

PROGETTO E QUALITÀ SENSORIALE

Materiali e prestazioni per la
comunicatività degli spazi museali

DESIGN AND SENSORY QUALITY

Materials and performance for
communication in museum spaces

Teresa Villani

ABSTRACT

Attraverso il progetto è possibile indirizzare i processi percettivi cercando di intervenire sulla capacità dell'ambiente di fornire informazioni intelleggibili e significative. Rendere uno spazio comunicativo migliorandone la fruibilità significa prefigurare i processi percettivi e perseguire una migliore qualità dell'interazione uomo-ambiente. Una delle possibili soluzioni è rappresentata dall'uso di materiali sensoriali in grado di fornire prestazioni 'tangibili' e nuove funzionalità, grazie alle tecnologie che agiscono in maniera controllata alla micro-scala e a scala nanometrica. A tale proposito vengono presentati i risultati di due ricerche finanziate dall'Ateneo Sapienza Università di Roma, riferiti alla strutturazione di un repertorio di materiali in grado di agire a livello informativo sugli spazi comuni di grandi Poli Museali e alla relativa sperimentazione su musei del circuito romano Musei in Comune, supportata dalla Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali di Roma.

Design can provide the means to guide perceptive processes, by trying to act on the environment's ability to provide intelligible and meaningful information. Making a space communicative by enhancing its usability entails anticipating perceptive processes and pursuing better quality for human-environment interaction. A possible solution could be using sensory materials able to provide 'tangible' features and new functions, thanks to technologies acting in a controlled way on the micro and nano-levels. In this regard, the results of two studies funded by Sapienza University of Rome are presented; they relate to the structuring of a database of materials that can act at the information level on the shared spaces of large Museum Hubs, and its experimentation for the Roman museums' network Musei in Comune, supported by the Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali of Rome.

KEYWORDS

comunicatività ambientale, sensorialità dei materiali, criteri di scelta dei materiali, strutturazione delle informazioni, musei

environment communication, sensory materials, materials selection criteria, information structuring, museums

Teresa Villani, Architect and PhD, is an Associate Professor in Architecture Technology at the PDTA Department of 'Sapienza' University of Rome (Italy). Her field concerns tools for planning and designing renovations; in building intended for community services she has conducted studies on technological innovation and the application of new materials, products and components for the design of complex public buildings, with insights on the requirements for usability and wayfinding, according to the principles of Inclusive Design. Mob. +39 349/59.50.221 | E-mail: teresa.villani@uniroma1.it

In ogni contesto ambientale, che sia naturale o relativo allo spazio costruito, l'uomo non può esimersi dal 'sentire': i sensi aprono i canali giusti per la conoscenza, danno avvio al rapporto tra l'uomo e l'ambiente stesso; senza di essi non si sentirebbe né il mondo in cui siamo immersi, né il nostro corpo. La conoscenza del mondo esterno, del proprio corpo (con il suo 'funzionamento'), della propria coscienza, come pure la costruzione della distinzione tra materiali, colori, corpi è dunque funzione dei sensi, del loro essere il motore della ricerca da cui nasce l'esperienza (Pallasmaa, 2007). Così ogni spazio viene 'aggredito' dai sensi che ne raccolgono l'essenza, attivando l'interazione e il confronto con le informazioni rilevate dalle diverse letture sensoriali, per arrivare a un rilievo dell'ambiente multisensoriale e sinestetico.

La sensazione riguarda quindi il primo contatto tra uomo e ambiente (Stanley, Ward and Enns, 2004) e si basa su esperienze immediate e dirette di qualità e attributi ambientali generalmente prodotte da semplici e isolati stimoli fisici. Il passaggio successivo si riferisce all'attribuzione di significato e riguarda la percezione: un processo psicologico complesso, influenzato dal contesto culturale, dall'esperienza, dalla memoria, dalla sensibilità individuale (Schiffman, 2008). I sensi non sono infatti mezzi passivi di ricezione degli stimoli provenienti dall'ambiente, ma meccanismi di ricerca che rilevano ciò che l'individuo conosce e, spesso, ciò che l'individuo sta cercando. Sensazione e percezione sono processi unificati e inseparabili di conoscenza e comprensione dello spazio che pongono l'uomo come recettore e interprete di stimoli di varia natura.

Sin dalle prime fasi dell'attività progettuale è possibile indirizzare tali processi, cercando d'intervenire sulla capacità dell'ambiente di fornire informazioni il più possibile intelleggibili e significative. Attraverso il progetto è possibile soddisfare non solo i requisiti funzionali, ma utilizzare al meglio soluzioni che mettono in campo stimoli ambientali per evocare sensazioni, guidare percezioni verso specifiche informazioni finalizzate a esprimere qualità, rapporti tra le parti, caratteristiche e valori dei luoghi. In questa direzione una strada da intraprendere è quella che tende verso la comunicatività dell'ambiente quale requisito ambientale definito come «[...] l'attitudine di un elemento spaziale, di una unità tipologica o di una attrezzatura di essere percepibile da tutti e, in particolare, da persone con problemi sensoriali e cognitivi» (Lauria, 2002, p. 34).

Rendere uno spazio comunicativo migliorandone la fruibilità significa non solo favorire la navigazione (wayfinding) facilitando l'elaborazione di mappe cognitive, ma, in modo più ampio, agevolare i processi percettivi, migliorare globalmente la qualità dell'interazione uomo-ambiente e il gradimento di un luogo. Uno spazio comunicativo agisce positivamente su complesse abilità cognitive quali la memoria, l'attenzione, la percezione e la capacità decisionale. Favorisce inoltre la rappresentazione mentale di strategie logico-visive (Thorndyke and Hayes-Roth, 1982): attività come 'cercare', 'decidere' e quindi 'muoversi' possono essere agevolate dalla presenza di informazioni

specifiche da affidare alla caratterizzazione ambientale (materiali, luce, ecc.).

A livello progettuale è possibile quindi intervenire con segnali intenzionali (Felli, Lauria and Bacchetti, 2004) che esprimono un significato pre-determinato, il più possibile inequivocabile e valutato in una dimensione plurisensoriale, nell'ottica della progettazione inclusiva (Conti, Tatano and Villani, 2016). Ma come tutti i requisiti ambientali anche la comunicatività richiede opportune prestazioni al sistema tecnologico e agli elementi tecnici che configurano gli spazi. Una tra le tante opportunità per raggiungere e controllare prestazioni efficaci ai fini comunicativi è rappresentata, sin dalle prime fasi del progetto, dalla scelta e dalla combinazione dei materiali. Azioni prioritarie per esplicitare contenuti morfologici, percettivi, prestazionali (ed economici), che necessitano di un'approfondita conoscenza degli specifici comportamenti in esercizio determinati dalle proprietà e dalle caratteristiche non esclusivamente tecniche (parametri misurabili come le proprietà meccaniche, fisiche, termiche, ottiche, ecc.), ma anche sensoriali, che insieme possono evocare stimoli fisiologici e psicologici.

I materiali rappresentano infatti l'interfaccia tra utente e spazio (Manzini, 1986) e, come portatori di significati, svolgono in un progetto un ruolo centrale riferito sia agli aspetti qualitativi che a quelli legati alla comunicatività. Attraverso la loro fisicità, superficie, colore è possibile influenzare le relazioni emozionali, gli aspetti percettivi e, con un uso appropriato – sfruttando funzioni e prestazioni che essi possono offrire in quanto elementi tutt'altro che neutri, ma attivi e pervasivi nelle scelte – rendere maggiormente comunicativo (e quindi più fruibile) uno spazio. Così il progettista, volendo far riferimento ai cosiddetti materiali sensoriali per poter sfruttare il potenziale significativo della materia – che ormai l'innovazione di prodotto offre a livello micro e nano – si trova a gestire un consistente campo di possibilità sempre in crescita e una complessa ed eterogenea informazione tecnica non sempre del tutto oggettiva, che necessita di criteri regolatori e valutazioni specifiche, anche in relazione al contesto d'intervento.

A differenza delle proprietà fisiche dei materiali, tradizionalmente consolidate e decisamente oggettive (definite da standard e unità di misura ampiamente accettate) le proprietà sensoriali viaggiano su doppi attributi oggettivi e soggettivi (Zuo, 2010). Gli attributi oggettivi fanno riferimento ai caratteri fisici (colore, texture, durezza, ecc.), quelli soggettivi riguardano l'interpretazione di tali caratteristiche. La maggior parte dei progettisti utilizza le proprietà sensoriali dei materiali in base alla propria esperienza, non potendosi riferire a informazioni più organizzate.

Per questo il presente contributo, che in generale persegue la qualità sensoriale del progetto finalizzato ad avere spazi comunicativi – specie all'interno di edifici pubblici che prevedono un elevato affollamento e necessitano di essere 'letti' e 'interpretati' senza creare condizioni di eccessivo affaticamento e stress – nello specifico è indirizzato verso una proposta di organizzazione di informazioni integrate sui ma-

teriali di nuova generazione cosiddetti smart. Questo nella convinzione che ai fini della comunicatività è importante fornire più ambiti informativi sui materiali, integrando particolari proprietà sensoriali (ad esempio la lucentezza) insieme ai correlati parametri che influenzano oggettivamente quella proprietà (ad esempio l'indice di riflessione), completando le informazioni con prefigurazioni di gruppi di utenza potenzialmente agevolati in base ai canali sensoriali coinvolti.

La sistemizzazione di questo eterogeneo insieme di informazioni potrebbe agevolare i progettisti, nella fase di selezione dei materiali, nel valutare le aspettative sensoriali e percettive degli utenti e, successivamente, guidandoli nel processo d'individuazione di segnali intenzionali e di attribuzione del significato comunicativo appropriato, previa verifica della congruità delle relazioni tra essi e il contesto d'intervento. Rispetto a tali possibilità, il contributo intende presentare gli esiti di due ricerche, finanziate da Sapienza Università di Roma¹ e supportate dalla Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali di Roma, incentrate in generale sulla caratterizzazione materica degli spazi di accoglienza e di distribuzione dei grandi Poli Museali di Roma mediante l'uso di materiali sensoriali, quale fattore d'impatto sulla fruibilità. Un primo risultato ha riguardato la predisposizione di un repertorio di materiali finalizzato a supportare scelte appropriate alle specificità dei siti e mirate alla caratterizzazione materica espressiva degli elementi tecnici che configurano gli spazi interni.

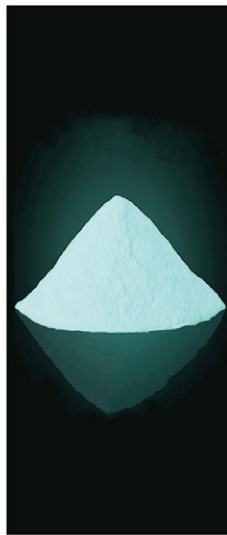
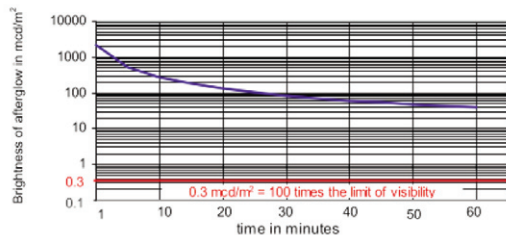
La caratterizzazione materica degli spazi di accoglienza e distribuzione negli edifici museali

Gli edifici pubblici a vocazione culturale come i grandi Poli Museali nazionali, ambito generale della ricerca, possono essere considerati, proprio in relazione alle profonde trasformazioni subite in termini di servizi offerti alla collettività, edifici strategici all'interno delle città², oltre che rappresentare oggettivamente strutture complesse. Nei musei statali italiani, grazie alle molte iniziative intraprese dal MI-BACT anche a seguito della riforma dei musei e dei finanziamenti a essi dedicati, nel 2019 sono stati superati i 55 milioni di visitatori (Istat, 2019). I soli dati riferiti ai musei civici di Roma gestiti dalla Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali denominati Musei in Comune, alcuni dei quali presi in considerazione nella ricerca come casi applicativi, ne contano circa 2 milioni (Agenzia Roma, 2018).

Se gli elementi connotanti e i fattori critici che caratterizzano le strutture cosiddette 'complesse' a elevato affollamento sono le dimensioni, il flusso e la tipologia di persone, di merci e prodotti, l'eterogeneità dei servizi, la relazione tra l'attività principale della struttura e i servizi complementari, i musei rientrano a pieno titolo in questo raggruppamento. Come tali, necessiterebbero di interventi di rifunionalizzazione finalizzati all'ottimizzazione della fruibilità, dei modi d'uso e dei tempi di percorrenza, rendendo gli ambienti che maggiormente incidono sull'esperienza di fruizione più comunicativi. Escludendo gli specifici spazi destinati ai contenuti culturali, organizzati secondo precise me-

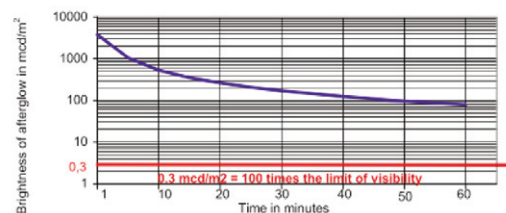
Particle size 30-40 µm (medium / small)

Typical decay curve



Particle size 75 µm (large)

Typical decay curve



ologie legate alla materia dell'allestimento, l'attenzione può essere rivolta quindi agli spazi strategici e a quelli destinati ad attività di socializzazione: le aree funzionali dell'accoglienza (punti informativi, biglietteria, aree di raccolta gruppi e visite guidate, spazi multimediali, ecc.), dei servizi aggiuntivi (libreria, spazi commerciali, caffetteria e ristorante, spazi per laboratori didattici, ecc.) e gli spazi di distribuzione (connettivo orizzontale e verticale).

Intervenire quindi sui fattori che concorrono a definire – in termini di significatività e appropriatezza – la qualità dei segnali emessi dalle caratteristiche materiche degli elementi tecnici che configurano gli spazi (pavimenti, rivestimenti di pareti verticali, controsoffitti, ecc.), in considerazione delle potenzialità percettive dei diversi profili di utenza e nel rispetto dei valori storici e culturali dei siti d'intervento. A tal fine la ricerca si è orientata verso l'uso di nuovi materiali capaci – grazie all'apporto di tecnologie atte a manipolare e caratterizzare la materia in una dimensione misurabile alla scala micro-metrica e alla nano-scala, e quindi a livello molecolare e atomico – di mettere in campo prestazioni del tutto nuove e inaspettate (Addington and Schodek, 2005; Ritter, 2007; Sposito, 2009; Scalisi, 2010; Pagan, Chiesa and Tulliani, 2015).

All'interno del consistente campo di possibilità sempre in crescita offerte dal mercato, sono stati presi in considerazione quei materiali che potessero 'mostrare' i comportamenti determinati dalle prestazioni innovative tramite un'interazione diretta tra uomo e superfici. È infatti consuetudine apprezzare i materiali smart e quelli nanostrutturati per le straordinarie prestazioni 'intangibili', insite nel comportamento in uso, come quelle fisico-meccaniche, resistenza, isolamento termico, capacità idrorepellenti, autopulenti, ecc. I punti di osservazione e selezione dei materiali nella ricerca condotta sono stati invece prevalentemente le prestazioni 'tangibili', proprio per progettare esperienze sensoriali e sfruttarne le capacità comunicative attraverso le quali attribuire valori e significati che vanno al di là della semplice

fruizione, agendo sulle superfici che si trasformano in un reale terreno d'innovazione. Materiali le cui prestazioni dirette, visibili, possono attivare processi 'attentivi' stimolando possibilmente tutti i sensi, anche quello cosiddetto aptico (Bloomer and Moor, 1997), il senso del tatto esteso a tutto il corpo.

Effettivamente ciò che risulta importante ai fini dell'incremento informativo da apportare per la comunicatività degli spazi esistenti è l'attitudine di questi materiali a produrre stimoli differenti che catturano l'attenzione dei visitatori. L'attenzione è selettiva, il concetto di selezione implica distogliere l'attenzione da un evento per rivolgerla verso un altro, e questo può avvenire tanto volontariamente quanto involontariamente. Se all'interno di spazi di accoglienza e distribuzione di un edificio museale non concentriamo l'attenzione su un oggetto specifico, ma ci muoviamo in un ambiente senza particolare concentrazione, molte cose ci sfuggono, comprese informazioni preziose ai fini della fruibilità, fino a quando qualcosa interviene a stimolare la nostra attenzione. Spesso si tratta di elementi che emergono contrastando rispetto agli altri e che attivano stimoli inaspettati.

Durante lo svolgimento della ricerca, proprio questo concetto ha guidato la selezione dei materiali da includere nel repertorio, applicando anche un ulteriore filtro riferito all'influenza che la scala micro e nano dei componenti dei materiali determina sulle prestazioni comunicative, come ad esempio la grandezza della granulometria dei pigmenti presenti nei materiali fotoluminescenti che incide direttamente sulla luminosità e sulla durata dell'emissione luminosa (Fig. 1).

Metodologia | In continuità con le precedenti ricerche condotte nell'ambito del wayfinding valutato per gli edifici museali (Villani, 2018), raccogliendo le istanze degli stakeholders preferenziali di questa ricerca, ovvero la Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali di Roma (e in particolare alcuni Direttori di musei), la ricerca di cui si presentano i primi esiti, si è sviluppata

con l'obiettivo di perseguire la qualità sensoriale nel progetto di rifunzionalizzazione dei grandi Poli Museali per incrementare, attraverso la conoscenza e l'uso di materiali innovativi, la comunicatività come fattore d'impatto sulla fruibilità, restringendo il campo di studio verso gli spazi comuni del museo che incidono maggiormente sull'esperienza di visita. Tale obiettivo è stato individuato anche per allinearsi con quanto raccomandato dall'Unione Europea riguardo gli spazi museali. Infatti, è importante ricordare che il miglioramento della fruibilità degli spazi museali s'inserisce nel contesto dell' Audience Engagement (AE) definito come un processo strategico, dinamico e interattivo per rendere le arti più accessibili. Nello specifico l'AE ha l'obiettivo di coinvolgere i singoli individui e le comunità in momenti legati al mondo culturale anche attraverso nuove espressioni artistiche e l'utilizzo di nuove tecnologie (European Commission, 2012).

Le implicazioni, individuate e discusse durante le numerose interlocuzioni con le diverse figure che ruotano in ambito museale (Sovrintendenti, Direttori dei musei, Progettisti, Curatori degli allestimenti, visitatori, personale impiegato, Enti certificatori della qualità dei musei) riguardano la valorizzazione di queste strutture anche in termini di risorse, aumentando il senso di accoglienza, il controllo dell'intorno, massimizzando la fruibilità e riducendo la cosiddetta 'museum fatigue', ovvero la perdita graduale di attenzione verso l'esposizione causata dalla stanchezza mentale e fisica provocata dalla difficoltà di 'leggere' e comprendere gli stimoli ambientali contenuti nello spazio museale, facilitando così un'interazione intuitiva uomo-ambiente (fattore di riduzione dello stress); l'ottimizzazione delle risorse riducendo il tempo speso dal personale per assicurare e aiutare i visitatori in difficoltà, trasmettendo la sensazione di un servizio ben organizzato e di qualità in modo da incrementare il numero dei visitatori (fattori di sostenibilità economica); il miglioramento della diffusione dei temi culturali delle esposizioni (fattore culturale).

Fig. 1 | Relation between granulometric size of pigments measured at the micro-scale and duration and intensity of the luminous emission in photoluminescent materials (credit: I. Montanari, Cartelli Segnalatori Srl, 2019).

Levels of Intervention	Types of Intervention for Communicability
Level 1 Museums constrained by Law T.U. 42/2004	Least intervention solutions with low economic impact. Reversibility is preferred, where possible; traditional materials are used acting on the choice of texture, colour, brightness, opacity, transparency, etc. Application of innovative materials such as adhesive photoluminescent films or materials integrated with optic fibres, which are especially useful to mark emergency escape routes.
Level 2 Historic Museums not constrained by Law T.U. 42/2004	Partial or total replacement of technical elements with medium economic impact. Traditional materials could be selected, acting on texture, colour, brightness, opacity, transparency etc. Application of innovative materials with high aesthetical/sensory performance, e.g. ceramics with high optical qualities, laminated materials and wood derivatives with olfactive qualities, luminous textiles, etc.
Level 3 Contemporary Museums not constrained by Law T.U. 42/2004	Radical rearrangement intervention with high economic impact; reconfiguration of spaces and routes. Application of smart multisensory materials with sound and optical effects etc.

Table 1 | Levels of intervention.

In termini operativi la ricerca è stata svolta a partire dalla selezione di tre casi applicativi facenti parte del circuito dei Musei in Comune e per i quali gli stessi Direttori hanno segnalato problemi di fruibilità, oltre alla volontà di razionalizzare e rifunzionalizzare spazi e percorsi anche ai fini di un rilancio d'immagine. Sono stati presi in considerazione i Musei Capitolini (caratterizzati da una pressione turistica di circa 500.000 visitatori, spazialmente frammentati e problematici sotto il profilo dei percorsi di visita), Palazzo Braschi-Museo di Roma (caratterizzato da una forte attrattività esercitata da importanti mostre temporanee, per la gestione delle quali necessiterebbe di una migliore comunicatività esterna e interna) e la Galleria d'Arte Moderna (caratterizzata da nuove modalità espositive e dall'organizzazione di eventi negli spazi museali che, di per sé, andrebbero inclusi in un sistema informativo globale).

Risultati | Posto che la comunicatività ha costituito il quadro di riferimento entro cui collocare le ipotesi d'intervento sui casi studio, in fase preliminare è stata svolta una ricognizione diretta delle qualità sensoriali degli ambienti e un'analisi del sistema ambientale delle aree critiche in termini di comunicatività. Sono state quindi definite le richieste di prestazione dirette agli elementi tecnici che configurano gli spazi, che hanno contribuito a definire i criteri di scelta dei materiali da includere nel repertorio di soluzioni finalizzate all'incremento informativo, oltre al criterio di reversibilità relativo ai livelli d'intervento (Tab.1) vincolati dalle istanze di tutela, nella logica del minimo intervento.

È stata condotta quindi la fase d'indagine sui materiali potenzialmente applicabili selezionati, in una prima sotto-fase, attraverso la letteratura scientifica e le interlocuzioni dirette con aziende produttrici. È stato indagato l'apporto comunicativo (colore, texture, attributi visivi, proprietà acustiche, olfattive) di alcuni materiali innovativi (fotocromatici, termocromatici/termotropici, elettrocromatici, tessuti a fibra ottica ed elettroluminescenti, pellicole fotoluminescenti,

dicroiche, ecc.) ottenibile grazie alle caratteristiche molecolari. Il risultato riporta una prima selezione dei materiali operata con un approccio di tipo deduttivo, stabilendo come input l'espressività e la capacità di stimolare la memoria sensoriale attraverso proprietà tecniche e sensoriali quali colore, texture, opacità, trasparenza, lucentezza, fotoluminescenza, ecc. (Fig. 2).

Successivamente, nella seconda sotto-fase è stata operata un'ulteriore selezione di materiali con approccio induttivo fondata sulle analogie e sull'esperienza derivanti dallo studio di progetti e applicazioni in ambiti complessi (edifici espositivi, culturali, ma anche aeroporti, strutture sanitarie) scelti tra i più rappresentativi per comunicatività delle scelte materiche, per trasferirne metodologie d'intervento e possibili soluzioni tecniche (Fig. 3). L'esito di questa modalità selettiva ha prodotto una raccolta di best practice che possono essere prese come riferimento, ed eventualmente riprodotte, per progettare la qualità sensoriale negli spazi comuni dei musei.

A titolo esemplificativo si riporta l'esperienza condotta durante un allestimento temporaneo presso lo Stedelijk Museum ad Amsterdam (Fig. 4). Si tratta di progetto denominato Blue Fungus durante il quale i visitatori hanno interagito con lo spazio espositivo utilizzando quattro adesivi consegnati loro all'ingresso del museo. Ogni visitatore poteva applicare gli adesivi sulla pavimentazione del museo, lasciando traccia del proprio percorso; in breve tempo sono emerse informazioni interessanti come i flussi di visita più ricorrenti e i punti di maggiore affollamento. In questo caso, sono state utilizzate etichette di tessuto colorato resistenti a forti trazioni, caratterizzate da uno strato posteriore realizzato con un colloide nanostrutturato, in grado di aderire su tutte le superfici prive di pori. Le etichette possono essere utilizzate più volte ed essere facilmente rimosse senza lasciare residui o perdere il potere adesivo.

I visitatori si sono trovati così a operare, inconsapevolmente, in modo collettivo per crea-

re un'immagine; l'esperienza creativa del pubblico ha modificato lo spazio generando nuove 'identità' e incrementando l'interazione con l'ambiente. Si tratta tuttavia di un'esperienza temporanea determinata da un'installazione artistica e non un'effettiva progettazione delle superfici, ma ha ad ogni modo contribuito, in modo 'analogico', ad agevolare la lettura dello spazio in modo coinvolgente e divertente.

Tra le best practice sistematizzate, esemplificative risultano anche le soluzioni applicate presso il Children's Museum of Pittsburgh (Fig. 5). Nell'area dedicata all'accoglienza i progettisti hanno lavorato sulla realizzazione di pannelli di acrilico fluorescenti, collocati sopra il desk e su una parete laterale interamente vetrata. I pannelli, di dimensione diversa, riportano le informazioni generali sul museo. Al di sopra del desk essi sono ancorati attraverso dei sottili fili in alluminio, dando la sensazione che siano sospesi nell'aria. L'applicazione sulla parete vetrata ha invece previsto l'uso di bacchette cilindriche nel medesimo materiale dei pannelli: un materiale acrilico fluorescente che riflette la luce attraverso i bordi, aggiungendo così brillantezza e colorando le superfici investite dalla luce. Le proprietà ottiche, il comportamento del materiale rispetto all'illuminazione naturale degli ambienti, unitamente agli elementi di graphic design, risultano particolarmente efficaci per richiamare l'attenzione del visitatore sui contenuti informativi, rendendo l'esperienza esplorativa stimolante.



L'intero risultato della fase d'indagine e selezione dei materiali ha portato all'individuazione di circa 150 prodotti con cui è stata condotta la successiva fase di strutturazione del repertorio come strumento di scelta tecnica e morfologica di soluzioni alternative, e di verifica di rispondenza delle prestazioni alle richieste definite nell'analisi del sistema ambientale.

A partire dai processi di selezione consolidati in ambito ingegneristico (Ashby, 2016) e del design (Karana, Hekkert and Kandachar, 2008; Ashby and Johnson, 2009), l'organizzazione delle informazioni proposta parte dall'in-

<p>MATERIALS Thermochromic</p> <p>Technology Pigment for ink</p>	<p>APPLICATIONS Powder for paint</p>  <p>Textile and Faux leather</p>  <p>Paper and Wallpaper</p> 	<p>DIMENSIONS Particle Size: <6 µm</p> <p>TECHNICAL FEATURES Activation Temperature: 28°C Working temperature: -10°C, +60°C Other remarks: CE marking</p> <p>SENSORY FEATURES Glossiness: matte Translucence: 0% Structure: closed Texture relief: smooth Hardness: hard Temperature: cool Acoustics: none Odour: none</p>	<p>COLOUR various</p>
<p>MATERIALS Electrochromic</p> <p>Technology Polymer-Dispersed Liquid Crystal (PDLC)</p>	<p>APPLICATIONS adhesive film</p>  <p>laminated glass</p> 	<p>DIMENSIONS Thickness: 360 µm</p> <p>TECHNICAL FEATURES Visible Light transmission: ON:80%, OFF:4% UV Transmittance: ON:99%, OFF:99% Infrared Blocking: ON:20%, OFF:80% Solar Gain coefficient: ON:0.79, OFF:0.06 Power Supply: 65V±5V/110V±5V ac Energy Consumption: 3.6w Working temperature: -20°C, +60°C Duration: 20 years Other remarks: CE marking</p> <p>SENSORY FEATURES Glossiness: glossy Translucence: ON: 90%, OFF: 0% Structure: closed Texture relief: smooth Hardness: hard Temperature: cool Acoustics: poor Odour: none</p>	<p>COLOUR various</p>
<p>MATERIALS Photoluminescence</p> <p>Technology Photoluminescent pigments of high quality zinc sulfide mixed in vitreous grit and PVC paste.</p>	<p>APPLICATIONS adhesive film</p>  <p>ink and paint</p>  <p>textile</p> 	<p>DIMENSIONS Particle Size: 30-75 µm</p> <p>TECHNICAL FEATURES Resistance to tearing: high Coefficient of friction: 0,71 Luminosity after 2 min: 90 mcd/m2 Luminosity after 30 min: 7 mcd/m2 Luminosity after 60 min: 4 mcd/m2 Reaction to fire: Cfl s1 Min. application temperature: +4 °C Duration: 1 mil. transfers Other remarks: Compliant with ISO 16069:2004</p> <p>SENSORY FEATURES Brilliance: opaque Translucence: 20% Structure: closed Texture relief: smooth Hardness: soft Temperature: medium Acoustics: none Odour: none</p>	<p>COLOUR various</p>

Fig. 2 | Structure of the information for materials deriving from scientific literature and direct contacts with producers (graphics by F. Romagnoli, 2020).

Fig. 3 | Structuring of the information referred to the selection of finishing materials used in renovation projects, according to the communicability requirement (graphics by F. Romagnoli, 2020).

<p>FUNCTIONAL AREA: Acceptance</p> <p>ENVIRONMENT UNIT: Reception area</p> <p>TECHNICAL ELEMENT: Vertical internal partition</p> <p>COMPONENT: Finishing</p> <p>MODIFICATION LEVEL ○○○</p>		<p>MATERIALS 0,5 mm PMMA optical fibres, polyester white yarns and aluminium connector</p> <p>DIMENSIONS Width (A): multiples of 15/50/100 mm Length (B): up to 3000 mm Thickness: 1 mm Weight: 550 gm² approximately Optical fibres diameter: 175µm-2000µm.</p> <p>COLOUR White (colour temperature from 1,700 K to 7,000 K), monochrome or RGB LEDs/high-output LEDs</p> <p>FINISHING Customized pattern or digital print on fabric.</p>
<p>FUNCTIONAL AREA: Temporary Exhibition</p> <p>ENVIRONMENT UNIT: Exhibition room</p> <p>TECHNICAL ELEMENT: Vertical internal partition</p> <p>COMPONENT: Finishing of free standing glass panels</p> <p>MODIFICATION LEVEL ○○○</p>		<p>TECHNICAL FEATURES Luminance: up to 1000 cd/m² Uniformity: ratio (max/min) < 1,3 Reaction to fire: Solution with flame retardant spray Flexibility, minimum radius: 10 mm Working temperature: -30°C, +80°C Power supply: 5 V, 12 V, 24 V, 120 V Control: DMX, DALI, Bluetooth, Wi-Fi, RF Power: 0.3 W, 1 W, 3 W, 3 x 1 W Duration: 50,000 to 100,000 hours Washability: Hand washability with water and soap Other remarks: CE marking</p> <p>SENSORY FEATURES Glossiness: glossy Translucence: 0% Structure: closed Texture relief: smooth Hardness: resilient Temperature: medium Acoustics: poor Odour: none</p>
<p>FUNCTIONAL AREA: Temporary Exhibition</p> <p>ENVIRONMENT UNIT: Exhibition room</p> <p>TECHNICAL ELEMENT: Vertical internal partition</p> <p>COMPONENT: Finishing of free standing glass panels</p> <p>MODIFICATION LEVEL ○○○</p>		<p>MATERIALS Multi-layer polyester, with tough coated polyester top film.</p> <p>DIMENSIONS Width: 1.20m Length: 30m Thickness: 112 µm</p> <p>COLOUR Blue/Magenta/Yellow in transmission Gold/Green/Blue in reflection</p> <p>FINISHING Gloss.</p> <p>TECHNICAL FEATURES Solar Heat Reflectance: 25% Solar Heat Transmittance: 57% Solar Heat Absorbance: 13% Visible Light Reflectance: 22% Visible Light Transmittance: 77% UV Transmittance: 2.6% Working temperature: -40°C, +65°C Duration: 10 years Other remarks: CE marking</p> <p>SENSORY FEATURES Glossiness: glossy Translucence: 50-100% Structure: open Texture relief: smooth Hardness: hard Temperature: cool Acoustics: poor Odour: none</p>

dividuaione della famiglia di materiali al cui interno sono contenuti i principi di funzionamento, per poi dedicare una prima sezione che coniuga le caratteristiche tecniche e sensoriali del materiale. Un ulteriore passaggio ha previsto una sezione aperta all'implementazione di informazioni mancanti o aggiuntive. Si passa poi a prefigurare i possibili contesti ambientali d'inserimento, le possibili tipologie di utenti per cui il comportamento del materiale in esercizio è particolarmente efficace ai fini comunicativi, anche in base ai sensi coinvolti, e una prima previsione di percezione attesa (Fig. 6). Una prima validazione dell'efficacia del repertorio ha permesso la messa a punto di alcune sperimentazioni applicative per i tre casi studio selezionati (Figg. 7-9), elaborate in accordo con i responsabili delle strutture e che prevederebbero comunque una più approfondita verifica di fattibilità tecnica ed economica.

Infine, come sviluppo futuro della ricerca, è stata ipotizzata una fase di applicazione delle soluzioni in sito per verificarne l'efficacia comunicativa attraverso la conduzione di una Post Oc-

cupancy Evaluation rivolta ai reali fruitori degli spazi, per ottenere infine informazioni sulla funzionalità e sul livello di soddisfacimento delle esigenze di incremento comunicativo (Ganucci Cancellieri et alii, 2018).

Conclusioni | Progettare la qualità sensoriale dello spazio in termini di comunicatività attraverso l'applicazione di soluzioni che prevedono l'uso di materiali innovativi sotto il profilo percettivo rappresenta uno dei modi per migliorare la fruibilità di edifici complessi come i grandi Poli Museali romani oggetto di studio. Attraverso l'integrazione di ambiti multidisciplinari diversi, come l'approccio tecnologico alla progettazione, la progettazione inclusiva, la psicologia ambientale, la scienza dei materiali, la comunicazione visiva, tenendo in giusta considerazione anche le istanze legate alla tutela del patrimonio storico, è stato possibile raggiungere più facilmente gli obiettivi specifici relativi alla predisposizione di strumenti operativi come la costruzione di un repertorio dei materiali innovativi selezionabili sulla base del controllo con-

testuale delle prestazioni tecniche e sensoriali, e una prima verifica di fattibilità di sperimentazioni progettuali nei musei selezionati a seconda del livello di intervento.

L'obiettivo generale riferito alla verifica della comunicatività delle soluzioni materiche rappresenta la vera sfida che pone non poche difficoltà in quanto il pieno raggiungimento dovrebbe prevedere un processo di quantificazione di informazioni soggettive. Infatti, i confini tra le proprietà sensoriali dei materiali (attribuibili alla sensazione) e l'attribuzione del significato (attribuibili alla percezione) non sono così ben delineati. In questa fase della ricerca si è cercato di prefigurare possibili processi percettivi, mettendo infine in relazione l'uso delle informazioni contenute nel repertorio con le ricadute sulla qualità comunicativa del progetto (Fig. 10). Sarà comunque possibile reperire dati oggettivi sull'esperienza percettiva di alcune soluzioni materiche attraverso alcune applicazioni reali e il successivo coinvolgimento diretto di un campione rappresentativo di fruitori mediante una valutazione post-occupativa mirata

a valutare l'efficacia degli incrementi informativi in termini di comunicatività.

In every environmental context, whether it be natural or related to buildings, humans cannot restrain from 'feeling'. The senses open appropriate channels for knowledge, they initiate the relation between man and the environment. Without them, we could not feel either the world surrounding us or our body. Knowledge about the outside world, about one's own body (with its 'functioning'), about one's consciousness, as well as the acquired ability to discern materials, colours and bodies, is a property of the senses, which are the engine driving the search that generates experience (Pallasmaa, 2007). Thus, each space is 'attacked' by the senses that capture its essence, activating the interaction and the relation with data gathered by individual sensory readings, culminating in a multisensorial and synesthetic survey of the environment.

Sensation is, therefore, the first contact between human and environment (Stanley, Ward and Enns, 2004) and is based on immediate and direct experiences about qualities and environmental features usually generated by simple and isolated physical stimuli. The next step refers to the attribution of meaning and is related to perception: a complex psychological process, influenced by cultural context, experience, memory, and individual sensitivity (Schiffman, 2008). Indeed, the senses are by no means passive receptors of stimuli coming from the environment; rather, they are search mechanisms that detect what the individual knows and, often, what the individual is looking for. Sensation and perception are unified and inseparable processes for knowing and understanding space that set humans apart in terms of receptors and interpreters of various types of stimuli.

It is possible to address these processes

from the first steps of the design activity, by trying to act on the ability of the environment to provide information as intelligible and meaningful as possible. Through design, not only is it possible to meet functional requirements, but one can also efficiently exploit solutions that deploy environmental stimuli in order to evoke sensations and guide perceptions towards specific information, describing qualities, relations among parts, features and values of places. In this context, a path to be explored is the one leading to communicability of the environment as a requirement defined as the attitude of a spatial element, a typological unit or a piece of equipment to be perceivable by all and, in particular, by people with sensory or cognitive problems (Lauria, 2002).

Making a space communicative by enhancing its usability entails both enabling wayfinding, by easing the development of cognitive maps, and facilitating perceptual processes and globally improving human-environment interaction and increasing the appreciation level of a place. A communicative space acts in a positive way on complex cognitive abilities such as memory, attention, perception and decision making. Furthermore, it facilitates the mental representation of logical and visual strategies (Thorndyke and Hayes-Roth, 1982). Activities such as 'searching', 'deciding' and, therefore, 'moving', can be eased by the presence of specific information to be conveyed by environmental features (materials, lighting, etc.).

From the design perspective, therefore, it is possible to include intentional signals (Felli, Lauria and Bacchetti, 2004) conveying a predetermined meaning, which should be as clear as possible. It should also be assessed in a multisensory framework, according to the principle of inclusive design (Conti, Tatano and Villani, 2016). However, like all environmental requirements, communicability expects proper features and performance from the technological system and elements that configure spaces. One out of the many opportunities to achieve and control effi-

cient performance in terms of communication is selecting a suitable combination of materials since the early stages of the design project. These are high-priority actions to explicitly describe morphological, perceptual and performance content (including financial aspects). In order to implement such actions, deep knowledge is required about specific building behaviour determined by properties that can be not only technical (i.e., measurable parameters, such as physical, mechanical, thermal, and optical features), but also sensory features, that when used together can produce physiological and psychological stimuli.

Materials are indeed the interface between users and space (Manzini, 1986) and, as conveyors of meaning, they play a central role in terms of both qualitative and communicability aspects. By using their physical and surface features, as well as colour, it is possible to influence emotional relations and perceptual aspects; it is also possible to make an environment more communicative (and so more usable) by relying on the functions and features that materials can offer since materials are far from being neutral elements when it comes to choices, but rather they are active and pervasive. Therefore, a designer wanting to exploit the relevant potential of so-called sensory materials – that today can be micro and nano-structured – has to deal with a considerable field of constantly growing possibilities, and with complex and heterogeneous sets of technical information, not always objective, that necessitate regulatory criteria and specific assessments, including as regards the implementation context.

Unlike the physical properties of materials, that are traditionally consolidated and decisively objective (being defined by widely adopted standards and units of measure), sensory properties can be defined by both objective and subjective attributes (Zuo, 2010). Objective attributes refer to physical features (colour, texture, hardness, etc.), while subjective ones are related to

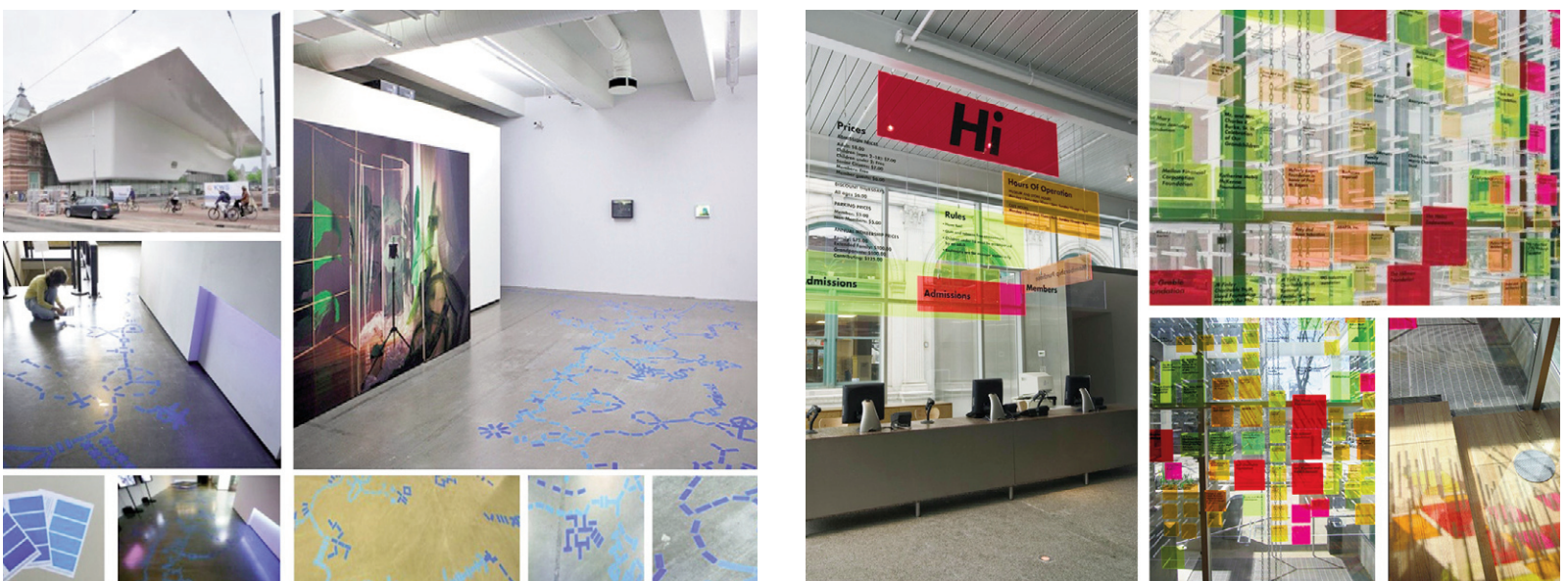


Fig. 4 | 'Blue Fungus' – Deep Screen Art in Digital Culture, Stedelijk Museum of Amsterdam, by Luna Maurer, 2008 (source: poly-luna.com).

Fig. 5 | Children's Museum of Pittsburgh, by Pentagram Design, 2006 (source: pittsburghkids.org).

the interpretation of these features. Most designers use the sensory properties of materials based on their experience since they cannot refer to better-structured information.

For this reason, this paper, that generally addresses the sensory quality of design finalized to creating communicative spaces – especially within highly crowded public buildings, which need to be ‘read’ and ‘interpreted’ without generating stress and fatigue – intends, more specifically, to propose an organization system for structured information about new generation smart materials. Indeed, the author is convinced that in order to create communicability it is important to provide more information on materials, by integrating specific sensory properties (brightness, for instance) along with related parameters that objectively influence that property (for example, the refraction index), completing the data with indications on which user groups could benefit depending on the sensory channels involved.

The systematic organization of this disparate set of information could facilitate designers in selecting materials, assessing sensory and perceptual user expectations. It could then guide them in the process of identifying intentional signals and conveying appropriate communication meaning, having first verified the conformity between these and the design context. Concerning these possibilities, the paper aims at presenting the results of two studies, funded by Sapienza University of Rome¹ and supported by the Sovrintendenza Capitolina ai

Beni Culturali of Rome, addressing, in general, the material characterization of reception and distribution spaces of the large Museum Hubs of Rome, using sensory materials impacting on usability. A preliminary result was the definition of a database of materials, aiming at supporting appropriate decision making for specific building features, and addressing expressive material characterization of the technical elements configuring indoor spaces.

Material characterization of reception and distribution areas in museums | Public buildings with a cultural function such as the large national Museum Hubs – studied in this paper – can be considered as strategic city buildings², in relation to the deep changes they underwent in terms of services for the public. Furthermore, they are objectively complex structures. Thanks to the many initiatives pursued by MIBACT following the reform of museums and funding for them, in 2019 more than 55 million visitors were received by these facilities (Istat, 2019). The data related only to the civic museums of Rome managed by the Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali (called Musei in Comune) – some of which are presented in this paper as case studies – report 2 million visitors (Agenzia Roma, 2018).

If the critical elements distinguishing so-called ‘complex’, highly crowded facilities are size, flow and type of users, goods and products, diversity of services, and relation between main and side activities, then museums can be

certainly included in this category. Therefore, they would need re-purposing actions aiming at optimizing usability, usage modes and visits duration, by making the elements that have the highest impact on usability more communicative. By excluding the specific spaces dedicated to cultural content, which are structured according to precise methodologies, attention can be paid to strategic spaces and areas intended for socializing: functional reception areas (information spots, ticket office, multimedia rooms etc.), additional services (bookshop, commercial areas, cafeteria and restaurant, areas for education labs etc.), and distribution spaces (horizontal and vertical connections).

Therefore, one should intervene on the factors that concur in defining the quality of signals sent by the material features of technical elements configuring spaces (floors, cladding, false ceilings etc.) – in terms of meaning and pertinence, considering the perceptual potential of different user-profiles and by respecting the historical and cultural values of the sites. To this end, the study has addressed the use of new materials able to provide entirely new and unexpected features – thanks to technologies that can manipulate and structure matter at the micro and nano-scale, thus acting at the molecular and atomic level (Addington and Schodek, 2005; Ritter, 2007; Sposito, 2009; Scalisi, 2010; Pagani, Chiesa and Tulliani, 2015).

Within the wide spectrum of ever-growing possibilities offered by the market, we considered those materials that could ‘show’ be-

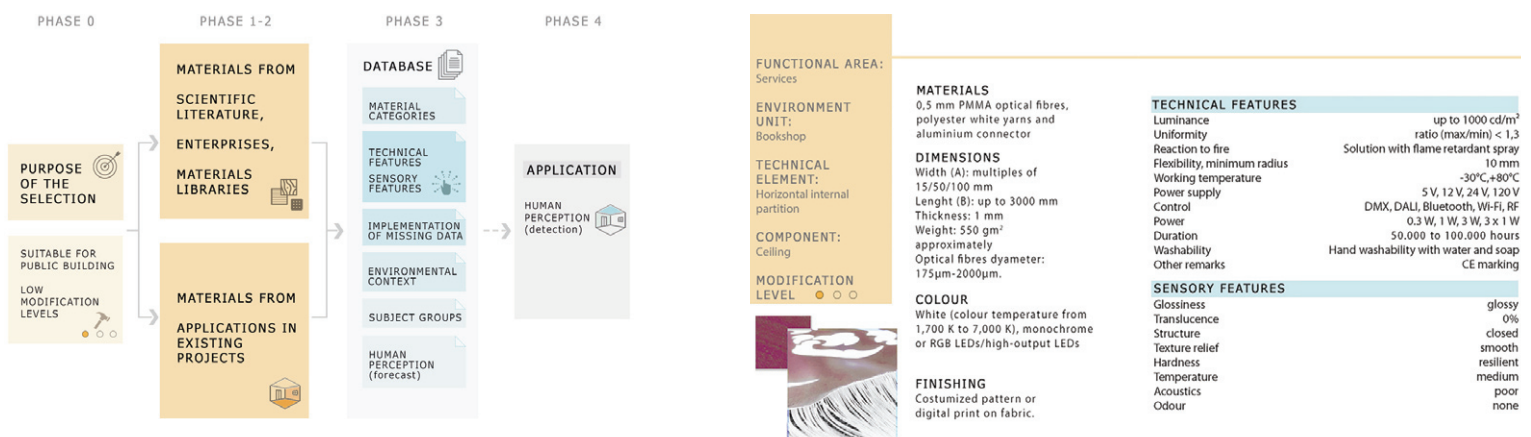


Fig. 6 | Diagram of the research phases (graphics by F. Romagnoli, 2020).

Fig. 7 | Internal courtyard of the Galleria D'Arte Moderna in Rome. Proposal for the application of false ceiling panels, made of an aluminium frame and covered by a textile weft interwoven with optic fibre, lighted with LEDs. The texture forms a customized pattern (in this case, written text) so to increase information related to additional services (graphics by F. Romagnoli, 2020).

Next page

Fig. 8 | Distribution court in the Museo Romano, Palazzo Braschi in Rome. Proposal for the application of electrochromic film on the glass wall. The self-adhesive film is applied to the existing glass surface and is electrically powered. Its behaviour can be controlled remotely or with a switch: when the system is turned on, the film is transparent, while it becomes opaque again when the stimulus returns. In this specific case, it can hide from the public any in-progress setup while at the same time highlighting the serigraphy that communicates information on the upcoming temporary exhibition (graphics by F. Romagnoli, 2020).

Fig. 9 | Musei Capitolini: an emergency exit. Application proposal for a photoluminescent adhesive strip to increase communicability of the existing signs. The device is reversible; it can mark the escape route in case of low lighting and signal the limits of the path and the presence of fire extinguishers in case of fire. In normal visibility conditions, the presence of the photoluminescent strip has a minimal aesthetic impact. Its use is appropriate within historical and prestigious buildings (graphics by F. Romagnoli, 2020).



aviours determined by innovative features through a direct interaction between humans and surfaces. Indeed, it is usual to appreciate smart and nanostructured materials because of their extraordinary ‘intangible’ features, such as mechanical and physical properties, resistance, thermal isolation, waterproofing, self-cleaning etc. The main points of observation and selection of materials in the study were mainly ‘tangible’ features, to design sensory experiences and take advantage of their communicative abilities, which can be used to assign values and meanings going beyond simple fruition, by acting on surfaces, treating them as an actual testbed for innovation. The direct, visible features of these materials can activate ‘attentional’ processes by possibly stimulating all senses, including the so-called atypical sense of touch extended to the entire body (Bloomer and Moor, 1997).

In fact, what is important in relation to the information increase to be implemented for communicability of existing spaces is the ability of these materials to produce various stimuli capturing visitors’ attention. Attention is selective; the concept of selection implies shifting attention from an event to another, and this can happen both voluntarily and involuntarily. If within the reception areas of a museum facility we don’t focus our attention on a specific object, but we move in the environment without any particular concentration, we miss many things, including precious information for usability, until something stimulates our attention.

Often, this happens when some elements emerge by contrasting with the others and activate unexpected reactions.

During our study, this was the main concept guiding the selection of materials to be included in the database. A further filter was applied about the impact that the micro and nano-scale of material components determine on communicative features, such as the granulometry of pigments in photoluminescent materials, which directly impacts on luminance and the duration of the luminous emission (Fig. 1).


Methodology | As a continuation from previous studies performed in the field of wayfinding for museum buildings (Villani, 2018), we present here the first results of a study pursuing sensory quality in the re-purposing project for the great Museum Hubs – in order to increase communicability using innovative materials – as a factor impacting on usability. The research field is restricted to shared spaces of museums that have a larger impact on the experience of visitors. The feedback of the main stakeholders, i.e. the Sovrintendenza Capitolina ai Beni Culturali of Rome (and some museum directors in particular), were considered. This objective was identified also to conform with recommendations from the European Union about museum spaces. Indeed, it is important to remember that improving the usability of museum spaces is framed within the context of Audience Engagement (AE), defined as a strategic, dynamic and interactive process to make

arts more accessible. More specifically, AE aims at involving single individuals and communities in events related to culture also through new artistic expressions and new technologies (European Commission, 2012).

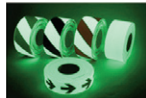
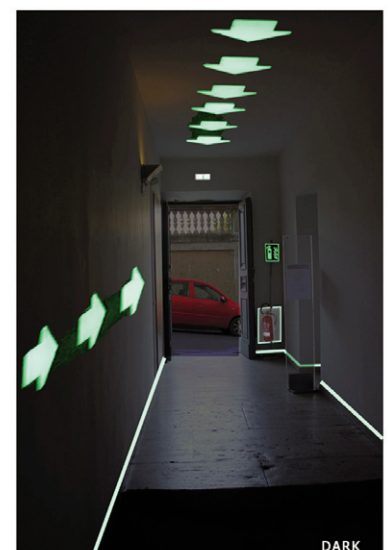
The implications identified and discussed during several exchanges with the various actors involved in the museum field (Superintendents, museum Directors, Designers, Curators, visitors, employed staff, quality certification Entities) are related to: Enhancement of these facilities in terms of resources, increasing the sense of hospitality they can provide, and the control of surroundings; Maximizing usability and reducing so-called ‘museum fatigue’, that is the gradual loss of attention towards exhibitions caused by mental and physical fatigue due to the difficulty in ‘reading’ and understanding environmental stimuli contained in museum spaces; Facilitating an intuitive human-environment interaction (stress-reducing factor); Optimizing resources by reducing time spent by the staff reassuring and helping visitors with difficulties, thus providing the feeling of a well-organized quality service to increase the number of visitors (financial sustainability factors); Improvement of the dissemination of the cultural topics explored by the exhibitions (cultural factor).

Operatively, the study was carried out starting from the selection of three case studies belonging to the Musei in Comune network. Usability problems for these sites were reported by the directors themselves, in addition to their

FUNCTIONAL AREA: Acceptance	MATERIALS Electrochromic	TECHNICAL FEATURES Visible Light transmission ON:80%, OFF:4% UV Transmittance ON:99%, OFF:99% Infrared Blocking ON:20%, OFF:80% Solar Gain coefficient ON:0.79, OFF:0.06 Power Supply 65V±5V/110V±5Vac Energy Consumption 3.6W Working temperature -20°C, +60°C Duration 20 years Other remarks CE marking
ENVIRONMENT UNIT: Courtyard	Technology Polymer-Dispersed Liquid Crystal (PDLC)	SENSORY FEATURES Glossiness glossy Translucence ON: 90%, OFF: 0% Structure closed Texture relief smooth Hardness hard Temperature cool Acoustics poor Odour none
TECHNICAL ELEMENT: External window		
COMPONENT: Finishing		
MODIFICATION LEVEL ● ○ ○		



FUNCTIONAL AREA: Distributive	MATERIALS Photoluminescence	TECHNICAL FEATURES Resistance to tearing high Coefficient of friction 0.71 Luminosity after 2 min 90 mcd/m2 Luminosity after 30 min 7 mcd/m2 Luminosity after 60 min 4 mcd/m2 Reaction to fire Cfl s1 Min. application temperature + 4 °C Duration 1 mil. transfers Other remarks Compliant with ISO 16069:2004
ENVIRONMENT UNIT: Corridor	Technology Photoluminescent pigments of high quality zinc sulfide mixed in vitreous grit and PVC paste.	SENSORY FEATURES Brilliance opaque Translucence 20% Structure closed Texture relief smooth Hardness soft Temperature medium Acoustics none Odour none
TECHNICAL ELEMENT: Vertical internal partition		
COMPONENT: Finishing		
MODIFICATION LEVEL ● ○ ○	DIMENSIONS Particle Size: 30-75 µm	
	COLOUR various	

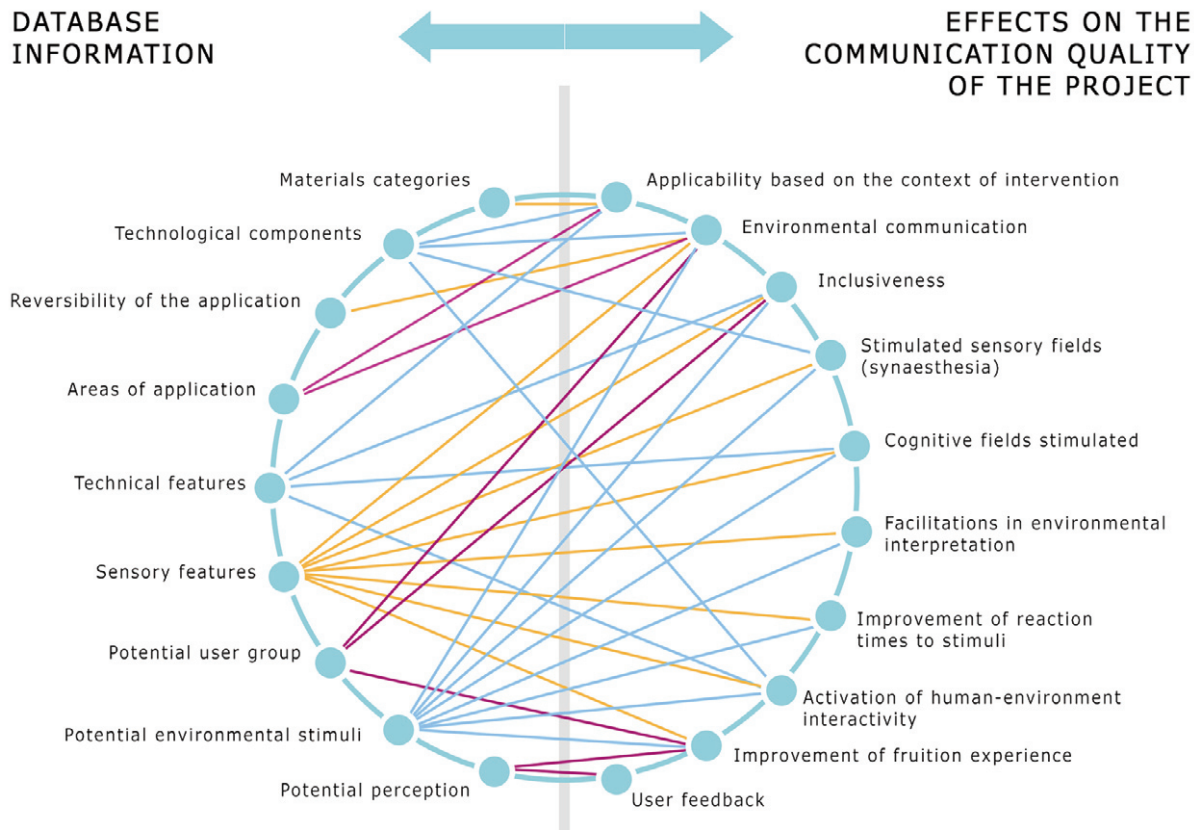


Fig. 10 | Systematic summary of the impact of the innovative materials database on the communication quality of the design project (graphics by F. Romagnoli, 2020).

intention to rationalize and repurpose spaces and routes, also to improve the museums' public image. The sites taken into consideration were: Musei Capitolini, which receive around 500,000 visitors per year, and are spatially fragmented in terms of routes; Palazzo Braschi Museum in Rome, whose important temporary exhibitions are very attractive and should be managed with better external and internal communication; Galleria d'Arte Moderna, which provides new exhibition solutions and organizes events in museum spaces that should be included in a global information system.

Results | Given that communicability was the reference framework where intervention solutions were to be included, a direct preliminary survey was performed concerning the sensory qualities of the areas and an analysis of the environmental system of critical areas for communicability. The performance requirements for the technical elements of spaces were defined, which contributed to identifying the selection criteria for the materials to be included in the database of solutions to increase information, in addition to the reversibility criterion for the levels of intervention (Tab. 1), constrained by preservation needs, in a minimum impact perspective.

A survey was then performed concerning the potentially applicable selected materials, through scientific literature review and direct exchanges with producers. The communication quality of some innovative materials – obtained thanks to their molecular features – was investigated in terms of their properties, including colour, texture, visual attributes, and acoustic and olfactory features. The materials included were photo-chromatic materials, thermochromic

and thermotropic materials, electro-chromatic materials, fibre optic and electroluminescent textiles, photoluminescent films, etc. The result reports a first selection of the materials conducted with a deductive approach, by using as input the expressiveness and the ability to stimulate sensory memory through technical and sensory qualities such as colour, texture, opacity, transparency, brightness, photoluminescence, etc. (Fig. 2).

Then, as a second step, a further selection of materials was carried out, with an inductive approach based on a comparative study of projects and applications in complex contexts (exhibition and cultural buildings, but also airports and medical facilities). These were chosen as the most representative in terms of communicability of materials used, to transfer their methodologies and possible technical solutions (Fig. 3). The result of this selection method was a collection of best practices that can be taken as references and possibly reproduced, to design sensory quality in museum shared spaces.

As an example, we describe the experience conducted during a temporary installation at the Stedelijk Museum of Amsterdam (Fig. 4). It was a project called Blue Fungus where visitors interacted with the exhibition area by using four stickers handed to them at the museum entrance. Each visitor could apply the stickers on the museum floor, leaving a trace of their route. Within a short time, interesting information emerged, such as the most recurring visitor flows and the most crowded spots. In this case, coloured cloth labels were used, which were resistant to strong traction and had a back layer made with a nanostructured

colloid that can stick to all non-porous surfaces. The labels can be reused several times and can be easily removed without leaving residues or losing their adhesive power.

Thus, the visitors unknowingly operated collectively to create an image; the creative experience of the audience has changed space by generating new 'identities' and increasing therefore the interaction with the environment. This was, however, a temporary experience based on an art installation, and so it was not an actual design project for surfaces. It has nonetheless contributed, 'analogically', to facilitate the reading of space fascinatingly and amusingly.

Another example of systemic best practice is provided by the solutions implemented at the Children's Museum of Pittsburgh (Fig. 5). In the reception area, designers have worked on developing acrylic fluorescent panels, placed above the desk and on a sidewall entirely made of glass. The variously sized panels present general information about the museum. Above the desk, they are anchored with thin aluminium threads, giving the illusion that they are suspended in the air. The application on the glass wall, instead, was achieved with cylindrical sticks made of the same material as the panels: a fluorescent acrylic material that reflects light through the borders, thus adding brightness and colouring the illuminated surfaces. The optical properties, the behaviour of the material for natural environmental lighting, along with elements of graphic design, are very efficient in inducing visitors to focus their attention on informative content, thus making the visit experience stimulating.

The overall result of the survey and selection of materials led to the identification of about

150 products, which formed the basis for the structuring of the database as a tool to choose alternative solutions (from a technical and morphological perspective) and verify that features are suitable for the requirements of the building system.

Starting from consolidated selection methods in engineering (Ashby, 2016) and design (Karana, Hekkert and Kandachar, 2008; Ashby and Johnson, 2009), the organization of the information first identifies the family of materials containing functional principles, then provides a section on technical and sensory features of the material. A further step concerned the definition of a section allowing the inclusion of missing or additional information. Then the possible contexts for application are outlined, along with the possible user groups that could benefit from the material's properties in terms of communication, and a preliminary prediction of the expected perception (Fig. 6). Initial validation of the efficiency of the database enabled the development of some application experiments for the three selected case studies (Figg. 7-9), which were agreed upon with the managers of the facilities and which should be tested more in-depth for technical and financial feasibility.

Notes

1) The two funding schemes refer respectively to the Sapienza Athenaeum 2016 study entitled 'Wayfinding and environment configuration in museums for the promotion of cultural heritage and sustainability: innovative materials and technical solutions', and to the Sapienza Athenaeum 2019 study entitled 'Analyses of flows and impact factor on usability of the large Museum Hubs of Rome for the optimization of visit paths'. The author is the Scientific Manager of both studies.

2) ICOM (International Council of Museums) and ICOMOS (International Council on Monuments and Sites); for further details see: archives.icom.museum/codes/italy.pdf [Accessed 7 February 2020].

References

Addington, D. M. and Schodek, D. L. (2005), *Smart Materials and Technologies in Architecture – For the Architecture and Design Professions*, Architectural Press, Oxford.

Agenzia Roma (2018), *Relazione Annuale 2018 – Cultura e tempo libero – Sintesi dei principali indicatori del servizio*. [Online] Available at: www.agenzia.roma.it/documenti/schede/relazione_annuale_2018_cap_6_cultura_e_tempo_libero.pdf [Accessed 26 April 2020].

Ashby, M. F. (2016), *Materials Selection in Mechanical Design*, 5th Edition, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford.

Ashby, M. F. and Johnson, K. W. (2009), *Materials and Design – The Art and Science of Material selection in product design*, 2th Edition, Elsevier Butterworth-Heinemann, Amsterdam.

Bloomer, K. C. and Moor, C. W. (1997), *Corpo, memoria, architettura – Introduzione alla progettazione architettonica*, Sansoni Editore, Firenze.

Conti, C., Tatano, V. and Villani, T. (2016), "Accessibilità ambientale: verso l'inclusività nella progettazione | Environmental accessibility: towards inclusiveness in design", in Lucarelli, M. T., Mussinelli, E. and Trombet-

Indeed, as future development of this study, a phase of in situ application of the solutions could be implemented to verify their communicative efficiency by using a Post Occupancy Evaluation addressing the actual users of the spaces. This would be useful to obtain information on functionality and on the extent to which communicability needs have been met (Ganucci Cancellieri et alii, 2018).

Conclusions | Designing and planning the sensory quality of space in terms of communicability based on solutions using innovative materials is one of the ways to improve the usability of complex buildings such as the large Roman Museum Hubs, studied in this paper. Through the integration of multidisciplinary methods – such as the technological approach to design, inclusive design, environmental psychology, material science, and visual communication – and keeping conservation needs in mind, it was possible to achieve specific objectives. These are related to the development of operative tools such as the creation of a database of innovative materials that can be selected by checking technical and sensory features, and to a preliminary feasibility verification of design experiments for the case

studies according to the level of intervention.

The general objective involving the assessment of communicability of material solutions is the true challenge. The difficulties it entails are many since a full implementation would require a quantification process of subjective information. Indeed, the boundaries between the sensory properties of materials (related to sensation) and the attribution of meaning (related to perception) are not well defined. In this phase of the study, we tried to outline possible perceptual processes, correlating the use of information found in the database with the impact on the communicative quality of the design project (Fig. 10). It will, however, be possible to retrieve objective data on the perceptual experience of some material solutions through real applications and direct involvement of a significant user sample using a post-occupancy evaluation, aiming at assessing the efficacy of information improvements in terms of communicability.

ta, C. (eds), *Cluster in progress – La Tecnologia dell'architettura in rete per l'innovazione | The Architectural technology network for innovation*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna, pp. 28-41.

European Commission (2012), *European Audiences – 2020 and beyond*. [Online] Available at: doi.org/10.2766/32988 [Accessed 26 April 2020].

Felli, P., Lauria, A. and Bacchetti, A. (2004), *Comunicatività ambientale e pavimentazioni – La segnaletica sul piano di calpestio*, ETS Edizioni, Pisa.

Ganucci Cancellieri, U., Manca, S., Laurano, F., Molinaro, E., Talamo, A., Recupero, A. and Bonaiuto, M. (2018), "Visitors' satisfaction and perceived affective qualities towards museums: the impact of recreational areas | Soddifazione dei visitatori e qualità affettive percepite dei musei: l'impatto delle aree ricreative", in *Rassegna di Psicologia*, vol. 35, n. 1, pp. 5-18.

Istat (2019), "L'Italia dei musei", in *Statistiche Today*, 23 December 2019. [Online] Available at: www.istat.it/it/files/2019/12/LItalia-dei-musei_2018.pdf [Accessed 26 April 2020].

Karana, E., Hekkert, P. and Kandachar, P. (2008), "Material Considerations in Product Design: A Survey on Crucial Material Aspects Used by Product Designers", in *Materials & Design*, vol. 29, issue 6, pp. 1081-1089.

Lauria, A. (2002), "La comunicatività ambientale", in *Paesaggio Urbano*, n. 1, pp. 32-38. [Online] Available at: www.paesaggiourbano.org/2019/09/02/paesaggio-urbano-2002_1/ [Accessed 7 February 2020].

Manzini, E. (1986), *La materia dell'invenzione – Materiali e progetto*, Arcadia Edizioni, Milano.

Pagani, R., Chiesa, G. and Tulliani, J.-M. (2015), *Biomimetica e Architettura – Come la natura domina la tecnologia*, FrancoAngeli, Milano.

Pallasmaa, J. (2007), *Gli occhi della pelle – L'Architettura e i sensi*, Jaca Book, Milano.

Ritter, A. (2007), *Smart materials in architecture, interior architecture and design*, Birkhauser, Basel.

Scalisi, F. (2010), *Nanotecnologie in edilizia – Innovazione tecnologica e nuovi materiali per le costruzioni*, Maggioli, Santarcangelo di Romagna.

Schiffman, H. R. (2008), *Sensation and Perception*, 6th Edition, John Wiley & Sons, New York.

Sposito, A. (ed.) (2009), *Nanotech for Architecture – Innovative Technologies and Nanostructured Materials*, Luciano Editore, Napoli.

Stanley, C., Ward, L. M. and Enns, J. T. (2004), *Sensation and Perception*, 6th Edition, Harcourt Brace, Fort Worth.

Thorndyke, P. W. and Hayes-Roth, B. (1982), "Difference in Spatial Knowledge Acquired from Maps and Navigation", in *Cognitive Psychology*, vol. 14, issue 4, pp. 560-589.

Villani, T. (2018), "Materiali e soluzioni tecniche per il wayfinding nei musei | Materials and technical solutions for wayfinding in museums", in *Techné | Journal of Technology for Architecture and Environment*, vol. 16, pp. 289-298. [Online] Available at: doi.org/10.13128/Techné-23000 [Accessed 12 March 2020].

Zuo, H. (2010), "The selection of materials to match human sensory adaptation and aesthetic expectation in industrial design", in *METU Journal of the Faculty of Architecture*, vol. 27, n. 2, pp. 301-319. [Online] Available at: doi.org/10.4305/METU.JFA.2010.2.17 [Accessed 12 March 2020].