopra citati.

Sono inoltre stati studiati per il pannello tattile delle scritte rilievo in Braille. Come è già accennato nei primi capitoli di questa tesi, il Braille è un codice di scrittura e lettura che avviene grazie a dei punti in rilievo all’interno di una cella 2x3. È di fatto un codice basato su simboli definiti ed

universalmente riconosciuti che indicano lettere dell’alfabeto, la punteggiatura, i numeri, i segni matematici e persino le note musicali. L’insieme della cella Braille per essere correttamente identificata dai polpastrelli delle dita deve misurare da 6 a 7 millimetri di altezza e da 3 a 4 millimetri di larghezza. La trascrizione di un testo in Braille non è quindi un lavoro semplice, sarebbe perciò consigliato rivolgersi ad un esperto per la realizzazione di una trascrizione. Inoltre, questo genere di testo occupa molto spazio all’interno del pannello; infatti, un testo in braille occupa in generale tre volte di più di un normale testo. È necessario a volte utilizzare il braille abbreviato per riuscire ad inserire tutto un blocco di testo, però è una tipologia di scrittura che pochi conoscono.

Viene mostrato in figura 5.12 il risultato grafico del pannello tattile, in cui sono già stati calcolati gli spazi in cui verranno collocati sia la riproduzione tattile del portale che il tag NFC per l’attivazione dell’audioguida. A lato della riproduzione tattile sono state poi aggiunte alcune informazioni importanti per il visitatore. In basso a destra è stato posto un soggetto umano per comprendere le proporzioni del portale che altrimenti risulterebbe di difficile lettura ad una persona con cecità totale. In alto a destra invece i materiali con cui è stato costruito il portale, are-

naria e calcare, per permettere a chiunque sia di fronte all’opera e al tavolo accessibile di poter toccare con mano l’aspetto più materico del portale, che solo con la riproduzione in 3D risulterebbe mancare.

Successivamente è stata prodotta un prototipo in scala del pannello accessibile. Il pannello è stato stampato su cartoncino Plike Royal Blue di Grafiche Mainardi, dimensione A3 con un peso di 330 gr/m<sup>2</sup>. Per stampare gli elementi bianchi è stata utilizzata la stampa UV, e per dargli maggior spessore, in modo da simulare una tavola tattile, sono stati fatti più passaggi di vernice UV.

Il risultato è stato poi applicato ad un supporto dello spessore di 5mm in poliplot. In questo modo si evita che il cartoncino possa piegarsi, aumentando la resistenza del prototipo.

(prossima pagina) Figura 5.12 – Progettazione grafica del pannello tattile (Disegno dell’autore)



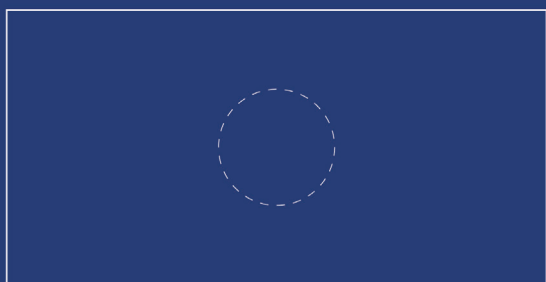
# PORTALE MINORE SETTENTRIONALE SANTO STEFANO

PORTALE MINORE SETTENTRIONALE  
SANTO STEFANO



PER ASCOLTARE L'AUDIODESCRIZIONE  
APPOGGIA IL TELEFONO QUI

PER ASCOLTARE L'AUDIODESCRIZIONE  
APPOGGIA IL TELEFONO QUI



ARENARIA



CALCARE





### 5.5.3 Traduzione tattile portale

Il passo successivo nella realizzazione di un prototipo per il pannello tattile accessibile è stato quello di realizzazione di una riproduzione tattile del portale di S. Stefano.

*“La scultura a tutto tondo evoca nella persona non vedente le modalità tattili scansionali adottate comunemente nell’esperienza della vita quotidiana, permettendo così un’educazione alla tattilità fine, la motricità delle dita e il dinamismo dell’esperienza aptica: esperienza fisica dunque, ed appropriazione intellettuale della realtà mediante il vissuto corporeo e mentale.”*

(Secchi, 2018)

Questo genere di materiale espositivo da toccare è dunque molto utile per facilitare la comprensione dell’opera per un pubblico con deficit visivo. Grazie ad esso il visitatore può utilizzare il senso del tatto per colmare quelle informazioni che magari non sono state approfondite nell’audiodescrizione, e quindi può migliorare di molto l’immagine mentale che

si è fatto del portale. Non essendo materia di questo corso passerò in rassegna brevemente le azioni che sono state svolte per arrivare ad un file in formato adeguato alla stampa 3D.

In primo luogo, mi sono recato presso i Musei Civici di Pavia per la realizzazione di una fotogrammetria del portale di S. Stefano.

*“La fotogrammetria è una tecnica di rilievo che permette di acquisire dei dati metrici di un oggetto (forma e posizione) tramite l’acquisizione e l’analisi di una coppia di fotogrammi stereometrici.”*

(«Fotogrammetria», 2023)

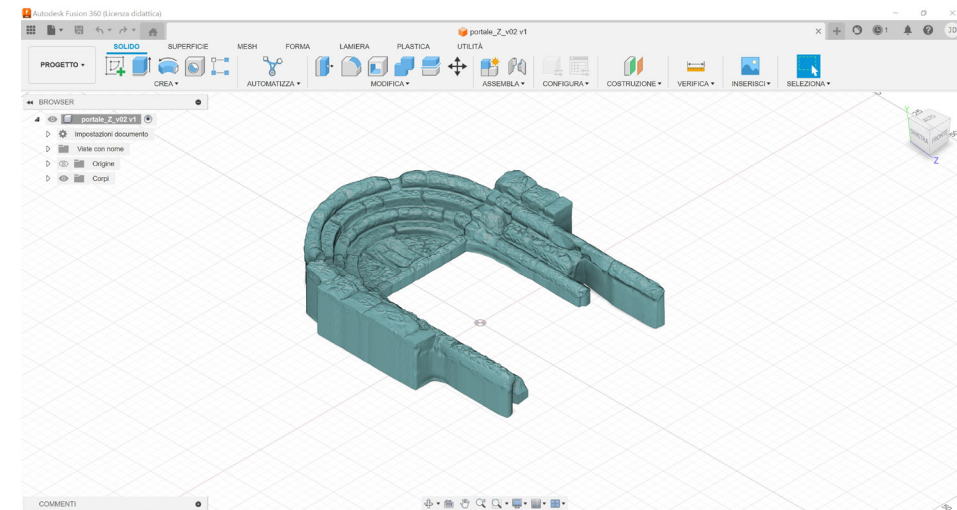
Grazie a questo processo, fatto con l’ausilio dell’applicazione Polycam, è stato possibile acquisire digitalmente la forma ed i dettagli del portale utili alla realizzazione di un modello 3D per

la stampa. In principio questo modello generato dalla fotogrammetria misurava come il portale nella realtà, ovvero circa 5 metri di altezza e 3,5 metri di larghezza. È stato necessario per questo lavoro, ridurre le dimensioni di tale modello, in maniera che fosse possibile sia la stampa 3D che l’esplorazione tattile di questa riproduzione. Il modello è stato quindi ridotto con una scala 1:30, risultando misurare 168mm di altezza e 135mm di larghezza.

Si è svolto poi un lavoro, su Maya Autodesk, di pulizia delle geometrie del modello, ovvero il riposizionamento di alcuni poligoni che

durante la fotogrammetria non sono stati riprodotti bene. Dopo aver ottenuto la struttura base, sono stati risaltati alcuni particolari della riproduzione aumentando lo spessore. Grazie a questo lavoro è così possibile facilitare il riconoscimento di questi elementi durante l’esplorazione tattile e sottolineare alcuni dettagli importanti, come ad esempio l’arcangelo al centro dell’archivolto. Infine è stato preparato il file per la stampa, importando il modello su un apposito programma come Fusion 360, dalla quale è stato possibile esportare un file ".stl" da mandare alle stampanti 3D. (Fig. 13)

Figura 5.13 – Screenshot del processo di realizzazione del file di stampa su Fusion 360 (Immagine dell’autore)



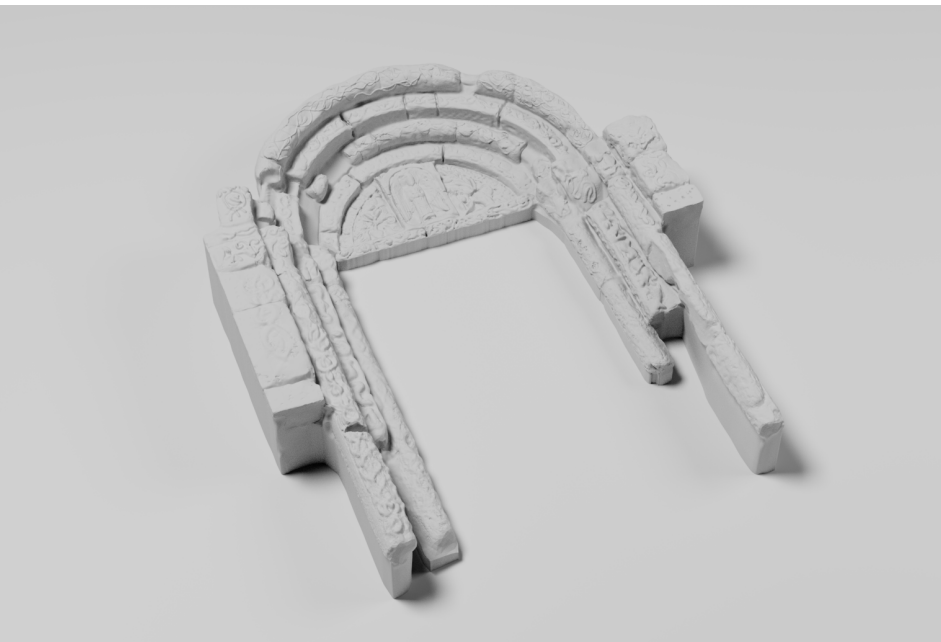
Il risultato di questo processo ha quindi generato un file 3D, utile anche per i render di progetto. (Fig. 14).

Per quanto invece riguarda la realizzazione vera e propria, il portale è stato stampato in Nylon 12 PA White, un materiale dal colore bianco e dalla texture porosa come se fosse la buccia di un'arancia. Il processo di stampa 3D utilizzato è il Multi Jet Fusion o anche MJF. In questa tecnologia di stampa 3D, sviluppata da HP, l'oggetto che deve essere stampato viene creato strato per strato stendendo della polvere, solita-

mente il nylon, e depositando due agenti (fusione e dettaglio), fondendo quindi localmente la polvere solo nella sezione del pezzo e creando poco a poco la stampa. («Stampa 3D MJF», s.d.)

Il risultato è una modellino del portale di colore bianco, abbastanza pesante ed al tatto porosa, che grazie all'alta qualità di stampa, rappresenta fedelmente i dettagli del portale reale, e può fungere quindi da traduzione tattile. (Fig. 15)

*Figura 5.14 – Render della traduzione tattile del portale (Render dell'autore)*



*Figura 5.15 – Traduzione tattile del portale, stampa 3D in MJF (Foto dell'autore)*

## 5.5.4 Tecnologia di scambio dati NFC

L'ultimo passo per la creazione di un prototipo di pannello accessibile consiste nella parte tecnologica del progetto. L'idea di veicolare il contenuto in una modalità accessibile e facile da utilizzare mi ha portato alla scelta di utilizzare dei tag NFC (acronimo di Near Field Communication) da inserire all'interno del pannello.

La tecnologia NFC è una forma di comunicazione wireless nata inizialmente per semplificare le transazioni di denaro, lo scambio di dati o più in generale per permettere la connessione wireless tra due oggetti quando si trovano in stretta prossimità. Questa tecnologia comunica sfruttando le onde radio per identificare oggetti in maniera univoca, oggetti dotati di etichette elettroniche dette tag NFC. (NFC Tag, s.d.)

I tag NFC per comunicare devono essere programmati in modo da veicolare un messaggio univoco, una volta letti da un dispositivo in grado di svolgere questa azione. Il messaggio univoco nel mio caso è l'apertura di un riproduttore audio, contenente l'audiodescrizione del portale, che grazie all'ausilio di un lettore NFC (in genere tutti gli smartphone di ultima generazione ne sono provvisti) verrà riprodotto in maniera semplice ed immediata.

La programmazione del tag avviene come per i QR code, indicando l'indirizzo ipertestuale verso la quale il lettore dovrà navigare una volta effettuata la lettura. Per scrivere questo pezzo di codice mi sono avvalso dell'aiuto di una applicazione specifica per la programmazione di tag NFC chiamata "NFC Tools". I tag sono facilmente acquistabili su molti e-commerce, ed il loro prezzo è molto basso.

Questo genere di interazione tecnologica, tra il pannello tattile ed il tag, è resa chiara da un messaggio testuale in rilievo ed in braille sul pannello, che suggerisce di appoggiare il telefono all'interno del rettangolo in rilievo per l'attivazione del contenuto.

Il campo della tecnologia di scambio dati è in piena espansione e le novità sono numerose ogni anno. Può essere che nei prossimi decenni questa tecnologia diventi obsoleta, però al giorno d'oggi è uno dei modi più interessanti per scambiare dati da un oggetto fisico ad un dispositivo tecnologico come i nostri smartphone.

## 5.5.5 Risultati del progetto

Le diverse fasi di progettazione hanno portato alla simulazione di un tavolo accessibile e ad un prototipo funzionante con tecnologia NFC di un pannello tattile da poter esporre all'interno del museo vicino al portale di S. Stefano nella sala IX del museo.

Per poter simulare l'aspetto e la posizione che il tavolo potrebbe

avere all'interno del museo ho prodotto una serie di render di esempio (Fig. 5.16 - 5.18).

In seguito, una serie di foto del prototipo del pannello tattile, che grazie alla tecnologia NFC può attivare l'audiodescrizione progettata e prodotta all'interno grazie all'ausilio di uno smartphone di ultima generazione. (Fig 5.18 - 5.25)

Figura 5.16 - Render del tavolo e del pannello tattile tattile (Render dell'autore)

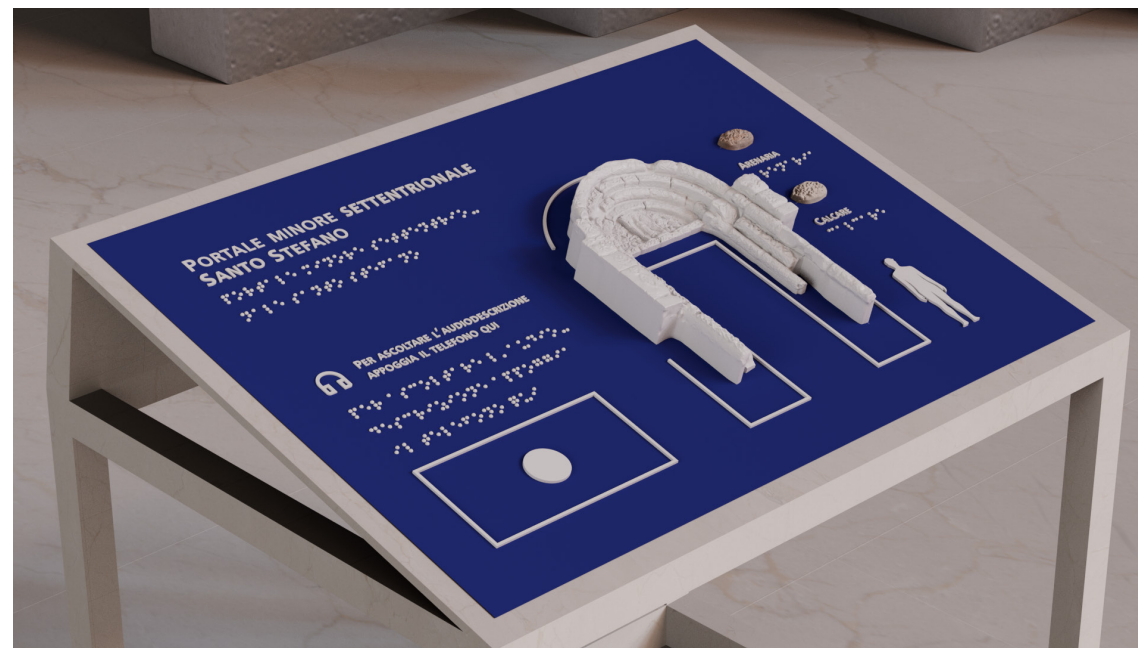






Fig 5.17 – Render vista dall’alto del tavolo e del pannello tattile  
(Render dell’autore)



Figura 5.18 – Render posizione del tavolo all’interno della sala  
(Render dell’autore)



Figura 5.19 – Fotografia prototipo del pannello tattile, vista a tre quarti (Foto dell'autore)

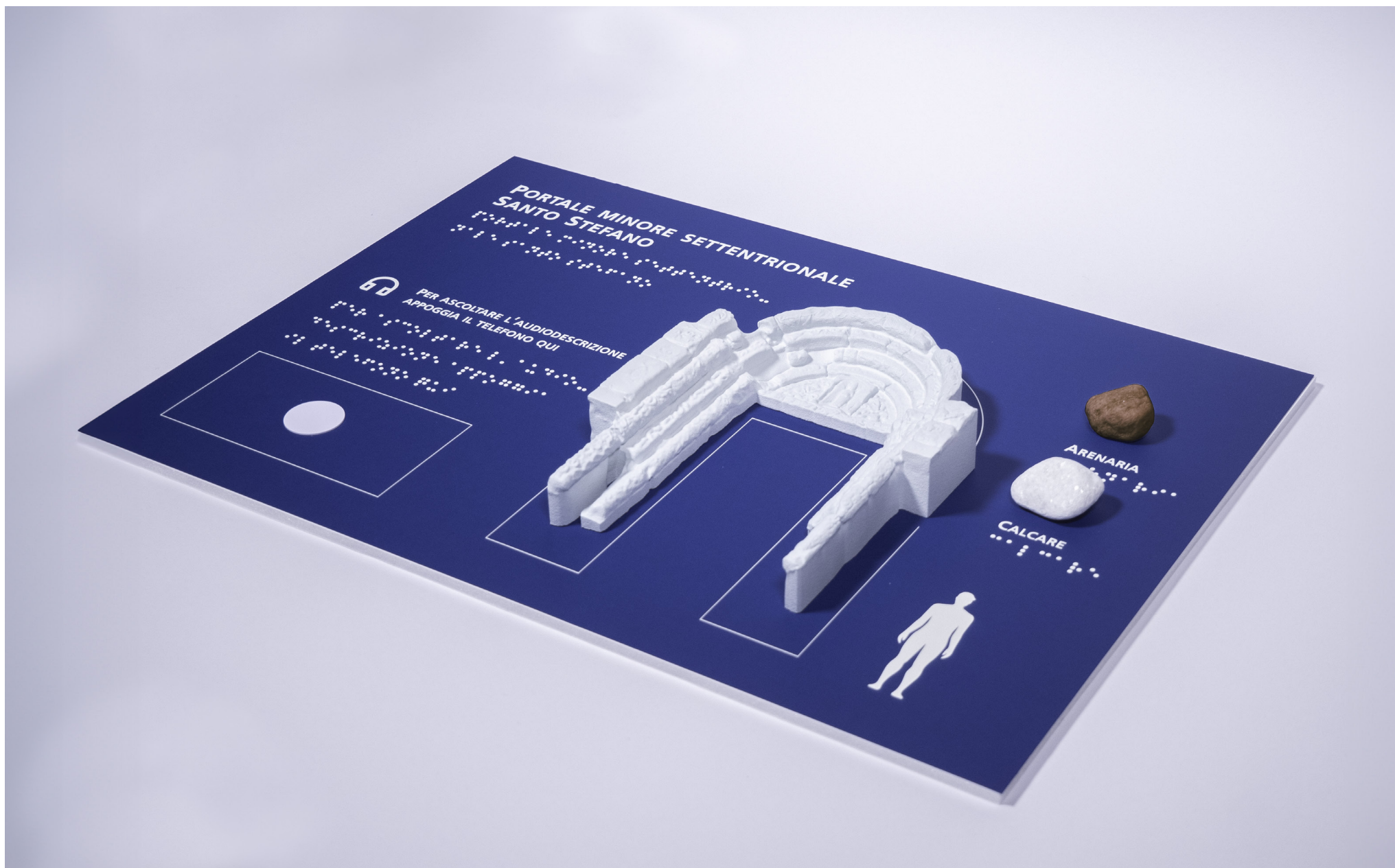




Figura 5.20 – Fotografia prototipo del pannello tattile, vista dall'alto (Foto dell'autore)

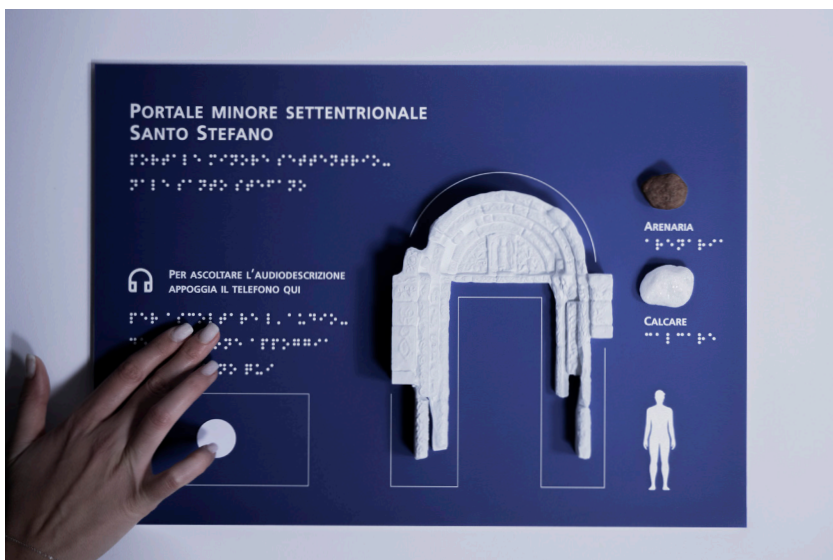


Figura 5.21 – Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio del testo a rilievo (Foto dell'autore)



Figura 5.22 – Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio portale (Foto dell'autore)



Figura 5.23 – Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio esplorazione tattile portale (Foto dell'autore)





Figura 5.24 - Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio del telefono e audiodescrizione (Foto dell'autore)

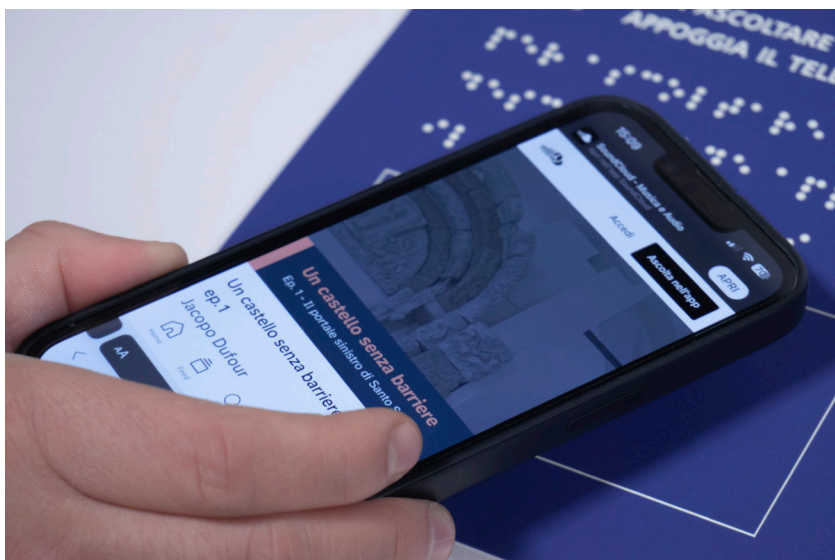


Figura 5.25 - Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio del telefono e audiodescrizione 2 (Foto dell'autore)

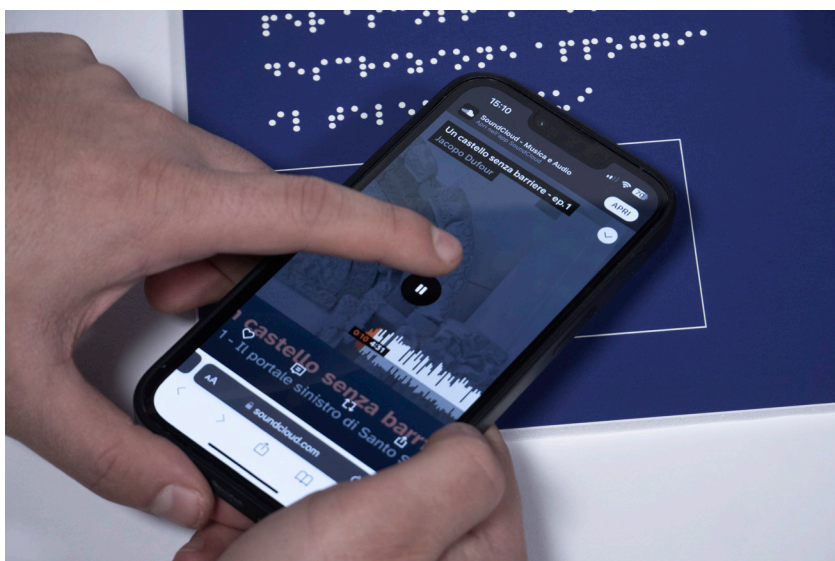
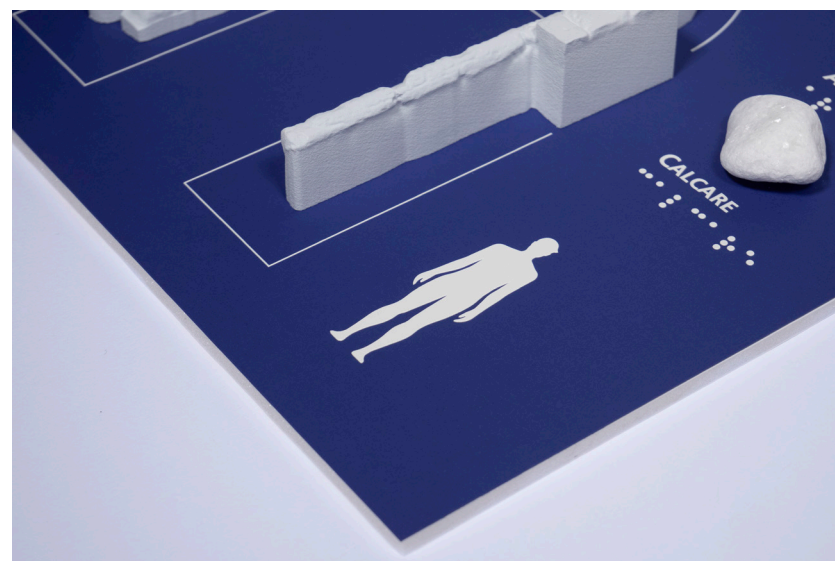


Figura 5.26 - Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio degli elementi materici (Foto dell'autore)



Figura 5.27 - Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio figura umana in scala (Foto dell'autore)



## 5.6 Possibili sviluppi futuri: Applicazione, Video, Wayfinding

In questo ultimo paragrafo del capitolo, diversamente da quelli precedenti, vaglierò ulteriori ipotesi progettuali che possono essere considerate possibili sviluppi futuri del sistema di artefatti proposto in questa tesi. Essi sono

già stati accennati nel capitolo riguardante il concept ed il sistema di artefatti e come scritto in precedenza non sono state realizzate per questioni di fattibilità nei tempi che mi sono concessi per il progetto di questa tesi.

### 5.6.1 Applicazione accessibile

La prima ipotesi progettuale consiste nella creazione di un'applicazione per smartphone o tablet che possa essere d'aiuto ad offrire un'esperienza museale autonoma e accessibile per persone con disabilità visiva e uditiva. L'applicazione è pensata per permettere un'interazione semplificata con i contenuti audio descritti disponibili per diverse opere dell'esposizione. Essa poi potrebbe direttamente comunicare con i tag NFC di cui abbiamo raccontato in precedenza, così che dopo la scansione del sensore, il dispositivo apra in automatico l'audio all'interno dell'applicazione per iniziare l'ascolto della storia dell'opera.

Un'idea simile potrebbe prendere ispirazione da un progetto realmente esistente realizzato dalla start-up italiana HQuadro nel 2013, che prende il nome di "Open-White". Il progetto

Open-White consiste in un'applicazione che funziona sia da audio-guida che da navigatore direzionale grazie all'individuazione della posizione dell'utilizzatore all'interno del museo. La App è stata progettata secondo precisi criteri di usabilità e di design inclusivo e può essere facilmente integrata con le funzionalità di altre applicazioni scaricate sullo smartphone (telecamera, bussola, etc.). Open-white permette anche di ascoltare informazioni e comandi con un semplice tocco del display, così da semplificare la lettura dei pulsanti a chi è affetto da una disabilità visiva. Inoltre, per gli ipovedenti, la lettura dei pulsanti è facilitata dall'interfaccia grafica ad elevato contrasto cromatico e leggibilità. (Fondazione ARCA, 2021) (Fig. 5.23)

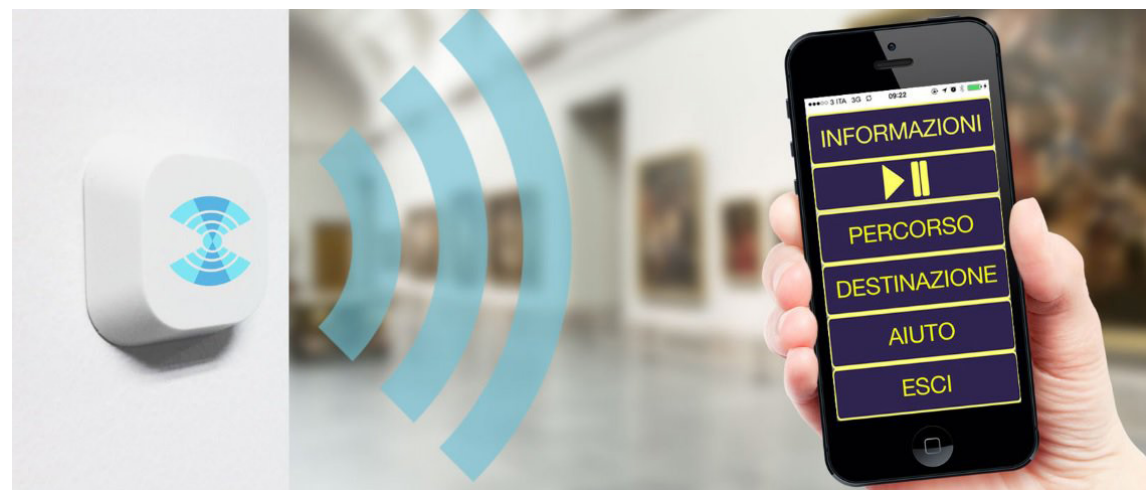


Figura 5.28 - Interfaccia applicazione Open-White. (<https://startupitalia.eu/38798-20151025-openwhite-app-non-vedenti>, 2015)

### 5.6.2 Video in LIS

La seconda ipotesi progettuale riguarda invece la progettazione di video in lingua dei segni (LIS) per le opere esposte nella sezione Romanica e Rinascimentale del museo. La progettazione di questi video, come per le audiodescrizioni, è un lavoro molto complesso che necessita di una guida dettagliata per la progettazione e l'aiuto di esperti nella traduzione del testo in lingua dei segni per la realizzazione.

Costruire quindi un video accessibile alle persone con disabilità uditiva richiede quindi diversi accorgimenti da tenere presenti in tutte le fasi di lavoro, che vanno dall'organizzazione delle informa-

zioni, alla struttura del video, ai tempi di presentazione dei contenuti sotto forma di immagini o testo fino all'eventuale interpretazione in LIS, la lingua italiana dei segni (Fig 5.24). Un video in LIS infatti necessita di tutte queste fasi di produzione.

Alla progettazione "teorica" del prodotto, seguirebbe la fase più concreta delle riprese che, guidate dal testo, dovrà rispettare la piena corrispondenza e i tempi tra ciò che viene citato o descritto e le immagini. Ovviamente il contesto in cui si fanno le riprese condiziona l'intero progetto. Per le persone con disabilità uditiva, guardare attentamente in viso chi



parla o chi utilizza la lingua dei segni richiede che intorno non ci siano ombre o contrasti di luce molto forti, né persone o oggetti in movimento. Le condizioni di luce e di sonorità presenti in un museo possono rendere poco agevole la resa acustica e visiva, per cui, in questi casi potrebbe essere necessario fare riprese in un set di lavoro neutro come uno studio fotografico. («Progettare un video accessibile», s.d.)

L'applicazione prima ipotizzata potrebbe essere pensata anche in una versione alternativa che possa contenere i video in lingua dei segni, sempre attivabili attraverso la tecnologia NFC, per consentire anche ai visitatori con disabilità uditiva di immergersi completamente nella storia e nelle caratteristiche peculiari dell'opera artistica che stanno guardando.

Figura 5.29 - Esempio di interpretazione in LIS in un programma Rai  
(<https://www.viverefermo.it/2020/04/10/essere-coda-intervista-a-rosanna-zanchetti/781288/>)



### 5.6.3 Wayfinding

La terza e ultima ipotesi progettuale riguarda l'integrazione segnaltica podotattile lungo l'intero percorso museale. Le strisce podotattili o sistema LOGES (acroni-

mo di Linea di Orientamento Guida e Sicurezza) permette tramite delle strisce in rilievo posizionate sul terreno di guidare la persona non vedente o ipovedente nell'o-

rientamento e la riconoscibilità dei luoghi e delle fonti di pericolo. Il sistema LOGES fornisce informazioni direzionali attraverso quattro differenti canali:

- senso cinestesico e tattilo-plan-tare: la differenza di altezza che c'è tra il fondo dei canaletti e i cordoli presenti nel LOGES viene avvertita dal piede e dalla caviglia confermando la corretta direzione senza generare senso di instabilità.

- senso tattile manuale: la differenza di texture tra le diverse superfici dei codici è studiata per essere facilmente riconosciuta mediante il bastone bianco che viene utilizzato con il classico movimento pendolare strisciato.

- informazioni acustiche: provenienti dalla punta del bastone o dalla suola della scarpa in base alla differente risposta sonora dei materiali con cui entrano in contatto.

- informazioni visive: studiando un opportuno grado di contrasto tra la pista tattile e il piano di calpestio limitrofo si favorisce la percezione della stessa da parte delle persone ipovedenti. («Che cos'è il sistema LOGES e a che cosa serve», 2017)

All'interno della guida per la progettazione di questi percorsi tattili, sono mostrati i pattern codi-

ficati da utilizzare nelle diverse situazioni che potrebbe offrire il percorso. I principali codici sono due, quello di Direzione rettilinea e quello di Arresto/pericolo. (Fig. 5.25) I codici di secondo livello sono quelli di "svolta ad Elle", di "incrocio", di "attenzione/servizio" e di "pericolo valicabile". (Centro Monitoraggio e Gestione sicurezza stradale Comune di Pescara, 2015) (Fig. 5.26)

Il sistema LOGES può essere riprodotto in diversi materiali, per gli interni è preferibile la gomma anche per la possibilità di incollarla su pavimenti esistenti invece di incassarla in apposite tracce e per la facilità con cui possono essere apportate modifiche al percorso.

Grazie a questo sistema si potrebbe restituire grande autonomia alle persone con disabilità visive in modo da eliminare anche questa barriera cognitiva che ostacola la possibilità di godere del museo in modo significativo e soddisfacente.



Figura 5.30 – Codici LOGES principali. (Centro Monitoraggio e Gestione sicurezza stradale Comune di Pescara, 2015)

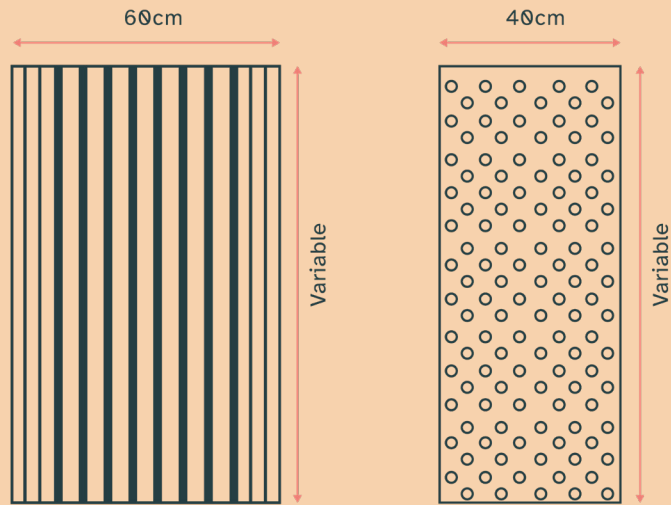
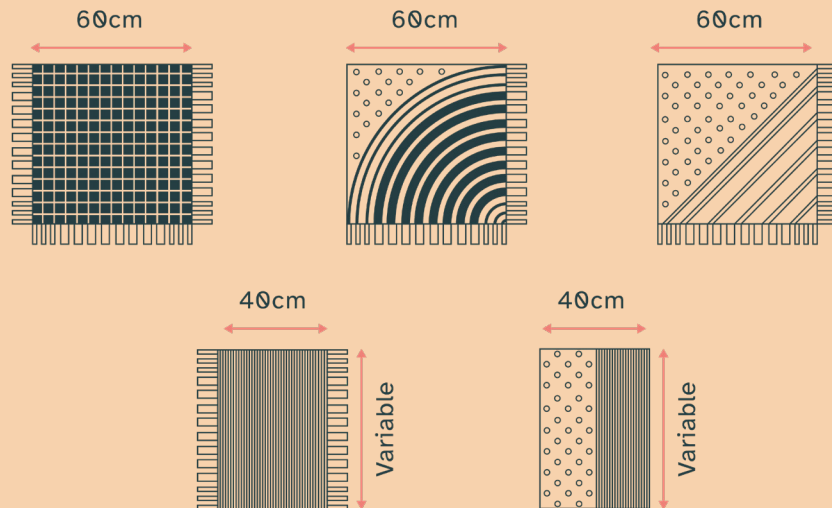


Figura 5.31 – Codici LOGES di secondo livello. (Centro Monitoraggio e Gestione sicurezza stradale Comune di Pescara, 2015)



Con questa ipotesi progettuale conclude il sistema di artefatti ipotizzato per i Musei Civici di Pavia. Questo approccio multi-sensoriale, dotato di un tavolo tattile tecnologico integrato all'ideazione di un'applicazione accessibile con audiodescrizioni e video in LIS ed un sistema di navigazione da applicare all'interno del percorso museale, può essere applicato in molti progetti di accessibilità museale. L'utilizzo di artefatti simili non è nuovo, infatti, a chi nel quotidiano lavora nella progettazione di spazi museali accessibili, in quanto possiede numerosi artefatti che coesistendo insieme permettono di fare un passo avanti verso l'abbattimento delle barriere cognitive.

Questo progetto si pone perciò lo scopo di essere una sperimentazione pratica, guidata tramite la ricerca, che volga ad essere inclusiva verso tutti i pubblici possibili che visitano il museo.

# 6.

## Conclusioni

### 6.1 Osservazioni finali

Con questa tesi di ricerca mi sono posto l'obiettivo di rispondere alla domanda: in che modo è possibile abbattere le barriere sensoriali e cognitive che impediscono alle persone con disabilità visiva di accedere al patrimonio culturale, grazie a soluzioni che utilizzino le tecnologie assistive?

Durante la fase di ricerca bibliografica ho potuto approfondire la tematica della progettazione accessibile, comprendendo in particolare in cosa consistono i vari approcci progettuali per un design accessibile e quali sono gli strumenti tecnologici assistivi esistenti al giorno d'oggi per le persone con disabilità visiva.

La ricerca ha poi delineato due metodologie o tecniche che possono trasformare il patrimonio culturale da un oggetto che può essere solo fruito tramite il senso della vista, ad un oggetto esplorabile con più registri sensoriali, spesso in collaborazione tra di loro. Attraverso la traduzione sinestesica dal visivo al tattile e uditivo è possibile restituire l'immagine di un quadro, una scultura, un luogo anche alle persone che la vista non ce l'hanno più.

Appreso tutto questo sono stati analizzati alcuni casi studi nazionali ed internazionali, che mi han-

no aiutato a trovare soluzioni progettuali e/o esempi di mostre ed esposizioni che fossero accessibili a persone con disabilità visiva grazie all'ausilio della tecnologia.

Grazie a questa ricerca ho conosciuto Spazio Geco e Marianna Belvedere. L'incontro e lo scambio di opinioni con questi esperti mi ha dato la possibilità di esplorare l'argomento della progettazione accessibile in ambito museale ed espositivo, per poi giungere all'occasione di poter progettare in prima persona una soluzione accessibile per i Musei Civici di Pavia attraverso l'adozione di un approccio sinestesico e grazie all'utilizzo di soluzioni tecnologiche.

Durante lo svolgimento del progetto è stato sviluppato un sistema di artefatti, volto a rendere accessibile una sezione del museo in questione. Il sistema di artefatti ipotizzato è composto da un'applicazione scaricabile sul proprio telefono, da dove è possibile ascoltare una serie traduzioni dal visibile all'uditivo, chiamate audio-descrizioni, che riguardano la mostra, le sale espositive e le singole opere.

È stato quindi progettato un prototipo di un pannello accessibile per un'opera in particolare: il portale sinistro della basilica romanica

di Santo Stefano. Tale prototipo è composto da una traduzione tattile dell'opera, da informazioni a rilievo scritte in braille ed infine da un supporto tecnologico per lo scambio dati tra la tavola e il telefono del visitatore. Il tag NFC, infatti, permette a chi si trova davanti al pannello tattile di utilizzare il proprio telefono per scannerizzare il codice all'interno di questo supporto, in modo da poter attivare la riproduzione dell'audiodescrizione dell'opera.

Nonostante sia stata pensata per un pubblico non vedente o ipovedente, questa soluzione progettuale può essere fruita, all'interno del museo, da tutti i visitatori. Essa infatti non vuole essere una soluzione esclusivamente dedicata alle persone con disabilità visiva, ma vuole promuovere quanto più l'inclusione di tutti i pubblici che giungono al museo, rendendo possibile apprendere e godere dell'arte in modo accessibile a tutti.

Per concludere, vorrei considerare gli argomenti innovativi di questo progetto. L'obiettivo finale non è mai stato quello di creare una nuova soluzione per l'accessibilità museale, ma piuttosto quello di utilizzare le tecniche e le metodologie, apprese durante la ricerca, su un caso museale reale. Così facendo vorrei collaborare quanto più alla sperimentazione sull'argomento, utilizzando tecnologie esistenti, all'interno delle soluzioni proget-

tuali, per la realizzazione di una esposizione museale accessibile.

# Appendice

- a. Schedatura casi studio**
- b. Testo audiodescrizione**
- c. Intervista Spazio Geco**

## a. Schedatura casi studio

**Nome:** Art for the blind      **Autore:** Tooteko  
**Museo:** Museo dell'Ara Pacis      **Anno:** 2017  
**Città:** Roma

**Fonte:** [http://www.tooteko.com/portfolio\\_page/art-for-the-blind/](http://www.tooteko.com/portfolio_page/art-for-the-blind/)

### Tipologia esperienza:

Esplorazione tattile

Audiodescrizione

### Descrizione progetto:

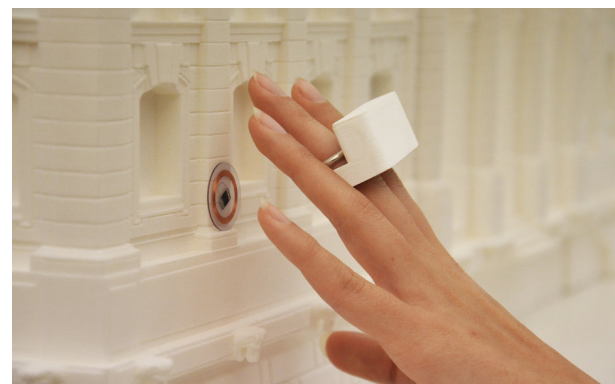
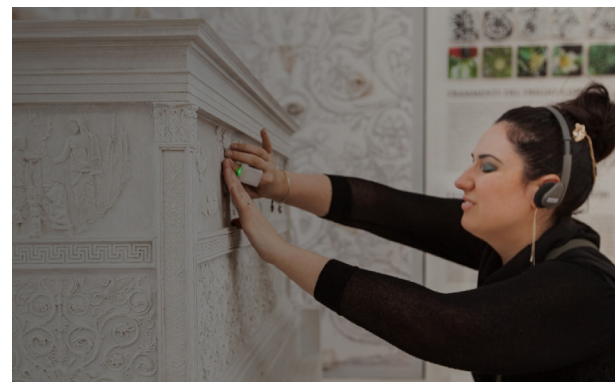
Art for the blind è un progetto nato con lo scopo di rendere accessibile il patrimonio culturale presente al Museo dell'Ara Pacis di Roma alle persone con disabilità visiva. Attraverso un'esperienza di esplorazione plurisensoriale innovativa, si è potuto interagire con le repliche tattili delle opere d'arte e ascoltare descrizioni audio dettagliate. L'esplorazione avviene mediante l'utilizzo di un anello tecnologico che comunica con un'applicazione mediante la quale vengono veicolate le audioguide delle opere.

### Tecnologie utilizzate:

**NFC** - Ogni opera è dotata di diversi tag NFC. Grazie a questi è possibile veicolare un diverso audio per ogni sezione dell'opera.

**IoT** - L'anello con la quale si svolge l'esplorazione tattile, è in grado di leggere il contenuto dei tag NFC e di comunicarlo direttamente all'applicazione

**Applicazione** - Attraverso l'applicazione vengono veicolate le audiodescrizioni dell'opera, in tempo reale con l'esplorazione tattile del visitatore





**Nome:** CMHR Accessibility  
**Museo:** Canada Museum for Human Right  
**Città:** Winnipeg, Canada

**Autore:** Acoustiguide Interactive Inc.  
**Anno:** 2016

**Fonte:** [https://humanrights.ca/visit/accessibility#section\\_3](https://humanrights.ca/visit/accessibility#section_3)

### Tipologia esperienza:

Esplorazione tattile

Audiodescrizione

Video in LIS

Orientamento

### Descrizione progetto:

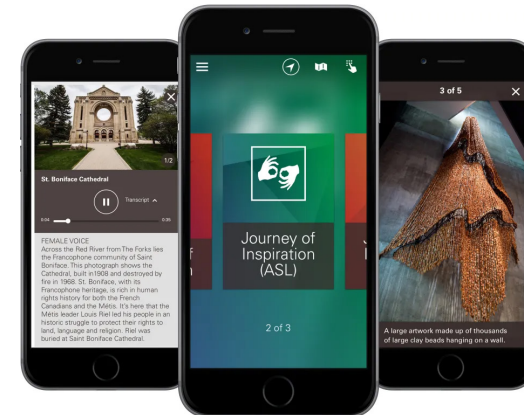
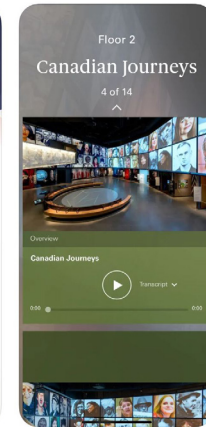
Questo progetto comprende diversi artefatti utilizzati dai visitatori del CMHR di Winnipeg per poter accedere ai diversi contenuti presenti al museo. Comprende un'applicazione con audioguide ed un sistema di orientamento, tavole tattili con scritte in braille e QR Code per riprodurre il contenuto audio dall'applicazione, tavoli con possibilità di inserire le proprie cuffie, per ascoltare senza il telefono l'audiodescrizione ed infine video in ASL (Lingua dei segni americana) all'interno dell'app.

### Tecnologie utilizzate:

**Applicazione** - Grazie all'applicazione è possibile riprodurre le audiodescrizioni oppure i video in linguaggio dei segni, inerenti alle diverse esposizioni del museo. È inoltre possibile utilizzare una funzione di orientamento per persone con disabilità visiva, che tramite l'audio guida il visitatore da un punto di interesse della visita ad un altro.



**CMHR** 6+  
Journey of Inspiration  
Tristan Interactive  
Designed for iPhone  
★★★★★ 3.5 • 4 Ratings  
Free



**Nome:** Le chiese di Milano ...  
in tutti i sensi  
**Museo:** Vari  
**Città:** Milano

**Autore:** Tactile Vision Onlus  
**Anno:** 2016

**Fonte:** <https://www.yesmilano.it/le-chiese-di-milano-tutti-i-sensi>

### Tipologia esperienza:

Esplorazione tattile

Audiodescrizione

Video in LIS

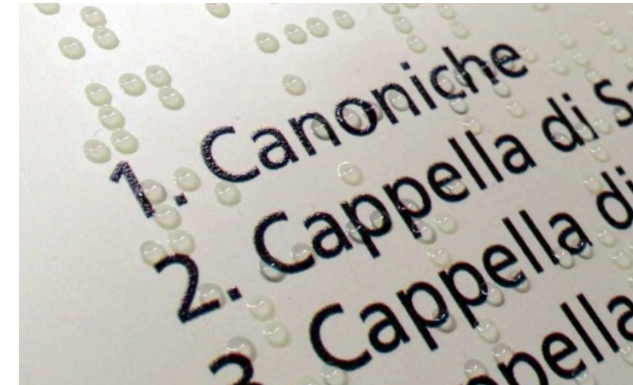
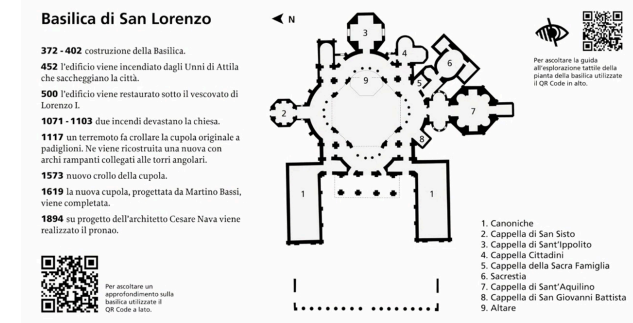
### Descrizione progetto:

Progetto realizzato grazie alla collaborazione di Lettura Agevolata, ha coinvolto quindici chiese milanesi per la realizzazione di pannelli tattili accessibili a tutti. Ciascun pannello infatti presenta una mappa a rilievo della chiesa di riferimento, un breve testo in italiano ed in caratteri braille a rilievo, ed infine un QR Code, il quale permette, una volta inquadrato con il telefono, di fruire di un contenuto aggiuntivo nella maniera più idonea a ciascuna esigenza delle varie tipologie di visitatori.

### Tecnologie utilizzate:

**QR Code** - Ogni pannello è dotato di diversi QR Code, da inquadrare per poter fruire sul telefono di contenuti aggiuntivi in maniera differenti.

**Audiovisivo** - I contenuti aggiuntivi sono veicolati in diverse maniere, in base alle necessità del fruitore. Ad esempio, per chi ha una disabilità visiva è possibile ascoltare l'audioguida inquadrando il relativo QR Code, mentre per chi ha una disabilità uditiva è possibile guardare il video sottotitolato con un interprete LIS attraverso un altro QR Code.



**Nome:** MusA  
**Museo:** Vari  
**Città:** Milano

**Autore:** ANS  
**Anno:** 2019

**Fonte:** <https://www.descrivendo.it/musa/il-progetto/>

### Tipologia esperienza:

Audiodescrizione

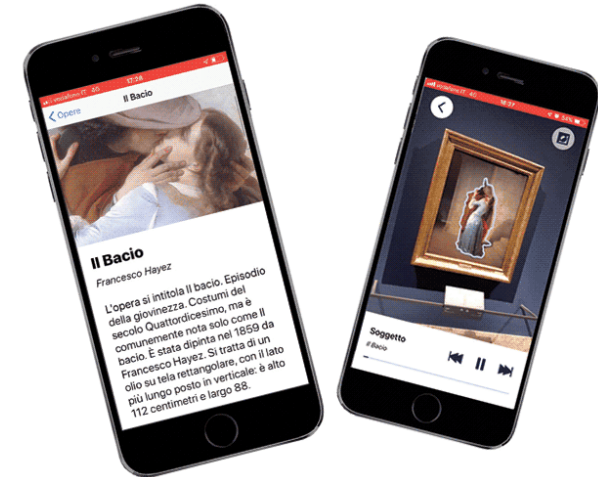
### Descrizione progetto:

Progetto realizzato da Associazione Nazionale Subvedenti, in collaborazione con il Dipartimento di Informatica della Statale di Milano. Questa applicazione intende favorire la fruizione delle opere museali da parte di tutti, in-cluse le persone con disabilità visive. Fornisce uno strumento interattivo che permetta di accrescere l'interesse di tutti verso le opere museale attraverso l'utilizzo di audiodescrizioni realizzate con il metodo Descrivendo.

### Tecnologie utilizzate:

**Applicazione** - Attraverso l'applicazione è possibile riconoscere automaticamente un'opera d'arte quando questa viene inquadrata attraverso la telecamera. Successivamente l'utente potrà fruire di un contenuto audio descritto, dell'opera in questione, realizzata con il metodo Descrivendo.

**Realtà Aumentata** - L'applicazione è in grado tramite il riconoscimento dell'immagine di evidenziare alcune parti dell'opera, quando queste vengono citate dall'audiodescrizione.



**Nome:** Omnibus  
**Museo:** mAn  
**Città:** Aquileia

**Autore:** mAn  
**Anno:** 2021

**Fonte:** <https://museoarcheologicoaquileia.beniculturali.it/prepara-la-visita/accessibilita/>

#### Tipologia esperienza:

Esplorazione tattile

Audiodescrizione

Orientamento

#### Descrizione progetto:

Omnibus - lo spazio per tutti, è un progetto volto a rendere accessibile a tutti i visitatori l'intero Museo Nazionale di Archeologia ad Aquileia. Il progetto di accessibilità comprende percorsi tattili con riproduzioni scultoree delle opere e pannelli aggiuntivi scritti in italiano ed in braille a rilievo. Attraverso l'applicazione è invece possibile fruire i contenuti aggiuntivi attraverso l'audiodescrizione delle opere.

#### Tecnologie utilizzate:

**Applicazione e beacon** -I contenuti aggiuntivi audio descritti sono fruibili attraverso l'applicazione. Grazie alla tecnologia dei beacon l'app può capire davanti a quale opera ci si trova, e può quindi veicolare il contenuto corretto. L'applicazione aiuta inoltre ad orientarsi lungo le sale sempre grazie alla stessa tecnologia fornendo informazioni riguardanti la posizione dei prossimi oggetti da esplorare tattilmente.





**Nome:** Open White

**Autore:** HQuadro

**Museo:** Vari

**Anno:** 2013

**Città:** Milano

**Fonte:** <https://www.hquadro.it/openwhite/>

#### Tipologia esperienza:

Orientamento

#### Descrizione progetto:

Open White è un'applicazione progettata da HQuadro, in collaborazione con I.R.I.F.O.R e l'Unione Italiana dei Ciechi e degli Ipovedenti per facilitare l'orientamento all'interno di diverse tipologie di strutture museali da parte di persone con disabilità visiva.

#### Tecnologie utilizzate:

**Applicazione e funzionalità telefono** - L'applicazione individua, automaticamente la posizione dell'utilizzatore e gli fornisce informazioni direzionali e di contesto tramite l'audio. È integrata con le funzionalità di altre applicazioni scaricate sul proprio smartphone come la bussola e la telecamera.



**Nome:** Over the view

**Autore:** CSR4

**Museo:** Pinacoteca di Cagliari

**Anno:** 2021

**Città:** Cagliari

**Fonte:** <http://overtheview.crs4.it/>

### Tipologia esperienza:

Esplorazione tattile

Audiodescrizione

### Descrizione progetto:

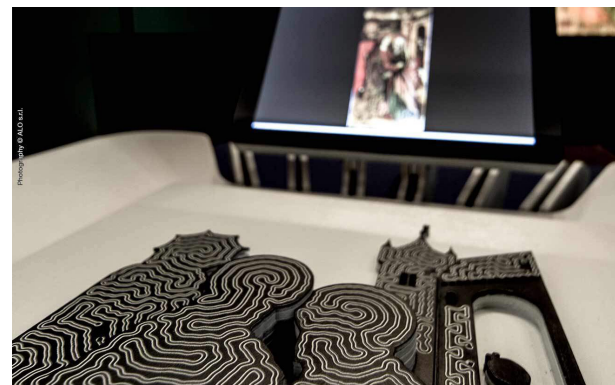
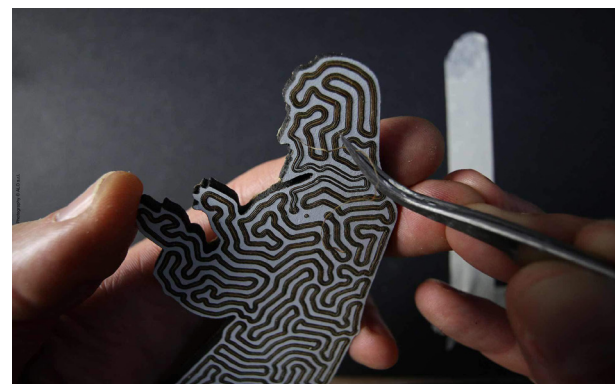
Over the view è un progetto sviluppato dal 2018 al 2021 da CSR4. L'obiettivo del progetto è la creazione di un tavolo tattile interattivo con audioguida, che possa essere utilizzato per una varietà di contenuti e scenari. Uno scenario progettuale prevede la realizzazione delle tavole tattili del retablo del Presepio, dell'Annunciazione e della Visitazione esposti alla Pinacoteca Nazionale di Cagliari. Le tavole tattili riproducono in bassorilievo le raffigurazioni delle opere, arricchendo le riproduzioni con sensori attivabili con il tatto.

### Tecnologie utilizzate:

**Sensori** - La riproduzione tattile è composta da molti sensori, che se vengono toccati, possono veicolare un segnale al centro di comando per attivare sullo schermo un contenuto audiovisivo accessibile riguardante la zona esatta su cui si ha poggiato il dito.

**Audiovisivo** - Il contenuto audiovisivo è veicolato da una voce sintetica. Descrive in maniera dettagliata il particolare che si sta toccando sulla tavola.

**Assistente vocale** - È possibile, inoltre, fare delle domande riguardanti il quadro alla tavola. La voce sintetica risponderà grazie all'AI.



**Nome:** Sense

**Autore:** ETT

**Evento:** Festival della Scienza

**Anno:** 2023

**Città:** Genova

**Fonte:** <https://ettsolutions.com/newmedia/Sense/>

### Tipologia esperienza:

Esplorazione tattile

Audiodescrizione

Video in LIS

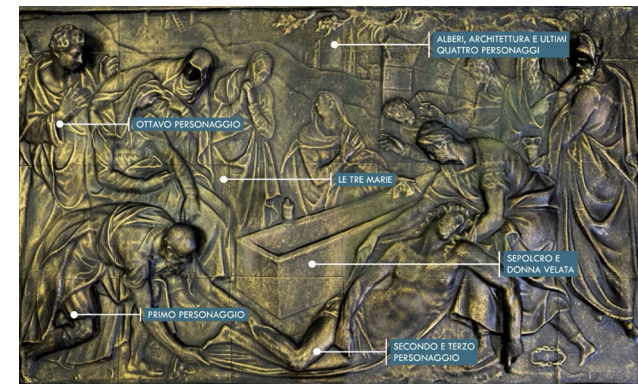
### Descrizione progetto:

Sense è un progetto sperimentale presentato al Festival della Scienza di Genova. Il progetto, in collaborazione con l'Università degli Studi di Genova, permette l'esplorazione libera di opere d'arte e bassorilievi grazie riproduzioni tattili dotate di sensori, con l'obiettivo di eliminare qualsiasi tipo di barriera tra il visitatore e l'oggetto. Toccando la riproduzione a grandezza reale, si attivano esperienze audiovisive che permettono di approfondire la conoscenza dell'opera.

### Tecnologie utilizzate:

**Sensori** - Ogni opera è dotata di diversi sensori attivabili solo con il tatto. Grazie a questi è possibile veicolare un diverso audiovisivo per ogni sezione dell'opera.

**Audiovisivo** - Toccando uno dei sensori dell'opera, si dà l'input per riprodurre un contenuto audiovisivo accessibile inerente all'opera. Esso è infatti accessibile sia a persone con disabilità visiva, poiché l'audio descrive dettagliatamente l'opera tattile, sia accessibile alle persone con disabilità uditiva, poiché il video è sottotitolato ed interpretato in LIS.





**Nome:** Touching Masterpieces    **Autore:** Geometry Prague e NeuroDigital  
**Museo:** Národní galerie Praha  
**Città:** Praga, Rep. Ceca        **Anno:** 2018

**Font:** <https://www.vmlyrcommerce.com/our-work/touching-masterpieces>

**Tipologia esperienza:**

Esplorazione tattile

**Descrizione progetto:**

Touching Masterpieces è un progetto innovativo, sviluppato da NeuroDigital e Geometry Prague per la Galleria Nazionale di Praga, che permette ai visitatori di esplorare tattilmente un modello 3D digitale. Tutto questo è possibile grazie a dei guanti aptici, ovvero guanti tecnologici che simulano le sensazioni tattili dovuto all'incontro della mano con l'oggetto 3D presente nello spazio VR.

**Tecnologie utilizzate:**

**Guanti aptici** - I guanti aptici funzionano grazie a dei sensori, posizionati sul palmo e sui polpastrelli, che sono in grado di simulare sulla mano sensazioni tattili vibrando in modo indipendente a diverse frequenze e intensità. Grazie a questi è possibile effettuare un'esplorazione tattile virtuale di un'opera 3D posizionata in uno spazio VR. Nel caso delle opere d'arte, gli utenti saranno in grado di sentire la differenza tra i vari tipi di materiali. Potranno avvertire se un pezzo è liscio, ruvido o di consistenza diversa.





**Nome:** Wunderkammer 4.0

**Autore:** Spazio Geco

**Museo:** Museo Civico

**Anno:** 2022

**Città:** Casale Monferrato

**Fonte:** <https://spaziogeco.it/portfolio/wunderkammer>

### Tipologia esperienza:

Esplorazione tattile

Audiodescrizione

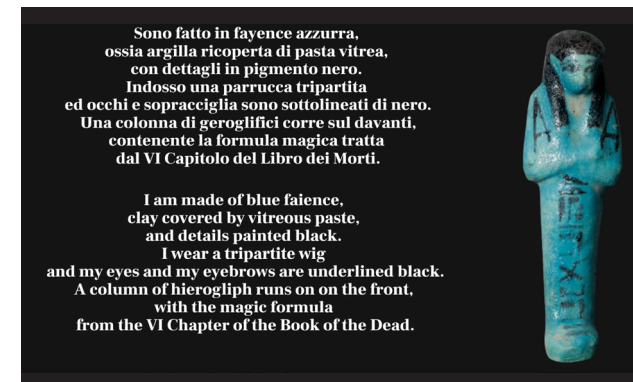
### Descrizione progetto:

Wunderkammer 4.0 è un progetto realizzato per il Museo Civico e Gipsoteca Bistolfi di Casale Monferrato. L'obiettivo è di rendere accessibile a tutti una parte della collezione di reperti egizi presenti al museo, che altrimenti sarebbero inaccessibili. Per farlo è stato costruito un mobile dotato di uno schermo al centro. Gli scompartimenti di questo mobile contengono delle riproduzioni 3D dei reperti, che grazie ad un sensore RFID posto al loro interno, possono attivare un contenuto audiovisuale sullo schermo.

### Tecnologie utilizzate:

**Tag RFID** - Ogni riproduzione visuo-tattile dei reperti egizi è dotata di un tag RFID. Una volta appoggiata una statuetta sull'apposito lettore posto all'interno dell'armadio, è possibile attivare un contenuto audiovisuale accessibile sull'opera.

**Audiovisivo** - Il contenuto audiovisivo veicolato tramite lo schermo posto al centro dell'armadio è accessibile sia a persone non vedenti o ipovedenti che a persone sorde. Essi, infatti, utilizzano un linguaggio molto descrittivo e sono sottotitolate.



## b. Testo audiodescrizione

I testi delle audiodescrizioni sono stati scritti in collaborazione con Marianna Belvedere grazie alla bibliografia ed il materiale fotografico forniti dai Musei Civici del Castello Visconteo di Pavia. Approfondimenti sul lavoro a pagina 100 di questa tesi.

### Audio 1 - Onboarding iniziale app

Benvenuto\* ai Musei Civici del Castello Visconteo di Pavia. “Un Castello senza Barriere” è l'applicazione accessibile di questo museo. Qui potrai trovare opere di traduzione audio-tattile, video in lis, e molto altro.

Attraverso questa app potrai non solo ascoltare la storia che si cela dietro ogni opera ed essere guidato nell'esplorazione delle riproduzioni tattili; ma potrai anche orientarti all'interno delle diverse sale del museo grazie alla funzione “blind museum tourer”. Per utilizzare questa funzione basterà attivare il bluetooth ed inquadrare con la telecamera verso il terreno dove sono presenti le strisce podotattili. Il telefono saprà dirti come muoverti all'interno dello spazio che ti circonda tramite l'audio; quindi, consigliamo l'uso di auricolari per poter usufruire al meglio di questa esperienza.

### Audio 2 - Inizio sale sezione Romanica e Rinascimentale

Ti trovi all'interno della sezione Romanica e Rinascimentale del museo. Nelle sale di questa sezione, sono esposte differenti opere che testimoniano l'evoluzione architettonica e scultorea di Pavia in questo periodo storico.

I reperti romanici conservati in queste sale provengono da importanti chiese pavese ora distrutte. Di particolare rilievo sono i frammenti dell'antica doppia cattedrale di Pavia, costituita dalle chiese di Santa Maria del Popolo e Santo Stefano, costruite in stile romanico all'inizio del XI secolo, poi abbattute in parte nel XIV e lungo il tormentato e secolare periodo di costruzione della Nuova Fabbrica del Duomo. Le facciate furono distrutte definitivamente nel XIX secolo per portare a compimento l'attuale prospetto.

Le numerose distruzioni che hanno subito queste cattedrali sono testimoniate dalla frammentarietà dei reperti giunti ai giorni nostri. Presso i Musei Civici Pavesi sono esposti i portali delle due chiese, numerosi capitelli e una porzione di muro con mattoni invetriati da Santa Maria del Popolo, tra i più antichi esempi italiani di maiolicatura.

Seguendo il percorso formato dalle linee in rilievo per terra, oppure utilizzando il blind museum tourer all'interno dell'applicazione, potrai orientarti all'interno delle sale in modo da giungere di fronte ad una serie di tavoli sensoriali accessibili, in cui troverai delle riproduzioni a rilievo e stampa in 3d dei resti di queste opere architettoniche.

Inoltre, ogni tavolo ti permetterà la fruizione di contenuti audio descritti in supporto all'esplorazione tattile delle riproduzioni tramite l'utilizzo del cellulare. Potrai infatti accedere a queste informazioni semplicemente appoggiando il telefono vicino al sensore di prossimità, indicato tramite una sezione in rilievo nella parte destra di ogni tavolo sensoriale.

Non ti resta che immergerti nella storia, nell'arte e nell'architettura che queste sale hanno il piacere di raccontarti.

### Audio 3 – Pannello tattile portale di S.Stefano

Ci troviamo di fronte ai resti del portale sinistro della basilica di Santo Stefano. Devi sapere che questo portale è giunto fino a noi dopo diverse peripezie. Le vicende edilizie durate dalla prima demolizione del XIV secolo fino alla demolizione avvenuta nel XIX secolo, hanno seriamente danneggiato tutti i portali di queste imponenti chiese del passato. Il portale sinistro è quello rimasto più integro. Questo elemento architettonico è infatti rimasto in uso fino alla fine dell'Ottocento e ha potuto essere in un primo tempo salvato e ricomposto sul fianco meridionale della Torre Civica. Il crollo di quest'ultima, nel marzo del 1989, ha però determinato ulteriori perdite. Ciò che è stato recuperato dalle macerie è stato restaurato, assemblato e collocato nel 1997 in questa sala dei Musei Civici.

Sul tavolo davanti a te è presente una riproduzione tattile in stampa 3d del portale in scala 1 a 30. Puoi esplorarla con il tatto iniziando a percepire in primo luogo l'interezza della sua forma, la rugosità dei suoi materiali e la frammentarietà dei diversi pezzi che formano il portale.

Potrai notare, ad una prima esplorazione generale, come il portale rientri verso l'interno in modo scalare. Si tratta infatti di un portale costruito seguendo uno stile architettonico ben preciso, molto utilizzato nei portali di quest'epoca. In gergo tecnico vengono definiti come portali "a strombi cordonati". La strombatura è per così dire una svasatura del muro, ovvero una rientranza rispetto alla facciata piatta della chiesa. Questa rientranza è costituita da quattro sezioni concentriche, chiamate cordoni, che man mano rientrano all'interno della facciata, creando un effetto particolare alternando forme cilindriche e parallelepipedo.

L'intero portale è stato costruito con blocchi di calcare e arenaria il che conferisce una consistenza sabbiosa e porosa, caratterizzata da una superficie ruvida. A destra della riproduzione del portale sono presenti due esempi materici, per permetterti di saggiare da solo la qualità di questi materiali. Il primo in alto è l'arenaria, una roccia dal colore scuro, tendente al rosa, che al tatto risulta ruvida e granulosa. Viene spesso utilizzata nelle costruzioni da esterno perché è estremamente resistente ed è capace di assorbire l'acqua.

Con questo materiale sono state costruite le sezioni cilindriche del portale. Il secondo in basso invece è il calcare, una roccia dai colori chiari, tendenti al bianco ed al giallo, che al tatto risulta porosa e sabbiosa. Questo materiale di bell'aspetto è maggiormente utilizzato nella composizione del portale, in particolar modo lo troviamo nelle sezioni parallelepipedo e al centro degli archi. Come spesso accade nell'architettura di quest'epoca, il tutto viene ricoperto da un esuberante apparato decorativo, che viene ripetuto in tutte le sezioni del portale. Molte di queste decorazioni si sono rovinate col tempo, ma ancora oggi possiamo riconoscere alcuni elementi molto interessanti.

Nella parte bassa del portale puoi notare che ai lati spiccano quattro colonne a destra e quattro a sinistra che sorreggono una serie di capitelli. Le otto colonne, rispettivamente a forma parallelepipedo e cilindrica, sono interamente decorate con bassorilievi dai motivi zoomorfi e vegetali. Essi raffigurano una serie di rami e arbusti, abitati da diversi tipi di volatili. Gli stessi ornamenti vengono ripetuti anche per i capitelli.

Al centro del portale troviamo lo stipite e l'architrave, ovvero gli elementi architettonici che incorniciano la porta. Questi elementi non presentano alcuna decorazione, il loro unico scopo è quello di sorreggere la parte superiore del portale.

Ora concentriamo la nostra attenzione su questa sezione. Nella parte superiore del portale puoi notare come spicchino quattro archi, sorretti dalle otto colonne, ed una lunetta interna. Questa tipologia di composizione di archi e lunetta in architettura viene chiamata in gergo tecnico "archinvolto". Questo elemento architettonico è interamente decorato in linea con il resto del portale.

Particolare però è la decorazione presente nella zona inferiore dell'archinvolto, all'interno della lunetta, dove è disposta la figura di un arcangelo dalle grandi ali, ma per poterla studiare meglio puoi trovare a lato di questo tavolo un'ulteriore riproduzione tattile più dettagliata di questo elemento.



*Inquadra il QR Code per ascoltare l'audiodescrizione*

## **c. Intervista a Marianna Belvedere di Spazio Geco**

*Jacopo Dufour Zucchi:*

Buongiorno Marianna, benvenuta. Inizio subito con una domanda per presentarvi. Cos'è Spazio Geco?

*Marianna Belvedere:*

Spazio Geco è una Società Cooperativa composta da un gruppo di professionisti esperti di vari e diversi ambiti disciplinari come informatica, progettazione grafica e architettonica, design, comunicazione, educazione al patrimonio e beni culturali. Ci piace definirci esperti di beni culturali, di manifattura e del digitale, al servizio della valorizzazione del patrimonio. Al centro del nostro interesse vi è lo sviluppo di prodotti innovativi ideati, progettati e poi prodotti grazie all'artigianato digitale. Nel Fablab intanto al nostro studio applichiamo i metodi dell'Internet of things al mondo della valorizzazione dei beni culturali e ci sta particolarmente a cuore il tema dell'accessibilità.

Nell'ambito del mercato in cui ci muoviamo (Musei, Biblioteche, Archivi e non solo) in passato si è spesso considerato il tema dell'accessibilità come un elemento "relegato" al contesto delle difficoltà di fruizione fisica dei beni conservati da parte dei disabili sensoriali, ciechi in primis. Negli ultimi anni però, e la nuova definizione di MUSEO di Icom (International Council of Museum Italia) lo conferma, il termine è inteso in un significato molto più ampio e inclusivo: l'inclusione e l'accesso al patrimonio è un elemento da perseguire nei confronti di tutto il pubblico, non solo nei confronti di alcuni target specifici. Questo pubblico è rappresentato dagli utenti tutti in quanto cittadini, in quanto turisti, in quanto stranieri, in quanto bambini, in quanto anziani fragili e non soltanto nei confronti delle persone con disabilità sensoriale, verso cui invece poi tendono le indicazioni di molti bandi di finanziamento sulla progettualità futura.

In un mondo e soprattutto devo dire in un paese, in cui i musei

sono stati per decenni e decenni luogo di eruditi e di riflessione di grandi pensatori, la democratizzazione passa anche dal creare delle chiavi di accesso al patrimonio in grado di aprire la sua fruizione da parte di pubblici ampi e variegati. Ed è quello che facciamo qui. Noi lavoriamo nel creare delle chiavi innovative per aprire il patrimonio e renderlo accessibile al pubblico contemporaneo che va da chi ha disabilità sensoriali a tutto il mondo di persone che non accedono al patrimonio perché non ci entrano neanche nel museo, ma che potrebbe trovare grande beneficio dalla sua frequentazione. Questo mondo, che comprende molte tipologie di pubblico, non è considerato da tantissimi musei ancora oggi. Soprattutto i musei piccoli, che poi sono la maggior parte dei musei italiani, perché l'Italia è soprattutto fatta da piccoli e preziosissimi musei civici.

Questi ultimi sono ad esempio spesso detentori di patrimoni anche immensi e interessantissimi, ma in gran parte fermi in deposito, perché non c'è né spazio, né personale e che avrebbero grande beneficio dall'essere valorizzati e dal raccontare le loro storie. I beni culturali sono dei testimoni "fisici" del passato, sono degli indizi su quello che è successo, su chi li ha creati, chi li ha vissuti, chi li ha voluti, chi li ha pagati. Mettere un microfono davanti ai beni è il nostro scopo, cioè farli parlare, far capire tutto questo ad un pubblico che non è più lo stesso di un tempo e che necessita di strumenti innovativi per comprenderli.

*JDZ:*

Allora mi sono preparato delle domande, giusto per capire un po' il vostro approccio progettuale, soprattutto per quanto riguarda il progetto della mappa audio-tattile a Villar Pellice. Mi interessava perché il mio scopo in questa tesi è quello di trovare delle esperienze o dei progetti museali che aiutino persone con disabilità visive ad accedere ad un contenuto usufruendo della tecnologia. Quando mi sono imbattuto nel vostro progetto ho trovato molto interessante l'approccio multisensoriale per il wayfinding all'interno di un museo. Di solito sono presenti delle mappe tattili analogiche, a volte non sono neanche presenti, ma nel vostro progetto avete considerato non solo il tatto ma anche l'udito per rendere



maggiormente accessibile il contenuto. Mi puoi raccontare come avete lavorato su questo progetto?

*MB:*

È l'applicazione dell'Internet of Things. L'idea è quella di non dare soltanto uno strumento che sia esplorabile tattilmente, ma di dotarlo anche di una componente tecnologica, nel caso in questione piuttosto "basica". Abbiamo inserito una componente audio programmata dai nostri sviluppatori per attivare una registrazione nel momento in cui clicchi un bottone. Però l'evoluzione di questo mondo ci piacerebbe potesse portare in futuro anche a mappe tattili più evolute. In questi mesi stiamo lavorando molto sull'interazione degli audio (di cui curiamo anche storytelling e performance) con dei target da inquadrare con smartphone, fruibili così in maniera autonoma e super apprezzati dagli ipovedenti (provetti users delle tecnologie mobile).

Un'altra sperimentazione in atto nel nostro laboratorio è quella di ideare mappe in grado di "parlare" nel momento in cui tocchi una parte di essa. Ecco però tutto questo implica che il museo abbia dei finanziamenti per farlo fare.

Ovviamente sperimentare per noi è importantissimo, avere un sostegno economico adeguato che spinga questo lavoro verso i risultati più adeguati sarebbe davvero importante.

Abbiamo instaurato ultimamente rapporti con il l'Unione Italiana Ciechi su questi nostri prototipi. Abbiamo fatto testare le mappe tattili dal Presidente della Unione Italiana Ciechi di Pavia, le ha provate ed è interessatissimo a tutto quello che facciamo. Lo coinvolgeremo anche in altri progetti e in altri percorsi perché ci interessa moltissimo il suo parere per capire meglio che tipo di soluzioni adottare.

Anni fa avevamo fatto un tentativo di prototipo di "mappe tattili itineranti" insieme al Museo della Tecnica elettrica dell'Università di Pavia. L'idea prevedeva di creare all'interno del percorso un percorso a pavimento tattile che l'ipovedente dovesse seguire con al collo un device da noi ideato e realizzato nel nostro fablab dove avevamo collocato una sintetica mappa del percorso stampata in 3D nei colori e nelle cromie che seguono le linee guida (ad

esempio ci deve essere un alto contrasto cromatico). Il dispositivo portatile era da appendere al collo ed era dotato al suo interno di una componente programmabile che andando in giro per il museo andava a interagire con delle colonnine, dei punti di interesse, tre o quattro lungo il percorso e faceva scattare, nel momento in si avvicinava, un contenuto audio da sentire con delle cuffie integrate. Il contenuto veniva raccontato in un linguaggio descrittivo, si chiama describe-vedendo questo tipo di linguaggio, che descriveva dove ci si trova, quali sono i contenuti del da cui si è attornati, eccetera. Si era pensato, siccome si trattava di un museo della tecnica elettrica, che poteva essere molto interessante far sentire anche i rumori delle macchine.

*JDZ:*

Come nasce l'idea di fare prodotti del genere? Prendete ispirazione da qualche parte o avete una richiesta specifica del cliente?

*MB:*

Allora sono prodotti studiati ad hoc sul "caso di valorizzazione in senso accessibile" che ci viene proposto e che nascono dal dialogo con il conservatore dei beni.

In Europa esistono studi che lavorano su questi temi da molti anni, ad esempio seguiamo "da lontano" un gruppo di professionisti francesi molto forti, Tactile Studio. Hanno lavorato con musei importantissimi come il Louvre e molti altri, e sono molto bravi. Lavorano tanto sul sensoriale, sull'odore e sul suono. Le soluzioni che trovano sono sempre diverse (dipendono ovviamente, come per noi, dal patrimonio da valorizzare, vero protagonista, sempre!) e sono di grande ispirazione.

*JDZ:*

Questo discorso è molto interessante ed è una parte che mi ha colpito molto del vostro progetto. La sinestesia di due canali differenti che lavorano all'unisono per creare un discorso unico.

*MB:*

Come già sottolineato, a noi interessa lavorare sulla creazione di chiavi che siano sia adatte ad una accessibilità sensoriale aumen-

tata, ma che siano anche degli oggetti utili a tutti. Personalmente trovo anche un po' triste l'idea di creare degli strumenti che siano un po' esclusivi mentre stai facendo un progetto inclusivo, no? Quindi cerchiamo, in ogni caso studio che ci viene sottoposto, di creare sia un oggetto che possa essere utile per l'esplorazione tattile che attivi dei contenuti con un linguaggio adeguato, eccetera eccetera, ma che sia esplorabile da tutti.

A questo proposito posso citarti uno dei più bei lavori che abbiamo fatto nell'ambito dell'accessibilità che è stato inaugurato nel novembre 2022 al Museo Civico e Gipsoteca Bistolfi di Casale Monferrato. Questo progetto insieme a quello sia di Villar Pellice e ad un altro che abbiamo realizzato a Carignano, è stato prodotto grazie a un finanziamento erogato su un bando legato ai temi della valorizzazione in senso accessibile del patrimonio dei musei dalla Regione Piemonte nel 2021. Non erano tantissimi soldi, però molti comuni si sono attivati perché non uscivano tanti bandi di finanziamento per la valorizzazione in quel periodo (causa Covid!). Questo bando però è uscito, non so come mai, probabilmente c'era una sensibilità particolare magari di qualche assessore o qualche lungimirante consulente di Regione... Fu fatto prima che uscisse il bando PNRR Accessibilità (2022).

Questo piccolo bando è stato accolto da molte amministrazioni, anche di comuni piccoli e anche associazioni, perché era rivolto non soltanto agli enti pubblici ma anche al terzo settore. Era proprio rivolto alla creazione di soluzioni innovative per l'accessibilità. Genericamente quindi c'è chi ha voluto di più lavorare sugli stranieri. C'è chi ha voluto di più lavorare sui bambini. C'è chi ha voluto lavorare sui disabili visivi.

Il progetto di Casale Monferrato è stato da noi seguito fin dall'inizio e ha preso il nome di Wunderkammer 4.0. Il lavoro è stato curato, nei contenuti storico divulgativi, dal Mummy Project Research di Sabina Malgora, egittologa e grande amica di Spazio Geco, con cui avevamo già lavorato anche nel 2017 in occasione di un progetto legato alla realizzazione di una copia tattile 1:1 di una mummia di epoca egizia conservata presso le Raccolte Archeologiche universitarie dell'Unipv.

Il problema principale del museo casalese in termini di accessibilità era legato all'inaccessibilità di una parte importante della

collezione ai disabili motori. La collezione di Carlo Vidua, erudito casalese donatore di gran parte del patrimonio del Museo era stata allestita in un sotterraneo privo di ascensore. Inoltre, alcune opere della collezione erano state concesse in comodato d'uso a tempo indeterminato al Museo Egizio di Torino nel 2014 e quindi risultavano per questo motivo non più accessibili ai cittadini di Casale all'interno del Museo.

L'idea presentata nel progetto che applicò al bando del 2021 era quella di "far ritornare" questa parte della collezione accessibile al pubblico casalese e in più rendere accessibile una parte della grande collezione che avevano nel sotterraneo al pubblico che non poteva accedervi a causa della disabilità motoria.

In collaborazione con i team del Mummy Project Research (anche loro molto sensibili a questi temi) e con la curatela del museo, abbiamo selezionato alcuni reperti della collezione vidua di ambito egizio e abbiamo concentrato la nostra attenzione sul trovare la chiave di volta giusta non solo per rendere più agevole la fruizione dei beni sotto l'aspetto delle due principali emergenze poco fa citate (sotterranei e trasferimento a Torino), ma di creare una soluzione che aprisse una parte di questi beni all'aumento della propria fruizione da parte di tutti, ipovedenti e ciechi (anche ipoudenti!) ovviamente compresi. Carlo Vidua era un erudito locale vissuto nel XIX secolo, andato in giro per tutto il mondo per "grand tour", come si faceva allora, che recuperò e portò a Casale moltissimi oggetti come, ad esempio, i reperti provenienti dalle piramidi. La sua collezione poi è stata donata al museo. Una marea di musei cittadini, anche la stessa Pinacoteca Civica di Pavia che viene dalla collezione Malaspina, spesso sono basati sulle donazioni di questi grandi personaggi e spesso tutti i reperti egizi che sono esposti nei musei delle varie città vengono da questi collezionisti. A Casale Monferrato ci sono pezzi egizi molto interessanti e piccolini come amuleti, statuette, shabti. Sono spesso elementi votivi che stavano dentro alle bende delle mummie, amuleti sacri che accompagnavano nell'Aldilà il morto. Questi oggettini, tutti sotto teca, bellissimi, restaurati, studiati, inaugurati nel 2018, eccetera eccetera, erano in parte inaccessibili in quel momento per i motivi che ti ho già citato prima. Allora noi cosa abbiamo ideato?

L'idea è stata quella di realizzare al piano di sopra, in cui arriva

l'asecsore, un armadio che abbiamo chiamato Wunderkammer, in nome dalla tradizione del wunderkammer, che nasce proprio come il primo prototipo di museo. Il tutto però in versione 4.0, cioè siamo andati a produrre un armadio innovativo e accessibile, adatto alla fruizione di tutti, disabili motori, sensoriali e cognitivi compresi. Esso può essere in tutte le sue parti fruibile, quindi non troppo alto, nelle misure giuste, eccetera. I comparti a vista sono andati ad ospitare delle riproduzioni in 3D dei reperti che abbiamo selezionato. Cinque provenienti della collezione di Casale Monferrato e uno dal Museo Egizio di Torino (ma fino al 2014 a Casale). Siamo andati a scansionarli con uno scanner portatile, sia a Casale sia a Torino, e dopo abbiamo modellato i file in 3D e li abbiamo riprodotti con le macchine a controllo numerico in un formato più grande e manipolabile (si tratta di oggetti molto piccoli), e abbiamo dipinto a mano queste copie. Per gli ipovedenti, infatti, è molto importante la questione della visuo-tattilità, perché i contrasti cromatici aiutano a percezione delle forme; inoltre per noi era importante che queste copie fossero interessanti da maneggiare per tutti i visitatori, nessuno escluso.

Queste riproduzioni 3D sono poi state dotate di un tag RFID, cioè dei microcontrollori programmabili collegati ad un controllore centrale che abbiamo inserito al centro dell'armadio. Gli oggetti possono essere manipolati, che per un ipovedente è l'unico modo di conoscerli ma anche per il resto del pubblico è molto interessante perché la prima cosa che non devi fare in qualunque museo di solito è "toccare"; quindi, l'idea di avere un armadio in cui puoi prendere i pezzi toccarli e rigirarli come vuoi è interessante per tutti. L'utente viene poi invitato ad appoggiarli al centro dell'armadio, dove c'è scritto RFID, e l'appoggio di queste copie fa scattare l'interazione intelligente con un monitor centrale e quindi con dei contenuti multimediali appositamente raccontati e realizzati dal Mummy Project in senso divulgativo e descrittivo (ogni bene/copia fa scattare un diverso contenuti). Tutto questo viene fatto utilizzando lo stesso linguaggio di cui abbiamo parlato prima, ovvero un linguaggio molto descrittivo, adatto a persone non vedenti che è un linguaggio che ovviamente può essere utilizzato per la fruizione di tutti con i sottotitoli in inglese e in italiano anche per chi è non udente o per gli stranieri.

Questo exhibit è interessante da più punti di vista perché può dare a chi non ci vede ed eventualmente a chi non ci sente una

possibilità in più, ma in realtà si presta molto bene alla fruizione interattiva con tutti, bambini compresi, e può essere anche un oggetto che il museo può utilizzare in mille modi diversi. Pensa ad esempio come sarebbe facile far diventare queste copie 3d delle pedine di un gioco dell'oca per fare dei laboratori con i bambini. Quindi questo è molto importante per noi: ogni progetto ci spinge a lavorare su prodotti che siano utili per tutti.

*JDZ:*

Quando fate un progetto di questo genere ci sono delle normative a cui fate riferimento?

*MB:*

Sì, abbiamo seguito delle linee guida che sono delle linee guida pubbliche, per le mappe soprattutto ne esistono diverse. Poi ci sono delle regole legate al tema dell'accessibilità che si chiamano PEBA e che sono state molto promosse negli ultimi anni dal Ministero (MIC) e su cui si basano, fra l'altro, gli obiettivi del bando PNRR che è uscito nel 2022. Quindi le PEBA sono un riferimento molto utilizzato.

Adesso, per esempio, per la Biblioteca Civica di Mortara siamo in procinto di fare tutto un lavoro di infografica accessibile per posizionare in determinati punti del pavimento delle icone utili a far capire a tutti gli utenti, non soltanto a chi ha disabilità sensoriale o cognitive, dove si trova, eccetera. Ecco, lì usiamo molto le regole delle PEBA, perché sono molto dettagliate.

Ultimamente ci hanno chiesto e mi sono un po' documentata su sul tema delle CAA, cioè della comunicazione accessibile aumentativa che è molto legato alla disabilità cognitiva e anche su questo, per esempio, a Mortara andremo a lavorare in alcuni dispositivi che stiamo progettando.

*JDZ:*

Proponete voi i vostri servizi ai musei o ci sono delle volte che vengono loro da voi a chiedere?

La maggior parte delle volte proponiamo noi ai musei i bandi a cui partecipare, a volte capita che siano loro a presentarsi. Però, molte volte siamo noi a mettere sul piatto d'argento il bando. Purtroppo, i musei non hanno personale a sufficienza e non hanno soprattutto chi gli scrive i bandi, chi gli scrive il progetto o chi gli trova il concept giusto, soprattutto nei piccoli musei. Quello che è interessante della nostra realtà è che noi stessi abbiamo competenze multidisciplinari; siamo in grado di lavorare in senso prope-deutico alla valorizzazione aiutando i musei a scrivere il progetto e a fare quindi la proposta giusta e calzante per il finanziamento e in seconda battuta possiamo lavorare sulla progettazione, e realizzazione del prodotto ideato. Questo è molto apprezzato dal mondo dei musei che, pur essendo i reali custodi del patrimonio con le giuste competenze storiche per la conservazione dei beni e la ricerca su di essi, spesso non hanno competenze comunicative, cioè non sanno divulgarlo il patrimonio, soprattutto in senso accessibile e inclusivo.

*JDZ:*

Nei vostri progetti avete qualche fase di co-progettazione con persone affette da disabilità visiva?

*MB:*

Sì, collaboriamo con una Cooperativa che si chiama Mare Laboratorio di Innovazione sociale. Sono di Firenze, hanno una doppia sede Firenze e Catania, e sono delle storiche dell'arte esperte di accessibilità. Dentro la cooperativa ci sono anche dei disabili con cui fanno co-progettazione dei percorsi museali.

Anche noi collaboriamo direttamente con l'Unione Italiana Ciechi di Pavia, come ti ho già raccontato. Sono dei consulenti e lo fanno anche gratuitamente perché fa parte del lavoro dell'associativo e del loro interesse, la loro finalità è quella di creare benessere e fruizione aumentata al mondo in generale, anche ai musei, per la loro categoria. Quindi sono contenti che ci siano dei professionisti che si occupano di queste cose e li aiutano.

*JDZ:*

Come vedi il mondo delle tecnologie nei musei? Hai qualche sug-

gerimento per migliorare l'accessibilità dei musei grazie a queste tecnologie?

*MB:*

Sono necessarie, il museo morirà come Istituzione se non si apre al mondo della fruizione in senso contemporaneo, in senso digitale, senza mai perdere di vista che la tecnologia deve essere utilizzata per creare un palcoscenico, anche un po' invisibile. I beni sono il protagonista nei musei, la tecnologia non deve essere mai soverchiante, ma deve essere un ausilio, deve essere una chiave per poter far entrare nei contenuti, in un senso che deve essere contemporaneo. La fruizione tradizionale del "tutto sotto teca" con didascalie illeggibili e complicate, pannelli lunghissimi e scritti in senso assolutamente non divulgativo da studiosi raffinatissimi, ma poco comprensibili ai più, è ormai una modalità di mise en valeur del passato. Ciò ovviamente non significa banalizzare. Bisogna trovare il giusto escamotage, la giusta chiave per permettere a tutti di poter fruire il patrimonio culturale, perché il nuovo pubblico non è più in grado, per varie ragioni, di entrare in contatto con esso in senso tradizionale. Musei, biblioteche, archivi devono diventare luoghi partecipati in cui il patrimonio venga percepito come un valore da custodire, da interrogare, di cui nutrirsi per comprendere meglio il mondo. D'altronde tutto cambia, la scuola, gli ospedali, le comunicazioni, il modo di lavorare... è normale che anche le istituzioni culturali debbano, se vogliono continuare a fare il proprio mestiere nel mondo, innovarsi.

*JDZ:*

Trovi che queste tecnologie assistive siano d'aiuto per persone disabili visive?

*MB:*

Sicuramente sì. Più si accendono i riflettori su questa cosa, sull'inclusione e l'accessibilità, più si avrà grande miglioramento per i musei secondo me ed è questa una sfida interessante, soprattutto in questo paese, perché in Europa esistono realtà che da tanti anni lavorano su questi temi più che da noi.

Le categorie che hanno sempre avuto storicamente più difficoltà avranno, spero, sempre più possibilità di aumento di qualità della



vita, perché il museo, il patrimonio, la fruizione di ciò che ci circonda a livello di beni culturali in cui siamo immersi è una componente di benessere della vita fondamentale, crea salutogenesi. Questo è costituzionalmente già predisposto a livello di articolo 9 dai nostri padri costituenti. Sembra una banalità, ma crescendo nella “biodiversità” in cui siamo cresciuti in questo paese, nella storicità che ci circonda, a noi sembra quasi banale, ma non lo è per niente. Cioè i nostri ragazzini spesso non hanno la percezione di vivere in musei a cielo aperto, mentre uno dei delle sfide principali e spero di dare con la nostra professionalità, diciamo un piccolo contributo e aprirgli la mente e con gli strumenti che loro capiscono aprirgli gli occhi. Perché il linguaggio tradizionale con loro non funziona più.

*JDZ:*

Abbiamo finito con le domande, grazie mille Marianna per la tua testimonianza.

# Bibliografia

Associazione MuseoCity. (2022). *Il Museo per Tutti. Ricerca sugli accessi ai musei milanesi. Le disabilità sensoriali e cognitive*. Comune di Milano.

Baule, G., & Caratti, E. (A c. Di). (2018). *Design è traduzione. Il paradigma traduttivo per la cultura del progetto. «Design e traduzione»: Un manifesto*. FrancoAngeli.

Belli, C. (2020). *Pavia Romanica e visconteo-sforzesca*. Musei Civici del Castello Visconteo.

British Standards. (2005). *Design management systems. Managing inclusive design. Guide: Vol. vol BS 7000-6*.

Capasso, L., Monza, F., Di Fabrizio, A., & Falchetti, E. (A c. Di). (2019). *L'accessibilità nei Musei. Limiti, risorse e strategie*. In Atti del XXIX Congresso ANMS (Vol. 21).

Centro Monitoraggio e Gestione sicurezza stradale Comune di Pescara. (2015). *LOGES, Linea di Orientamento Guida e Sicurezza. Guida alla progettazione*.

Ciaccheri, M. C., & Fornasari, F. (2022). *Il museo per tutti. Buone pratiche di accessibilità*. Edizioni la meridiana.

CRS4. (2020). *Tavole tattili interattive con audioguida:una sperimentazione del progetto "Over the View" per l'accessibilità museale*.

De Martini, G., & Porreca, F. (2013). *Toccare e non guardare. L'accessibilità museale per i disabili visivi nell'esperienza di PaviaMusei*. Pime Editrice.

DesciVedendo. (2017). *Sintesi—Linee guida DesciVedendo*.

EIDD. (2014). *The EIDD Stockholm Declaration*.

Erba, L. (2010). *Santo Stefano e Santa Maria del Popolo le cattedrali scomparse*. Ufficio Beni Culturali Ecclesiastici della Diocesi di Pavia.

Hawkes, J. (2001). *The fourth pillar of sustainability: Culture's essential role in public planning*. Common Ground.

Hochuli, J. (2018). *Il dettaglio in tipografia. Un'analisi breve e concisa delle questioni che riguardano la leggibilità dei testi* (E. Albertoni, Trad.). Lazy Dog Press.

Istituto Nazionale di Statistica. (2022). *L'accessibilità di musei e biblioteche*.

Levent, N., & Pascual-Leone, A. (2014). *The Multisensory Museum. Cross-Disciplinary Perspectives on Touch, Sound, Smell, Memory and Space*. Rowman & Littlefield.

Levi, F. (2021). *L'accessibilità alla cultura per i disabili visivi. Storia e orientamenti*. Silvio Zamorani Editore.

Lomartire, S. (1998). *Museo in rivista. Notiziario dei Musei Civici di Pavia* (Vol. 1). Musei Civici di Pavia.

Mace, R. L. (1997). *The principles of Universal Design*. North Carolina State University.

Mandarano, N. (2019). *Musei e media digitali*. Carocci Editore.

Ministero per i beni e le attività culturali - Direzione generale Musei. (2017). *Allegato 1 Piano per l'eliminazione delle barriere architettoniche (P.E.B.A.)*.

Normann, D. (2019). *La caffettiera del masochista. Il design degli oggetti quotidiani*. (G. Noferi, Trad.). Giunti.

Peroni, A. (1975). *Musei d'Italia—Meraviglie d'Italia. Pavia. Musei civici del castello visconteo*. Calderini.

Persson, H., Åhman, H., Yngling, A. A., & Gulliksen, J. (2014). *Universal design, inclusive design, accessible design, design for all: Different concepts—One goal? On the concept of accessibility—Historical, methodological and philosophical aspects. Universal Access in the Information Society*, 14, 505–526.

Poggiani Keller, R., & D'Agostini, C. (2003). *Ad occhi chiusi nel museo*. Convegno Ad occhi chiusi nel museo, Bergamo.

Progetto Lettura Agevolata. (2005). *Questione di leggibilità. Se non riesco a leggere non è solo colpa dei miei occhi*. Comune di Venezia.

Remael, A., Reviers, N., & Vercauteren, G. (2018). *Parole che raccontano immagini. Linee guida ADLAB per l'audiodescrizione*. Edizioni Università di Trieste.

Riccò, D. (A. c. Di). (2023). *Accessibilità museale. Le prospettive per il design della comunicazione*. Franco Angeli.

Riccò, D. (2008). *Sentire il design. Sinestesie nel progetto di comunicazione*. Carocci Editore.

Secchi, L. (2018). *Toccare con gli occhi e vedere con le mani. Funzioni cognitive e conoscitive dell'educazione estetica*.

Secchi, L. (2010). *Le metodologie dell'esplorazione tattile. Per una conoscenza delle forme della rappresentazione ed estensione di senso dell'aptica*. Libri che prendono forma.

Segagni Malacart, A. (1996). *Storia di Pavia. L'architettura romanica pavese* (Tomo III - Vol. 3). Banca del Monte di Lombardia.

Shiple, A. (2014). *Creating an inclusive environment*. Disability rights commission.

Spazio Geco. (2023). *Portfolio Spazio Geco*.

World Health Organization. (2011). *World report on disability*.

World Health Organization and the United Nations Children's Fund. (s.d.). *Global Report on Assistive Technology*.

# Sitografia

15 applicazioni dell'intelligenza artificiale AI – ihal.it. (s.d.). Ihal. Recuperato 23 marzo 2023, da <https://ihal.it/15-applicazioni-dellintelligenza-artificiale-ai/>

Accademia di Belle Arti L'Aquila. (s.d.). *L'esperienza dell'educazione estetica ed artistica per i disabili visivi*. Accademia di Belle Arti L'Aquila. Recuperato 30 ottobre 2023, da <https://www.abaq.it/notizie/2023/02/lesperienza-delleducazione-estetica-ed-artistica-per-i-disabili-visivi/>

ANSA. (s.d.). *Microsoft punta sull'AI, «Comincia una nuova era tecnologica»—Hi-tech*. ANSA. Recuperato 30 marzo 2023, da [https://www.ansa.it/sito/notizie/tecnologia/hitech/2023/03/16/microsoft-punta-su-ia-comincia-una-nuova-era-tecnologica\\_c78dff5c-5005-403d-a31b-279bf1e38d77.html](https://www.ansa.it/sito/notizie/tecnologia/hitech/2023/03/16/microsoft-punta-su-ia-comincia-una-nuova-era-tecnologica_c78dff5c-5005-403d-a31b-279bf1e38d77.html)

Apple. (s.d.-a). *Accessibilità—Vista*. Apple (Italia). Recuperato 24 marzo 2023, da <https://www.apple.com/it/accessibility/vision/>

Apple. (s.d.-b). *L'accessibilità per Apple*. Apple (Italia). Recuperato 23 marzo 2023, da <https://www.apple.com/it/accessibility/decree/>

*Che cos'è il sistema LOGES e a che cosa serve*. (2017, dicembre 28). architutti.it - Architettura per tutti. <https://www.architutti.it/il-sistema-loges/>

*Come funziona Lookout, l'intelligenza artificiale che descrive l'ambiente*. (s.d.). 01net. Recuperato 20 novembre 2023, da <https://www.01net.it/google-lookout-intelligenza-artificiale-ambiente/>

CRS4. (s.d.). *Chi siamo*. CRS4. Recuperato 4 novembre 2023, da <https://www.crs4.it/it/chi-siamo/>

Descrivedendo. (s.d.). *HOME*. Descrivedendo. Recuperato 5 novembre 2023, da <https://www.descrivedendo.it/>

*European Accessibility Act (EAA): Cos'è la direttiva UE per le persone con disabilità*. (s.d.). AccessiWay. Recuperato 8 novembre 2023, da <https://www.accessiway.com/blog/european-accessibility-act-eaa-cos-e-la-direttiva-ue-per-le-persone-con-disabilita>



European Commission. (s.d.). *European accessibility act*. European Commission. Recuperato 8 novembre 2023, da <https://ec.europa.eu/social/main.jsp?catId=1202&langId=en>

Fondazione ARCA. (2021, maggio 25). *Open-white, la app che aiuta i non vedenti*. Fondazione ARCA. <https://www.fondazionearca.org/open-white-la-app-che-aiuta-i-non-vedenti/>

Fondazione TIM. (s.d.). *E-WHITE*. Fondazione TIM. Recuperato 10 ottobre 2023, da <https://www.fondazionetim.it/progetti/inclusione-sociale/e-white>

*Fotogrammetria*. (2023). In Wikipedia. <https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Fotogrammetria&oldid=134828162>

Frau, N. (2023, maggio 26). *P.E.B.A. cos'è e come funziona*. LinkAbili. <https://www.linkabili.it/peba-cose-e-come-funziona/>

Google. (s.d.-a). *Accessibilità*. Google Accessibility. Recuperato 27 marzo 2023, da <https://www.google.com/intl/it/accessibility/>

Google. (s.d.-b). *Iniziativa e ricerca*. Google Accessibility. Recuperato 27 marzo 2023, da <https://www.google.com/intl/it/accessibility/initiatives-research/>

HQuadro. (s.d.). *Openwhite – HQuadro, facile il nuovo*. HQuadro. Recuperato 10 ottobre 2023, da <https://www.hquadro.it/openwhite/>

ICOM. (2022, febbraio 22). *Definizione di Museo*. ICOM Italia. <https://www.icom-italia.org/definizione-di-museo/>

*Legge Stanca*. (s.d.). AccessiWay. Recuperato 11 novembre 2023, da <https://www.accessiway.com/it/legge-stanca>

*Mac OS X Tiger*. (2021). In Wikipedia. [https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Mac\\_OS\\_X\\_Tiger&oldid=121467762](https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Mac_OS_X_Tiger&oldid=121467762)

Medium. (2018, maggio 15). *La mostra che rende l'arte accessibile ai non vedenti con la realtà virtuale*. VISIONARI | Scienza e Tecnologia al Servizio Delle Persone. <https://medium.com/visionari/la-mostra-che-rende-larte-accessibile-ai-non-vedenti-con-la-realt%C3%A0-virtuale-9da251d6ab72>

Microsoft. (s.d.-a). *Ambizione Italia—Ambizione Società*. Microsoft accessibilità. Recuperato 22 marzo 2023, da <https://www.microsoft.com/it-it/ambizioneitalia/accessibilitainclusione>

Microsoft. (s.d.-b). *Dichiarazioni di accessibilità*. Microsoft accessibilità. Recuperato 23 marzo 2023, da <https://www.microsoft.com/it-it/accessibility/accessibilita/dichiarazioni>

Microsoft. (s.d.-c). *Funzionalità di accessibilità*. Microsoft accessibilità. Recuperato 22 marzo 2023, da <https://www.microsoft.com/it-it/accessibility/features>

Musei Civici di Pavia. (s.d.-a). *Arca nascosta*. Musei Civici. Recuperato 3 ottobre 2023, da <https://museicivici.comune.pv.it/site/home/mostre/arca-nascosta.html>

Musei Civici di Pavia. (s.d.-b). *I Musei*. Musei Civici. Recuperato 3 ottobre 2023, da <https://museicivici.comune.pv.it/site/home/i-musei.html>  
Musei civici di Pavia. (2023). In Wikipedia. [https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Musei\\_civici\\_di\\_Pavia&oldid=135055079](https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Musei_civici_di_Pavia&oldid=135055079)

Nast, C. (2020, ottobre 7). *I nuovi strumenti di Google per aiutare le persone con disabilità*. Wired Italia. <https://www.wired.it/internet/web/2020/10/07/google-lookout/>

*NFC Tag – Cosa è e a Cosa Serve metatag*. (s.d.). Temera. Recuperato 10 ottobre 2023, da <https://temera.it/it/news/blog/i-vantaggi-della-tecnologia-nfc.html>

*Nuove tecnologie per l'accessibilità dei musei*. (2020, maggio 31). ITCares. [https://www.itcares.it/2020/05/31/nuove\\_tecnologie\\_accessibilita\\_musei/](https://www.itcares.it/2020/05/31/nuove_tecnologie_accessibilita_musei/)

Politecnico di Milano. (s.d.). *Design Convivio*. Dipartimento Design. Recuperato 25 ottobre 2023, da <https://dipartimentodesign.polimi.it/magazine/design-convivio>

*Progettare un video accessibile*. (s.d.). Associazione per i Diritti delle Persone Sorde e Famiglie | Fiadda Emilia Romagna. Recuperato 20 novembre 2023, da <https://www.fiaddaemiliaromagna.org/approfondimenti/cultura/progettare-un-video-accessibile/>

Redazione «Riabilita la vista». (2023, marzo 30). *Musei accessibili alle persone con disabilità*. Riabilita la vista. <https://www.riabilitavista.it/2023/03/30/musei-accessibili-disabilita/>

Regione Lombardia. (s.d.). *Musei accessibili alle persone con disabilità visiva*. Recuperato 30 ottobre 2023, da <https://www.lombardiacomune.it/wps/portal/site/Lombardia-Facile/DettaglioRedazionale/news/musei-disabili-visivi>

Riccò, D. (2022). *Accessibilità e Design. Un percorso per condividere principi, metodi, filosofie di progetto*. <https://www.youtube.com/watch?v=8tDTltFoJFY> [video]

Screen reader. (2022). In Wikipedia. [https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Screen\\_reader&oldid=131106913](https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Screen_reader&oldid=131106913)

Sky TG24. (2022, maggio 18). *Apple: Ecco i nuovi strumenti dedicati agli utenti con disabilità*. Sky TG24. <https://tg24.sky.it/tecnologia/now/2022/05/19/apple-strumenti-dedicati-agli-utenti-con-disabilita>

Spazio Geco. (s.d.). *Wunderkammer*. Spazio Geco. Recuperato 4 novembre 2023, da <https://spaziogeco.it/portfolio/wunderkammer>

Stampa 3D Multi Jet Fusion (HP MJF). (s.d.). Manufat. Recuperato 13 novembre 2023, da <https://manufat.com/tecnologia-stampa-3d-mjf/>

Tecnologie assistive. (2022). In Wikipedia. [https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Tecnologie\\_assistive&oldid=131025203](https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Tecnologie_assistive&oldid=131025203)

Tian, S. (s.d.). *History of accessibility*. Paul G. Allen School. <https://courses.cs.washington.edu/courses/cse490h1/19wi/exhibit/accessibility.html>

Tooteko. (s.d.-a). *Art For The Blind*. Tooteko. Recuperato 5 novembre 2023, da [http://www.tooteko.com/portfolio\\_page/art-for-the-blind/](http://www.tooteko.com/portfolio_page/art-for-the-blind/)

Tooteko. (s.d.-b). *Oltre al Buio*. Tooteko. Recuperato 5 novembre 2023, da [http://www.tooteko.com/portfolio\\_page/oltre-al-buio/](http://www.tooteko.com/portfolio_page/oltre-al-buio/)

Tooteko. (s.d.-c). *Tooteko – Talking Tactile*. Tooteko. Recuperato 5 novembre 2023, da <http://www.tooteko.com/>

Una scuola di Milano sperimenta OpenWhite, l'app che guida i non vedenti. (2015, ottobre 25). Startup Italia. <https://startupitalia.eu/38798-20151025-openwhite-app-non-vedenti>

Universal design. (2023). In Wikipedia. [https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Universal\\_design&oldid=132600884](https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Universal_design&oldid=132600884)

Violin, T. (2022, settembre 5). *Mobilità e orientamento per la persona con disabilità visiva*. Riabilita la vista. <https://www.riabilitavista.it/2022/09/05/mobilita-e-orientamento-disabilita-visiva/>

W3. (s.d.). *Linee guida per l'accessibilità dei contenuti Web (WCAG) 2.1*. W3. Recuperato 8 novembre 2023, da <https://www.w3.org/Translations/WCAG21-it/#background-on-wcag-2>

WCAG: Cos'è questa sigla, cosa sono le guidelines e come rispettarle. (s.d.). AccessiWay. Recuperato 8 novembre 2023, da <https://www.accessiway.com/blog/wcag-cose-questa-sigla-cosa-sono-le-guidelines-e-come-rispettarle>

# Indice delle figure

|  |    |
|--|----|
| <i>Figura 2.1 – Riassunto dei sette principi dell'Universal Design (illustrazione dell'autore)</i>   | 21 |
| <i>Figura 2.2 – Caratteristiche del Universal Design, Design for All, Inclusive Design e Accessible Design (grafico dell'autore)</i>   | 25 |
| <i>Figura 2.3 – Immagine di un supporto tiflogico per la didattica (<a href="https://www.tiflopedia.org/sussidi-e-strumenti/astrologia/">https://www.tiflopedia.org/sussidi-e-strumenti/astrologia/</a>)</i>   | 28 |
| <i>Figura 2.4 – Le lettere dell'alfabeto Braille con i numeri e i segni di interpunzione (<a href="https://www.unisr.it/news/2019/1/4-gennaio-giornata-mondiale-dellalfabeto-braille">https://www.unisr.it/news/2019/1/4-gennaio-giornata-mondiale-dellalfabeto-braille</a>)</i>             | 29 |
| <i>Figura 2.5 – Timeline delle normative italiane ed europee in materia di accessibilità (grafico dell'autore)</i>   | 35 |
| <i>Figura 3.1 – Lista delle priorità assistive (Disegno dell'autore riadattato da World Health Organization; 2016" p.2)</i>  | 39 |
| <i>Figura 3.2 – Screenshot pagina web di Microsoft sul tema dell'accessibilità (<a href="https://www.microsoft.com/it-it/accessibility">https://www.microsoft.com/it-it/accessibility</a> - consultato il 22/3/2023)</i>   | 41 |
| <i>Figura 3.3 – Screenshot pagina web di Apple sul tema dell'accessibilità (<a href="https://www.apple.com/it/accessibility/">https://www.apple.com/it/accessibility/</a> - consultato il 24/3/2023)</i>   | 43 |
| <i>Figura 3.4 – Utilizzo di Apple VoiceOver con le gesture (<a href="https://support.apple.com/it-it/HT204783">https://support.apple.com/it-it/HT204783</a>- consultato il 24/3/2023)</i>  | 46 |
| <i>Figura 3.5 – Immagini di Microsoft Soundscape (<a href="https://winbuzzer.com/2019/12/09/microsoft-research-soundscape-app-helps-visually-impaired-navigate-xcxwbn/">https://winbuzzer.com/2019/12/09/microsoft-research-soundscape-app-helps-visually-impaired-navigate-xcxwbn/</a>)</i> | 49 |
| <i>Figura 3.6 – Screenshot del video tutorial di Microsoft Seeing AI per la scansione di oggetti (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=gJhdgbRAilw">https://www.youtube.com/watch?v=gJhdgbRAilw</a>)</i>   | 50 |
| <i>Figura 3.7 – Screenshot del video tutorial di Apple Magnifier per la modalità di riconoscimento oggetti (<a href="https://www.youtube.com/watch?v=CI0KrPmS-DI">https://www.youtube.com/watch?v=CI0KrPmS-DI</a>)</i>   | 52 |
| <i>Figura 3.8 – VarioUltra Display Braille durante il suo utilizzo (<a href="https://arstechnica.com/gadgets/2016/03/alternative-cheaper-braille-displays/">https://arstechnica.com/gadgets/2016/03/alternative-cheaper-braille-displays/</a>)</i>   | 54 |

|  |    |  |     |
|--|----|--|-----|
| <i>Figura 3.9 – BitLab, tablet che traduce in Braille le pagine web (https://www.creativeaustria.at/en/2018/01/18/kristina-tsvetanova-ceo/)</i>  | 55 | <i>Figura 4.10 – Fotografia del supporto Aptica con tavola tattile inserita (CRS4, 2020)</i>   | 85  |
| <i>Figura 3.9 – Occhiali OrCam My Eye (https://www.orcam.com/en-ca/myeye-store)</i>  | 58 | <i>Figura 4.11 – Fotografia di un momento di esplorazione della tavola tattile inserita (CRS4, 2020)</i>   | 86  |
| <i>Figura 3.10 – Occhiali Esights 4 (https://www.esighteyewear.com/esight-4/)</i>  | 58 | <i>Figura 4.12 – Fotografia dell’anello sensoriale di Tooteko (https://www.lifegate.it/ara-pacis-antenna-ciechi)</i>   | 88  |
| <i>Figura 3.11 - Schema riassuntivo delle tecnologie assistive hi-tech per le persone con disabilità visiva</i>  | 60 | <i>Figura 4.13 – Fotografia di una persona che esplora una riproduzione tattile grazie all’anello sensoriale Tooteko (https://startupitalia.eu/71831-20170423-tooteko-startup-veneto-anello)</i> | 88  |
| <i>Figura 4.1 – Fotografia di una riproduzione 3D in gesso (https://www.riabilitavista.it/2023/03/30/musei-accessibili-disabilita/)</i>  | 65 | <i>Figura 5.1 – Grafico musei italiani dotati di supporti e servizi per favorire l’accesso e la fruizione alle persone con disabilità. (ISTAT, 2022)</i>   | 92  |
| <i>Figura 4.2 – Dettaglio del pannello tattile per il Parco Archeologico del Colosseo (https://www.denardismonaco.it/portfolio-items/parco-del-colosseo/)</i>  | 65 | <i>Figura 5.2 – Mappa delle regioni che beneficiano del PNRR Cultura. (https://openpnrr.it/tema/cultura/, 2022)</i>  | 93  |
| <i>Figura 4.3 – Fotografia della sezione dedicata al design presso il Museo Tattile di Ancona (https://unagiornataalmuseo.ilgiornaledellarte.com/museo/museo-tattile-statale-omero/)</i>   | 66 | <i>Figura 5.3 – Fotografia video mapping Arca Nascosta ai Musei Civici di Pavia. (Foto dell’autore)</i>  | 96  |
| <i>Figura 4.4 – Esempio di diagramma tattile de “La raccolta della manna” di Peter Paul Rubens (https://www.researchgate.net/figure/A-sinistra-esempio-di-diagramma-tattile-La-raccolta-della-manna-Peter-Paul-Rubens-3_fig1_280254290)</i>    | 72 | <i>Figura 5.4 – Fotografia traduzione tattile dettaglio Arca Nascosta ai Musei Civici di Pavia. (Foto dell’autore)</i>   | 97  |
| <i>Figura 4.5 – Immagine del guanto aptico realizzato da NeuroDigital (https://www.wpp.com/en/featured/work/2019/05/geometry---touching-masterpieces)</i>  | 73 | <i>Figura 5.5 – Fotografie portale di S. Stefano ai Musei Civici di Pavia. (Foto dell’autore)</i>  | 101 |
| <i>Figura 4.6 – Fotografia di un ragazzo non vedente mentre utilizza il prototipo dei guanti apici per esplorare tattilmente un’opera digitale (https://clios.com/awards/winner/public-relations/neurodigital/touching-masterpieces-47679)</i> | 73 | <i>Figura 5.6 – Immagine di copertina dell’audiodescrizione su Soundcloud (Immagine dell’autore)</i>   | 105 |
| <i>Figura 4.7 – Processo di produzione dell’audiodescrizione (Illustrazione dell’autore tratto dallo schema in AdLab, 2018)</i>  | 76 | <i>Figura 5.7 – Schermate di Soundcloud con l’audiodescrizione in riproduzione (Immagine dell’autore)</i>  | 105 |
| <i>Figura 4.8 – Fotografia della riproduzione tattile dell’amuleto dipinta (Spazio Geco, 2023)</i>   | 82 | <i>Figura 5.8 – Mockup della schermata dell’audiodescrizione su Soundcloud (Immagine dell’autore)</i>  | 106 |
| <i>Figura 4.9 –Fotografia del Wunderkammer 4.0 installata al Museo Civico e Gipsoteca Bistolfi a Casale Monferrato (Spazio Geco, 2023)</i>   | 83 | <i>Figura 5.9 – Piano frontale e piano laterale del tavolo accessibile (Disegno dell’autore)</i>   | 108 |
|  |    | <i>Figura 5.10 – Contrasto del colore di sfondo del pannello tattile con il suo testo. (https://color.adobe.com/it/create/color-contrast-analyzer)</i>   | 109 |
|  |    | <i>Figura 5.11. – Caratteristiche consigliate per la scelta di un carattere leggibile. (Ministero Francese della Cultura e della Comunicazione, 2018)</i>  | 110 |



|  |     |  |     |
|--|-----|--|-----|
| <i>Figura 5.12 – Progettazione grafica del pannello tattile (Disegno dell'autore)</i>  | 112 | <i>Figura 5.28 - Interfaccia applicazione Open-White. (<a href="https://startupitalia.eu/38798-20151025-openwhite-app-non-vedenti">https://startupitalia.eu/38798-20151025-openwhite-app-non-vedenti</a>, 2015)</i>  | 129 |
| <i>Figura 5.13 – Screenshot del processo di realizzazione del file di stampa su Fusion 360 (Immagine dell'autore)</i>          | 115 | <i>Figura 5.29 - Esempio di interpretazione in LIS in un programma Rai (<a href="https://www.viverefermo.it/2020/04/10/essere-coda-intervista-a-rosanna-zanchetti/781288/">https://www.viverefermo.it/2020/04/10/essere-coda-intervista-a-rosanna-zanchetti/781288/</a>)</i> | 130 |
| <i>Figura 5.14 – Render della traduzione tattile del portale (Render dell'autore)</i>  | 116 | <i>Figura 5.30 – Codici LOGES principali. (Centro Monitoraggio e Gestione sicurezza stradale Comune di Pescara, 2015)</i>  | 132 |
| <i>Figura 5.15 – Traduzione tattile del portale, stampa 3D in MJF (Foto dell'autore)</i>                                       | 117 | <i>Figura 5.31 – Codici LOGES di secondo livello. (Centro Monitoraggio e Gestione sicurezza stradale Comune di Pescara, 2015)</i>  | 132 |
| <i>Figura 5.16 – Render del tavolo e del pannello tattile (Render dell'autore)</i>   | 119 |  |     |
| <i>Figura 5.17 – Render vista dall'alto del tavolo e del pannello tattile (Render dell'autore)</i>                             | 120 |  |     |
| <i>Figura 5.18 – Render posizione del tavolo all'interno della sala (Render dell'autore)</i>                                   | 121 |  |     |
| <i>Figura 5.19 – Fotografia prototipo del pannello tattile, vista a tre quarti (Foto dell'autore)</i>                          | 122 |  |     |
| <i>Figura 5.20 – Fotografia prototipo del pannello tattile, vista dall'alto (Foto dell'autore)</i>                             | 124 |  |     |
| <i>Figura 5.21 – Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio del testo a rilievo (Foto dell'autore)</i>               | 124 |  |     |
| <i>Figura 5.22 – Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio portale (Foto dell'autore)</i>                           | 125 |  |     |
| <i>Figura 5.23 – Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio esplorazione tattile portale (Foto dell'autore)</i>      | 125 |  |     |
| <i>Figura 5.24 – Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio del telefono e audiodescrizione (Foto dell'autore)</i>   | 126 |  |     |
| <i>Figura 5.25 – Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio del telefono e audiodescrizione 2 (Foto dell'autore)</i> | 126 |  |     |
| <i>Figura 5.26 – Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio degli elementi materici (Foto dell'autore)</i>           | 127 |  |     |
| <i>Figura 5.27 – Fotografia prototipo del pannello tattile, dettaglio figura umana in scala (Foto dell'autore)</i>             | 127 |  |     |

## Ringraziamenti

Desidero esprimere la mia profonda gratitudine a coloro che hanno reso possibile la realizzazione di questa tesi, un percorso che è stato per me non solo un impegno accademico, ma anche un viaggio di crescita personale.

Innanzitutto, desidero ringraziare la Professoressa Dina Riccò, la cui guida e supporto sono stati fondamentali in ogni fase del mio lavoro. La sua competenza, pazienza e dedizione hanno reso questa esperienza di ricerca non solo istruttiva, ma anche estremamente gratificante.

Un ringraziamento speciale va anche alla Correlatrice Marianna Belvedere, la cui collaborazione e preziosi consigli hanno arricchito il mio percorso progettuale.

Ai miei genitori e alla mia famiglia per il loro incondizionato sostegno, mi avete dato il coraggio di affrontare questa tesi.

Ad Elena, per essere la compagna di viaggio straordinaria che sei. Senza di te, tutto questo non avrebbe avuto lo stesso valore. Grazie di cuore.

Ai miei amici più cari: Pietro, Andrea, Francesco, Bienna, Riccardo, Silvia, Davide, Ambro. Avete condiviso con me gioie e sfide lungo tutti questi anni, non potrò mai ringraziarvi abbastanza per la vostra preziosa amicizia e per tutto il supporto che costantemente mi date.

A tutto il gruppo universitario: Marta, Anna, Chiara, Mattia. Con voi ho passato davvero dei bei momenti in questi anni di magistrale. Non riesco a trovare le parole per esprimere quanto sia felice di aver condiviso questa esperienza con voi, non avrei potuto trovare miglior gruppo di ripescati.

Infine, un grazie di cuore a tutti coloro che non ho potuto menzionare, ma che hanno contribuito in maniera significativa a questo mio percorso.

Grazie a tutti.

Jacopo

