

The image features a central logo consisting of the letters 'WA' stacked above 'ME'. The letters are filled with a horizontal gradient from pink on the left to blue on the right. This logo is centered within a series of four concentric, slightly irregular octagonal outlines. The innermost octagon is dark blue, and the outermost is a vibrant pink. The background is black, and the overall composition is framed by several curved, overlapping lines in shades of pink and blue that create a sense of depth and movement.

**WA  
ME**

**WILL  
A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE  
MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED  
AGAIN\_?**



A mia nonna Cecilia  
la vera Rockstar



**WILL  
A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE  
MAKE PEOPLE  
FEEL **CONNECTED**  
AGAIN\_?**

Autore: Gabriele Rossi  
Matricola: 917040

Relatore: Prof. Mario Bisson  
Correlatore: Prof. Giuseppe Andreoni

A.A. 2020-2021



**POLITECNICO**  
MILANO 1863

Politecnico di Milano  
Scuola del Design  
C.d.L.M. Design & Engineering



**WA  
ME**

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**



<b>00.INTRO</b>	<b>PAG</b>	<b>05.CONCEPTING</b>	191
• Introduzione	18	• La risposta è sì!	192
• Struttura e obiettivo di tesi	21	• Cosa è W.A.M.E.?	197
• Abstract [ITA]	22	• All around the geodetics	204
• Abstract [ENG]	24	• Using concepts	213
	26	• Usability e Inclusiveness	239
<b>01.FORECASTING SCENARIO</b>	31	• Market benchmark	261
• Esperienza Erasmus	32	• Final design considerations	270
• Lo scenario non improbabile	38		
<b>02.BENCHMARK</b>		<b>06.ENGINEERING</b>	191
• Electric Digit-Land	49	• Grasshopper	281
• Una cattiva progettazione	78	• Definizione sezione	283
		• Materiali e processi produttivi	286
<b>03.PERCEZIONE MULTISENSORIALE</b>	85	• Componenti Make	297
• Multi-sensorialità?		• Componenti Buy	319
• Ideastesia e sinestesia			
• La luce e il colore		<b>07. VALIDAZIONE DELL'IDEA</b>	331
• Il suono		• Cost Model	332
• Light cancellation: la luce come il suono		• Service design hypothesis	342
<b>04.LO SPAZIO PROGETTUALE</b>	161		
• Background	164	<b>08. SVILUPPI FUTURI</b>	
• Challenge	172	• Cuffie VR	352
• Framing the Idea	174	• Personalizzazione Pannelli	356
• Driver progettuali	177	• Moduli Fotovoltaici	362
		• Controlli touch e rilevamento del movimento	364
		<b>09.RINGRAZIAMENTI</b>	367
		<b>10.REFERENCES</b>	371



# 00. **Introduzione**

//

**“Design is a formal response to a strategic question.”**

**Mariona Lopez**

Entrepreneur, Design and Innovation, Teacher. Co-Founder of Wopala.org  
Barcelona, Spain

## Intro

Alla domanda “Will a multi-sensory experience make people feel connected again?” la risposta è lampante, ma da il là a quante interpretazioni?

Potremmo pensare a come, direttamente, un’esperienza multisensoriale possa salvare l’umanità. Ma da cosa?

Pensiamo allora a cosa sia un’esperienza multisensoriale: guidare? Fare un’escursione? O un abbraccio?

Lascio a voi trovare una risposta e il possibile ragionamento.

Ritengo doveroso precisare che il senso di sentirci “connessi” non vuole ricordare come nel 2021, grazie alla tecnologia e alle estensioni del nostro corpo ad essa collegati, siamo rimasti vincolati, letteralmente, ad un movimento di pollice in rete. A come noi, donne e uomini, abbiamo vissuto gli ultimi due

anni, distanziati e isolati, durante i quali ci siamo sentiti individui singoli e non un insieme di persone o una comunità. Da soli abbiamo sofferto, da soli non abbiamo potuto condividere momenti ma siamo diventati cinture nere di panificazione, lamentele e del “*l’ho letto in internet*”.

Ho immaginato questo elaborato come un qualcosa da sfogliare, con un colpo d’occhio diretto, immediato, ricordando che al centro di questa tesi vi è l’**User Experience**, quindi l’utente, non il prodotto industriale in sé.

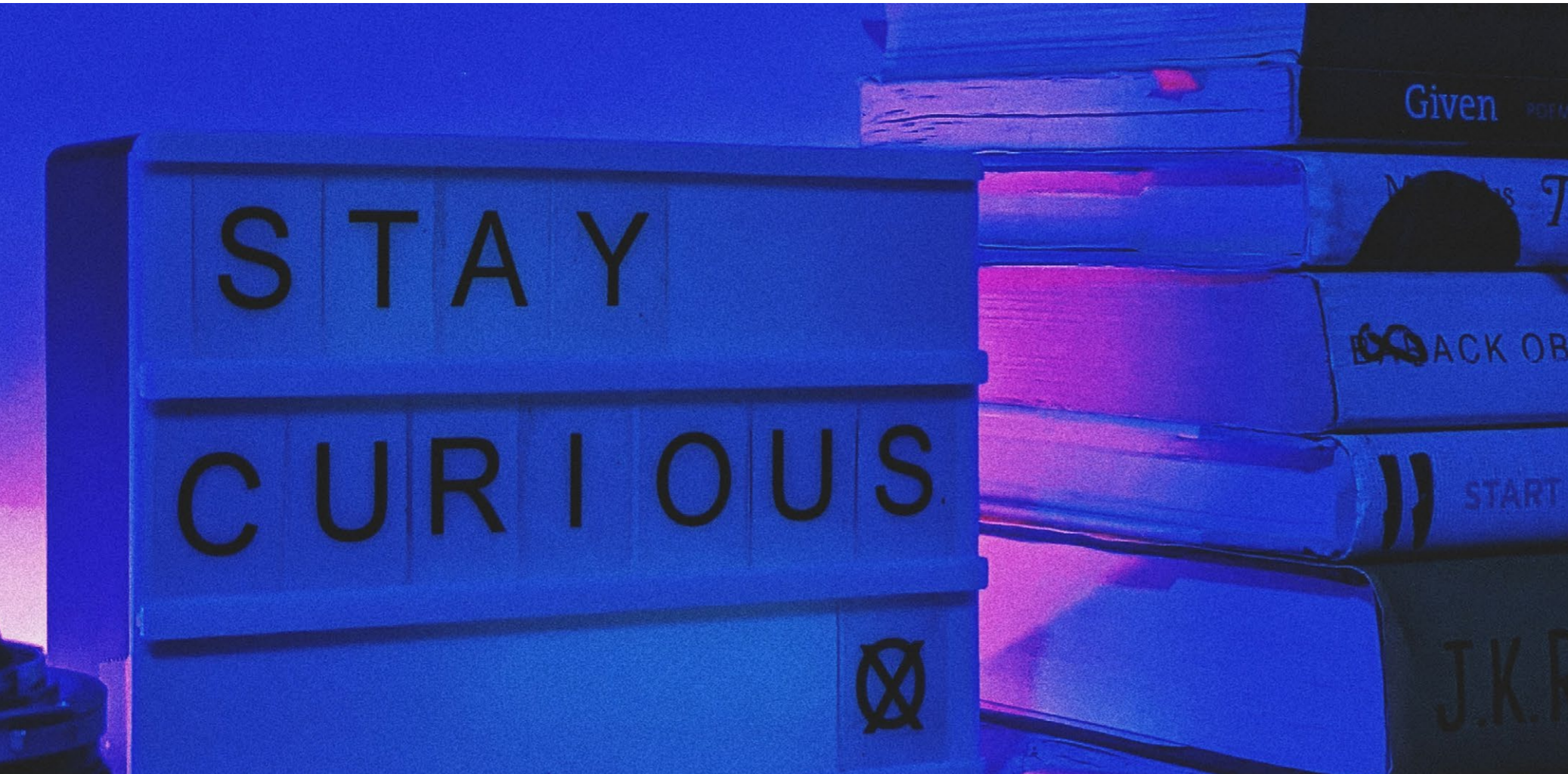
Per questa motivazione sono convinto che la comunicazione debba essere efficace, empatica e chiara, così che la UX risulti semplice ed immediata, nonostante la complessità per gestirla.

Mi sono, quindi, chiesto chi avrebbe letto questo elaborato e confrontandomi con amici, parenti e colleghi ho voluto rendere il tutto il più piacevole possibile, immediato e chiaro.

D’ispirazione è stata mia mamma Antonella, distante anni luce dal contenuto tecnico di questa tesi, immaginandola leggere questo scritto senza il mal di testa.

E fin da subito la ringrazio per questo.

Ecco perché è un **magazine**.



[3] JUSTIN HEAP, May 2021, Stay curious, Unsplash

## **Che cosa è?**

**WAME** non è solo un prodotto.

**WAME** è un ambiente, un acronimo, un brand, un modo di comunicare e fruire gli eventi 2.0.

**WAME** è alta connettività tra sé e quanto ci circonda; è connettività sia con le persone che amiamo sia con gli sconosciuti.

**WAME** non conosce limiti né diversità.

**WAME** è la prima shared experience immersiva pensata per tutti gli esseri umani.

Will a multi-sensory experience \_\_\_\_ ?

## **Struttura e obiettivo di tesi**

L'obiettivo di questo elaborato è quello di mostrare come la realtà estesa e i suoi derivati possano diventare un organismo fluido nel quale muoverci, comprenderne i meccanismi e i suoi vantaggi. Grazie all'esperienza maturata in passato, quando l'uomo usufruiva di un'interfaccia bidimensionale, oggi la realtà estesa, aumentata e virtuale offre, combinata all'intelligenza artificiale dello Spatial Computing, un'interfaccia dinamica ed user friendly di livello e completezza superiori rispetto a qualsiasi altra.

Oggi (ahimè!) esistono vincoli tecnologici che limitano di fatto gli obiettivi cui l'essere umano aspira - e che sarebbe naturalmente in grado di realizzare. I recenti momenti vissuti, hanno di fatto dimostrato come siamo in grado di fare fronte a qualsiasi difficoltà, affidandoci a ciò che nei secoli l'ha distinta nell'evoluzione: la capacità intellettuale.

Con questo elaborato intendo dimostrare come, attraverso esperienze multisensoriali, sia possibile controllare la percezione di ciò che ci circonda: creando un ambiente controllato in grado di eliminare i limiti imposti dalla tecnologia, è possibile far percepire ai nostri sensi quanto l'orizzonte sia ancora più in là di quello fino ad ora conosciuto. Tale progetto poi, per semplificazione e scelte progettuali, è stato indirizzato verso l'uso pubblico, destinato ad eventi multimediali di qualsiasi natura artistica: siano essi musicali, mostre d'arte o di design.

Questo lavoro di tesi si struttura seguendo un percorso progettuale double diamond: Scenario, ricerca, framing, product concepting, engineering e sviluppi futuri. Il lettore è guidato attraverso un percorso visuale e scritto, pensato per colpire l'occhio, scatenare l'effetto WOW e introdurlo sul concetto di shared experience.

## Abstract

L'uomo è sempre stato alla ricerca di un modello ideale e utopico di vita, dando sfogo alla propria immaginazione miscelando la tecnica con la creatività, seguendo sogni e speranze, dando al prossimo la possibilità di seguire e condividere gli stessi o di nuovi.

Ne sono d'esempio le ultime ricerche e gli investimenti nel campo dell'aeronautica spaziale, i successi di SpaceX con i loro ultimi modelli di booster e razzi in grado di rientrare nell'atmosfera in seguito all'adempimento della loro funzione atterrando in sicurezza e permettendone il riutilizzo nei lanci successivi, abbattendo così i costi.

È stato naturale al contempo stimolante lasciarmi ispirare da quelle grandi menti e dai Blockbusters di fantascienza nel pensare di investire il ruolo del designer con quello di fautore di un futuro più a misura d'uomo. E sono proprio quei

Blockbusters di fantascienza con le scritte a caratteri cubitali nello spazio ad avermi ispirato a darmi l'incipit per un ambiente controllabile, nel quale modificare la percezione dell'uomo e giocare con i sensi.

Credo sia spontaneo immaginare come un ambiente si possa trasformare in uno totalmente diverso proprio grazie al "Simulatore Ambientale Olografico", o chiamato in vo "Holodeck", di Star Trek (Star Trek: The Next Generation, 1987 - 1994), ovvero una tecnologia fantascientifica in grado di ricreare ambienti reali combinando campi di forza, alterazioni della materia e proiezioni olografiche (Wikipedia).

Del resto, come analizzato nel presente elaborato, l'alterazione della percezione umana è possibile, e seguendo questa affermazione è

possibile alterare nella percezione il volume di un oggetto.

È interessante considerare l'etimologia della parola 'schermo': "derivazione di schermire (dal germanico skirmjan, che significa proteggere), nel linguaggio moderno viene intesa più genericamente come un oggetto interposto tra due cose, di varia forma e dimensione, che svolge la funzione di difesa o protezione".

Lo schermo potrebbe essere considerato come un qualcosa che svolge la funzione di dividere. Ma, allora, uno schermo per la realtà aumentata o virtuale, potrebbe dividere noi stessi dagli altri e dalla realtà stessa?

## **Abstract**

Humanity has always been looking for an ideal and utopian model of life, giving vent to his imagination, mixing technique with creativity, following dreams and hopes, creating the opportunity for future generations to follow and share the same or new.

Examples of this are the latest research and investment in the space industry, the successes of SpaceX and their latest models of boosters and rockets able to re-enter the atmosphere following the fulfilment of their function, landing safely and allowing reuse in subsequent launches, thus reducing costs.

It was natural at the same time inspired by those great minds and by the Blockbusters of science fiction in re-thinking the figure of the designer to create a more human-friendly future.

And it is thanks to those Blockbusters

with huge titles in space that inspired me for a controllable environment, in which it is possible to change the perception of humans and play with the senses.

It is spontaneous to imagine to transform any environment into a different one thanks to the "Holographic Environmental Simulator", also known as "Holodeck", by Star Trek (Star Trek: The Next Generation, 1987 - 1994), a science fiction technology able to recreate immersive environments combining force fields, material alterations and holographic projections.

Moreover, as analyzed in the present report, the alteration of human perception is possible. Following this affirmation, it is possible to alter in the perception the volume of an object. It is interesting to consider

the etymology of the word 'screen', which comes from "fences" - from the Germanic 'skirmjan', which means to protect - and, in modern language, is used to name an object interposed between two things, of various shape and size, which performs the function defences or protection.

So, the screen can be considered as something that performs the function of dividing. But, then, could an augmented or virtual reality screen divide us from each other and from reality itself?

**Pertanto, sintetizzando gli elementi espressi nei paragrafi precedenti, si definisce l'Abstract del progetto come:**

**“Realizzazione di un ambiente fisico controllabile, in grado di offrire all'utente un'esperienza multisensoriale condivisibile degli eventi socio-culturali, attraverso una maggiore interattività e immersività senza l'uso di visori o schermi”**

**Therefore, summarizing the elements expressed in the previous paragraphs, the abstract of this thesis is:**

**“Creation of a controllable physical environment, able to offer the user a shared multi-sensory experience of socio-cultural events, through greater interactivity and immersive without the use of viewers or screens”**

WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?

## **01.** *Forecasting the scenario*

//

**“Sono convinto che il progettare  
corrisponda a una pulsione  
profonda dell’uomo, come l’istinto  
di sopravvivenza, la fame, il  
sesso. Siamo una specie che vuole  
**modificare** il suo ambiente.”**

**Enzo Mari**

[4] Enzo Mari, foto di Ramak Fazel, Triennale di Milano



## Esperienza Erasmus

A inizio 2020, ignaro di quello che sarebbe successo dopo pochi mesi, mi trasferii a Londra per completare il secondo semestre con l'esperienza Erasmus+, e concludere così il mio percorso di studi. Scelsi come destinazione Loughborough University London e in particolare il corso MSc Design Innovation Management.

In università seguii dei corsi che erano più focalizzati nella sfera umanistico-psicologica del design in genere e, in particolare, il laboratorio scelto era indirizzato verso una comprensione del design di sistema-prodotto, introducendo i concetti di service design. Approfondii così aspetti di fruibilità, User Experience e un'analisi di quegli elementi intangibili che ci fanno acquistare un prodotto - artefatto, brand o simili - rispetto ad altri e che in gergo vengono chiamati "Meanings", responsabili anche della creazione di affetti nei confronti di un qualcosa.



[5] TESSERINO di Loughborough University of London, London 2020

L'esperienza mi permise quindi di affrontare e far miei tutti quegli aspetti che in qualche modo avevo trascurato o per lo meno non erano così prioritari nel C.d.L.M. Design & Engineering, consentendomi di completare la mia figura professionale. In particolare, durante il corso

di Foresight and Strategy, appresi cosa realmente volesse dire immaginare uno scenario, dal più probabile al più irrealista ma comunque realizzabile e possibile, analizzando con attenzione critica tutti gli elementi che compongono il "Future Thinking". Essendo designers, abbiamo tutte le abilità



[6] The Mall, la strada che porta verso Buckingham Palace, London - UK, 2020, foto personale

necessarie per poter immaginare e fare queste previsioni, ma è necessario apprendere il linguaggio associato a questa pratica.

“Foresight and Strategy” in italiano significa letteralmente “Previsione e Strategia”, quindi fare delle ipotesi sul futuro per agire strategicamente al loro presentarsi - gli inglesi direbbero “Engage the future”. Fare una previsione significa considerare ciò che può accadere, utilizzando determinati strumenti per inquadrare possibili scenari futuri. La tecnica del Foresight diventa necessaria: per poter agevolare il cambiamento, spingiamo sull’innovazione attraverso l’attenta analisi di ciò che è avvenuto in passato, accade in quell’esatto momento e si prevede che cambi nel futuro. Per esempio, per creare consapevolezza attorno all’argomento del cambiamento climatico, si utilizzano questi strumenti del “Foresight and Strategy” per creare innovazioni tecnologiche, nuove soluzioni e movimenti psicologici etici per variare i nostri comportamenti relativi a questo argomento - awareness - come le diverse riunioni che si sono tenute nei mesi scorsi a riguardo.

Fare Foresight è strategico: esso ci permette di pensare in anticipo a come comportarci di fronte a determinate situazioni, quelle ipotizzabili, e inoltre, essere strategici significa redigere un piano o un metodo che elenchi una serie di operazioni atte ad ottenere un preciso risultato. Per esempio, in un’azienda, analizzare cosa sta facendo il nostro target, il nostro competitor e il segmento di mercato di riferimento, significa creare delle strategie di marketing e ideare nuovi prodotti adatti per essere efficaci sul segmento di riferimento, permettendo di diventare i Market Leaders.

Esistono però eventi imprevedibili. Per esempio la pandemia di COVID-19. Sebbene ci sia chi ha affermato in passato che l’uomo verrà sconfitto dalle malattie perché non investe nella ricerca medica e altre visioni simili o più estreme, era di fatto impossibile prevedere un evento di questa portata. Questo genere di accadimenti vengono definiti con il termine anglofono di “Black Swan”. I cigni neri, non sono altro che eventi sorprendenti per la loro natura ed imprevedibilità e proprio per

queste caratteristiche sono in grado di cambiare completamente le nostre abitudini e vite.

Analizzare i trend ed eseguire un benchmark di mercato, rappresentano la base per questa pratica. Per trend si intendono dei filoni o dei cluster comportamentali, diventando un indicatore di ciò che “va di moda” in quel momento e restano delle informazioni accessibili anche in futuro - pensiamo ad esempio agli anni 60 e immediatamente abbiamo delle immagini fisse in testa che rappresentano i trend di quel momento.

Quindi, in pratica, sono una collezione di informazioni provenienti da diverse sorgenti/fonti che ci permettono di individuare dei pattern comportamentali, stilistici e funzionali che caratterizzano il presente.

Infine, i Trend ci consentono di visualizzare dei possibili



[7] HARRY POTTER, Sibilla Cooman docente di Divinazione nei film di Harry Potter, prima apparizione in HP e il Prigioniero di Azkaban, 2004, Warner Bros

cambiamenti del futuro, valutando il suo grado di “novità”: più è recente e meno sarà probabile che cessi di esistere, più è datato, maggiore sarà la velocità di obsolescenza degli artefatti che vi appartengono. È opportuno evidenziare che l’analisi di questi filoni non significa necessariamente che devono essere seguiti fiduciosamente: molto spesso i prodotti dotati di una personalità invecchiano prima di quelli minimal - iMac del 2007 vs tutti i PC da gaming.

A volte può capitare di notare all’interno di questi fiumi, dei mini eventi che cambiano momentaneamente direzione. La tecnica osservativa dello “spotting”, ovvero notare, è utile nell’individuare questi momentanei cambiamenti che possono rivelarsi strategici, offrendo loro la possibilità di creare nuovi trend, quindi diventare un probabile market leader.



[8] MICHAEL DZIEDZIC, Fire and Ice: Crystal Pyramid photographed in studio. 2016, Unsplash

## Uno scenario non improbabile

Nel momento in cui ho ipotizzato uno scenario nel quale inserire WAME e realizzare questo elaborato, ne ho ipotizzato uno credibile,

basato su degli elementi che ogni giorno viviamo o per lo meno siamo consapevoli esistere. Ho ideato quindi uno scenario contemporaneo, non distopico né perfetto, ma neanche apocalittico. Essere improbabile significa avere "scarsissime o quasi nulle possibilità di verificarsi" (Oxford Languages -

Google), quindi essere poco credibili sull'avvenire. Che senso avrebbe, quindi, ipotizzare di progettare in un mondo in cui l'umanità è allo stremo, le risorse naturali scarseggiano, l'avanzamento tecnologico è nullo e l'unico modo di sopravvivere è quello di abbracciare gli ideali di Mad Max?

Poniamoci esattamente nel momento in cui sto scrivendo questa tesi, di notte, con una campagna vaccinale funzionante e parallela agli sforzi da parte delle amministrazioni nella responsabilizzazione della società nel vaccinarsi. Si discosta dal nostro oggi perché in questa visione l'umanità ha perso la sua empatia, chiudendosi ai legami emozionali. È spontaneo chiederci come, ma non è poi così improbabile. Lo scorso anno sono stati emanati una serie di provvedimenti e limitazioni atti a ridurre l'esposizione al virus e al suo diffondersi, imponendo restrizioni

dove necessario, limitando le uscite di casa, evitando contatti fisici e avviando operazioni di lavoro ed educazione a distanza. Attualmente, però, i dati ISTAT riportano che la situazione non è drammatica, segnalando un aumento di sedentari tra gli over 65, ma come hanno dimostrato gli scaffali vuoti dei Decathlon c'è stato un aumento dell'attività fisica domestica. Il che è un bene.

Ma contemporaneamente conosciamo persone che hanno sofferto, persone diventate disoccupate, individui che si sono chiusi in se stessi, allontanando amici, amori e parenti. C'è chi ha sofferto per dei lutti... Siamo tutti consapevoli o per lo meno conosciamo qualcuno che, nonostante l'allentamento delle restrizioni, non esce più di casa per qualsiasi motivo. Non sono casi

estremi di isolamento personale e sociale come gli hikikomori, ma il confine è labile.

Alcuni servizi giornalistici hanno parlato di un incremento di casi di depressione e gli psicologi hanno individuato la sindrome Long-Covid, in cui i soggetti soffrono principalmente del prolungarsi dei sintomi della pandemia, in cui esprimono paura dell'uscire di casa con il rischio di esporsi a minacce ed infezioni (sindrome della capanna), sentimenti di abbandono e senso di solitudine sia durante il periodo di isolamento in casa che post allentamento delle misure di contenimento della prima fase. Come per tutte quelle situazioni che nascono dalle esperienze traumatiche, la sindrome Long-COVID porta con sé dei tratti comuni, come per l'appunto la depressione,

un senso di stanchezza, alterazioni dell'umore, e non prevede una cura mirata ma bensì richiede il passare del tempo per ristabilire psicologicamente un senso di equilibrio. Quindi il suggerimento degli psicologi è quello di imparare ad ascoltare le proprie debolezze, emozioni e difficoltà, affrontandole con l'obiettivo di accoglierle e capire che fanno parte di noi, soprattutto quelle poco piacevoli, comprendendo che è normale provarle. Ed è qui, che il suggerimento di porsi degli obiettivi e mantenere una vita attiva, per quel che si poteva fare, ha spinto molti a fare sport in casa, ponendo così le basi per un'umanità più consapevole e per certi versi più "ricca", profonda ed empatica (Le conseguenze psicologiche del Covid a lungo termine (long covid) - 2021). Ma se tutto questo non fosse accaduto? O meglio, se l'umanità

avesse fallito nel ripartire emotivamente e la pandemia si fosse acuita, non mortalmente, ma creando una situazione in cui l'uomo avrebbe compreso drammaticamente la sua debolezza inasprendo le restrizioni?

Tornando allora allo scenario, lo stato di pandemia globale non è ancora stato annullato e nel frattempo l'essere umano ha imparato a convivere, con uso di mascherina, con procedure di igienizzazione, no ai contatti fisici e sia il lavoro che la didattica a distanza sono ormai una normalità: l'umanità, nonostante l'allentamento dei provvedimenti anti-COVID, ha smesso di relazionarsi fisicamente, ha timore di ricreare legami forti e reali. Di conseguenza, in prospettiva futura, questo è uno scenario decisamente più freddo e preoccupante proprio perché potremmo abituarci a tale

status vivendi. L'umanità entra effettivamente in una nuova normalità nella quale i legami interpersonali fisici diventano lontani e nostalgici, le nuove generazioni conoscono solo il contatto attraverso nuove tecnologie all'avanguardia.

L'avanzamento degli studi in campo psicologico, umanistico e sociale ha permesso ai progettisti di realizzare UX e UI di uso quotidiano e individuale perfette, quasi da non far rimpiangere a nessuno l'assenza di contatto - l'anno scorso hanno presentato un progetto per la realtà virtuale in grado di simulare la sensazione tattile del contatto. Vi sembra improbabile? O un racconto di Mamoru Oshii? Ripensando alle presentazioni legate al mondo informatico degli scorsi mesi, agli eventi ludici a distanza con realtà aumentata oppure alle innumerevoli

videochiamate con amici e parenti, non mi sembra così improponibile, anzi potrebbe essere esattamente una situazione parallela alla vita quotidiana. Ne sono esempio le presentazioni di Apple, Microsoft e Samsung dei mesi scorsi: estremamente belle, immersive, che gridano l'effetto wow e la risposta non è uno scrosciare di applausi, ma un semplice swipe up per l'acquisto.

Un esempio che ho trovato particolarmente interessante è avvenuto l'anno scorso durante i lockdown, nei quali è stato pubblicato in rete un mondo virtuale che permette a dei privati di posizionare virtualmente e in 3D il loro negozio e quindi vendere al dettaglio i loro prodotti. Gli utenti che si collegavano creavano degli avatar e potevano effettivamente indossare quei capi e visualizzarli in 3D prima di effettuare un acquisto, creando così una nuova esperienza digitale pensata per emulare quella reale ma con significati nuovi. Per alcuni di noi, internet è diventato il rifugio, assumendo una forma più complessa di come poteva esserlo prima. Penso per esempio ad alcuni miei studenti di musica dell'anno scorso durante le sessioni di DAD,

che mi parlavano sia di quanto gli mancasse uscire di casa per giocare con gli amici che della loro ennesima kill in Fortnite o l'ultimo dungeon di Minecraft.

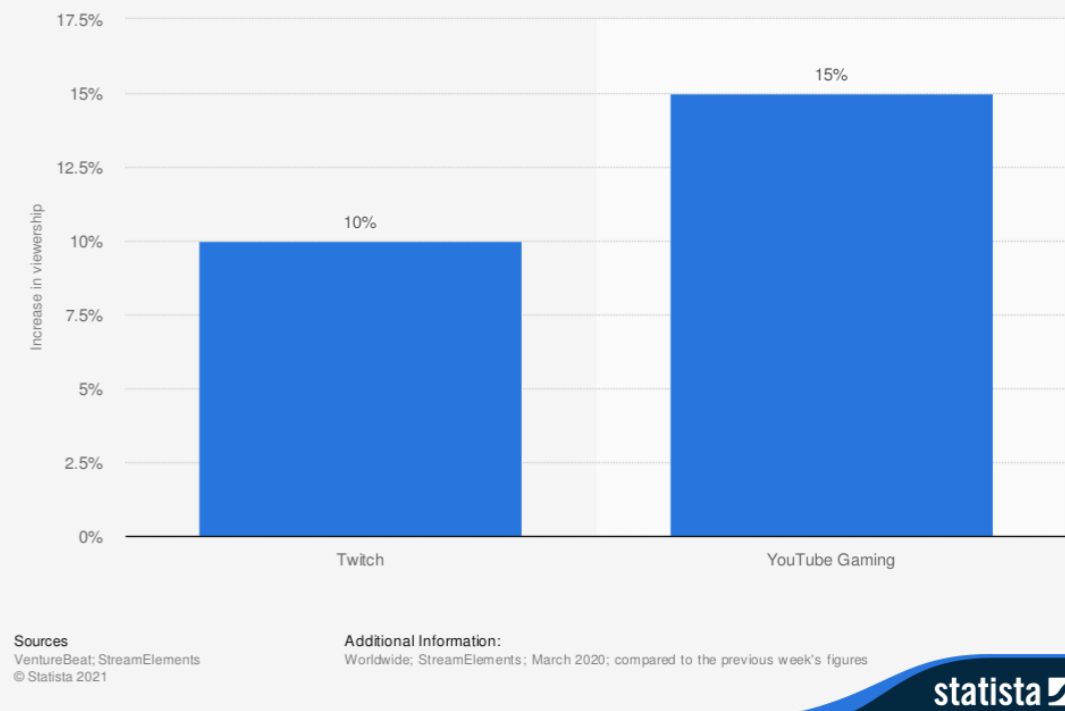
Da Statista.com è possibile visionare le differenze tra marzo 2020 e marzo 2021 sullo share di internet, in particolare è evidente come ci sia stato un incremento sostanziale di persone, soprattutto giovani, che hanno speso ore sui social media, siti di streaming (Twitch e youtube) e altri.

In conclusione, lo scenario che ho ipotizzato è in grado di farci venire seri dubbi sulla nostra quotidianità perché ci spaventa la sua profonda credibilità.

In questo mondo, come potrebbe l'uomo tornare a provare empatia ed essere di nuovo emotivo? Ho trovato la mia risposta scrivendo il titolo della mia tesi: "Will a multi-sensory experience make people feel connected again?"

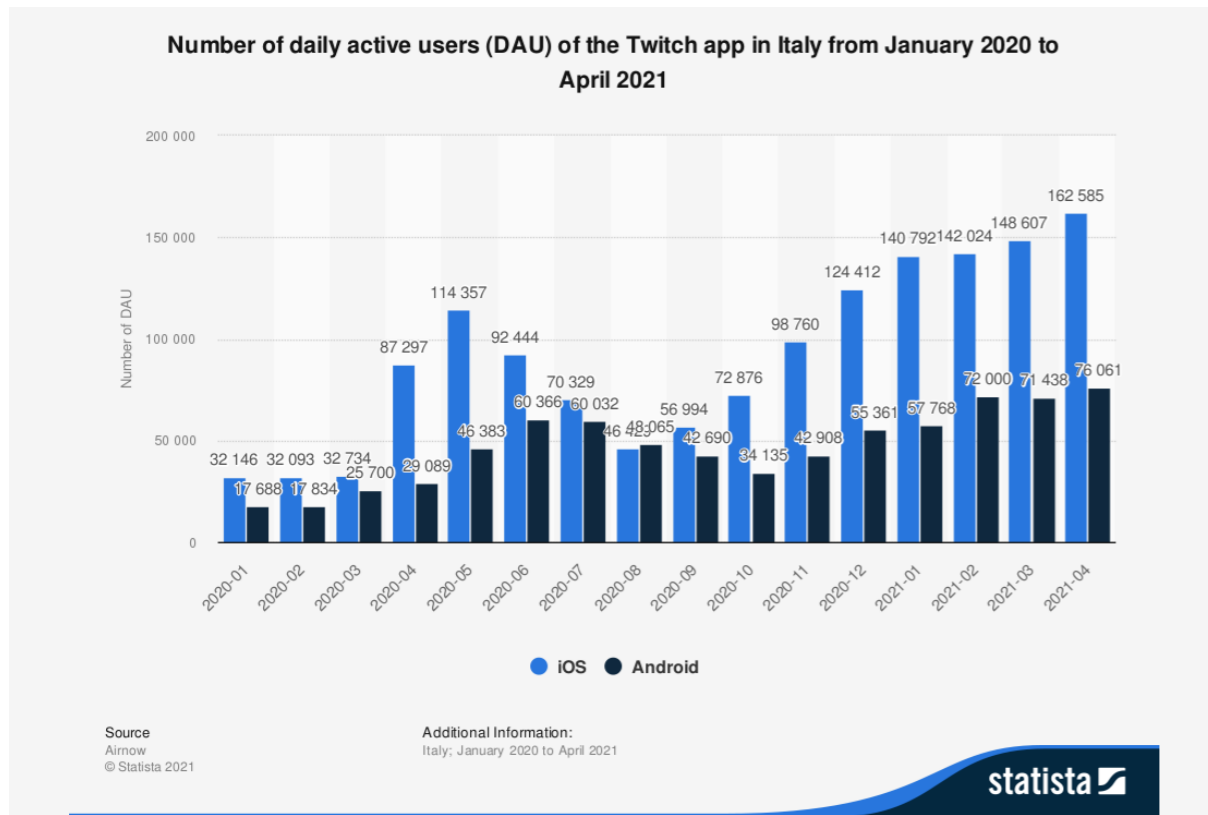
Manzini, con fare confortevole, ci ricorda che l'uomo innova costantemente, soprattutto quando vi è la combinazione di due fattori: la comprensione della natura del

Increase in viewership on Twitch and YouTube Gaming as a result of the coronavirus (COVID-19) pandemic worldwide as of March 2020



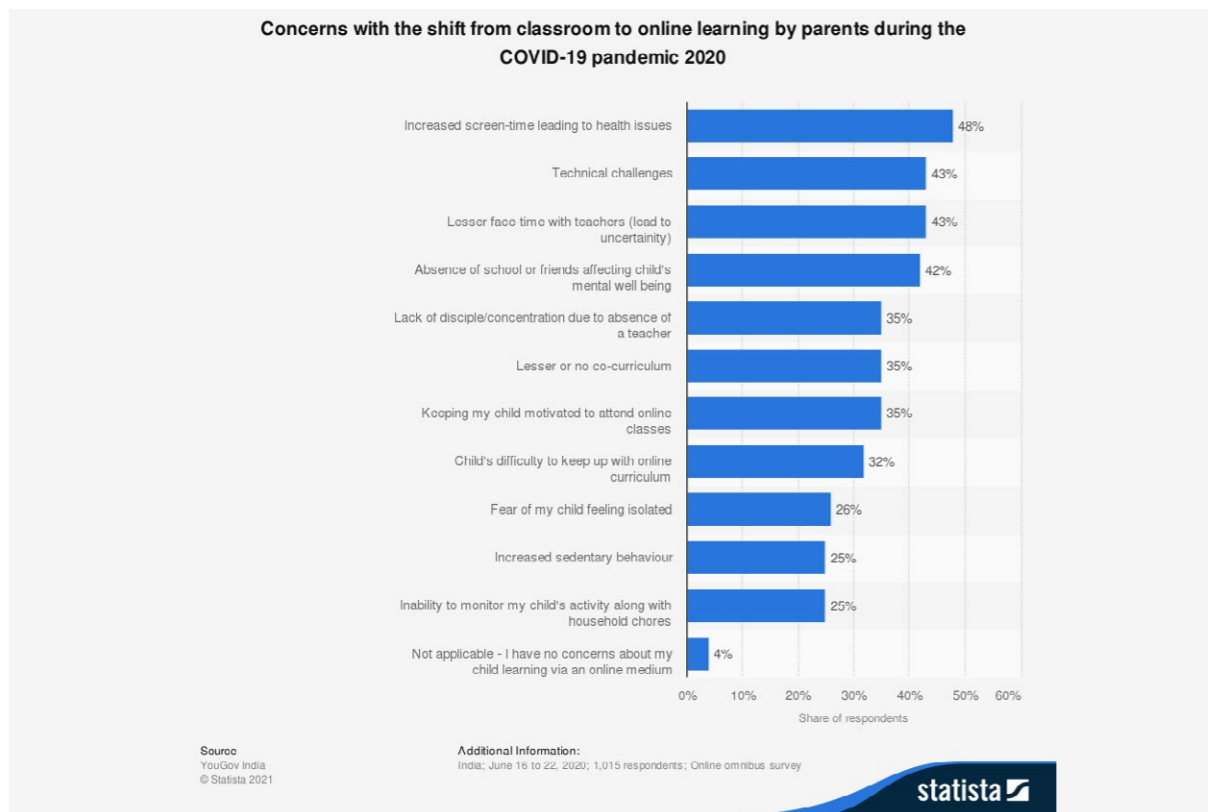
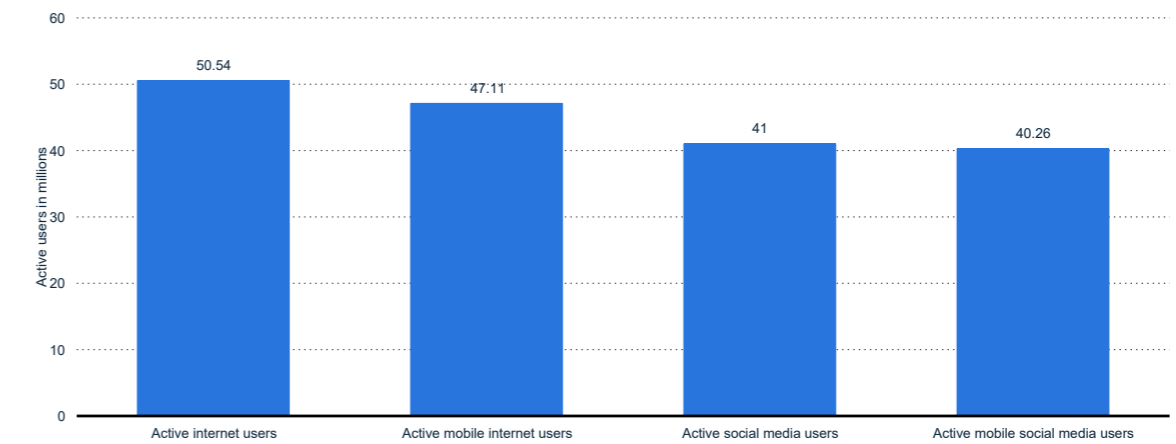
A fianco [9] STATISTA, March 2020, COVID19 - Twitch and YouTube Gaming Viewership Increase

problema e nell'iniziativa dell'uomo nel ricercare il potenziale delle varie possibili soluzioni. In questo modo esso è in grado di affrontare un problema, individuare le opportunità e ideare soluzioni (E. Manzini, Design when everybody designs, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts, London, UK - 2015).



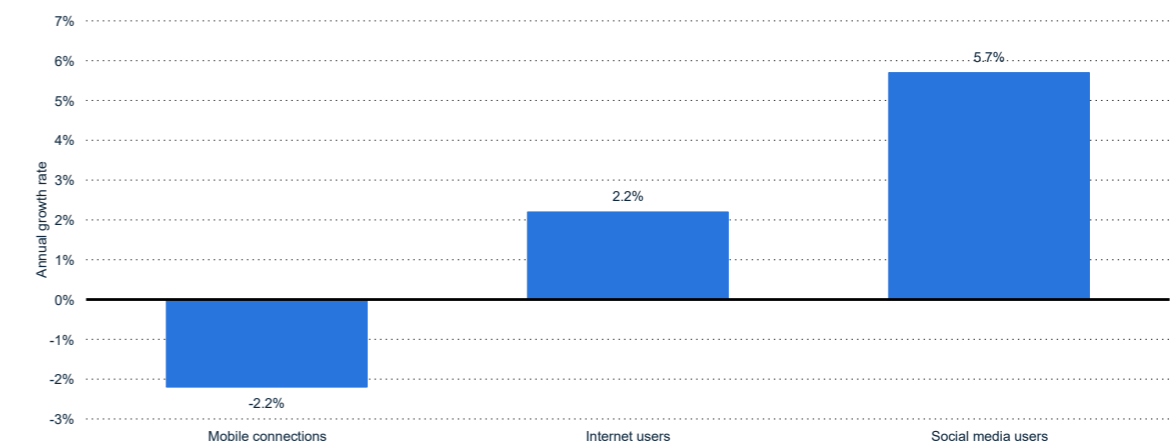
## Digital population in Italy as of January 2021 (in millions)

Italy: digital population as of 2021



## Annual growth of digital population in Italy as of January 2021

Italy: annual growth of digital population 2021



In alto [10] STATISTA, Twitch App Daily Active Users - DAU in Italy 2020 - 2021  
 In basso [11] STATISTA, Parental Concerns with Online Learning During the COVID19 Pandemic 2020

In alto [12] STATISTA, 2021, Digital population in Italy as of January 2021, Internet Usage in Italy, Dossier, pp15  
 In basso [13] STATISTA, 2021, Annual growth of digital population in Italy as of January, Internet Usage in Italy, Dossier, pp16

## 02. Benchmark

//

**“Ho creato Oasis perché sentivo di non avere un posto nella vita reale dove andare. **Non sapevo stabilire un contatto con le persone.** Ho avuto paura per tutta la mia vita, fino al momento in cui ho saputo che stava finendo. È stato allora che ho compreso che per quanto terrificante e dolorosa la realtà a volte sia, rimane l'unico posto in cui mangiare un pasto decente. Perché, **la realtà... è reale.**”**

**James Halliday**

James Halliday, Ready Player One (Ready player One, Steven Spielberg, 2018)  
[14] Nathan Watson 3D rendered cubes in a holographic wave pattern, May 2021,  
Unsplash

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

**WAME**





[15] STEVEN SPIELBERG, 2018, James Halliday presents OASIS, Ready Player One Movie

## **Electric Digit-Land**

Quando ipotizziamo un progetto legato alla user experience interattiva o estremamente immersiva, un tech enthusiast come me vola immediatamente con la fantasia verso ciò che racchiude la realtà digitale, scordandosi lo stato dell'arte di questo segmento, e dell'essere umano nella sua totalità e centralità - come direbbero gli sceneggiatori di Occhi del cuore: "così, de botto, senza senso" (Boris, Episodio 1x06, Luca Manzi, 2007). Ricordiamoci il titolo di questa tesi "will a multi-sensory experience make people feel connected again?" e, citando il famoso album di Hendrix, vi chiedo: "Have you been experienced... into Digital Reality?"

Facendo appello alla nostra creatività, si viene colti da un immediato entusiasmo nel rispondere, molti però si fermerebbero a ragionare più approfonditamente alla questione domandandosi cosa intendo per realtà digitale, pochi altri partirebbero lungo la tangente e saluti. Realisticamente: trovo semplicistico e banale parlare di realtà virtuale, aumentata e mista tenendo i concetti separati, soprattutto perchè nei nostri giorni, l'una non esclude l'altra e concretamente rappresentano delle variazioni nel campo della realtà digitale, dovute dallo scopo finale dello sforzo progettuale.

Procediamo con ordine iniziando col capire cosa si intende per realtà virtuale. Treccani riporta: "Simulazione all'elaboratore di una situazione reale con la quale il soggetto umano può interagire, a volte per mezzo di interfacce non convenzionali, estremamente sofisticate, quali occhiali e caschi su cui viene rappresentata la scena e vengono riprodotti i suoni, e guanti (dataglove) dotati di sensori per simulare stimoli tattili e per tradurre i movimenti in istruzioni per il software" (realtà virtuale nell'Enciclopedia Treccani - 2021). Trovo estremamente preoccupante questa affermazione, perché non giustifico che una qualsiasi cosa progettata dall'essere umano per se stesso debba

Introducing . . .

# sensorama

The Revolutionary Motion Picture System that takes you into another world with

- 3-D
- WIDE VISION
- MOTION
- COLOR
- STEREO-SOUND
- AROMAS
- WIND
- VIBRATIONS



○ PATENTED

SENSORAMA, INC., 855 GALLOWAY ST., PACIFIC PALISADES, CALIF. 90272  
TEL. (213) 459-2162

essere complessa o estremamente sofisticata. Se la forma segue la funzione e il minimalismo non muore mai, perché mai progettare qualcosa per il quale, poi, ci dovremmo adattare, comprendendone i modi e i linguaggi, accettandone gli elementi visivi, anziché idearlo direttamente per noi: l'essere umano?

Ed è proprio la problematica che, tolto l'entusiasmo iniziale per il prodotto in sé, ho notato osservando e utilizzando criticamente i visori per la realtà virtuale: una volta individuati i difetti, necessitano correzioni di progettazione, refresh e almeno lo sforzo di qualcuno per provare a vedere il topic da un altro punto di vista. Per esempio, se ci lasciamo trasportare dal mondo cinematografico e pensiamo all'universo di Star Wars (Guerre stellari, Episodio IV - Una Nuova

Speranza, George Lucas, 1977), ricordandoci della scena in cui Luke porta R2 e C3PO dal Maestro Jedi Obi-Wan e ai momenti in cui l'Imperatore comunica con il suo discepolo Darth Vader, pensiamo subito a quegli ologrammi "glitchati" in stile VHS e ci chiediamo quando e come siamo passati da quella visione all'averne un pc in uno zaino sulla schiena, un visore VR e i relativi comandi. Cosa è successo?

Ma la realtà virtuale così come la conosciamo non è frutto di uno schioccare di dita. Wikipedia individua il suo antenato nel progetto di Morton Heilig (Pioniere nel campo della interazione uomo-macchina - Padre di Sketchpad, genitore, questo, dei moderni programmi CAD e di computer grafica), denominato "Sensorama" del 1962 [IMG 16]. Definito "Experience Theatre",

l'oggetto era un cabinato in grado di coinvolgere contemporaneamente più sensi, creando in modo meccanico un'esperienza multisensoriale mista ed innovativa: l'utente stando seduto avvicinava il volto ad un cono visivo contenente uno schermo stereofonico, altoparlanti stereo e un manubrio per trasmettere il senso di vibrazione. Il termine Virtual Reality venne coniato alla fine degli anni 90, in seguito ad una serie di sforzi progettuali notevoli considerate l'epoca e la tecnologia disponibile e l'introduzione del concetto di Cyberspazio.

Ma a fine 2021, cosa ci permetterà di fruire la Realtà Virtuale?

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**



**WAME**

## **Ho comprato un visore e sto....malissimo**

La mia esperienza diretta con i prodotti per la fruizione degli ambienti VR risale esattamente a qualche anno fa, dopo diversi discorsi e confronti con amici ed esperienze sporadiche. D'impatto trovai l'oggetto interessante, anche se alcuni modelli, nella fattispecie riconducibili a Brand prettamente industriali, presentavano aspetti comuni tra loro per caratteristiche tecniche, materiali ed elementi visivi. Trattandosi di elmetti, questi sono semplicemente composti da uno schermo stereofonico, di cuffie surround, un laccetto, una serie di sensori "on-board" ma con la possibilità di aggiungerne altri, come Leap Motion. Con il passare degli anni si sono però evoluti: ad esempio l'Oculus Quest 2 ha una serie di telecamere poste sui 4 angoli



[18] NATIONAL GEOGRAPHIC, 2020, Il mondo secondo Jeff Goldblum, Docuserie, Disney+

del frontale, riuscendo a mappare lo spazio libero disponibile così da poterlo adattare ai movimenti ed al gioco; inoltre questo modello, in particolare, sta abbracciando una filosofia minimal, eliminando la necessità di avere sensori extra, come quelli esterni per la rilevazione dell'ambiente. Bellissimo. Ma il vero problema risiede altrove.

Mesi fa, facendo zapping sulla piattaforma streaming "Disney+", trovai la docuserie di Jeff Goldblum intitolata "Il mondo secondo Jeff Goldblum": l'ho divorata! Ma lasciamo da parte i personali gusti ludici. Nell'episodio 6 "Gaming", Jeff fu il partecipante di un'esperienza multisensoriale realizzata in VR con l'uso di un elmetto.

Lo scopo del progetto era di sensibilizzare l'essere umano sulla salvaguardia della vegetazione mondiale e in particolare sul fenomeno della deforestazione (LA ARBORETUM, Arcadia, CA), sviluppando un'applicazione mirata a far interagire l'utente, coinvolgendolo



emotivamente. Nell'esperienza, l'attore fu portato ad interpretare un albero in una foresta che nasce, cresce e infine muore a causa di un incendio. L'intera esperienza viene vissuta in prima persona con il punto di vista pivotabile a 360°, limitando all'elmetto la funzione audio-visiva. Attorno al videogiocatore, un operatore aumenta l'esperienza inserendo stimoli esterni, come vento, acqua, odori/profumi e infine il calore (usando una stufetta) dell'incendio localizzato sui piedi di Jeff con annesso l'odore del fumo (generato da un fiammifero). Sia per l'attore - ma anche per lo spettatore, ve lo assicuro - fu un'esperienza incredibile ed emozionante. Ma con occhio critico si nota un senso di disorientamento, quale effetto collaterale, da rivalutare. Infatti, non solo Jeff fu la vittima del disorientamento da VR, definito anche Motion Sickness. Ricordo molto bene come, durante un'esibizione in Fuorisalone di Milano, uno studio proponeva nei loro allestimenti la fruizione

[19] DAVID DVOŘÁČEK, Man playing using VR headset photo, November 2019, Unsplash

del mondo virtuale per accedere alle potenzialità/particolarità dei prodotti, affidata a fotografie in alta definizione. Spinto dalla curiosità la provai (must be experienced) ed effettivamente ho riscontrato anch'io i problemi di motion sickness, risolti velocemente sedendomi qualche istante; in seguito decisi di interloquire con il realizzatore, facendogli notare che aveva utilizzato dei punti di osservazione non del tutto naturali, questo, a mio avviso, a causa di una disattenzione nei confronti dell'utente finale.

Giustificò l'operato con il gusto personale e la necessità di mostrare la totalità dell'ambiente arredato con un singolo colpo d'occhio, così facendo però ha completamente vanificato le finalità della realizzazione in VR.



A sinistra [20] JAMES YAREMA, Virtual Reality Headset, July 2021, Unsplash;  
A destra [21] HP, HP VR Backpack equipment



Sopra [22] XR EXPO, Man in yellow Jacket wearing black goggles photo, June 2020  
Al centro [23] HP, HP VR Backpack equipment  
A destra [24] LUCREZIA CARNELOS, October 2018, Unsplash





Sopra [25] NOLEGGIOVR.IT, 2020, Oculus Quest 2, Oculus Quest 2 prova sul campo  
Al centro [26] ROBERTO ARTIGIANI, 2019, Valve Index, Smartworld.it  
A destra [27] PAOLO CENTOFANTI, 2021, HTC VR Vive Pro 2, dday.it



[28] JUSTIN PERALTA, What else can you expect after a marathon of Electric Dream, Altered Carbon, Blade Runner and THX. Model is @awmammamia, New York, USA, Feb 2018, Unsplash

## **La AR: Augmented Reality**

La Realtà Aumentata, di particolare importanza (Wikipedia), si basa sull'inserimento nel mondo (la realtà circostante) di immagini ed elementi digitali. Alcuni autori la citano come un potenziamento dei 5 sensi e quindi dell'intelletto (Realtà aumentata: cos'è, come funziona, applicazioni | Italiaonline - 2021). **WHAT?**

PTC definisce la Realtà Aumentata come una metodologia interattiva di veicolazione dell'informazione in grado di tenere conto del contesto dell'ambiente fisico nella quale viene posta, in grado anche di migliorare i risultati aziendali, condividendo immediatamente e in modo "smart" (cioè intelligente, non "a distanza"!).

“istruzioni di lavorazione facilmente fruibili” con la tecnica dell’overlay (PTC, 2021).

La Realtà Aumentata (di seguito AR), quindi, non è altro che la sovrapposizione di una serie di informazioni digitali - come modelli 3D, video, dati o altro - all’ambiente reale e con le quali è possibile interagire direttamente, creando un’esperienza più immersiva. Come suggerisce la definizione di PTC, la AR può avere sicuramente applicazione nel campo dell’istruzione, come per alcuni gruppi di studenti di medicina che stanno utilizzando gli HoloLens di Microsoft per studiare determinate tecniche operatorie; gruppi militari implementano questa tecnologia nell’addestramento delle proprie truppe (credo la marina americana); potrebbe essere, infine, valido complemento di valore aggiunto all’istruzione a distanza.

Per un corso universitario, seguito in Erasmus presso Loughborough University London, io e il mio gruppo

di progettazione - Team DePiggiamas, dal Politecnico, Angelo, Elisa, Noemi ed io - ipotizzammo uno scenario in cui la pandemia avrebbe impedito all’uomo di tornare a vivere una vita “normale” ed ogni attività avveniva a distanza. Siccome i più giovani non avevano la possibilità di potersi interfacciare con i loro compagni di classe, se non per attività post-scolastiche e mai in gruppo superiore a 3 persone, ipotizzammo un dispositivo per la realtà aumentata che permetteva loro di visualizzare un companion che accompagnava nello studio e nella crescita psicologica-sociale, capace anche di notificare eventuali problemi ai genitori ed in grado soprattutto di fornire un vero supporto ai più piccoli, diventando una sorta di amico non più immaginario ma tangibile. Bisogna considerare però che la RA, rispetto a quella virtuale, è più giovane e non gode di progetti precedenti gli anni duemila, tant’è che le prime vere sperimentazioni sono datate alla fine del primo decennio del 2000, grazie al proliferare degli smartphone.

È interessante notare come Wikipedia sia particolarmente chiara, spiegando come questi elementi aggiuntivi possano essere “experienced” attraverso dispositivi mobili, grazie alla combinazione di una videocamera con uno schermo, non necessariamente touchscreen, e altri sensori.

**Ma allora quale interfaccia serve realmente?**

E la risposta, disarmante, è che potremmo ipotizzarne infinite!! Quindi perchè limitarci ad esperienze AR legate a schermi e visori?

Attenzione!: questi consentono di far integrare il mondo digitale con quello reale. Integrare e non interagire, c’è una bella differenza.

Trovo ancora più interessante come ponga, sempre Wikipedia, anche l’accento sulla modalità di trasmissione dei dati perchè in effetti può ridurre le informazioni dell’ambiente circostante, rendendo però la nostra esperienza sensoriale più chiara, nitida, amplificata, proprio perchè abbiamo recepito solo le informazioni realmente necessarie:

*“Nella realtà virtuale, le informazioni aggiunte o sottratte elettronicamente sono preponderanti, al punto che le persone si trovano immerse in una situazione nella quale le percezioni naturali di molti dei cinque sensi non sembrano neppure essere più presenti e sono sostituite da altre. Nella realtà aumentata (AR), invece, la persona continua a vivere la comune realtà fisica, ma usufruisce di informazioni aggiuntive o manipolate della realtà stessa” - Realtà aumentata - Wikipedia (2021).*

## L'augmentato è...

Esistono diverse tecniche di fruizione della realtà aumentata. Nel paragrafo precedente ho citato come questa possa avvenire attraverso un qualsiasi dispositivo mobile (smartphone, tablet, e simili), che include un equipaggiamento di sensori vari, un GPS, una bussola e la connessione internet.

Una tecnica per poter catturare/fruire elementi di AR prevede di combinare la tecnologia mobile con l'utilizzo di punti di interesse (POI - Points of Interest), permettendo l'overlay del mondo digitale. Un'altra tecnica consiste nell'uso di markers detti ARtags, ovvero disegni particolari con elementi in forte contrasto (per esempio un QR code, seppur banale, potrebbe essere un buon esempio di ARtag), perché consentono di creare la sovrapposizione dell'informazione in AR inquadrando questi marcatori con una webcam. Questa tecnica in

particolare è facilmente sviluppabile sia per mobile che per pc, trovando una diretta applicazione nel mondo tecnico: ad esempio, capita sempre più frequentemente di assistere alla trasformazione diretta di disegni tecnici in modelli 3D.

Per alcuni laboratori, tenuti durante il primo anno del C.d.L. magistrale in Design & Engineering e facendo parte dell'ex sezione DE3 - ovvero l'integrazione con il C.d.L.M. in Digital Interaction Design - dovetti sviluppare applicazioni per mobile che mostravano le interazioni uomo/progetto in realtà aumentata, utilizzando appunto la tecnica dei markers. Per la conoscenza che ho di Unity, la differenza tra l'uso di markers e il riconoscimento del piano orizzontale non richiede una modifica complessa del codice. In entrambi i casi è necessaria l'implementazione del plugin di Vuforia - PTC. Quest'ultima tecnica,

ovvero il riconoscimento del piano orizzontale, è un'evoluzione delle altre due e, come suggerisce, non necessita di alcun tipo di marker per l'overlay. Esiste un modo però per fruire in modo spontaneo la realtà aumentata ed è quella di utilizzare i filtri progettati per Instagram. Parlerò di questo caso a breve.

Nel campo della AR, considerato il notevole vantaggio di non isolare l'utente, si stanno sviluppando nuove tecnologie. Ad esempio, le lenti a contatto in grado di visualizzare immagini AR. Oppure, la HoloLens di Microsoft proietta su uno schermo trasparente le informazioni. Vi è in corso lo sviluppo di HUD trasparente che promette di non impedire la vista del mondo che ci circonda senza far distogliere lo sguardo dal punto di osservazione da parte dell'utente. L'università di Washington sta sviluppando un display retinico

virtuale (VRD) che consiste nello scansionare un display direttamente sulla retina dell'occhio dell'utente, che vedrà uno schermo fluttuare nell'etere. EyeTap è una sorta di smart glasses in grado di catturare i fasci luminosi che entrano nell'occhio e li rielabora attraverso il laser per generare informazioni AR con il vantaggio di creare una profondità di messa a fuoco infinita e di consentire all'occhio umano di lavorare sia come fosse una fotocamera (che è ciò che normalmente fa) che un display.

Il videomapping è forse l'esempio a cui maggiormente siamo abituati ed esso proietta direttamente sulle superfici nuove geometrie; ma questa metodologia presenta grossi limiti, come ad esempio l'energia richiesta e particolari condizioni di luce per poter creare un'illusione convincente.



Sopra [29] MICROSOFT, HoloLens, serie di immagini e dettagli di prodotto, 2019

Al centro [30] MICROSOFT, HoloLens, serie di immagini e dettagli di prodotto, 2019

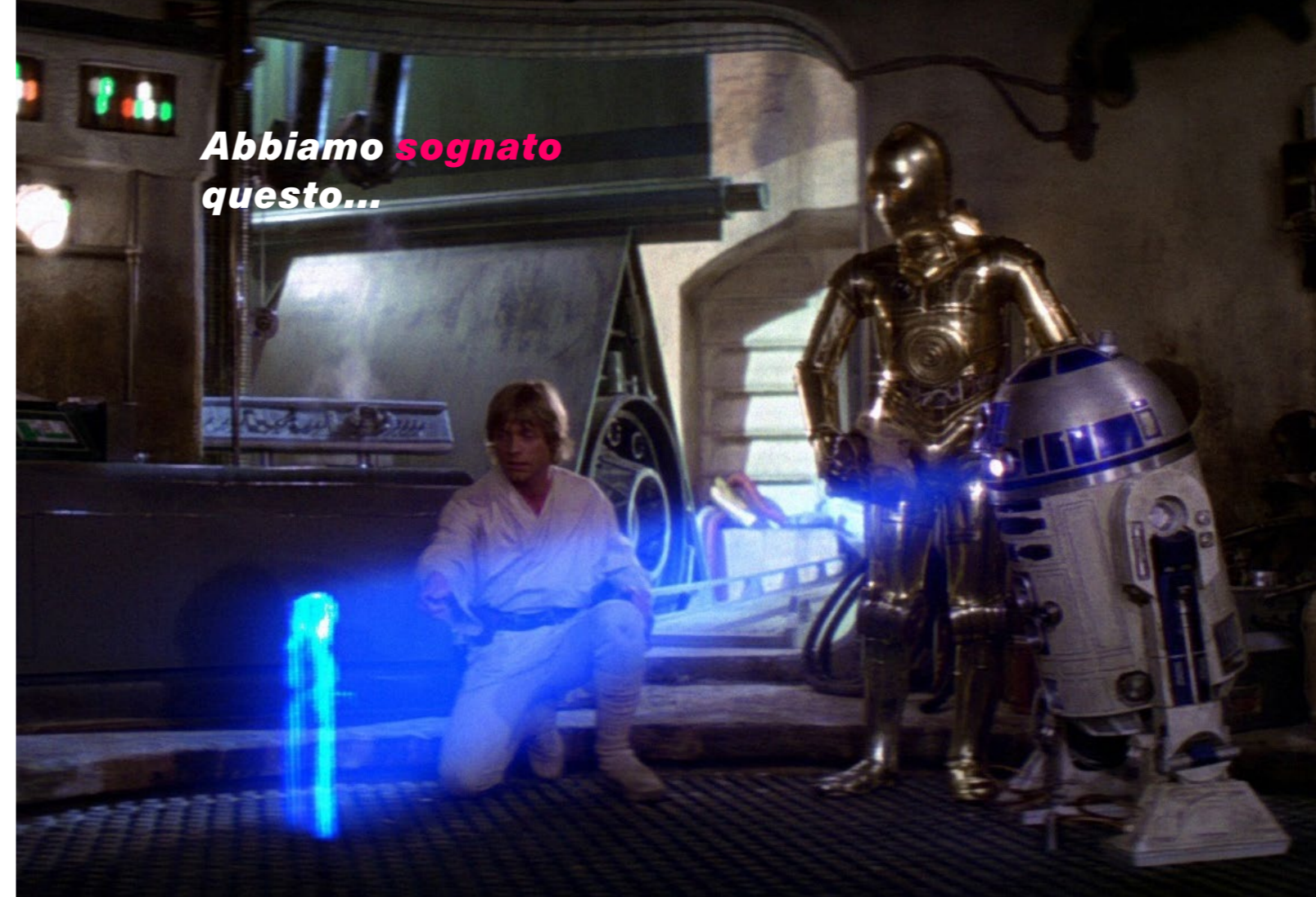
A destra [31] MIKA BAUMEISTER, Pokemon Go Splashscreen! One of the most played games in the last years., April 2020, Unsplash

## L'aumentato è...

La realtà mista, termine nato del 1994 (P. Milgram, F. Kishino, "A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays") in inglese *crossed-reality* o *mixed reality*, è lo step successivo di esplorazione ed evoluzione di questi topics. Di fatto si inserisce nell'equazione un nuovo componente: l'intelligenza artificiale - senza entrare nel merito di cosa sia l'intelligenza artificiale e quali differenze esistano tra le sue varie tipologie, ma basti sapere che è stato aggiunto un componente in più che "esegue i calcoli complessi necessari in tempo reale" - permettendo così uno step nuovo. Tra le varie definizioni e gli articoli che si possono leggere in rete, preferisco considerare la realtà mista come la sovrapposizione in tempo reale della realtà digitale - intesa come la conoscenza presente sul web - al mondo vero o viceversa: esistono

ipotesi di studiosi in cui si ritiene che la nostra realtà sia quella digitale e che quindi sia il mondo reale a sovrapporsi al mondo virtuale. In pratica, la realtà mista ci permette di liberarci da elmetti e schermi per poter interagire in modo naturale con gli elementi del reale ottenendo informazioni aumentate dal mondo digitale, creando un binomio tra vero e digitalizzazione. Le esperienze in realtà aumentata, secondo Microsoft, sono il primo step, quello più semplice e realizzabile, di esperienza in realtà mista, perché di fatto sovrappongono il digitale al reale (Microsoft, Oct 2021).

Quindi la XR, *Crossed Reality*, è tutto ciò che riguarda, condensa e descrive la realtà aumentata, virtuale e mista - XR, VR, AR. Ma c'è da chiedersi se questo pensiero sia frutto della fantasia di pochi o un possibile trend.



**Abbiamo sognato questo...**



**E abbiamo ricevuto questo...**

Sopra [32] George Lucas, Star Wars Episodio IV, Lela's message  
Sotto [33] Minh Pham, Dec 2019, Boy wearing black and white VR headset, Unsplash

Nel 1968, durante una fiera High Tech, presentarono sia l'interfaccia bidimensionale alla quale siamo abituati - mouse e tastiera - sia il primo esempio di prodotto pensato per la XR e lo spatial computing, il cosiddetto Ultimate Display Demo. Ora, la storia ci insegna che per facilità di programmazione e gestione del contenuto ci siamo abituati ad usufruire del mouse e della tastiera, ma ciò dimostra che già 50 anni fa si ipotizzava la possibilità di creare contenuto digitale in grado di interagire con il reale. Ultimate Display Demo era il primo visore pensato per la realtà mista, in cui veniva visualizzato un cubo in wireframe in grado di interagire con lo spazio attorno a sé e spostarsi in relazione all'utente, che poteva a sua volta farlo con l'oggetto 3D come se appartenesse al mondo reale. Nel 2019 però si è tornato a parlare di XR

notando che è un trend in crescita - nel 2018 sono stati fatti investimenti pari a 18 miliardi di dollari in questo campo (Columbia Business School (2019)). Ciò conferma che ha senso oggi parlare di realtà miste e di pensarla come "una combinazione di mondi fisici e digitali che sbloccano interazioni 3D umane, computer e ambiente naturali ed intuitive" (Microsoft, Oct 2021).

Dalla definizione di realtà mista, display e continuità virtuale (P. Milgram, F. Kishino, 1994), l'uso della realtà mista ha iniziato a svilupparsi tenendo conto dell'ambiente, studiandone le geometrie e gli ancoraggi, dell'umanità, comprendendo i movimenti manuali, corporali e gli input vocali, della sovrapposizione dei due mondi e l'uso di componenti 3D - definiti assets - (Microsoft, Oct 2021). La

ricerca poi ha reso necessario comprendere come l'uomo abbia imparato a rapportarsi con i computer e le macchine, creando la disciplina dell'interazione tra uomo-computer, dalla quale è stato possibile definire come l'uomo abbia aumentato i suoi input attraverso mouse, tastiere, dispositivi touch, penne e voce, creando così nuove percezioni di ambienti. Attraverso l'uso di sensori e l'analisi degli input standard e di quelli nuovi, l'analisi dell'ambiente e dell'uomo e di come esso si muove all'interno, sono nate le API Percettive che digitalizzano le informazioni della posizione dell'utente, l'ambiente, gli oggetti e le superfici, l'illuminazione e i suoni. Questa è la base per la realizzazione delle esperienze di realtà mista, che creerà nuove e innovative interazioni.

## Una cattiva progettazione

Un'osservazione critica dell'argomento di questo capitolo "Electric Digit-Land", sviluppa un pensiero di quali effetti tali applicazioni possono avere sull'essere umano.

Per esempio, ho scritto "Esiste un modo per fruire in modo spontaneo la realtà aumentata ed è quella di utilizzare i filtri progettati per Instagram" ed è proprio un punto fondamentale della mia tesi, ovvero rendere le esperienze multisensoriali virtuali maggiormente immersive e soprattutto condivisibili.

I maggiori difetti degli elementi pensati per la realtà virtuale risiedono nella costruzione dell'oggetto stesso e al loro scopo ultimo: volontariamente questi prodotti sono ideati per immergere l'utente all'interno di un mondo che esiste solo nel piano digitale. Viene da

sé che per poterlo fare bisogna escludere i nostri sensi principali dall'osservazione del reale per poterli sfruttare nella percezione del mondo digitale. È evidente che mi riferisco proprio al problema dell'isolamento dell'essere umano come unica metodologia progettata per generare questo tipo di esperienze... Inoltre credo che questo tipo di tecnologia, così sviluppata, trovi l'unica possibile applicazione nel mondo del gaming. Questo perché quando videogiochiamo a determinati giochi di simulazione, è necessario escludere tutti quegli elementi che ci impedirebbero di rimanere concentrati sul gioco. Come esempio pratico può essere rappresentato dall'ultimo titolo targato Call of Duty, una delle simulazioni di guerriglia molto realistica presenti sul mercato. Supponiamo di trovarci in una situazione apprensiva quale

lo stanare il nemico, quando proprio in quel mentre nostra madre o un qualsiasi altro tipo di stimolo esterno alla simulazione interagisce con noi nella realtà: ebbene, interrompendo la nostra concentrazione porterà sicuramente al fallimento della missione. Ecco quindi che il visore VR ha il suo senso: rimanere concentrati sull'obiettivo.

Ma se tanto vantiamo di essere costantemente connessi con il mondo, la tecnologia e le persone, di ideare e creare contenuti perché siano condivisibili, perché dovremmo progettare un'esperienza VR di tipo non-share?

L'online gaming punta proprio al condividere questi momenti con gli amici. Attraverso piattaforme come Mixer, Twitch, Facebook Live e Youtube, pensate per offrire soluzioni di live streaming, i giocatori possono

condividere le proprie partite, dando anche la possibilità di raggiungere più persone e creare una community. L'anno scorso, durante il lockdown, questo genere di piattaforme hanno subito un incremento notevole di iscritti ed un traffico di contenuti nuovi inaspettato. Se ci pensate, si mostra come un mercato nuovo, ad alta capacità espansiva.

Se ipotizziamo che questi prodotti siano di cattiva progettazione, perché le esperienze VR non permettono, in tempo reale, di condividere la realtà virtuale con amici e parenti? A onor del vero, esiste un modo, che è quello di utilizzare n visori per n partecipanti, collegarli in rete LAN tra di loro per garantire un effetto simile, ovvero una partita VR multiplayer ma non un'esperienza mista condivisa. Soprattutto perché chi ci garantirebbe che non sbattere



fisicamente l'uno contro l'altro? Senza dimenticare l'effetto del motion sickness. Quest'ultimo viene definito come:

(Player.it, 2019) e questa definizione fa capire che non è un'esclusiva della realtà virtuale, ma è legata a tutti

*“una sensazione di stordimento, disorientamento o nausea che può colpire un soggetto durante o nelle fasi immediatamente successive all'utilizzo di un Head Mounted Display (HMD)”*

quei momenti in cui vi è dissonanza tra la percezione di movimento tra i vari organi del nostro corpo che comunicano con il nostro cervello generando confusione - per esempio il mal d'auto o il mal d'aereo, ecc... La sensazione nasce dalla perdita

di punti di riferimento da parte degli organi che gestiscono la percezione di noi stessi in confronto con lo spazio che ci circonda - apparato vestibolare, occhi e apparato somatosensitivo. Player.it prova a spiegare questa situazione legandola al VR:

*“Quando abbiamo un caschetto davanti agli occhi il nostro cervello “vede” un mondo che però gli altri sistemi non percepiscono, e credendo di essere stato avvelenato reagisce nell'unico modo che conosce. Gli effetti della motion sickness sono quindi dei meccanismi difensivi che*

*vengono azionati erroneamente a causa di input audiovisivi creati dal caschetto che si ha sulla testa. Ovviamente questa è una semplificazione, ma basta a capire cosa non funziona nella realtà virtuale.”*

Mettendo in disparte queste problematiche, sono convinto che un'esperienza multisensoriale condivisa crei una consapevolezza e un'empatia maggiore tra le persone, rappresentando un mercato più interessante in cui sperimentare ed investire.

Ripensando ai filtri di Instagram: sono in AR e pensati per essere condivisi, sono facilmente accessibili e possono creare esperienze sharable. Vi sono solo alcuni limiti: il primo è la dimensione del dispositivo e

la memoria/potenza di calcolo del dispositivo disponibili per creare in tempo reale questi contenuti AR; il secondo risiede nella progettazione del contenuto stesso, se questo è pensato per l'individuo o una comunità, per interagire con il soggetto o con l'ambiente o applicare un effetto cromatico - come una “post produzione” fotografica.

Dal mio punto di vista, ho la sensazione che esista una dimenticanza nei confronti degli spazi per agire con la realtà aumentata, i quali potrebbero essere non solo digitali ma anche fisici. Per esempio, combinando intelligenza artificiale e gli smart materials - materiali in grado di cambiare texture, colore, sensazione tattile - potremmo ideare oggetti dinamici, ovvero in grado di mutare forma, finitura superficiale ed addirittura colore

per determinate funzioni o scopi, o addirittura all'avvicinamento di un determinato tipo di utente rispetto ad un altro, creando dei feedforwards e feedbacks. Se immaginassimo un bastone bianco - i bastoni usati dai ciechi ed ipovedenti - come un oggetto dinamico, questo potrebbe cambiare la propria finitura superficiale, a seconda del variare del contesto in cui l'utente si trova immerso avvertendolo di ciò che gli accade attorno.

In conclusione a questa ricerca, la domanda che mi è balenata in testa è:  
“perché non progettare un caschetto per la realtà aumentata talmente grande da contenere più utenti contemporaneamente e rendere l'esperienza di tipo share?”

## **03. La percezione multisensoriale**

**per·cep·tion /**

Organize Identify Interpret

Represent & Understand

//

***“La scienza ha bisogno di tener le mani su tutta la realtà, anche quando su di essa sta praticando i tagli più radicali.”***

***Paolo Bozzi, Fisica ingenua***

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

[34] SIGMUND, May 2019, Perception, person sitting and looking down, Unsplash

**WAME**

Il capitolo seguente è una sintesi della prima parte di ricerca, eseguita con lo scopo sia di migliorare la conoscenza relativa ai nostri sensi sia per individuare dei possibili trigger progettuali. Non è intento dell'elaborato fare divulgazione scientifica né medica: il focus è stato posto sul comprendere come percepiamo ed elaboriamo le informazioni e su cosa può succedere quando queste informazioni vengono modificate in qualsiasi modo.

Secondo Massimo Marraffa e Alfredo Paternoster, la percezione fa parte delle scienze cognitive, ovvero l'insieme di discipline che spiegano come l'uomo percepisce, agisce, ragiona ed esegue ogni singola azione mentale (M. Marraffa, A. Paternoster, 2013). Allora è chiaro come essa, la percezione, sia un punto fondamentale del "modo" di esistere degli uomini, e come alterarla possa diventare eticamente scorretto o, al contrario,



un mezzo di potenziamento dell'uomo. Da un punto di vista psicologico, un'alterazione della percezione di noi stessi, della coscienza soggettiva e di ciò che ci circonda (stimoli, persone, eventi, ecc...) può provocare effetti dannosi e stati d'animo alterati. Proviamo ad immaginare chi soffre d'ansia ed ha attacchi di panico.

Se invece usassimo la percezione come strumento per aiutare l'essere umano ad evolversi, migliorarsi e "ripararsi", ebbene le possibilità di applicazione che offrirebbe sarebbero illimitate. Applicazioni terapeutiche o educative in cui la percezione, abbinata ad esperienze multisensoriali, viene alterata attivamente esistono tutt'oggi. [IMG 35] Ne è d'esempio GRAIL™ (Motekforce Link, il primo in

Italia si trova all'Istituto Scientifico Eugenio Medea): un sistema di realtà virtuale immersiva dotato di tecnologia in grado di analizzare il movimento del paziente in tempo reale. Si parla di pazienti affetti da determinate patologie, come paralisi cerebrali, autismo, disturbi della sfera cognitiva, ecc... Qui gli utenti vengono inseriti in un ambiente virtuale, simulazione restituita grazie ad una proiezione su un supporto semicilindrico, un impianto Surround e un treadmill a doppio nastro. Compiendo semplici azioni, camuffate all'interno di minigames, è possibile tenere traccia dei progressi terapeutici, studiare al meglio tali patologie, migliorare capacità di movimento, orientamento e comportamento (E. Medea IRCCS, L'antro Magico: realtà virtuale immersiva, 2021).

L'importanza del coinvolgere più sensi contemporaneamente implica notevoli vantaggi e ciò spiegherebbe perché le esperienze multisensoriali sono in grado di unire l'essere vivente e lo aiutano ad evolversi. In particolare, ogni senso consente all'uomo di codificare tutte le parti di una qualsiasi esperienza:

- l'udito, attraverso l'ascolto, restituisce una percezione legata alla distanza, alla profondità, alle dimensioni dello spazio o di un oggetto o di un altro organismo;
- Il tatto implica la pressione, il riconoscere attraverso il tocco diverse superfici, siano esse morbide, rigide, lisce o texturizzate, calde e/o fredde;
- L'olfatto ci permette di accedere ad emozioni e ricordi attraverso le fragranze;

- La vista aiuta la comprensione del mondo attraverso la semantica;
- Il gusto, come l'olfatto, è in grado di attivare sensazioni che si possono estendere per tutto il corpo.

Ai fini progettuali legati a questo elaborato di tesi non è necessario definire in termini scientifici e fisici il suono o la luce, ma verranno forniti delle descrizioni, ponendo l'accento su come questi vengono percepiti dall'uomo e perché sono interessanti sia per la presente tesi che per le esperienze multisensoriali.



[36] MICHAEL DZIEDZIC, Fire and Ice: Crystal Pyramid photographed in studio. 2016, Unsplash

## **Multi - sensorialità?**

Ogni essere vivente è immerso in un mondo complesso e ricco di stimoli, per quanto sia possibile accorgersene. Immaginando di

inserire una persona qualsiasi all'interno di un ambiente neutrale, come ad esempio un mondo totalmente bianco o nero, privo di qualsiasi riferimento e stimolo sensoriale, sarebbe disorientata. Al contrario se venisse inserita in un ambiente qualsiasi e reale, riceverebbe una quantità enorme

di stimoli diversi, senza farsi sorprendere da ognuno di essi ma riuscendo perfettamente ad ambientarsi e a muoversi al suo interno.

Il nostro cervello, così come quello degli animali, è abituato a doversi misurare con questi incessanti stimoli quotidianamente, come fossero "bombardamenti" continui. Tali informazioni perciò vengono filtrate e analizzate attraverso un lavoro sinergico dei sensi, garantendoci la possibilità di estrarne di più semplici, facilitando comprensione e percezione, ponendo l'attenzione su quelle più complesse e dissonanti dal quotidiano. Per esempio, gli stimoli che indicano pericolo richiamano immediatamente la nostra attenzione perché vengono percepiti a livello primario.

Esperimenti recenti hanno però dimostrato come stimoli più complessi e che coinvolgono più di un senso alla volta (tatto-vista, vista-udito, vista-gusto-olfatto) creano delle esperienze utente, le "UX", più complesse e che vengono a fissarsi nella nostra mente in modo più limpido e solido, come se "viaggiassero" su di un binario preferenziale, rispetto a quelli che coinvolgono un singolo senso. Di conseguenza, le esperienze multisensoriali hanno preso sempre più un ruolo fondamentale ed importante negli ultimi anni, divenendo un trend più evidente e con diverse possibilità di applicazione, poiché il coinvolgimento simultaneo di più sensi consente di migliorare memoria e assimilare concetti nuovi, utilizzando strumenti didattici in grado di generare più stimoli e

interessando quindi la totalità del corpo (M. Caratù, Apprendimento multisensoriale creativo. Cos'è, Orizzontescuola.it, 10 Settembre 2020).

Si comprende che molteplici possono essere le applicazioni, come ad esempio l'apprendimento, la formazione o la terapia, il multimediale e il videoludico. Questi ultimi, in particolare, sono principalmente fruibili attraverso un visore o un elmetto per la realtà aumentata o virtuale. I visori sono oggetti dotati di schermi stereoscopici, sensori di movimento e cuffie, ed hanno la capacità di trasportare gli esseri umani percettivamente all'interno di un ambiente simulato, virtuale e costruito ad hoc. Hanno il vantaggio di poter essere usati per applicazioni innovative, ma anche svantaggi,

come sensazioni di malessere legate al disorientamento, nausea (VR sickness) e perdita temporanea dell'equilibrio. Tali aspetti verranno indagati nei capitoli seguenti dell'elaborato.

Un esempio interessante che potrebbe essere interpretato come multisensoriale è certamente l'esperienza di guida. L'utente che si trova al volante subisce stimoli uditivi e visivi utili a veicolare la comunicazione tra l'utente, il veicolo stesso e gli altri utenti presenti sulla strada: l'accensione di una spia, che segnala un guasto o un malfunzionamento di un apparato, è sempre accompagnata dall'emissione di un segnale acustico.

Non solo, la spia stessa possiede una codifica cromatica legata alla gravità dell'emergenza ed è raffigurata con un pittogramma che porta con

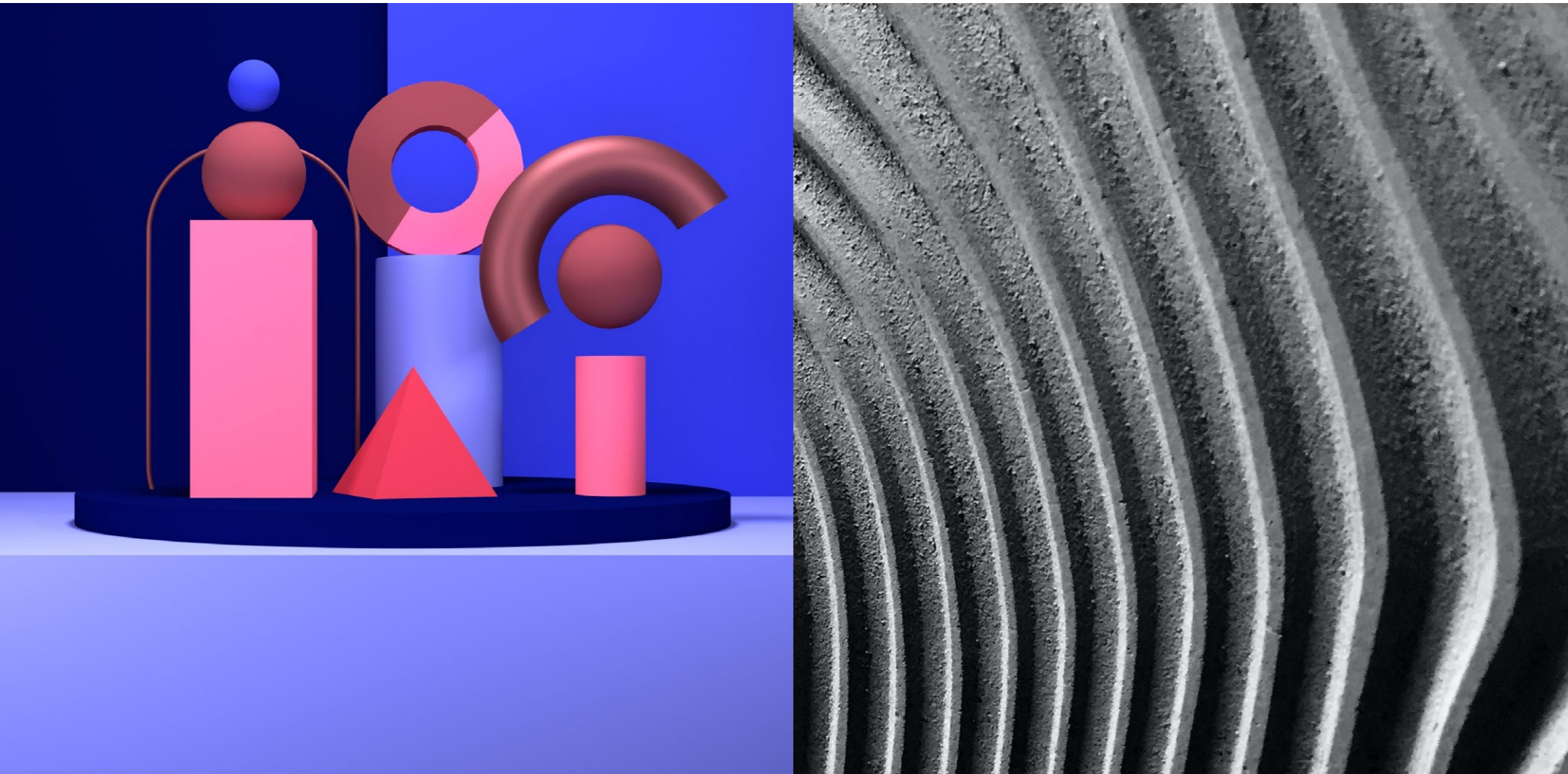
sé ulteriori significati, generando un'esperienza utente complessa e in un certo senso multisensoriale.

Una delle applicazioni più interessanti di queste esperienze virtuali è stata presentata nel 2016 a Tokyo da TeamLab dal titolo DMM.Planets Arts by TeamLab. L'installazione prevede un labirinto con diverse esperienze multisensoriali, allestito all'interno di un ambiente dotato di specchi, proiettori, oggetti e altoparlanti, tutti sapientemente connessi tra di loro per generare illusioni, mutando la nostra percezione grazie ad una interazione aumentata con i 5 sensi. "Lo spettatore entra in contatto con un altro mondo e si lascia cullare dai colori, dai profumi, influenzando il carattere dello spazio attraverso l'interazione con i propri dispositivi mobili" (Redazione Art Vibes, 19 Lug 2016).

Il progetto ha trovato poi un suo seguito con "TeamLab Borderless".

In conclusione, le esperienze multi sensoriali, per definizione, coinvolgono la totalità dell'essere umano ed incentivano la possibilità di stimoli atti ad incrementare emotività, creatività, apprendimento ed immaginazione. In questo modo esso è in grado di evolvere, imparare in modo naturale e migliore.

Pur tuttavia, le principali applicazioni di esperienze multi sensoriali digitali, che si basano attivamente sull'impiego di un elmetto, possono generare una serie di effetti collaterali negativi, come l'isolamento. Inoltre, questa prospettiva focalizzata solo su una determinata modalità di fruizione, esclude che potrebbe essere definibile multisensoriale o "aumentato" anche la scritta



Sopra [37] YASH BINDRA, 2021, Dynaic Abstract, Unsplash  
A destra [38] RICARDO GOMEZ ANGEL, 2017, Gray Spiral Artwork, concrete textures 098, Unsplash

braille di un corrimano installato in prossimità di un dislivello o le strisce acustiche “stampate” sul fondo stradale. Se lo sforzo progettuale si concentra solo su un aspetto digitale e quindi divide l'uomo dallo spazio attraverso l'uso di uno schermo, non è possibile renderlo partecipe del mondo reale e naturale, di per sé ricco di stimoli multisensoriali, nel quale è nato e vi si è evoluto con esso, diventando parte di tali stimoli.





[39] FAKURIAN DESIGN, 2021, Braintree 3d Art, Unsplash

## ***Ideastesia e sinestesia***

L'ideastesia, dal greco antico "percezione dei concetti" o "percezione delle idee" (idéa and aísthēsis), è un fenomeno neuroscientifico nel quale l'attivazione di determinati concetti o l'avvenire di eventi, evocano delle esperienze di percezione sensoriale (Wikipedia). Da questa definizione è immediato collegare tale astrazione al mondo artistico, all'arte in genere, come percezione sensoriale di essa e strumento usato per la teorizzazione dell'arte stessa. Ad esempio, un "pezzo" d'arte o un oggetto di design viene riconosciuto come tale nel momento in cui l'esperienza sensoriale che evoca è bilanciata con il suo significato semantico.

Si potrebbe fare un ragionamento provocatorio legato al Juicy Salif di Starck, il cui oggetto iconico, definito come spremiagrumi, ci regala un'esperienza d'uso discutibile in termini di successo, ma diviene un oggetto icona nel momento in cui la sua forma, l'eleganza e il minimalismo bilanciano perfettamente tale UX, regalando all'osservatore un'esperienza sensoriale di appagamento, venendo così definito come esempio di forma al di sopra della funzionalità: "Philippe Starck stesso una volta ha detto che Juicy Salif non è uno spremiagrumi, ma un oggetto da conversazione." (Berta C., 2017).

L'ideastesia non è da confondere con la sinestesia, la quale implica stimoli sensoriali che attivano esperienze automatiche o involontarie. Essa, secondo il neuroscienziato, potrebbe

essere spiegata indagando quali aspetti della nostra percezione coinvolgono le interazioni che avvengono tra gli input sensoriali e le nostre interpretazioni. Si provi a pensare ad un qualsiasi oggetto, come una chitarra. Ci basta la parola "chitarra" per creare una serie di sensazioni, immagini e suoni, la cosiddetta "conoscenza relativa", producendo nella nostra mente un'esperienza possibile con lo strumento perché già pregressa in noi, in aggiunta ad altre possibili. Questo avviene grazie al nostro sistema semantico che non crea solo seguendo la conoscenza relativa, ma vi associa anche stimoli astratti, facendoci acquisire una serie di attributi legati a quell'astrazione specifica, conosciuti come "parametri del concetto", i quali conterranno le informazioni legate all'esperienza sensoriale (D. Nikolić, U. M. Jürgens, 2014).

*"We propose that exactly the same cognitive mechanisms underlie synaesthetic associations. Every inducer, be it a letter, a sound, or a weekday, corresponds to an inner representation, the concept, which necessarily has its assortment of attributes. It is the organization of the attributes of that concept that determines whether someone will or will not have synaesthetic experiences associated to the exemplars of that concept: Synaesthetes are special because some of their concepts possess an additional sensory attribute that non-synaesthetes do not have. This attribute cannot be*

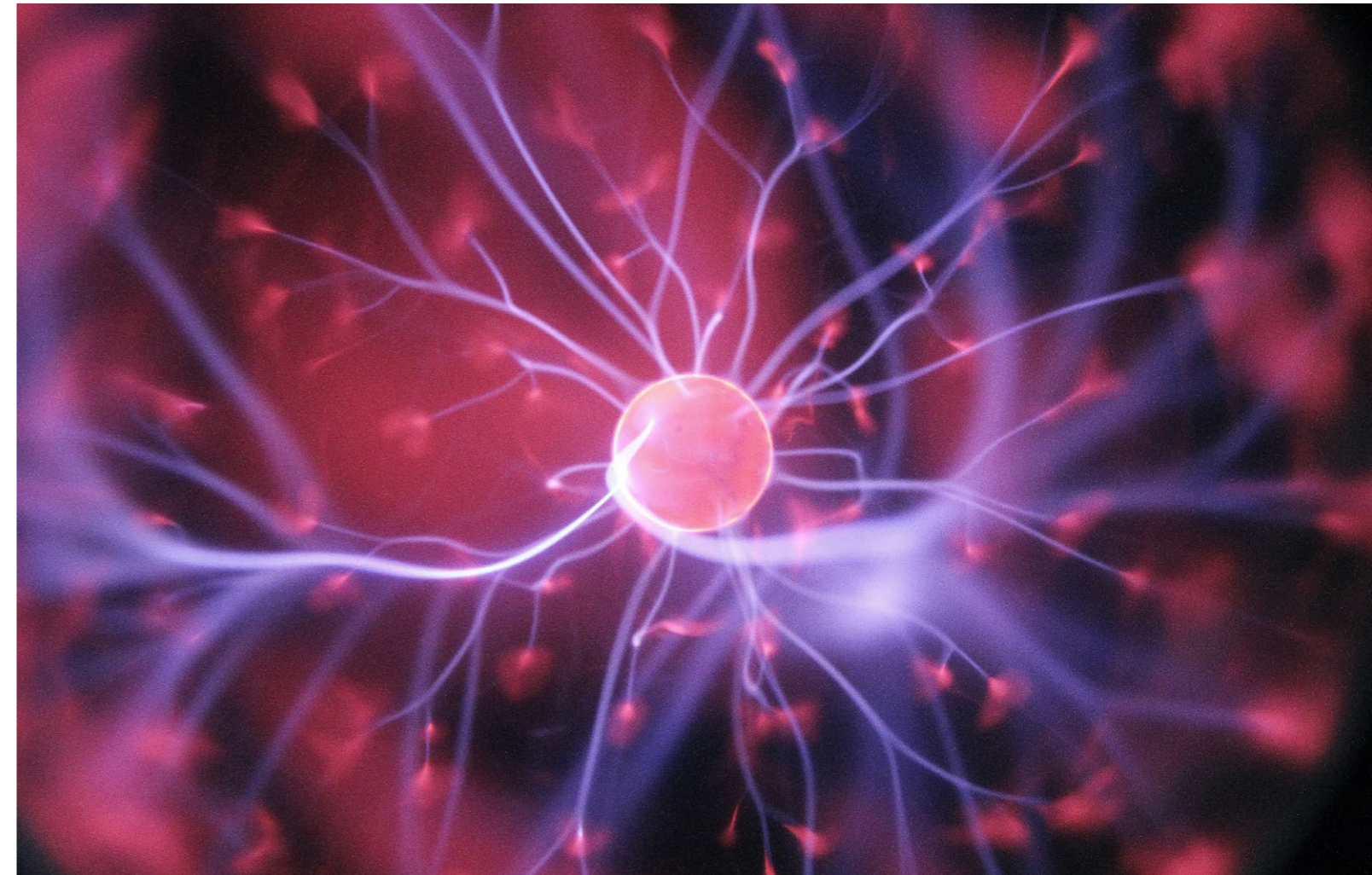
*extracted from the sensory experiences with the concept but is artificially added to the concept. Nevertheless, the attribute can be experienced in a sensory-like manner much like, and nearly as vividly as, any other sensory experiences."* (D. Nikolić and U. M. Jürgens)

Per Nikolić: "La sinestesia è un fenomeno raro, in cui le esperienze sensoriali reali ne evocano altre che non sono direttamente causate da eventi fisici esterni" (Synaesthesia is a rare phenomenon in which real sensory experiences evoke sensory experiences that are not directly caused by outside physical events - Danko Nikolić, website).

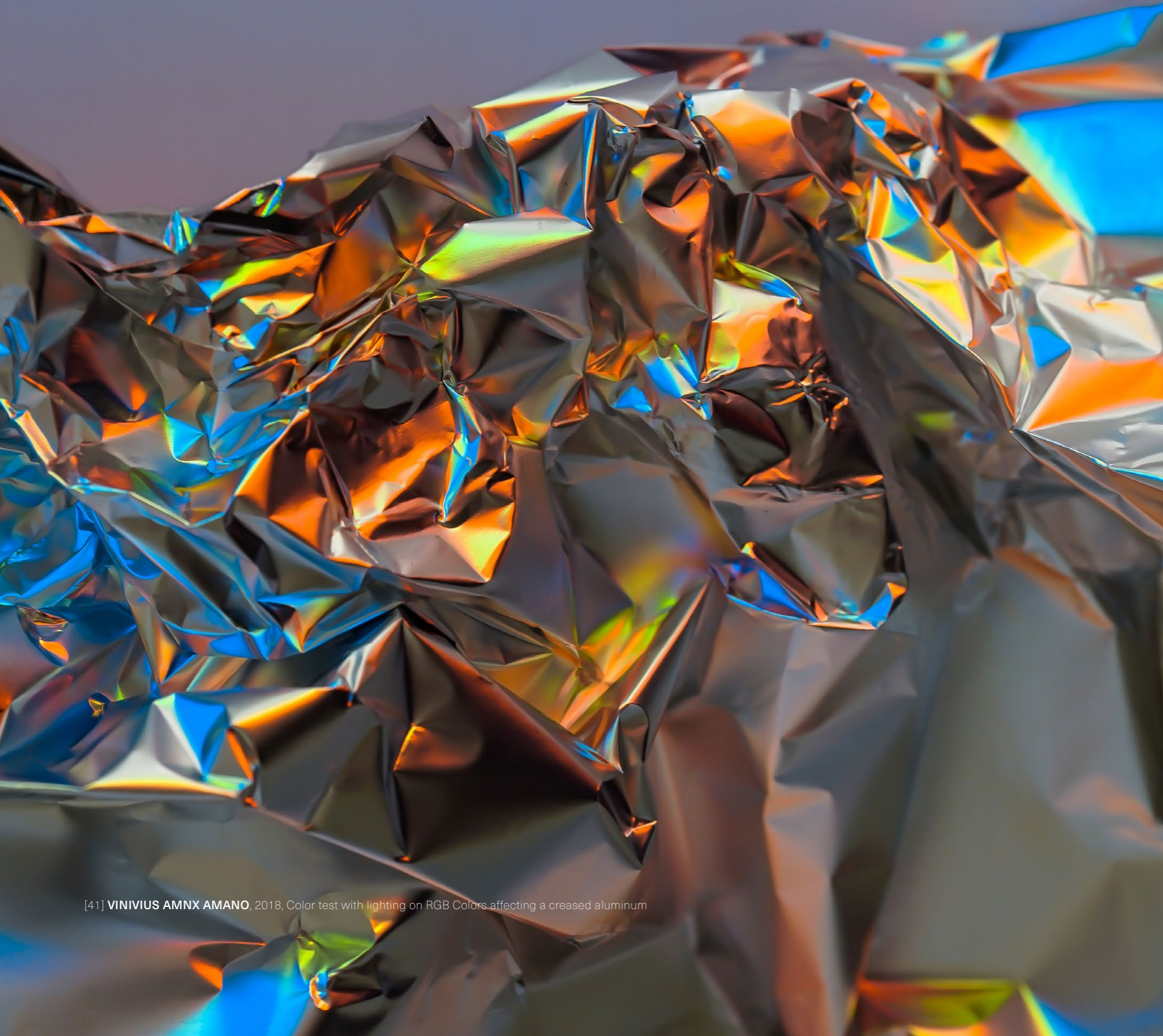
Ne emerge quindi che la definizione

“tradizionale” di sinestesia (synaísthēsis), ovvero “unione dei sensi”, non è più valida in quanto la sinestesia non è realmente un fenomeno di percezione o di unione di sensi, bensì potrebbe venire descritto più appropriatamente come l’insieme di esperienze simil-sensoriali associate a dei concetti, “Consequently, it has been proposed that the phenomenon should be named more accurately “ideaesthesia”, which would be Greek for sensing ideas” - Di conseguenza, è stato proposto che il fenomeno dovrebbe essere chiamato più esattamente “ideaesthesia”, che sarebbe la traduzione greca di “percepire le idee” - (D. Nikolić and U. M. Jürgens, 2014).  
Quindi, per concludere, la teoria

riguardante l’Ideastesia pone le fondamenta su quei argomenti che introducono delle componenti semantiche, nelle esperienze ed eventi, e come il sistema semantico agisca in relazione ai vari fenomeni.



[40] HAL GATEWOOD, 2017, Purple and pink plasma ball, A ball of energy with electricity beaming all over the place, Unsplash



## **La luce e il colore**

Le macchine da noi stessi disegnate, progettate, realizzate e prodotte, vogliamo che siano costantemente in grado di percepire la nostra presenza, capire i nostri intenti e prevedere i nostri comportamenti. Le dotiamo di feedback e feedforward, di intelligenza artificiale, sensori e facciamo sì che agiscano come noi, utilizzando i sensi. Ed effettivamente Alan Turing riteneva che una macchina poteva essere in grado di compiere azioni di ragionamento, intelligenza e creatività, il tutto semplificando ed esplicitando ogni passaggio per ottenere un determinato risultato (M. Marraffa, A. Paternoster, 2013).

Il senso della vista per una macchina è ottenuto grazie all'equipaggiamento di una videocamera, per l'uomo invece, così come per gli altri animali, deriva dall'occhio. L'occhio è un organo che, situato all'interno della cavità orbitaria del cranio, ci permette di utilizzare il senso della vista, cioè di ricevere tutte le informazioni veicolate dalla luce: "La luce forma la base di tutto ciò che vediamo. Nella più totale oscurità, siamo virtualmente ciechi" (L'occhio umano (2021), Zeiss Vision Care).

*"I processi di percezione visiva, ad esempio, devono elaborare informazioni relative alla forma, al colore, alla distanza e all'eventuale movimento di un oggetto presente nel campo visivo."*

*M. Marraffa, A. Paternoster, 2013*



[42] V2OSK, Eye, January 2017 Manchester, UK, Unsplash

## **L'occhio umano**

L'occhio umano, "un ellissoide triassiale" (Zaccheo, Bonnet, Orzalesi, Wikipedia), funziona esattamente come una macchina

fotografica: possiede un obiettivo (cornea e cristallino), un diaframma (iride), una pellicola (retina) e l'autofocus, con l'unica differenza di avere un sensore molto sensibile in grado di rilevare nello spettro umano visibile fino a 5 fotoni (Wikipedia). Esattamente come una fotocamera, ci permette di percepire

il mondo esterno, raccogliendo la luce ambientale sulla cornea “generando una prima impressione visiva” (L'occhio umano (2021), Zeiss Vision Care), adeguare l'intensità luminosa attraverso l'iride e mettere a fuoco le informazioni percepite attraverso l'azione sinergica di cornea (una lente convessa) e cristallino, i quali permettono all'uomo di creare una serie di impulsi elettrici trasferibili al cervello, per mezzo della retina e del nervo ottico (Studi Oculistici Abbondanza, Zeiss Vision Care, Wikipedia). Nel cervello poi l'immagine viene elaborata dando origine alla visione.

Nonostante la complessità dell'occhio sia stata capita e studiata, associando ad ogni sua parte un funzionamento preciso, e compreso quali aree del cervello sono responsabili della visione, risulta

ancora difficile comprendere quali siano i responsabili della percezione soggettiva del mondo:

*“«come facciamo a vedere?». «Vedere» è un termine che si riferisce alla nostra esperienza visiva ordinaria; per esempio, sono sdraiato sul divano a occhi chiusi, apro gli occhi e posso dire di vedere un tavolo e una sedia.*

*Ma, come nel caso del linguaggio, per arrivare a questo apparentemente semplice risultato, il nostro cervello deve svolgere una miriade di operazioni. [...]*

*Ciò di cui siamo consapevoli è il risultato finale, e il risultato finale è un mondo mirabilmente armonico e integrato che si presenta, anzi si impone alla nostra coscienza.*

*Tutto ciò che possiamo fare consapevolmente è spostare l'attenzione visiva. [...] anche se gli explananda della scienza cognitiva sono fenomeni coscienti [...] ciò che costituisce la loro spiegazione – processi e rappresentazioni – si colloca a un livello del tutto inconscio.”*

*(M. Marraffa, A. Paternoster, 2013)*

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

***“Perceived color is the attribute  
of visual perception that can be  
described by color names [...] and  
so on or by combinations of such  
names”***

***Rolf G. Kuehni***

## Il colore e la teoria di Goethe

Comprendere il colore e come l'uomo lo percepisce e identifica, è un argomento che apre un'ampissima discussione, in quanto, nonostante i progressi tecnologici, scientifici, di comprensione della mente e i suoi meccanismi, risulta difficile capirne la natura e l'elaborazione nella sua totalità. Questo perché il colore comprende diversi componenti a livello concettuale, se consideriamo solo l'aspetto metafisico percettivo, e ne comprende altri dal punto di vista scientifico-tecnologico.

La motivazione di questa divisione dipende dall'osservazione: da un punto di vista puramente scientifico, è stato semplice per l'uomo adattare dei sistemi cromatici o delle metodologie di naming del colore per accelerare la sua produzione (industriale si intende) e condividerne dei "sample" cromatici normatizzati.

Ne è un esempio interessante il metodo messo a punto da A.H. Munsell inizialmente interessato a trovare una metodologia per insegnare i colori e la loro teoria ai bambini, introducendo un sistema annotativo dei colori basato sul sistema scientifico, cercando una strada simile a quella adottata dal sistema musicale, dotato di una metodologia annotativa appropriata in grado di descrivere le note secondo le loro caratteristiche. Il sistema Munsell, infine, venne integrato con una serie di campioni di colore specificando per ognuno di essi i passaggi specifici di saturazione, tinta e cromaticità ('G. A. Agoston), denominando così i colori attraverso numeri e codici.

Un altro esempio è il modello cromatico progettato dalla CIE (Commissione Internazionale

per l'Illuminazione) pensato per determinare ogni singolo colore, basato su tre componenti cromatiche primarie (RGB) (G. A. Agoston). In questo modo l'applicazione a livello industriale e/o produttivo risulta semplificata e modificata, riducendo le impressioni e migliorando l'efficienza nella riproduzione.

Quando invece portiamo il focus dell'osservazione sulla percezione del colore, il discorso si amplia perché va a considerare, "ad abbracciare", diversi concetti: anatomia (il percorso del colore dall'occhio al cervello), fisiologia (meccanismi chimici ed elettrici), fisica (il filtrare della luce attraverso l'occhio per fissarsi sulla retina), psicologia (il significato complessivo attribuito al colore) ed estetica (il concetto del bello legato al colore). Si provi a pensare per esempio al significato della

parola "colore" e alle sensazioni che le abbiniamo. La parola colore "as it is used in ordinary speech [...] has many different meanings" ("così come viene utilizzato nel parlato quotidiano [...] acquisisce differenti significati" - G. A. Agoston), un'affermazione che fa intendere come il colore sia soggetto a diverse interpretazioni: in particolare viene associato al materiale come fosse una sua proprietà (la mela è rossa così come l'arancia è arancione) nel momento in cui viene osservato alla luce del giorno.

In particolare, queste associazioni, così come quelle legate alla luce (il colore della luce), dipendono dalla nostra evoluzione in quanto esseri umani e dal nostro istinto di sopravvivenza e i concetti che legano la percezione del colore ad una proprietà della luce e del materiale



sono sbagliati, in quanto i raggi luminosi sono incolore:  
 “Indeed, rays, properly expressed, are not coloured. [...] There is nothing else in them but a certain power or disposition which so conditions them that they produce in us the sensation of this or that colour” (“Infatti, i raggi luminosi, per loro natura, sono incolore [...] Non c'è altro in loro che una certa energia o disposizione che li condiziona in modo tale da produrre in noi la sensazione di un determinato colore” - I. Newton, Opticks, 1704).  
 Affermando così che anche l'essere consapevoli dell'esistenza e presenza di un dato colore non descrive di che colore si tratti.

In conclusione al discorso sulla percezione del colore, l'autore del libro “Color Theory and Its Application in Art and Design” (G. A. Agoston) suggerisce che si assume, nella teoria della “photopic vision” (“La visione fotonica”) è la visione dovuta unicamente all'attività dei coni della retina ed è usata principalmente in presenza della luce diurna” - Wikipedia), che tutti i colori vengono percepiti, senza considerare la loro natura ed indifferentemente dall'essere cromatici (per esempio

giallo, blu, rosso, ecc...) o acromatici (scale di grigio, bianco e nero).  
 Inoltre, che dare una definizione completa e “normalizzata” del termine “colore” implica tutte le complessità legate alla vista e alla visione, e che esiste una differenza tra “color stimulus” (stimolo del colore - ovvero la luce che colpisce la retina dell'occhio) e “Color response” (risposta al colore - percezione del colore da parte del cervello).

Ed effettivamente cercare di dare una spiegazione non scientifica o approssimativa alla percezione del colore risulterebbe un altro elaborato di tesi o di dottorato arricchito di complessità e con la necessità di eseguire diversi e complessi esperimenti. Io stesso, quando “rivesto” il ruolo di insegnante di chitarra con i miei studenti, ritrovandomi a spiegare le relazioni che esistono tra le note in una scala o si affronta l'analisi armonica o ai principianti insegno le differenze tra accordi minori e maggiori tramite l'ascolto, chiedo di usare delle associazioni cromatiche, in modo da semplificare l'argomento e stimolare attivamente più sensi, con lo scopo di agevolare lo studente ad elaborare queste nuove informazioni e a

saperle riconoscere nell'immediato in situazioni future.

*“Quando siamo esposti all'influenza di un colore esterno, noi creiamo armonia ed equilibrio creandoci un colore complementare interno.”  
 Goethe, Teoria dei Colori, 69,  
 Trad. di R. Troncon.*

Goethe nel 1810 espresse una serie di osservazioni legate al colore e la sua percezione, condensando studi e pensieri nel libro della Teoria dei Colori (Farbenlehre), manifesto alla base della moderna colorimetria e definita da Deane B. Judd come “anticipatrice e un innovativo avanzamento nella teoria del colore” (Introduction to the Goethe's Farbenlehre(1810), M.I.T.Press, Cambridge, Mass. 1970).

Nella sua opera, Goethe principalmente critica la metodologia di Newton nel trattare la luce e gli esperimenti ad essa legati poiché lui, Newton, sperimentava al buio per vedere tutto lo spettro cromatico trattando la luce come se fosse materia, scomponendola nei suoi componenti. Alla base della

visione Goethiana vi è un modo di osservare il colore come la naturale interazione tra il buio (le tenebre) e la luce: “Il giallo è una luce che è stata attenuata dalle tenebre; Il blu è un'oscurità indebolita dalla luce” (Goethe, Teoria dei Colori, 502) generando così una polarità dielettrica tra luce e ombra.

L'opera si suddivide in 3 volumi:

- Lineamenti di una teoria dei colori: in cui tratta, nelle sue 6 sezioni, i colori e la loro natura, la percezione e la funzione artistica;
- Smascheramento della teoria di Newton: Critiche sull'opera 'Opticks' di Newton;
- Materiale per la storia della teoria del colore.

Seguendo lo scopo di questo elaborato di tesi sulla percezione, di seguito tratterò la natura dei colori secondo la visione Goethiana, semplificando e sintetizzando i contenuti.



[44] EFE KURNAZ, 2017, Multicolored Hallway, Unsplash

## **Colori fisiologici**

I colori fisiologici sono quelli che vengono percepiti attraverso la normale attività dell'occhio e sono di conseguenza soggettivi, in quanto fisicamente dipendono dalla sensibilità e dal numero dei recettori che l'occhio di un individuo è in grado di percepire. A tal proposito, un fenomeno interessante è l'analisi di questo aspetto e di come esso possa essere interpretato secondo il principio di polarità. Ovvero, all'osservazione di un dato colore, l'occhio, al suo interno, produrrà una tinta perfettamente contraria, così come, secondo i romantici, ogni realtà ha la tendenza di risolversi nel suo contrario per ripristinare l'unità originaria. Un esempio molto semplice consta nell'osservare un pallino rosso su una superficie bianca per diverso tempo. Nel momento in cui sposteremo l'attenzione e quindi lo sguardo si rivolge altrove,

immediatamente su un'altra superficie neutra si proietta ciò che abbiamo appena osservato. In questa sezione, Goethe vi inserisce anche dei fenomeni di osservazione particolare. Un esempio interessante è la sua interpretazione del contrasto simultaneo. Egli teorizza che lo stesso colore assume, cioè appare, diverse qualità in base al contesto in cui vi è inserito, definendo come non misurabile tale colore secondo la lunghezza d'onda emanata.

**PANTONE®**  
**635**

**PANTONE® 14-4516**  
Petit four

**PANTONE®**  
**291**

**PANTONE® 18-4330**  
Swedish Blue

## Colori Fisici

Sono definiti dalla interazione che avviene tra la luce e l'oscurità ed hanno una natura sia oggettiva che soggettiva e sono frutto della

dielettrica dei contrari. Goethe basa questa classificazione sull'esistenza di un colore blu (l'oscurità) e uno giallo (la luce), colori primari che

attraverso il reciproco influenzarsi e mescolarsi nascono tutti gli altri colori. Oltre a questa ipotesi, egli suggerisce anche l'esistenza di un mezzo di osservazione e che al suo variare di intensità varia il colore osservato (per esempio il sole, bianco a mezzogiorno dritto sopra di noi, diventa rosso man mano che raggiunge l'orizzonte perché l'atmosfera, mezzo di osservazione, diventa più densa).

A sostegno di questa teoria, Goethe esegue lo stesso esperimento di Newton attraverso un prisma per osservare il colore (essendo un'opera di critica al lavoro dello scienziato, sostiene che l'esperimento di Newton fosse errato), esperimento alla cui base vi è il principio secondo il quale le lunghezze d'onda relative ai vari colori sono conseguenti all'interazione tra il prisma e la luce.

Dapprima posiziona il prisma su una striscia bianca in contrasto ad uno sfondo nero, notando che su uno dei due bordi compaiono il giallo con sfumature rosse e sull'opposto il blu con sfumature che tendono al viola.

Allontanando il prisma, i due fasci cromatici tendono ad avvicinarsi formando il verde. Poi, in un secondo momento, esegue lo stesso esperimento ma con una striscia nera in contrasto ad uno sfondo bianco ottenendo il risultato opposto (un lato rosso che sfuma al giallo ed uno viola che tende al blu), poi, allontanando il prisma, ottiene come risultante il porpora. Da questa osservazione Goethe mette a punto il cerchio dei colori, disponendo quelli complementari uno opposto all'altro e definendone i primari.

## Colori chimici

Con i colori chimici, la teoria goethiana introduce la proprietà di determinati materiali (chiamati corpi) di possedere un dato colore: sono i colori che hanno natura oggettiva e fissa, essendo una proprietà estratta dal corpo a cui appartengono (il blu del lapislazzuli, per esempio, o il rosso del pomodoro, ecc...). Con questi colori Goethe esegue gli stessi esperimenti affrontati con il prisma e nota che da essi scaturiscono tutti gli altri.

## Colorimetria e misurazione del colore

Dato che il colore non è proprio di un oggetto e che non è una sua caratteristica o qualità, diviene necessario codificare l'informazione che il nostro cervello elabora tramite la percezione visiva. Assolve a questa funzione la colorimetria, ovvero la disciplina che normalizza la misurazione del colore attraverso l'utilizzo e la creazione di modelli.

Diventa quindi necessario ricorrere all'individuazione di grandezze in grado di classificare, denominare e anche riprodurre i vari colori. CIE (Commissione Internazionale per l'Illuminazione) e OSA (Optical Society of America) si occupano proprio di questo.

La prima raccoglie/definisce scale e spazi colorimetrici per consentire all'uomo di calcolare e misurare il colore tralasciando la soggettività;

la seconda, invece, esegue ricerche sulla non linearità degli spazi individuando campioni di colore indeformabili.

Per chiarire alcuni concetti:

- Il modello colore è un campione matematico estratto che permette di rappresentare i colori secondo un codice numerico, suddiviso in pochi componenti (fattori). Si serve di un vettore associato ad uno spazio colore per definire l'applicazione (Es. RGB: spazio per il quale è possibile riprodurre qualunque sensazione di colore percepita dall'occhio; CMYK: è uno spazio lineare secondo il quale risulta difficile riprodurre tutti i modelli di colore);
- Gli spazi colorimetrici sono combinazioni di modelli colore

e una funzione di mappatura. Essi regolamentano l'uso del modello colore (Es. Adobe RGB, sRGB sono entrambi spazi colore basati sul modello colore RGB).

Essendo la percezione soggettiva, è chiaro che la visione cromatica è data dall'interpretazione delle informazioni del cervello e dall'acquisizione di determinate lunghezze d'onda della luce da parte dei coni recettori posizionati sulla retina. Questi coni sono suddivisi per colore (rosso, verde e blu), percepiscono i colori "puri" e si differenziano tra loro per la diversa risposta allo stimolo luminoso della luce bianca. La soglia di sensibilità indica invece il limite per il quale il cono non è più sensibile.

Concludendo, l'occhio umano è quindi in grado di percepire la tonalità

o tinta, la saturazione e la luminosità, attribuendo così la luce di un determinato colore ad un'unica fonte o al risultato della sovrapposizione di diverse emissioni con differenti lunghezze d'onda.

La natura di un oggetto, ovvero se è o meno autoilluminante, influenza la nostra percezione del suo colore. Nel caso in cui non sia auto luminoso, il colore percepito dall'osservazione dell'oggetto è lo spettro d'onda della sorgente luminosa influenzato dalla proprietà di riflettanza spettrale dell'oggetto stesso. Se invece il corpo è auto luminoso, il colore percepito è il risultato dell'influenza sullo spettro d'onda dalle proprietà di emissione e di riflettanza spettrale dell'oggetto stesso.

La misura del colore somma le risposte degli stimoli di colore

(radiazioni luminose emesse dagli oggetti che si traducono poi nei colori) e le normalizza secondo le curve spettrali di risposta dei fotorecettori sensibili al colore (Wikipedia).

A tal proposito, due normative emesse dalla CIE (1931 e 1964) dettano le funzioni colorimetriche di riferimento che sono in grado, una volta incrociate con le curve spettrali, di ottenere i valori x, y e z dello stimolo (dette coordinate di tristimolo) che permettono di definire un determinato colore all'interno di uno spazio colore specifico, ma anche di trasferire tale colore nei vari spazi colorimetrici.

***Gran parte del mio lavoro consiste nell'esplorare il concetto di ciò che consideriamo verità. Dipende dal punto di vista. Creiamo la realtà attraversando lo spazio. [...] Il mio lavoro dipende completamente dall'osservatore che trasforma le idee in arte"***

***Olafur Eliasson***

## Olafur Eliasson

Nel 2018 insegnavo Graphic Design in un centro di recupero anni scolastici e avevo assegnato il percorso di studi paritario del Liceo Artistico; in particolare dovevo preparare gli studenti a sostenere l'esame di maturità. Ricordo che uno di questi studenti mi parlò della docuserie Abstract di Netflix e finì che in un anno la guardai per ben 3 volte.

Venni finalmente a conoscenza di alcune figure creative di cui avevo sentito parlare ma non mi ero mai interessato d'approfondire. Tra queste Olafur Eliasson mi colpì particolarmente, specialmente per il suo lavoro sul colore e su come esso sia in grado di cambiare la nostra percezione, la nostra emotività e la relazione con lo spazio.

Secondo l'artista, il concetto di osservazione e percezione nasce unicamente quando c'è un osservato e un osservatore. Per esempio, una delle sue prime installazioni "Beauty" (Beauty (1993) Artwork, Studio Olafur Eliasson) prevedeva una nebulizzazione dell'acqua per creare un arcobaleno e nell'occasione l'artista precisa che il vedere l'arcobaleno dipende esclusivamente dall'occhio dell'osservatore e dalla sua posizione nello spazio. Ciò dimostra che noi percepiamo anche in funzione dello spazio.

Provate a immaginare il cielo dopo un acquazzone. Magari vedete un cielo limpido con qualche nuvola in lontananza mentre un vostro amico, in una posizione diversa dalla vostra, noterà un arcobaleno.



[47] FASTWEB, L'arte che guarda al domani - Capitolo 4 - Olafur Eliasson



[48] ABSTRACT, 2017, Olafur Eliasson, Abstract: The Art of Design, S2 E1, Netflix

Non solo Olafur mi ha colpito per questi discorsi sulla percezione, ma in particolare per un esperimento in cui analizza come la luce muta e cambia il mondo attorno a noi.

Da qui mi sono chiesto “è possibile quindi annullare totalmente il mondo che ci circonda attraverso una proiezione e tramite un'altra sovrapporvi un mondo virtuale che altrimenti non esisterebbe?”.

Nell'esperimento a cui mi riferisco Olafur utilizza una lampada che produce un'intensa luce monocromatica gialla, in grado di annullare tutti gli altri colori. Quello che avviene è un'alterazione della percezione perchè questa luce, non essendo bianca, non consente agli altri colori di manifestarsi e quindi percepiamo uno spazio giallo e tutte le gradazioni che vanno dal nero al bianco, dando la sensazione di aver cancellato



i colori. L'assenza di colore porta l'uomo a prestare attenzione a diversi altri aspetti, a vedere di più.

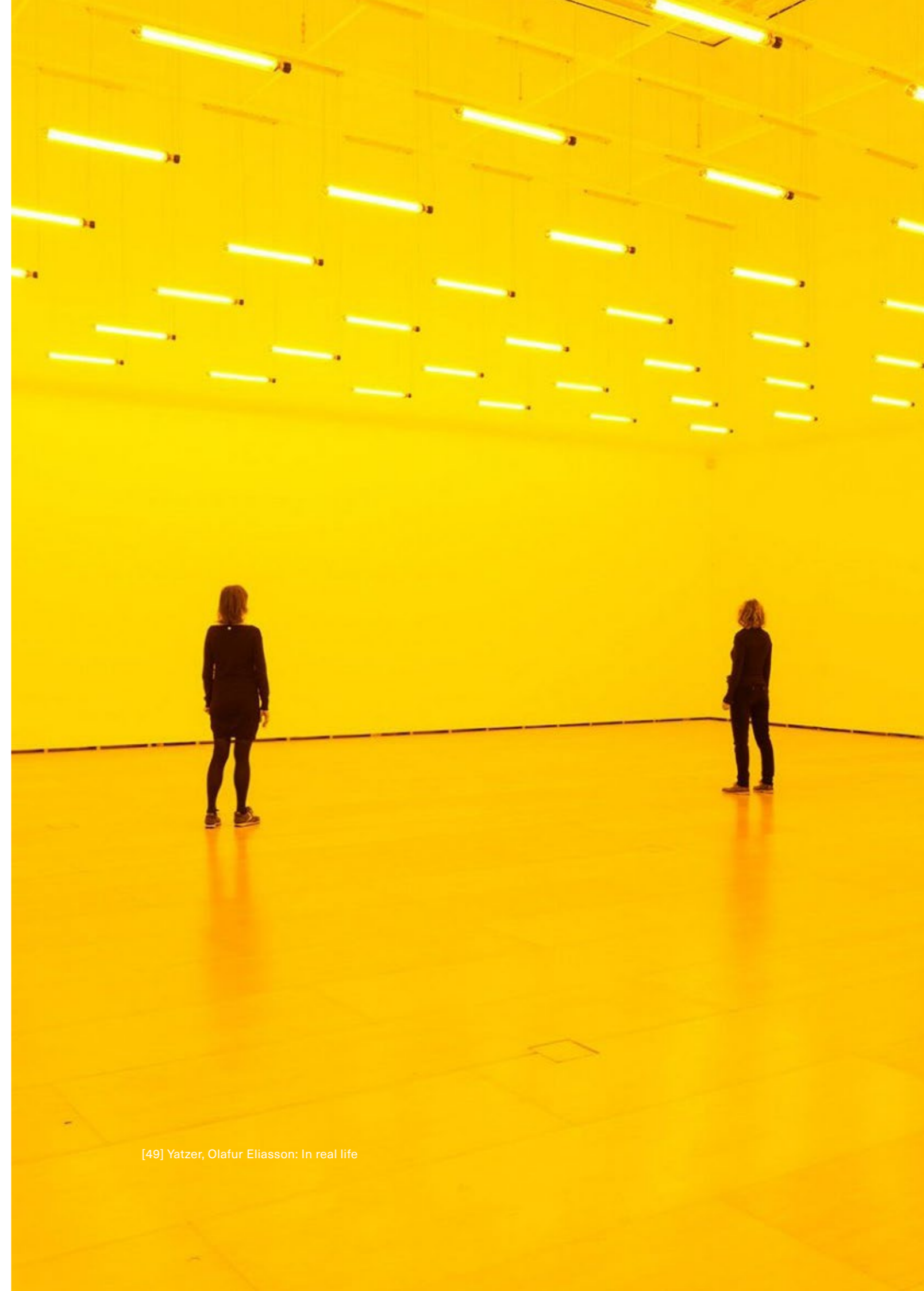
L'evoluzione di questo esperimento è l'allestimento intitolato "The Weather Project" del 2003.

Penso sia estremamente interessante questa visione, questo utilizzare la luce e il colore per alterare la nostra percezione. Se ci pensate, il colore nel mondo del prodotto industriale gioca un ruolo estremamente importante. Ad esempio, una scocca di plastica bianco lucida ci fa percepire il prodotto come di qualità scadente e di bassissimo valore, l'opposto una scocca opaca.

Pensate ai prodotti Apple, hanno un linguaggio curato nel minimo dettaglio, ma nel momento in cui inserisce il colore (mi riferisco

soprattutto ai nuovi iMac) provoca un effetto al quale non siamo abituati, facendoci dubitare della serietà che lo contraddistingue perché ci dà la sensazione di aver creato un prodotto ordinario.

In opposizione abbiamo i prodotti per l'end-user professional che mantengono il rigore rigido della professionalità grazie al grigio dell'alluminio. Ma non solo, il colore è talmente importante che oltre diventare un coordinato aziendale - il rosso Ferrari, il rosso Ducati - ci fa scegliere un prodotto rispetto ad un altro, proprio perché comunica determinati significati.





***“Il suono c’è quando c’è”***

***Giovanni Piana***

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

**WAME**

Politecnico di Milano

[50] Denisse Leon, 2017, Closeup photo of audio mixer, Unsplash

## Il Suono

/suò·no/ Lat. sonum

Seguendo la definizione del vocabolario e di una rapida ricerca web-based, il suono è una sensazione acustica, data dalla vibrazione di un corpo in oscillazione, che presenti ben individuabili i caratteri di altezza, intensità e timbro. Esso è determinata dalle onde sonore emesse da una sorgente vibrante che, propagandosi nell'aria o in un qualunque mezzo elastico, giungono all'orecchio e vengono trasmesse all'organo uditivo, tramite un meccanismo interno complesso, creando una sensazione uditiva legata alla natura della fonte vibrante stessa (Oxford Languages e Wikipedia).

*“Ecco l'unica cosa che mi piacerebbe veramente di tenere in pugno, il suono dell'ombra.”  
(Alda Merini)*

Non viene indagato quindi come tali vibrazioni si espandono nei vari mezzi, ma viene descritto sinteticamente come il suono si genera.

A tal proposito, potremmo pensare alla sorgente sonora come una pallina inserita in una griglia, riempita a sua volta da altre palline tutte adiacenti l'una all'altra. Quella di nostro interesse, definita come sorgente, inizierà ad eseguire un moto oscillatorio agitato in tutte le direzioni, provocando degli spostamenti delle palline adiacenti, che, a loro volta, sposteranno le altre e così via, provocando movimenti a catena, i quali, allontanandosi dalla sorgente, saranno sempre più deboli. Questo movimento trasmesso è possibile grazie alle proprietà meccaniche del mezzo, provocando una variazione locale della pressione e una propagazione meccanica della

vibrazione che andrà a generare un'onda sonora longitudinale, ovvero un'onda che sposta le particelle seguendo la direzione di propagazione. Chiarita la genesi delle onde sonore, è importante definire le sue caratteristiche:

- Altezza: ci permette di riconoscere un suono acuto da uno grave, è dipendente dalla frequenza e dall'intensità (in diretta relazione al volume) ed è definita come la frequenza fondamentale di una nota musicale che viene percepita (wikipedia). In ambito musicale si considerano le note che vanno da 65 a 8276 oscillazioni semplici (dal do grave al do acuto), intervallo determinato dall'ottava centrale del pianoforte, il La4 che ha 440 oscillazioni, numero codificato

nel 1939 dalla Conferenza di Londra;

- Volume: è legato alla percezione della forza di un suono, ovvero alla quantità di pressione che esso esercita sul timpano. La pressione è determinata sia dall'ampiezza che dalla posizione rispetto alla sorgente sonora;
- Il timbro permette di riconoscere due suoni con uguale frequenza o altezza. In altre parole, rappresenta quella peculiarità della percezione uditiva che consente di identificare la fonte sonora, distinguendola dalle altre, come ad esempio distinguere uno strumento musicale dagli altri (Wikipedia).

L'uomo, così come la maggior parte degli esseri viventi, percepisce le onde sonore attraverso l'organo uditivo costituito dalle orecchie.

## Anatomia orecchie

L'orecchio umano è l'organo predisposto all'ascolto, ovvero alla funzione uditiva, rilevando le onde sonore che vanno dai 20Hz ai 20kHz e consente inoltre di mantenere l'equilibrio, funzione del sistema vestibolare contenuto nell'orecchio interno.

Si compone di tre grandi gruppi, tutti contenuti dall'osso temporale del cranio, e sono: orecchio esterno, orecchio medio e orecchio interno.

Sinteticamente essi si compongono in:

- Orecchio esterno: è la parte visibile dell'orecchio ed è maggiormente occupata dal padiglione auricolare, quindi dal canale uditivo esterno e termina con la superficie esterna

della membrana timpanica.

Agisce come una vera e propria parabola: esso raccoglie e incanala nel condotto uditivo le onde sonore e ci consente di individuare la sorgente sonora;

- Orecchio medio, costituito dalla membrana interna del timpano, dalla cavità timpanica, dalla catena degli ossicini (martello, incudine e staffa), dalla tromba di Eustachio e dalla finestra ovale. Il timpano, stimolato dalla pressione che le onde sonore esercitano, oscilla, trasmettendo tale movimento all'apparato vestibolare (coclea) dell'orecchio interno attraverso la catena degli ossicini e in seguito trasmettono il suono codificato al cervello per mezzo del nervo uditivo;
- Infine l'orecchio interno è l'insieme dei recettori che codificano il suono e sono



[51] KYLE SMITH, Basset Hound, Jan 2018, Unsplash

responsabili del mantenimento dell'equilibrio. Essi si suddividono in apparato acustico (canali semicircolari, osso

temporale, nervo uditivo, coclea) e apparato vestibolare.

## Registrazione Binaurale

La registrazione binaurale è una metodologia che prevede l'utilizzo di più microfoni in modo da riprodurre le percezioni acustiche di un ascoltatore nell'ambiente di ripresa, generando così un ambiente sonoro 3D. La tecnica, ideata da Alan Blumlein e denominata Blumlein Pair, prevede di posizionare due microfoni in direzione divergente l'uno dall'altro ponendovi tra di essi uno "schermo" composto da materiali fonoassorbenti combinati in modo da simulare la testa dell'uomo, la sua densità ossea e muscolare e la propagazione del suono al suo interno.

## Binauralità e stereofonia, battiti binaurali

La binauralità, elemento riconducibile alla psicoacustica (studio psicologico della percezione acustica), è un concetto simile alla stereofonia dalla quale si discosta in quanto prevede un'ottimizzazione dell'environment di ascolto per ottenere una fedeltà della sorgente sonora come nell'attimo di ripresa. Essa quindi va a simulare l'ascolto nel momento esatto in cui i suoni vengono riprodotti. Un buon esempio sono gli audio ASMR.

La stereofonia, invece, è un concetto più antico, per il quale si è sperimentato a lungo e che trova le sue origini nel "Fantasound", così denominato perché ideato durante le fasi di produzione di Fantasia volute da Walt Disney. In sintesi, la volontà del padre della fabbrica dei sogni era di sperimentare nuove tecniche di registrazione per far sì che il suono riprodotto dagli altoparlanti non fosse

debole e tintinnante ma immersivo, come se l'ascoltatore si trovasse all'interno della sala di ripresa di un'orchestra. In collaborazione con RCA Corporation (azienda elettronica statunitense fondata nel 1919 - oggi il brand è di proprietà Sony e Technicolor) vennero sperimentate diverse configurazioni per ottenere le prime riprese a multitraccia. Addirittura, venne introdotta una metodologia innovativa per l'epoca che nei tempi odierni è d'uso comune nella registrazione delle tracce audio che compongono i brani, ovvero la ripresa degli strumenti avviene in fasi separate (all'epoca delle varie sezioni dell'orchestra) con lo scopo di migliorare la separazione delle tracce per il multicanale e aumentare il riverbero; tale pratica però venne abbandonata a favore di una registrazione multitraccia con più dispositivi per diversi motivi.

Stokowski, in collaborazione con l'Orchestra di Philadelphia, all'interno delle mura dell'Academy of Music, venne ripreso da 33 microfoni e l'esibizione fu "catturata" su 8 macchine che riprendevano le tracce separate delle diverse sezioni dell'orchestra (violini, viole, ottini, ecc...).

*"La fantasia non potrà mai invecchiare, per la semplice ragione che rappresenta un volo verso una dimensione che giace al di là del tempo."  
Walt Disney*

Ma il Fantasound non nacque introducendo queste metodologie multitraccia (che per l'epoca erano di grande portata e innovazione) bensì in fase di post produzione. C'è chi afferma che il Fantasound fu un

caso, in quanto durante le riprese, per “dare un assaggio” al possibile pubblico dell’opera Disneyana, vennero disposti due altoparlanti che causalmente riproducevano una la sezione di destra e l’altro quella di sinistra dell’orchestra e quindi la prima stereofonia. La versione più veritiera e che è passata alla storia una collaborazione tra i Disney e David Sarnoff di RCA, il quale, a fronte della copertura delle spese da parte di Disney, ideò un sistema per ascolto in multitraccia in grado di creare l’illusione della presenza di un’orchestra vera in sala. Il sistema prevedeva l’uso di due proiettori: il primo conteneva la traccia video e una traccia mono di backup audio, mentre il secondo riproduceva una pellicola contenente le tracce audio multicanale. Le tracce erano suddivise in canale di destra, centro e sinistra, riprodotti da altoparlanti

posizionati nelle medesime direzioni mentre il quarto canale serviva come controllo per il volume e di ripristino delle dinamiche. Venne anche introdotto un dispositivo per il controllo indipendente delle singole tracce ed equipaggiato con “pan pot” (panner - le manopole che sui mixer consentono di “spostare” l’uscita di una traccia audio dal canale di destra verso quello di sinistra o centro) così da controllare in tempo reale la colonna sonora. Il risultato fu il primo innovativo sistema stereofonico surround, denominato per l’appunto Fantasound.

Per riprendere e concludere il discorso riguardante la binauralità, la percezione sonora e il suo inganno sono gli “ingredienti” base fin dalla fase di ripresa: alcune tecniche prevedono l’uso di microfoni all’altezza della testa



[52] JESSE KLAPHOLZ, 1939, Engineers and musicians set up on stage at the Academy of music in Philadelphia, Fantasia Movie

dell’essere umano, riproducendo ingombri e densità e in particolare la forma dei padiglioni, rendendo così i suoni soggetti a tutte le variazioni di fase, provocate dalla capacità fisiologica dell’orecchio di direzionare e incanalare il suono e dalla testa umana stessa. Essendo poi impossibile ricreare i pattern di oscillazione delle cellule ciliate dell’orecchio interno e la reale pressione acustica dei suoni a causa della riproduzione attraverso speakers, la binauralità resterà una

simulazione e quindi non uguale alla reale percezione acustica. Pertanto, ci si rivolge a stratagemmi per ingannare l’orecchio, le nostre variazioni di fasi causate dall’anatomia della testa umana e quindi il cervello. Si deve però chiarire che, nonostante i limiti della percezione umana, il formato binaurale di ottima qualità riesce a creare un’esperienza di ascolto molto simile alla realtà.

## Blumlein Pair

La tecnica inventata da Alan Blumlein consente la registrazione di suoni tale da riprodurre le caratteristiche spaziali. In questo modo, l'utente, durante la riproduzione sonora, vivrà un'esperienza di suono completa, come se si trovasse inserito in uno spazio.

La tecnica prevede l'uso di due microfoni con capsule a "figura 8" posizionate centralmente l'una sopra l'altra, formando tra di loro un angolo di 90°, in modo tale che la bisettrice dell'angolo punti in avanti, verso la sorgente.

Questo procedimento offre il vantaggio di poter dividere eccellentemente il canale stereo e di riprodurre le qualità spaziali e di riflessione della sorgente sonora.

## Tipologie di microfoni per la binauralità

**Ribbon Microphone:** è un microfono ideato negli anni 20 da Walter H. Schottky e Erwin Gerlach il cui principio di funzionamento si basa sulla presenza di un foglio di alluminio ripiegato a fisarmonica e posizionato tra due poli di un magnete. Vibrando esso produce voltaggio (effetto dell'elettromagnetismo) e quindi registra la voce. Questi particolari microfoni sono detti "Velocity microphones" perchè il voltaggio generato dipende dalla velocità di vibrazione.

**Neumann K-100 "Dummy head microphone" (Neumann, website):** è un microfono per la registrazione binaurale e le esperienze sonore 3D, ricreando la testa umana in dimensioni e densità, restituendo un ascolto bicanale che

riesce a produrre l'illusione di uno spazio tridimensionale. In sintesi, questo microfono, grazie alla sua costruzione e materiali usati, è in grado di riprodurre l'assorbimento sonoro, l'equalizzazione dei suoni e i cambiamenti di fase tipici dell'anatomia craniale dell'uomo.

**Disco di Jecklin:** Una versione economica e in filosofia "DIY" in risposta al Neumann K-100 è il disco di Jecklin, ovvero uno "schermo" di materiale fonoassorbente che assolve alla funzione di creare "un'ombra acustica" tra due microfoni omnidirezionali, restituendo due segnali che possono produrre un buon effetto stereofonico. Il concetto che sta alla base del progetto è identico a quello del microfono della Neumann, con la sola differenza che la registrazione riproduce un'immagine stereo reale anche

attraverso dei normali altoparlanti, condizione che non è sempre possibile (o verificata) con il "Dummy-head". Questa tecnica è stata inventata da Jurg Jecklin, il sound engineer della Radio Svizzera (Swiss Radio).

**Soundfield Microphone:** il soundfield microphone è un particolare microfono che vede il suo antenato in un progetto di Michael Gerzon e Peter Craven (Calrec Audio Limited - 1978) in seguito acquistato da Røde nel 2016 e commercializzato nel 2018 come "Soundfield by Røde" modello NT-SF1. Questo microfono è costituito da 4 capsule disposte secondo i vertici di un tetraedro lungo gli assi che si dipanano dal centro di questa geometria: è un microfono pensato per il formato ambisonico ma non come sua esclusiva applicazione. Infatti è in grado di registrare un

formato audio multicanale definito "A-Format" (Formato A), la cui processione, hardware o software, restituisce il "B-Format" (Formato B). Il formato A è costituito dai 4 segnali "RAW" delle capsule microfoniche, mentre il Formato B è infine suddiviso in 4 componenti: x, y, z e w, dove le prime tre rappresentano le coordinate spaziali dell'ambiente sonoro mentre la "w" indica la pressione acustica. La potenzialità di questo microfono è la sua capacità di registrare i suoni in diverse configurazioni microfoniche (omnidirezionale, supercardioido, a cardioido, ecc...) e ricreare infinite simulazioni di microfoni nello spazio 3D. Questo argomento è trattato in modo più esaustivo nel seguente paragrafo "Il Suono Ambisonic".



A sinistra [53] STEVE HARVEY, Black and silver microphone, Unsplash  
 A destra [54] NEUMANN, Neumann KU100 Binaural Head, Studiocare.com





A sinistra [55] VICTOR PRIZE, Jecklin Disk, Wikipedia  
A destra [56] RODE, 2018, Soundfield Microphone NT-SF1

## ***Il suono ambisonic***

Il suono ambisonic è stato sviluppato nel Regno Unito negli anni '70 da British National Research Development Corporation ed è la riproduzione di un formato audio surround sferico, in grado di contenere fonti sonore in tutte le direzioni rispetto all'ascoltatore e che a differenza del Dolby Surround non utilizza una moltitudine di altoparlanti.

A tal proposito, il numero di altoparlanti rappresenta uno dei limiti del sistema Dolby Surround, poiché richiede l'esecuzione di ogni singola regola contenuta all'interno di un manuale per la sua completa applicazione e certificazione. Inoltre,

il numero di altoparlanti ne qualifica anche la qualità e la completa stereofonia a 360°.

Il suono ambisonic, proprio grazie alla metodologia di registrazione con microfoni soundfield, contiene le informazioni relative alla rappresentazione delle sorgenti sonore indipendentemente dal numero di altoparlanti usati per la riproduzione e consente l'ascolto da un qualsiasi setup di casse adoperato dall'utente finale. In questo modo anche il mixing ha delle agevolazioni in quanto non esiste più la necessità di far riprodurre i suoni dalla posizione fisica di un altoparlante (Dolby Surround) ma dalla posizione virtuale delle sorgenti sonore. Una possibile applicazione di un formato sonoro di questo tipo sono le esperienze immersive in VR e di gaming, infatti ha poca applicazione nel mercato share del commerciale ma decisamente di più nel settore di nicchia.

## **B-Format**

Il Formato B, così come il Formato A, è stato introdotto nel paragrafo precedente nella descrizione dei microfoni Soundfield. Come detto in precedenza, queste tipologie di microfono sono in grado di registrare uno spazio 3D restituendo dei file audio separati definiti RAW (Formato A) che vengono processati in seguito o direttamente in fase di registrazione dal microfono stesso o da un'unità separata.

Durante la fase di definizione del concept e dei suoi aspetti tecnici ho avuto la possibilità di visitare gli studi di registrazione "Massive Arts" di Milano dove Alberto Cutolo, mixing e mastering, mi ha offerto la possibilità di sperimentare direttamente con un microfono Soundfield (Zoom VR-H3), comprendendo così l'effettiva simulazione acustica di uno spazio 3D in presa diretta (cioè con le cuffie

direttamente collegate al microfono), ascoltando un B-Format prodotto dall'hardware stesso. L'esperimento, avvenuto all'interno di una stanza trattata acusticamente per la registrazione, ha visto me al centro della stessa "isolato acusticamente" grazie alle cuffie e con il microfono in mano mentre Alberto e mio fratello, Ing. Peter Rossi, producevano dei suoni e rumori nello spazio. L'ascolto mi ha dato una percezione diversa rispetto a quella che avviene normalmente ma decisamente fedele.

- Le componenti del Formato B sono quindi quattro:
- X > Front minus Back
- Y > Left minus Right
- Z > Up minus Down
- W > Pressione acustica, registrata attraverso l'uso di un microfono omnidirezionale e di solito posizionato al centro.

Il rapporto tra i componenti Y e W ricreano l'immagine stereo. Le componenti X, Y e Z sono registrate utilizzando 3 capsule differenti a figura "8" disposte lungo gli assi del tetraedro.

Durante la fase di mixing e postproduzione, attraverso l'uso di un panner ambisonic è possibile posizionare virtualmente le sorgenti sonore all'interno di un ambiente virtuale 3D audio, agendo sui parametri riguardanti l'angolo orizzontale e di elevazione rispetto alla sorgente.

I componenti del formato B restituiscono dei segnali (interpretati come microfoni) di primo ordine. Tutte le seguenti rielaborazioni e combinazioni in post produzione creano microfoni virtuali di ordine crescente. I pattern polari ottenibili sono: omnidirezionale, cardioid,

hypercardioid, figura 8 e una qualsiasi combinazione dei precedenti.

La risoluzione, intesa come qualità e fedeltà del suono, del formato ambisonic dipende da quanti ordini di microfoni vengono considerati nel mix, in quanto da essi dipendono le sorgenti sonore e le loro definizioni e dalla frequenze che vengono mantenute, esaltate, abbassate o sopresse.

La complessità del formato però è che consente all'operatore di post-produrre un'infinità di microfoni e quindi ottenere infiniti ordini microfonici e quindi sorgenti audio estremamente definite, selettive e precise arrivando al cosiddetto "High-Order Ambisonics". Prendere in considerazione in modo efficace l'audio ambisonico, non solo in previsione del progetto di questo elaborato, significa considerare

i relativi vantaggi e svantaggi, intesi sia come benefici sia come caratteristiche ed eventuali limiti.

Per esempio, l'audio ambisonico è isotropico e ne conviene che i diversi suoni vengano trattati in modo diverso in base alla posizione della sorgente e alla nostra anatomia craniale, frutto di millenni di evoluzione. Di conseguenza i suoni direzionali verranno predisposti in un range percepibile dall'uomo e con dei riferimenti precisi (solitamente accompagnati al video - se è una possibile unione nell'applicazione di riferimento), i suoni posizionati dietro all'osservatore sono generalmente effetti ambientali e suoni di background; mentre di fronte all'osservatore verranno posizionati le sorgenti acustiche principali. Inoltre, un altro possibile vantaggio è l'indipendenza del

formato ambisonic dalla tipologia e quantità di altoparlanti presenti/usati per la riproduzione, consentendo così una scalabilità del formato a qualsiasi risoluzione aggiungendo eventuali canali per la trasmissione, garantendo la retrocompatibilità con sistemi datati senza dover eseguire un downmix. Allo stesso modo però, la nostra conformazione ci pone il limite importante secondo il quale due suoni, se separati da un breve intervallo, verranno percepiti dall'ascoltatore come divisi dando precedenza percettiva solo al primo dei due, rappresentando il cosiddetto "Haas Effect".

In conclusione, ai fini di questa tesi magistrale, quindi per ricreare un'esperienza multisensoriale altamente immersiva, dal punto di vista audio verrà utilizzata la neo tecnologia offerta da Dolby Atmos.

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

Politecnico di Milano

[57] Sigmund, Red  
and purple light digital  
wallpaper, Unsplash

**WAME**



Dolby  
ATMOS

[58] TIDAL, Dolby Atmos Artwork, Dolby Atmos: Staff Picks

## **Dolby Atmos**

Il Dolby Atmos è definito come: "a revolutionary cinema sound technology that has come to home theaters, bringing a new and exciting sense of total immersion and reality to your favorite movies, music, video games, and other programming. With Dolby Atmos, content creators now have the tools to precisely place and move sounds anywhere in your living room, including overhead, to make entertainment incredibly immersive and lifelike" ("una rivoluzionaria tecnologia audio cinematografica applicata agli home theater, introducendo un nuovo livello di immersività totale e realtà ai film, musica, videogiochi e altri programmi preferiti. Con Dolby Atmos, i creatori di contenuti hanno la possibilità attraverso strumenti dedicati di posizionare e muovere con precisione in tutte le direzioni, compreso dall'alto verso il basso,

i suoni all'interno di un ambiente virtuale come il salotto per rendere l'intrattenimento incredibilmente coinvolgente e realistico." - Professional.dolby.com).

Quindi, il Dolby Atmos non rappresenta un codec audio bensì un innovativo formato audio che non comprime il segnale, ma introduce nuove informazioni (metadata) che indicano la posizione dei suoni (Pezzali, R.).

In termini tecnologico-numeriche, questo concetto audio è la rivoluzione del suono immersivo, basato sull'idea di rendere l'ambiente di ascolto un environment 3D costituito da 128 canali diversi. Di questi, 10 sono dedicati alla tracce audio e 118 alla gestione dei metadata. La tecnologia è basata sul considerare l'audio non più composto solo da un ambiente

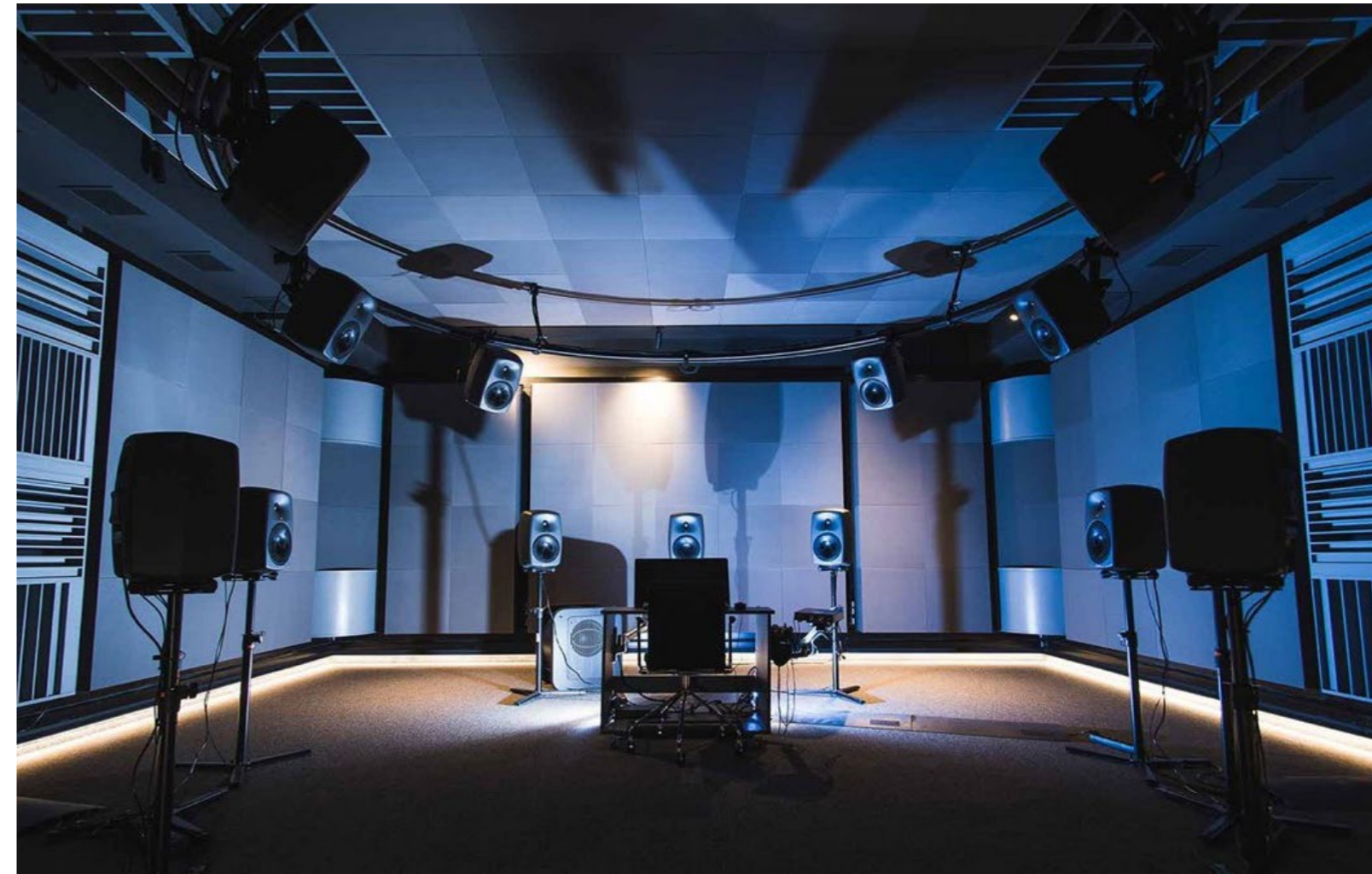
sonoro 3D ma combinato ad oggetti virtuali che rappresentano sorgenti audio libere di muoversi all'interno di questo spazio digitale, creando così un audio tridimensionale nel vero senso della parola:

*“Dolby Atmos is based on the concept of sound objects. Every sound in a scene - a child yelling, a helicopter taking off, a car horn blaring - can be represented as an independent and discrete sound object. Each of those sounds comes from a specific location in the scene, and in some cases, they move.” Professional.dolby.com*

In questo modo, il creatore o il fonico addetto al mixing, ha la possibilità di posizionare ogni singola sorgente secondo coordinate spaziali 3D,

esattamente dove vogliono con una risoluzione e precisione elevate (alti rate di kbps e kHz). Ovviamente, per la combinazione di sorgenti con le relative posizione e movimenti, sarà necessario predisporre il sistema multicanale con un sinto amplificatore in grado di leggere e gestire i canali audio con i metadati necessari.

Come scritto, il Dolby Atmos non indica quindi un codec, ma un formato. In riferimento ai Codec disponibili, Atmos si rifà a: Dolby Digital Plus, Dolby TrueHD e Dolby MAT; essi sono i principali “responsabili” della qualità di riproduzione del formato. Tra questi, il migliore, ovvero, quello che offre una qualità più alta e tecnicamente lossless (senza perdite), è Dolby TrueHD, caratterizzato da 18 mbps di banda a 24 bit e 192kHz ed è usato



[7] YURI DI PRODO, Apple Music per Android sarà senza Dolby Atmos

su pochi supporti fisici. Interessante per questo elaborato è il codec Dolby Atmos MAT 2.0 perché è in grado di gestire elementi già codificati (ad esempio l'audio di un film) e offre la possibilità di creare elementi codificati Atmos. L'esempio più semplice a cui pensare è il gaming: in un FPS frenetico si ha un ambiente audio codificato con i suoi elementi statici (per esempio una radiolina che suona in una stanza, posizionata su di un banco di lavoro) e i suoi elementi audio dinamici, i cosiddetti oggetti audio, che possono venire generati in tempo reale mentre l'utente è impegnato in una fase di gioco (per esempio il lancio di una granata o un veicolo che ci sfreccia accanto).

Per questo elaborato di tesi, Atmos rappresenta la soluzione ideale: nelle prime 10 tracce audio è possibile definire un ambiente

sonoro fisso, mixato e masterizzato, riprodotto da un sistema Dolby Atmos 7.1.4 o 7.1.2 (l'ultimo numero indica la quantità di altoparlanti posizionati sopra la testa degli utenti) costituito da altoparlanti passivi di piccole dimensioni, anche da 20W audio come i Bose, collegati a un sintoamplificatore.

Nei restanti 118 oggetti audio, verranno configurati tutti gli elementi sonori che costituiscono la parte "viva" e variabile dell'esperienza multisensoriale. Questi saranno ascoltabili dagli utenti attraverso l'uso di cuffie a conduzione ossea dotate di un sensore Dial VR by Waves per la codifica della posizione dell'utente all'interno dello spazio reale e di un ricevitore FM per garantire infiniti "accoppiamenti" tra loro con il trasmettitore. Tali cuffie non solo permetteranno l'ascolto di un artificio, di un costrutto, ma

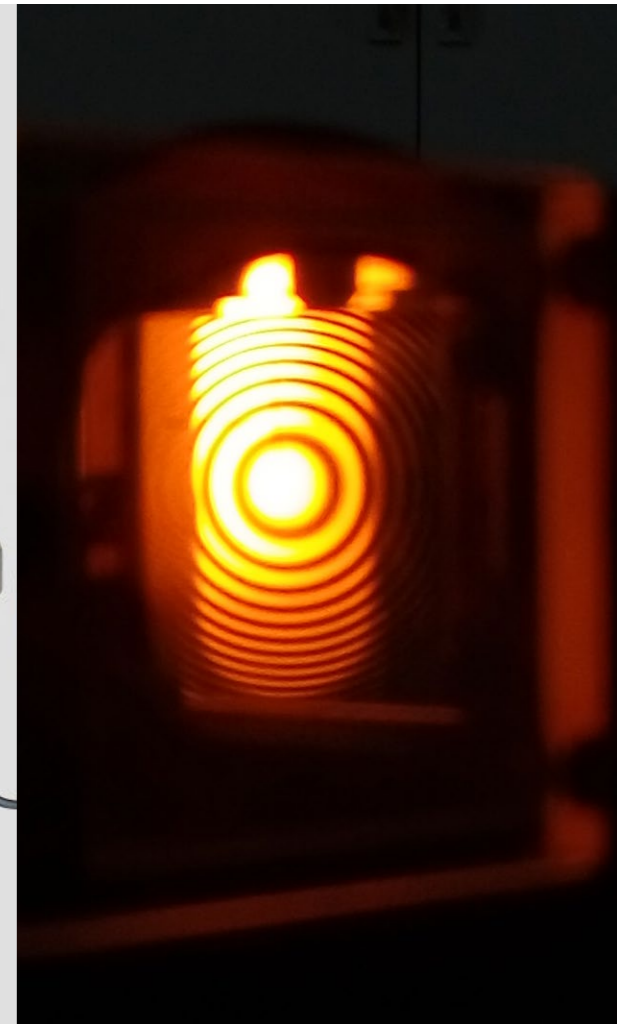
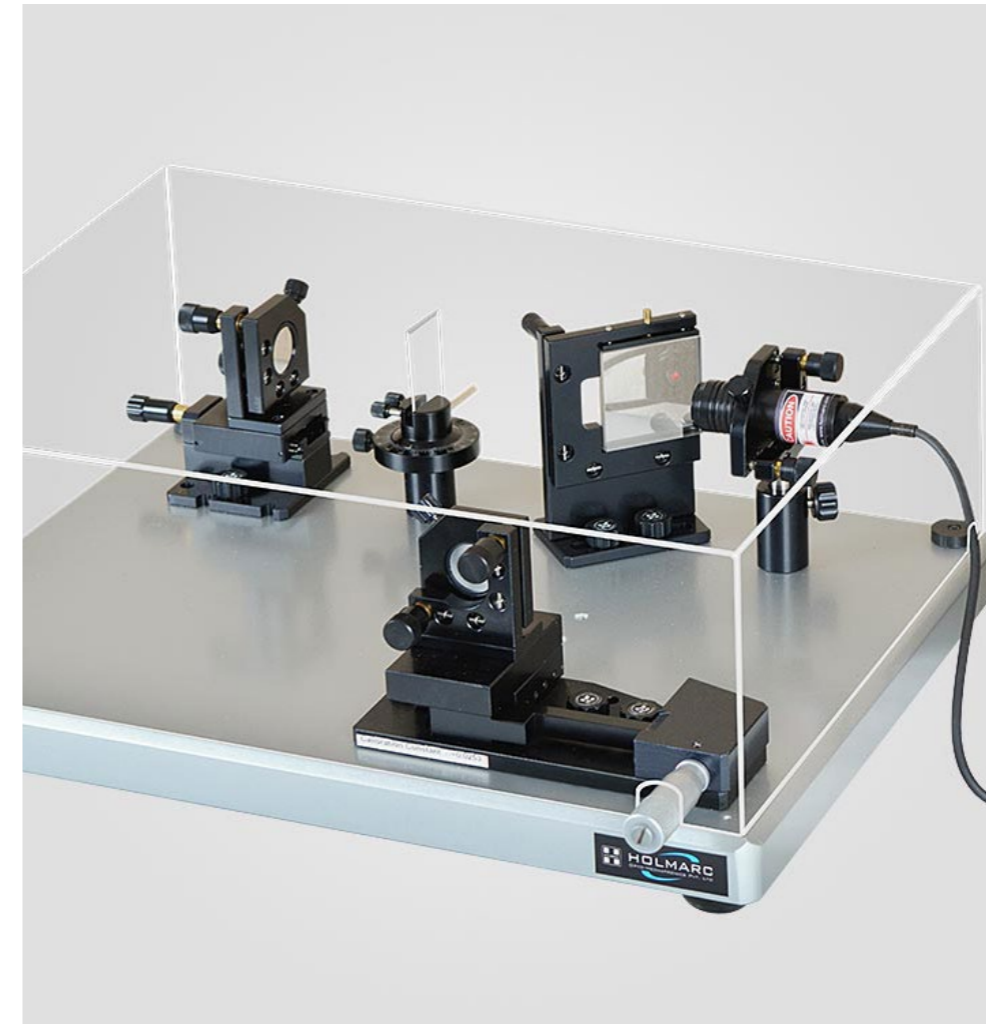
soprattutto non porteranno gli utenti ad isolarsi bensì a poter interagire anche tra loro.

La complessità di interazione che si viene a creare tra utenti, progettato statico e progettato dinamico, rende l'intera esperienza altamente immersiva ed innovativa.

## Light Cancellation: La luce come il suono

Grazie alla duplice natura della luce - ondulatoria e corpuscolare - è possibile ipotizzare di applicare metodologie di cancellazione della luce: grazie alle proprietà ondulatorie della luce dove, alla differenza del suono, nei punti di picco - le creste - avremo un alto campo magnetico o elettrico e di conseguenza basso nelle gole. C'è da precisare che se su un piano verrà inserito il campo magnetico, quello elettrico sarà localizzato in un piano perpendicolare ad esso. Considerando il solo campo elettrico e analizzando questa somiglianza con le onde sonore, possiamo presupporre che per cancellare la luce sia sufficiente spostare di fase la stessa sorgente di luce - per esempio di mezza lunghezza d'onda, per ottenere delle interruzioni. Oppure, se posizioniamo la stessa luce ma di fase opposta nella stessa origine,

avremo l'annullamento della luce stessa - la somma di due onde uguali ma contrarie risulta in una linea retta. Ovviamente, non possiamo usufruire della stessa posizione per inserire una seconda luce ma possiamo utilizzare un vetrino che agisce come uno splitter per i due raggi luminosi e così, i due, ad un certo punto si uniranno cancellandosi. Questo esperimento è noto come interferometro di Michelson.



Sopra [60] HOLMARC, Compact Michelson Interferometer, holmarc.com

A destra [61] ANHUI NORMAL UNIVERSITY, 2017, The Fringe formed by the Michelson interferometer, Wikipedia



WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?

# 04. *Lo spazio progettuale*



[62] BACHECA, Appunti, stickers, post-it dei vari momenti progettuali e non

Premessa: quanto scritto di seguito non è né una critica né un'analisi economico-tecnica di quanto avvenuto durante il lockdown, perché sarebbe totalmente fuori contesto. L'obiettivo è di evidenziare come la pandemia sia stata una caratterizzazione del background di questa tesi, individuando così le motivazioni e i driver progettuali adatti per spingere la creatività verso la sintesi di un concept.

## Background

Siamo consapevoli che l'Italia rappresenti uno degli Stati maggiormente colpiti dalla pandemia di COVID-19 e di quanto questa situazione, con le relative restrizioni, abbia completamente cambiato le nostre abitudini, forse per sempre, e introdotto delle altre. Per esempio, l'uso della mascherina è stata un'obbligazione per tutti noi che ancora oggi faticiamo ad accettare perché rappresenta un elemento intrusivo, sebbene sia diventata una quotidianità e certe professioni la richiedano. Molte volte la dimentichiamo in auto, sul mobile del telefono o vicino al divano, la perdiamo per strada ed eccetera.

Eppure essa rappresenta un'abitudine che difficilmente perderemo: saliremo a bordo di un mezzo pubblico con o senza mascherina?

Tutti i settori produttivi hanno risentito di questa pandemia, realizzando una nuova crisi economica globale. E l'industria musicale non fa eccezione: questo settore è stato scelto per il mio personale background da creativo e musicista. Le restrizioni di carattere sociale di distanziamento hanno bloccato gli eventi socio-culturali, come fiere, esposizioni, mostre e musica live - siano essi concerti o discoteche - facendocene sentire la mancanza e provare l'esigenza di migliorare l'entertainment domestico.

Tra gli eventi culturali e gli spettacoli dal vivo, secondo le stime riportate dall'Associazione generale italiana dello spettacolo (AGIS), sono stati cancellati più di 7000 spettacoli nel corso del 2020, portando fino ad una perdita di 10,5 mil di € (Ansaldo G., Feb 2020). "La vendita dei biglietti

si è completamente fermata a livello nazionale a causa della situazione di panico dilagante. È evidente che quello della musica dal vivo sia uno dei settori più deboli sotto questo punto di vista, perché non dispone di alcun tipo di contribuzione" così dichiarava Vincenzo Spera, presidente di Assomusica.

In questo contesto, gli artisti di tutto il mondo hanno trovato nel Live streaming una metodologia per potersi connettere con i loro fan e creare un nuovo contatto con loro: la possibilità di utilizzare una webcam e una connessione a banda larga ha permesso ad artisti, audiofili, gamers e altri, di collegarsi a milioni di persone, sponsorizzando se stessi e la propria passione, facendo sentire meno la mancanza del palco scenico. Né è un esempio il traffico dati generato da gaming, podcast

e variety generato attraverso 'Twitch', un sito web che consente agli streamers di creare contenuto Live streaming.

Per streaming si intende "il "flusso" riferito ad un complesso di audio e video informazioni, trasmessi tra sorgente e destinatari attraverso via telematica in tempo reale. Esistono varie piattaforme sviluppate sia per il pubblico che privato (come Zoom, Ustream, liveStream, Hangouts) che vanno scelti secondo dell'evento e target. [...] Attualmente più diffusa è Facebook live con 60,6% degli utenti di internet." secondo Olena Savchenko nel suo articolo "Eventi in Streaming. Un nuovo modo di raccontare turismo e business." per la webzine 'TurismoCome', pubblicato durante lo scorso anno. L'autrice pone anche in evidenza come questo strumento non sia

un'esigenza ma un'opportunità, definendola come “un nuovo trend della comunicazione e business. [...] è una soluzione più economica, che elimina tanti problemi [...] e consente di comunicare e raggiungere migliaia di persone”.

Inoltre, l'autrice riporta alcuni dati interessanti: “in Italia il pubblico delle dirette streaming è cresciuto di oltre il 66% a partire dalla prima settimana di febbraio 2020, mentre il numero dei canali streaming seguiti è quasi raddoppiato. Se il boom del live streaming è dovuto all'effetto di lockdown e fase successivi, tuttavia non si tratterebbe di un fenomeno temporaneo per esigenza ma diventa un trend in forte espansione.”

Altri esempi in ambito musicale sono proposti da “#StayOn”, un movimento musicale-culturale nato dai Live Club e dai Festival coordinato da KeepOn Live (associazione di categoria), che



ha generato sul social Facebook “più di 800 live in 400 ore di streaming e ha coinvolto 560 artisti e 58 tra locali e festival raccogliendo oltre 1.800.000 visualizzazioni totali e sostenendo 45 raccolte fondi per gli enti sanitari di tutto il territorio nazionale” (Olena Savchenko, 2020) unificando ben 58 palchi virtuali e promuovendo una raccolta fondi.

Con il mio gruppo musicale “Eveline” ho colto l'occasione e insieme abbiamo avuto la possibilità di sperimentare questa nuova metodologia di eventi live, organizzando un concerto a porte chiuse tenutosi all'interno di un locale bergamasco ('Midnight Club' di Grassobbio) con la coordinazione di MalaMusica, portando l'evento dal vivo in live streaming sulle piattaforme di Facebook Live e Twitch, così da poter comprendere

[64] EVELINE, Concerto trasmesso in Live Streaming sulle piattaforme di Twitch e Facebook Live durante la pandemia di COVID-19 a Maggio 2021

appieno il “fenomeno”.  
Ma niente è in grado di sostituire l'esperienza di Live Music che si tiene sul palco. Questo perché vi è un qualcosa di intangibile che è anche difficile da descrivere. Esiste una sorta di barriera che nel momento in cui ci si trova a creare una performance per un pubblico assente in sala diventa difficile se non impossibile da rompere a causa dello schermo. Provate a immaginarvi ad essere ad un concerto, nella bolgia che nasce dall'euforia del momento: il vostro gruppo preferito sta suonando il brano che più amate, siete circondati da migliaia di sconosciuti ma vicini ai vostri affetti, c'è un incremento della temperatura corporea data dall'emozione e il cuore è scalpitante.

Dopo mesi di lavoro e ricerca vi confesso che è impossibile ricreare

una sensazione pari o equivalente. Possiamo però idearne di altre innovative capaci di farci provare nuove emozioni simili.

A tal proposito, un progetto interessante intitolato Google Nest Virtual Stage, si inserisce in un background simile, restando, a differenza del mio elaborato, nello scenario attuale e ponendosi come obiettivo la rottura di questa barriera, convogliando nel soggiorno degli utenti l'emotività del concerto sfruttando i dispositivi smart controllabili vocalmente attraverso dispositivi google.

Il tutto avviene creando un contenuto apposito in partnership con il rapper Ghali, producendo un video nel quale le luci usate nelle riprese cambiano colore ogni volta che il cantante lo richiede attivando l'assistant tramite il comando “Hey Google”.

In questo modo egli riesce a triggerare il dispositivo google che abbiamo in casa mutuando anche le nostre smart lights connesse. In aggiunta, in sovraimpressione sullo schermo, per risolvere eventuali problematiche di ricezione del comando dal dispositivo, appaiono i comandi detti dal cantante permettendo all'utente di pronunciarli. L'utilizzo di mood light è forse una metodologia più immediata di aumento dell'immersività ed è estremamente funzionale poiché il colore combinato all'intensità luminosa mutua le nostre emozioni - pensiamo alle opere di Olafur Eliasson o di Jorrit Tornquist. Qui l'esperienza diventa multisensoriale perché contemporaneamente riesce a coinvolgere udito e vista e scatena delle nuove emozioni trascinanti. (Behance. (2021) - Google — Nest Virtual Stage).



[65] V. BORGHESI & M. LAZZARINI, Behance. (2021) - Google — Nest Virtual Stage.



[66], [67], [68] V. BORGHESI & M. LAZZARINI, Behance. (2021) - Google — Nest Virtual Stage.

## Challenge

Dato lo scenario descritto nel primo capitolo di questa tesi, può sembrare strano citare un progetto che lavora in ambito domestico, visto che il focus è posto sulla User Experience dei contenuti pensati per essere collettivi.

Viviamo nell'epoca dei prodotti digitali: causa le nostre routine quotidiane e frenetiche oppure Facebook e le sue ultime introduzioni a livello di UI e UX - User Interface e User Experience - ci siamo abituati ad una frammentazione elevata dell'informazione, tanto da farci sentire affaticati e mal disposti nel leggere un testo di diverse battute o fruire un video estremamente lungo. Nel mondo della comunicazione dinamica si è assistito ad un adattamento verso il formato di 15 secondi dettato dalle Instagram Stories, creando narrazioni intense

e velocissime. Per esempio, i nuovi teaser si sviluppano sui multipli di questi pochi secondi, per poter avere una riproduzione senza interruzioni sempre attraverso le stories di Instagram e catturare l'attenzione frivola di un ampio numero di utenti.

Possiamo affermare che, negli ultimi anni, non solo siamo cambiati noi come individui e la nostra percezione di ciò che ci circonda, ma sono cambiati anche i contenuti che produciamo, fruiamo e il modo in cui assimiliamo le informazioni.

Il discorso di creare contenuti di tipo shared risiede nella volontà dell'uomo di creare un gruppo più o meno omogeneo di individui che condividono le stesse passioni e volontà. Nel passato significava fondare villaggi, città e stati. Oggi, nell'era digitale si traduce nel creare

artefatti di zeri e uni pensati per una community virtuale.

Negli ultimi anni poi questa attenzione si è riversata sul contenuto istantaneo e veloce delle Instagram Stories, come anticipato, nei Reels e per ultimi nei video di TikTok. Questi esempi, dalla durata di pochissimi secondi, e nel caso delle stories dalla presenza sui social temporanea, confermano la nostra predisposizione ad assorbire informazioni frammentate ma bombardanti in poco tempo, richiedendo una bassa attenzione. I content creator diventano quindi esperti di sintesi, creando messaggi brevi ed estremamente efficaci. Alla base di questa nuova modalità, poi, risiede il desiderio di sentirsi parte di un gruppo.

Poniamo infine l'attenzione esclusivamente ai filtri utilizzati nelle Stories: essi sono dimostrazioni virtuose (delle volte) delle potenzialità della realtà aumentata, in grado di concretizzare la nostra immaginazione. Questo non solo significa che non ci accontentiamo di rimanere costantemente connessi per condividere qualsiasi cosa possedeva un significato, ma vogliamo anche mostrare i propri pensieri aumentati, trasformando questa realtà mista in contenuto condiviso.

Grazie a queste premesse, l'intenzione del progetto acquisisce valore: creare un qualcosa di immersivo, pensato in realtà mista e condiviso in tempo reale e non digitale tra diversi utenti. La User Experience diventa quindi un punto centrale della progettazione.

## **Framing the Idea**

Non sempre ho immaginato di realizzare qualcosa dedicato agli eventi socio-culturali e ai concerti. In seguito alla fase di ricerca, ho valutato l'idea di creare un artefatto estremamente innovativo ed esteticamente bello, minimale e semplice.

Volevo realizzare un prodotto da inserire in salotto in grado di trasformare il nostro modo di percepire l'ambiente, ispirato al ponte ologrammi delle astronavi di Star Trek, senza la manipolazione della materia tramite l'azione di forze gravitazionali. Il poter lavorare sull'ambiente, unendolo a ciò che mi appassiona, ha messo in moto la creatività: mi sono immaginato

un luogo in cui i confini tra l'essere umano, l'ambiente e la psiche si sfumano, creando un artefatto capace di trascinare emotivamente grazie alla sua immersività. Quindi, perché non realizzare un elmetto enorme? Quali sono i limiti tecnologici di questa cosa? E soprattutto quelli etici? Ed effettivamente, esistono?

E. Manzini sostiene che l'innovazione è strettamente legata al mondo del design e che quest'ultimo possiede le capacità di introdurre cambiamenti sociali che parlano di novità (E. Manzini, 2015). Quindi, mi sembra logico, pensare che nello scenario definito, una UX basata su un sistema di esperienza multisensoriale condivisa sia in grado di inserire un'innovazione sociale di tale importanza da far invogliare le persone a cercarsi, comunicare tra di loro, sentirsi una forte unità e non dei singoli individui, generando un nuovo livello di empatia.



**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

Politecnico di Milano

***Driver progettuali***

[70] DANIEL OLAH,  
2021, Dancing Bubbles,  
Unsplash

**WAME**

## Eventi socio-culturali e concerti

La scelta di concentrarsi sulla progettazione allargata per un ambiente pubblico e non di uso domestico è stata la prima decisione presa durante il percorso. Misurarmi in un ambito così ampio mi ha permesso di ideare l'esperienza share interattiva, un aspetto che effettivamente non avevo considerato inizialmente.

Essendo un musicista, la scelta è nata per coniugare al meglio la mia passione con il progetto. Durante il 2020, la mancanza di una scena musicale florida e motivante mi aveva spinto verso un senso di abbandono della mia passione. Ricordo che la motivazione di migliorare tecnicamente e il "semplice suonare per il gusto di farlo" era stata placata da una serie di sentimenti negativi, principalmente nati a causa della mancanza di motivazione

pratica. Mi ripresi solo con l'inizio dell'anno scolastico insegnando e con un'esperienza di lavoro che mi permise di fare chiarezza su che tipo di figura professionale vorrei essere.

La mancanza di un palco sul quale esibirmi con il mio gruppo, mi ha portato a chiedermi che cosa spinge la gente ad "ammassarsi sotto il palco", stipandosi nel cosiddetto PIT, creando un'unica massa fluida in costante movimento e mutazione, estremamente energica ed emozionante. In questa visione liquida, mi sono quindi chiesto come poter creare un organismo frammentato a tal punto da essere un'unica entità di emozioni.

Rappresentando per me non solo un qualcosa a cui tengo notevolmente, guidato anche dall'ambizione di diventare un

bravo designer, ho scelto di lavorare in questo ambito per sfida con me stesso e rivalsa su quei sentimenti negativi provati lo scorso anno. Il primo passaggio è stato l'inquadramento dell'argomento, ricercando significati etimologici, comprendendo le fasi che interessano gli eventi e immaginandomi come al suo interno si muovono gli utenti, realizzando un sondaggio.

## Design For All

Durante i primi stadi della progettazione, insieme al mio professore relatore, abbiamo ideato un questionario in grado di clusterizzare i possibili utenti degli eventi e in particolare dei concerti. Il questionario, pensato in bilingue, ha coperto un gruppo eterogeneo di oltre un centinaio di persone, restituendo però un risultato inaspettato: non esistono archetipi di utenti che frequentano gli eventi socio-culturali e tanto meno i concerti. Cioè, non esiste un tipo di persona specifica che va agli eventi e chi no. Ci va chiunque, ovviamente in base ai loro interessi.

Si creano due spunti progettuali decisamente interessanti: il primo è l'assenza di un vero archetipo; il secondo è che mancando un archetipo, si può pensare di progettare secondo il design for all,

ideando quindi un artefatto pensato per l'inclusività. Ed è bellissimo.

Con il termine Design For All si intende *“un design concept [...] è il design per la diversità umana, l'inclusione sociale e l'uguaglianza. È una disciplina di problem solving: produce risposte ad esigenze di utenti. Quali utenti? Tutti. Quali esigenze? Tutte [...] che nascono dall'utilizzo e dalla fruizione di ambienti, artefatti e sistemi nelle varie condizioni e situazioni che si possono presentare”* (A. Accolla e L. B. Buti, 2009).

Il DfA trova la base in una filosofia stretta attorno al riconoscimento, l'accettazione e la valorizzazione

della diversità umana, con la coscienza sociale di dover adattare l'intorno e il progetto all'uomo e non viceversa secondo il diritto dell'inclusione sociale.

## **Frammentazione modulare**

La struttura ottenuta attraverso l'uso dei concept mi ha permesso di progettare pensando ad un'architettura di prodotto modulare e inoltre, anche di frammentazione materiale.

Ricordo che in triennale, durante il corso di Design for All, il mio docente Luigi B. Buti parlava spesso di come attribuire funzioni diverse a parti diverse del prodotto, aiutando attraverso finiture, colorazioni e materiali diversi la comunicazione feedforward e feedback con l'utente, rendendo intuitiva l'interazione con l'artefatto e immediato l'uso. Questo espresso era il concetto del “variare”, ovvero progettare secondo l'attivazione di un concetto sinestetico - e quindi ideastetico - suddividendo il prodotto secondo un binomio materiale - funzione (A. Accolla e L. B. Buti, 2009). Questo concetto mi ha guidato verso

una progettazione di un sistema a “sandwich”, frammentando la modularità del prodotto secondo la funzione che il componente doveva assolvere e le caratteristiche del materiale o del processo produttivo.

## Esperienze Shared

Individuare online cosa significhi Shared Experiences è relativamente complesso. Ad esempio, alcuni articoli accademici parlano delle shared experiences nei trattati riguardanti l'antropologia medica, raccontando i gruppi di sostegno psicologico come tali:

*“Concentrandosi sulle relazioni interpersonali e la creazione di un'identità condivisa nei gruppi [...] l'esperienza individuale e collettiva si fondono nello stesso processo terapeutico”*

(“By focusing on interpersonal relationships and the creation of a shared identity in the groups [...] individual and collective experience are merged into the same therapeutic process”) (Vibeke Steffen (1997) - Life stories and shared experience).

Parlare dei servizi di tipo shared è diventato comune: pensiamo per esempio ai servizi di car sharing, bike sharing, coworking spaces ed ecc... Fanno tutti parte di ciò che viene chiamato “shared economy”, ovvero un'economia non più basata sulla vendita dei prodotti ai consumatori ma sulla collaborazione tra tutti gli utenti che si trovano a condividere tra loro beni immobili e mobili, secondo una metodologia peer-to-peer.

Di conseguenza, ha perfettamente senso pensare che in questa economia possano esistere anche delle esperienze di tipo shared che non abbiamo ancora imparato a connotare. Per esempio, partecipare in gruppo ad un evento musicale sono convinto sia un'esperienza di tipo shared, come condividere un post su instagram.

## Un trend in crescita

Durante il 2020 sono stati portati in internet una serie di sperimentazioni di live music in streaming che potremmo definire 2.0.

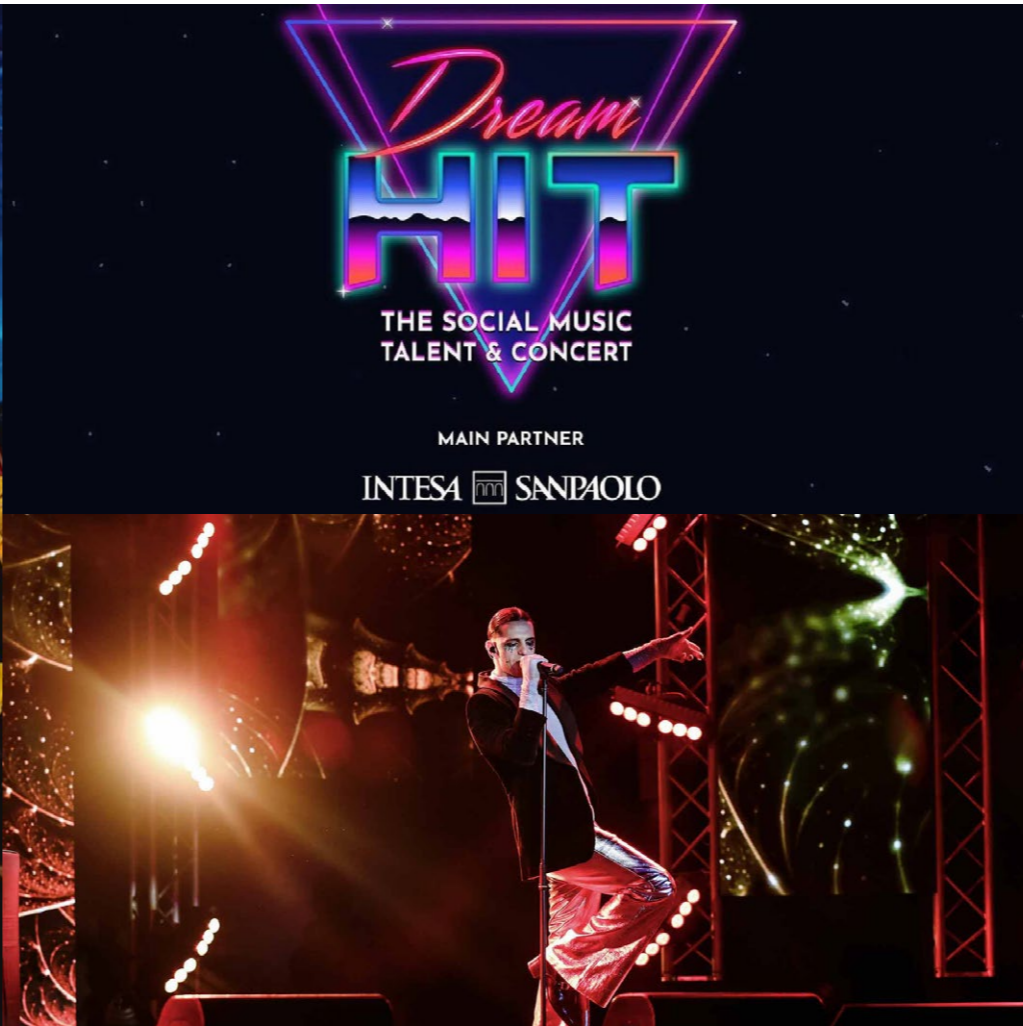
Il “2.0” non è casuale, ma negli anni precedenti al COVID-19 esistono esempi di eventi che nascevano per condividere un momento ludico online, e in particolare nel mondo gaming, seguendo le festività di tutte le culture. Per esempio, nei giochi online il mondo di gioco viene abbellito nelle varie occasioni come nella realtà: pensiamo ad Azeroth - mondo di World of Warcraft - nel quale le piazze delle città principali di gioco vengono abbellite e decorate in base alla festività e altre aree di gioco ospitano eventi unici. Altri esempi sono gli eventi che prendevano forma e luogo in Second Life, i quali, a volte, potevano avviare raccolte fondi destinate a vari enti.

Potrebbe anche essere questa tesi, il primo utilizzo di questa terminologia legata all'ambito del design.

Ma quali sono le regole per un qualcosa che non ha confini ben delineati? Semplicemente il buon senso e l'empatia.



[71], [72], [73] FORTNITE, 2020, Fortnite e Travis Scott presentano: Astronomical



[74] INTESA SAN PAOLO, 2020, Caludio Todesco, Dream Hit ha portato Fedez, Elodie e Achille Lauro nel regno di ghiaccio di Frozen;  
[75], [76], [77] INTESA SAN PAOLO, 2020, Dream Hit

Dall'anno scorso, diverse Star del campo musicale che sono approdate nel mondo del live streaming, escludendo chi è già presente su Twitch. Un esempio che ha coinvolto 12 milioni di spettatori è stata la performance in partnership con Travis Scott, rapper statunitense, chiamato Astroworld. Occorre però fare una precisazione: Astroworld è il nome che l'artista ha destinato ad un festival che dal 2018 si tiene a Houston, la cui edizione del 2020 era stata cancellata a causa della pandemia e di conseguenza trasformata in una performance digitale. Qui, il mondo di gioco di Fortnite, diventa il mondo della performance con orari stabiliti per il concerto e riprendendo il concetto "dell'apertura porte" per prendere posto.

A causa della pandemia, Dua Lipa annunciò e in seguito trasmise in live streaming un concerto a pagamento chiamato "Studio 2054", organizzato per supportare l'uscita del suo album "Future Nostalgia" e trasmesso in 4 sessioni. L'evento ha ospitato 5 milioni di spettatori paganti e diverse star di fama mondiale, coinvolgendo lo staff di Printworks di Londra, studio che ha ospitato i vari set personalizzati visti in onda.

Senza uscire dal nostro paese, "Dream Hit - The Social Concert" è il concerto in realtà aumentata sponsorizzato da Intesa San Paolo tenutosi lo scorso 22 Novembre 2020, in sostegno a Scena Unita, un'iniziativa quest'ultima per dare un aiuto concreto ai lavoratori del mondo della musica e dello spettacolo. Lo show ha avuto 485.000

visualizzazioni in 24h e 37.000 connessioni simultanee al momento della trasmissione. La peculiarità di questo evento è stata quella di inserire un palco vero in un mondo virtuale mantenendo il sincrono tra le varie riprese in real time.

Tutti questi esempi e altri, mostrano che questa metodologia è un trend in forte crescita e che con molta probabilità non cesserà di esistere passata la pandemia, ma potrà venire integrata alle metodologie tradizionali di concerto perchè possiedono un forte grado di innovazione. Del resto, festival pionieristici come quello di Coachella hanno dimostrato in passato come l'aggiunta di ologrammi (Tupac 2012) e app in realtà aumentata, siano effettivamente possibili e realizzabili. Ritengo, poi, che un concerto o un evento socio-culturale che

sfrutti questo genere di tecnologie possa diventare a tutti gli effetti un'esperienza multi-sensoriale di tipo share, coinvolgendo moltitudini e creando forte emotività.

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

**WAME**

## **05. Concepting**

**“Devo dare all’idea un linguaggio  
e per capire quale, devo analizzare  
attentamente il perchè mi è venuta  
in mente e il perchè mi interessa”**

**Olafur Eliasson**

[78] ARTWORK, 2021, Artwork Feeling Connected Prism



## La risposta è SIII!!!

Will a multi-sensory experience make people feel connected again? La risposta è sì! Questo perché credo fortemente che la condivisione sia alla base della nostra nuova modalità di fruizione dei contenuti, dei momenti, della quotidianità. Non discuteremo se sia giusto o sbagliato, non è lo scopo dell'elaborato, ma sono convinto che imparare a seguire il flusso del cambiamento con la coscienza di rimanere sé stessi sia fondamentale per crescere come individui e società.

Le shared experiences sono entrate di fatto nella nostra quotidianità, con più prepotenza di quanto farebbe un amore appena nato ed intenso. Esse rappresentano possibili vantaggi economici in grado di creare valore e generare quindi profitto, diventare altamente competitivi - pensiamo ad esempio allo car sharing o alla

mobilità condivisa. Inoltre, queste esperienze di uso collettivo hanno indubbiamente mutato anche la comunicazione e le sue regole. Pensiamo ad un effetto wow collettivo: nascono movimenti di sensibilizzazione e condivisione di gruppo, come gli orti pubblici, i flash mob e le performance artistiche di Land Art. Provate, per esempio, ad immaginare le escape rooms. In ogni istante la loro comunicazione è rivolta ad un gruppo eterogeneo di persone, condividendo il messaggio di come essa sia un'incredibile esperienza da condividere tra persone legate da affetti. Se, invece, i loro modi di conoscersi e fossero costruiti per l'individuo e basta, non riuscirebbero ad avere lo stesso impatto come l'hanno nella quotidianità a causa della società che abbiamo creato.

Nello scenario che ho ipotizzato, in cui l'umanità è divisa, lontana da se stessa e gli altri, necessita di un qualcosa in grado di generare empatia e unione. Oggi, per esempio, la maggior parte delle esperienze multisensoriali sono usate per la terapia individuale e ottengono risultati sorprendenti. Allo stesso modo esperienze multisensoriali collettive vengono usate e ideate per la formazione e l'istruzione, perché permettono di semplificare l'assimilazione delle informazioni e migliorare la qualità della stessa, coinvolgendo più aree del cervello.

Un altro possibile aspetto è quello di provare a immaginarci di essere in un'altra parte del mondo. Proviamo ad immaginare di voler provare le sensazioni, le emozioni, vedere quei colori e dinamismi tipici del carnevale di Rio, ma senza

muoversi dalla propria città, anche solo perché economicamente non possiamo permetterci quel tipo di esperienza.

Banalmente, potremmo sintetizzare questo discorso considerando principalmente i concetti di user experience e usabilità. Un caschetto per la realtà virtuale vi chiederebbe di creare contenuto e indossarlo, diventando un qualcosa di intrusivo e che ci chiede di adattarci al suo peso, al suo utilizzo e a tutte le sensazioni che ci dà. Per secoli abbiamo pensato e ideato tecniche per filare le fibre e renderle confortevoli, sia per i capi d'abbigliamento che per la biancheria domestica. Che chance può avere un visore VR a confronto? Temo poche perché, come ho scritto precedentemente, questi prodotti non sono progettati per l'inclusione e quindi diventano un

appendice extra alla quale dobbiamo abituarci - è avvenuto lo stesso con i telefoni cellulari? Di conseguenza, un posto, un ambiente temporaneo, consentirebbe solo di dover pensare al tipo di contenuto da trasmettere, perché il contenitore è già pronto e non è né intrusivo né esclusivo. Non è una cosa da indossare a cui abituarsi, né trasportare. È uno spazio dove fruire e percepire la nostra presenza e il nostro naturale modo di muoverci nel mondo. In aggiunta abbiamo i VFX che ci fanno strabiliare al cinema e ai concerti, come pure agli show legati agli eventi socio-culturali, pensati per aumentare l'esperienza e quindi la percezione. Diventa un progetto inclusivo perché non pone nessuna regola d'uso, non rappresenta né una barriera architettonica e non è pensato per rispondere ai bisogni di pochi. WAME è ideato dall'inizio alla fine

del percorso per ospitare tutte le tipologie di **eventi** così come tutte le tipologie di individui, applicando le regole del **design etico** e di **Design for All**.

La risposta alla domanda che pongo con il titolo del presente elaborato acquisisce ora completo significato. Vi ho portato all'interno di uno scenario che condivide il nostro stesso background quotidiano, appesantito da problematiche più estreme, che poco si discostano da piccole verità di cui alcuni gruppi di individui fanno già parte. Magari anche voi stessi avete provato questo senso di abbandono e solitudine durante l'isolamento sociale a causa della pandemia. WAME acquisisce valore sia in uno scenario di quel tipo che nel nostro. Provate a immaginare un concerto che si svolge al Mediolanum Forum di Assago,

ma modificato per poter essere trasmesso anche all'interno di questo ambiente aumentato, trasportando gli utenti sul palco, anziché di fronte, vivendo un'esperienza di live music totalmente inedita per i più. E tutto questo è **pensato per tutti**.



[79] ARTWORK, 2021, Artwork What is WAME?

## Cosa è WAME?

WAME è uno spazio progettato per essere un ambiente controllabile, in grado di ospitare **esperienze multisensoriali** condivisibili con più persone, che segue i requisiti di **inclusività, condivisione e modularità**, con gli ultimi ritrovati tecnologici per creare **esperienze** altamente **immersive**.

Ciò significa che per la maggior parte degli eventi socio-culturali, che potranno essere trasmessi o avere sede in WAME, sarà necessario creare del contenuto apposito, il quale non può né deve rappresentare un ostacolo a questa innovazione. Per quanto ne abbia discusso nel capitolo 2, proviamo a pensare alle

esperienze VR: non sono un semplice adattamento di alcuni contenuti ma la rielaborazione o, addirittura, prodotti ex-novo, pensati per la realtà virtuale.

Questa loro caratteristica mi riporta alla mente i pensieri e le lezioni di ergonomia olistica del triennio tenute dal docente Luigi Bandini Buti, il quale ripeteva costantemente quanto fosse importante inserire l'ergonomia fin dalle prime fasi di progettazione per evitare successivi costosi adattamenti del progetto stesso.

Era solito, poi, procedere con aforismi riguardanti le vecchie tipografie dotate di maestosi rotocalchi, i quali portavano con sé una rumorosità esasperante. Nel momento in cui si è iniziato a parlare di salute sul posto di lavoro, l'ergonomia ha preso piede diventando l'unica soluzione. All'epoca però, gli ambienti di

lavoro non erano pensati con questa filosofia progettuale e quindi andavano adattati spendendo enormi capitali. Pertanto, sono convinto che un ambiente virtuale o quello progettato per esperienze di realtà mista debbano necessariamente ricevere **contenuto studiato da zero**. Di conseguenza, affittare una stanza qualsiasi, quadrata, con spigoli, angoli bui e pensare di adattarla per poter soddisfare i requisiti di isolamento sensoriale richiederebbe un dispendio di energie e denaro che secondo me non porterebbero al risultato sperato.

Di contro un ambiente **trasportabile, componibile e assemblabile** come lo è WAME, permette una rapida edificazione e soprattutto la possibilità di estendere un singolo evento a **tutto il mondo**.

Durante la fase progettuale mi sono posto anche il problema di avere all'interno dell'ambiente una superficie perfettamente liscia, senza spigoli, sulla quale poter proiettare; e se nei primi sketch pensavo di poter mantenere la superficie sfaccettata della struttura che avrei disegnato convinto di creare un qualcosa di carattere ed eye-catching, ma rinsiavii e ipotizzai di usare una duplice struttura. La primissima idea era quella di creare moduli che all'esterno trasmettessero un mood minimalista e high-tech, assolvendo alla funzione di isolamento acustico, mentre all'interno una superficie di classe A che permettesse la proiezione del contenuto.

Non dico che sia irrealizzabile ma porta con sé diverse complessità e problematiche - ad esempio, sarebbe stato impossibile non

generare un ambiente claustrofobico, disorientante e poco stimolante (immaginatevi di essere all'interno di una sfera totalmente bianca, senza nessun riferimento - vi ricordate quanto ho scritto a riguardo dei visori e l'eliminazione di riferimenti sensoriali?).

L'ipotesi poi di creare un elmetto è stata scartata perché non crea nulla di condivisibile ma la loro caratteristica di produrre un ambiente controllabile è rimasta: di fatto una bolla isolante che copre l'intera testa, dove abbiamo gli organi di senso principali, può farci credere di essere in un ambiente totalmente diverso da quello reale. Come poter ricreare questo grado di controllabilità senza escludere il resto del corpo ed eventuali altri utenti?

Mi è sembrato spontaneo ideare un prodotto capace di creare un ambiente di questo tipo.

Un'altra possibile soluzione era quella di ipotizzare una struttura pop-up ma questa non sarebbe stata in grado di sostenere i componenti selezionati per creare l'isolamento: non si tratta di una semplice proiezione, bensì l'entrare in un mondo fisicamente virtuale, con suoni ed effetti visivi che si sovrappongono a quelli del nostro corpo e di ciò che ci circonda, senza creare disorientamento né eventuali disturbi legati alla sensorialità e all'equilibrio - motion sickness.

Per non distanziarmi troppo dalle esperienze di tipo shared, l'ambiente è stato pensato per ospitare diverse persone contemporaneamente e, in particolare, le distanze tra i vari elementi progettuali sono state dimensionate considerando difficoltà deambulatorie o carrozzine, creando così uno spazio fruibile da chiunque e in qualunque istante.

Ecco che i requisiti del progetto e le sue principali caratteristiche sono definiti. Non resta che soddisfarli.

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

Politecnico di Milano



[80] ARTWORK, All around  
the Geodomes

*WAME*

## All around the geodomes

Dare forma ad un oggetto, è spesso un dilemma progettuale complesso e che può mandare in crisi un designer o un creativo, senza esclusioni.

Dato lo scenario, definito il background e posta la challenge, dovevo individuare un contenitore per un ambiente estremamente flessibile, componibile e modulare, in grado di creare una superficie interna pressoché priva di bordi e/o spigoli, nonché un ambiente isolato dal mondo esterno e in grado di trasmettere una certa emozionalità.

Per assolvere a tale scopo non mi serviva né un qualcosa di estremamente estroverso e stilistico, quindi dotato di una sua personalità [IMG 81], e nemmeno un qualcosa di estremamente impersonale, o comunque standard e normale [IMG 82].



[81] KEWAL, 2019, Sydney Opera House, Unsplash

[82] ANNIE SPRATT, 2017, English Village in Vicar's Close, Unsplash

**“Design creates culture. Culture shapes values. Values determine the future.”**

**Robert L. Peters,  
designer and author**

Quindi che forma dare all'idea? Per aiutarmi nel trovare una risposta ho elaborato una moodboard in grado di darmi l'ispirazione formale esatta. Ho raccolto così forme che dall'organico diventano industriali, poligonali e standardizzate, ma che insieme raccontano flessibilità, adattamento e modularità. Confrontandomi con il mio docente relatore, infine abbiamo convenuto

che la **cupola geodetica** poteva essere una soluzione più che corretta.

Siamo abituati a vedere strutture temporanee equivalenti a tensostrutture a forma di capanna o con coperture più o meno estrose, frutto di calcoli ed elementi strutturali ben precisi. Qui, la giustificazione della forma è principalmente funzionale. Poteva essere qualsiasi altra cosa, eccetto un volume poligonale rettangolare alle quali siamo abituati, e la motivazione non è solamente legata al fatto che staticamente un quadrato o un rettangolo sono poco performanti e richiedono di essere divisi in triangoli, ma anche perché possiedono degli angoli e spigoli, siano essi concavi o convessi. In entrambi i casi, tali angoli/spigoli sarebbe stato necessario trattarli

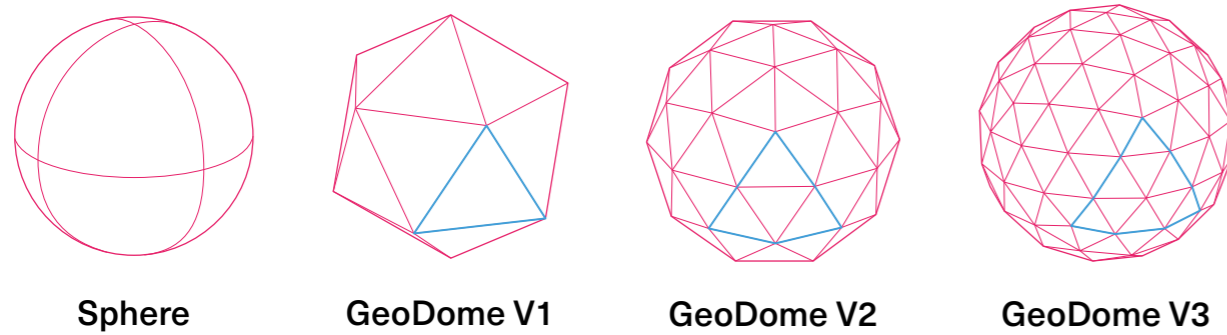
per accogliere la proiezione - è sapere comune che negli angoli c'è un accumulo "ambiguo" di luce che ne impedisce la corretta riflessione a volte percependoli come zone di ombra - la cosiddetta "occlusione ambientale". Capire come si comporta la luce in quei determinati punti di una stanza sarebbe stato tutt'altro che immediato. Utilizzare una **cupola geodetica** rappresenta una **sfida**, perché una forma che può sembrare noiosa e strana o futuribile, può diventare un qualcosa che va ad integrarsi perfettamente in qualsiasi lo spazio in cui viene inserita.

La definizione di geodetica associa questo termine ad una curva che unisce due punti di uno spazio seguendo il percorso più breve. Tale spazio, poi, può essere identificato in una superficie o uno spazio metrico e le geodetiche, infine, assumono la

forma di linee, se appartenenti ad un piano, o di archi - detti massimi - se appartenenti ad una sfera.

Quindi, una cupola geodetica è un volume poligonale, la cui struttura è composta da una serie di travi che giacciono sui cerchi massimi, intersecandosi e formando dei triangoli. Tali triangoli sono il risultato della progettazione attraverso l'adattamento di solidi platonici, come l'icosaedro, le cui facce vengono proiettate sulla superficie della sfera. Secondo la mia opinione, è molto interessante osservare come al cambiare del solido di partenza anche il risultato vari.



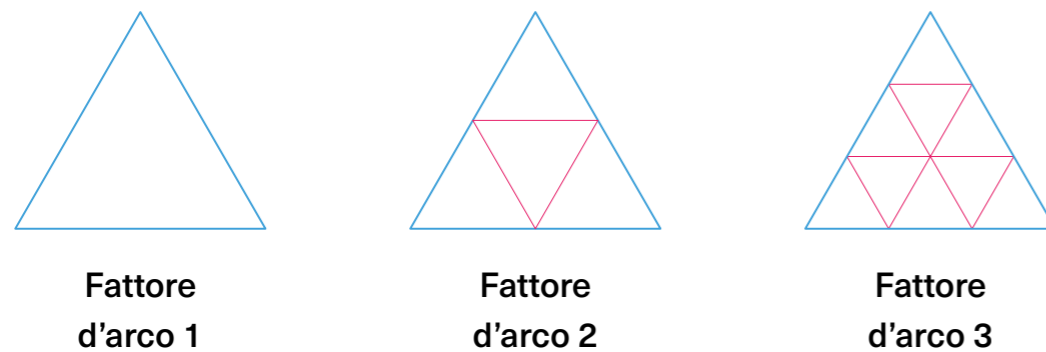


Sphere

GeoDome V1

GeoDome V2

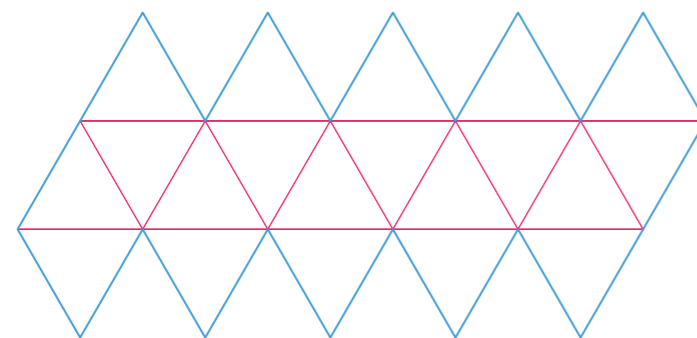
GeoDome V3



Fattore d'arco 1

Fattore d'arco 2

Fattore d'arco 3



Sviluppo planare di un icosaedro in 20 triangoli equilateri

Per facilità di modellazione e reperibilità di documentazione, ho basato la progettazione secondo la proiezione dell'icosaedro, ottenendo fin da subito risultati e prototipi del volume decisamente convincenti. Così come il "migliorare della definizione" della geodetica, ovvero la riduzione di dimensione dei triangoli e quindi l'avvicinarsi ad una superficie sferica, dipende esclusivamente da quello che viene definito come fattore d'arco, il quale molto semplicemente ci indica quante volte il lato della faccia dell'icosaedro è stato suddiviso prima di essere proiettato.

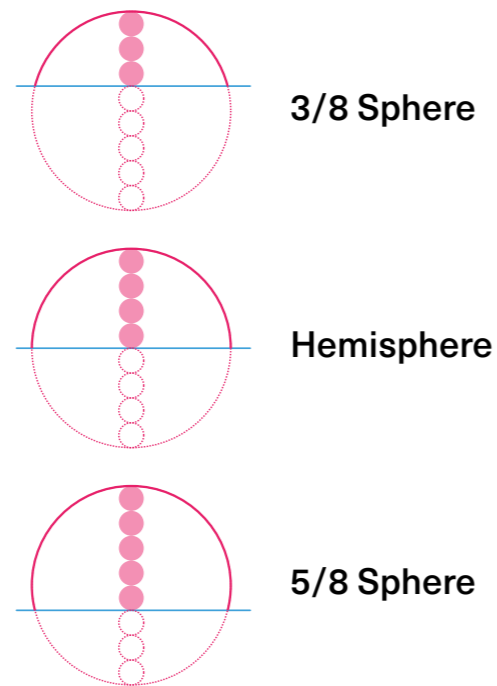
In breve, un fattore d'arco v3 corrisponde alla suddivisione di ogni lato della faccia dell'icosaedro - un triangolo quindi - in 3, ottenendo così 9 triangoli più piccoli. Inoltre, l'uso dell'icosaedro è spesso preferito perchè semplifica i calcoli necessari

alla definizione della lunghezza di ogni singola trave, stabilendo più rapidamente coefficienti strutturali che moltiplicati, per il raggio della sfera permettono, di ottenere le lunghezze delle travi. Interessante è anche come la cupola geodetica rappresenti sia l'unica struttura costruita dall'uomo, che con l'aumentare delle dimensioni diventa proporzionalmente più resistente, ma anche quella con il massimo rapporto fra volume e peso - cioè massimo volume ottenuto con il minimo peso possibile.

L'edificazione della prima cupola geodetica risale al 1922 da parte di Walter Bauersfeld, ingegnere delle industrie Weiss, al quale venne commissionata una struttura da posizionare sul tetto dell'industria stessa per poter ospitare il proiettore di un planetario.

A fianco [83] INFOGRAFICA, definizione delle geodetiche con fattori d'arco e sviluppo di un icosaedro

Buckminster Fuller, trenta anni dopo, riprese l'idea e la rese ciò che oggi chiamiamo cupola geodetica, riuscendo a far fruttare economicamente l'idea. Fuller rimase estremamente colpito da questa figura geometrica principalmente per la sua resistenza in proporzione al proprio peso, dotata di una struttura triangolare che la rende stabile e quindi, da un punto di vista ingegneristico, superiore rispetto alle tradizionali strutture parallelepipedali, le quali utilizzano il materiale meno efficientemente. Per questi motivi Fuller credeva fortemente che questa rappresentasse la possibile soluzione alla crisi postbellica degli alloggi. Nel corso degli anni, poi, le cupole geodetiche vennero utilizzate per diverse applicazioni, come soluzioni temporanee militari o per usi industriali specialistici o addirittura come alloggio per biosfere e altri.



A fianco [84] INFOGRAFICA, definizione delle geodetiche con fattori d'arco e sviluppo di un icosaedro  
Sopra [85] ZEISS, DYWIDAG, 1922 shell for planetarium No 1, Walter Bauersfeld, Carl zeiss, Jena and Franz Dischinger

La scelta di utilizzare la cupola geodetica porta con sé diversi vantaggi, come la capacità di autosostenersi già nelle prime fasi di assembly e di aumentare la sua forza in base all'aumentare della dimensione, la resistenza ad intemperie come vento e neve, l'iperstaticità della struttura e l'ottima distribuzione degli sforzi e degli stress. Risultano comunque strutture aerodinamiche in grado di resistere molto bene ai carichi eolici e diventano un esempio di sostenibilità ambientale in quanto per riscaldare tali spazi è sufficiente utilizzare dei pannelli finestrati: più ampia è la superficie finestrata, migliore sarà il riscaldamento naturale.

Ne consegue quindi che per poter ospitare un'esperienza immersiva di tipo shared, la cupola geodetica si presenta come un'ottima candidata.

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

Politecnico di Milano



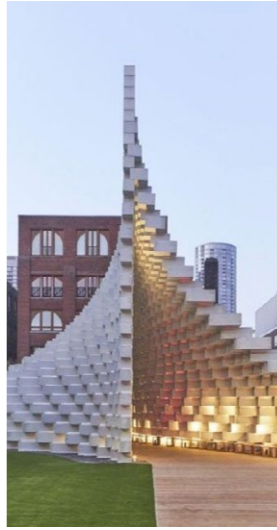
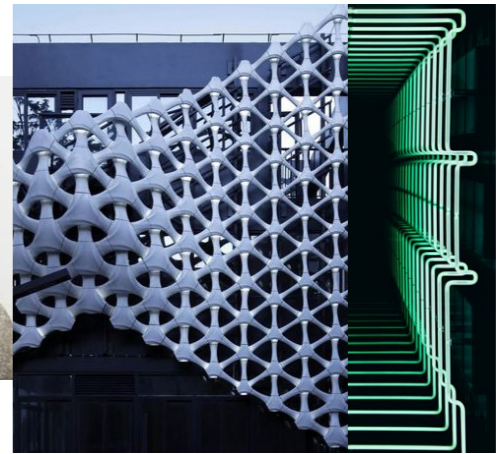
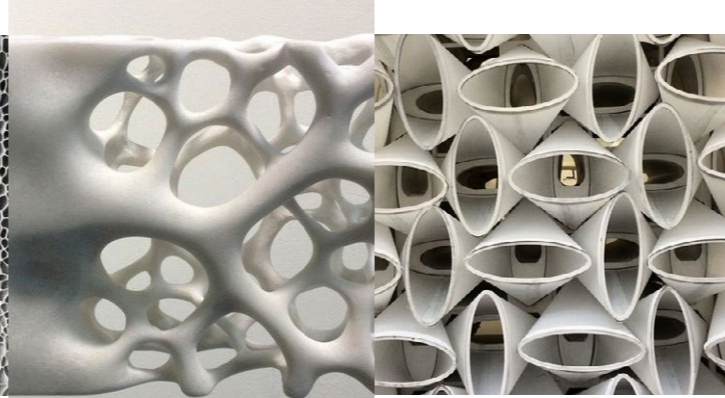
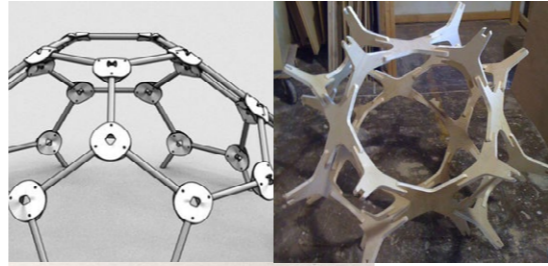
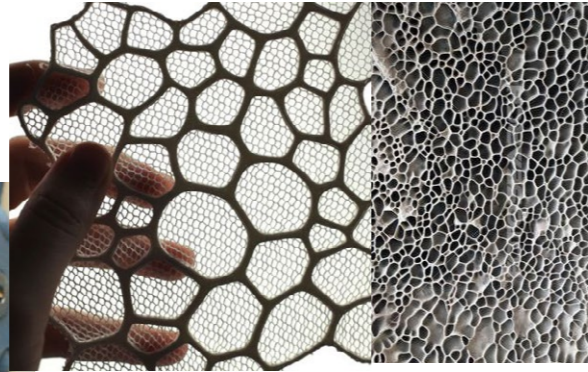
## ***Using Concepts***

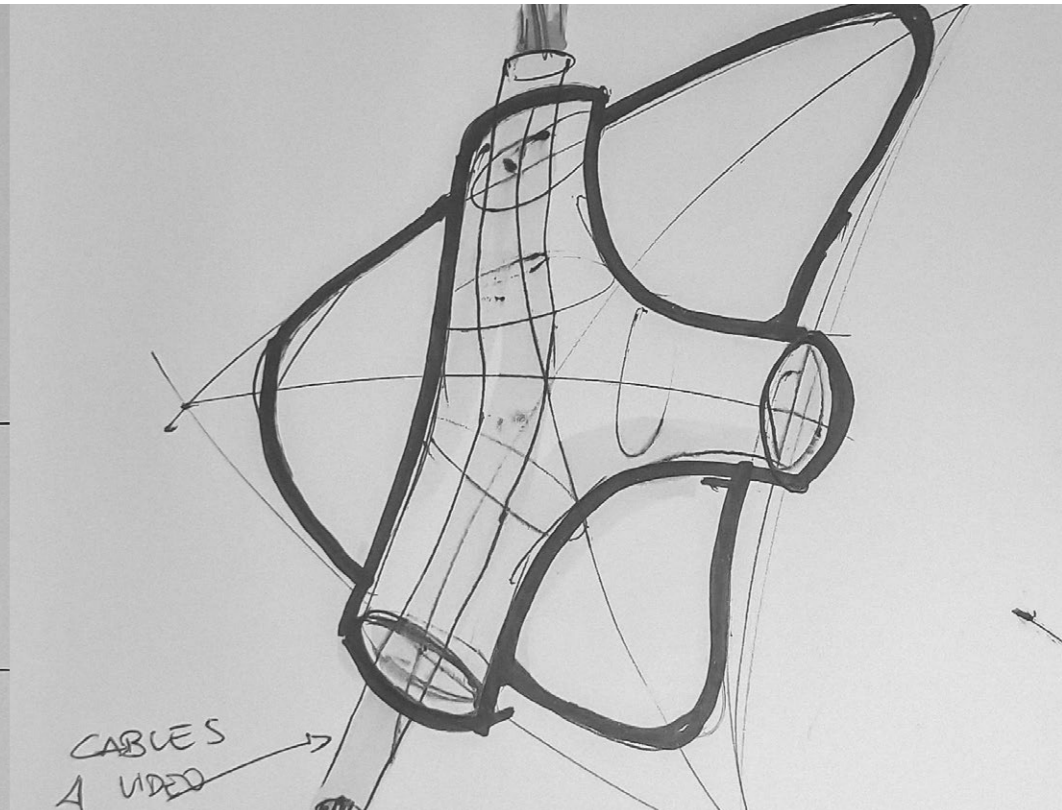
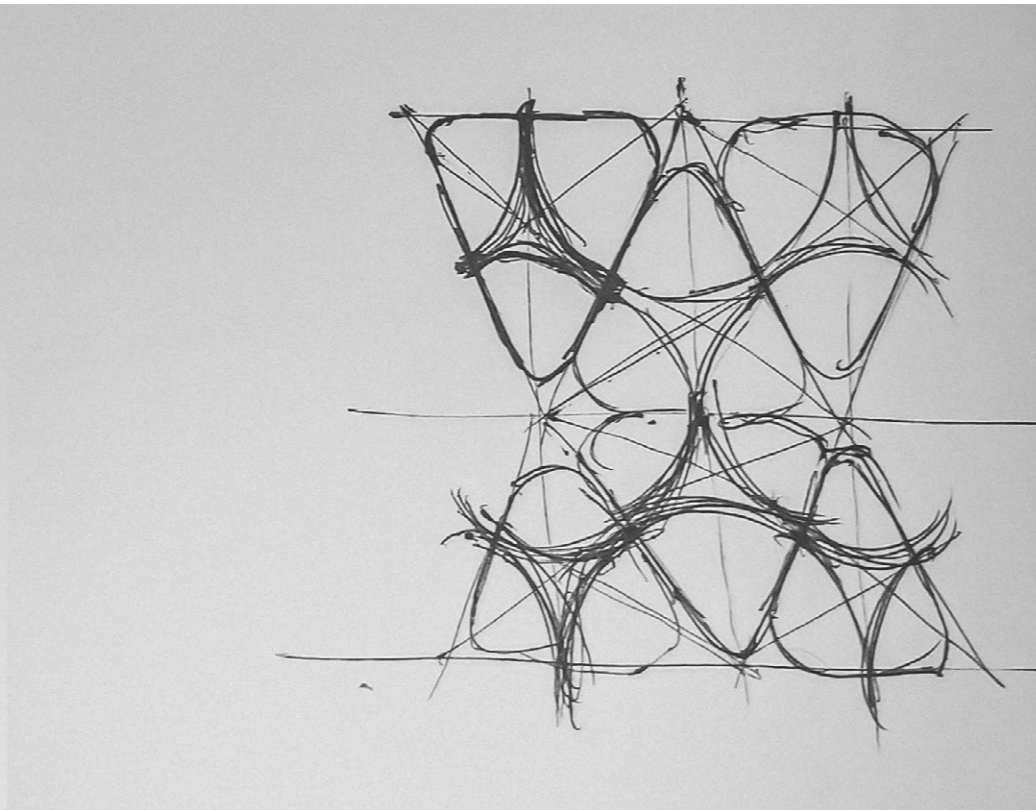
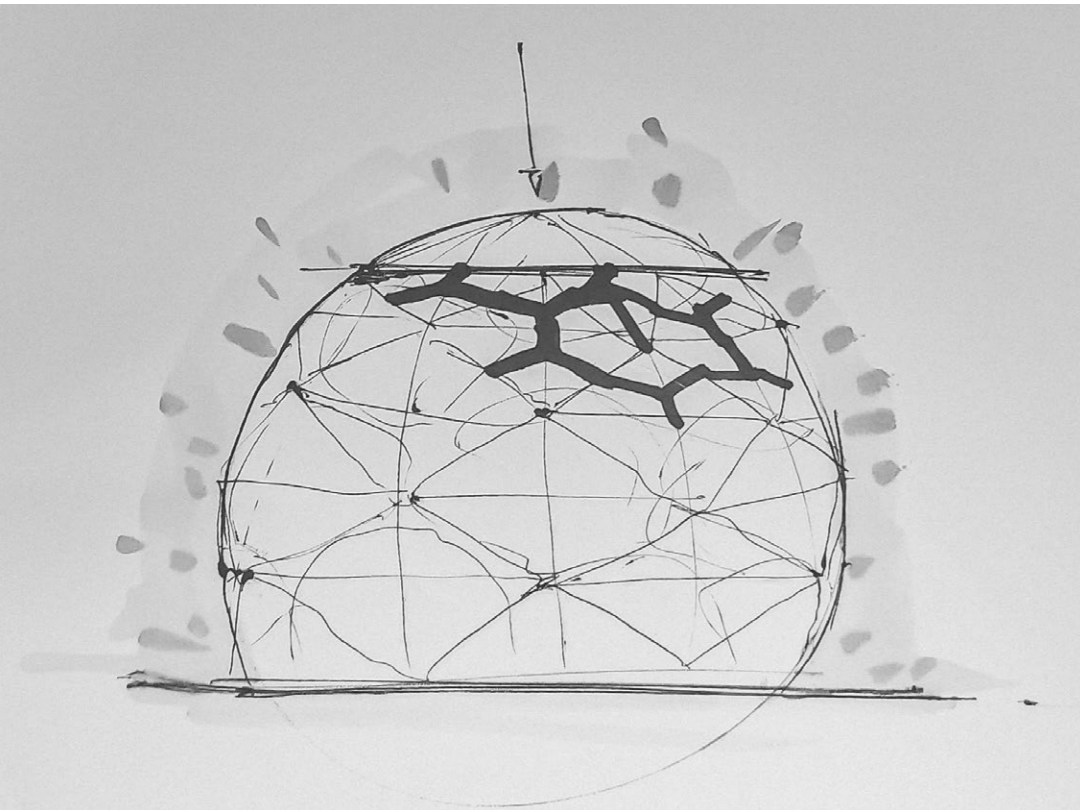
***“Practice safe design. Use a  
concept.”***

***Petrula Vrontikis***

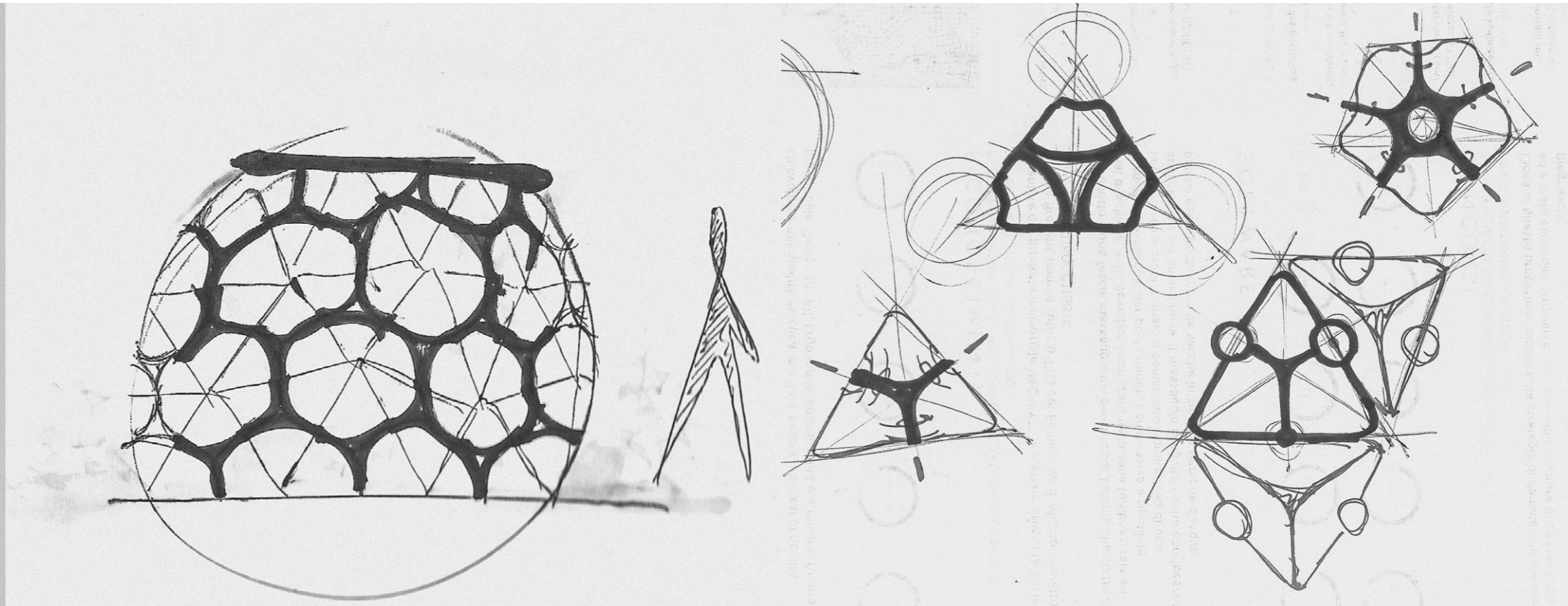
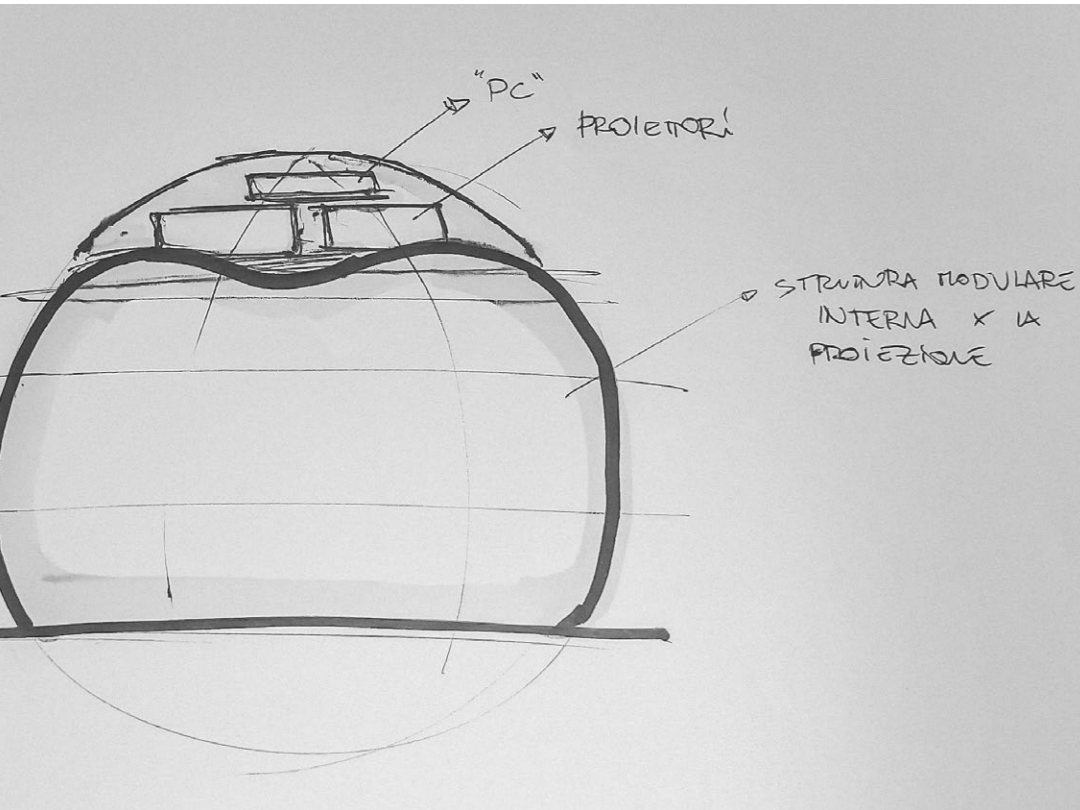
[95] MARTIN SANCHEZ,  
2020, Man in black shirt  
and black pants lying on  
blue floor, Unsplash

**WAME**

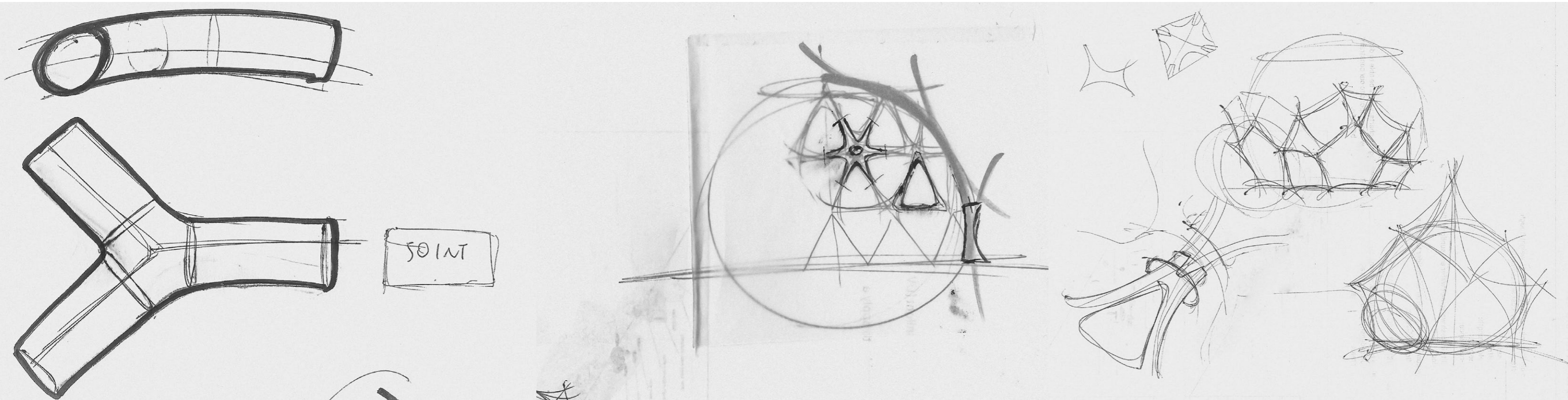




[87], [88], [89] WAME,  
2021, Concepting Original  
Sketches



[90], [91], [92] WAME,  
2021, Concepting Original  
Sketches



[93], [94], [95] WAME,  
2021, Concepting Original  
Sketches

## Ideazione

Come espresso nei paragrafi precedenti e riprendendo l'abstract, WAME è un ambiente fisico controllabile in grado di offrire all'utente una shared-experience degli eventi socio-culturali, attraverso una maggiore interattività e immersività senza l'uso di visori o schermi. Ad onor del vero, uno schermo nel design finale è stato inserito, ma non è uno schermo come siamo abituati a pensare, cioè quindi ad un pannello LCD - che costo avrebbe? E se durante la fase di montaggio dovesse scivolare dalle mani dell'operatore? - né un qualsiasi altro tipo di pannello retroilluminato.

Ponendo l'obiettivo di lavorare sui sensi principali dell'uomo - vista e udito - l'idea è quindi quella di creare uno spazio in cui l'utente si trova immerso in una bolla, con altri individui, **senza creare ostacoli**

di nessun tipo, rendendo l'esperienza shared e in movimento con l'utente. Per rendere possibile tutto ciò, ho dovuto necessariamente prendere in considerazione i diversi aspetti tecnici. Per la proiezione, grazie al confronto con un tecnico dell'azienda stessa, ho selezionato un proiettore che, combinato ad una unità progettata per il merge in tempo reale delle immagini, crea una proiezione adattabile a qualsiasi superficie, sia essa sferica che planare. Sempre con Alejandro di Optoma ho definito la posizione corretta dei proiettori facendo in modo tale da non generare ombre sul telo di proiezione, proprio grazie alla funzione "merge" delle immagini stesse, ed ottenere una proiezione continua su tutta la superficie. Considerato poi che i sensi della vista e dell'udito si sono entrambi sviluppati per accentuare la percezione di ciò che accade

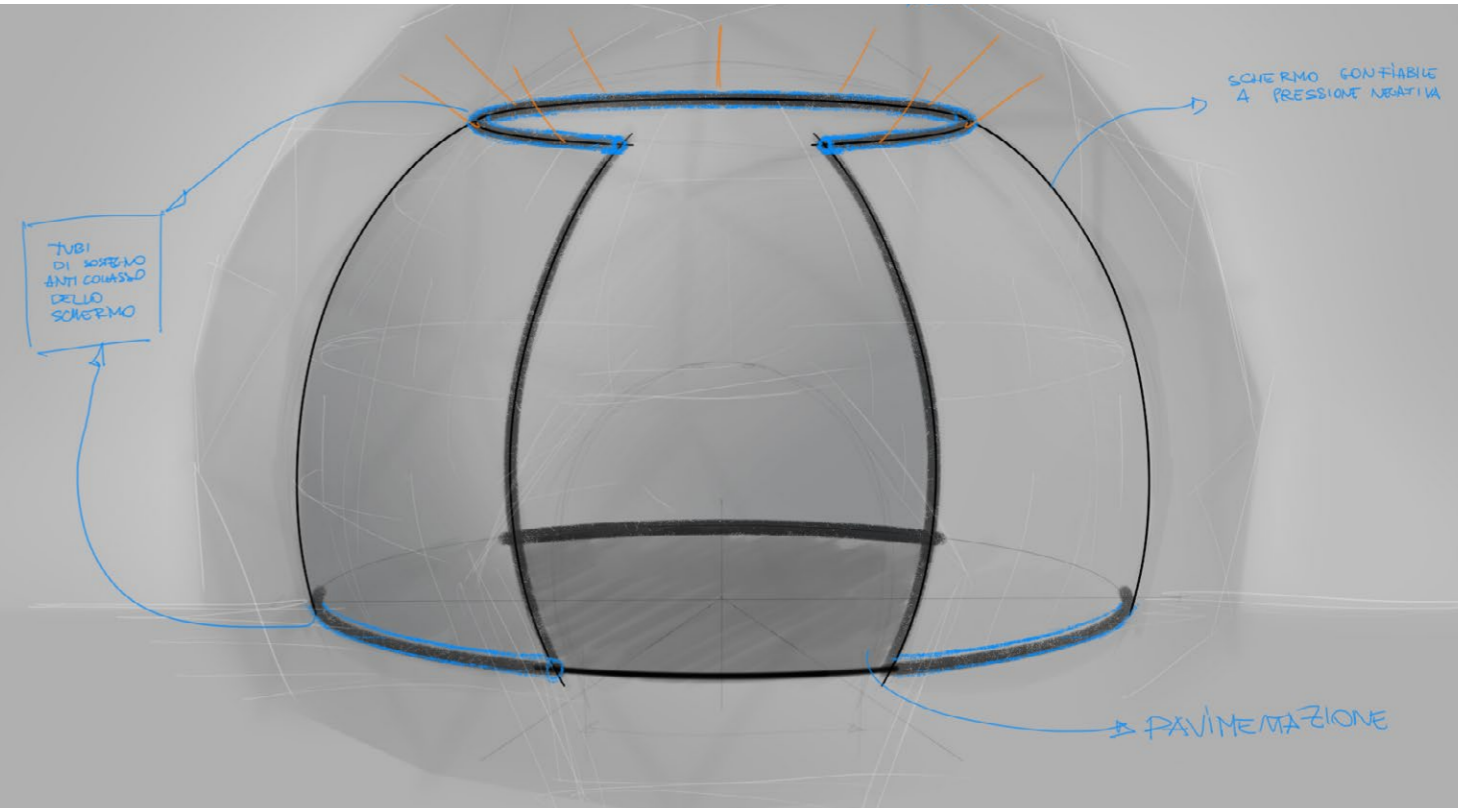
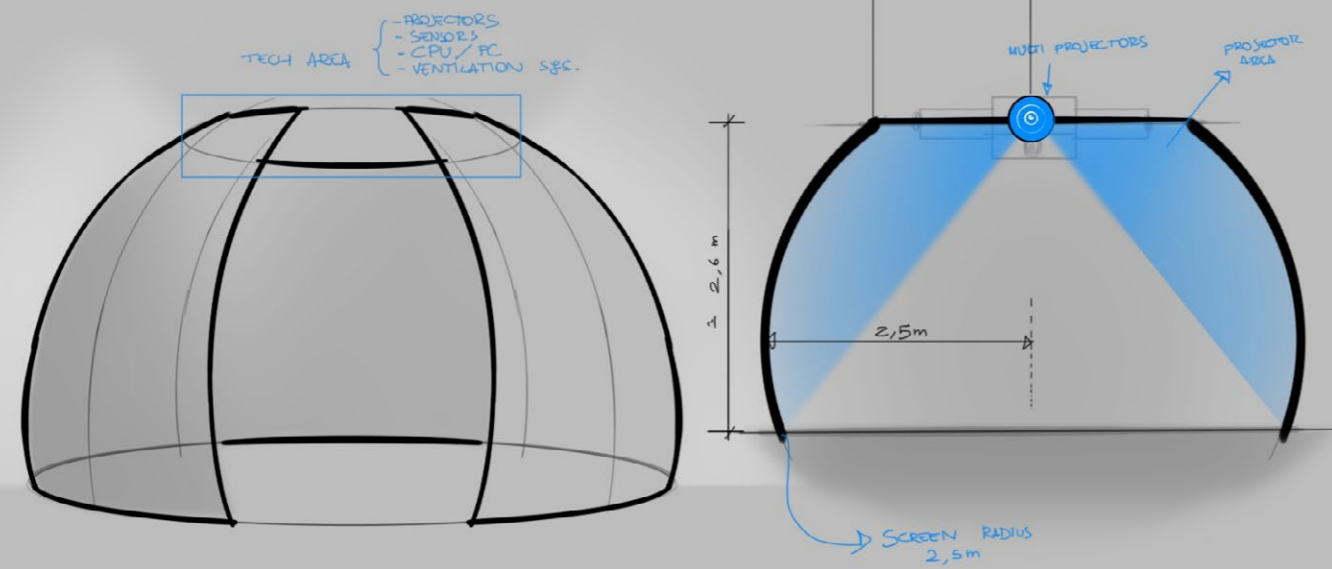
di fronte a noi, lo schermo su cui viene proiettato il video è una sfera troncata nella parte alta, che è dove vengono posizionati proiettori e i vari sistemi tech, poichè sarà la parte, che durante l'esperienza, meno verrà notata e che quindi è stata progettata per ospitare una copertura "morbida" costituita da cilindri in feltro - questo materiale ha proprietà di isolamento acustico - cuciti e velcrati insieme per generare un motivo organico e per nulla banale.

Per l'isolamento ho scelto il trattamento acustico tipico degli studi di registrazione, creando un ambiente con riflessioni acustiche controllate ed esente da riverberi e soprattutto dall'espansione del suono all'esterno della struttura. Grazie al supporto di Alberto di Massive Arts, ho individuato sia i materiali adatti che le loro composizioni; inoltre, è

stata poi definita la posizione di tali pannelli "soundproof" all'interno dell'ambiente.

L'ipotesi però di disegnare una struttura composta anche da elementi in grado di supportare un'ottima proiezione è stata messa da parte, cercando una soluzione più elegante e fattibile pur mantenendo la forma della geodetica.





[96], [97] WAME, 2021,  
Concepting Original  
Sketches

## **Joists design concept**

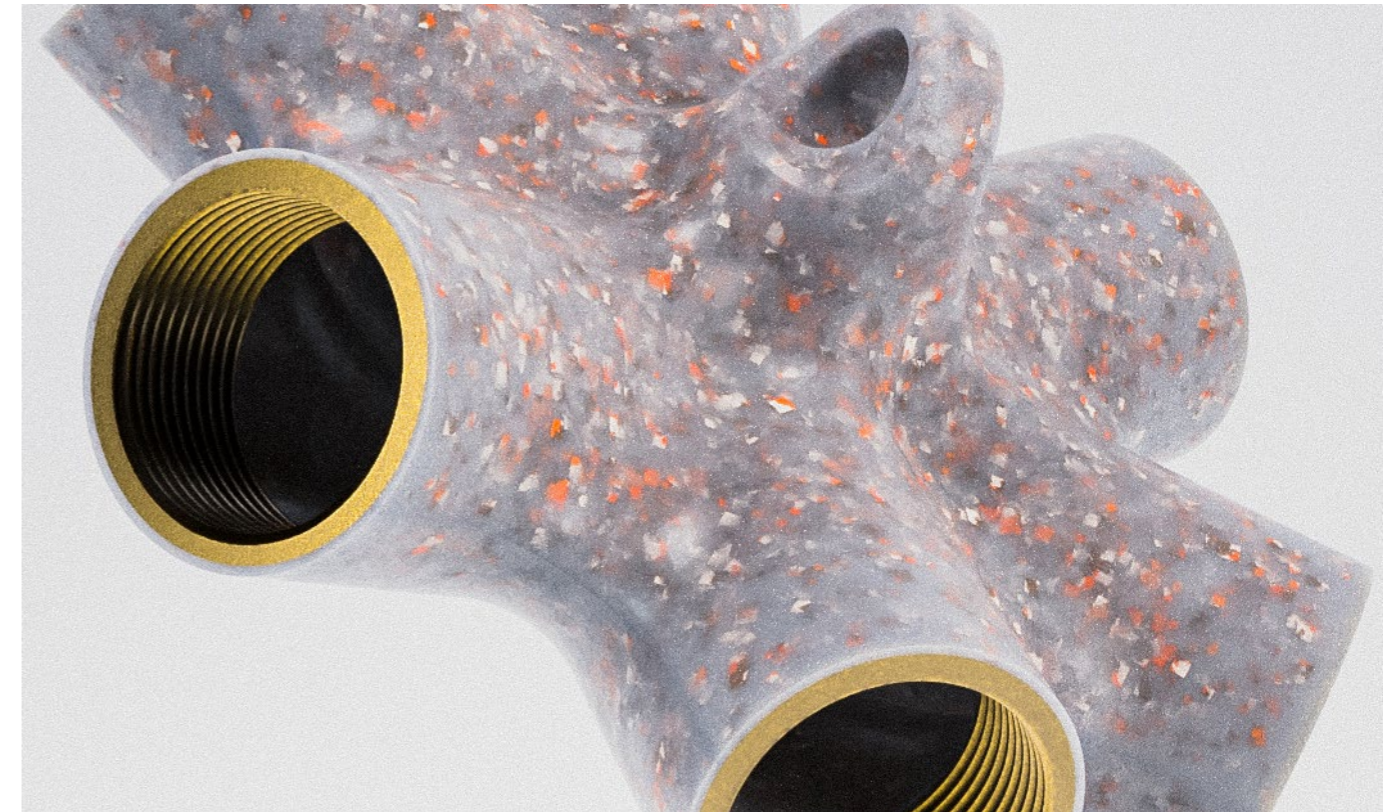
Una prima ipotesi in sostituzione della modularità ipotizzata era l'uso di tubolari - definiti da Fuller con il nome di "STRUT" - in combinazione a giunti appositamente progettati.

Questa proposta progettuale nasce esclusivamente da una ricerca di mercato accurata che aveva lo scopo di individuare possibili soluzioni ed evidenziare eventuali problematiche. In conflitto con i driver progettuali vi è sicuramente la presenza da parte dei competitors dell'uso di fasteners passanti per bloccare così la struttura.

Come è possibile apprezzare dai render proposti, e dal prototipo realizzato in seguito, il concept a giunti offre diverse possibilità che vanno ad agevolare l'assemblaggio e, in particolare, aspetti come il cable management, permettendo così di

nascondere i cavi all'interno dei tubi. Con la perdita della struttura interna per la proiezione, tale soluzione non offriva più un vantaggio progettuale, sebbene il design proposto fosse in grado di evitare l'uso di fasteners a favore di un aggancio a baionetta realizzato in RIM e sfruttando quindi un rinforzo interno metallico. Ne conviene però che la progettazione di questi anelli di plastica rinforzata potrebbe evidenziare una possibile debolezza della proposta.

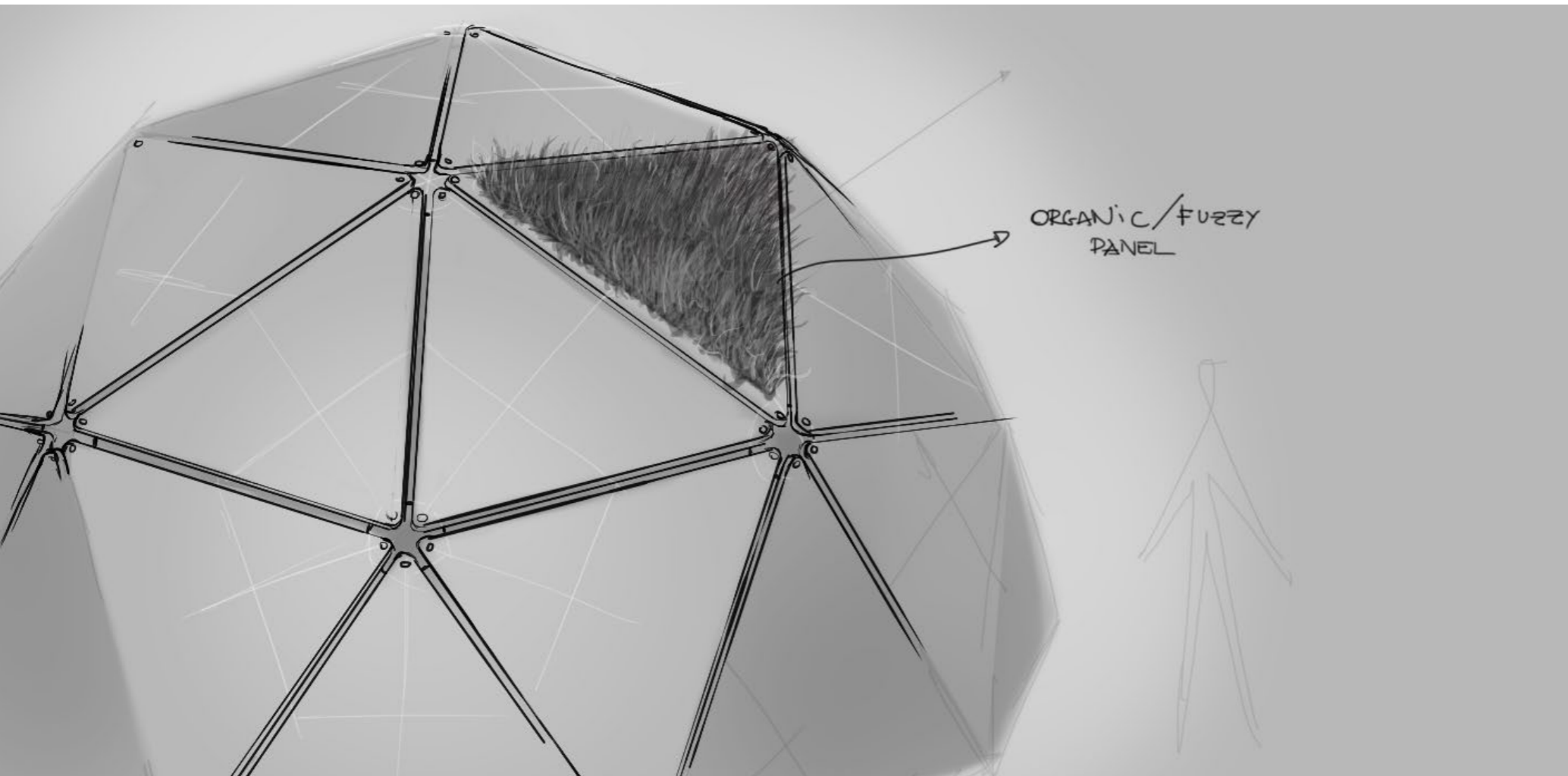
Inoltre, a livello estetico, questo concept diventa puramente industriale, lasciando al vivo la struttura e concentrando gli sforzi su dei dettagli piccoli che nella magnificenza della cupola geodetica si sarebbero persi.



[98] WAME, 2021,  
Concepting Original  
Renderings



[99], [100], [101] WAME,  
2021, Concepting Original  
Renderings



[102] WAME, 2021,  
Concepting Original  
Sketches

## **Panels design concept**

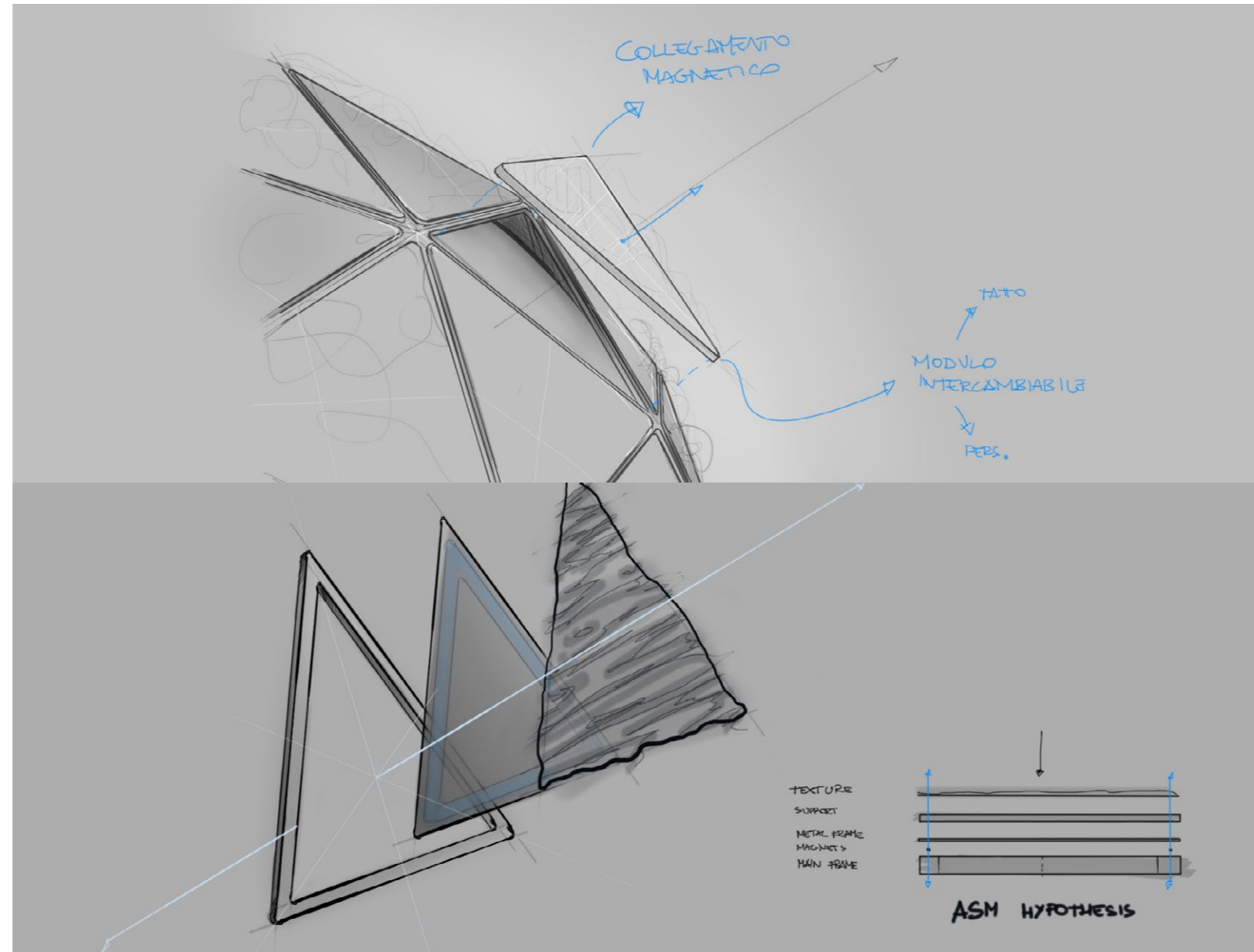
Una seconda ipotesi invece prevedeva l'ideazione di pannelli tipo "sandwich" che componevano la struttura geodetica e contemporaneamente contenevano al loro interno altri elementi del progetto, diventando assemblabili senza l'utilizzo di giunti.

Di conseguenza, non essendoci nessun prodotto simile con queste funzioni sul mercato - se non a scopo di copertura o rifinitura della cupola - oltre che a rappresentare una certa novità, è stato da un punto di vista più semplice dare carattere e linguaggio a questa soluzione mentre dall'altro, non essendoci vere reference, le difficoltà di progettazione di questa

soluzione sono state superate ispirandomi a prodotti simili.

La penalizzazione della cupola offre più possibilità: innanzitutto è molto più semplice procedere con l'insonorizzazione della stessa; diventa possibile poi rispettare tutti i driver progettuali e non essendoci più la problematica dei cavi a vista - restano questi nascosti dallo schermo stesso che dalla copertura dei componenti tech - si semplifica anche l'assemblaggio di suddetti pannelli.

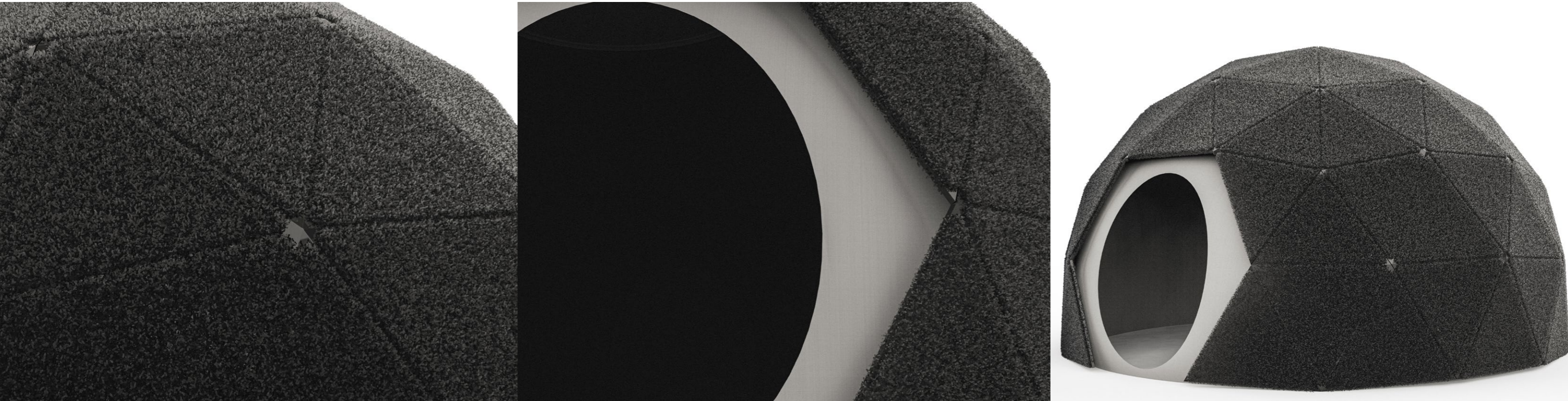
Questa soluzione, infine, offre una possibilità che va ad incrementare il grado di **immersività dell'esperienza**. Proviamo ad immaginare per esempio di utilizzare la superficie esterna poligonale che si genera come supporto per personalizzazione qualsiasi, siano queste materie,



organiche o tecnologiche. Ad esempio, con l'aggiunta di un frame alveolato, diventa possibile far crescere sulla cupola delle piantine.

La possibilità poi di poter creare personalizzazioni custom per il cliente finale, assume un ruolo decisivo nelle scelte progettuali.

[103], [104] WAME, 2021, Concepting Original Sketches



[105], [106], [107] WAME,  
2021, Concepting Original  
Renderings

## AR Headphones

L'aspetto immersivo della componente audio è stata la sfida più "divertente" ed interessante. Grazie all'esperienza di Alberto di Massive Arts Studio di Milano, è stato possibile pensare un sistema audio avvolgente e tridimensionale sfruttando la tecnologia di Dolby-Atmos. In particolare, ho ipotizzato di utilizzare hardware audio 7.1.4 per sfruttare la tecnologia Dolby Atmos MAT 2.0, la quale permette di creare esperienze audio immersive e interattive in tempo reale, gestendo fino a 128 elementi audio. Di questi, 10 saranno destinati alla creazione di un ambiente virtuale 3D unico e statico e gli altri 118 possono essere oggetti sonori virtuali che si muovono in uno spazio 3D. Di conseguenza, per poter creare un'interazione tra l'uomo e lo spazio è stato necessario individuare la soluzione in un qualcosa che non esiste ancora oggi

sul mercato. Prendiamo di riferimento sempre gli elmetti per la realtà virtuale: questi riescono a percepire l'orientamento della testa degli utenti grazie ad una serie di sensori, posizionando virtualmente il punto di osservazione del mondo 3D, visuale e uditivo, in prima persona, ma ciò che fatica a determinare è un ambiente acustico virtuale immersivo.

Ma cosa succederebbe se l'osservatore fosse mobile? Di conseguenza, che cosa servirebbe per poter creare questa relazione? Viene in risposta un sensore di Waves chiamato Dial VR in grado di determinare la posizione dell'utente all'interno di un ambiente 3D. Individuata questa soluzione, si presenta un'altra problematica: le cuffie. Le cuffie, a causa della loro connotazione fisica sono da considerarsi come dei prodotti

intrusivi - on-ear o/e in-ear non fanno differenza - ovvero sono entrambi prodotti che vanno ad attaccarsi all'utente creando anche problemi di gestione dell'igiene o più metaforicamente anche problematiche alle capigliature. Inoltre, le cuffie vanno ad isolare l'utente durante l'ascolto e quindi non vanno bene per questo progetto!

Ci siamo quindi immaginati di avere delle cuffie FM a conduzione ossea dotate di questo sensore VR con i vantaggi non solo di riconoscere l'utente nello spazio, ma anche di non portare nessun tipo di disturbo all'individuo e, aspetto fondamentale, non isolano. Come già detto, non esistono sul mercato cuffie con queste caratteristiche, quindi ci riserviamo di presentarle unicamente come concept.

Nel concept sono ipotizzate

basandole sulla tecnologia radio FM per non avere problematiche di trasmissione - latenze, distanze e geometrie degli ostacoli - e numero di dispositivi connessi contemporaneamente. Inoltre, queste cuffie andranno ad interfacciarsi con il sistema audio Atmos, presente, creando un'esperienza estremamente immersiva. La problematica maggiore legata alle cuffie a conduzione ossea è un appiattimento delle basse frequenze ma verranno supportate dalla presenza del subwoofer nell'ambiente. Ovviamente, con questa tipologia di gestione dell'audio, non è stato necessario scegliere altoparlanti estremamente potenti/performanti.



[105] JOSH HILD, 2018, Not Bound by Rules, Unsplash

## **Usability e Inclusiveness**

Viene definito come User Experience l'approccio olistico che racchiude tutte le possibili interazioni di un utente con un prodotto e viceversa, cercando di prevedere emozionalità e possibili "meanings" associati all'uso di tale costrutto, ipotizzando il senso di valore che viene attribuito ad esso e le percezioni personali. Una corretta UX genera solo sentimenti/emozioni positivi nei confronti di tale prodotto - viceversa una cattiva UX genera frustrazione nell'utente che finirà per odiare ciò che abbiamo progettato - riferimento alla ISO 9241-210 riguardante l'Ergonomia e l'interazione uomo-macchina (Wikipedia).





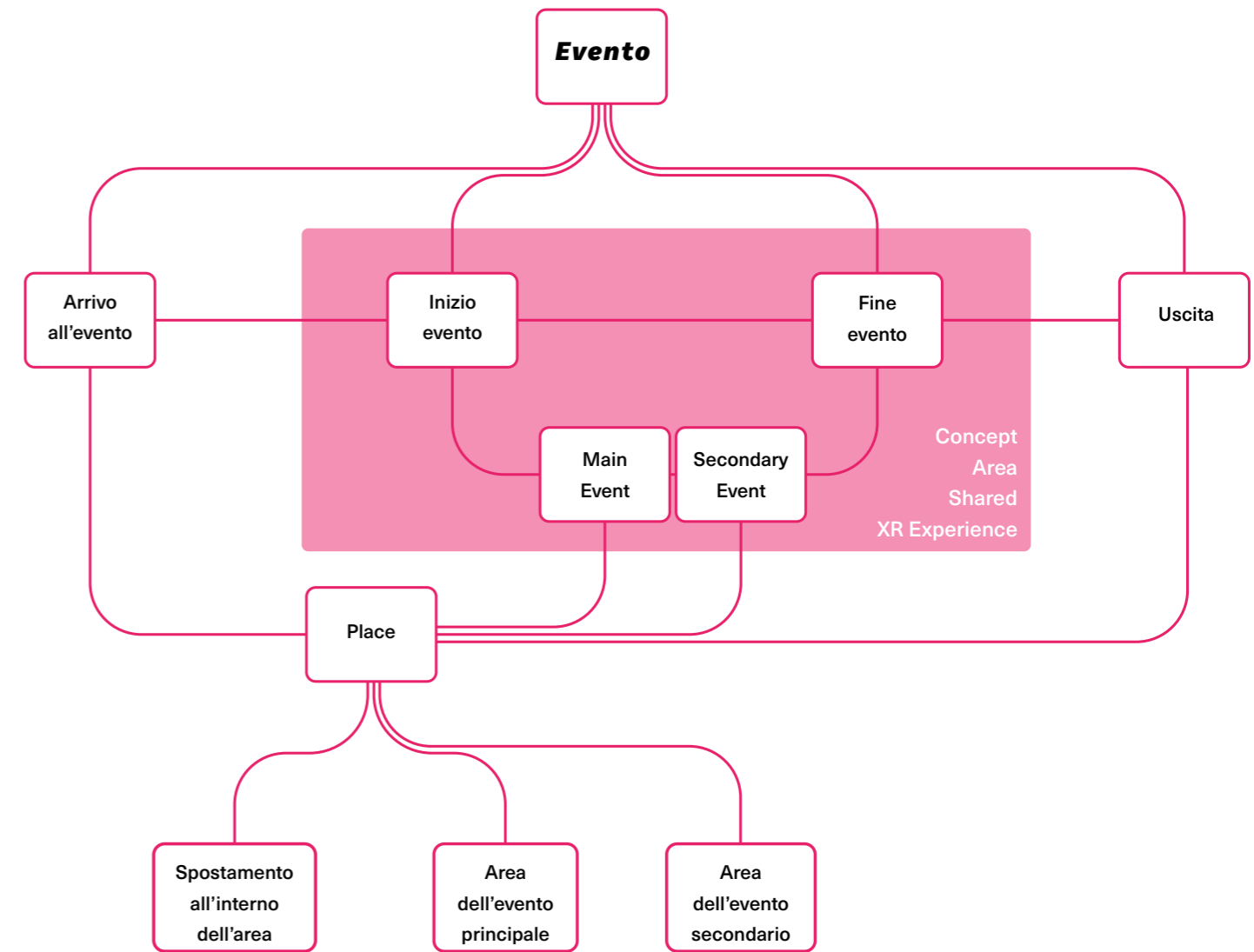
Nel momento in cui andiamo a considerare l'esperienza utente, poniamo l'utente al centro del progetto, analizzando tutte le fasi in cui entra in contatto con il nostro prodotto, servizio, brand ed eccetera - Human Centered Design.

Per poter progettare un prodotto

adatto allo scenario descritto e corrispondente ai design requirements del capitolo 4, è necessario comprendere appieno la UX relativa agli eventi socio-culturali.

A tale scopo, ho seguito un approccio di frammentazione dell'argomento, cercando innanzitutto di capire

[106] INFOGRAFICHE, Analisi fasi principali degli eventi



effettivamente di cosa si trattasse, comprendere i possibili attori, e in seguito stilando una serie di mind maps più o meno articolate,

è stato possibile evidenziare i momenti in cui sarebbe stato più efficace l'intervento di progettazione e quindi come inserire WAME.

[107] INFOGRAFICHE, Analisi fasi principali degli eventi

Dall'infografica [IMG 106], si nota che ciò che avviene tra le fasi di pre-evento e di evento stesso, offre diverse possibilità progettuali. Con focus solamente su ciò che normalmente avviene durante un evento, è possibile comprendere l'importanza delle relazioni che si instaurano tra utenza, luogo e tipologia di evento. Attraverso i dati ottenuti dal sondaggio e alcune interviste fatte ad amici e parenti, ho potuto comprendere effettivamente ciò che provano gli utenti durante gli eventi, suddividere i relativi main stages e definire così ogni momento [IMG 107].

Ciò mi ha permesso di creare una User Journey Map semplificata che raccoglie solo le parti necessarie al progetto. Preciso, però, che con il termine generico di "eventi" mi riferisco in modo allargato alle

tipologie degli eventi culturali come mostre, educational, concerti e quant'altro. Analizzando la User Journey, è immediato notare come vi sia un appiattimento dell'emozionalità tra le fasi di Pre-event e Evento, con un picco corrispondente allo svolgimento dello stesso. Questo è possibile soprattutto perché i luoghi dedicati agli eventi sono dislocati fuori dalle aree urbane e richiedono quindi uno spostamento che può generare frustrazione o comunque un sentimento neutro che naturalmente migliora nel momento in cui si è all'evento stesso.

Per ideare un prodotto che contenga un'esperienza multisensoriale è necessario pensare al progetto come un qualcosa in grado di adattarsi a diverse funzioni e possibilità. È così chiaro che concentrarsi solo sull'aspetto dei concerti e relativa UX

sarebbe stato limitante influenzando il valore dell'idea - questa è stata una motivazione che mi ha portato a compiere la scelta progettuale di concentrarmi sugli eventi in generale e non solo sui concerti. Inoltre, se avessi considerato solo una modalità d'uso o un unico evento, non avrei mai potuto giustificare il costo di un progetto come WAME, né avrei potuto sfruttare appieno le sue possibilità. È quindi chiaro che un prodotto pensato per essere adattabile o comunque utilizzabile solo in determinati contesti, diventa fattibile e acquista valore.

Esistono, quindi, diverse possibilità di applicazione di WAME: concerti, eventi, esposizioni e mostre immersive, esperienze terapeutiche e di sensibilizzazione, eccetera.

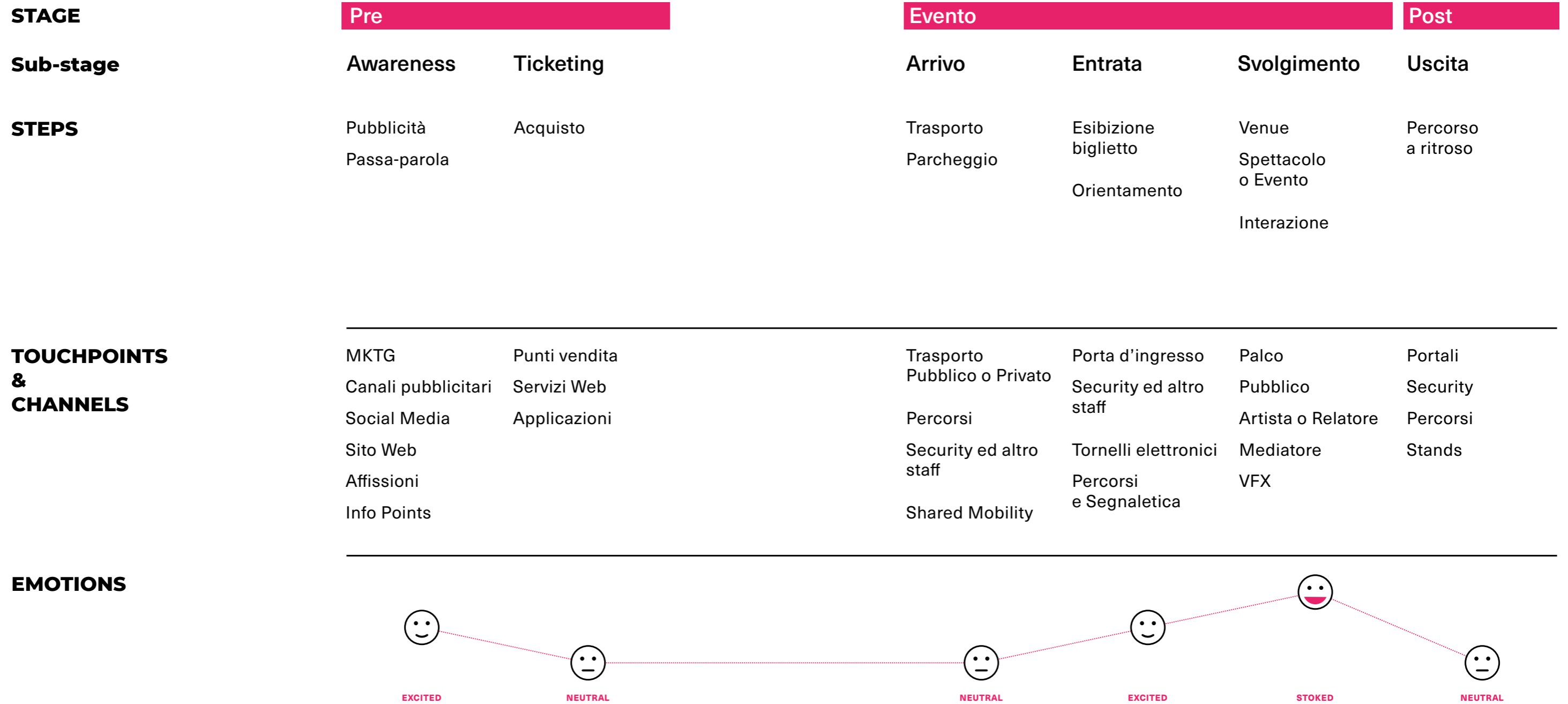
Qualunque sia l'evento trasmesso, sarà comunque necessario pensare

al contenuto da mostrare con una certa logica. Per esempio: un evento socio-culturale avrà la necessità di progettare una qualche esperienza VR in cui l'utente interagisce e percepisce un alto grado immersivo.

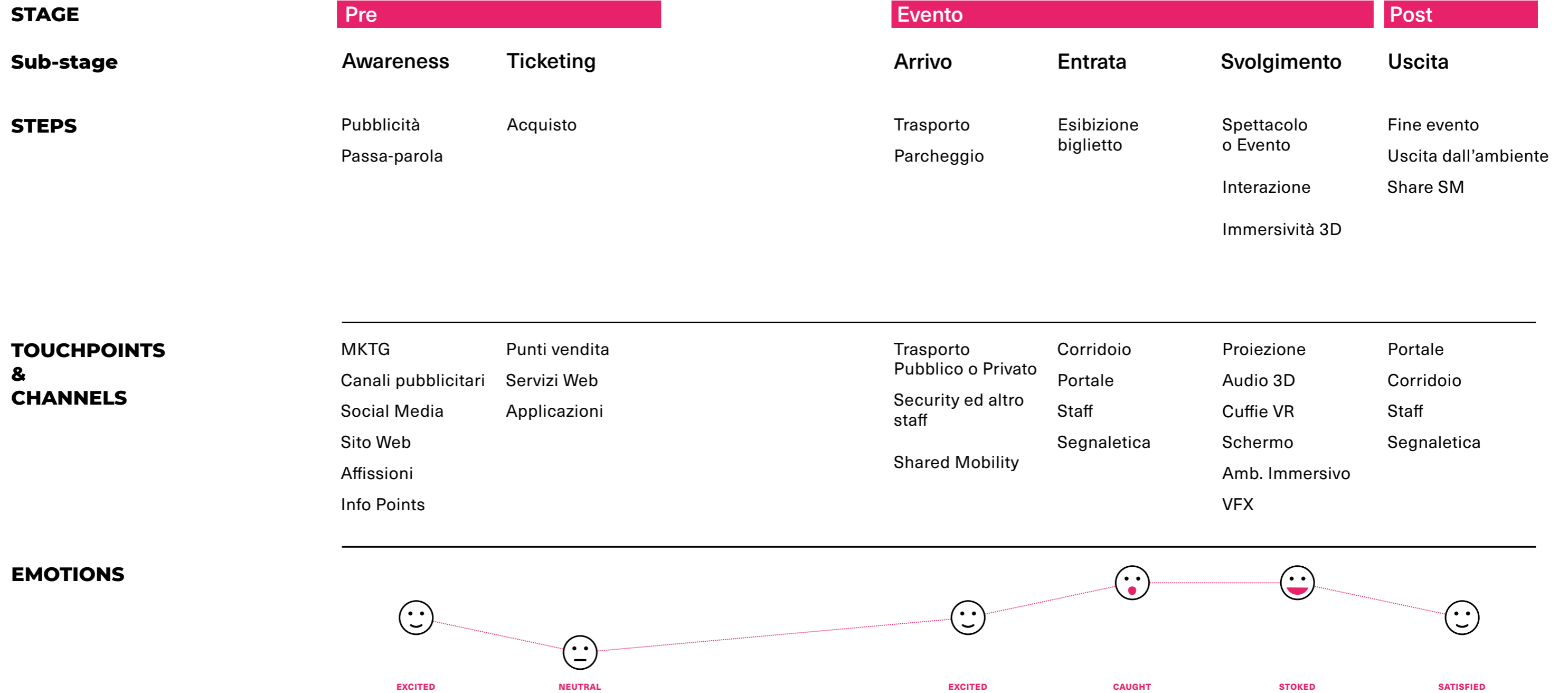
Per quanto riguarda i concerti, andrebbero ripensate le modalità di ripresa in quanto lo spettatore non si troverebbe più sotto il palco a guardare lo show, ma direttamente sullo stage come membro della band. Per questo contenuto, andrebbero utilizzate videocamere 360 e gli stessi sensori Dial VR di Waves ipotizzati per le cuffie ma posizionati sugli strumenti. Il risultato che si ottiene è un punto di vista estremamente nuovo e un grado di immersività del concerto elevato ed innovativo, ai quali pochi utenti sono abituati - mi riferisco a chi non è un musicista.

# User Journey Map

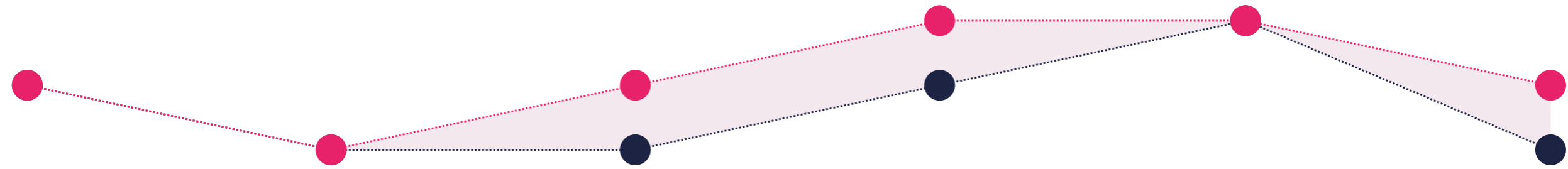
# Common Cultural Event



# User Journey Map



**WAME** ●  
**GENERIC EVENT** ●



NEUTRAL LINE

05. CONCEPTING

Ne consegue che da una rapida occhiata alla user journey map aggiornata per WAME, abbiamo un miglioramento notevole della curva delle emozioni, estendendo l'effetto anche alla fase di post-evento.

Essendo un progetto adattabile, nel momento in cui sarà richiesto dalla tipologia di evento, e quindi

dal tipo di contenuto trasmesso di raggiungere un grado di immersività superiore attraverso l'uso dell'interazione tra l'utente e il proiettato, sarà possibile ottenerla facilmente, e senza incorrere in costi aggiuntivi spropositati, perché è prevista comunque la possibilità di aggiungere videocamere e sensori LIDAR per il controllo "touch"; ma

questo è un aspetto trattato nel capitolo legato agli sviluppi futuri.

Infine, essendo un progetto che si propone ad interfaccia 0, cioè non ha controlli diretti da parte dell'utente, diventa un prodotto adatto a tutti coloro che possono fruire l'esperienza multisensoriale e che quindi rappresenta la maggior parte

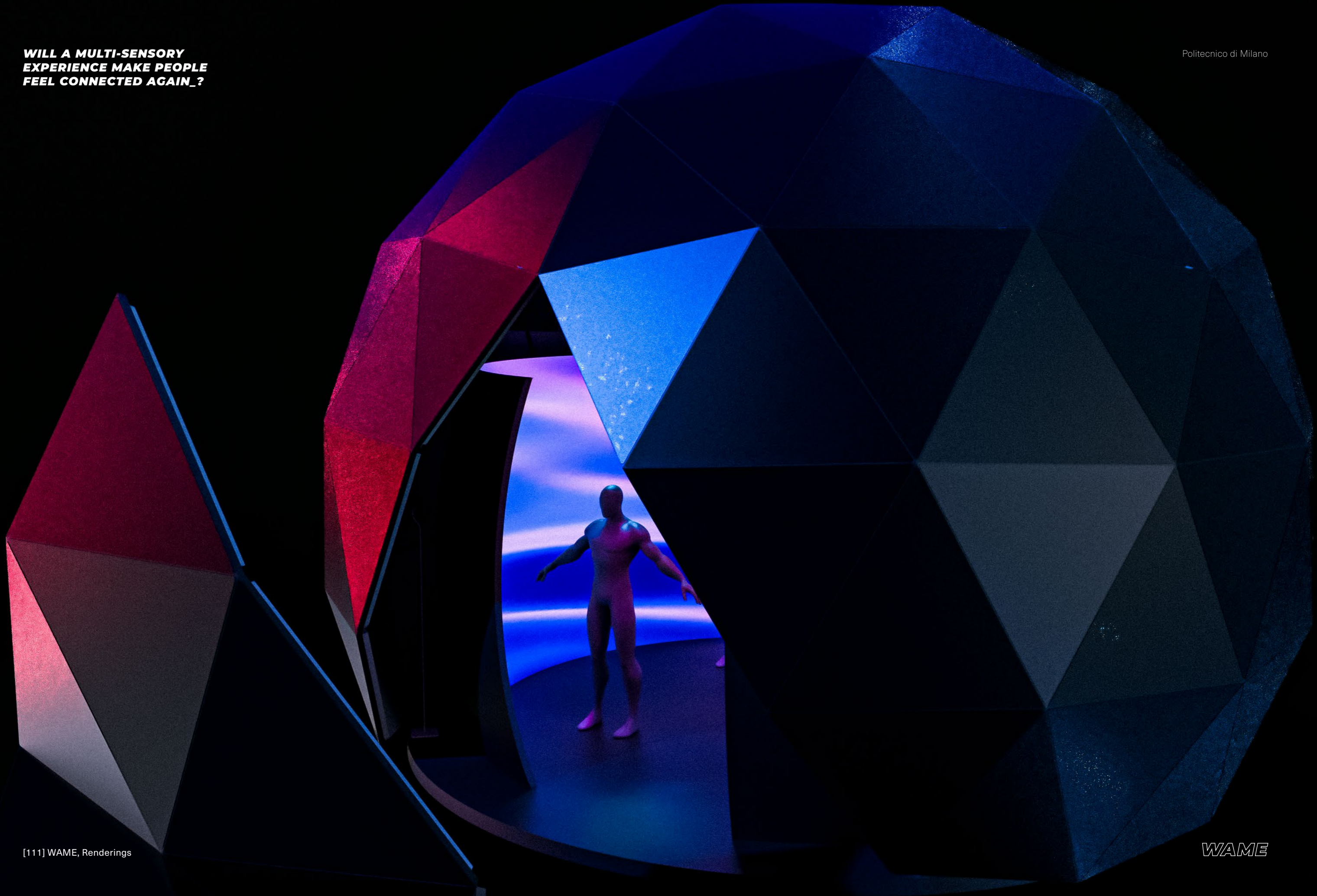
delle tipologie di utenti. Purtroppo, per complessità, mancanza di tempo e figure necessarie e non essendo neppure lo scopo della tesi, non è stato possibile comprendere come la realtà aumentata sia trasmissibile a persone con capacità residue e sensoriali ridotte.

05. CONCEPTING

[110] INFOGRAFICHE, Sovrapposizione curve emotive legate alle due differenti UX

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

Politecnico di Milano



[111] WAME, Renderings

**WAME**

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

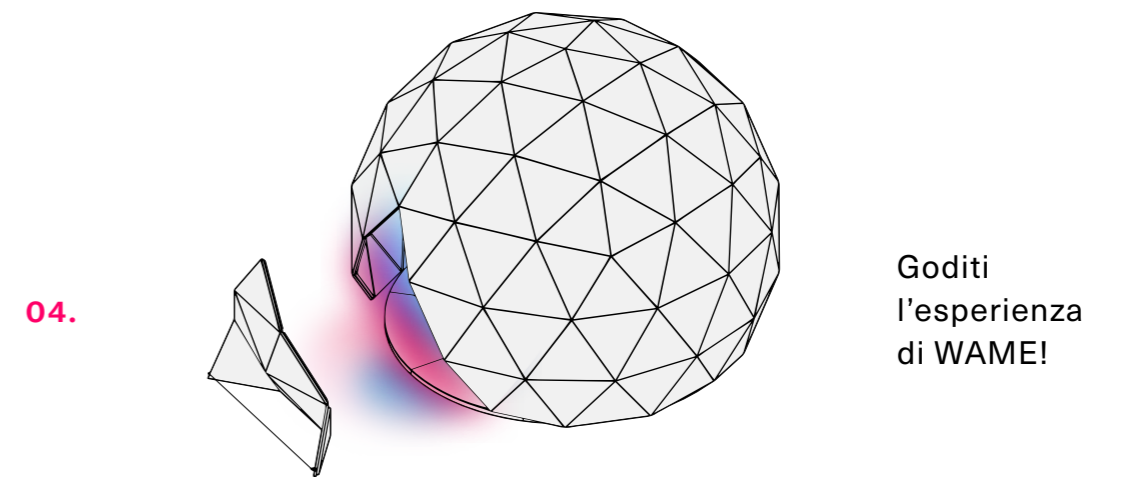
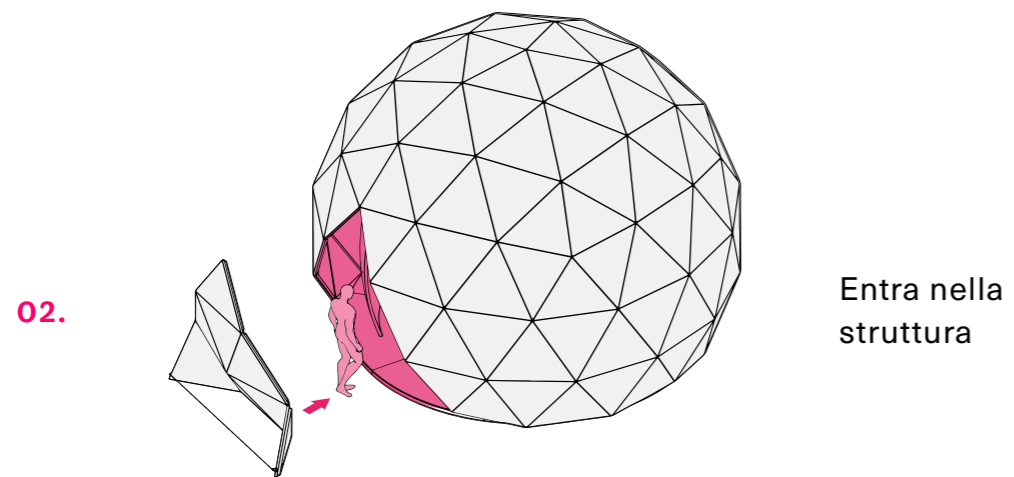
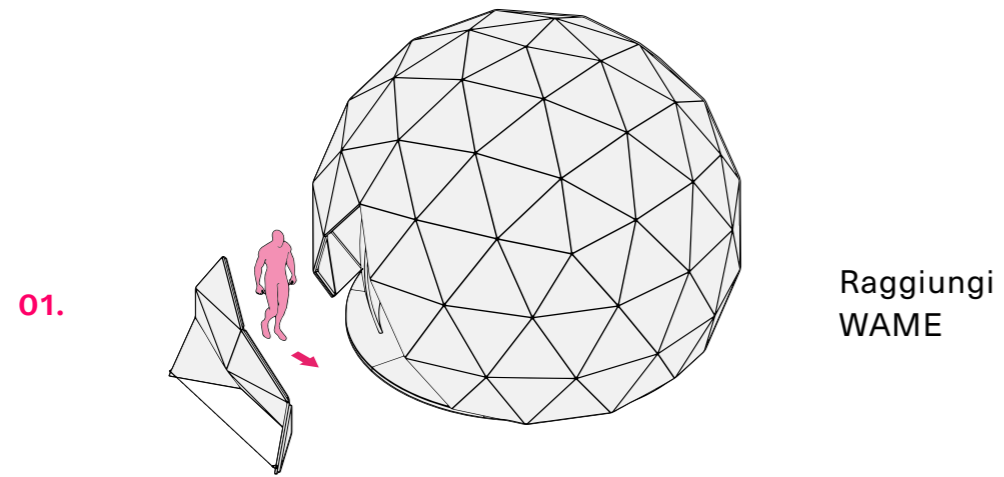
Politecnico di Milano



[112] WAME, Rendering  
ambientato in City Life,  
Milano

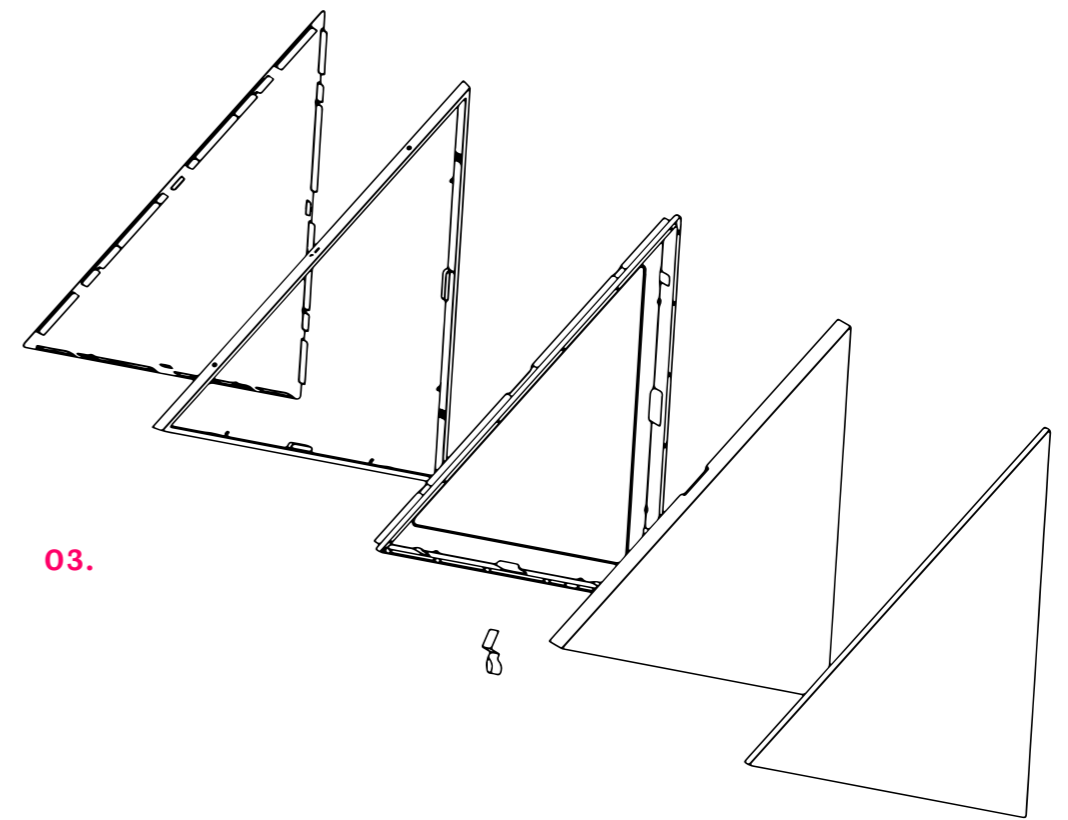
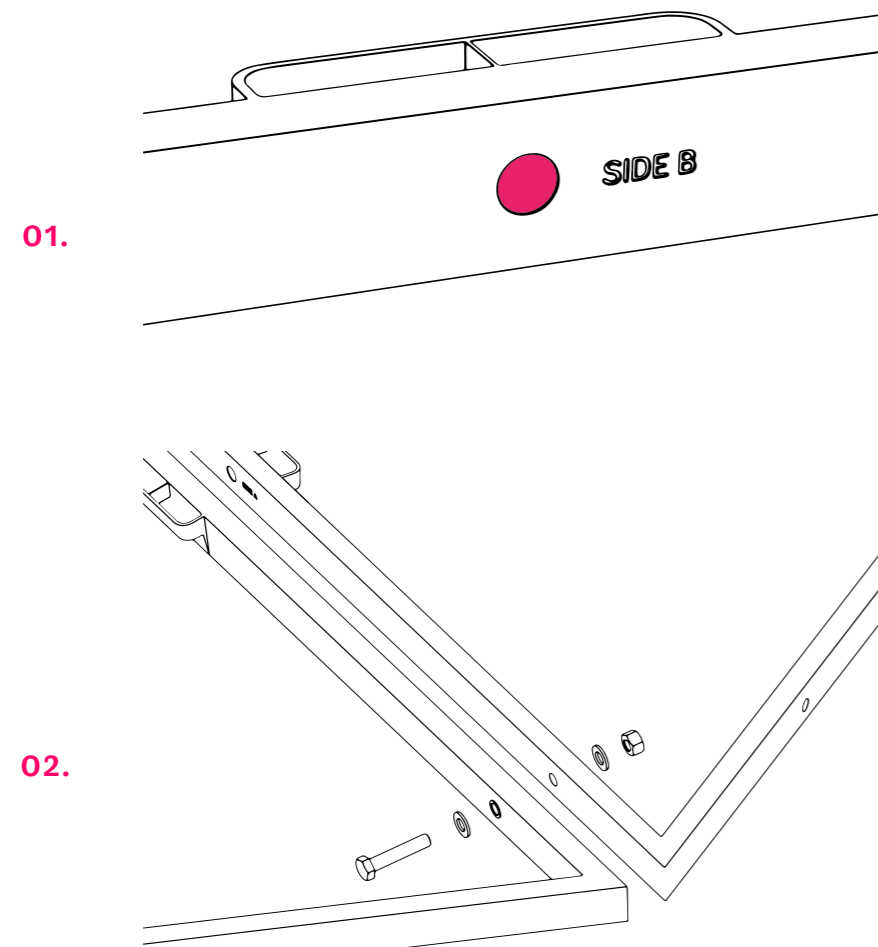
WAME

## Storyboard d'uso





## Storyboard d'assembly

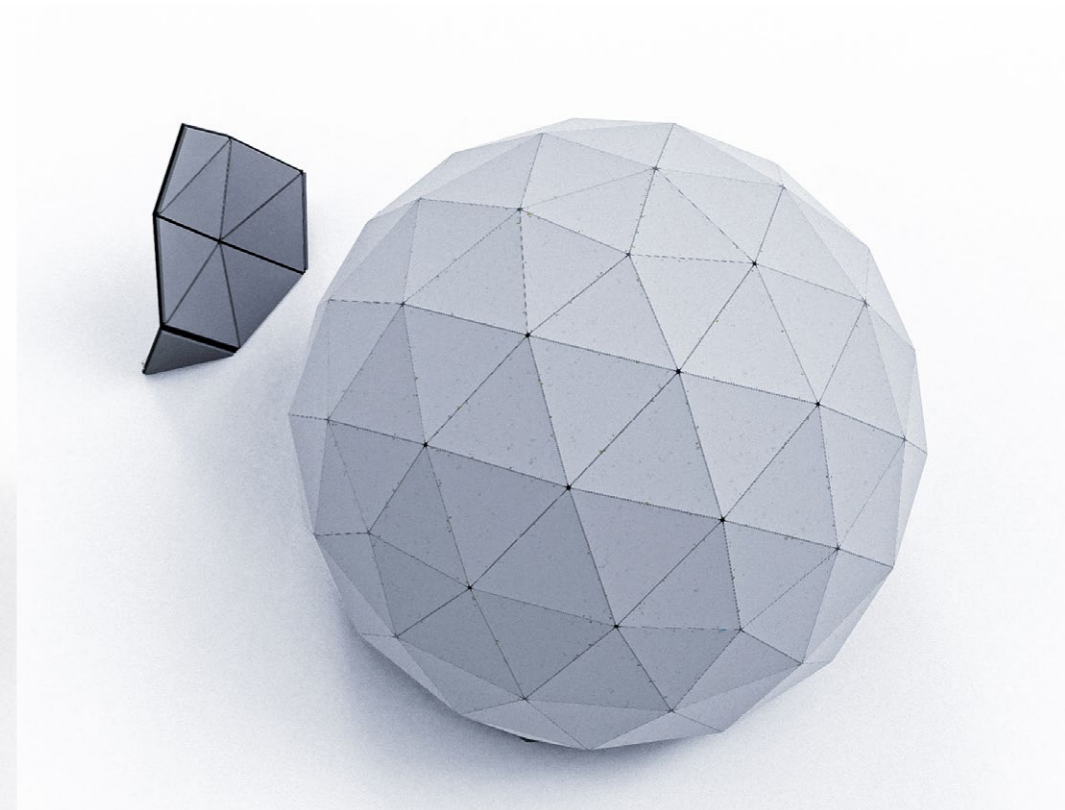
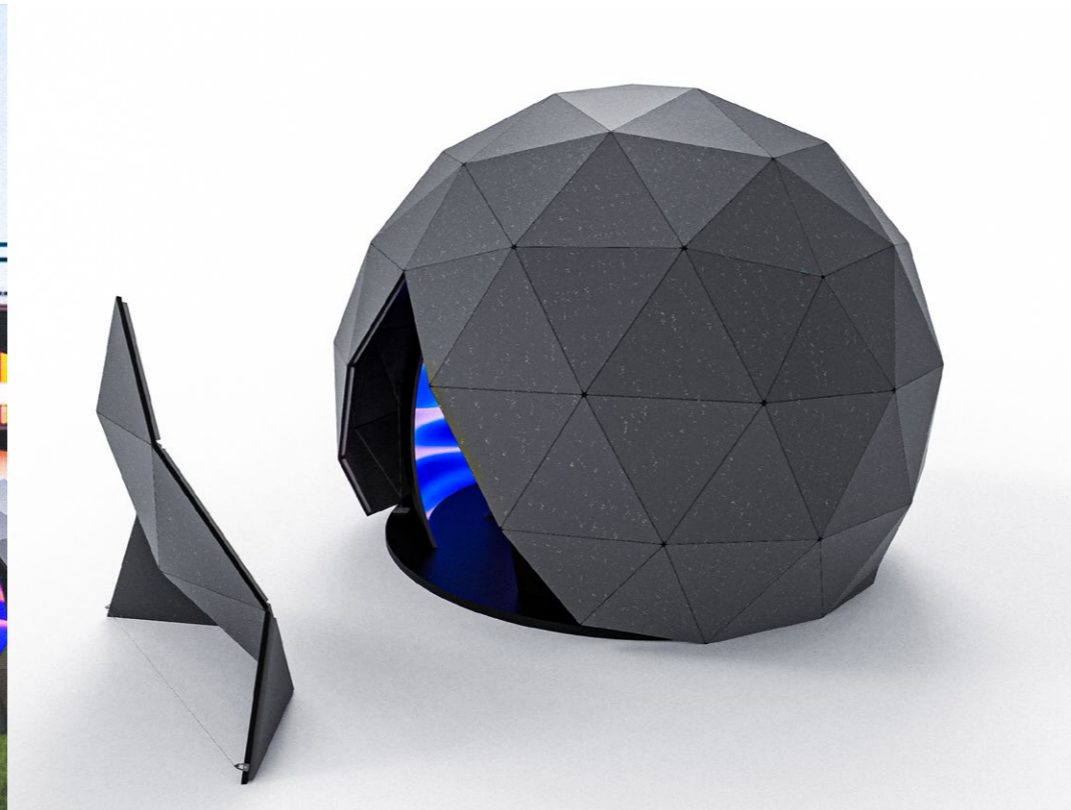


Per agevolare l'assemblaggio dei pannelli durante la costruzione della struttura è stata pensata un'interfaccia utente **[FASE 01]**

che indica quei lati dei triangoli devono essere adiacenti tra loro.



[115], [116], [117] WAME,  
Renderings





[115] MAHDI SOHEILI, 2020, White and gray round building

## **Market benchmark**

È facile parlare di novità quando testiamo la nostra idea solo in un campo ristretto e senza fare ricerca di mercato. Il mondo dei visori e della realtà aumentata è già stato analizzato e si preoccupa di soddisfare un certo tipo di utenza. Ma cosa succede quando cerchiamo esperienze immersive?

## Elumenati

Elumenati è un'azienda che basa il suo business sul creare soluzioni innovative per una visualizzazione immersiva e condivisa. La loro mission è chiara al riguardo: con un'esperienza di oltre 20 anni come leader del settore, Elumenati pone i suoi sforzi nell'ideazione di sistemi eleganti ed efficaci per le esperienze in realtà mista all'interno di cupole VR pensate per condividere spazi.

Di fatto questa azienda ha ideato sistemi prodotti per intero: ha disegnato una serie di lenti ad ampio angolo di visualizzazione, in grado di proiettare sull'intera superficie di una cupola una proiezione quasi a 360° utilizzando un singolo proiettore. Ne conviene che i campi d'applicazione per questo prodotto sono diversi, ma al tempo stesso presenta grossi limiti. Nella maggior parte dei progetti presenti nel loro portfolio

si può osservare che la proiezione avviene solo in una porzione della cupola, creando in alcuni casi anche delle ombre perché il punto di osservazione deve rimanere fisso. In altri casi invece, il punto di osservazione resta fisso ma l'utente qui è comodamente seduto come al cinema.

Un vero problema è rappresentato dall'interfaccia e dalla tipologia di interazione da parte dell'utente con questi prodotti. Elumenati basa totalmente la propria UX sull'uso di controller esterni, come tablet o custom - vi è un progetto che emula una partita di Quidditch di Harry Potter utilizzando controller a forma di scope in saggina - rappresentando così un forte ancoraggio ad una tecnologia vecchia e che di fatto impedisce all'esperienza di essere paragonabile alla realtà mista - la

sovrapposizione del mondo digitale con quello reale prevede che anche l'interazione tra i due sia mista ed avvenga per mezzo di sensori o etere - e che in alcuni casi perde un po' di immersività.

Hanno però il vantaggio di avere diverse soluzioni personalizzabili che vanno dal gonfiabile ai pannelli curvi per proiezioni - addirittura pannelli LED curvi chiamati OmniLED. Ciò consente di avere ampi range di operazione ma un uso esclusivo interno che spesso fa perdere la peculiarità di immersività.



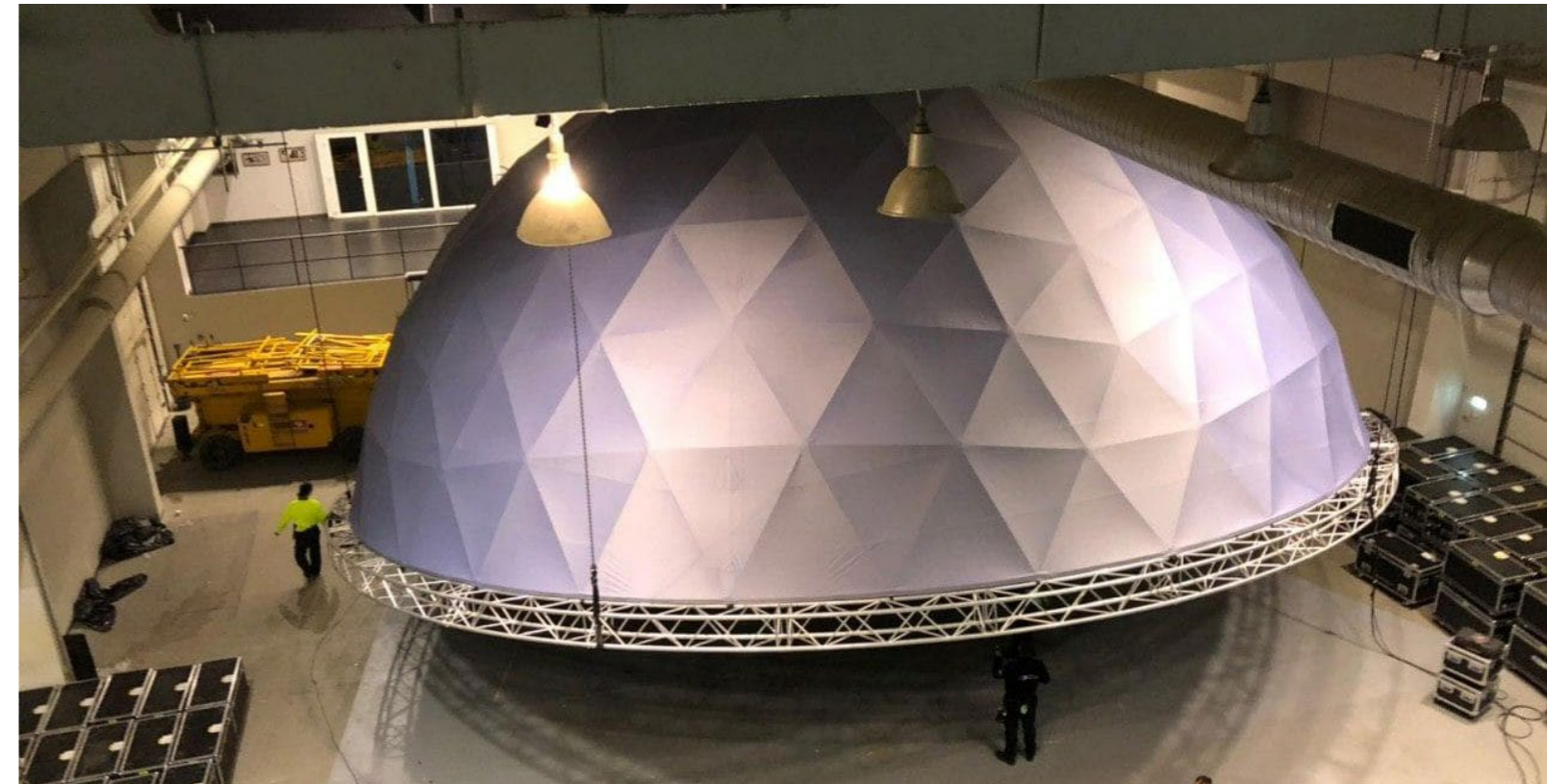
Sopra [118] **ELUMENATI**, 2021, NC Museum of Natural Sciences – Custom Solution, Elumenati;  
Al centro [119] **ELUMENATI**, 2020, Herndon High School – GeoDome Evolver, Elumenati  
A destra [120] **ELUMENATI**, 2020, Balloon Museum – GeoDome Portal, Elumenati

## **Fulldome.pro**

Fulldome.pro è un'azienda che dal 2010 pone come sua mission l'integrazione di esperienze completamente immersive e di tipo shared pensate per diverse applicazioni che variano da quelle educative fino a quelle di intrattenimento.

Il limite di questa soluzione è legato al posizionamento dei proiettori, in quanto obbligano ad avere gli utenti fermi in un punto o costretti a seguire un determinato percorso e a proiettare solo su determinate parti della cupola per evitare ombre. Ciò nonostante offrono soluzioni di alta qualità.

il loro punto di forza è la velocità di assemblaggio e i costi contenuti del progetto: hanno reso la struttura geodetica il supporto diretto di uno schermo a pressione negativa, "bloccando" la posizione dell'utente nello spazio, usufruiscono di una proiezione che dal basso verso l'alto crea un'immagine in grado di coprire interamente le superfici curve, avvalendosi però di diversi proiettori. Inoltre, la spazialità del suono è data dall'implementazione di sistemi dolby surround.



[121] FULLDOME.PRO, 2019, custom designed 16-meter dome for use in european expos and events



Sopra [122] FULLDOME.PRO, 2015, first co-working dome facility encouraging entrepreneurship

Al centro [123] FULLDOME.PRO, 2020, Make the dome your own with fully customized outer cover

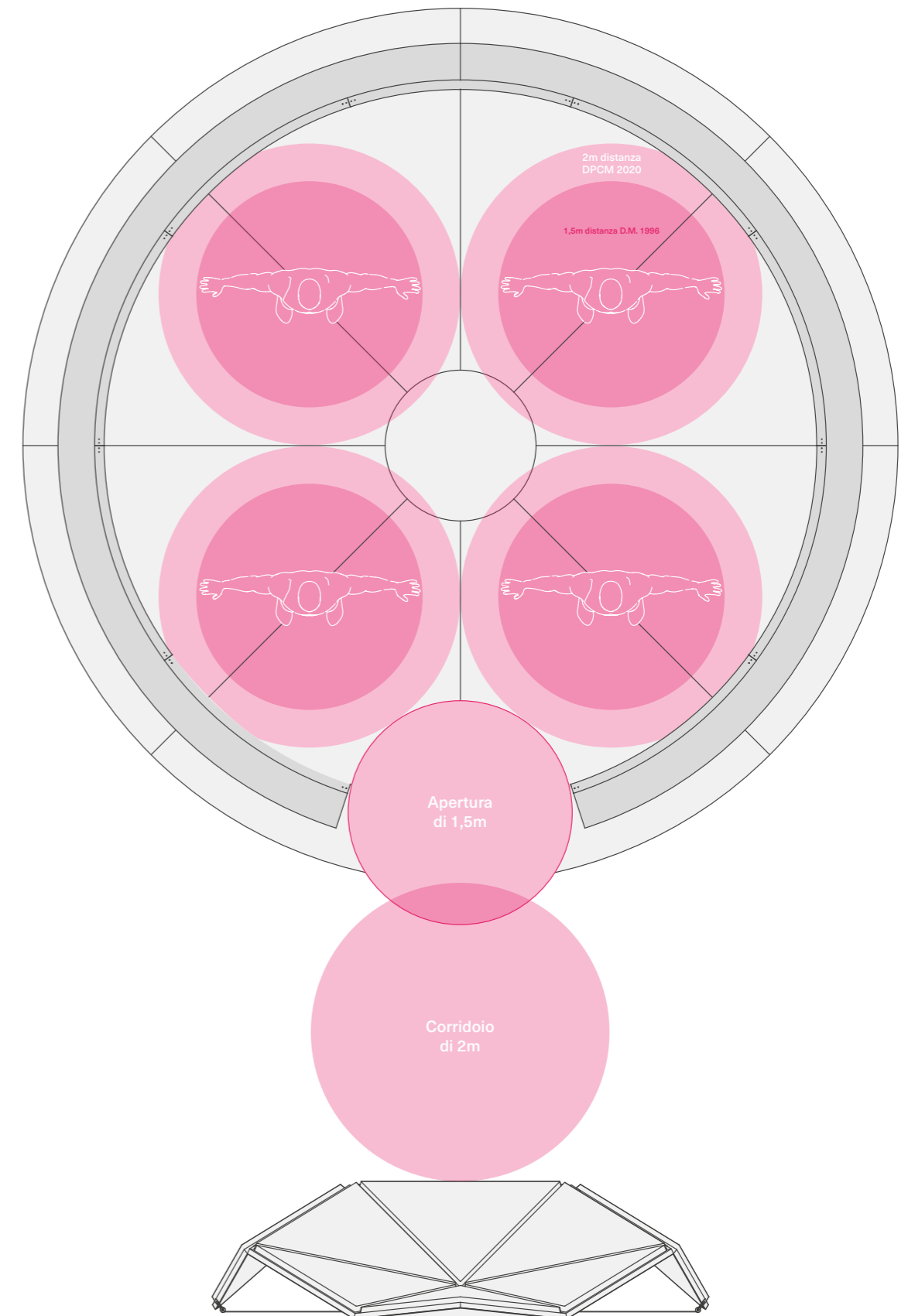
A destra [124] FULLDOME.PRO, 2020, betconstruct come up winners with two domes at ice 2020

## Final design considerations

Aspetto fondamentale è stata l'attenzione posta al dimensionamento corretto della cupola esterna. In ottemperanza delle recenti restrizioni sul distanziamento sociale, in particolare il DPCM del 4 marzo 2020 e i protocolli di intesa 14/03/2020 e 24/4/2020, la cupola è stata pensata per ospitare 4 utenti a distanza superiore al metro l'uno dall'altro e immersi nei vari coni di proiezione - questo aspetto impedisce il generarsi di ombre. Ciononostante, considerando gli indici di affollamento espressi nel d.m. 19/8/1996 e nella UNI 10339, si potrebbe arrivare ad un'occupazione di 6 persone.

Le dimensioni di WAME e il rapporto dimensionale con l'essere umano, sono riportati nell'appendice [1], in fondo all'elaborato.

[125] INFOGRAFICA, Dimensionamento





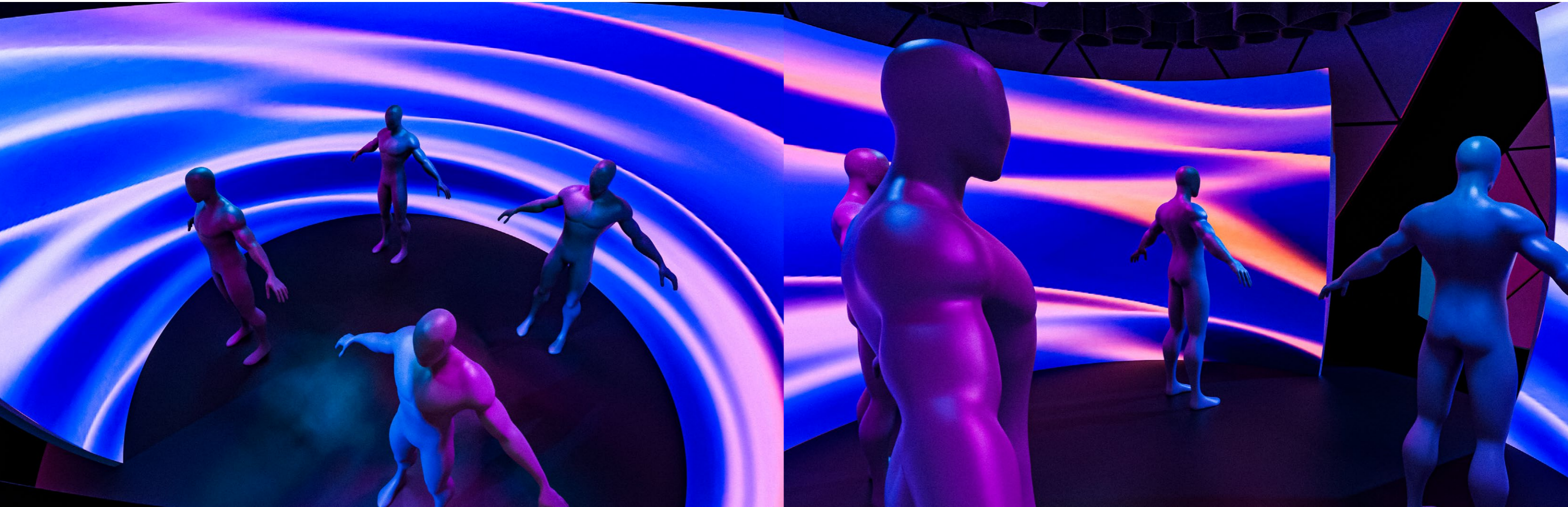
Tali normative sono state anche utilizzate per definire il grado di affollamento e quindi il numero di ricicli d'aria necessari per questo progetto, definendo approssimativamente un sistema di areazione adeguato. In particolare, la cupola offre un'ampia apertura che permette la costante entrata di aria fresca, ma dato che nelle cupole gli andamenti di ventilazione sono particolari, una ventola d'aspirazione correttamente dimensionata è stata inserita al centro della parte superiore e collegata con un tubo ad una griglia di sfiato. Per il calcolo della portata adeguata è stato definito il volume della porzione di sfera in esame, pari a  $\frac{5}{8}$  della sfera intera, moltiplicato per 8 ricicli d'aria - dato equivalente ai cinema - ottenendo così  $896 \text{ m}^3/\text{h}$  di portata.

Essendo le cupole geodetiche composte da triangoli non equilateri e dipendenti dal fattore di arco, è difficile anche creare un sistema di assemblaggio facile ed intuitivo. Nella fase di ricerca e prototipazione del

concept, ho provato direttamente questa fase e in risposta ho avuto solo frustrazione. Di conseguenza, essendo la User experience al centro di questo elaborato, ho ipotizzato di inserire della User Interface sui frame dei moduli che ho progettato, così da creare una codifica semplificata delle parti che vanno assemblate. In WAME, essendo una geodetica di frequenza v3, ci sono 3 lati diversi che compongono 2 triangoli isosceli differenti - se uniti tra di loro, questi creano moduli pentagonali ed esagonali - e quindi ho ipotizzato di utilizzare un colore crema riportato con un pallino colorato sul lato del frame affiancato dalla dicitura "SIDE ...", dove i punti vengono sostituiti dalla lettera assegnata a quel lato e colore. Infine una mappa infografica mostra dove posizionare i vari triangoli.



[126] WAME, Rendering, interno



Sopra [127] WAME, Rendering, interno  
A destra [128] WAME, Rendering, interno

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

**WAME**

# **06. Engineering**

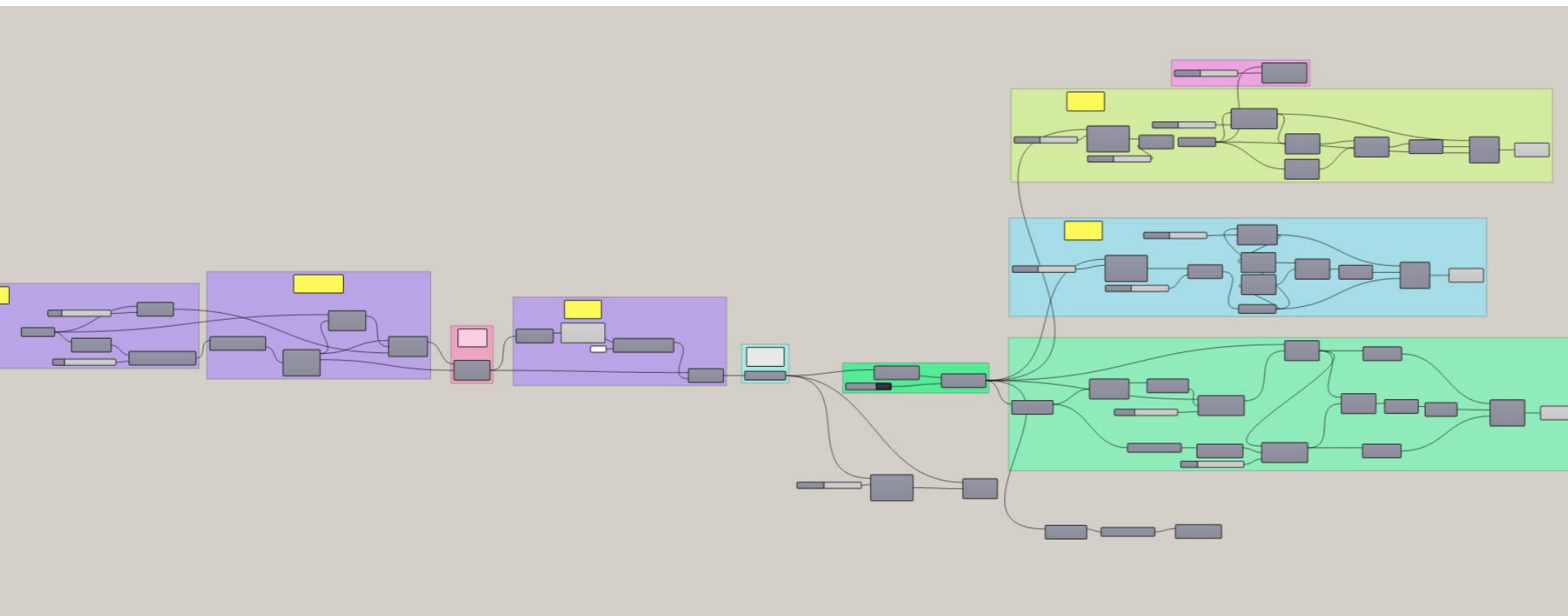
[129] Vishnu Mohanan, 2020, A low exposure photograph of an unsoldered Printed Circuit Board (PCB) with ENIG (Gold) finish, Unsplash



[130] ISRAEL PIÑA, 2019, Fotografía de textura de burbujas tomada con lente macro de 10x, Unsplash

Definita la fase concept, sono passato a l'ingegnerizzazione del prodotto. In particolare mi sono concentrato sul concept a pannelli, individuando in questa soluzione un prodotto più elegante, innovativo e con le migliori corrispondenze ai design requirements settati durante il percorso.

Il seguente capitolo mostra come per l'ambiente, nell'interezza e nel dettaglio, i moduli che costituiscono la cupola geodetica siano stati ingegnerizzati secondo il percorso appreso durante gli anni accademici.



[131] WAME, Script creato in Grasshopper per generare il modello finale della cupola geodetica del progetto, suddiviso in componenti

## Grasshopper

L'estensione nativa del programma di modellazione di superfici Rhinoceros nota come Grasshopper - la cavalletta - è stata scelta per la libertà che tale modellazione parametrica e generativa offre. Di fatto, tramite una generazione di algoritmi "a blocchi", è stato possibile seguire le pratiche di modellazione delle cupole geodetiche, parametrizzando un a serie di script che hanno guidato al design finale del prodotto.

Per l'intero progetto sono stati generati diversi script, prima separatamente e poi uniti per formare lo script di design finale. Tale scelta progettuale mi ha permesso così di definire i parametri di modellazione come raggio e fattore d'arco della cupola, basando la modellazione sulla proiezione di un icosaedro su una sfera di raggio definito. Da qui, lo script va a tagliare la cupola secondo la suddivisione in ottavi ad un'altezza pari a  $\frac{5}{8}$  del diametro della sfera stessa, ottenendo così la cupola geodetica. Il fattore d'arco viene gestito da un altro slider affiancato a quello del raggio, dando così la possibilità anche di variare la definizione della geodetica. Ottenuti questi dati, sono stati utilizzati poi i blocchi necessari a creare la mesh.

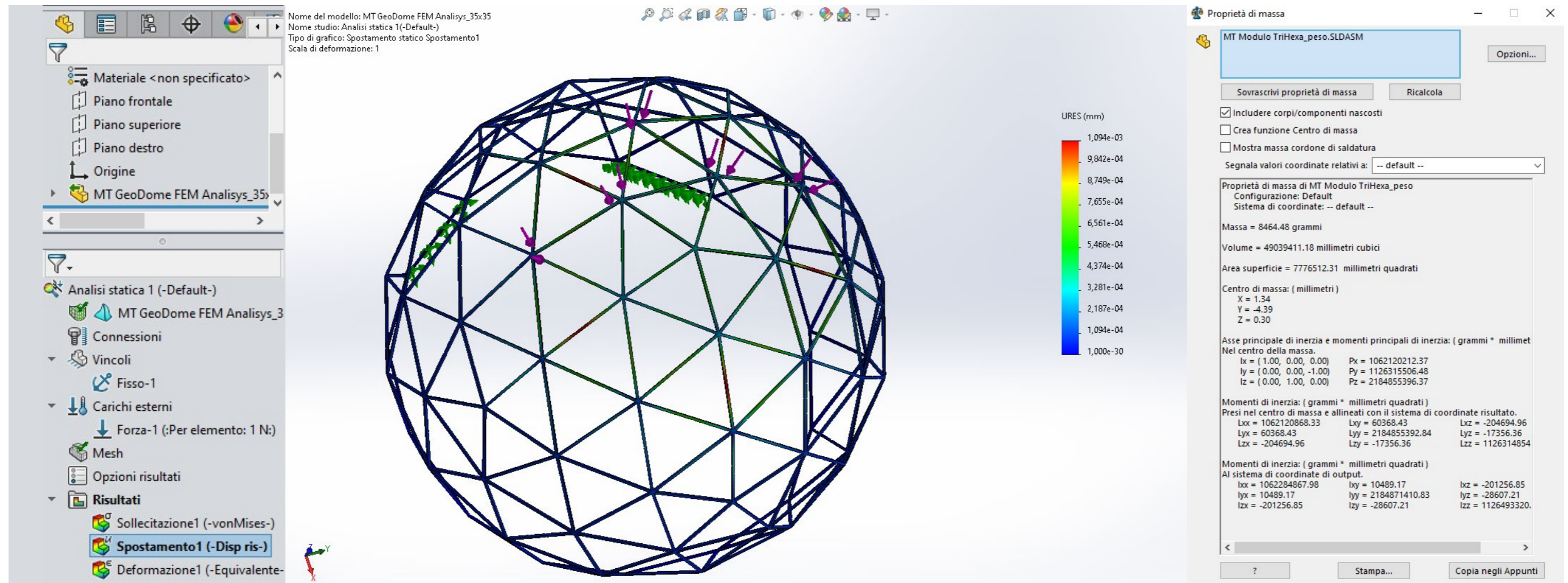
Da qui è stato poi necessario estrarre e separare le curve che generano la superficie della mesh, creando 3 blocchi distinti dello script che generano rispettivamente il pannello di isolamento acustico (in verde), il pannello di rivestimento esterno (in azzurro) e infine i telai dei componenti modulari separati (in verde scuro).

Grasshopper infine è stato utilizzato per creare gli script che hanno generato la copertura in feltro della parte "tech" del progetto, i cavi che collegano la cupola geodetica all'americana e alla copertura, ed infine per generare una proposta di personalizzazione.

## Definizione sezione

Come passo iniziale per l'ingegnerizzazione del progetto, ho generato diverse cupole geodetiche con una modifica allo script di design finale in modo da esportare il "wireframe" della cupola stessa, salvare la struttura in formato ".step" ed importare in solidworks il modello per l'analisi statica. Essendo una struttura, mi è sembrato logico e sufficiente procedere in questo modo. Per definire la forza peso agente in modo distribuito sulla cupola è stato individuato il peso di ogni componente buy e delle componenti make che agivano al riguardo, moltiplicato la somma per l'accelerazione gravitazionale e infine usato un safety factor equivalente a 1.2, ottenendo una forza pari a 1512 N. La forza peso è stata così distribuita sul modello in SolidWorks, suddividendola in 15 punti diversi così da far agire il carico sulla

parte superiore della struttura; in seguito è stato definito un materiale con caratteristiche uguali a quello utilizzato nel processo produttivo reale, seguendo i dati tratti da "Engineering Polyurethanes - RIM Part and Mold Design Guides" (BaySystems 2008, Bayer MaterialScience LLC, Pittsburgh, PA) e infine i vincoli di appoggio della struttura stessa. Dopo una serie infruttuosa di tentativi, sono riuscito ad ottenere un risultato davvero ottimo ed estremamente performante: con una sezione del telaio di ogni singolo modulo equivalente a 17.5 mm \* 35 mm si ottiene uno spostamento pari a 1,094 e-03 mm (pari a 0,001094 mm), ricavando così la sezione di riferimento per poter procedere all'ingegnerizzazione di ogni singolo componente del modulo, seguendo i design requirements stabiliti.



[132] WAME, Analisi statica ottenuta da Solidworks

## Materiali e processi produttivi

La scelta dei materiali e dei processi prodotti è un aspetto progettuale che dovrebbe essere considerato fin dalle prime fasi di ideazione, per poter disegnare ed ottimizzare le parti/componenti in modo adeguato. Per la produzione delle cupole geodetiche diversi sono i possibili approcci: uno su tutti è l'utilizzo di elementi strutturali solitamente realizzati in acciaio o in lega di alluminio attraverso il processo di costruzione e in seguito tranciatura; altre tecniche di produzione di elementi per le cupole prevedono la realizzazione di giunti. Questi ultimi possono essere realizzati in materiale polimerico, ottenuti con lo stampaggio ad iniezione e accoppiati in seguito ad elementi strutturali in legno, carta o materiale polimerico; altre tecniche invece prevedono la realizzazione dei giunti in acciaio, creando un prodotto dal look industriale per lo più e

con fasteners a vista, accoppiando poi questi giunti a strut in legno o acciaio. In questo caso le tecniche utilizzate possono essere diverse, come il casting, oppure, se realizzato in lamiera, taglio laser o roditura e tranciatura, saldatura ed eventuali processi di finitura superficiale.

Per il mio progetto, ha giocato un ruolo fondamentale la morfologia e l'architettura del prodotto, mostrandosi adatto ai materiali plastici e alle tecniche di stampaggio ad iniezione.

## Reaction Injection Moulding

La tecnologia riferita con l'acronimo RIM e solitamente denominata in inglese Reaction Injection Moulding (stampaggio ad iniezione con reazione), è un processo di trasformazione delle plastiche che nasce negli anni '50 del XX secolo con principale applicazione per l'epoca nel settore automotive (Wikipedia).

Il processo produttivo prevede l'utilizzo di due componenti chimiche che reagiscono tra loro una volta miscelati e iniettati nella cavità dello stampo espandendosi e formando la parte. Il processo prevede quindi la presenza di due componenti materiche liquide definite come ISO (parte A - contiene isocianati) e POLI miscelato ad altri additivi - come stabilizzatori, catalizzatori, modificatori della combustione, agenti lievitanti, coloranti

e riempitivi - (Parte B - contiene ossidrili, molecole che contengono il gruppo OH), i quali reagiscono per formare un polimero poliuretano termoisolante. Siccome la reazione rilascia del calore, nello stampo vengono predisposte dei canali di raffreddamento per evitare la deformazione e il distacco della parte stampata (M. P. Groover - Frost, S.).

La tecnologia R-RIM è stata selezionata rispetto al classico stampaggio ad iniezione principalmente per i vantaggi economici che offre, come i costi di macchina inferiore: richiede pressioni e temperature di stampaggio decisamente inferiori, e perché la forza di tenuta dello stampo è anch'essa inferiore; costi di equipaggiamento inferiori: il polimero termoisolante nel momento



in cui si espande esercita una bassa pressione e non causa alcun tipo di usura allo stampo, allungando la vita e dando la possibilità di usare stampi più economici; richiede tempi di carico e scarico del macchinario brevi generando un ciclo produttivo piuttosto ridotto; e, infine, questa tecnologia offre ottime finiture superficiali direttamente durante lo stampaggio (Frost, S., 2020). Senza contare che tale tecnologia permette la produzione di componenti di grandi dimensioni (Wikipedia) - scafi di imbarcazioni o componenti di centinaia di chilogrammi - e per la produzione sono disponibili diverse soluzioni materiali a seconda dei design requirements della parte (M. P. Groover, 2020, Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems, John Wiley & Sons).



[131] GOFORMOLD, Reaction Injection Moulding

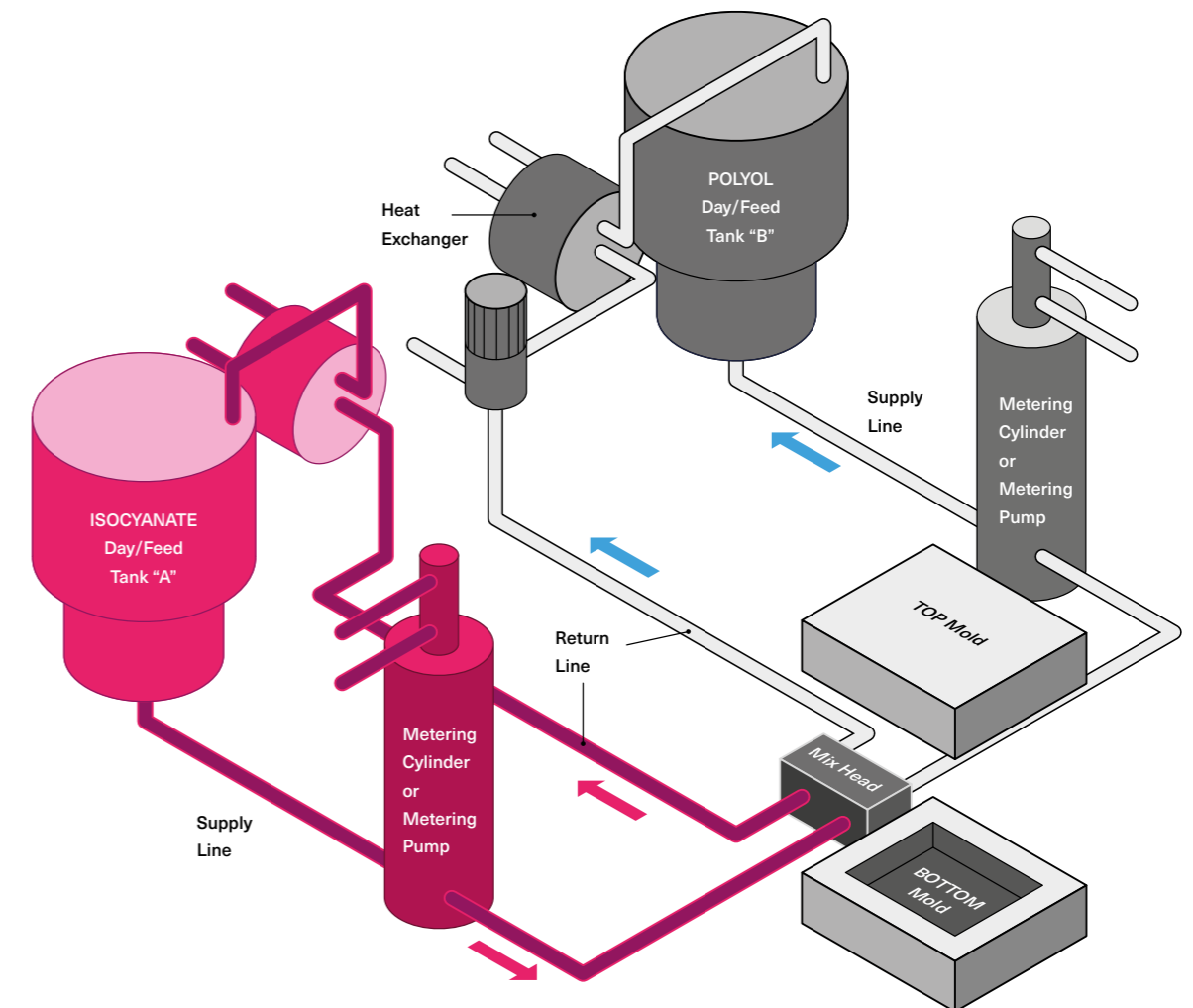
R-RIM, in molti settori produttivi, ha sostituito lo stampaggio ad iniezione tradizionale dei materiali termoplastici perché presenta notevoli punti a favore, tra i quali anche una qualità della parte superiore e flessibilità di produzione e, come già detto, benefici economici.

La progettazione della parte da stampare segue le linee guida generali dello stampaggio ad iniezione delle plastiche, ovvero: lo spessore delle componenti dev'essere uniforme e ben bilanciato per evitare intrappolamenti di aria, ma può comunque vantare una certa flessibilità nella sua variazione a differenza dello stampaggio per iniezione; per rinforzare le parti si devono preferire determinate metodologie anziché l'ispessimento delle pareti, per esempio, sono suggeriti l'uso di nervature, pareti

ondulate - corrugated - e passaggi a step sulle pareti anziché pareti lisce. Gli angoli di sforno pari a  $1/2^\circ$  sono sempre suggeriti, soprattutto alle pareti di altezze superiori a 25 mm, alle quali andranno aggiunti  $1/4^\circ$  ogni 25 mm extra. Il design delle bocche - bosses - segue le regole dello stampaggio ad iniezione.

La tecnica RIM offre la possibilità unica di racchiudere nella parte stampata degli inserti metallici che variano dagli elementi filettati per assembly a barre di sezione circolare o rettangolare per il rinforzo ed elementi prodotti con lamiera. Questa pratica non solo elimina problemi come la corrosione del metallo ma permette anche di controllare la deformazione della parte e assorbire grossi stress. Ovviamente esistono regole anche per il design di queste parti: il componente metallico deve

avere attorno a sé almeno 3 mm di materiale plastico rigido o il doppio se si tratta di materiali schiumati; inoltre i centri di gravità delle due parti dovrebbero coincidere per evitare problematiche legate alla deformazione - le sezioni delle parti determinano l'allungamento finale della parte. L'inserimento di questi rinforzi determina una variazione della tecnica RIM denominandola R-RIM e quindi Reinforced Reaction Injection Moulding (Stampaggio per iniezione con reazione rinforzata) (Frost, S., 2020).



[132] INFOGRAFICA, Reaction Injection Moulding Process

## Materiali

I materiali disponibili per questa tecnologia di produzione sono definiti dal grado di rigidità e in seguito suddivisi in sistemi in base alla tipologia di parte ottenuta. Si hanno quindi materiali rigidi caratterizzati da un modulo di Young più alto e maggiore grado di durezza, ottima resistenza termica, proprietà elettriche, resistenza alle sostanze chimiche ed organiche e isolamento acustico. I materiali elastomeri, invece, sono caratterizzati da buona tenacità, buona stabilità dimensionale attraverso un ampio range di temperature, eccellente resistenza alla corrosione, abrasione e taglio, rendendoli ottimi candidati per le applicazioni che richiedono un'alta resistenza all'impatto.

I sistemi di produzione si suddividono in: schiumati, solidi e compositi. Le parti prodotte con sistemi schiumanti

utilizzano agenti gasanti che formano sulle pareti esterne pelli più dense dell'interno così da risultare leggero e ricco di bolle. I sistemi solidi invece risultano in parti omogenee, rigide o elastomeriche, esattamente come si è abituati a vedere una parte stampata in plastica. I compositi invece possono essere sia solidi che schiumati ma sono combinati con fibre di rinforzo - fibra di vetro ad esempio - per migliorare le prestazioni meccaniche della parte (Frost, S., 2020).



[133] DAN LEWIS, 2021, 'Kaleidoscope' 2020 Coastal microplastic flatlay 120x100 cm, Unsplash

# RIM Materials

## Solid baydur GS System

### Part Design

Wall Thickness (t) (inch)	0,2 - 1,5
Rib Thickness	t
Draft angles	0,5 min, +0.25 inch per inch of draw
Molded Holes /slots	Yes
Undercuts	Use mobile parts
Snap Fits	Possible
Fillets (inch)	1/8

### Mold Design

Material	Metal - Depends of Batch
Preferred Gating	Dam
Shot Time	15 sec
Mold Pressure	100 psi
Mold Temperature	140-160 °F

### Physical Properties

Flex. Modulus (psi)	130000 - 190000
Part Density (lb/in <sup>3</sup> )	63 - 68
Flexural Strength (psi)	5,300 - 7,700
Tensile Strength (psi)	3,600 - 5,300
Elongation at Break (%)	16 - 29
DTUL at 66psi (°F)	140 - 215
Hardness	70 - 75
% Reinforcement	N/A

### Finishing

Best Surface	N/A
Screw Assembly	Thread cutting

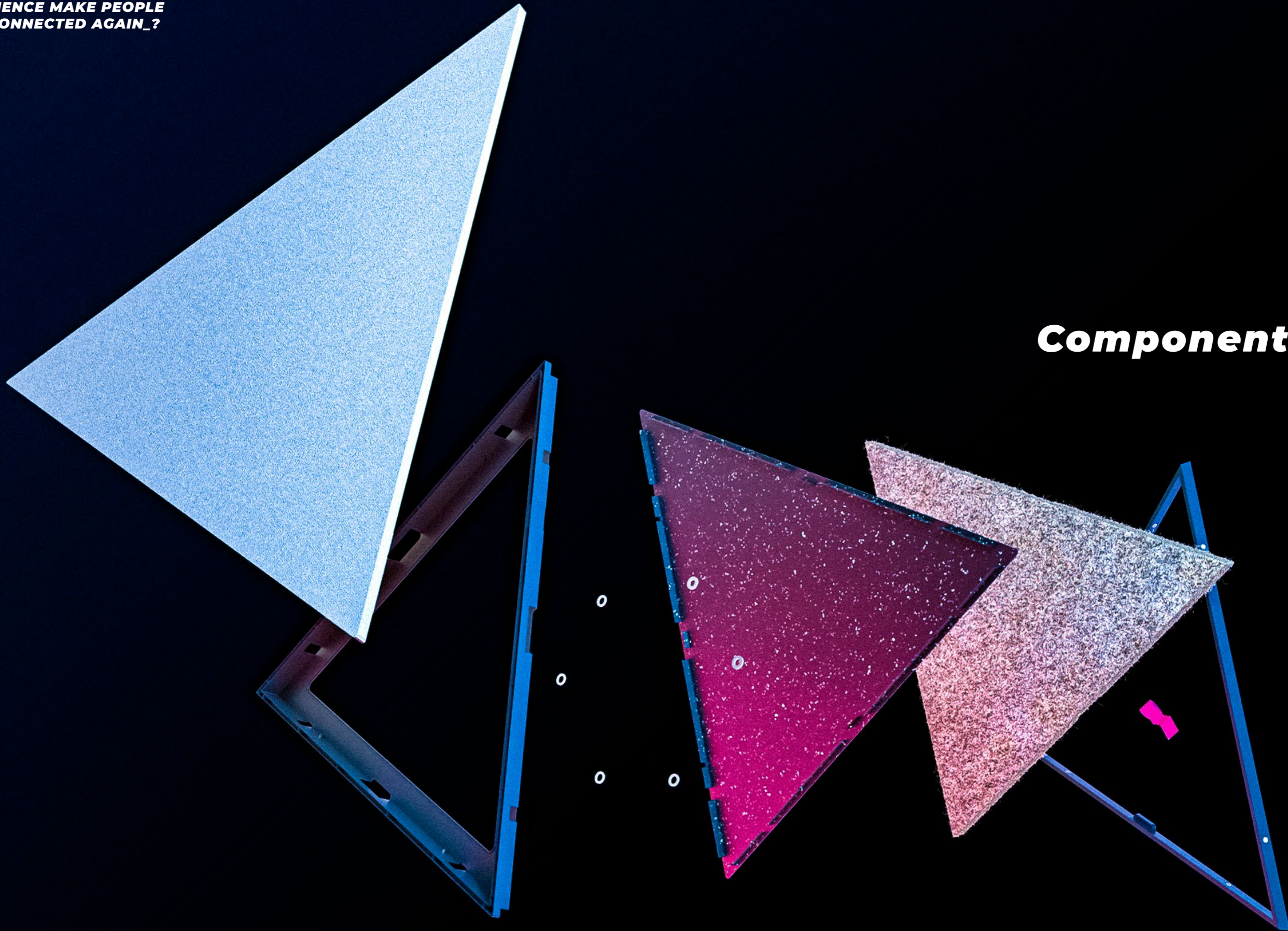
Reference: BaySystems 2008, Engineering Polyurethanes - RIM Part and Mold Design Guides,

Bayer MaterialScience LLC, Pittsburgh, PA

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

Politecnico di Milano

**Componenti Make**



Per l'ingegnerizzazione dei moduli triangoli, è stato scelto di modellare le parti seguendo la logica della modellazione per plastiche, considerando quindi angoli di sforno, direzione di estrazione dallo stampo, linea di divisione di questo, evitando sottoquadri ed infine controllando gli spessori.

Ai fini dell'elaborato, le parti sono state suddivise per componente, considerando: frame, scocca modulo, scocca pannello isolante, lana di roccia e copertura tessile - rispettando inoltre i design requirements espressi.

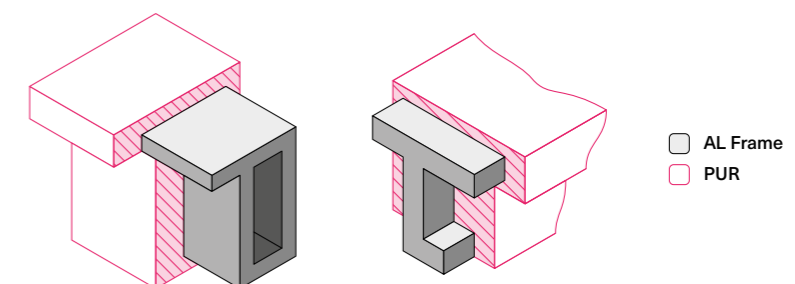
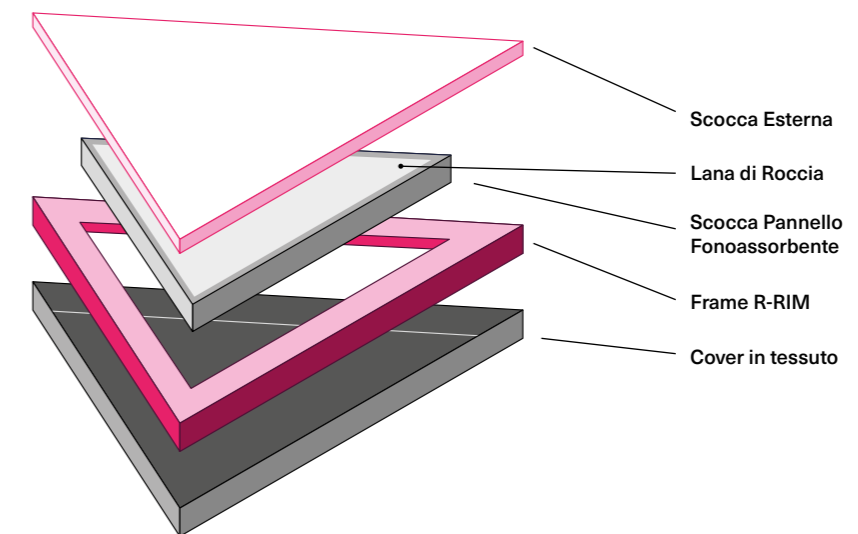
Per la parte tessile, non è stata presa alcuna particolare tecnica di progettazione in considerazione - il cartamodello è facilmente ottenibile in Rhinoceros se richiesto.

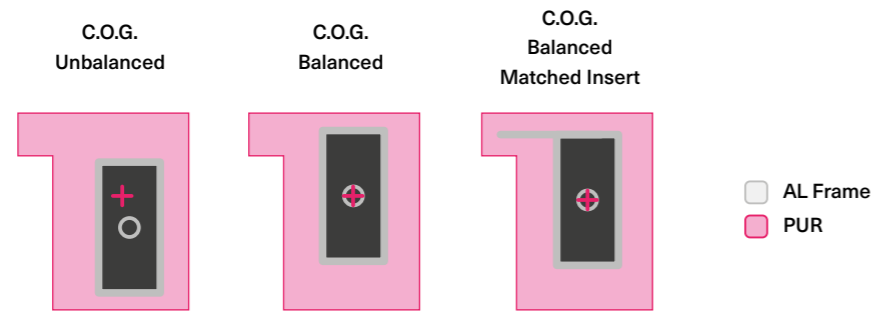
## Frame

Il frame del modulo è stato progettato per essere prodotto con la tecnica denominata Reinforced Reaction Injection Moulding, prevedendo quindi di inserire al suo interno un telaio in alluminio con lo scopo di rinforzare la parte stessa e soprattutto rendere più semplice l'assemblaggio della varie componenti. Essendo i moduli, dotati per la loro caratteristica di formare una cupola, "naturalmente" svasati, e quindi progettati con un ampio angolo di sforno, sono state prese poche precauzioni progettuali, se non dove necessarie.

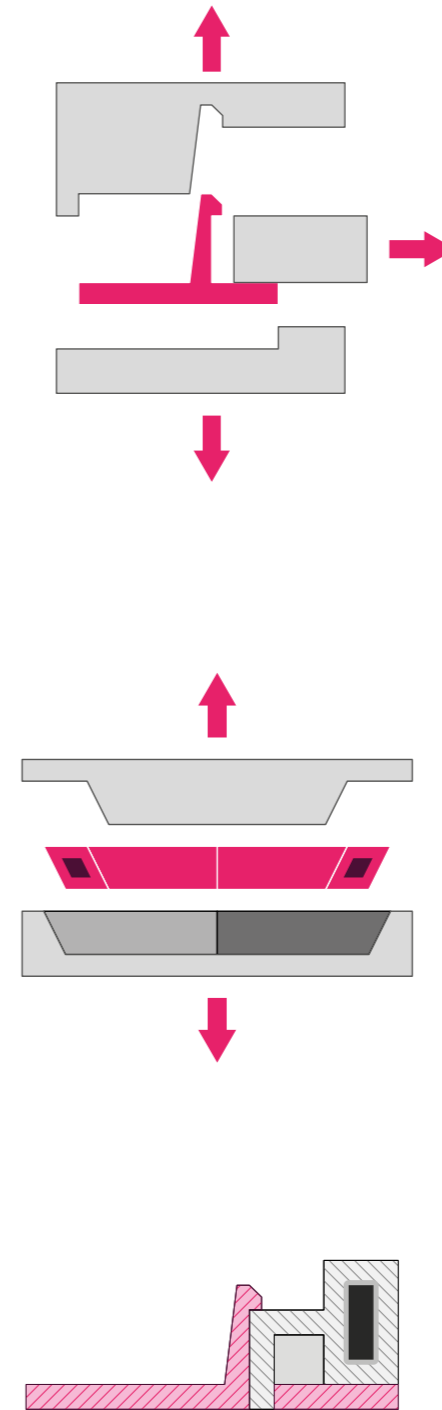
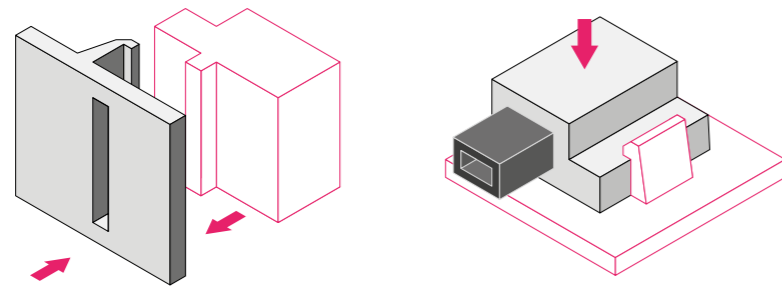
Ne è un esempio questo aggancio snap-fit, dove nel frame è stato ricavato un gradino di spessore uniforme e correttamente nervato per evitare l'eccesso di materiale e la deformazione della parte.

[136], [137] INFOGRAFICA, Processo di ingegnerizzazione dei componenti MAKE dei moduli triangolari



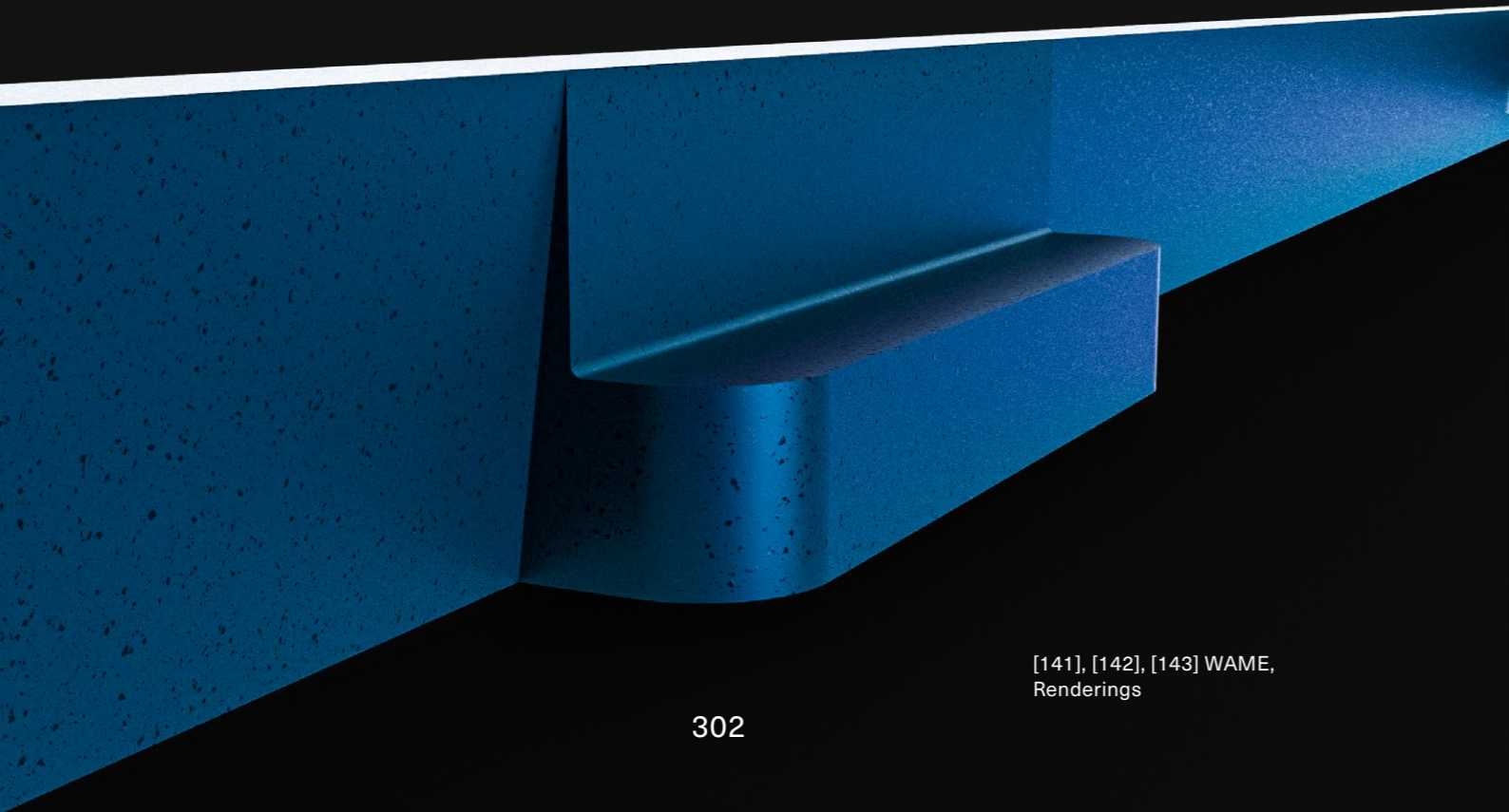
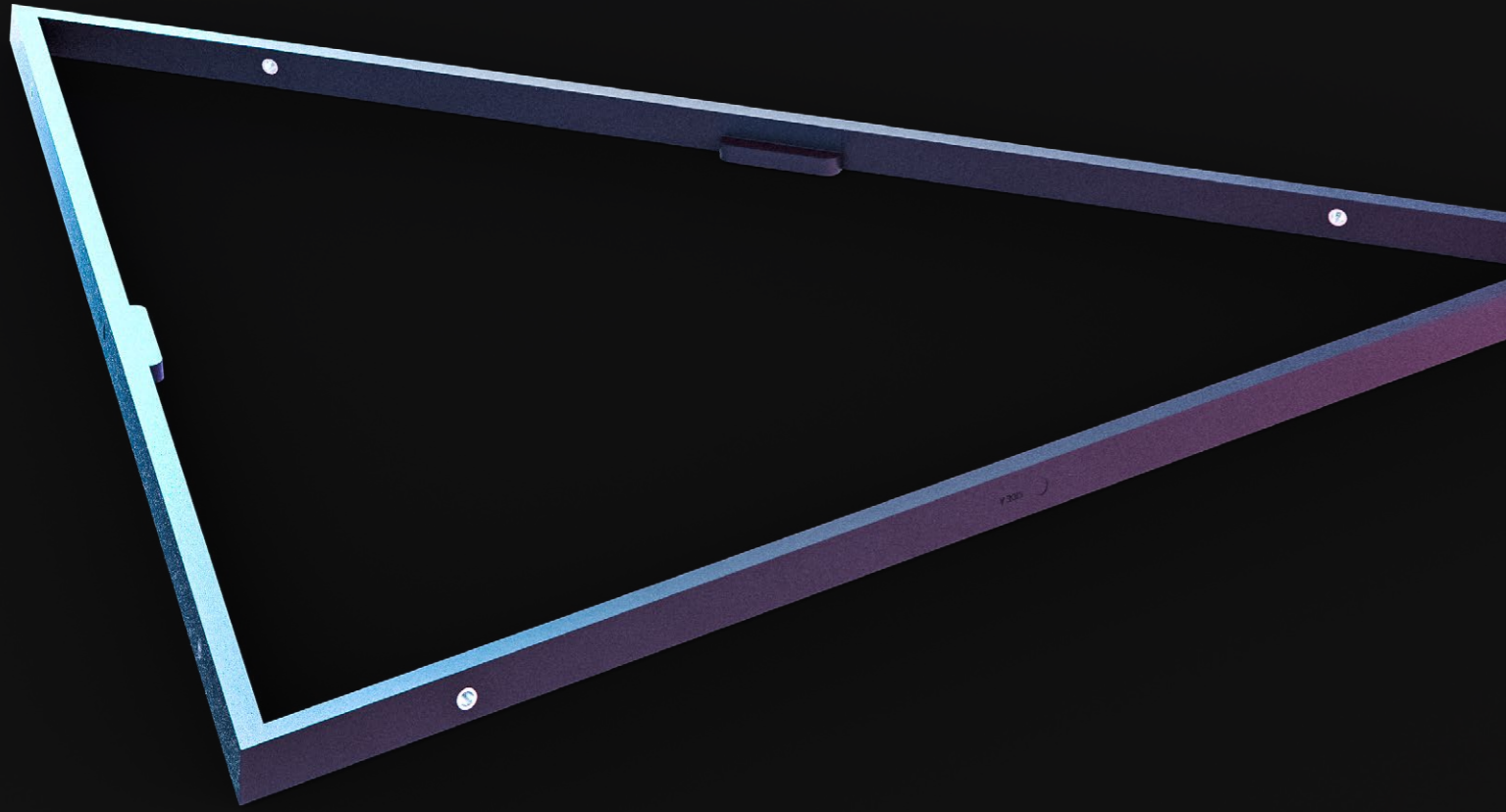


+ Center of Gravity of Polyurethane  
○ Center of Gravity of Insert



Per l'inserimento del telaio di rinforzo, sono state considerate le design guides che si trovano nella dispensa "Engineering Polyurethanes - RIM Part and Mold Design Guides", che suggeriscono di disegnare la parte con uno spessore uniforme minimo di 3 mm di materiale plastico posto attorno al telaio stesso e di uniformare i centri di gravità delle parti - considerando le sezioni - per evitare la distorsione della parte.

[138], [139], [140] INFOGRAFICA, Processo di ingegnerizzazione dei componenti MAKE dei moduli triangolari



302

[141], [142], [143] WAME,  
Renderings



303

*WAME*



## **Scocche**

Per i componenti “scocca modulo” e “scocca pannello isolante” sono state rispettate le regole di buona progettazione delle plastiche, considerando quindi spessori uniformi - le nervature ridotte in alcuni casi della metà dello spessore originale e in altri del 75%, a seconda della funzione che dovevano assolvere e della posizione - per i corpi principali, gli snap fit sono stati posizionati strategicamente ed evitati i sottosquadri.

È stata però prestata attenzione per l'assemblaggio di queste parti. In particolare, la scocca esterna si aggancia attraverso 3 snap-fit, uno per lato, al componente “frame” del modulo, mentre il pannello soundproof sfrutta dei magneti annegati o inseriti a pressione nelle due parti.

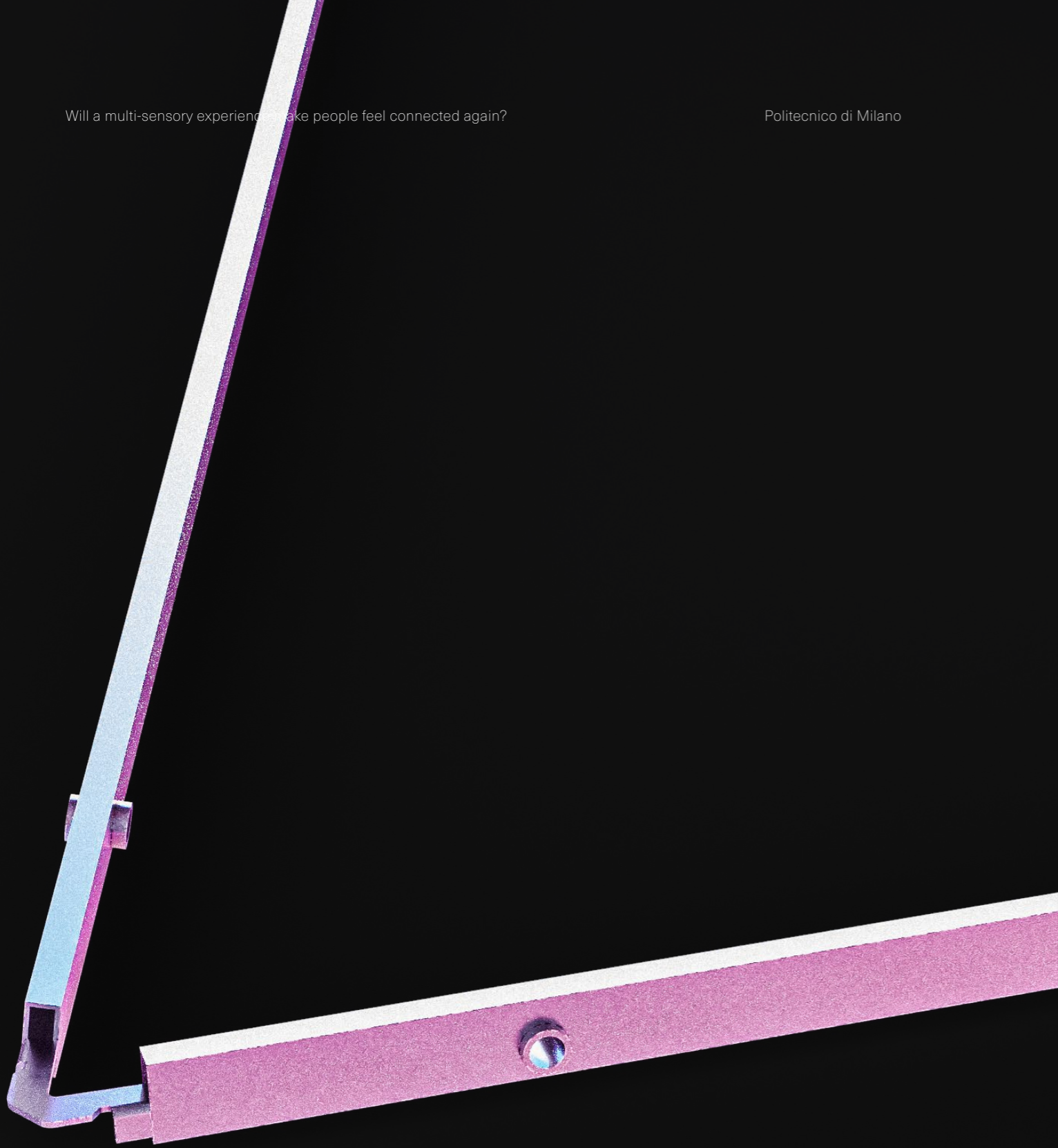
Anche per queste componenti si prevede uno stampaggio con RIM date le dimensioni delle stesse.

## **Pannello fonoassorbente**

Questo componente non necessita di particolari pensieri riguardanti l'ingegnerizzazione se non un'attenta scelta del materiale. Con Alberto di Massive Arts ho potuto individuare la corretta densità minima della lana di roccia pari a 80 kg/cm, in modo da evitare le riflessioni del suono interne ed i rumori ambientali esterni. Questo elemento può essere semplicemente incollato alla relativa scocca di contenimento e ricoperto con il tessuto previsto.

Will a multi-sensory experience make people feel connected again?

Politecnico di Milano



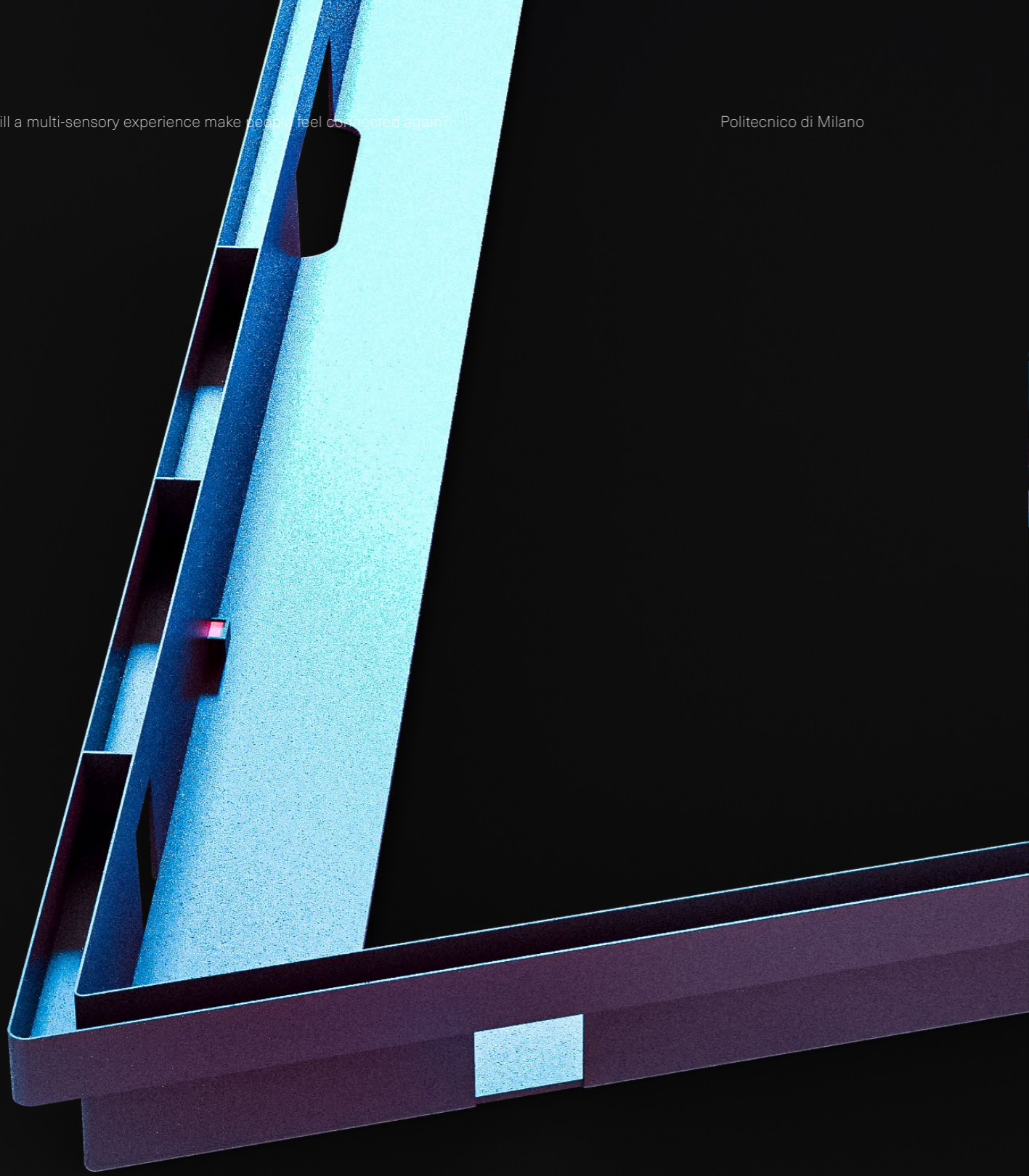
[144], [145] WAME,  
Renderings



Will a multi-sensory experience make people feel connected again?

Politecnico di Milano

WAME



[146], [147] WAME,  
Renderings

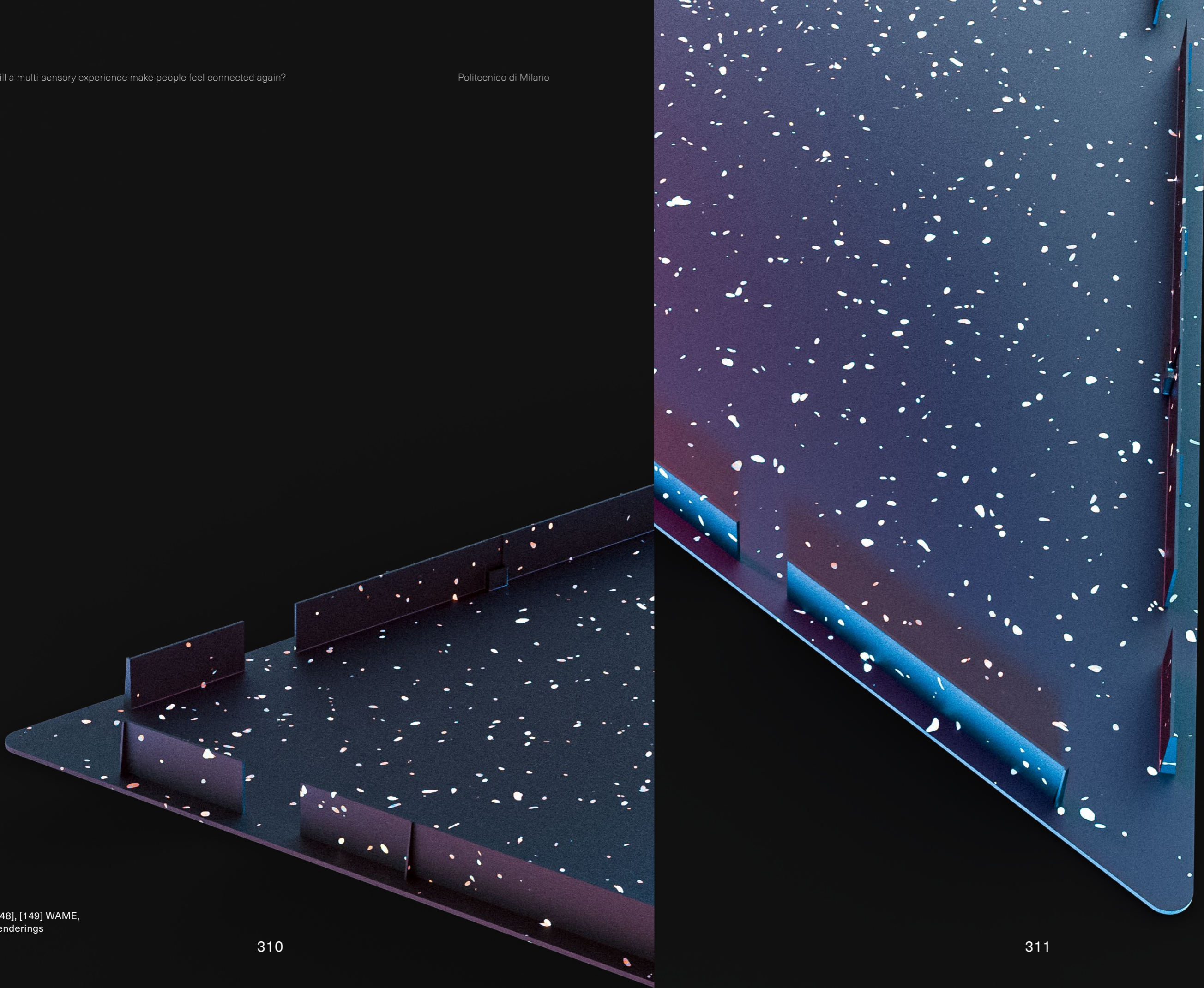
308

309

Will a multi-sensory experience make people feel connected again?

Politecnico di Milano

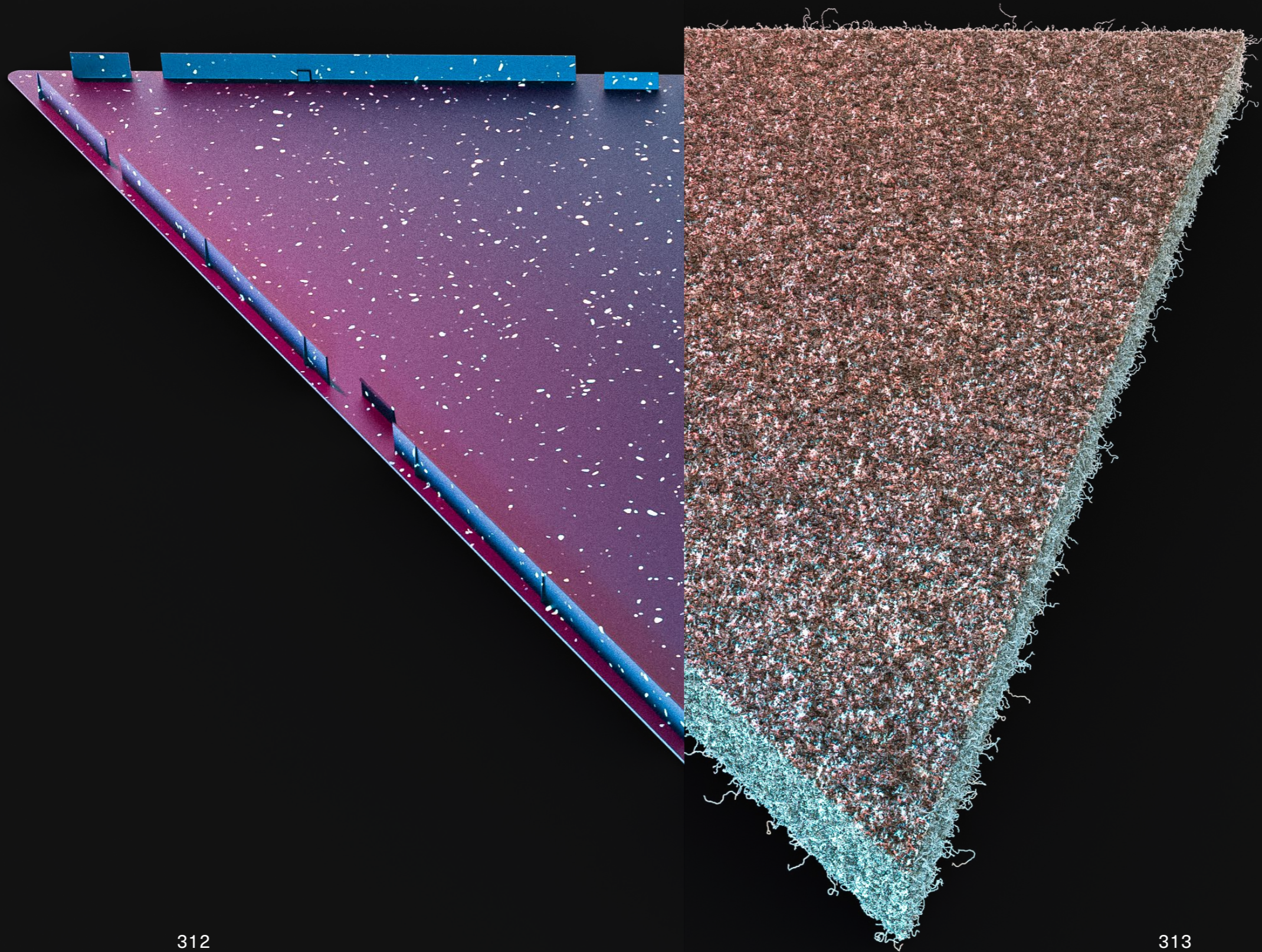
WAME

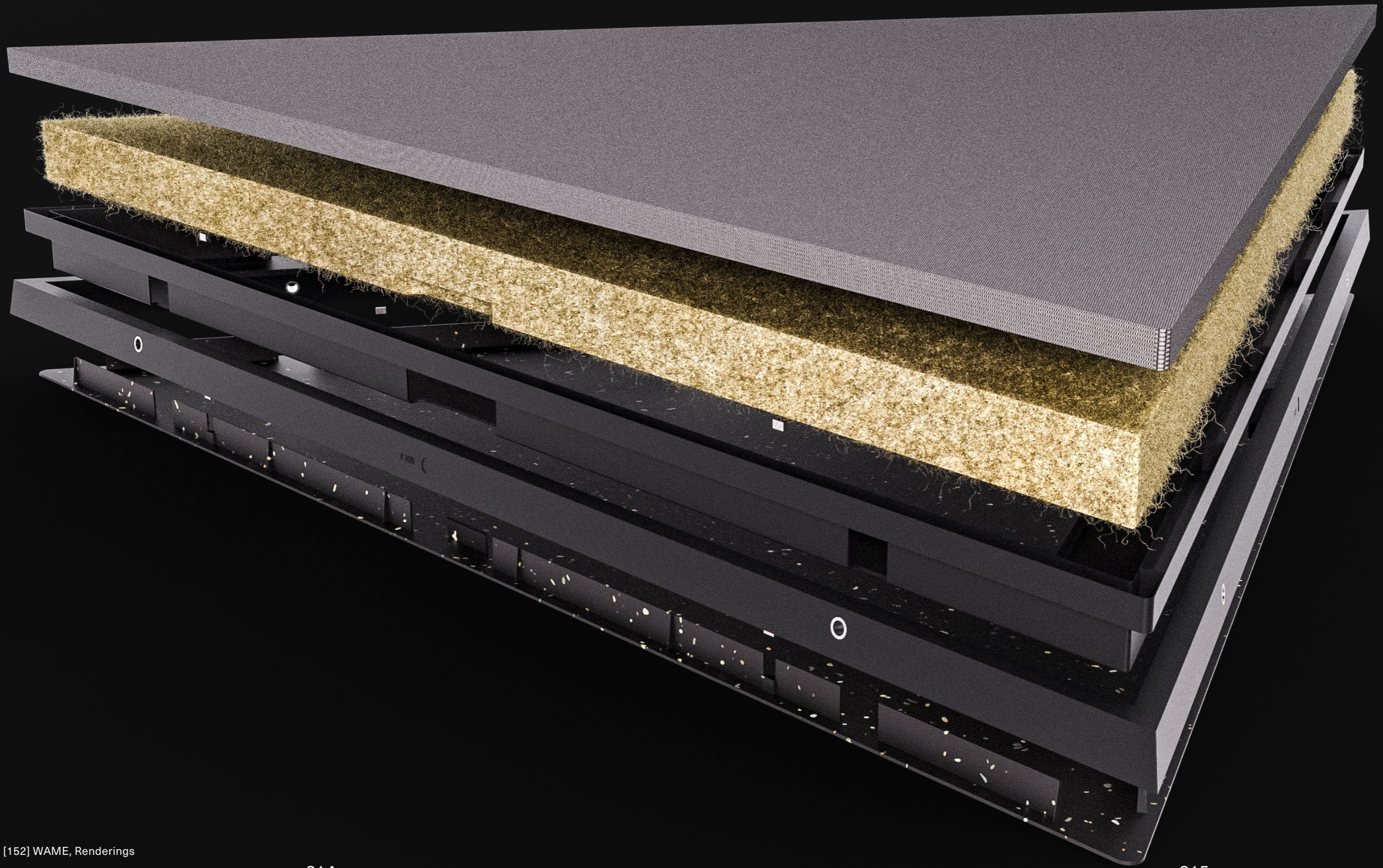


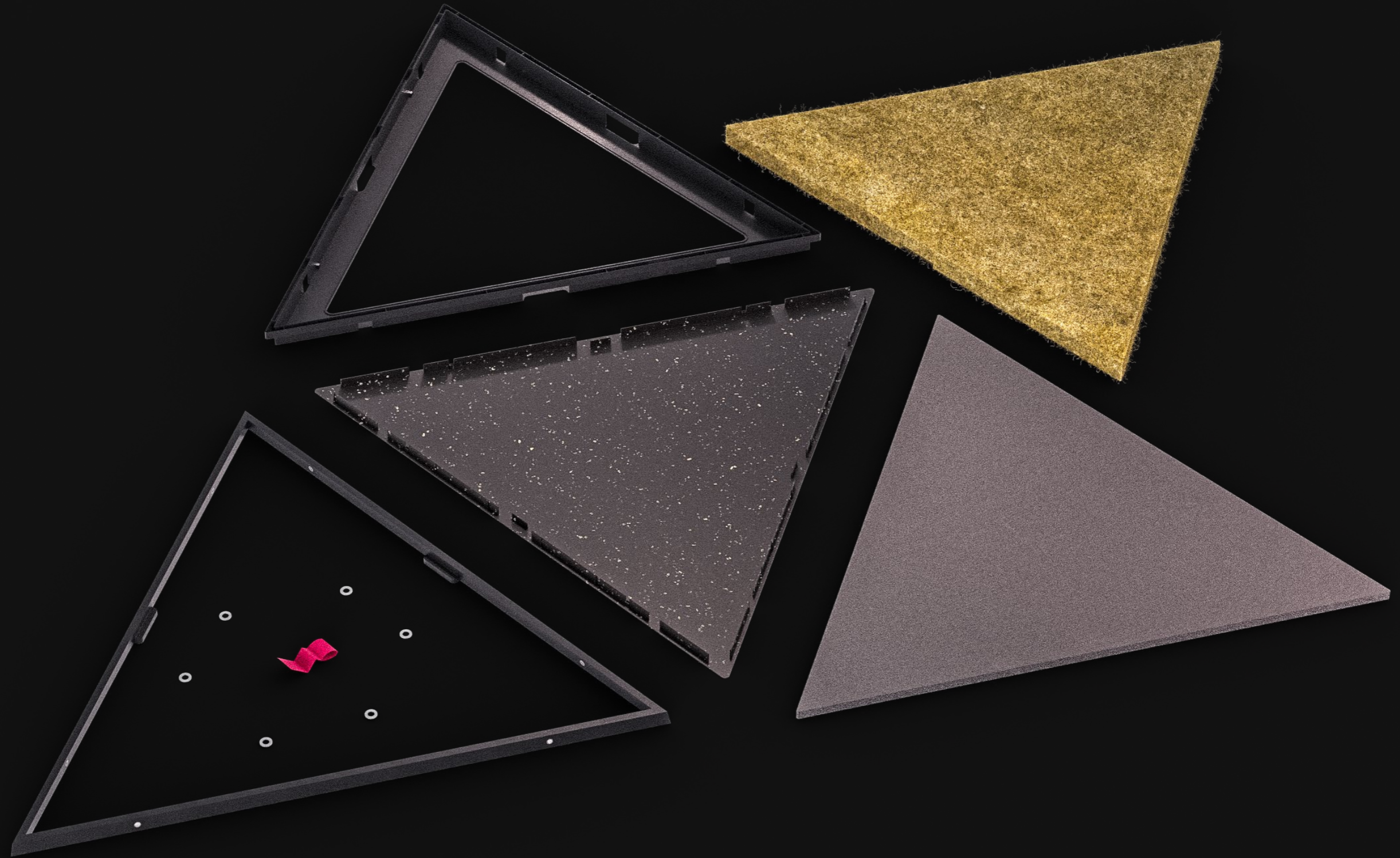
[148], [149] WAME,  
Renderings

310

311

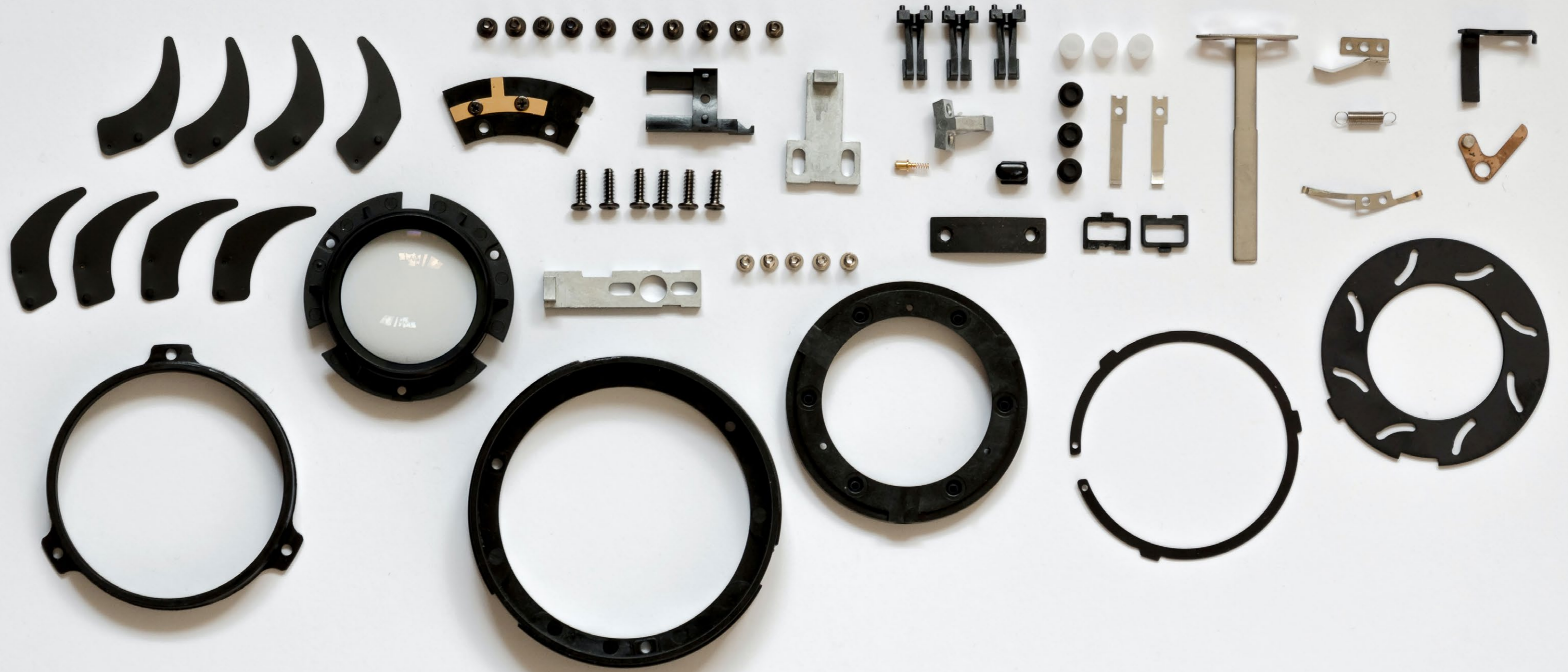






**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

Politecnico di Milano



**Componenti Buy**

[154] DAN-CRISTIAN PĂDUREȚ, 2020, White and black electronic devices, Unsplash

**WAME**



## Altoparlanti e sintonificatore

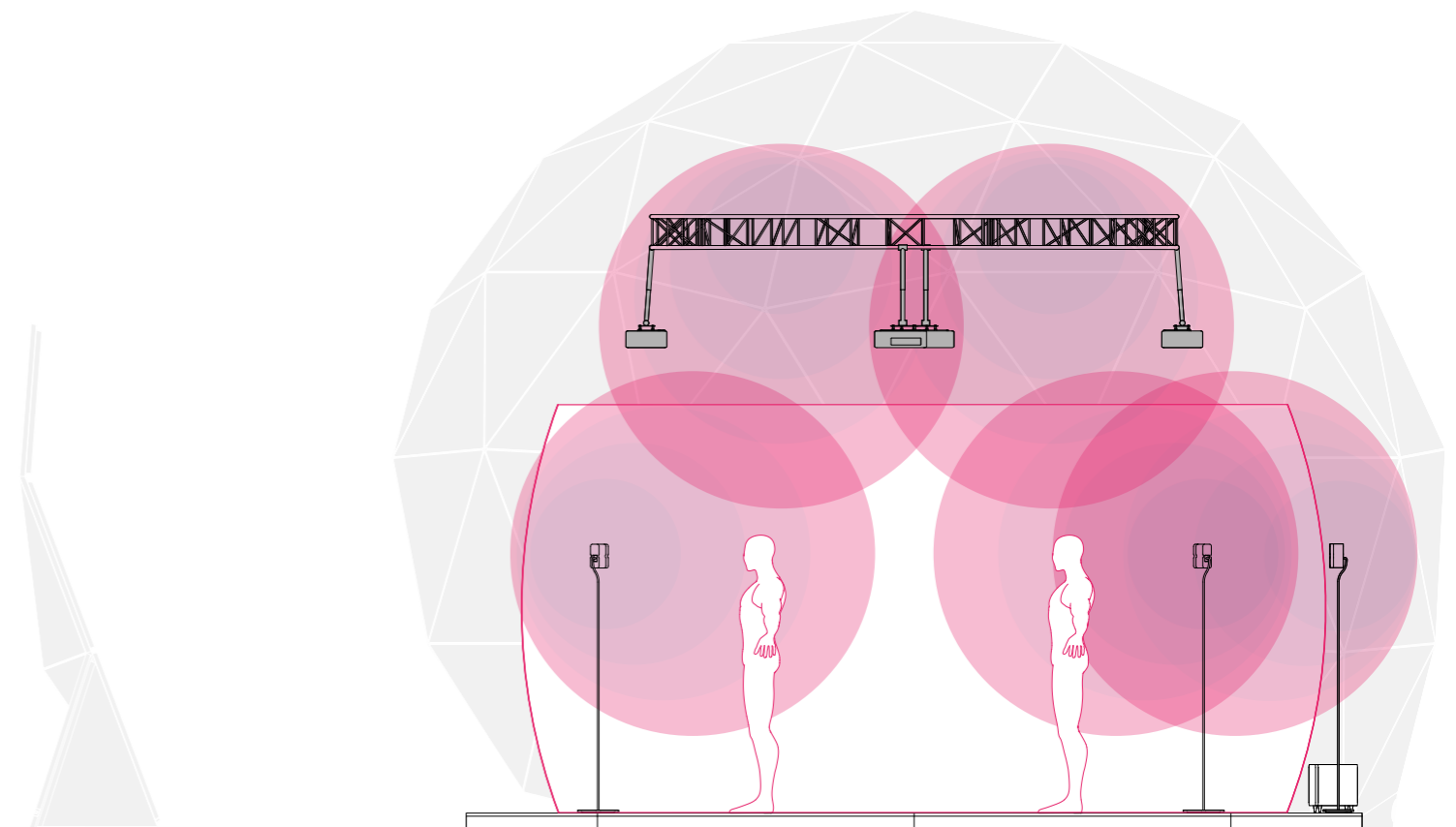
Per poter usufruire della tecnologia offerta da Dolby Atmos è necessario utilizzare un sintonificatore in grado di gestire questo nuovo formato audio. A questo scopo è sufficiente usare un qualunque sintonificatore AV da almeno 9.2 canali che non eroghi potenze audio esagerate - sono sufficienti i prodotti domestici.

Per questo progetto è stato preso in considerazione il modello RX-A6A di Yamaha, un sintonificatore AV 8K, compatibile sia con Atmos che DTS:X ed è adattabile a diversi ambienti (Yamaha RX-A6A Sintonificatore AV 8K 9.2 canali | Audio Quality SRL. - 2021).

Invece, per gli altoparlanti, confrontandomi con Alberto di Massive Arts, sarebbe stato sufficiente utilizzare speaker di

piccole dimensioni e potenza, all'incirca da 20w. In internet non ho trovato nulla che soddisfacesse le caratteristiche necessarie.

Ho deciso quindi di mettere da parte la bassa potenza - controllabile dall'amplificatore - ed ho individuato delle casse prodotte da Cambridge Audio, nello specifico Minx Min22, un modello estremamente elegante da 100w, economico e facilmente configurabile (MINX MIN22. (2012)). Anche in questo caso la scelta dell'altoparlante non ha in realtà dei limiti veri.



[155] INFOGRAFICA, Posizionamento e usabilità di proiettori e sistema PA con Dolby Atmos

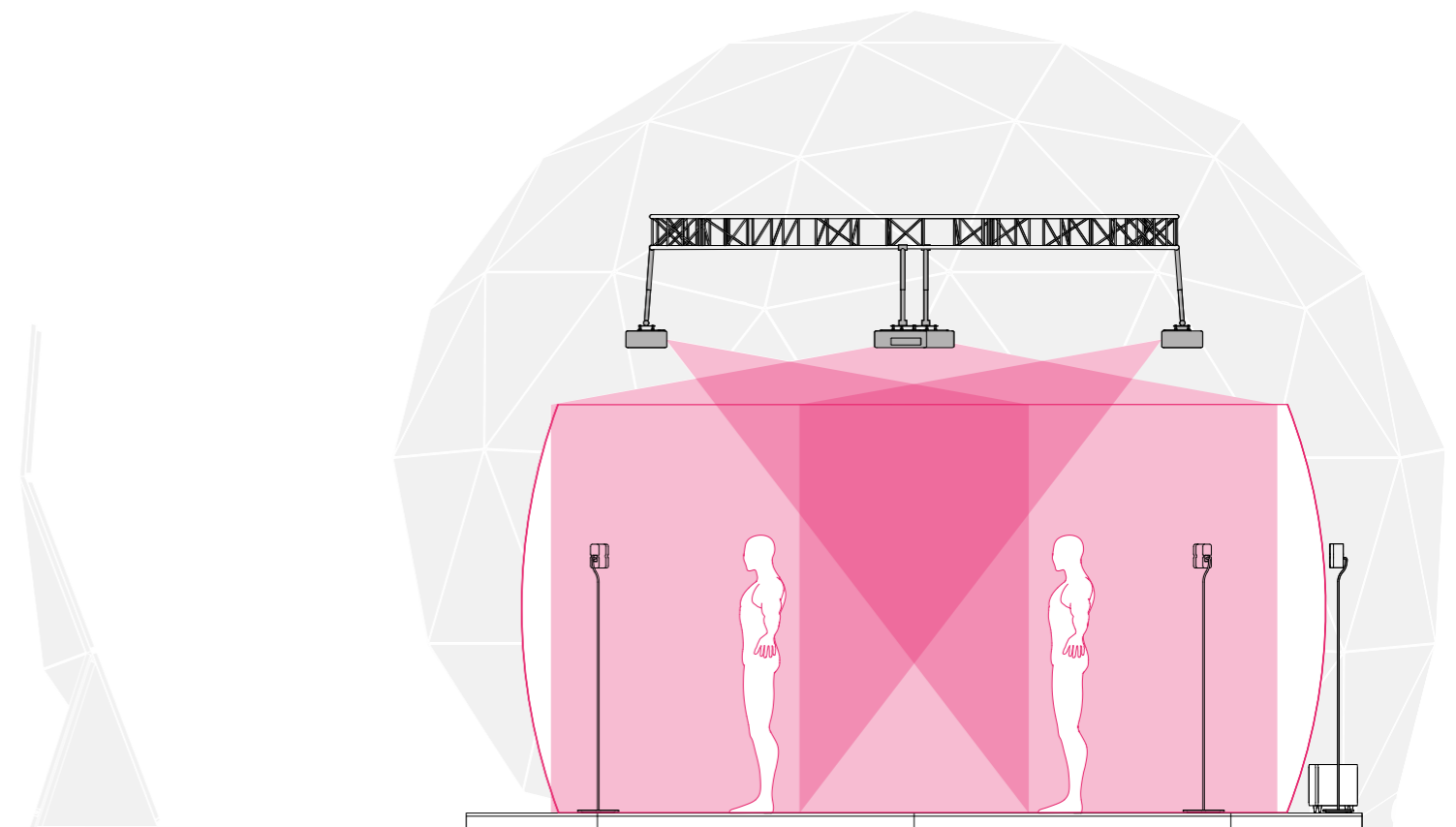
## Proiettori e Vioso Nano

Per il comparto video del progetto mi sono affidato ad Optoma principalmente per la grande disponibilità e qualità dei prodotti.

Riuscito a mettermi in contatto con un loro tecnico, Alejandro, parlandogli del mio progetto, mi ha suggerito di non investire in proiettori di grosse dimensioni ma di cercare un modello in grado di essere configurato per la funzione RGB Merge - unione delle immagini - e l'Image Warming. Inoltre questo brand produce dei proiettori equipaggiati direttamente con sensori per il controllo touch.

Alejandro, dopo avermi suggerito le modifiche da apportare al progetto, mi ha indicato sia il proiettore ZH406ST di Optoma che un prodotto realizzato in partnership, chiamato Vioso Nano,

che di fatto è un mini pc pensato per la gestione dell'immagine che è in grado di interfacciare fino a 4 proiettori, deformando la proiezione per farla adattare ad ogni tipo di superficie curva e planare e gestire l'unione delle proiezioni per creare un'immagine unica.



[156] INFOGRAFICA, Posizionamento e usabilità di proiettori e sistema PA con Dolby Atmos

## **Schermo a pressione negativa**

Questo è forse, tra i componenti, l'aspetto più interessante. Lo schermo a pressione negativa offre innumerevoli vantaggi: primo fra tutti la possibilità di non avere segni evidenti di giunzione tra i teli che compongono la parte proiettata; è pensato per essere sostenuto da un telaio interno leggero in alluminio; offre diverse possibilità custom, come la realizzazione di cupole intere o schermi a doppia curvatura. Aspetto egualmente fondamentale di questi schermi è la loro caratteristica di non collassare su se stessi qualora la ventola d'aspirazione fallisse, a differenza dei gonfiabili.

Questa tecnologia rende lo schermo facilmente trasportabile, economico, leggero, facile da montare e facilmente sostituibile in caso di rottura o danneggiamento.

## **Ventilazione e americana**

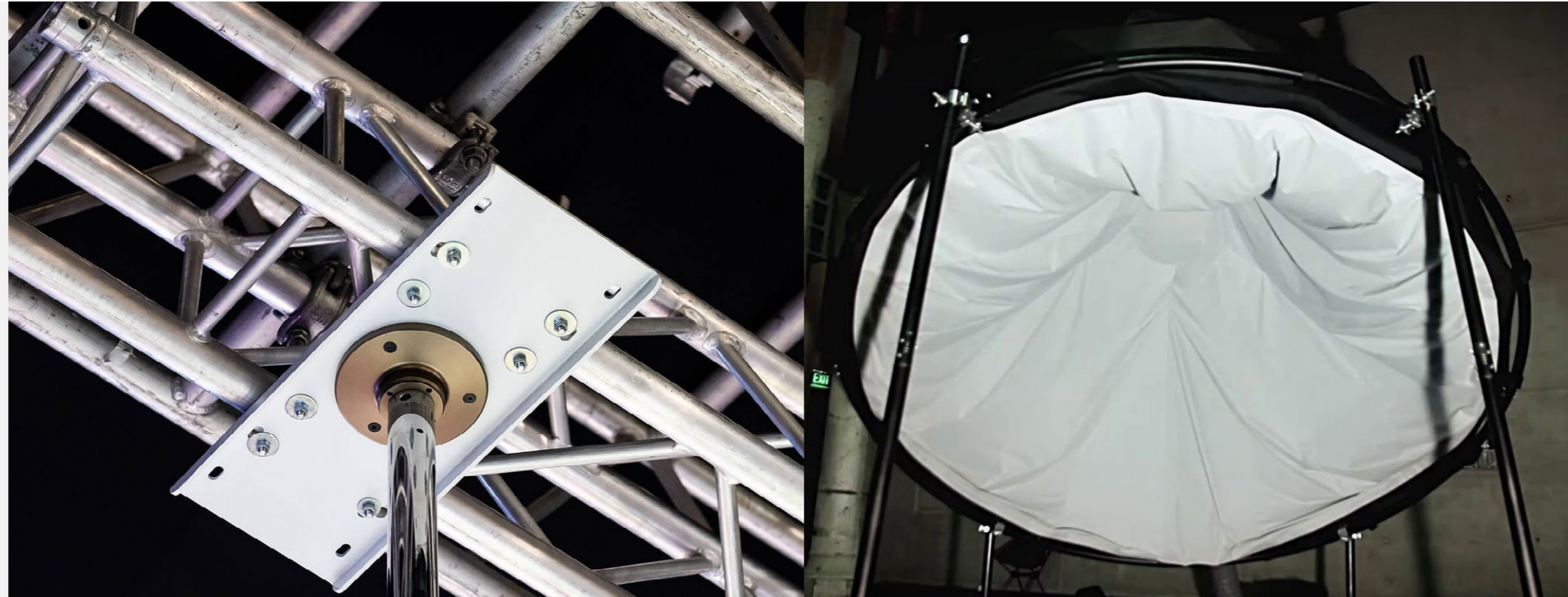
Per il comparto di ventilazione, definita la portata d'aria oraria da movimentare, l'individuazione dell'aspiratore è stata piuttosto immediata e facile.

Per questo progetto ho indicato una portata oraria pari a  $896 \text{ m}^3/\text{h}$  e con una ricerca in internet ho individuato l'aspiratore di Blauberg Max in grado di generare una portata oraria media pari a  $930 \text{ m}^3/\text{h}$ .

Infine, tutti componenti buy vengono sorretti da un'americana appositamente dimensionata, basata su modelli standard



Sopra [157] **ANYSTATION**, Anystation Vioso Nano  
Al centro [158] **OPTOMA**, Proiettore Optoma ZH406ST  
A destra [159] **YAMAHA**, Yamaha RX-A6A Sintoamplificatore, AdeoGroup



Sopra [160] CAMBRIDGE AUDIO, Minx Min 22

Al centro [161] AMERICANA, Generica

A destra [162] FULLDOME.PRO, projection dome screens, inflatable negative pressure screen

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

**WAME**



# **07. Validazione dell'idea**

## Cost-Model

Per capire se un'idea è profittevole o meno bisogna comprendere il mercato di riferimento e quindi fare il necessario per ciò che riguarda la sua validazione e a tale scopo ritengo che sia opportuno fare una prefazione per ricordare il background dell'idea.

WAME è stato ipotizzato per essere inserito in uno scenario che si distacca dalla realtà attuale, nella quale la pandemia ha permesso all'umanità di smettere di ritrovarsi e vivere gli eventi come una volta e quindi si rende necessario un qualcosa in grado di avvicinarci soprattutto agli eventi socio-culturali, inserendoli in una nuova ed innovativa modalità.

Ma ciò non significa che WAME non possa avere mercato anche nella realtà. Se, per esempio, consideriamo ciò che l'industria artistico-creativa ha subito l'anno scorso, si può

notare che circa 7000 spettacoli sono stati cancellati, impedendo l'incasso di diversi milioni di euro. Si può provare a stimare che il range di spettatori medi per concerto va da 1000 a 10.000 utenti. Da qui è quasi immediato poter fare un calcolo di volume di produzione o perlomeno ipotizzare quanti cupole sparse per l'Italia servano. Giustappunto, per l'analisi di costo del prodotto ho limitato il mercato all'Italia per la rapidità di individuazione dei dati necessari. Ipotizzando quindi 1000 spettatori ad evento, si può calcolare che circa 7mil siano gli utenti totali, ricordando che però solo la metà poteva partecipare agli eventi in loco - nel momento in cui ho eseguito il calcolo di questi conti non erano ancora state emanate le nuove legislazioni riguardanti le capacità di riempimento dei locali al 100% in zona bianca - e che 1/100 utilizzerà

$$C = \frac{mC_m}{(1-f)} + \frac{C_t}{n} \left[ \text{RoundUp} \left( \frac{n}{n_t} \right) \right] + \frac{1}{\dot{n}} \left( \frac{C_c}{Lt_{wo}} \right) + \frac{\dot{C}_{oh}}{\dot{n}}$$

[164] MICHAEL F. ASHBY, Materials Selection in Mechanical Design Butterworth-Heinemann

WAME, il quale può ospitare fino a 4 persone per via dei DPCM sul distanziamento sociale, si stima che circa 10000 cupole potranno essere sparse per la penisola. Da qui sono stati stimati i volumi di produzione per i due moduli necessari per edificare le cupole, definendo così il batch size di riferimento - volume di produzione.

Per i calcoli dei costi di produzione è stata applicata la metodologia appresa durante il C.d.L.M., in particolare nei corsi di Material

Selection Criteria e Design & Manufacturing. Seguendo il modello di A. M. K. Esawi and M. F. Ashby (A. M. K. Esawi and M. F. Ashby (2003) Cost Estimates to Guide Pre-selection of Processes, The American University in Cairo, Egypt & Cambridge University Engineering Department, Cambridge), definiti materiali e processi si è passato all'applicazione della formula che consiste nel sommare i singoli costi di produzione, equipaggiamento, capitale e overhead seguendo la formula [IMG 164].

Di fatto, tale equazione esplicita come esistano 3 importanti dimensioni che definiscono il costo di ogni componente prodotto: costo del materiale per unità prodotta che non è in relazione al volume di produzione né alla velocità di produzione, il costo dell'unità di produzione dipendente dal variare del volume di produzione e l'overhead di produzione che varia in base al tasso di produzione (A. M. K. Esawi and M. F. Ashby).

In particolare, per la definizione dei costi di WAME ho tenuto in considerazione i costi dei materiali ottenuti dal database di GRANTA EDUPACK, proprietà di massa dei componenti ottenuti dal modello CAD, dati riguardanti l'equipaggiamento da dispense raccolte durante i corsi universitari e rapportati facendo delle stime di volume del modello e relativa

massa. Il costo relativo ai macchinari, il termine C3 del modello di Ashby, non è stato considerato perché ipotizzo che i macchinari necessari siano già presenti in loco.

Per quanto riguarda i componenti buy, è stato prodotto un database che contiene i modelli selezionati, le quantità, il wattaggio se necessario, il costo unitario e totale e link di riferimento.

Il costo finale di produzione è pari ad €5,621.00, ma confrontato ai prezzi di mercato di altre cupole geodetiche risulta essere in linea con soluzioni che offrono solamente una struttura totalmente realizzata con strut e giunti in componenti polimerici oppure in strut prodotti in acciaio, ma in entrambi i casi con l'acquisto dei fasteners necessari e delle coperture da considerarsi a parte. WAME si

attesta come un prodotto innovativo e il costo di produzione non può essere validato senza il costo dei componenti di tipo BUY - mi riferisco ai proiettori ed eccetera - questo perché bisognerebbe creare un cost model che sia in grado di valutare anche il valore dell'esperienza multisensoriale, capace quest'ultima di far fruire qualsiasi contenuto socio-culturale in modo innovativo e totalmente diverso da ciò a cui siamo abituati e quindi far provare emozioni uniche agli utilizzatori.

Per dare un senso inaspettato a questa conclusione, vi espongo la mia idea nel paragrafo seguente.

A seguire: [165], [166], [167] INFOGRAFICA, BOM, analisi dei costi e applicazione della formula di Ashby per il calcolo dei costi di produzione



# Costi di produzione

## Modulo Hexa

## Costi

Parte	M/B	Materiale	Produzione	C1	C2	C4	C Tot
Frame	M	PUR	RIM	4,32	0,11	1,667	6,1
Telaio rinforzo	M	AL	Taglio, Piegatura	1,63	0,046	0,5	2,18
Scocca esterna	M	PUR	RIM	4,48	0,11	1,667	6,26
Scocca pannello FA	M	PUR	RIM	1,92	0,11	1,667	3,7
Componente FA	B	Lana di Roccia	-	-	-	-	3,5
Cover Tessuto	B	Stoffa Ignifuga	-	-	-	-	16,5

Costo produzione 33,22

Bulloneria 12,72

Pack e Assembly 3

**Costo totale 53,94**

Costi espressi in €

Il costo capitale dell'equipaggiamento non è stato considerato perchè si suppone che i macchinari di produzione siano già di proprietà dell'azienda.

# Costi di produzione

## Modulo Penta

## Costi

Parte	M/B	Materiale	Produzione	C1	C2	C4	C Tot
Frame	M	PUR	RIM	4,00	0,137	1,667	5,8
Telaio rinforzo	M	AL	Taglio, Piegatura	1,55	0,114	0,5	2,16
Scocca esterna	M	PUR	RIM	3,6	0,137	1,667	5,4
Scocca pannello FA	M	PUR	RIM	1,6	0,137	1,667	3,4
Componente FA	B	Lana di Roccia	-	-	-	-	3,5
Cover Tessuto	B	Stoffa Ignifuga	-	-	-	-	16,5

---

Costo produzione 36,77

Bulloneria 12,72

Pack e Assembly 3

**Costo totale 52,49**

Costi espressi in €

Il costo capitale dell'equipaggiamento non è stato considerato perchè si suppone che i macchinari di produzione siano già di proprietà dell'azienda.

# Costi di WAME

## Componenti MAKE

## Costi

Assieme	Quantità	Totale
Modulo Hexa	75	4.046,00
Modulo Penta	30	1.575,00
<b>Costo totale</b>		<b>5.621,00</b>

## Componenti BUY

## Costi

Parte	Quantità	Unitario	Totale
Schermi	1	1.333,33	1.333,33
Proiettori	4	600,00	2.400,00
Vioso Nano	1	1.944,44	1.944,44
Staffe Proiettori	4	12,50	50,00
Stadde Casse (floor)	7	10,00	70,00
Staffe Casse (Top)	4	12,50	50,00
Americana	1	280,00	280,00
Ventilazionme	1	60,00	60,00
Casse	7	33,00	231,00
Sub	1	133,00	133,00
Sintoamplificatore	1	733,33	733,33
Pedana	1	100,00	100,00
Cuffie Concept	4	33,33	133,33

**Costo totale 7.518,44**

Costi espressi in €

Il costo capitale dell'equipaggiamento non è stato considerato perchè si suppone che i macchiari di produzione siano già di proprietà dell'azienda.

**340**

Costi espressi in €

Il costo unitario di ogni singolo componente è stato calcolato considerando un markup di vendita tra 1,5 e 3 a seconda dell'oggetto elencato

**341**

## Service design hypothesis

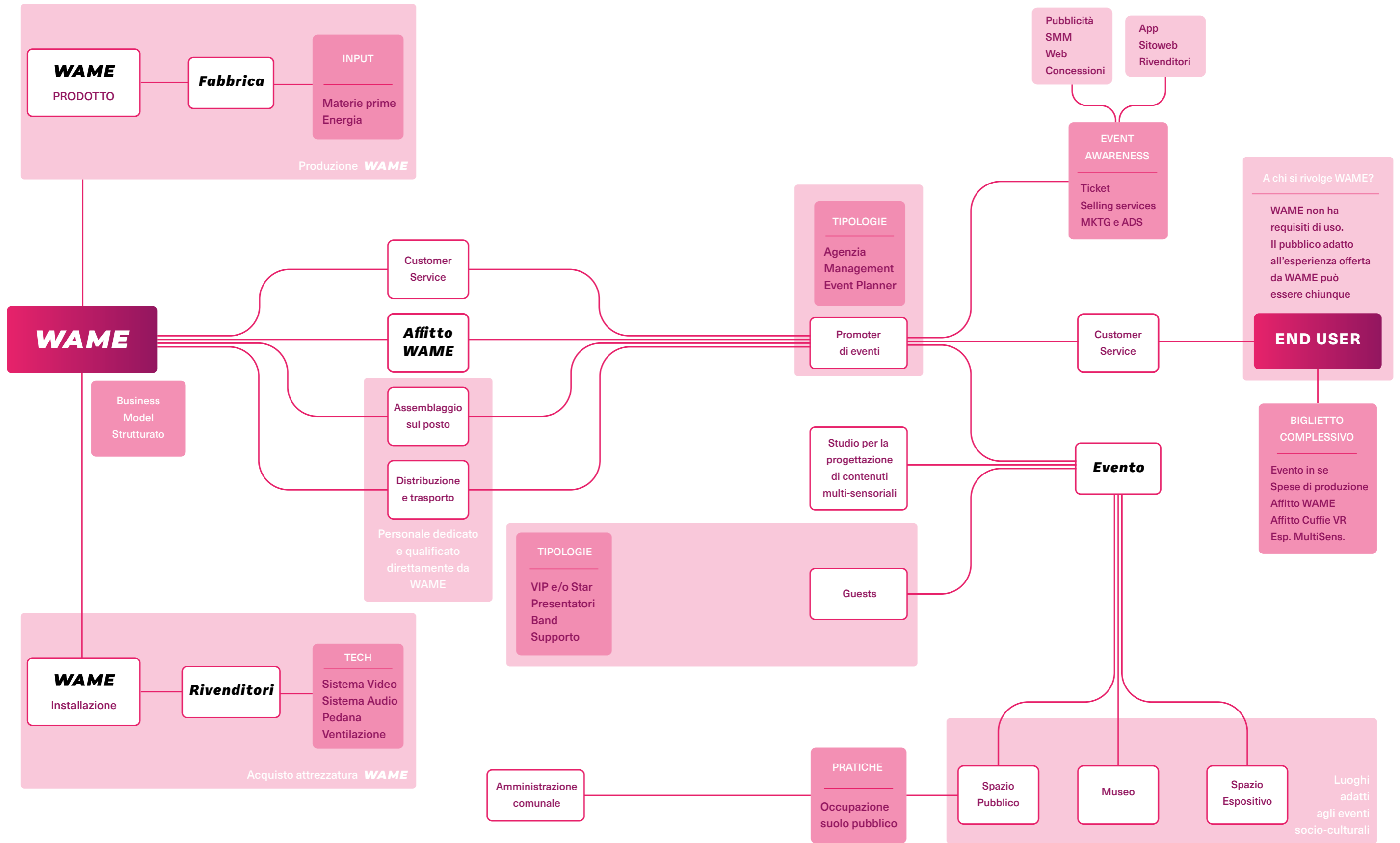
Durante l'esperienza Erasmus, ho appreso delle conoscenze relative al Service Design, le quali, premetto, non mi attestano come service designer ma mi permettono di avere le basi necessarie per poter definire un blueprint di servizio, più o meno fattibile.

Come espresso nel paragrafo precedente, ritengo che il valore di WAME non possa essere definito dai numeri. Ovviamente non mi riferisco al costo di produzione, ma a ciò che WAME può portare nelle nostre vite che è un qualcosa di etereo e difficile da valutare. A questo scopo, riprendendo gli appunti dei corsi londinesi, ho ipotizzato di basare l'esistenza dell'esperienza WAME sull'esistenza di un servizio dedicato, creando così un sistema prodotto pulsante ed estremamente vivace.



Sopra: [168] PATRICK PERKINS, 2017, Service design, From a naming brainstorm at a talk  
A seguire: [169] INFOGRAFICA, WAME Service Design Blueprint

# WAME service blueprint



Quindi, la disciplina di Service Design si occupa di ideare prodotti intangibili che possono avere a che fare con prodotti tangibili, cercando di essere dei change-driver che pianificano processi collaborativi tra gli utenti, considerandoli in ogni fase, dalla progettazione, alla produzione fino alla vendita/acquisto/fruizione. I servizi in genere si preoccupano di recepire i comportamenti degli utenti, incluso il quadro generale di tutte le possibili connessioni tra stakeholders, aziende e altri servizi. Diventa quindi un processo olistico focalizzato sull'utente - User Centred Design - attraverso azioni collaborative tra tutti gli attori coinvolti attorno ad un prodotto, seguendo tutte le fasi necessarie all'ottenimento di quel determinato prodotto.

L'esperienza Erasmus durante il corso di Design Innovation Project

mi ha portato a seguire un percorso basato sul modello double-diamond applicandolo però ad un servizio di mobilità share, eseguendo quindi tutti gli strumenti pensati per l'analisi e lo studio dei servizi, concludendosi con la progettazione di un servizio innovativo di mobilità shared di tipo fluida - avevo basato il concept sul concetto di fluidità espresso da Bauman nel manufatto "Modernità Liquida" suscitando notevole interesse nei docenti del corso.

Ha quindi perfettamente senso paragonare un'esperienza multisensoriale ad una qualsiasi che coinvolge l'utente pre-profondo, come per esempio l'Air Gravity o i servizi di paracadutismo - per citare i più estremi - perché risulta difficile dare un valore a un qualcosa di intangibile come una forte emozione. Ed è qui che entra in gioco il service

design. Pur avendo una conoscenza solo superficiale di essa, sono riuscito a capire e ipotizzare cosa potrebbe celarsi alle spalle di un prodotto di questo genere, ideando un sistema prodotto.

Innanzitutto s'è reso necessario comprendere i principali stakeholders che possono essere in contatto nelle varie fasi dell'ideazione e la messa in opera di un evento socio-culturale. Ho subito pensato a chi organizza, siano esse agenzie di promoting oppure i management stessi o associazioni varie che dovranno interfacciarsi immediatamente con chi gestisce o amministra il luogo in cui l'evento dovrebbe essere ospitato e con chi può creare "Awareness" - consapevolezza - per l'evento in sé negli utenti, come ad esempio agenzie di marketing, comunicazione o entrambe. In

seguito, sarà necessario che chi organizza l'evento si interfacci con l'azienda che produce WAME, definendo un accordo di noleggio. Ritengo che la soluzione più logica e meno dispendiosa sia quella di affittare WAME completo di tutta la strumentazione tech, essendo questa una componente a tutti gli effetti del progetto. WAME sarà prodotto e stoccato in magazzino secondo ciò che sarà più economicamente fattibile e vantaggioso. Per esempio, determinate componenti saranno acquistate e stoccate, altre prodotte internamente - alcune aziende oggi hanno parte della produzione interna, soprattutto per quelle componenti su cui si rende necessario il controllo delle caratteristiche tecniche e soprattutto estetiche. Immaginate per esempio un'azienda che produce prodotti di illuminotecnica: se dovesse produrli in toto esternamente

all'azienda dovrebbe sostenere costi più alti per il controllo qualità, affinché i prodotti rientrino nei loro standard. In questo modo si ha un vantaggio economico sul prezzo d'affitto, che rientrerà in percentuale sia dai biglietti venduti per l'evento ospitato, sia da eventuali campagne pubblicitarie proposte e sponsorizzazioni.

Per la realizzazione del contenuto inerente all'evento e alla sua "trasmissione" all'interno di WAME o comunque di un contenuto generale pensato per le esperienze multisensoriali, sarà necessario rivolgersi a uno studio creativo preposto. Per esempio, ipotizzando di trasmettere un concerto, questo dovrà essere ripreso con tecniche diverse rispetto alle classiche a cui siamo abituati: gli strumentisti dovranno essere dotati degli stessi

sensori VR di Waves per poter trasmettere in tempo reale la loro posizione che verrà tradotta in WAME dal movimento specifico di quel suono - se ad esempio il chitarrista si sposta da una parte all'altra del palco, il mix di suoni trasmesso nelle cuffie varierà. Lo stesso però potrebbe avvenire nella situazione opposta, in cui l'utente si avvicina virtualmente di più ad uno strumento e di conseguenza il volume di quello strumento apparirà più alto nelle cuffie, creando così un'esperienza da palcoscenico, sconosciuta ai più e alla pari dei biglietti super VIP, e dal tono decisamente più immersivo. Bisogna però precisare che per creare il contenuto sarà necessario interfacciarsi con il luogo della registrazione e chi lo gestisce, i guest star dell'evento, organizzare sessioni di registrazione se non sarà in diretta o comunque di ripresa e infine

elaborare il tutto. Definito questo aspetto, l'esperienza sarà pronta per essere fruita dall'utente finale, il quale resterà stupefatto da questa nuova esperienza.

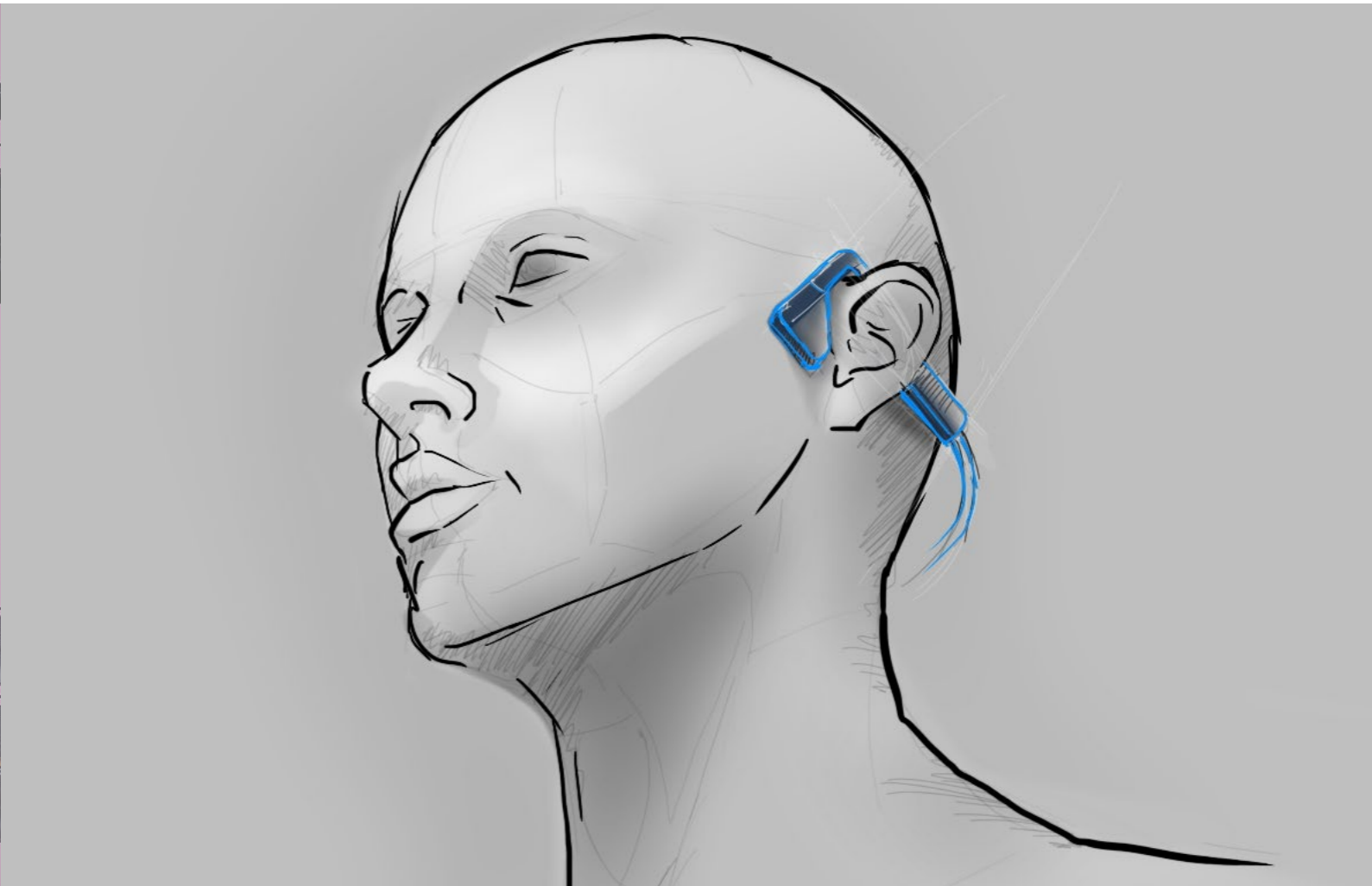
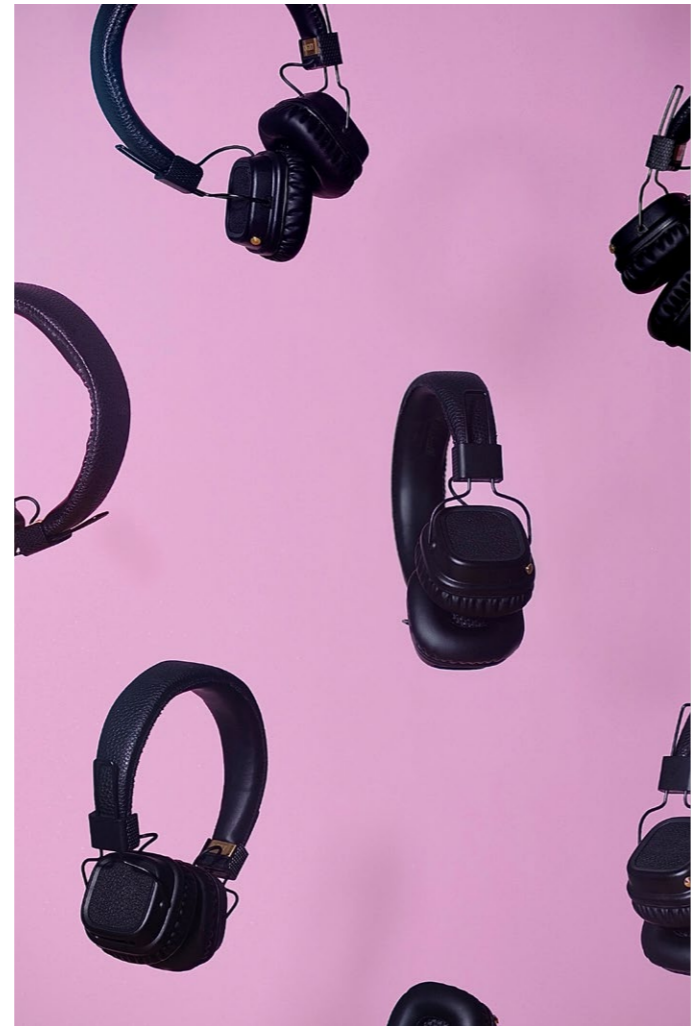
WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?

# 08. *Sviluppi Futuri*

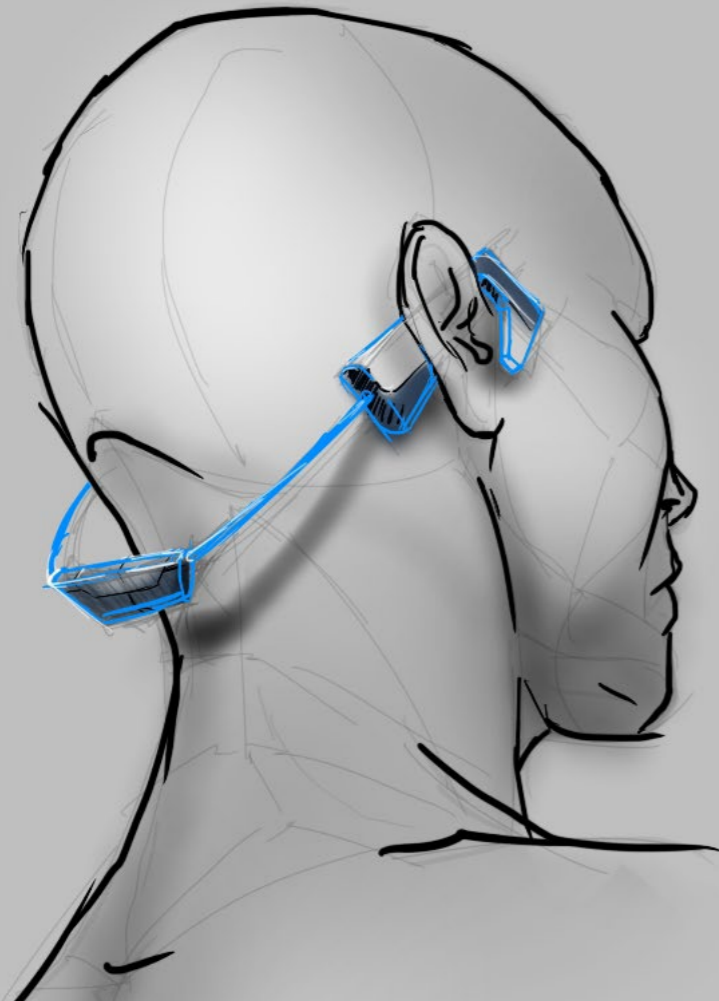


## AR Headphones

Come citato nei paragrafi precedenti, la funzionalità immersiva di WAME è ottenibile grazie all'uso delle cuffie FM. Per chi non fosse pratico del concetto provi ad immaginare uno di quegli eventi "silent disco" che fino a qualche anno fa andavano in voga. Il principio è estremamente semplice: queste cuffie per poter evitare problemi di broadcasting, anziché utilizzare una connessione wi-fi o bluetooth, si avvalgono della tecnologia radio. Ciò si rende necessario perché dobbiamo immaginare la rete wifi e bluetooth come degli imbuto: se troppi elementi si connettono alla stessa fonte, nulla passerà più e quindi non sarà garantita la connessione a tutti i dispositivi ma solo a poche decine. La tecnologia FM radiofonica diventa quindi perfetta per la trasmissione di contenuti di questo tipo.



Sopra: [171] **INSUNG YOON**, Headphones, Sept 2019, Unsplash  
A seguire: [172] **WAME**, 2021, Concepting  
Original Sketches AR Headphones



[173] WAME, 2021, Concepting Original Sketches AR  
Headphones

La caratteristica di essere cuffie a conduzione ossea nasce dall'esigenza di evitare di dare ad un utente un qualcosa di intrusivo, senza contare che ci sarebbe il problema dell'umanizzazione dei dispositivi, che, avendo gli speaker coperti da soffice spugna, diventerebbe un processo complicato. Per semplificare tale processo ed evitare l'intrusività, le cuffie a conduzione ossea ci vengono in aiuto: il funzionamento si basa sulla vibrazione di queste cuffie che appoggiandosi vicino all'orecchio e in particolare sulle ossa poste tra mascella e mandibola, permetteranno la diffusione del suono mantenendo libero l'orecchio e consentendo di poter ascoltare ciò che circonda l'utente. Questa peculiarità porta alla motivazione del perché sono state combinate al sistema audio in conformità a Dolby Atmos: in questo

modo l'utente avrà la sensazione di trovarsi in un mondo 3D, di interagire con esso semplicemente muovendosi ed in modo del tutto naturale.

Infine, serviva un trasmettitore dei metadati della posizione dell'utente per poter inviare al sistema dolby atmos come far giustamente reagire l'ambiente audio in relazione con l'utente. QUindi tali cuffie sono predisposte per ospitare un sensore di posizionamento 6D che comunica in tempo reale la posizione dell'utente - Dial VR by Waves audio.

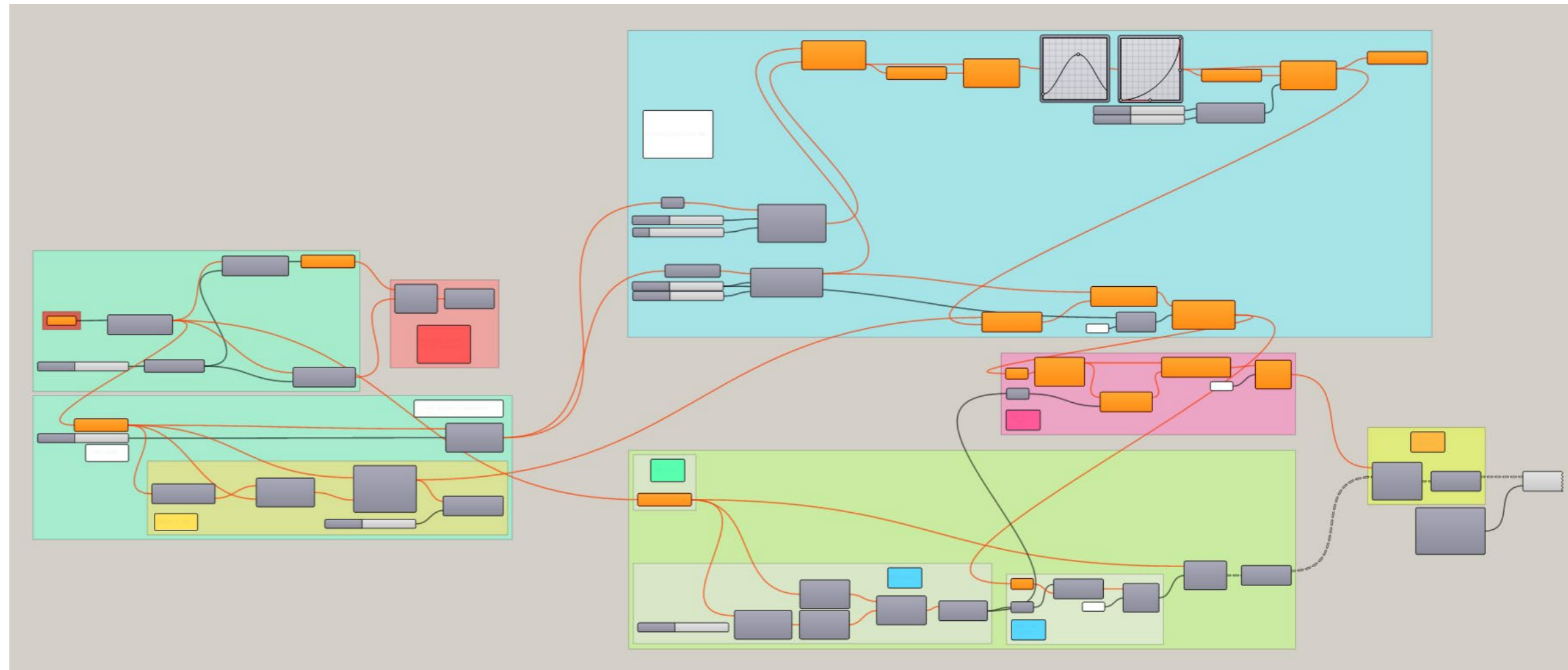
## Personalizzazione pannelli

Trattandosi di un'esperienza multisensoriale condivisibile mi sono chiesto perché non estendere questo concetto di multisensorialità anche ad altri sensi, come il tatto, e creare contenuto anche per l'esterno della cupola.

L'operazione più semplice sarebbe quella di creare un ambiente esteso attraverso l'arredo urbano.

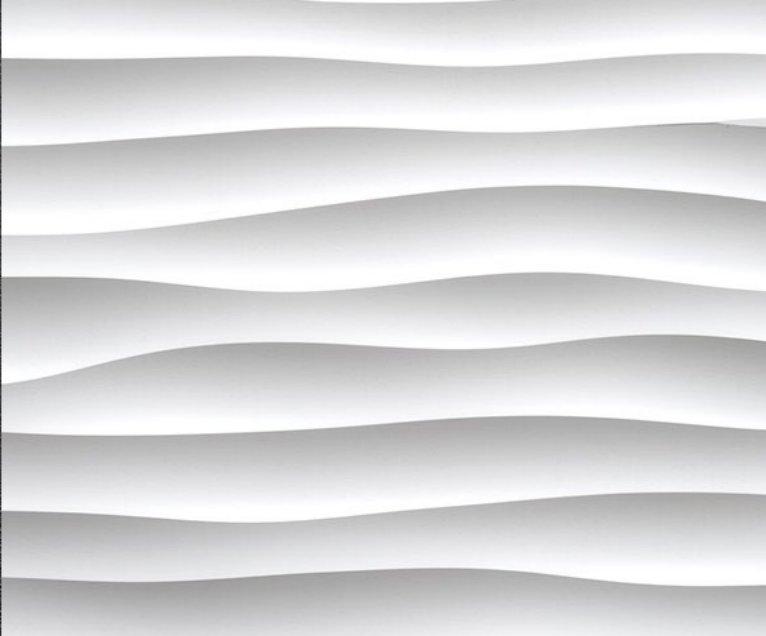
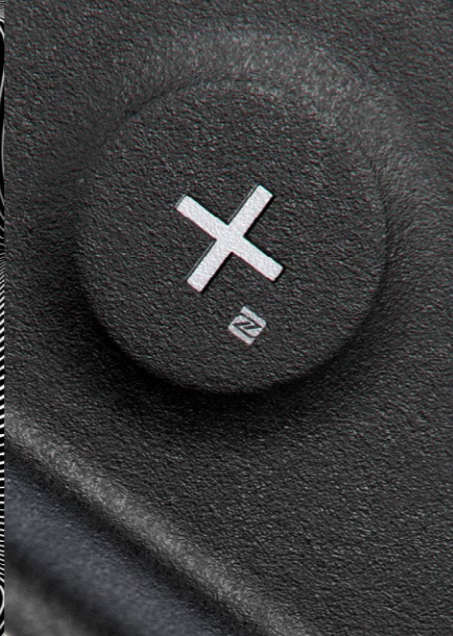
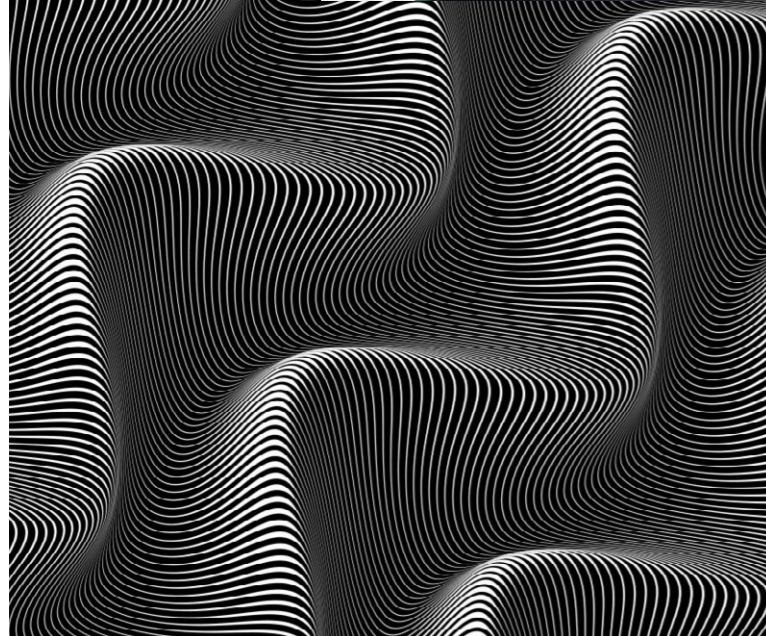
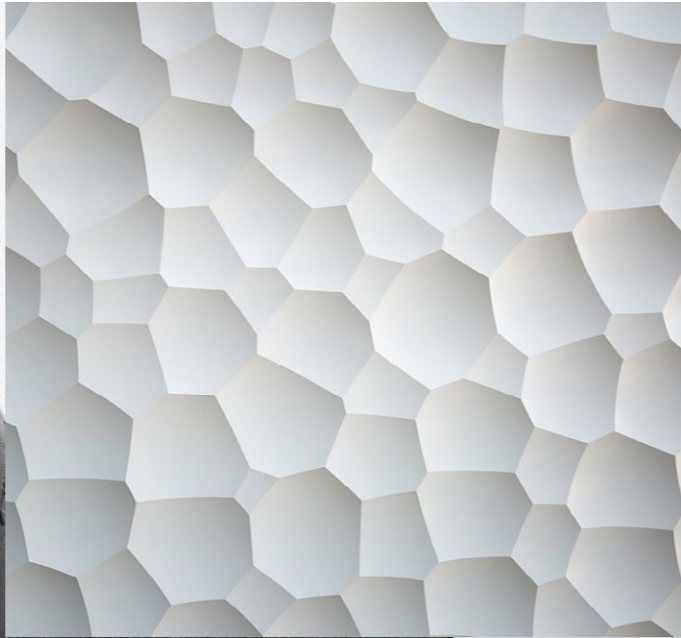
Ciò che trovo più interessante è personalizzare i pannelli esterni in relazione alla tipologia e al genere di evento trasmesso o comunque in base alla necessità del cliente stesso.

A tale scopo ho ideato una tavola di ispirazione per dimostrare come la personalizzazione dei rivestimenti delle architetture e dei prodotti stia subendo questo genere di variazione per determinati contesti. Ciò comporterebbe la creazione di un



[174] WAME, 2021, Esempio di script di grasshopper ideato per generare dei pannelli custom - I blocchi in arancio riportano un errore perchè al momento dello screenshot non è stata selezionata una superficie generica su cui generare il motivo

**Inspirational  
Board**

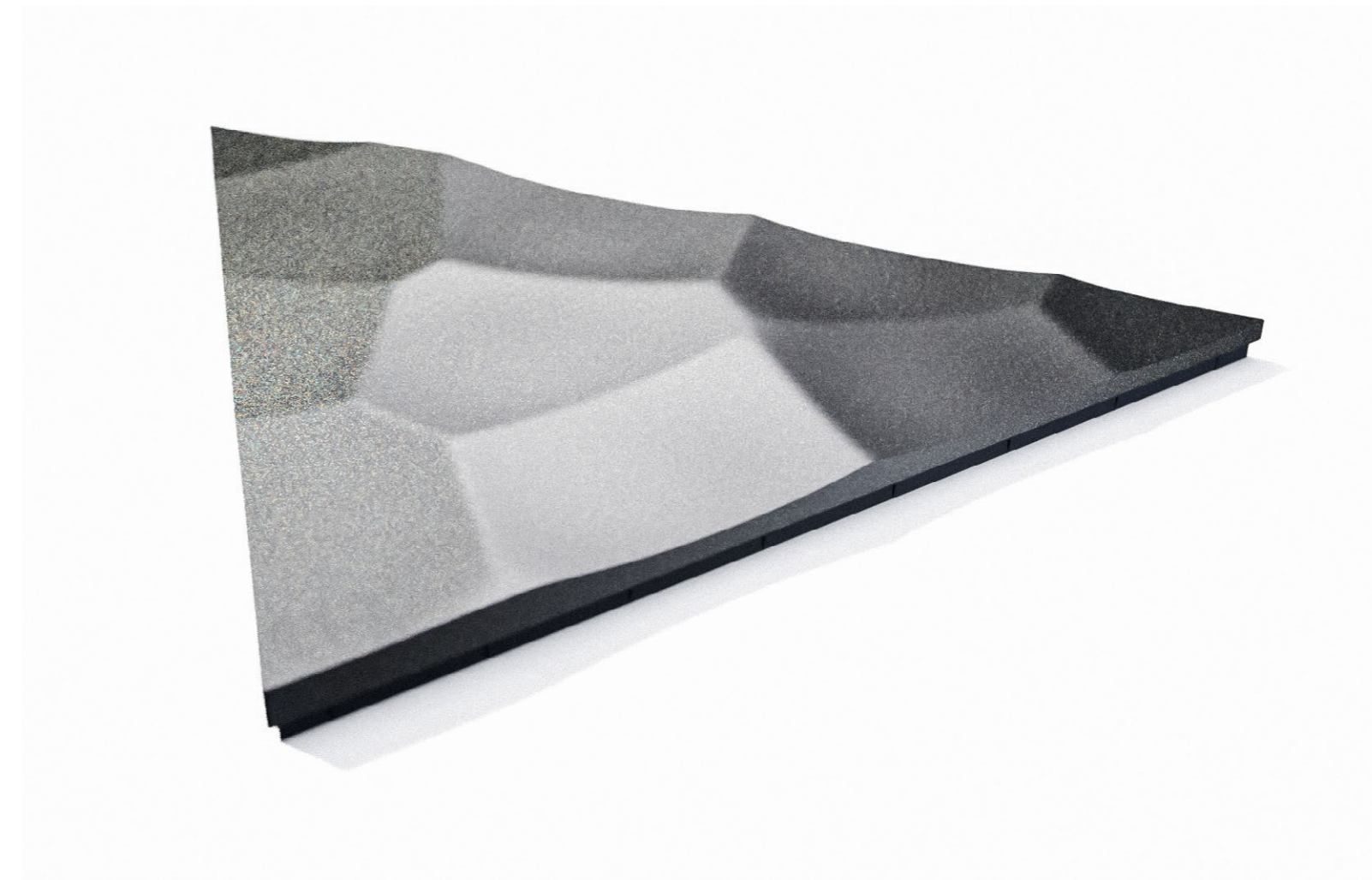


nuovo componente che porterebbe a conseguenti ragionamenti di assembly. Potrebbe essere vero, ma credo che la soluzione più immediata sia l'utilizzo di colle specifiche per accoppiare il componente personalizzato alla scocca del modulo con estrema facilità e rapidità.

A questo riguardo, ho ipotizzato uno script in Grasshopper in grado di produrre elaborazioni superficiali che si sviluppano lungo la superficie selezionata e generano geometrie mettendo in relazione due grafici di curve. L'operatore poi sarà in grado di scegliere il seme di generazione, la dimensione della personalizzazione così come la sua profondità.

Nel render che segue vi è un esempio di personalizzazione ottenuto con una curva sinusoidale in relazione ad una curva di bézier.

Nulla vieta, infine, di ipotizzare una soluzione organica dei pannelli, in cui l'elemento di personalizzazione ospita una struttura alveolare progettata per far sì che le radici di piccole piantine - ornamentali, semplice erba o muschio, piante aromatiche in genere - possano aggrapparsi in modo naturale e duraturo. Ciò permetterebbe di avere un'applicazione letteralmente green e più particolare.



[175] WAME, Prova di pannello personalizzato con lo script di grassopper inserito nella pagina precedente

## Moduli fotovoltaici

Restando in tema “green”, un’idea della personalizzazione dei pannelli potrebbe essere efficacemente pensata per alimentare la tecnologia inserita in WAME - proiettori, ventilazione, eccetera - rendendo la cupola autosostenibile.

Prendo in riferimento le tegole note come “Solar Roof” di Tesla, un prodotto innovativo altamente tecnologico in cui lo sforzo di design non lascia cogliere la complessità ingegneristica dell’oggetto, facendo invece percepire solo l’elevata qualità. Le tegole in questione sono frutto di un sandwich tra materiale esterno testurizzato - vetro solitamente -, celle solari e pellicola di colore.

Questa composizione permette di ottenere spessori relativamente bassi e dare una resistenza fino a 3

volte superiori alle normali cupole. Sebbene a parità di area occupata dai pannelli solari esse non possano sviluppare medesima quantità di energia elettrica solare, risultano più efficienti grazie alla copertura totale del tetto ed offrendo un elemento che si integra perfettamente in qualsiasi contesto, a differenza dei pannelli solari tradizionali.

Ciò mi ha portato a pensare ad un possibile elemento di personalizzazione che, progettato ad hoc, fissato sulla scocca esterna sarà in grado di generare sufficiente energia elettrica per alimentare l’intero sistema.

Bisognerebbe fare un paragone, con i calcoli alla mano, per capire quante finestre servirebbero per riscaldare le costruzioni geodetiche in generale, ponendo tale risultato equivalente al



[176] TESTA, Solar Roof from Tesla

numero di pannelli solari necessari. Ne conviene che ciò è una pura supposizione e che quindi si rendono necessari dei test.

## Controlli touch e sensori di movimento

Dall'analisi di mercato e in particolare della prima versione di Kinect di Xbox prodotto da Microsoft, ho individuato la possibilità di creare un'interazione aumentata con la proiezione che prenderà luogo in WAME.

Analizzando i componenti del prodotto in questione è semplice capirne il funzionamento: la videocamera riceve le informazioni relative al riconoscimento dei giocatori tramite l'elaborazione di una IA basilare e sempre grazie al suo funzionamento riconosce i limiti di gioco dell'ambiente in cui vi è inserita, mentre una pcb equipaggiata con un proiettore di raggi infrarossi e da un sensore in grado di riceverli elaborano le informazioni necessarie a comprendere la posizione dell'utente rispetto al prodotto.

Attraverso alcune sperimentazioni fatte in fase di concepting, ho potuto

provare una IA basata su un codice java p5js leggibile con l'applicativo Brackets scaricata da una repository di GitHub. Questa IA è pensata per eseguire operazioni basilari di riconoscimento dei movimenti del corpo a scopi di interazione con elementi digitali ed è inoltre in grado, tramite il riconoscimento facciale, di riconoscere e valutare le emozioni trasmesse dal volto dell'utente - rabbia, sorpresa, felicità e tristezza -, mappando i vari punti di interesse con una grafica in sovrapposizione. Nel test ho coinvolto i miei familiari e il prof relatore M. Bisson.

Da questi risultati mi sono chiesto se fosse possibile introdurre anche questi aspetti nel mio progetto ma per mancanza di tempi utili per la realizzazione e comprensione, non ho potuto di fatto inserire anche queste caratteristiche. Il vantaggio

di utilizzare una tecnologia simile è la possibilità di creare un qualcosa che reagisce alle emozioni degli utenti e soprattutto si muove con essi, creando un grado di immersività superiore a qualsiasi altro prodotto ed evitando soprattutto i problemi inerenti al motion sickness.

WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?

*Ringraziamenti*

THANK YOU

[177] Matt Jones, 2015, Thank you garage interior, Unsplash

WAME



Un ringraziamento speciale va ai miei genitori Antonella e Gian Battista senza i quali questo percorso di studi non sarebbe stato possibile. Ringrazio in particolare i miei amici William, Eleonora, Davide e Luca per esserci stati in ogni istante.

Ringrazio per il sostegno morale, l'amicizia e tutti quei momenti indelebili Akhif, Giacomo, Andrea P, Andrea B, Laila e Adarsh.

Ringrazio infine il mio relatore Mario Bisson per il sostegno e il costante confronto.

Ringrazio Alberto Cutolo, Marco Di Noia, Andreoni Giuseppe, Roberta F., Andrea M. e mio fratello Peter per aver fornito l'importante supporto tecnico-pratico per la realizzazione di questo elaborato di tesi e, soprattutto, per aver sopportato tutti i momenti di sconforto.

Ringrazio gli Eveline: Lisa, Daniele, Daniel, Mattia e Stefano (anche il buon Giacomo) per tutti i concerti, i momenti in studio e in sala prova, i pre-show, le tratte in auto e i cambi palco di questi ultimi anni e di quelli che verranno.

Un ringraziamento speciale per l'attenzione al dettaglio, l'ispirazione, la passione e la curiosità trasmesse, al designer Giacomo Bersanetti.

# 10. References

**WILL A MULTI-SENSORY  
EXPERIENCE MAKE PEOPLE  
FEEL CONNECTED AGAIN\_?**

[178] Jake Lorefice, 2017, References, Unsplash

**WAME**

## Articoli, libri e sitiweb

- AGOSTON (NAGY 2018) USING FACETRACKING WITH P5JS TO CREATE PLAYFUL OR CRITICAL WEB APPLICATIONS, GITHUB - STC/FACE-TRACKING-P5JS. RETRIEVED 18 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://GITHUB.COM/STC/FACE-TRACKING-P5JS](https://github.com/stc/face-tracking-p5js)
- ALTEZZA (ACUSTICA) - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/ALTEZZA\\_\(ACUSTICA\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Altezza_(acustica)) (ACCESSED: 22 SEPTEMBER 2021).
- A. M. K. ESAWI AND M. F. ASHBY (2003) COST ESTIMATES TO GUIDE PRE-SELECTION OF PROCESSES, THE AMERICAN UNIVERSITY IN CAIRO, EGYPT & CAMBRIDGE UNIVERSITY ENGINEERING DEPARTMENT, CAMBRIDGE
- ANSALDO, G. (2020). LE CONSEGUENZE DEL CORONAVIRUS SUL MONDO DELLA MUSICA IN ITALIA. RETRIEVED 19 APRIL 2021, FROM [HTTPS://WWW.INTERNAZIONALE.IT/NOTIZIE/GIOVANNI-ANSALDO/2020/02/27/CORONAVIRUS-CONCERTI-CANCELLATI](https://www.internazionale.it/notizie/giovanni-ansaldo/2020/02/27/coronavirus-concerti-cancellati)
- APPRENDIMENTO MULTISENSORIALE CREATIVO. COS'È - ORIZZONTE SCUOLA NOTIZIE (2020). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.ORIZZONTESCUOLA.IT/APPRENDIMENTO-MULTISENSORIALE-CREATIVO-COSE/](https://www.orizzontescuola.it/apprendimento-multisensoriale-creativo-cose/) (ACCESSED: 8 NOVEMBER 2021).
- ART-VIBES, R. AND ART-VIBES, R. (2016) TEAM LAB - UN LABIRINTO DI ESPERIENZE MULTISENSORIALI, ART VIBES. AVAILABLE AT: [HTTP://WWW.ART-VIBES.COM/TECH/TEAM-LAB-LABIRINTO-DI-ESPERIENZE-MULTISENSORIALI/](http://www.art-vibes.com/tech/team-lab-labirinto-di-esperienze-multisensoriali/) (ACCESSED: 16 SEPTEMBER 2021).
- BAYSYSTEMS 2008, ENGINEERING POLYURETHANES - RIM PART AND MOLD DESIGN GUIDES, BAYER MATERIALSCIENCE LLC, PITTSBURGH, PA
- BEATRICE COLLINA, 2019, TRA SOGNO E REALTÀ. EVASIONI, INGANNI E MONDI PARALLELI | ZANICHELLI AULA DI LETTERE. AVAILABLE AT: [HTTPS://AULALETTERE.SCUOLA.ZANICHELLI.IT/COME-TE-LO-SPIEGO/TRA-SOGNO-E-REALTA-EVASIONI-INGANNI-E-MONDI-PARALLELI/](https://aulalettere.scuola.zanichelli.it/come-te-lo-spiego/tra-sogno-e-realta-evasioni-inganni-e-mondi-paralleli/) (ACCESSED: 29 JULY 2021).
- BEAUTY (1993) ARTWORK, STUDIO OLAFUR ELIASSON. RETRIEVED 12 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://OLAFURELIASSON.NET/ARCHIVE/ARTWORK/WEK101824/BEAUTY](https://olafureliasson.net/archive/artwork/wek101824/beauty)
- BERTA, C. AND BERTA, C. (2017) JUICY SALIF | LA STORIA DELLO SPREMIAGRUMI ICONA | UNPROGETTO - PROGETTAZIONE E ARREDAMENTO DI INTERNI, UNPROGETTO - PROGETTAZIONE E ARREDAMENTO DI INTERNI. AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.UNPROGETTO.COM/JUICY-SALIF-STORIA-SPREMIAGRUMI-DESIGN/](https://www.unprogetto.com/juicy-salif-storia-spremiagrumi-design/) (ACCESSED: 3 OCTOBER 2021).
- CAMPO VISIVO - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/CAMPO\\_VISIVO](https://it.wikipedia.org/wiki/Campo_visivo) (ACCESSED: 27 SEPTEMBER 2021).
- CHE COS'È LA REALTÀ AUMENTATA? | PTC (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.PTC.COM/IT/TECHNOLOGIES/AUGMENTED-REALITY](https://www.ptc.com/it/technologies/augmented-reality) (ACCESSED: 9 NOVEMBER 2021).
- CHE COS'È REALTÀ MISTA? - MIXED REALITY. (2021). RETRIEVED 20 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://DOCS.MICROSOFT.COM/IT-IT/WINDOWS/MIXED-REALITY/DISCOVER/MIXED-REALITY](https://docs.microsoft.com/it-it/windows/mixed-reality/discover/mixed-reality)
- COME FUNZIONA IL CERVELLO - FOCUS.IT (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.FOCUS.IT/SCIENZA/SALUTE/COME-FUNZIONA-IL-CERVELLO](https://www.focus.it/scienza/salute/come-funziona-il-cervello) (ACCESSED: 22 SEPTEMBER 2021)
- COLORIMETRIA - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/COLORIMETRIA](https://it.wikipedia.org/wiki/Colorimetria) (ACCESSED: 27 SEPTEMBER 2021).
- COLUMBIA BUSINESS SCHOOL (2019), ENTER THE NEXT DIMENSION WITH SPATIAL COMPUTING. RETRIEVED ON APRIL 2021, FROM [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=TQZAMJUI-U8](https://www.youtube.com/watch?v=TQZAMJUI-U8)
- COS'È IL MOTION SICKNESS VR – COSA C'È DA SAPERE - PLAYER.IT (2019). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.PLAYER.IT/SPECIALI/386296-VR-E-MOTION-SICKNESS-COSA-CE-DA-SAPERE.HTML#:~:TEXT=UTILIZZANDO%20UNA%20DEFINIZIONE%20PI%3CB9%20O,HEAD%20MOUNTED%20DISPLAY%20\(HMD\)](https://www.player.it/speciali/386296-vr-e-motion-sickness-cosa-ce-da-sapere.html#:~:text=UTILIZZANDO%20UNA%20DEFINIZIONE%20PI%3CB9%20O,HEAD%20MOUNTED%20DISPLAY%20(HMD).) . (ACCESSED: 8 NOVEMBER 2021).
- DANKO NIKOLIC, 2021, IDEASTHESIA, DANKO-NIKOLIC.COM. AVAILABLE AT: [HTTP://WWW.DANKO-NIKOLIC.COM/WP-CONTENT/](http://www.danko-nikolic.com/wp-content/uploads/2013/08/IDEASTHESIA_ENGLISH.PDF)
- UPLOADS/2013/08/IDEASTHESIA\_ENGLISH.PDF (ACCESSED: 22 SEPTEMBER 2021).
- DISCO DI JECKLIN - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/DISCO\\_DI\\_JECKLIN](https://it.wikipedia.org/wiki/Disco_di_Jecklin) (ACCESSED: 11 OCTOBER 2021).
- DOLBY ATMOS, (2021) PROFESSIONAL.DOLBY.COM. AVAILABLE AT: [HTTPS://PROFESSIONAL.DOLBY.COM/SITEASSETS/TV/HOME/DOLBY-ATMOS/DOLBY-ATMOS-FOR-COMPACT-ENTERTAINMENT-SYSTEMS.PDF](https://professional.dolby.com/siteassets/tv/home/dolby-atmos/dolby-atmos-for-compact-entertainment-systems.pdf) (ACCESSED: 12 OCTOBER 2021).
- E. MANZINI (2015), DESIGN, WHEN EVERYBODY DESIGNS: AN INTRODUCTION TO DESIGN FOR SOCIAL INNOVATION; THE MIT PRESS, CAMBRIDGE, MASSACHUSETTS, LONDON, UK
- E. MEDEA IRCCS - E. MEDEA IRCCS (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://EMEDEA.IT/MEDEA/IT/COMPONENT/CONTENT/ARTICLE/27-ISTITUTO/POLO-DI-BOSISIO-PARINI/ASTROLAB/296-L-ANTRO-MAGICO-REALTA-VIRTUALE-IMMERSIVA](https://emedea.it/medea/it/component/content/article/27-istituto/polo-di-bosisio-parini/astrolab/296-l-antro-magico-realta-virtuale-immersiva) (ACCESSED: 20 SEPTEMBER 2021).
- ESTRATTORE BLAUBERG MAX - 20CM - 930M3/H. (2021). RETRIEVED 17 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://WWW.IDROPONICA.IT/ASPIRATORE-ARIA-ESTRATTORE-BLAUBERG-MAX-20CM-930M3H~9068.HTML](https://www.idroponica.it/aspiratore-aria-estrattore-blauber-max-20cm-930m3h-9068.html)
- FANTASIA (FILM) - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/FANTASIA\\_\(FILM\)#FANTASOUND](https://it.wikipedia.org/wiki/Fantasia_(film)#Fantasound) (ACCESSED: 11 OCTOBER 2021).
- FANTASOUND (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://WIKIITA.COM/FANTASOUND](https://wikiita.com/fantasound) (ACCESSED: 11 OCTOBER 2021).
- FERRO, R. (2018) PERCEZIONI ERRATE: COME LA NOSTRA MENTE COSTRUISCE L'ESPERIENZA DEL MONDO - DOLCEVITA, DOLCEVITA. AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.DOLCEVITAONLINE.IT/COME-LA-NOSTRA-MENTE-COSTRUISCE-LESPERIENZA-DEL-MONDO/](https://www.dolcevitaonline.it/come-la-nostra-mente-costruisce-l-esperienza-del-mondo/) (ACCESSED: 22 SEPTEMBER 2021).
- FROST, S. (2020). COST BENEFITS OF REACTION INJECTION MOLDING FOR MANUFACTURING | RIM. RETRIEVED 17 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://REACTIONINJECTIONMOLDING.COM/4-COST-BENEFITS-REACTION-INJECTION-MOLDING-FOR-MANUFACTURING/](https://reactioninjectionmolding.com/4-cost-benefits-reaction-injection-molding-for-manufacturing/)
- G. A. AGOSTON, COLOR THEORY AND ITS APPLICATION IN ART AND DESIGN, SPRINGER BERLIN HEIDELBERG (BERLIN), 1979
- GLI EFFETTI DEL COVID SULLA MUSICA. (2021). RETRIEVED 19 APRIL 2021, FROM [HTTPS://SCUOLA.REPUBBLICA.IT/PUGLIA-LECCE-IISDONTONINOBELLO/2021/02/08/GLI-EFFETTI-DEL-COVID-SULLA-MUSICA/](https://scuola.repubblica.it/puglia-lecce-iisdontoninobello/2021/02/08/gli-effetti-del-covid-sulla-musica/)
- GLI EVENTI IN LIVE STREAMING - IL FUTURO? - SHOWGROUP - READY TO BE WOW! (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.SHOWGROUP.IT/BLOG/2020/10/14/EVENTI-IN-LIVE-STREAMING/](https://www.showgroup.it/blog/2020/10/14/eventi-in-live-streaming/) (ACCESSED: 9 AUGUST 2021).
- IDEASTHESIA - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/IDEASTHESIA](https://en.wikipedia.org/wiki/Ideasthesia) (ACCESSED: 22 SEPTEMBER 2021).
- IN: SYNTHESIS – LEARNING AND CREATIVITY. EDITED BY J. SINHA. PROCEEDINGS FROM THE CONFERENCE SYNTHESIS AND CHILDREN. LEARNING AND CREATIVITY, ULM, MAY 2012. SYNAISTHESIS, LUXEMBOURG
- ISO 9241 - WIKIPEDIA. (2021). RETRIEVED 16 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/ISO\\_9241](https://it.wikipedia.org/wiki/ISO_9241)
- ITALIA, B., & PRIMA, A. (2021). L'IMPATTO DEL CORONAVIRUS SULL'INDUSTRIA DELLA MUSICA ITALIANA. RETRIEVED 19 APRIL 2021, FROM [HTTPS://WWW.AGI.IT/BLOG-ITALIA/MUSICHE/POST/2020-03-25/CORONAVIRUS-MUSICA-ITALIA-7846452/](https://www.agi.it/blog-italia/musiche/post/2020-03-25/coronavirus-musica-italia-7846452/)
- JÜRGENS, U.M. AND D. NIKOLIĆ (2014) SYNAESTHESIA AS AN IDEASTHESIA – COGNITIVE IMPLICATIONS.
- JECKLIN DISK - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://EN.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/JECKLIN\\_DISK](https://en.wikipedia.org/wiki/Jecklin_Disk) (ACCESSED: 11 OCTOBER 2021).
- KU 100 (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://EN-DE.NEUMANN.COM/KU-100](https://en-de.neumann.com/ku-100) (ACCESSED: 11 OCTOBER 2021).

- LE CONSEGUENZE PSICOLOGICHE DEL COVID A LUNGO TERMINE (LONG COVID) (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.AUXOLOGICO.IT/APPROFONDIMENTI/CONSEGUENZE-PSICOLOGICHE-COVID-LUNGO-TERMINE-LONG-COVID](https://www.auxologico.it/appfondimenti/conseguenze-psicologiche-covid-lungo-termine-long-covid) (ACCESSED: 10 NOVEMBER 2021).
- L'OCCHIO UMANO (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.ZEISS.IT/VISION-CARE/ESPLORA-MIGLIORE-VISIONE/COMPNDERE-LA-VISIONE/OCCHIO-UMANO-COM-E-FATTO-E-COME-FUNZIONA-ZEISS-VISION-CARE.HTML](https://www.zeiss.it/vision-care/esplore-migliore-visione/comprendere-la-visione/occhio-umano-com-e-fatto-e-come-funziona-zeiss-vision-care.html) (ACCESSED: 27 SEPTEMBER 2021).
- MINX MIN22. (2012). RETRIEVED 17 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://WWW.CAMBRIDGEAUDIO.COM/EUR/EN/PRODUCTS/SPEAKERS/MINX/MIN-22](https://www.cambridgeaudio.com/eur/en/products/speakers/minx/min-22)
- M. P. GROOVER (2020), FUNDAMENTALS OF MODERN MANUFACTURING: MATERIALS, PROCESSES, AND SYSTEMS, JOHN WILEY & SONS
- NETFLIX (2017) ABSTRACT: THE ART OF DESIGN
- OCCHIO UMANO: ANATOMIA OCCHIO UMANO, STRUTTURA OCCHIO UMANO, FUNZIONAMENTO OCCHIO UMANO - STUDIO OCULISTICO ABBONDANZA - ROMA E MILANO (2021). AVAILABLE AT: [HTTP://WWW.ABBONDANZA.ORG/OCCHIO-UMANO/](http://www.abbondanza.org/occhio-umano/) (ACCESSED: 27 SEPTEMBER 2021).
- OLENA SAVCHENKO, 2020, EVENTI IN STREAMING. UN NUOVO MODO DI RACCONTARE TURISMO E BUSINESS. - TURISMOCOME (2020). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.TURISMOCOME.IT/2020/11/10/EVENTI-IN-STREAMING-UN-NUOVO-MODO-DI-RACCONTARE-TURISMO-E-BUSINESS/](https://www.turismocome.it/2020/11/10/eventi-in-streaming-un-nuovo-modo-di-raccontare-turismo-e-business/) (ACCESSED: 9 AUGUST 2021).
- ONIRICO IN VOCABOLARIO - TRECCANI, ONIRICO IN VOCABOLARIO - TRECCANI (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.TRECCANI.IT/VOCABOLARIO/ONIRICO/](https://www.treccani.it/vocabolario/onirico/) (ACCESSED: 29 JULY 2021);
- ORECCHIO - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/ORECCHIO](https://it.wikipedia.org/wiki/orecchio) (ACCESSED: 22 SEPTEMBER 2021).
- PEZZALI, R. (2020) DOLBY ATMOS: COS'È, COME SENTIRLO E QUALI DISPOSITIVI LO SUPPORTANO, DDAY.IT. AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.DDAY.IT/REDAZIONE/37222/DOLBY-ATMOS-TV-APPLE-TV-HDMI-ARC-GUIDA](https://www.dday.it/redazione/37222/dolby-atmos-tv-apple-tv-hdmi-arc-guida) (ACCESSED: 12 OCTOBER 2021).
- PONTE OLOGRAMMI - WIKIPEDIA, PONTE OLOGRAMMI - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/PONTE\\_OLOGRAMMI](https://it.wikipedia.org/wiki/ponte_ologrammi) (ACCESSED: 29 JULY 2021);
- PROF. DR. DANKO NIKOLIC — FRANKFURT INSTITUTE FOR ADVANCED STUDIES, (EX)MAX-PLANCK INSTITUTE FOR BRAIN RESEARCH (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.DANKO-NIKOLIC.COM/](https://www.danko-nikolic.com/) (ACCESSED: 3 OCTOBER 2021).
- REALTÀ AUMENTATA: COS'È, COME FUNZIONA, APPLICAZIONI, ITALIAONLINE (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.ITALIAONLINE.IT/RISORSE/REALTA-AUMENTATA-FUNZIONAMENTO-E-APPLICAZIONI-PRATICHE-2208](https://www.italiaonline.it/risorse/realta-aumentata-funzionamento-e-applicazioni-pratiche-2208) (ACCESSED: 9 NOVEMBER 2021).
- REALTÀ AUMENTATA, COS'È E COME UTILIZZARLA PER L'ASSISTENZA DA REMOTO (2020). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.DIGITAL4.BIZ/EXECUTIVE/REALTA-AUMENTATA-COME-COME-FUNZIONA-E-AMBITI-APPLICATIVI-IN-ITALIA/](https://www.digital4.biz/executive/realta-aumentata-come-come-funziona-e-ambiti-applicativi-in-italia/) (ACCESSED: 9 NOVEMBER 2021).
- REALTÀ AUMENTATA - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/REALT%C3%A0\\_AUMENTATA](https://it.wikipedia.org/wiki/realta%20aumentata) (ACCESSED: 9 NOVEMBER 2021).
- REALTÀ VIRTUALE, AUMENTATA O MISTA? - FOCUS.IT. (2021). RETRIEVED 20 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://WWW.FOCUS.IT/TECNOLOGIA/DIGITAL-LIFE/REALTA-VIRTUALE-AUMENTATA-O-MISTA](https://www.focus.it/tecnologia/digital-life/realta-virtuale-aumentata-o-mista)
- REALTÀ VIRTUALE NELL'ENCICLOPEDIA TRECCANI (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.TRECCANI.IT/ENCICLOPEDIA/REALTA-VIRTUALE](https://www.treccani.it/enciclopedia/realta-virtuale) (ACCESSED: 8 NOVEMBER 2021).
- SOGNO IN "DIZIONARIO DI FILOSOFIA", SOGNO IN "DIZIONARIO DI FILOSOFIA" (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://WWW.TRECCANI.IT/ENCICLOPEDIA/SOGNO\\_%28DIZIONARIO-DI-FILOSOFIA%29/](https://www.treccani.it/enciclopedia/sogno_%28dizionario-di-filosofia%29/) (ACCESSED: 29 JULY 2021).
- SOGNO - WIKIPEDIA, SOGNO - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/SOGNO](https://it.wikipedia.org/wiki/sogno) (ACCESSED: 29 JULY 2021).
- SOLAR ROOF | TESLA. (2021). RETRIEVED 18 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://WWW.TESLA.COM/IT\\_IT/SOLARROOF](https://www.tesla.com/it_it/solarroof)
- SUONO - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/SUONO](https://it.wikipedia.org/wiki/suono) (ACCESSED: 22 SEPTEMBER 2021).
- STAMPAGGIO A INIEZIONE CON REAZIONE - WIKIPEDIA. (2021). RETRIEVED 17 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/STAMPAGGIO\\_A\\_INIEZIONE\\_CON\\_REAZIONE](https://it.wikipedia.org/wiki/stampaggio_a_iniezione_con_reazione)
- TEGOLE SOLARI TESLA: 5 COSE DA SAPERE SUL TETTO FOTOVOLTAICO CHE PRODUCE ENERGIA. (2021). RETRIEVED 18 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://WWW.ALLENERGY.COM/NEWS/TEGOLE-SOLARI-TESLA-TETTO-FOTOVOLTAICO-CHE-PRODUCE-ENERGIA/#:~:TEXT=LE%20TEGOLE%20SOLARI%20DI%20TESLA,UN%20FUTURO%20ELETTRICO%20TOTALMENTE%20AUTONOMO.](https://www.allenergy.com/news/tegolesolari-tesla-tetto-fotovoltaico-che-produce-energia/#:~:text=LE%20TEGOLE%20SOLARI%20DI%20TESLA,un%20futuro%20elettrico%20totalmente%20autonomo.)
- THE ACTION LAB (AUG 7, 2019) - THE LIGHT CANCELLING FLASHLIGHT EXPERIMENT (MICHELSON INTERFEROMETER)
- TIMBRO (MUSICA) - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/TIMBRO\\_\(MUSICA\)](https://it.wikipedia.org/wiki/timbro_(musica)) (ACCESSED: 22 SEPTEMBER 2021).
- TROFA, F. (2018). CHE COS'È LA MIXED REALITY? | VRDEVELOPER.INFO. RETRIEVED 20 NOVEMBER 2021, FROM [HTTP://WWW.VRDEVELOPER.INFO/MIXED-REALITY-DEFINIZIONE-AR-VR-XR-MR/](http://www.vrdeveloper.info/mixed-reality-definizione-ar-vr-xr-mr/)
- TYPES OF DOME PROJECTION SCREENS AND BENEFITS OF NEGATIVE-PRESSURE TECHNOLOGY | FULLDOME PRO. (2020). RETRIEVED 17 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://FULLDOME.PRO/BLOG/BENEFITS-OF-NEGATIVE-PRESSURE-SCREENS/](https://fulldome.pro/blog/benefits-of-negative-pressure-screens/)
- USER EXPERIENCE - WIKIPEDIA. (2021). RETRIEVED 16 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/USER\\_EXPERIENCE](https://it.wikipedia.org/wiki/user_experience)
- VIOSO ANYSTATION NANO - VIOSO. (2021). RETRIEVED 17 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://VIOSO.COM/HARDWARE/ANYSTATION-NANO/](https://vioso.com/hardware/anystation-nano/)
- VISIONE PERIFERICA - WIKIPEDIA (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/VISIONE\\_PERIFERICA](https://it.wikipedia.org/wiki/visione_periferica) (ACCESSED: 27 SEPTEMBER 2021).
- WAYBACK MACHINE (2021). AVAILABLE AT: [HTTPS://WEB.ARCHIVE.ORG/WEB/20131019120957/HTTP://WWW.MDW.AC.AT/1101/IEA/TM/SCRIPTS/JECKLIN/TT03MIKROFON.PDF#SEARCH=%22ECKLIN-SCHEIBE%22](https://web.archive.org/web/20131019120957/http://www.mdw.ac.at/1101/IEA/TM/scripts/jecklin/tt03mikrofon.pdf#search=%22ecklin-scheibe%22) (ACCESSED: 11 OCTOBER 2021).
- YAMAHA RX-A6A SINTOAMPLIFICATORE AV 8K 9.2 CANALI | AUDIO QUALITY SRL. (2021). RETRIEVED 17 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://AUDIOQUALITY.IT/PRODUCTS/YAMAHA-RX-A6A-SINTOAMPLIFICATORE-AV-8K-9-2-CANALI#:~:TEXT=%E2%82%AC2.384%2C00%20%E2%82%AC2.649%2C00%20RISPARMIA%20%E2%82%AC265](https://audioquality.it/products/yamaha-rx-a6a-sintoamplificatore-av-8k-9-2-canali#:~:text=%E2%82%AC2.384%2C00%20%E2%82%AC2.649%2C00%20risparmia%20%E2%82%AC265)
- ZH406ST. (2021). ZH406ST PROIETTORE LASER COMPATTO AD ALTA LUMINOSITÀ A FOCALE CORTA. RETRIEVED 17 NOVEMBER 2021, FROM [HTTPS://WWW.OPTOMA.IT/PRODUCT-DETAILS/ZH406ST#DOWNLOADS](https://www.optoma.it/product-details/zh406st#downloads)

## Immagini

- IO,"MIA NONNA CECILIA LA VERA ROCKSTAR, ZANICA 2017",1
- GIU VICENTE,"VR SMURFS, JULY 2018, UNSPLASH",HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/FMARG2K3QOU,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/GIU-VICENTE-FMARG2K3QOU-UNSPLASH.JPG, 2
- JUSTIN HEAP,"STAY CURIOUS, MAY 2021, UNSPLASH",HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/FY452QNXANA,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/JUSTIN-HEAP-FY452QNXANA-UNSPLASH.JPG, 3
- RAMAK FAZEL,"ENZO MARI, TRIENNALE DI MILANO ",HTTPS://WWW.ELLEDECOR.COM/IT/LIFESTYLE/A34410589/ENZO-MARI-LIBRI/,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/ENZO-MARI-FOTO-DI-RAMAK-FAZEL-1603105602.JPG, 4
- IO ,"TESSERINO LOUGHBOROUGH UNIVERSITY OF LONDON, LONDON 2020, FOTO PERSONALE", 5
- IO,"THE MALL, LA STRADA CHE PORTA VERSO BUCKINGHAM PALACE, LONDON, UK, 2020, FOTO PERSONALE", 6
- WARNER BROS, "HARRY POTTER, SIBILLA COOMAN DOCENTE DI DIVINAZIONE NEI FILM DI HARRY POTTER, PRIMA APPARIZIONE IN HP E IL PRIGIONIERO DI AZKABAN, 2004, WARNER BROS",HTTPS://EATESESEIRIMASTOCONHARRY.COM/TAG/OROSCOPO/,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/DIVINAZIONE-EVIDENZA-ARTICOLO.JPG, 7
- [8] MICHAEL DZIEDZIC, " FIRE AND ICE: CRYSTAL PYRAMID PHOTOGRAPHED IN STUDIO. 2016, UNSPLASH",HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/W6L35A\_RXXU,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/MICHAEL-DZIEDZIC-W6L35A\_RXXU-UNSPLASH.JPG, 8
- STATISTA,"MARCH 2020, COVID19 - TWITCH AND TOUTUBE GAMING VIEWERSHIP INCREASE",UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/STATISTIC\_ID1108307\_COVID-19\_-TWITCH-AND-YOUTUBE-GAMING-VIEWERSHIP-INCREASE-MARCH-2020.PDF, 9
- STATISTA,"TWITCH APP DAILY ACTIVE USERS - DAU IN ITALY 2020 - 2021",UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/STATISTIC\_ID1116863\_TWITCH-APP-DAILY-ACTIVE-USERS--DAU--IN-ITALY-2020-2021.PDF, 10
- STATISTA,"PARENTAL CONCERNS WITH ONLINE LEARNING DURING THE COVID19 PANDEMIC 2020",UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/STATISTIC\_ID1228085\_PARENTAL-CONCERNS-WITH-ONLINE-LEARNING-DURING-THE-COVID-19-PANDEMIC-2020.PDF, 11
- STATISTA,2021, "DIGITAL POPULATION IN ITALY AS OF JANUARY 2021, INTERNET USAGE IN ITALY, DOSSIER, PP 15",UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/STUDY\_ID39609\_INTERNET-USAGE-IN-ITALY-STATISTA-DOSSIER.PDF, 12
- STATISTA, 2021, "ANNUAL GROWTH OF DIGITAL POPULATION IN ITALY AS OF JANUARY, INTERNET USAGE IN ITALY, DOSSIER, PP16", 13
- NATHAN WATSON, "3D RENDERED CUBES IN A HOLOGRAPHIC WAVE PATTERN, MAY 2021, UNSPASH",HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/9L98KFBYIAO,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/NATHAN-WATSON-9L98KFBYIAO-UNSPLASH.JPG, 14
- STEVEN SPIELBERG, "JAMES HALLIDAY PRESENTS OASIS, READY PLAYER ONE, 2018", HTTPS://WWW.DAILYNEWS.COM/2018/04/27/HOW-READY-PLAYER-ONE-LOOKS-AT-AUTISM-AND-THE-APPEAL-OF-A-VIRTUAL-WORLD/,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/RPO-FP-022-1.JPG, 15
- M L HEILIG, "1962, SENSORAMA SIMULATOR, PATENT", HTTPS://CINEUROPA.ORG/FILES/2017/03/20/1490014066357.JPG,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/1490014066357.JPG, 16
- IO, ARTWORK,VR MADNESS ARTWORK,17
- NATIONAL GEOGRAPHIC, "2020, IL MONDO SECONDO JEFF GOLDBLUM, DOCUSERIE, DISNEY+", HTTPS://CDN1.EDGEDATG.COM/AWS/V2/NATGEOTV/THEWORLDACCORDINGTOJEFFGOLDBLUM/SHOWIMAGES/2847A5400D5F6B1CAA9987A5A2783136/2688X1076-Q75\_2847A5400D5F6B1CAA9987A5A2783136.JPG,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/2688X1076-

Q75\_2847A5400D5F6B1CAA9987A5A2783136.JPG, 18

- DAVID DVOŘÁČEK, "MAN PLAYING USING VR HEADSET PHOTO, NOVEMBER 2019, UNSPLASH",HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/GLGJPN4MWAW,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/DAVID-DVORACEK-GLGJPN4MWAW-UNSPLASH.JPG ,19
- JAMES YAREMA, "VIRTUAL REALITY HEADSET, JULY 2021, UNSPLASH", HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/NPTT9RD8WD4,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/JAMES-YAREMA-NPTT9RD8WD4-UNSPLASH\_(1).JPG, 20
- HP, HP VR BACKPACK EQUIPMENT, HTTPS://WWW.HP.COM/US-EN/VR/VR-BACKPACK.HTML,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/HP\_VR\_BACKPACK\_SUPP\_1\_TCM245\_2901165\_TCM245\_2904479\_TCM245-2901165.JPG, 21
- XR EXPO, "MAN IN YELLOW JACKET WEARING BLACK GOGGLES PHOTO, JUNE 2020", HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/HIZ2LVAO6PO,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/XR-EXPO-HIZ2LVAO6PO-UNSPLASH.JPG, 22
- HP, HP VR BACKPACK EQUIPMENT, HTTPS://WWW.HP.COM/US-EN/VR/VR-BACKPACK.HTML,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/HP\_VR\_BACKPACK\_SUPP\_3\_TCM245\_2901496\_TCM245\_2904481\_TCM245-2901496.JPG, 23
- LUCREZIA CARNELOS, "OCTOBER 2018, UNSPLASH, UNSPLASH", HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/IMUWE-P1YQS,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/LUCREZIA-CARNELOS-IMUWE-P1YQS-UNSPLASH.JPG, 24
- NOLEGGIOVR.IT, "2020, OCULUS QUEST 2, OCULUS QUEST 2 PROVA SUL CAMPO", HTTPS://WWW.NOLEGGIOVR.IT/2020/11/20/OCULUS-QUEST-2-PROVA-SUL-CAMPO/,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/OCULUS-QUEST-2-IN-ARRIVO-A-MILANO-CON-NOLEGGIOVR.PNG, 25
- ROBERTO ARTIGIANI, "2019, VALVE INDEX, SMARTWORLD.IT", HTTPS://WWW.SMARTWORLD.IT/VIDEOGIOCHI/DETTAGLI-PREZZO-UFFICIALE-VALVE-INDEX-POCHE-ORE-APRONO-ANCHE-PREORDINI-FOTO.HTML,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/VALVE-VR1.JPG, 26
- PAOLO CENTOFANTI, "2021, HTC VR VIVE PRO 2, DDAY.IT", HTTPS://WWW.VIVE.COM/EU/PRODUCT/VIVE-PRO2/OVERVIEW/,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/PRO2-META.JPG, 27
- JUSTIN PERALTA, "WHAT ELSE CAN YOU EXPECT AFTER A MARATHON OF ELECTRIC DREAM, ALTERED CARBON, BLADE RUNNER AND THX. MODELS NAME IS MIA YOU CAN FIND HER ON IG @AWMAMMAMIA, NEW YORK, USA, FEB 2018, UNSPLASH", HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/QRKIMTCLVZU,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/JUSTIN-PERALTA-QRKIMTCLVZU-UNSPLASH.JPG, 28
- MICROSOFT, "HOLOLENS, SERIE DI IMMAGINI E DETTAGLI DI PRODOTTO, 2019", HTTPS://WWW.MICROSOFT.COM/IT-IT/HOLOLENS/BUY,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/RWHRRF.PNG, 29 E 30
- MIKA BAUMEISTER, "POKEMON GO SPLASHSCREEN! ONE OF THE MOST PLAYED GAMES IN THE LAST YEARS., APRIL 2020, UNSPLASH", HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/IOYCR-YJ7SG,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/MIKA-BAUMEISTER-IOYCR-YJ7SG-UNSPLASH.JPG, 31
- STAR WARS, SW EPISODIO 4 LELA'S MESSAGE, UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/SW\_EPISODIO\_4\_LELAS\_MESSAGE.JPG, 32
- MINH PHAM, "MAN IN BLACK CREW, JUNE 2020, UNSPLASH", HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/HI6GY-P-WBI,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/MINH-PHAM-HI6GY-P-WBI-UNSPLASH.JPG, 33
- BRADLEY PISNEY, "MAY 2019, PERCEPTION, PERSON SITTING AND LOOKING DOWN, UNSPLASH", HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/KAP8IAZB5SI,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/BRADLEY-PISNEY-KAP8IAZB5SI-UNSPLASH.JPG, 34
- MOTEKFORCE, "GRAIL GAIT REAL-TIME ANALYSIS INTERACTIVE LAB, HTTP://A-CIRCLE.IT/",HTTPS://WWW.A-CIRCLE.IT/PORTFOLIO-ITEMS/GRAIL-MOTEK/,UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/MOTEK-GRAIL.JPG,3 5

- FARIS MOHAMMED, "2020, A SOAP BUBBLE IN CLOSEUP, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/X8N91UDS6MM](https://unsplash.com/photos/x8N91UDS6MM), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/FARIS-MOHAMMED-X8N91UDS6MM-UNSPLASH.JPG, 36
- YASH BINDRA, "2021, DYNAIC ABSTRACT, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/NCMUTOAOPUY](https://unsplash.com/photos/ncmutoaopuy), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/YASH-BINDRA-NCMUTOAOPUY-UNSPLASH.JPG, 37
- RICARDO GOMEZ ANGEL, "2017, GRAY SPIRAL ARTWORK, CONCRETE TEXTURES 098, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/UD5DRKD4H6W](https://unsplash.com/photos/ud5drkd4h6w), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/RICARDO-GOMEZ-ANGEL-UD5DRKD4H6W-UNSPLASH.JPG, 38
- FAKURIAN DESIGN,"2021, BRAINTREE 3D ART, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/58Z17LNVS4U](https://unsplash.com/photos/58Z17LNVS4U), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/FAKURIAN-DESIGN-58Z17LNVS4U-UNSPLASH.JPG, 39
- HAL GATEWOOD, "2017, PURPLE AND PINK PLASMA BALL, A BALL OF ENERGY WITH ELECTRICITY BEAMING ALL OVER THE PLACE, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/OGVQXGL7XO4](https://unsplash.com/photos/ogvqxgl7xo4), 40
- VINIVIU AMNX AMANO, "2018, COLOR TEST WITH LIGHTING ON RGB COLORS AFFECTING A CREASED ALUMINUM", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/OHPDGSTNFGS](https://unsplash.com/photos/ohpdgstnfgs), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/VINIVIU-AMNX-AMANO-OHPDGSTNFGS-UNSPLASH.JPG, 41
- V2OSK, "EYE, JANUARY 2017MANCHESTER, UK, UNSPLASH",[HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/IN4XVKHYAII](https://unsplash.com/photos/in4xvkhyaai), 42
- SHARON MCCUTCHEON, "2020, COLORED CHALK DUST, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/QGQZ-IBBL5W](https://unsplash.com/photos/qgqz-ibbl5w), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/SHARON-MCCUTCHEON-QGQZ-IBBL5W-UNSPLASH.JPG, 43
- EFE KURNAZ, "2017, MULTICOLORED HALLWAY, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/RNCPPIXOXY](https://unsplash.com/photos/rncpixonooy), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/EFE-KURNAZ-RNCPPIXOXY-UNSPLASH.JPG, 44
- ANNIE SPRATT, "2020, BLUE AND WHITE PRINTER PAPER PHOTO, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/KWW6BWUD\\_11](https://unsplash.com/photos/kww6bwud_11), 45
- VOGUE, "OLAFUR ELIASSON, OLAFUR ELIASSON: INTERVISTA CON L'ARTISTA DANESE IN MOSTRA A BILBAO, FRANCESCA AMÉ, FEB 2020", [HTTPS://WWW.VOGUE.IT/NEWS/ARTICLE/OLAFUR-ELIASSON-INTERVISTA-MOSTRA-GUGGENHEIM-BILBAO](https://www.vogue.it/news/article/olafur-eliason-intervista-mostra-guggenheim-bilbao), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/OLAFUR-ELIASSON.JPG, 46
- FASTWEB, L'ARTE CHE GUARDA AL DOMANI - CAPITULO 4 - OLAFUR ELIASSON, [HTTPS://WWW.YOUTUBE.COM/WATCH?V=PKMTZCG\\_P-0](https://www.youtube.com/watch?v=PKMTZCG_P-0), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/MAXRESDEFAULT.JPG, 47
- ABSTRACT, "OLAFUR ELIASSON, ABSTRACT: THE ART OF DESIGN, S2 E1, NETFLIX, 2017", [HTTPS://CDN2.IGUZZINI.COM/GETMEDIA/41B6E80E-2DBE-4D18-B968-ED37AFD544AC/ANTEPRIMA-LINK-ARTICOL-COVER](https://cdn2.iguzzini.com/getmedia/41B6E80E-2DBE-4D18-B968-ED37AFD544AC/ANTEPRIMA-LINK-ARTICOL-COVER), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/ANTEPRIMA-LINK-ARTICOL-COVER.JPG, 48
- YATZER, OLAFUR ELIASSON: IN REAL LIFE, [HTTPS://WWW.YATZER.COM/OLAFUR-ELIASSON-GUGGENHEIM-BILBAO](https://www.yatzer.com/olafur-eliason-guggenheim-bilbao), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/OLAFUR-ELIASSON\_GUGGENHEIM\_BILBAO\_ROOM\_FOR\_ONE\_COLOUR.JPG, 49
- DENISSE LEON, "2017, CLOSEUP PHOTO OF AUDIO MIXER, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/N4BDKIELS78](https://unsplash.com/photos/n4BDKIELS78), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/DENISSE-LEON-N4BDKIELS78-UNSPLASH.JPG, 50
- KYLE SMITH, "BASSET HOUND, JAN 2018, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/SIZ66VF4FKA](https://unsplash.com/photos/siz66vf4fka), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/KYLE-SMITH-SIZ66VF4FKA-UNSPLASH.JPG, 51
- JESSE KLAPHOLZ, "1939, ENGINEERS AND MUSICIANS SET UP ON STAGE AT THE ACADEMY OF MUSIC IN PHILADELPHIA, FANTASIA MOVIE", [HTTPS://WHY.ORG/ARTICLES/MODERN-MOVIE-SOUND-WAS-BORN-IN-A-PHILADELPHIA-BASEMENT/](https://why.org/articles/modern-movie-sound-was-born-in-a-philadelphia-basement/), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/FANTASIA-768X432.JPG, 52
- STEVE HARVEY, "BLACK AND SILVER MICROPHONE, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/KNDZNXUBMOO](https://unsplash.com/photos/kndznxubmoo), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/STEVE-HARVEY-KNDZNXUBMOO-UNSPLASH.JPG, 53
- NEUMANN, "NEUMANN KU100 BINAURAL HEAD, STUDIOCARE.COM", [HTTPS://STUDIOCARE.COM/PAGES/HIRE-NEUMANN-KU100-BINAURAL-HEAD](https://studiocare.com/pages/hire-neumann-ku100-binaural-head), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/NEUMANN-KU-BANNER-ALT.JPG, 54
- VICTOR PRIZE, "JECKLIN DISK, WIKIPEDIA", [HTTPS://IT.WIKIPEDIA.ORG/WIKI/DISCO\\_DI\\_JECKLIN#/MEDIA/FILE:JECKLIN\\_DISK.JPG](https://it.wikipedia.org/wiki/Disco_Di_Jecklin#/Media/File:Jecklin_Disk.JPG), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/JECKLIN\_DISK.JPG, 55
- RODE, "2018, SOUNDFIELD MICROPHONE NT-SF1", [HTTPS://IT.RODE.COM/NTSF1#SPECIFICATIONS](https://it.rode.com/ntsf1#specifications), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/20180916214048\_SOUNDFIELD-BY-R--DE-NT-SF1-FIELDWEB.JPG, 56
- SIGMUND, RED AND PURPLE LIGHT DIGITAL WALLPAPER, [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/T-DA\\_MD1QMC](https://unsplash.com/photos/t-da_md1qmc), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/SIGMUND-T-DA\_MD1QMC-UNSPLASH.JPG, 57
- TIDAL, "DOLBY ATMOS ARTWORK, DOLBY ATMOS: STAFF PICKS", [HTTPS://TIDAL.COM/BROWSE/PLAYLIST/CC065C40-951F-4BF7-AAA8-E6724F53FF7F](https://tidal.com/browse/playlist/cc065c40-951f-4bf7-aaa8-e6724f53ff7f), 58
- YURI DI PRODO, APPLE MUSIC PER ANDROID SARÀ SENZA DOLBY ATMOS, [HTTPS://WWW.MACITYNET.IT/APPLE-MUSIC-PER-ANDROID-SARA-SENZA-DOLBY-ATMOS/](https://www.macitynet.it/apple-music-per-android-sar-senza-dolby-atmos/), 59
- HOLMARC, COMPACT MICHELSON INTERFEROMETER, HOLMARC.COM", [HTTPS://WWW.HOLMARC.COM/MICHELSON\\_INTERFEROMETER\\_COMPACT.PHP](https://www.holmarc.com/michelson_interferometer_compact.php), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/MICHELSON\_INTERFEROMETER\_COMPACT1.JPG, 60
- ANHUI NORMAL UNIVERSITY, 2017, THE FRINGE FORMED BY THE MICHELSON INTERFEROMETER, WIKIPEDIA", [HTTPS://COMMONS.WIKIMEDIA.ORG/WIKI/FILE:THE\\_FRINGE\\_FORMED\\_BY\\_THE\\_MICHELSON\\_INTERFEROMETER.JPG](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:The_fringe_formed_by_the_michelson_interferometer.jpg), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/THE\_FRINGE\_FORMED\_BY\_THE\_MICHELSON\_INTERFEROMETER.JPG, 61
- IO, "BACHECA, APPUNTI, STICKERS, POST-IT DEI VARI MOMENTI PROGETTUALI E NON", 62
- VACKGROUND, ORGANIC WALLPAPER, [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/ISADQDCPOZK](https://unsplash.com/photos/isadqdcpozK), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/VACKGROUND-ISADQDCPOZK-UNSPLASH.JPG, 63
- EVELINE, CONCERTO TRASMESSO IN LIVE STREAMING SULLE PIATTAFORME DI TWITCH E FACEBOOK LIVE DURANTE LA PANDEMIA DI COVID-19 A MAGGIO 2021, 64
- V. BORGHESI & M. LAZZARINI, BEHANCE. (2021) - GOOGLE — NEST VIRTUAL STAGE., [HTTPS://WWW.BEHANCE.NET/GALLERY/110993569/GOOGLE-NEST-VIRTUAL-STAGE?TRACKING\\_SOURCE=SEARCH\\_PROJECTS\\_RECOMMENDED%7CMULTY%20SENSORY%20EXPERIENCE](https://www.behance.net/gallery/110993569/Google-Nest-Virtual-Stage?tracking_source=search_projects_recommended%7cmulty%20sensory%20experience), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/IMMAGINE\_2021-11-29\_101503.PNG, 65, 66, 67, 68"
- BRANNON NAITO,"2018, MAN WALKING ON SPIRAL, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/V0W5MLHFxLS](https://unsplash.com/photos/v0w5MLHFxLS), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/BRANNON-NAITO-V0W5MLHFxLS-UNSPLASH.JPG, 69
- DANIEL OLAH, 2021, DANCING BUBBLES, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/NCMUTOAOPUY](https://unsplash.com/photos/ncmutoaopuy), 70
- FORTNITE, "2020, FORTNITE E TRAVIS SCOTT PRESENTANO: ASTRONOMICAL", [HTTPS://WWW.EPICGAMES.COM/FORTNITE/IT/NEWS/ASTRONOMICAL](https://www.epicgames.com/fortnite/it/news/astromical), 71, 72, 73
- INTESA SAN PAOLO, "2020, CALUDIO TODESCO, DREAM HIT HA PORTATO FEDEZ, ELODIE E ACHILLE LAURO NEL REGNO DI GHIACCIO DI FROZEN", [HTTPS://WWW.ROLLINGSTONE.IT/MUSICA/LIVE/DREAM-HIT-HA-PORTATO-FEDEZ-ELODIE-E-ACHILLE-LAURO-NEL-REGNO-DI-GHIACCIO-DI-FROZEN/540814/](https://www.rollingstone.it/musica/live/dream-hit-ha-portato-fedez-elodie-e-achille-lauro-nel-regno-di-ghiaccio-di-frozen/540814/), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/DREAM-HIT-PALCO-1200X764.JPG, 74
- INTESA SAN PAOLO, "2020, DREAM HIT - THE SOCIAL MUSIC TALENT & CONCERT", [HTTPS://EVENTADDICTED.COM/DREAM-HIT-THE-SOCIAL-MUSIC-TALENT-CONCERT/](https://eventaddicted.com/dream-hit-the-social-music-talent-concert/), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/DREAM-HIT-SOCIAL-CONCERT-EVENTADDICTED-DIGITAL-MAGAZINE-EVENTI-COPIA.JPG, 75
- INTESA SAN PAOLO, "2020, DREAM HIT", [HTTPS://GROUP.INTESASANPAOLO.COM/IT/SEZIONE-EDITORIALE/EVENTI-PROGETTI/TUTTI-I-](https://group.intesasanpaolo.com/it/sezione-editoriale/eventi-progetti/tutti-i-)

- PROGETTI/CULTURA/2020/11/DREAM-HIT-COME-E-PERCHE-SEGUIRLO, 76, 77
- IO, ARTWORK FEELING CONNECTED PRISM, 78
- IO, ARTWORK WHAT IS WAME?, 79
- IO, ARTWORK ALL AROUND THE GEODOMES, 80
- KEWAL, "2019, SYDNEY OPERA HOUSE, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/TKEBAFRJ\\_G](https://unsplash.com/photos/tkebafrj_g), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/KEWAL-TKEBAFRJ\_G-UNSPLASH.JPG, 81
- ANNIE SPRATT, 2017, ENGLISH VILLAGE IN VICAR'S CLOSE, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/0XM10BKIUXU](https://unsplash.com/photos/0xm10bkiuxu), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/ANNIE-SPRATT-0XM10BKIUXU-UNSPLASH.JPG, 82
- IO, "INFOGRAFICA, DEFINIZIONE DELLE GEODETICHE CON FATTORI D'ARCO E SVILUPPO DI UN ICOSAEDRO", 83, 84
- ZEISS, DYWIDAG, "1922 SHELL FOR PLANETARIUM NO 1, WALTER BAUERSFELD, CARL ZEISS, JENA AND FRANZ DISCHINGER", 85
- MARTIN SANCHEZ, "2020, MAN IN BLACK SHIRT AND BLACK PANTS LYING ON BLUE FLOOR, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/KAHZ4LS3EQS](https://unsplash.com/photos/kaHz4LS3EQS), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/MARTIN-SANCHEZ-KAHZ4LS3EQS-UNSPLASH.JPG, 86
- IO, "WAME, 2021, CONCEPTING ORIGINAL SKETCHES", 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94, 95, 96, 97
- IO, "WAME, 2021, CONCEPTING ORIGINAL RENDERINGS", 98, 97, 99, 100, 101
- IO, "WAME, 2021, CONCEPTING ORIGINAL SKETCHES", 102, 103, 104
- JOSH HILD, "2018, NOT BOUND BY RULES, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/WJZ4EAHQ9G4](https://unsplash.com/photos/wjz4EAHQ9G4), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/JOSH-HILD-WJZ4EAHQ9G4-UNSPLASH.JPG, 105
- IO, "INFOGRAFICA, ANALISI FASI PRINCIPALI DEGLI EVENTI", 106 E 107
- IO, "INFOGRAFICHE, USER JOURNEY MAPS", 108, 109, 110
- IO, RENDER WAME, 111, 112, 115, 116, 117, 126, 127, 128
- IO, INFOGRAFICHE STORYBOARDING E UI, 113, 114
- MAHDI SOHEILI, 2020, WHITE AND GRAY ROUND BUILDING, [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/M-JJ4WLJOIC](https://unsplash.com/photos/m-jj4wljoic), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/MAHDI-SOHEILI-M-JJ4WLJOIC-UNSPLASH.JPG, 115
- ELUMENATI, 2021, NC MUSEUM OF NATURAL SCIENCES – CUSTOM SOLUTION, ELUMENATI", [HTTPS://WWW.ELUMENATI.COM/PROJECTS/NC-MUSEUM-OF-NATURAL-SCIENCES-CUSTOM-SOLUTION-2/](https://www.elumenati.com/projects/nc-museum-of-natural-sciences-custom-solution-2/), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/IMG\_2722\_EDIT-1536X864.JPG, 118
- ELUMENATI, "2020, HERNDON HIGH SCHOOL – GEODOME EVOLVER, ELUMENATI", [HTTPS://WWW.ELUMENATI.COM/PROJECTS/HERNDON-HIGH-SCHOOL-PLANETARIUM/](https://www.elumenati.com/projects/herndon-high-school-planetarium/), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/NASA-INTERACTIVE-DOME-SOFTWARE-EYES-1536X864.JPG, 119
- ELUMENATI, "2020, BALLOON MUSEUM – GEODOME PORTAL, ELUMENATI", [HTTPS://WWW.ELUMENATI.COM/PROJECTS/BALLOON-MUSEUM-GEODOME-PORTAL/](https://www.elumenati.com/projects/balloon-museum-geodome-portal/), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/BALLOON-MUSEUM-GEODOME-PORTAL2-1536X864.JPG, 120
- FULLDOME.PRO, "2019, CUSTOM DESIGNED 16-METER DOME FOR USE IN EUROPEAN EXPOS AND EVENTS", [HTTPS://FULLDOME.PRO/SHOWCASES/CUSTOM-DESIGNED-16-METER-DOME-FOR-USE-IN-EUROPEAN-EXPOS-AND-EVENTS/](https://fulldome.pro/showcases/custom-designed-16-meter-dome-for-use-in-european-expos-and-events/), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/PHOTO\_2020-02-11\_22-14-59.JPG, 121
- FULLDOME.PRO, "2015, FIRST CO-WORKING DOME FACILITY ENCOURAGING ENTREPRENEUSHIP", [HTTPS://FULLDOME.PRO/WP-CONTENT/UPLOADS/2017/10/FULLDOMEPRO04-B9161DD0BE1.JPG](https://fulldome.pro/wp-content/uploads/2017/10/fulldomepro04-b9161dd0be1.jpg), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/FULLDOMEPRO04-B9161DD0BE1.JPG, 122

- FULLDOME.PRO, "MAKE THE DOME YOUR OWN WITH FULLY CUSTOMIZED OUTER COVER", [HTTPS://FULLDOME.PRO/WP-CONTENT/UPLOADS/2019/06/UNTITLED-1.JPG](https://fulldome.pro/wp-content/uploads/2019/06/untitled-1.jpg), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/UNTITLED-1.JPG, 123
- FULLDOME.PRO, BETCONSTRUCT COME UP WINNERS WITH TWO DOMES AT ICE 2020, [HTTPS://FULLDOME.PRO/SHOWCASES/BETCONSTRUCT-COME-UP-WINNERS-WITH-TWO-DOMES-AT-ICE-2020/](https://fulldome.pro/showcases/betconstruct-come-up-winners-with-two-domes-at-ice-2020/), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/PHOTO\_2020-02-04\_23-12-09.JPG, 124
- IO, INFOGRAFICHE DIMENSIONAMENTO, 125
- VISHNU MOHANAN, "2020, A LOW EXPOSURE PHOTOGRAPH OF AN UNSOLDERED PRINTED CIRCUIT BOARD (PCB) WITH ENIG (GOLD) FINISH, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/PFR18JNEMV8](https://unsplash.com/photos/pfr18jnmv8), 129
- ISRAEL PIÑA, "2019, FOTOGRAFÍA DE TEXTURA DE BURBUJAS TOMADA CON LENTE MACRO DE 10X, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/3DZRAXPTP2C](https://unsplash.com/photos/3DZRAXPTP2C), UNTITLED%20DATABASE%20FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/ISRAEL-PINA-3DZRAXPTP2C-UNSPLASH.JPG, 130
- GOFORMOLD, REACTION INJECTION MOULDING, [HTTPS://GOFORMOLD.COM/TH-REACTION-INJECTION-MOLDING/](https://goformold.com/th-reaction-injection-molding/), 131
- IO, INFOGRAFICA REACTION INJECTION MOULDING PROCESS, 132, 134
- DAN LEWIS, "2021, 'KALEIDOSCOPE' 2020 COASTAL MICROPLASTIC FLATLAY 120X100 CM, UNSPLASH", 133
- IO, WAME RENDERINGS, 135, DA 141 A 153
- IO, "INFOGRAFICA, PROCESSO DI INGEGNERIZZAZIONE DEI COMPONENTI MAKE DEI MODULI TRIANGOLARI", "136, 137, 138, 139, 140"
- DAN-CRISTIAN PĂDUREȚ, "2020, WHITE AND BLACK ELECTRONIC DEVICES, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/HAAJ2S\\_LVM4](https://unsplash.com/photos/HAAJ2S_LVM4), 154
- IO, "INFOGRAFICA, POSIZIONAMENTO E USABILITÀ DI PROIETTORI E SISTEMA PA CON DOLBY ATMOS", 155, 156
- ANYSTATION, ANYSTATION VIOSO NANO, [HTTPS://VIOSO.COM/WP-CONTENT/UPLOADS/ELEMENTOR/THUMBS/ANYSTATION-NANO-2-OYUDIXFRF2P9AZ5QV0PHBJ15L9QNEPS4FZEDTDS0.PNG](https://vioso.com/wp-content/uploads/elementor/thumbs/anystation-nano-2-oyudixfrf2p9az5qv0phbj15l9qneps4fzedtds0.png), 157
- OPTOMA, PROIETTORE OPTOMA ZH406ST, [HTTPS://WWW.OPTOMA.IT/PRODUCT-HD-IMAGES/ZH406ST](https://www.optoma.it/product-hd-images/zh406st), 158
- YAMAHA, "YAMAHA RX-A6A SINTOAMPLIFICATORE, ADEOGROUP", [HTTPS://ADEOGROUP.IT/YAMAHA-RX-A6A-BL-RECEIVER-92-CANALI-150-WCH](https://adeogroup.it/yamaha-rx-a6a-bl-receiver-92-canal-150-wch), 159
- CAMBRIDGE AUDIO, MINX MIN 22, [HTTPS://WWW.CAMBRIDGEAUDIO.COM/ROW/EN/PRODUCTS/SPEAKERS/MINX/MIN-22](https://www.cambridgeaudio.com/row/en/products/speakers/minx/min-22), 160
- AMERICANA, GENERICA, [HTTPS://WWW.THEPOLE.IT/ATTREZZATURE-POLE-DANCE/ACCESSORI-POLE-DANCE/PIASTRA-PER-AMERICANA](https://www.thepole.it/attrezzature-pole-dance/accessori-pole-dance/piastra-per-americana), 161
- FULLDOME.PRO, "PROJECTION DOME SCREENS, INFLATABLE NEGATIVE PRESSURE SCREEN", [HTTPS://FULLDOME.PRO/RU/BLOG/BENEFITS-OF-NEGATIVE-PRESSURE-SCREENS/](https://fulldome.pro/ru/blog/benefits-of-negative-pressure-screens/), 162
- KARINE GERMAIN, "2018, RED MARKET SIGN, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/IWCJGK3704](https://unsplash.com/photos/iIWCJGK3704), 163
- MICHAEL F. ASHBY, MATERIALS SELECTION IN MECHANICAL DESIGN BUTTERWORTH-HEINEMANN, 164
- IO, "INFOGRAFICA, BOM, ANALISI DEI COSTI E APPLICAZIONE DELLA FORMULA DI ASHBY PER IL CALCOLO DEI COSTI DI PRODUZIONE", 165, 166, 167
- PATRICK PERKINS, "2017, SERVICE DESIGN, FROM A NAMING BRAINSTORM AT A TALK", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/ETRPJVB0KMO](https://unsplash.com/photos/ETRPJVB0KMO), 168
- IO, "INFOGRAFICA, WAME SERVICE DESIGN BLUEPRINT", 169
- TOMASZ FRANKOWSKI, "2017, LOST IN FUTURE, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/KBVFVKBFIOE](https://unsplash.com/photos/KBVFVKBFIOE), 170
- INSUNG YOON, "HEADPHONES, SEPT 2019, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/N1QWVJ4E](https://unsplash.com/photos/N1QWVJ4E), UNTITLED%20DATABASE%20

FDD986103C504626834EE9451BFAE3E1/INSUNG-YOON-N1QWVJDVJ4E-UNSPLASH.JPG, 171

- IO, "WAME, 2021, CONCEPTING ORIGINAL SKETCHES AR HEADPHONES", 172, 173
- IO, "WAME, 2021, ESEMPIO DI SCRIPT DI GRASSHOPPER IDEATO PER GENERARE DEI PANNELLI CUSTOM", 174
- IO, "WAME, PROVA DI PANNELLO PERSONALIZZATO CON LO SCRIPT DI GRASSHOPPER INSERITO NELLA PAGINA PRECEDENTE", 175
- TESTA, SOLAR ROOF FROM TESLA, [HTTPS://WWW.TESLA.COM/SOLARROOF](https://www.tesla.com/solarroof), 176
- MATT JONES, "2015, THANK YOU GARAGE INTERIOR, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/OXJO1IQBK7M](https://unsplash.com/photos/OXJO1IQBK7M), 177
- JAKE LOREFICE, "2017, REFERENCES, UNSPLASH", [HTTPS://UNSPLASH.COM/PHOTOS/SYLPURANZUM](https://unsplash.com/photos/SYLPURANZUM), 178

## INSPIRATIONAL BOARDS

LE BACHECHE E RACCOLTE  
IMMAGINI REALIZZATE PER  
QUESTO ELABORATO SONO  
VISITABILI SCANSIONANDO  
QUESTO QR CODE:



Scan me!

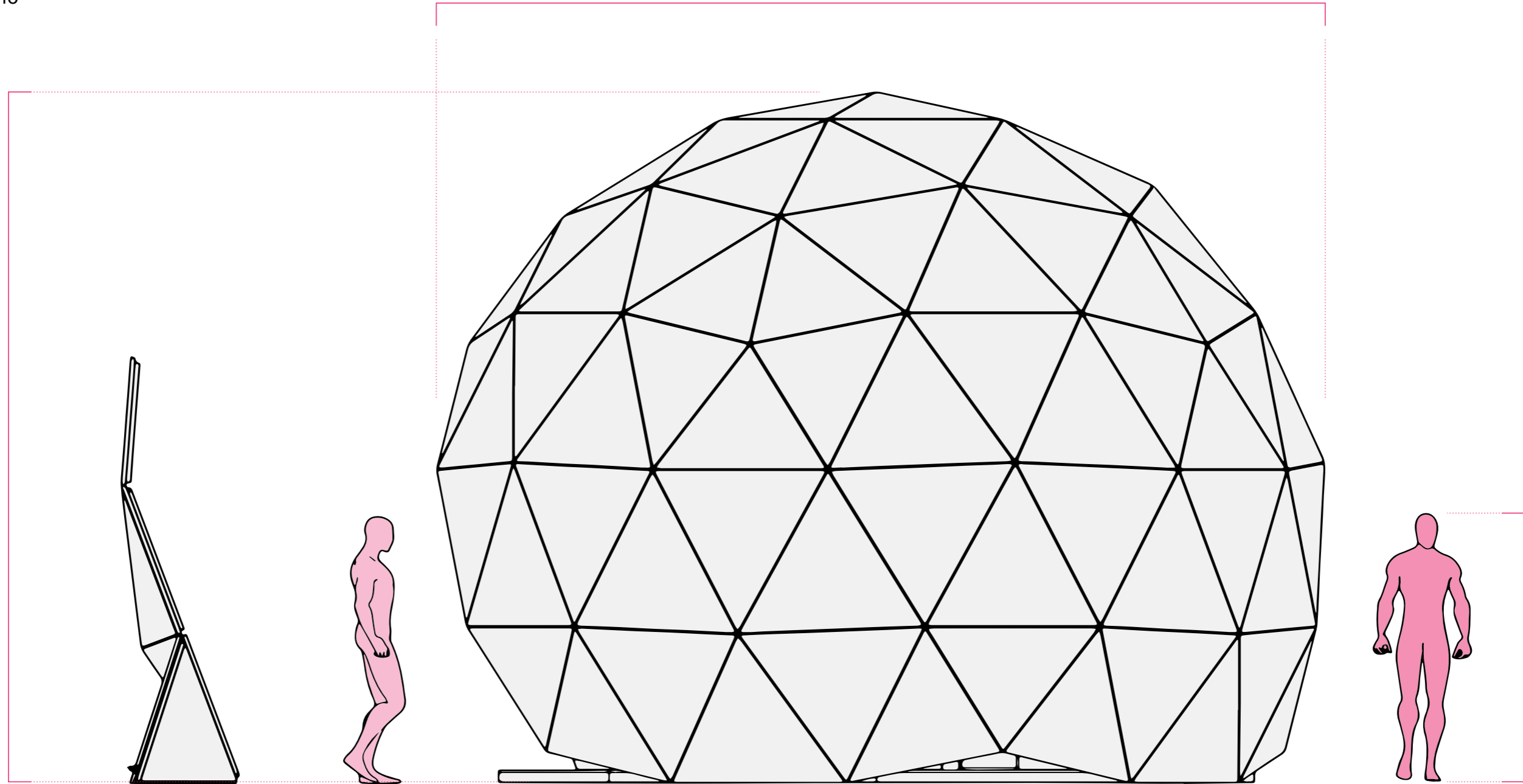


## Appendice 1

Dimensioni WAME e rapporto con  
l'essere umano

WAME  
Ø 6.8 m

WAME  
h 5.3 m



Uomo  
h 1.8 m



