

HOLD



**HOLD:** Progettazione e sviluppo di un altoparlante Bluetooth da arrampicata in un'ottica di Open Design.

**CANDIDATI**

Giorgio Ravizza e Andrea Scalenghe

**RELATORE**

Paolo Minetola

**CORRELATORE**

Fabrizio Valpreda

**Politecnico di Torino**

Dipartimento di Architettura e Design,  
Corso di laurea in Design E Comunicazione  
Tesi di Laurea di primo livello  
A.A. 2023/24



*Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International*





## Abstract.

Il seguente progetto di tesi di laurea triennale in Design e Comunicazione (Indirizzo Design per il prodotto) si propone di sviluppare un altoparlante Bluetooth da arrampicata, applicando i principi dell'Open Design. L'obiettivo è creare un progetto condivisibile, che consenta agli utenti di contribuire allo sviluppo e alla personalizzazione del dispositivo, mediante l'impiego delle tecnologie additive. Queste tecnologie risultano essere la scelta ideale grazie alla loro versatilità, convenienza per piccole produzioni e capacità di supportare una rete di collaborazione aperta e dinamica. Il percorso progettuale ha preso avvio da un'analisi approfondita del mondo dell'arrampicata e dei suoi contesti. Successivamente, è stato sviluppato un concept che ha guidato la selezione dei componenti elettronici più idonei, la valutazione delle relazioni e degli spazi tra i vari elementi interni e la realizzazione dell'intera scocca tramite stampa 3D. Particolare attenzione sarà dedicata all'analisi delle tecnologie additive disponibili, valutandone vantaggi e limiti per la produzione delle diverse componenti dell'altoparlante.



# Indice

<b>Introduzione</b> .....	6
---------------------------	---

## Capitolo 1

<b>Tra Roccia e Cielo:</b> Uno studio dell'arrampicata e dei suoi scenari .....	8
---	---

1.1 Nascita e storia dell'arrampicata .....	10
Introduzione .....	10
Le montagne nell'immaginario collettivo .....	11
Storia dell'arrampicata e il suo sviluppo nel tempo .....	13
1.2 Ergonomia e gestualità del climber .....	16
Interazione tra uomo e ambiente .....	16
Tipologie di prese .....	18
Contesti e gestualità .....	20
1.3 Analisi spazi, luoghi e condizioni .....	24
Spazi e luoghi .....	24
Condizioni .....	27
1.4 Comportamento sociale e aspetti psicologici .....	31
I benefici psicologici .....	34
L'arrampicata e la musica .....	34

## Capitolo 2

<b>Open Design:</b> Trasformare le Idee in Innovazione Condivisa .....	36
--	----

2.1 Definizione di Open Design .....	38
2.2 Origine e storia dell'Open Design .....	40
Esempi di Open Design .....	42
2.3 Collocazione del progetto in un contesto di Open Design .....	44

## Capitolo 3

<b>Casi Studio:</b> Esplorazione del mercato .....	46
--	----

3.1 JBL Flip 6 .....	48
3.2 Sony ULT FIELD 1 .....	50
3.3 Rockville ROCK EVERYWHERE .....	52
3.4 JBL Clip 4 .....	54

## Capitolo 4

<b>Tabella Esigenziale:</b> Linee Guida di Progettazione .....	56
--	----

4.1 Definizione .....	58
4.2 Tabella esigenziale .....	59
4.3 Descrizione delle classi esigenziali .....	61

## Capitolo 5

<b>Produzione:</b> Strato per strato .....	64
--	----

5.1 La prototipazione rapida .....	66
Introduzione della stampa 3d .....	66
Materiali utilizzati .....	68
Prototipazione rapida .....	70
Classificazione dei prototipi .....	72
5.2 Tecnologie additive e Open Design .....	74
Limiti della produzione rapida .....	74
Applicazione nell'Open Design .....	75
5.3 Fused Deposition Modelling (FDM) .....	77
5.4 Stereolithography (SLA) .....	82
5.5 Multi Jet Fusion (MJF) .....	86
5.6 Tabella Confronto .....	92

## Capitolo 6

<b>Progetto:</b> Dall'Idea alla sua Realizzazione .....	94
---	----

6.1 Definizione del concept .....	96
Esigenze dell'utenza .....	97
Esigenze tecniche .....	100
Limiti e vantaggi dell'open design .....	101
6.2 Moodboard .....	102
6.3 Sketching .....	104
6.5 Componenti, elettronica e circuiti .....	106
Componenti elettroniche e aggiuntive .....	106
Schema circuiti .....	114
6.6 HOLD .....	116
6.7 Assemblaggio .....	130
6.8 Documentazione fotografica .....	148

<b>Conclusioni</b> .....	162
--------------------------	-----



## Introduzione

La seguente tesi si concentra sullo sviluppo di un altoparlante Bluetooth da arrampicata progettato seguendo i principi dell'Open Design. La ricerca si apre con un approfondimento sulla storia, i contesti e le gestualità legati a questa disciplina sportiva, arricchito da un'analisi degli aspetti psicologici e sociali della musica, mettendo in luce il suo potenziale impatto positivo.

Successivamente, la tesi analizza la storia dell'Open Design, una filosofia progettuale che è stata al centro del progetto e ne ha guidato ogni fase. L'obiettivo principale è stato creare un prodotto accessibile e liberamente modificabile per tutti gli utenti, promuovendo un approccio di progettazione aperta e condivisa. Per questo motivo, l'analisi e la selezione di tecnologie additive adatte alle necessità progettuali sono risultate fondamentali sia per la realizzazione dell'altoparlante sia per concretizzare i concetti di questa filosofia progettuale.

La ricerca prosegue con un'esplorazione dei casi studio riguardanti altoparlanti già presenti sul mercato, con l'obiettivo di identificare le caratteristiche e le funzionalità in grado di supportarci durante la progettazione. Questi spunti sono stati utilizzati per elaborare una tabella esigenziale, utile a guidare lo sviluppo del

prodotto nelle fasi successive. Il capitolo sulla produzione si concentra invece sulla prototipazione rapida e sulle tecnologie additive, includendo l'analisi e la sperimentazione di diverse tecniche di stampa 3D, con una valutazione dei relativi vantaggi e svantaggi, e con l'obiettivo di ottimizzare al massimo tali tecnologie per riuscire a raggiungere degli standard di qualità il più elevati possibili.

Infine, nell'ultimo capitolo, viene presentato il cuore del progetto, denominato HOLD, partendo dalla definizione del concept iniziale fino alla sua realizzazione. Nelle ultime pagine, abbiamo deciso, in linea con la filosofia dell'Open Design, di condividere liberamente tutte le informazioni necessarie per consentire la replica del progetto e, se desiderato, l'apporto di modifiche utili al suo miglioramento. Questo include un elenco completo delle componenti necessarie e una descrizione dettagliata delle istruzioni di montaggio, pensata per guidare l'utente passo dopo passo.



# CAPITOLO 1

**Tra Roccia e Cielo:** Uno studio dell'arrampicata e dei suoi scenari





## 1.1 — Nascita e storia dell'arrampicata

Per poter avviare la fase di progettazione, è essenziale prima esaminare l'evoluzione storica dell'arrampicata e dell'alpinismo, ripercorrendo le tappe principali, dalle prime esplorazioni fino ai giorni nostri. Questo processo permette di osservare i cambiamenti, le innovazioni tecniche e gli spostamenti di focus che hanno segnato queste discipline nel corso dei secoli.

### INTRODUZIONE

L'alpinismo e l'arrampicata sono discipline strettamente collegate sin dalle loro origini, risalenti al XIX secolo. La scalata, che nel 1840 ricevette il nome di "varappe" in Francia, sulle Prealpi del Salève (Le Comte, 2008), è spesso considerata una preparazione all'alpinismo. Tuttavia, in alcune regioni, l'arrampicata su roccia, nelle sue forme più primitive, è stata praticata come attività autonoma. Entrambe le attività si sono sempre basate su principi etici, anche se questi non sono mai stati formalizzati e che sono state tramandate di generazione in generazione come guida per tutti gli arrampicatori, dando a queste discipline una posizione unica nel mondo dello sport.

### LE MONTAGNE NELL'IMMAGINARIO COLLETTIVO

Sin dall'alba dei tempi, le montagne sono parte integrante del paesaggio, punti di riferimento permanenti all'orizzonte. Studi paleontologici hanno dimostrato che le valli e i passi montani più accessibili sono stati abitati sin dai primi insediamenti umani. Queste zone sono sempre state importanti per le vie di comunicazione e il commercio, anche nei periodi più freddi. La mummia di Ötzi, rinvenuta in una fessura del ghiacciaio tirolese, ne è la prova evidente: l'uomo ha frequentato queste zone anche nella preistoria. Sui picchi più alti, invece, la situazione è sempre stata molto diversa. Le cime, luoghi sterili e inospitali, sono da tempo associate nell'immaginario collettivo a poteri soprannaturali (fate, draghi, esseri malvagi) ritenuti responsabili di numerose catastrofi che periodicamente colpiscono le valli (inondazioni, valanghe, frane, ecc.). [\[1\]](#)

Dal XVIII secolo, la diffusione degli stili di vita urbani ha cominciato a trasformare l'immagine che le élite istruite avevano delle montagne. Queste nuove sensibilità, promosse dai filosofi dell'Illuminismo e dai pre-Romantici, hanno segnato una nuova era nel rapporto tra l'uomo e le montagne. Le opere di Jean-Jacques Rousseau e di Albrecht von Haller hanno contribuito a diffondere questa nuova ammirazione per le cime e i ghiacciai delle Alpi e dei Pirenei, presentandoli come oggetti di contemplazione.

[1](#) Ludovic Seifert, 2017, *The Science of Climbing and Mountaineering*, Peter Wolf, Andreas Schweizer, pp 1-3



Caspar David Friedrich, *Wanderer Above the Sea of Fog*.

*“The task I had set myself could only be performed in absolute isolation; it called for long and tranquil meditations, which are impossible in the bustle of society life.”*

Jean-Jacques Rousseau, *Meditations of a Solitary Walker*

La curiosità degli europei si è quindi rivolta verso valli e pascoli abitati, spingendoli a visitare regolarmente queste zone rustiche, ad andare in escursione e ad ammirare i paesaggi pittoreschi. Ciò ha gettato le basi per una nuova forma di turismo aristocratico e mondano.

### STORIA DELL'ARRAMPICATA E IL SUO SVILUPPO NEL TEMPO

Alpinismo e arrampicata sono strettamente legati fin dalle loro origini, risalenti all'inizio del XIX secolo. In alcuni aspetti, sono unici nel mondo dello sport in quanto praticati senza regole formali o arbitri. Entrambe le attività hanno affrontato nel tempo diversi cambiamenti nell'approccio alla disciplina e sfide radicali come gli sviluppi in altre sottocategorie o l'introduzione di varie innovazioni tecniche di arrampicata. Queste ultime hanno spesso causato disaccordi tra gli alpinisti sulla questione fondamentale di ciò che costituisce una pratica legittima. I tentativi di standardizzare le pratiche di arrampicata hanno dato luogo a notevoli controversie sul fatto che tali progressi avrebbero potuto trasformare l'arrampicata in uno “sport come gli altri”, privandolo per sempre del suo status d'élite. [2]

La controversia è riemersa negli anni '60 con la creazione di muri artificiali, una questione fortemente criticata da molti come una distorsione tecnologica dello sport o un tentativo grossolano di renderlo accessibile a tutti. Sebbene i dibattiti di oggi abbiano as-

2 Beifeng ZHU, Ruizhi CHEN, Yuan LI, 2021, *The Origin and Early Evolution of Rock Climbing*, pp 662-664.



sunto forme diverse, persistono ancora, come dimostra il disaccordo di molte persone nel controverso progetto di fare dell'arrampicata uno sport olimpico.

L'arrampicata sportiva nasce ufficialmente il 5 luglio 1985, quando i migliori climber si riunirono in Valle Stretta, a Bardonecchia, per stabilire chi fosse il più abile a scalare, in una competizione che metteva da parte il rischio per esaltare la pura difficoltà. L'anno seguente, ad Arco, prese vita il RockMaster, una manifestazione che sarebbe presto diventata un evento di culto. Le competizioni ottennero un successo internazionale, venendo trasmesse in sette paesi e seguite dal vivo da 10.000 spettatori. [3]

Oggi l'arrampicata ha subito una notevole evoluzione, diventando uno sport globale praticato sia in natura che in strutture indoor. Inoltre le discipline di arrampicata si sono diversificate in numerose specialità: via ferrata, speed climbing, arrampicata su ghiaccio, arrampicata sportiva in falesia, dry-tooling, indoor climbing, bouldering e arrampicata sportiva su vie lunghe. La diversificazione delle pratiche ha allargato lo spettro delle motivazioni che spingono gli scalatori: alcuni cercano di superare i propri limiti, altri trovano nell'arrampicata una pratica meditativa e contemplativa. Infine, l'arrampicata sportiva ha fatto il suo esordio sul palcoscenico olimpico durante i Giochi Olimpici Giovanili di Buenos Aires nel 2018. Successivamente, ha fatto il suo debutto ufficiale alle

3 <https://www.federclimb.it/l-arrampicata-sportiva/storia.html>

Olimpiadi di Tokyo 2020, entrando a pieno titolo nel programma olimpico come nuova disciplina. [4] Questo importante traguardo ha contribuito ad accrescere rapidamente l'interesse e il numero di appassionati in tutto il mondo, portando l'arrampicata sportiva a farsi conoscere e apprezzare da un pubblico sempre più vasto.



*Tokyo 2020, Sport Climbing*

4 <https://olympics.com/it/paris-2024/sport/arrampicata-sportiva>

## 1.2 — Ergonomia e gestualità del climber

In parole semplici l'arrampicata consiste nel superare un ostacolo, che sia una parete rocciosa oppure un pannello artificiale. La parete presenta varie sporgenze, chiamate prese. Il percorso da seguire è denominato via e ogni via ha un proprio livello di difficoltà, che dipende dai movimenti richiesti dalle prese. Questi movimenti possono essere più o meno energetici o complessi, in base all'inclinazione della parete, alla dimensione e forma delle prese, alla loro distanza e al loro posizionamento.

### INTERAZIONE TRA UOMO E AMBIENTE

Ogni climber ha i propri limiti muscolari, la propria conoscenza dei movimenti e preferenze, il che rende la percezione della difficoltà di una via soggettiva. Tuttavia, una scala di difficoltà comune per le vie di arrampicata può essere stabilita attraverso la media delle percezioni individuali di un gruppo di scalatori. Per una via specifica e per un arrampicatore specifico, il problema consiste nel trovare la sequenza di movimenti che permetta all'arrampicatore di raggiungere l'ultima presa; questo è definito un "problema" di arrampicata. [5] Ogni problema di arrampicata ha diverse soluzioni, che possono essere più o meno atletiche o richiedere più o meno flessibilità. Se l'arrampicatore affronta la via al massimo

del suo livello, allora avrà una sola soluzione per completarla con successo. Questo perché nel momento in cui un climber professionista affronta una via molto difficile deve calibrare al millimetro come il corpo si muove sulla parete e ogni movimento deve essere effettuato perfettamente per poter completare la via. Quindi le soluzioni per completare tale via saranno una, o al massimo due, ma si differenzieranno comunque per piccoli movimenti o posizioni differenti.



*Silence, World's Hardest Route 9c, Adam Ondra*

5 Simon Courtemanche, *Analysis and Simulation of Optimal Motions in Rock Climbing*, 2014, pp 6-10. <https://theses.hal.science/tel-01395561>



## TIPOLOGIE DI PRESE

Risolvere un problema di arrampicata significa trovare la sequenza di movimenti necessaria per arrampicarsi su un determinato set di prese. La forma delle prese influisce drasticamente sui movimenti eseguiti dal climber per risolvere il problema proposto. La differenza tra una buona e una cattiva presa risiede nel numero di muscoli necessari per poterla afferrare e nella quantità di forza che questi muscoli devono generare.

Ad esempio, se la presa è sufficientemente buona da permettere alla mano di essere in contatto con il palmo, ciò aumenta le forze di attrito e allevia il lavoro dei muscoli che attivano le punte delle dita. Al contrario, se solo le punte delle dita sono in contatto con la presa, l'arrampicatore dovrà fare maggiore affidamento sui muscoli delle dita per utilizzarla. Di conseguenza, il climber tende a evitare prese che richiedono una maggiore forza di presa rispetto ad altre, e quindi i movimenti del corpo osservati durante l'arrampicata sono influenzati dal tipo di prese disponibili. [6]

Nell'immagine sono rappresentate diverse prese d'arrampicata. Bisogna ricordare che queste sono solo alcune tipologie di prese e che ci possono essere variazioni differenti per ognuna di esse.



**1.** La presa Jug (Maniglia) è grande e comoda, facile da afferrare, come una maniglia che si può avvolgere completamente con le dita.



**2.** La presa Pinch (a Pizzico) richiede di stringerla da entrambi i lati usando pollice e dita. Risulta essere l'ideale per sviluppare la forza delle dita e della mano e viene spesso utilizzata in vie più impegnative.



**3.** La presa Edge (Spigolo) è piatta e stretta quindi è necessario afferrarla solo con la punta delle dita. Risulta comune su vie più tecniche.



**4.** Lo Sloper (Arrotondata) è grande presa rotonda senza un bordo definito, quindi si affida alla frizione e alla presa aperta della mano. Serve a sviluppare forza e migliorare il posizionamento del corpo, specialmente su pareti a strapiombo o superfici inclinate.

6 <https://www.uncarvedblock.com.au/page/glossary>

## CONTESTI E GESTUALITÀ

Dopo aver analizzato l'ergonomia nell'arrampicata, cioè l'interazione tra l'essere umano e l'ambiente in cui opera, abbiamo approfondito i contesti principali e le gestualità tipiche del climber. Per farlo, ci siamo concentrati sugli aspetti più rilevanti di una giornata tipo in falesia, individuando quelli che potessero essere utili come riferimento per la progettazione.

CONTESTI:

### Avvicinamento

Con “avvicinamento” nel mondo dell'arrampicata ci si riferisce al percorso che si compie dal punto di partenza, solitamente dal sentiero o dal parcheggio, fino alla base della via di arrampicata che si intende affrontare. Rappresenta il preludio all'evento principale, durante il quale ci si prepara mentalmente e fisicamente, assicurandosi di raggiungere la roccia in sicurezza. La maggior parte delle aree di arrampicata tradizionale richiede una camminata per raggiungere la base. Questa può essere una passeggiata tranquilla o una camminata impegnativa, che può durare anche ore attraverso terreni accidentati. Invece, in alcuni casi, potrebbe essere necessario combinare la camminata con elementi di arrampicata. Questi avvicinamenti richiedono di avere buone capacità di orientamento e una particolare attenzione

per trovare la strada corretta. Che la camminata sia veloce, o che duri anche svariate ore, durante un avvicinamento è sempre necessario dover trasportare tutta l'attrezzatura per scalare dalla partenza fino alla base, quindi è necessario organizzarsi in modo efficace per poter camminare senza difficoltà. Per questo è importante avere dell'attrezzatura che si inserisca facilmente nello zaino o che si possa appendere al di fuori di esso.

### Riposo

Ogni sforzo su un problema o una via di arrampicata consuma energia immagazzinata nel nostro corpo. Quando quella energia è esaurita, e ci si sente affaticati, le performance iniziano a diminuire. Per mitigare questo affaticamento il riposo diventa un fattore decisivo. Spesso i climber meno esperti sottovalutano l'importanza del riposarsi tra un tentativo e un altro e tendono a continuare a provare una determinata scalata fino all'esaurimento delle loro forze. Al contrario è necessario dover riposare anche per svariate minuti per poter affrontare, al meglio delle proprie condizioni fisiche e mentali, una scalata. [7] Il riposo crea anche un momento di socialità collettiva, spesso fondamentale per la motivazione di un climber, durante il quale si discutono gli errori commessi e si condividono suggerimenti su come migliorare la scalata.



## GESTUALITÀ:

**Aggancio dei rinvii in parete**

I rinvii sono degli strumenti che danno la possibilità di bloccare la corda ad una parete, attraverso gli ancoraggi (anche chiamati "spit") già presenti durante la salita. I rinvii sono costituiti da due moschettoni uniti tra loro da una fettuccia. Dei due moschettoni del rinvio, uno è generalmente impiegato per l'aggancio alla parete, l'altro ospita la corda. Il moschettono destinato all'ancoraggio ha una leva dritta, ossia il componente che ne consente l'apertura. Al contrario, quello che ospita la corda, ha una leva curva per rendere più semplice l'inserimento manuale della corda. La gestualità coinvolta nel fissare un rinvio a parete e, successivamente, il moschettonaggio della corda, ossia far passare la corda nel secondo moschettono, può risultare difficoltosa per climber alle prime armi. Per questo è un movimento che bisogna allenare prima di poter iniziare a scalare da primi una via. [8]

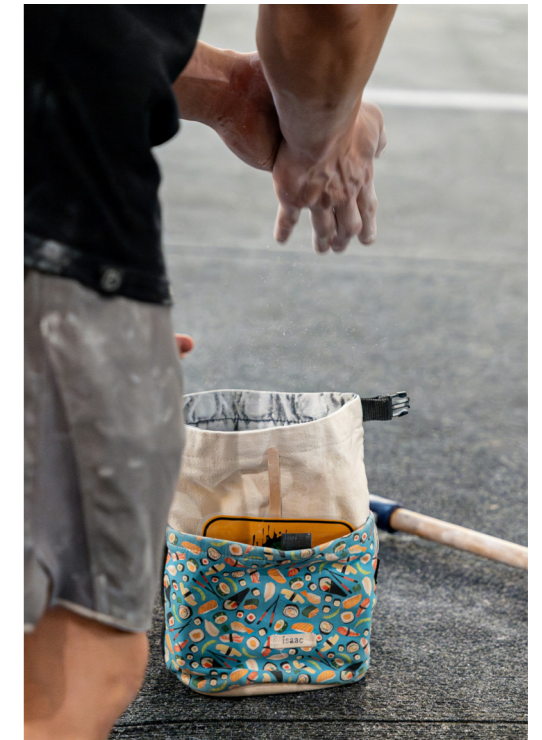
**Uso della magnesite**

Un altro fattore che influenza i movimenti in arrampicata è l'uso della magnesite, un composto in polvere che serve ad eliminare il sudore dalle mani e aumentare l'aderenza sulle prese. Infatti, mentre effettuiamo uno sforzo a causa dell'arrampicata, le mani tendono a sudare, riducendo il coefficiente di attrito con le prese, e rendendo la salita più difficile.

Questo problema viene spesso risolto portando con sé un sacchetto di magnesite, attaccato dietro l'imbrago. Quando le mani sudano, l'arrampicatore le immerge una alla volta nel sacchetto per asciugarle con la magnesite. [9] È importante considerare che la magnesite viene solitamente venduta come una polvere molto sottile. Questa sua caratteristica la porta a sporcare con molta facilità tutto ciò con cui viene a contatto, e tende a raggrupparsi in particolare negli spazi ristretti e nelle fessure.



Aggancio della corda ad un rinvio



Sacchetto di magnesite

8 <https://www.petzl.com/IT/it/Sport/Posizionamento-del-rinvio-e-moschettonaggio-della-corda>

9 <https://www.oliunid.it/blog/magnesite-per-l-arrampicata-se-la-conosci-la-usi>

### 1.3 — Analisi spazi, luoghi e condizioni

Prima di poter iniziare ad entrare nella fase di progettazione è necessario innanzitutto procedere con una fase di analisi e comprensione di quelli che sono gli spazi e ambienti in cui viene praticato questo sport. Escluderemo tuttavia gli ambienti tipici di discipline come l'alpinismo tradizionale e l'arrampicata sportiva su vie lunghe, poiché queste attività sono praticate prevalentemente da professionisti con anni di esperienza. Ci concentreremo quindi esclusivamente sulle discipline che risultano accessibili a un pubblico più ampio e variegato, comprendendo sia principianti che appassionati di livello intermedio.

#### SPAZI E LUOGHI

L'arrampicata si pratica in una varietà di ambienti, ciascuno con caratteristiche uniche che vanno ad influenzare l'esperienza e le sfide dei climbers. Le principali categorie sono: l'arrampicata indoor e l'arrampicata outdoor. [10]

L'**arrampicata indoor** avviene in palestre attrezzate con muri artificiali e prese di vario tipo, che permettono di allenarsi in un ambiente controllato e sicuro, indipendentemente dalle condizioni meteorologiche. Le pareti della palestra

indoor, inoltre, possono simulare la pendenza delle pareti di roccia, risultando così più o meno inclinate o più o meno strapiombanti. Le prese possono distinguersi anche per colore, dei "percorsi" riconoscibili che l'arrampicatore possa poi seguire. La palestra indoor è infine il luogo dove è possibile disputare le competizioni di arrampicata.



Esempio di palestra indoor - Pacific Pipe, USA

10 <https://gripped.com/profiles/20-differences-between-indoor-and-outdoor-climbing/>



L'**arrampicata outdoor**, invece, si svolge in natura su pareti di roccia naturale, come falesie, montagne o massi, in ambienti che variano da fitti boschi a spettacolari paesaggi montuosi o costieri. Se nel momento in cui si pratica dell'arrampicata outdoor si è costantemente in un ambiente controllato, al contrario, quando ci si trova in outdoor è importante tenere conto di molteplici variabili. Ad esempio quando ci si trova in falesia è molto più semplice venire a contatto con terra, detriti o acqua. Per questo è importante progettare tenendo conto di questi fattori.



*Esempio di parete outdoor*

## CONDIZIONI

In uno sport con così tante variabili da considerare non dovrebbe sorprendere che le condizioni siano sempre al centro dei pensieri dei climbers. Le condizioni possono essere di cruciale importanza quando si tratta di completare una via, perché possono essere allo stesso tempo un enorme vantaggio o svantaggio. Ma cosa si intende esattamente per "condizioni"? Per condizioni si intendono tutti quei fattori variabili che influenzano le prestazioni di un climber sulla roccia in un determinato giorno. La forma più ovvia è rappresentata dalle condizioni meteorologiche, ma in modo più sottile possono includere anche aspetti come l'alimentazione o lo spessore della pelle. [11]

Di seguito sono elencate alcune condizioni di arrampicata che bisogna sempre tenere in considerazione:

### Temperatura

La temperatura è uno dei principali indicatori delle condizioni di arrampicata, sia positive che negative. La temperatura ideale per arrampicare dipende in gran parte dalla disciplina praticata. La temperatura più bassa alla quale il climber può rimanere caldo durante tutta la lunghezza della salita è probabilmente quella che garantirà la migliore aderenza. In generale, il bouldering si adatta meglio alle temperature più fredde rispetto all'arrampicata con corda, semplicemente a

causa del numero di movimenti coinvolti. Un blocco può essere composto da poche mosse, mentre una via può contenere ben oltre un centinaio di movimenti. Quando si decide quale temperatura sia la migliore per arrampicare, è fondamentale comprendere quale disciplina si sta praticando e cosa comporta quella specifica via. Riconoscere le proprie preferenze è altrettanto importante, poiché una mentalità positiva aumenta notevolmente le possibilità di ascendere una via.

### Umidità

Questa è una condizione che molte persone tendono a non considerare. Man mano che si diventa un arrampicatore più esperto, si comincia a rendersi conto che l'umidità è spesso un indicatore migliore delle prestazioni rispetto alla temperatura, almeno all'interno di una stagione. L'umidità descrive la quantità di acqua contenuta nell'aria. In generale, l'arrampicatore preferisce un'umidità più bassa, indipendentemente dalla disciplina praticata. Il motivo è che maggiore è l'umidità, più bagnate saranno le prese, quindi più scivolose. Anche una presa che sembra asciutta diventa molto umida dopo un paio di tentativi se l'umidità supera il 70%. Ragionevolmente, la soglia per l'alta umidità varia notevolmente a seconda della zona in cui ci si trova. Ad esempio in Italia città come Trieste, Genova, Olbia, Catania, Messina e Reg-

gio Calabria risultano essere le meno umide e non a caso sono tutte città di mare e quindi le più ventose. [12] Si potrà riscontrare un comportamento opposto per quanto riguarda le città lontane dal mare.

### Vento

Come abbiamo appena accennato il vento ha un effetto asciugante sulla roccia. Maggiore è la velocità del vento, maggiore è l'umidità che viene allontanata dalla roccia e più bassa è la temperatura della roccia stessa. Man mano che aumenta la velocità del vento, l'umidità percepita della roccia diminuisce e, spesso, anche l'umidità ambientale generale diminuisce. Questo è utile quando ci si riposa tra i tentativi. Lo svantaggio del vento, specialmente nei mesi più freddi, è che può ridurre la temperatura percepita in modo così significativo da rendere difficile rimanere caldi.

### Pelle

Questa è una di quelle condizioni facilmente trascurabili, ma si dice che una buona pelle, su una roccia di qualità, possa influenzare le prestazioni di arrampicata di un grado intero. Questo aneddoto può essere fuorviante, ma il concetto fondamentale è che una pelle spessa aiuta l'arrampicatore a gestire il muro in modo più efficace. La ragione principale è che una pelle resistente consente all'atleta di affondare



le dita nelle caratteristiche della roccia senza avvertire eccessivi strappi o dolore. In questo senso, se la pelle è dura e spessa, la resistenza alla trazione delle punte delle dita può facilitare l'uso della leva necessaria per afferrare le stesse prese.

Inoltre, una pelle robusta consente al climber di effettuare più tentativi in una sessione, poiché riduce la sensazione di affaticamento e bruciore.



*Mani del celebre climber Adam Ondra*

## 1.4 – Comportamento sociale e aspetti psicologici

Per comprendere meglio alcuni aspetti fondamentali, utili per le successive scelte di progettazione, è necessario analizzare la funzione e gli effetti a livello psicofisico del suono, nonché della musica, sull'uomo e la conseguente influenza che questi hanno sulla persona.

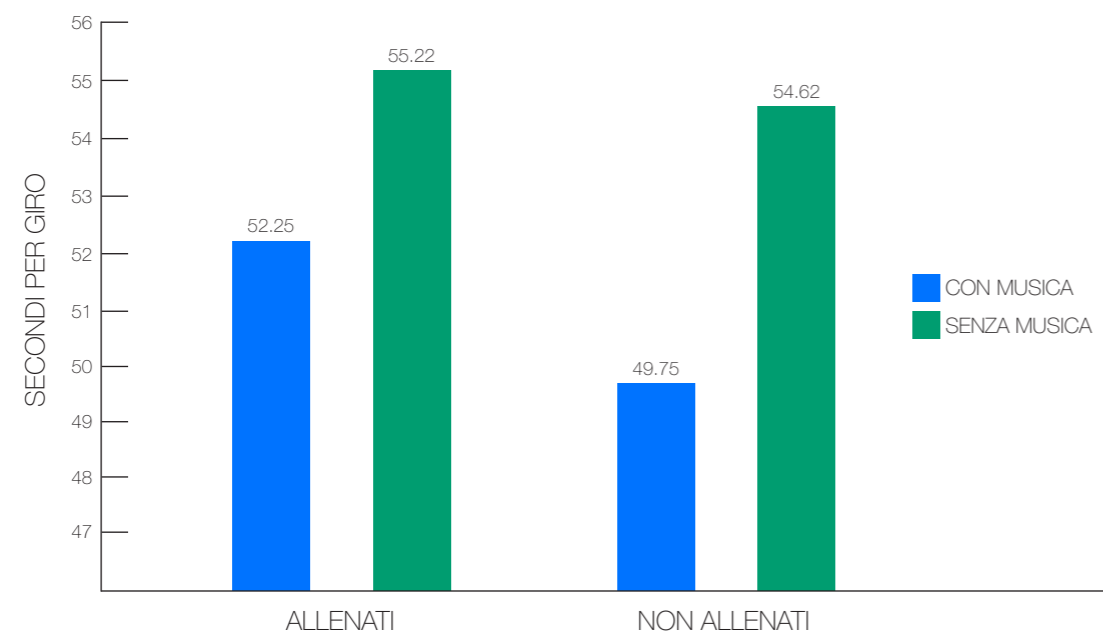
La musica è presente in ogni età dell'uomo e in ogni cultura, dalla nascita fino alla vecchiaia, questa accompagna l'essere umano nelle sue attività, lo aiuta a esprimere le sue emozioni, fungendo da stimolo. Il legame tra musica e medicina affonda le sue radici nella storia dell'umanità e grazie alla neuroscienza abbiamo una comprensione sempre più approfondita di come il suono e la pratica musicale influenzano il nostro cervello. Ascoltare o suonare un brano musicale attiva una complessa rete cerebrale, coinvolgendo funzioni cognitive come percezione, memoria, attenzione e linguaggio. Grazie agli studi di neuroscienze sappiamo che la plasticità del cervello, stimolata dalla musica, si traduce in un miglioramento delle capacità cognitive. [13]

La musica influisce, oltre che sui processi cognitivi, anche in quelli sensori-motori e psico-emotivi, aiutando a coordinare i movimenti ripetitivi durante l'esercizio. Studi hanno mostrato che il ritmo

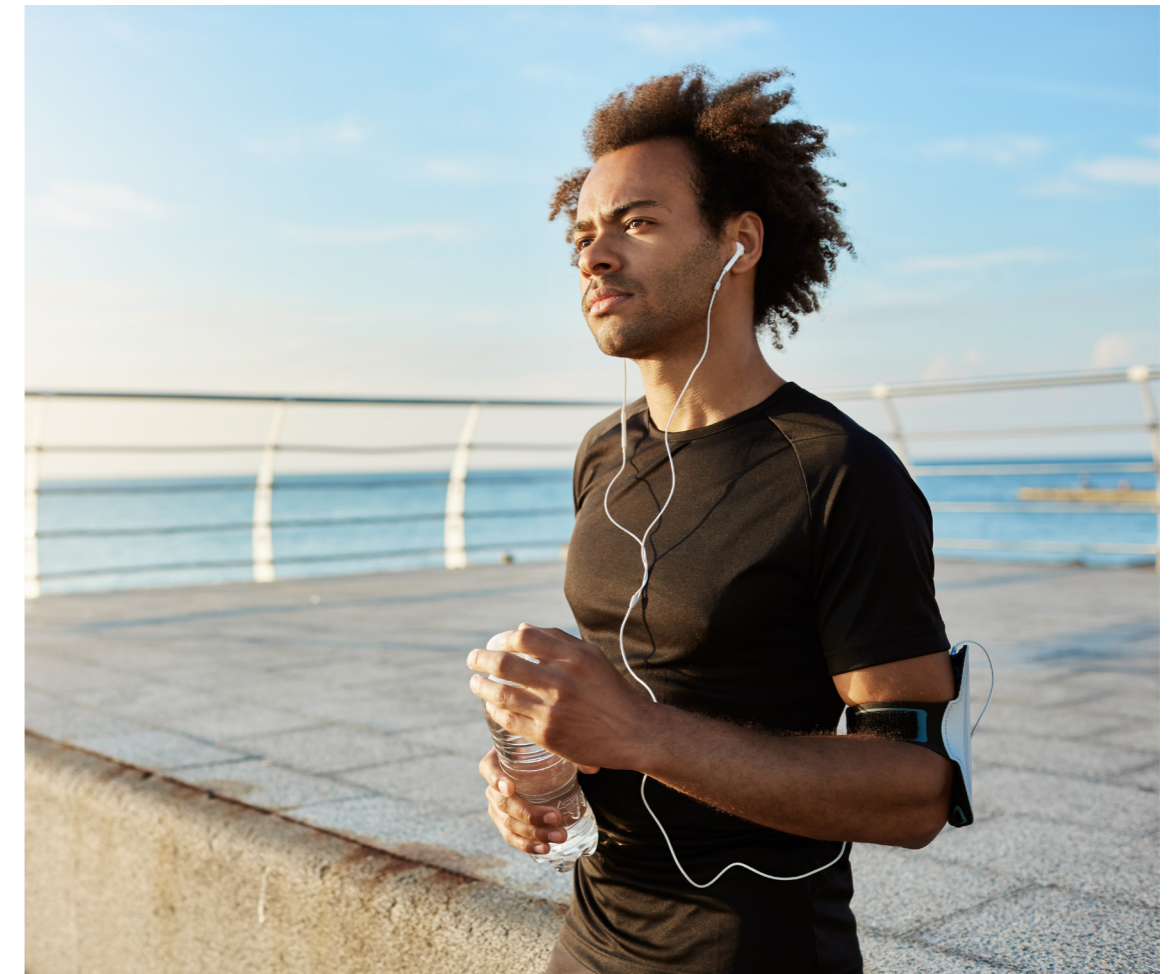
13 Clark, I. N., Baker, F. A., & Taylor, N. F., 2015, *The modulating effects of music listening on health-related exercise and physical activity in adults: A systematic review and narrative synthesis*. *Nordic Journal of Music Therapy*, 25(1), pp 76-104

musicale influenza i movimenti del corpo e attiva aree cerebrali legate alla motivazione e alla ricompensa, migliorando le emozioni durante l'esercizio.

Uno studio del 2000 ha cercato di determinare l'effetto della musica sulla frequenza cardiaca e sul ritmo del giro durante una corsa di 20 minuti a ritmo libero da parte di 12 partecipanti maschi di età compresa tra 18 e 23 anni, divisi in gruppi allenati e non allenati. La musica ha avuto un impatto evidente sul ritmo di corsa di entrambi i gruppi, mentre le differenze nella frequenza cardiaca e nella percezione dello sforzo sono state riscontrate solo nel gruppo non allenato. [14]



14 <https://thesportjournal.org/article/effects-music-has-on-lap-pace-heart-rate-and-perceived-exertion-rate-during-a-20-minute-self-paced-run/>



La musica è comunemente incorporata nei regimi di allenamento degli atleti amatoriali e agonisti. Infatti specifiche modalità di esercizio suscitano diverse risposte fisiologiche e la musica modula molte di queste risposte (ad esempio, frequenza cardiaca o l'attivazione muscolare) spesso portando a prestazioni migliori. [15]

15 <https://www.istitutopsicoterapie.com/il-potere-della-musica-e-la-sua-applicazione-terapeutica-la-musicoterapia/>



## I BENEFICI PSICOLOGICI

Oltre che ad un miglioramento delle prestazioni fisiche, ascoltare musica durante l'esercizio può anche avere un impatto positivo sui cambiamenti psicologici (ad esempio, umore, motivazione) e psicofisiologici (ad esempio, tasso di sforzo percepito, eccitazione), che possono consentire risposte favorevoli. La musica ha influenzato storicamente emozioni e comportamenti, giocando un ruolo significativo in competizioni e conflitti culturali. Negli ultimi decenni, l'interesse per l'effetto della musica sulle prestazioni sportive è aumentato, in particolare durante eventi come le Olimpiadi. [16]

## L'ARRAMPICATA E LA MUSICA

La musica non agisce solo sul singolo, ma anche in situazioni di gruppo andando a creare legami tra le persone, favorendo situazioni di coesione di gruppo in diverse forme creando un senso di appartenenza e condivisione. L'arrampicata può essere considerata a tutti gli effetti uno sport sociale e collaborativo, poiché viene solitamente praticata in contesti di gruppo. La natura stessa di questa disciplina richiede infatti un'interazione costante con altre persone, non solo per motivi di sicurezza, ma anche per migliorare le proprie prestazioni. Spesso, infatti, confrontarsi con altri arrampicatori diventa fondamentale per trovare il modo più efficiente di risolvere una via o superare una determinata difficoltà. Ed è

proprio in questi contesti di gruppo la musica può servire come un potente strumento di comunicazione, esprimendo sentimenti e stati d'animo che potrebbero essere difficili da comunicare a parole. La musica permette di rafforzare questa dimensione collaborativa arricchendo l'esperienza sportiva, e creando quindi un ambiente di supporto reciproco e stimolando una continua crescita tecnica e personale.

---

16 <https://www.scientificamerican.com/article/psychology-workout-music/>







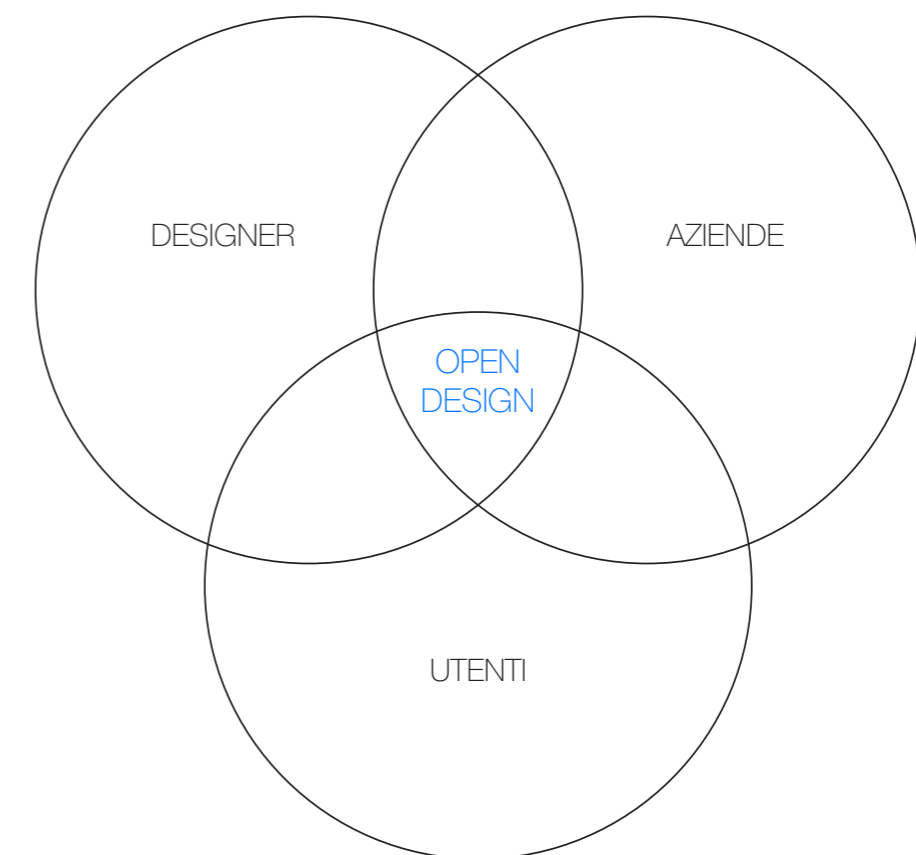
## 2.1 – Definizione di Open Design

L'open design è un fenomeno emerso alla fine degli anni '90 e si basa sullo sviluppo di prodotti fisici, macchine e sistemi attraverso l'uso di informazioni di design condivise pubblicamente. Il processo è generalmente facilitato dall'uso di Internet e realizzato senza nessun compenso monetario. Gli obiettivi e la filosofia di questo movimento sono gli stessi del movimento open-source, ma applicati allo sviluppo di prodotti fisici piuttosto che di software. L'open design è una forma di co-creazione, in cui il prodotto finale viene progettato dagli utenti stessi, anziché da un'azienda o un altro soggetto esterno. Questo fenomeno, inizialmente, è stato definito open design o open hardware. [17]

In questa tesi, optiamo per il termine "Open Design" poiché esso, oltre a essere un termine più diffuso nel mondo accademico, descrive in modo più completo il processo di sviluppo del prodotto, al contrario di "Open Hardware", il quale si focalizza principalmente sullo sviluppo di componenti elettroniche.

Per progetti di open design si intendono quindi quei progetti di design che permettono agli utenti di avere influenza o accesso al processo di progettazione. Questo può variare dalla semplice documentazione pubblica del processo di design, per consen-

tire ad altri di apprendere da esso, alla co-creazione di piccole parti del prodotto, fino al design completamente open-source, in cui qualsiasi persona qualificata può contribuire, influenzare e imparare dal design e dal processo stesso. [18]



17 [https://en.wikipedia.org/wiki/Open-design\\_movement](https://en.wikipedia.org/wiki/Open-design_movement)

18 <https://prototypr.io/post/what-is-open-design>

## 2.2 — Origine e storia dell'Open Design

L'open design pone le sue basi nel movimento informatico dell'open source. Un software open source è un software sviluppato e gestito attraverso collaborazione aperta e reso disponibile, in genere gratuitamente, affinché chiunque possa utilizzarlo, esaminarlo, modificarlo e ridistribuirlo come preferisce. Il concetto di condivisione gratuita delle informazioni nell'ecosistema tecnologico esisteva però molto prima della nascita dei computer. Ad esempio nel settore automobilistico, già nel 1911, Henry Ford fondò la Motor Vehicle Manufacturer Association e permise la condivisione dei brevetti senza scambio monetario, portando a un'enorme proliferazione di innovazione e all'accelerazione del settore. [19]

Ma è solamente con l'avvento di Richard Stallman che si pongono le vere fondamenta di questo movimento nel campo dell'informatica. Nel 1983, egli lanciò il Progetto GNU per sviluppare un sistema operativo completamente libero, dando il via all'idea di un software accessibile e modificabile da chiunque, nonostante egli non fosse un grande sostenitore della filosofia open source. Nel 1985, fondò invece la Free Software Foundation (FSF), un'organizzazione dedicata alla promozione e alla tutela del software libero. [20]

“Il software libero è una questione di libertà, non di prezzo. Per comprendere il concetto, dovrete pensare a "libero" come a "libertà di parola", non come a "birra gratis".

- **Richard Stallman**

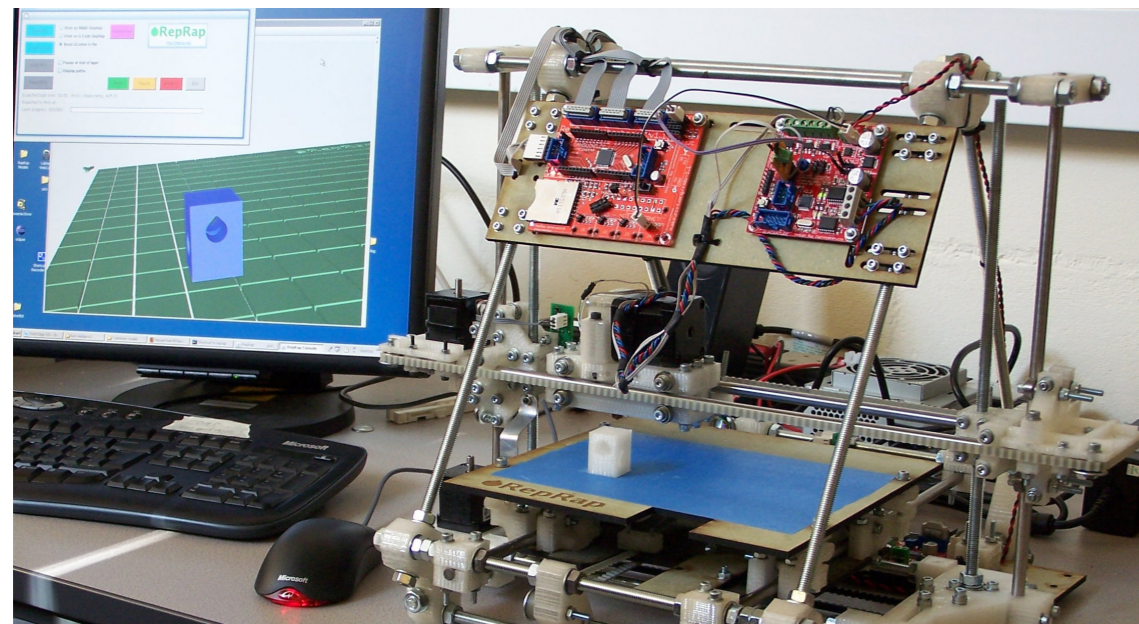
---

19 <https://www.btw.so/it/blog/history-of-open-source-software/>  
20 <https://www.ibm.com/it-it/topics/open-source>



## ESEMPI DI OPEN DESIGN

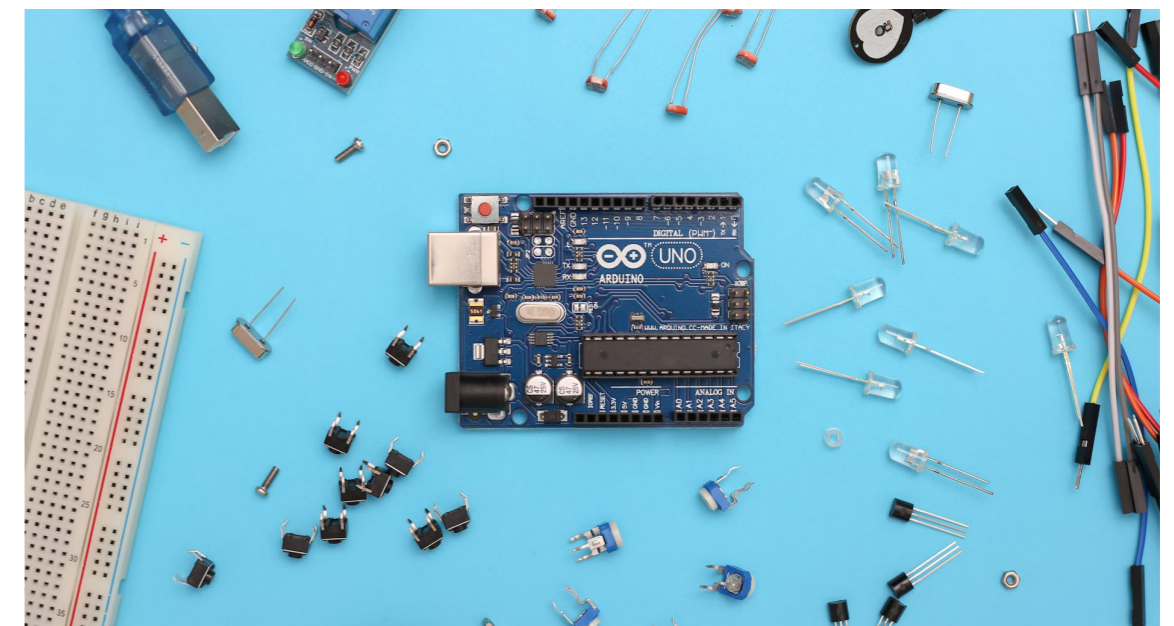
Solo nel 1999 è possibile ritrovare la prima applicazione del modello open source ai prodotti fisici quando viene avviato, da Markus Merz, il progetto OScar. Il progetto mirava a completare un design automobilistico attraverso la collaborazione virtuale, promuovendo accesso libero e decisioni democratiche. Un'altra applicazione nota è invece quella della stampante 3d RepRap, progetto avviato nel 2004 da Adrian Bowyer, che mirava a sviluppare una stampante 3D che producesse da sé la maggior parte dei suoi stessi componenti e che riducesse significativamente i costi rispetto alle stampanti commerciali. [21]



RepRap V2, Adrian Bowyer

21 Christina Raasch, Cornelius Herstatt, Kerstin Balka, 2009, *On the open design of tangible goods*

Un esempio più recente è la chitarra Zoybar, un kit open-source che è possibile assemblare autonomamente, con parti modulari che possono essere disposte in molte combinazioni diverse per creare strumenti di forme varie. Questo approccio consente agli utenti di personalizzare il proprio strumento, stimolando la creatività e l'innovazione nel design e nella musica. [22]



Arduino UNO

Se questi ultimi esempi sono progetti guidati esclusivamente dalla comunità di appassionati di progettazione, tra i progetti aziendali di maggiore importanza ci sono Arduino [23], una scheda elettronica open-source, e Local Motors, un'auto registrata sotto licenza Creative Commons e prodotta in officine distribuite.

22 <https://zoybar.net/about-zoybar/>

23 <https://blog.arduino.cc/2021/12/09/one-board-to-rule-them-all-history-of-the-arduino-uno/>

## 2.3 — Collocazione del progetto in un contesto di Open Design

Nella nostra analisi, lo speaker che intendiamo sviluppare non si colloca in un segmento dominato dai grandi marchi dell'audio, i quali operano con strategie che solo brand di rilievo possono adottare. Questi grandi attori, come ad esempio JBL, sono in grado di creare app compatibili con i loro dispositivi, sviluppare software preinstallati per la regolazione audio, e progettare componenti su misura per ottimizzare l'utilizzo dello spazio interno, offrendo più funzionalità innovative, come la possibilità di connettere più dispositivi allo speaker o collegare più speaker tra loro.

Il nostro speaker, attualmente in fase concettuale, si distingue per l'intento di rivolgersi a un mercato di nicchia, ispirandosi profondamente ai principi della filosofia open source. A differenza di molte proposte presenti sul mercato tradizionale, non abbiamo l'obiettivo di lanciare un prodotto già completamente definito e chiuso. Al contrario, il nostro approccio si basa sull'idea di un progetto di open design, che apre le porte a una partecipazione attiva da parte degli utenti. Vogliamo offrire agli utenti l'opportunità di contribuire allo sviluppo e alla personalizzazione del dispositivo, progettando uno speaker che possa essere realizzato da loro stessi, e concedendogli la possibilità di migliorarlo ulteriormente. Per questo motivo, nei capitoli successivi, sarà di particolare rile-

vanza la stampa 3D, poiché questa tecnologia è l'unica che consente la produzione di componenti plastiche a livello consumer, rendendo il progetto il più possibilmente accessibile a tutti.

Per concludere la nostra visione si rivolge a una comunità che non cerca solo le soluzioni preconfezionate e standardizzate proposte dai grandi marchi, ma piuttosto valorizza l'accessibilità, la sperimentazione e la libertà di personalizzare il prodotto in base alle proprie necessità.



# CAPITOLO 3

**Casi Studio:** Esplorazione  
del mercato





## 3.1 — JBL Flip 6

### DESCRIZIONE

Lo speaker bluetooth JBL Flip 6 è uno degli speaker top di gamma di JBL, uno dei migliori marchi nel settore. È uno speaker portatile Bluetooth senza fili che permette di riprodurre musica con un suono stereo potente, nitido e dai bassi profondi. La connettività Bluetooth consente di collegare allo speaker fino a due smartphone o tablet in modalità wireless e con l'app JBL Portable si può ottimizzare l'esperienza audio. L'azienda assicura fino a 12 ore di riproduzione con una sola carica grazie alla sua batteria molto capiente. Presenta un design gradevole, portatile e impermeabile, e grazie alla certificazione IP67, risulta completamente impermeabile e resistente ad acqua e polvere. Le dimensioni sono piuttosto contenute e la scocca è realizzata con materiale riciclabile. [24]

### FOCUS SUGLI ASPETTI UTILI ALLA PROGETTAZIONE

- **Potenza di 30W RMS ( 20W RMS Subwoofer + 10W Tweeter)**
- **Batteria con un'autonomia che arriva fino a 12h**
- **Resistenza ad acqua e polvere con certificazione IP67**

24 <https://www.jblstore.it/products/jbl-flip-6>



### SPECIFICHE TECNICHE

<b>Bluetooth</b>	5.1
<b>Tempo massimo di riproduzione</b>	12 ore
<b>Potenza in uscita</b>	30 W RMS
<b>Gamma di risposta dinamica</b>	63 Hz - 20k Hz
<b>Dimensioni</b>	17,8 x 6,8 x 7,2 cm
<b>Peso</b>	0,55 kg
<b>Batteria</b>	Li-ion 3,6V 4800 mAh
<b>Tempo di ricarica</b>	2 ore
<b>Ricarica</b>	USB Type-C
<b>Prezzo</b>	149,99 €



## 3.2 – Sony ULT FIELD 1

### DESCRIZIONE

La Sony ULT FIELD 1 rappresenta un interessante caso studio, grazie alle sue specifiche tecniche molto prestanti e al suo design accattivante. Il design dello speaker è moderno e funzionale, con un corpo compatto e resistente agli urti. L'utilizzo di materiali di alta qualità lo rende adatto a un utilizzo sia indoor che outdoor e il cinturino integrato facilita il trasporto e lo rende uno speaker versatile nel suo utilizzo. Garantisce inoltre un suono potente e coinvolgente, con bassi profondi e dettagliati. La qualità audio è un fattore fondamentale per gli utenti e questo speaker riesce a offrire un'esperienza di ascolto soddisfacente. La certificazione IP67 con una batteria che dura fino a 12 ore lo rende perfetto negli ambienti difficili, un compagno ideale per lunghe sessioni di ascolto. [25]

### FOCUS SUGLI ASPETTI UTILI ALLA PROGETTAZIONE

- **Cinturino multiuso rimovibile**
- **Batteria con un'autonomia che arriva fino a 12h**
- **Resistenza agli urti**

25 <https://www.sony.it/wireless-speakers/products/ult-field-1>



### SPECIFICHE TECNICHE

<b>Bluetooth</b>	5.3
<b>Tempo massimo di riproduzione</b>	12 ore
<b>Potenza in uscita</b>	30 W RMS
<b>Gamma di risposta dinamica</b>	20 Hz - 20k Hz
<b>Dimensioni</b>	20,6 x 7,7 x 7,6 cm
<b>Peso</b>	0,65 kg
<b>Batteria</b>	Non specificato
<b>Tempo di ricarica</b>	3 ore
<b>Ricarica</b>	USB Type-C
<b>Prezzo</b>	140,00 €

### 3.3 – Rockville ROCK EVERYWHERE

#### DESCRIZIONE

Il Rockville ROCK EVERYWHERE rappresenta un'eccellente combinazione di portabilità, qualità audio e versatilità. Questo altoparlante wireless Bluetooth è progettato per soddisfare le esigenze degli utenti in movimento, offrendo un'esperienza sonora superiore in una gamma di situazioni, da ambienti interni a eventi all'aperto. Questo speaker si distingue per la sua qualità audio elevata, caratterizzata da un potente radiatore passivo che supporta bassi profondi e ben definiti. La classificazione IPX6 offre un ulteriore livello di protezione, rendendo l'altoparlante resistente all'acqua e quindi adatto per l'uso in ambienti esterni e in situazioni di alta umidità. Infine l'inclusione di un powerbank integrato è una caratteristica innovativa che amplia le possibilità di utilizzo del ROCK EVERYWHERE, permettendo di caricare altri dispositivi USB in movimento. [26]

#### FOCUS SUGLI ASPETTI UTILI ALLA PROGETTAZIONE

- **Batteria con powerbank integrato**
- **Adatto a situazioni all'aperto**
- **Peso Contenuto**
- **Design accattivante**

26 <https://www.rockvilleaudio.com/rock-everywhere/>



#### SPECIFICHE TECNICHE

<b>Bluetooth</b>	5.3
<b>Tempo massimo di riproduzione</b>	47 ore
<b>Potenza in uscita</b>	15 W RMS
<b>Gamma di risposta dinamica</b>	80 Hz - 20k Hz
<b>Dimensioni</b>	18.2 x 8.2 x 6.0 cm
<b>Peso</b>	0,440 kg
<b>Batteria</b>	3600 mAh
<b>Tempo di ricarica</b>	3 ore
<b>Ricarica</b>	USB Type-C
<b>Prezzo</b>	49,99 €



## 3.4 — JBL Clip 4

### DESCRIZIONE

Lo speaker Bluetooth JBL Clip 4 punta alla massima portabilità e compattezza, senza però rinunciare alla qualità dei componenti e alla fedeltà sonora. La cassa è progettata per essere trasportata con estrema semplicità, infatti, la scocca si presenta con una forma ovale che si adatta perfettamente in modo ergonomico al palmo della mano. Punto focus dello speaker è la portabilità resa possibile grazie al gancio che la rende comoda e versatile, nonché da il nome “Clip”. Anche questa JBL come il modello Flip 6, è impermeabile all’acqua e alle polveri, con certificazione IP67, oltre ad avere una struttura compatta costituita da materiali protettivi, i quali la proteggono da impatti accidentali. Purtroppo la sua bassa potenza non le permette di suonare in modo pulito e nitido in situazioni all’aperto. [27]

### FOCUS SUGLI ASPETTI UTILI ALLA PROGETTAZIONE

- Portabilità
- Presenza di un gancio integrato
- Dimensioni compatte

27 <https://www.jblstore.it/products/jbl-clip-4>



### SPECIFICHE TECNICHE

<b>Bluetooth</b>	5.1
<b>Tempo massimo di riproduzione</b>	10 ore
<b>Potenza in uscita</b>	5 W RMS
<b>Gamma di risposta dinamica</b>	100 Hz - 20k Hz
<b>Dimensioni</b>	8,62 x 13,45 x 4,6 cm
<b>Peso</b>	0,239 kg
<b>Batteria</b>	1100 mAh
<b>Tempo di ricarica</b>	3 ore
<b>Ricarica</b>	USB Type-C
<b>Prezzo</b>	64,99 €



# CAPITOLO 4

**Tabella Esigenziale:** Linee Guida di Progettazione





## 4.1 – Definizione

Una tabella esigenziale è uno strumento fondamentale che serve a definire in modo chiaro e conciso tutti i requisiti, esigenze e prestazioni che un prodotto o servizio deve soddisfare. Si rappresenta in una tabella che traduce in termini concreti le necessità del cliente o dell'utente finale, fornendo delle indicazioni dettagliate fondamentali al designer per la successiva progettazione.

Con il termine “esigenza” nel campo del design si intende un “bisogno fondamentale di un individuo legato all'adempimento di una determinata attività”. [28] Questo termine è stato anche definito da Giuseppe Ciribini nel 1972 durante un incontro internazionale sull'unificazione degli standard (ISO):

*“la normalizzazione nel dominio della costruzione che deve riconoscere che un organismo edilizio è prodotto per rispondere a esigenze umane, esigenze che devono presentarsi in forma di requisiti in entrata cui rispondono prestazioni in uscita”*

Con requisito si intende invece una caratteristica o una qualità attesa, offerta o percepita di un prodotto o servizio. L'analisi dei casi studio e dei capitoli precedenti ha sottolineato l'importanza di progettare speaker che rispondano a una serie di esigenze specifiche derivanti dall'ambiente e dalle necessità dell'utente. La tabella esigenziale rappresenta quindi uno strumento chiave per assicurare che tutte queste esigenze vengano soddisfatte.

28 Claudio Germak, 2008, Uomo al centro del progetto Design per un nuovo umanesimo, pp 57-59

## 4.2 – Tabella esigenziale

CLASSI DI ESIGENZE	ESIGENZE	REQUISITI
01 BENESSERE	<b>Ergonomia</b>	Design compatto, e facilmente afferrabile, in maniera simile ad una presa da arrampicata.
	<b>Potenza</b>	Speaker da almeno 30W per poter ottenere un suono forte e nitido anche in vasti spazi aperti.
	<b>Facilità d'utilizzo</b>	Interfaccia utente semplice e intuitiva, con pulsanti di grandi dimensioni per un facile utilizzo anche con guanti.
	<b>Socializzazione e motivazione</b>	Musica che favorisce la socializzazione di gruppo e diventa un mezzo di motivazione per il climber.
	<b>Adattabilità</b>	Design compatibile con l'uso nella vita di tutti i giorni e non solo in contesti d'arrampicata.
02 SICUREZZA	<b>Resistenza all'acqua</b>	Scocca sigillata che non permette le infiltrazioni d'acqua e garantisce protezione completa per immersioni temporanee.
	<b>Resistenza alla polvere</b>	Protezione completa da polveri (come magnesite o impurità provenienti dall'ambiente esterno) per garantire un funzionamento ottimale in qualsiasi condizione atmosferica.
	<b>Resistenza agli urti</b>	Adeguate prestazioni meccaniche (resistenza agli urti, sollecitazioni, pressione, ecc.), scocca con angoli arrotondati per assorbire meglio gli urti e collocazione delle componenti più fragili in posizioni strategicamente sicure.
	<b>Esplicitazione d'uso</b>	Etichette chiare e ben visibili per indicare le funzioni e le precauzioni d'uso. L'oggetto esplicita autonomamente la presenza di avvertenze sull'uso improprio.
03 INTEGRABILITÀ	<b>Compatibilità</b>	Supporto per Bluetooth 5.0 o superiore, compatibile con tutti i dispositivi mobili principali (iOS e Android).
	<b>Flessibilità d'utilizzo</b>	Cassa che può essere utilizzata in molteplici contesti e modalità differenti ( attaccata in parete oppure ad un albero).

CLASSI DI ESIGENZE	ESIGENZE	REQUISITI
04 <b>GESTIONE</b>	<b>Portabilità</b>	Presenza di due moschettoni per poter appendere lo speaker ovunque si desideri.
	<b>Autonomia della batteria</b>	Batteria ad alta capacità per un'autonomia di almeno 8 ore di riproduzione continua.
	<b>Ottimizzazione degli spazi</b>	Design salvaspazio, con tutte le componenti integrate in modo efficiente per ridurre al minimo l'ingombro.
	<b>Personalizzazione</b>	Possibilità di scegliere diversi colori e intercambiabilità di tasti e moschettoni per una personalizzazione completa.
05 <b>SALVAGUARDIA DELL'AMBIENTE</b>	<b>Durabilità</b>	Realizzata con materiali resistenti e duraturi, che garantiscono un ciclo di vita lungo.
	<b>Manutenibilità</b>	Parti modulari facilmente sostituibili e scocca facilmente smontabile, per evitare la sostituzione completa del dispositivo in caso di guasti.

## 4.3 – Descrizione delle classi esigenziali

Le classi esigenziali si riferiscono ai vari aspetti che un progetto deve considerare, come, nel nostro caso, il benessere, la sicurezza, la gestione, l'integrabilità e la salvaguardia dell'ambiente. Ogni classe raccoglie una serie di requisiti che devono essere rispettati per assicurare che il prodotto finale sia adeguato alle esigenze della persona. Attraverso un'analisi dettagliata di queste classi e dei relativi requisiti, i risultati forniscono una guida metodologica per sviluppare progetti, assicurando un equilibrio tra prestazioni tecniche, usabilità e impatti ambientali. Questo approccio interdisciplinare è essenziale per garantire soluzioni progettuali allineate.

### Benessere

Le esigenze di benessere sono focalizzate sull'esperienza fisica e mentale dell'utente durante l'utilizzo del prodotto. Vanno dall'ergonomia, che assicura comfort e facilità d'uso, alla facilità d'interazione, rendendo il prodotto semplice e intuitivo. Questi aspetti spostano il focus su come la forma e la funzionalità del prodotto contribuiscono a migliorare l'usabilità, garantendo che l'utente non si sente a disagio durante l'utilizzo.



### **Sicurezza**

Le esigenze di sicurezza riguardano l'insieme delle condizioni relative all'incolumità degli utenti, nonché alla prevenzione di danni anche in dipendenza da fattori accidentali nell'esercizio del prodotto. Questa categoria include fattori che assicurano la funzionalità del prodotto in condizioni ambientali difficili. È utile una chiara esplicitazione d'uso attraverso etichette e istruzioni visibili, che facilitano la comprensione delle funzionalità e delle precauzioni d'uso.

### **Gestione**

Le classi delle esigenze di gestione si sofferma sull'analisi dell'efficienza del prodotto nonché sulla personalizzazione. Esse includono la durata della batteria, per garantire un uso prolungato, e l'ottimizzazione dello spazio. Anche la personalizzazione, come la possibilità di cambiare colori sostituendo componenti del prodotto, rientra in questa categoria, offrendo maggiore flessibilità e adattabilità agli utenti.

### **Integrabilità**

Questa classe di esigenze riguarda la capacità del prodotto di interagire con altri dispositivi e di adattarsi a diversi contesti d'uso. La compatibilità tecnologica garantisce che il prodotto possa essere utilizzato con vari dispositivi, mentre la flessibilità d'uso consente di adattarlo a differenti situazioni, migliorando la versatilità.

### **Salvaguardia dell'ambiente**

Le esigenze di salvaguardia dell'ambiente pongono l'accento sulla sostenibilità del prodotto, sia in termini di durata che di manutenzione. Il prodotto deve essere realizzato con materiali resistenti e durevoli per garantire un lungo ciclo di vita. Inoltre, la possibilità di sostituire facilmente le parti modulari contribuisce a ridurre l'impatto ambientale.



# CAPITOLO 5

**Produzione:** Strato per strato





## 5.1 — La prototipazione rapida

La prototipazione rapida consente di trasformare idee digitali in modelli fisici in tempi ridotti, permettendo di testare e migliorare i prodotti prima della produzione. Questo processo è reso possibile dalla stampa 3D, una tecnologia che costruisce oggetti strato per strato, rendendo accessibile la creazione di prototipi complessi in modo veloce ed economico rispetto ai metodi tradizionali. Per questo motivo, è fondamentale introdurre inizialmente la tecnologia della stampa 3D. Comprendere i principi e le potenzialità di questa tecnologia rende più agevole affrontare i capitoli successivi, dove verranno approfonditi i processi, le applicazioni e i vantaggi della prototipazione rapida nello sviluppo dei prodotti.

[29]

### INTRODUZIONE DELLA STAMPA 3D

La stampa 3D è una forma di produzione “additiva”, in cui un oggetto tridimensionale viene “stampato” aggiungendo strato dopo strato un specifico materiale. Questo processo si differenzia dalle forme di produzione industriali più tradizionali, come quella “sottrattiva” (in cui un oggetto viene scolpito a partire da un blocco di materiale grezzo) o lo stampaggio a iniezione (in cui un materiale fuso viene iniettato in uno stampo solido). Il primo passaggio nella



*Esempio di modellazione 3D di un trapano*

stampa 3D è creare un modello digitale dell'oggetto da produrre. Questo si realizza spesso attraverso software di progettazione assistita dal computer (CAD) o tramite piattaforme online specializzate, come Thingiverse, Shapeways o Sculpteo. In alternativa, è possibile utilizzare scanner 3D per ottenere automaticamente un modello di un oggetto già esistente, simile al modo in cui gli scanner 2D digitalizzano foto, disegni o documenti. Successivamente, durante la stampa, il modello digitale viene suddiviso in una serie di strati di spessore specifico [30], che vengono stam-

29 Thierry Rayna, Ludmila Striukova, 2016, *From rapid prototyping to home fabrication: How 3D printing is changing business model innovation, Technological Forecasting and Social Change*, Volume 102, pp 214-224

30 <https://www.sculpteo.com/en/glossary/layer-thickness-definition/>

pati uno dopo l'altro. Si procede quindi con la scelta del materiale di stampa più adatto al progetto, tra opzioni comuni come plastica, metallo, ceramica, gomma o resine. Infine, la stampante 3D utilizza il materiale selezionato per costruire l'oggetto uno strato alla volta, tramite processi specifici come riscaldamento, fusione o altre tecniche a seconda del materiale e della tecnologia impiegata.

**Per progettare l'altoparlante abbiamo utilizzato principalmente Rhinoceros, un software di modellazione 3D basato sulle NURBS (Non Uniform Rational B-Splines). A differenza delle mesh poligonali usate da altri software, le NURBS consentono di rappresentare con precisione geometrie 2D e 3D, come linee, archi e superfici a forma libera. Una volta completata la modellazione, i modelli sono stati esportati in formato STL per la produzione tramite stampa 3D.**

## MATERIALI UTILIZZATI

Oggi il materiale più comune per la stampa 3D è la plastica (ABS, PLA, Nylon), ma si possono usare anche leghe metalliche, ceramica, particelle di legno e persino cioccolato. Attualmente, la maggior parte delle stampanti, sia industriali che consumer, può stampare con un solo materiale alla volta, ma sono state anche

introdotte sul mercato alcune stampanti in grado di stampare con più materiali contemporaneamente. Ad esempio, la Stratasys Objet500 Connex 3 (venduta a 250.000 dollari) è già in grado di stampare con più di 100 materiali (fino a 14 contemporaneamente) e produrre oggetti a più parti che possono essere allo stesso tempo gommosi e rigidi, opachi e trasparenti. [31]



*Stratasys Objet500 Connex 3 - Stampante 3D Multimateriale*

La varietà di oggetti che possono essere realizzati con stampanti 3D è estremamente ampia e in continua espansione, spaziando dai prototipi agli articoli finiti e pronti per l'uso.

31 <https://support.stratasys.com/it/printers/polyjet-legacy/objet350-500-connex-1-2-3>



Inizialmente le tecnologie di stampa 3d erano progettate esclusivamente per l'uso industriale, ma oggi sono divenute progressivamente più accessibili grazie alla continua riduzione dei costi, mettendole così alla portata anche di piccole e medie imprese o di imprenditori individuali. Oggi è possibile acquistare stampanti 3D domestiche a basso costo, rendendo la stampa 3D una tecnologia sempre più alla portata di tutti.

### PROTOTIPAZIONE RAPIDA

La prototipazione è una fase fondamentale del ciclo di sviluppo e produzione del prodotto, necessaria per valutare la forma, la compatibilità e la funzionalità di un design prima di effettuare un investimento significativo per la sua effettiva produzione. Fino a poco tempo fa, i prototipi erano per lo più realizzati a mano da artigiani esperti, il che comportava un'aggiunta di settimane o mesi ai tempi di sviluppo del prodotto. Di conseguenza, era possibile effettuare solo poche iterazioni di design prima che si entrasse nella fase di produzione, risultando in parti che scarsamente ottimizzate e, nella peggiore delle ipotesi, che non funzionavano correttamente. [32]

La prototipazione rapida (anche abbreviata in RP) è un termine che racchiude una serie di nuove tecnologie per produrre parti

accurate direttamente da modelli CAD in poche ore, con poca necessità di intervento umano. Questo significa che i designer hanno la libertà di realizzare modelli fisici dei loro disegni più frequentemente, consentendo loro di verificare l'assemblaggio e la funzionalità del design, oltre a discutere le problematiche di produzione successive con un prototipo chiaro e inequivocabile. Di conseguenza, gli errori vengono ridotti al minimo e i costi e i tempi di sviluppo del prodotto subiscono una sostanziale riduzione.

Nel seguente elenco sono spiegati brevemente i vantaggi principali della prototipazione rapida: [33]

- **Ridurre i cicli di sviluppo dei nuovi prodotti.**
- **Attenuare i problemi di capacità dei prototipi interni.**
- **Ridurre i rischi con la prototipazione in materiali di qualità finale.**
- **Semplificare lo sviluppo del prodotto incorporando la prototipazione rapida nel processo di progettazione.**
- **Iterare più progetti contemporaneamente.**
- **Riduzione del time to market grazie a una più rapida convalida del progetto.**

32 D.T Pham, R.S Gault, 1998, A comparison of rapid prototyping technologies, International Journal of Machine Tools and Manufacture, Volume 38, Issues 10-11, pp 1257-1287

33 <https://www.protolabs.com/it-it/prototipazione-rapida/>

## CLASSIFICAZIONE DEI PROTOTIPI

### Prototipo Concettuale

Il prototipo concettuale è una rappresentazione fisica dell'oggetto virtuale, indipendente dalla tecnologia produttiva. Può essere realizzato con vari materiali e utilizza tecnologie adattabili al tipo di valutazione necessaria, privilegiando sempre le soluzioni più economiche.

### Prototipo Funzionale

Il prototipo funzionale viene sviluppato in una fase più avanzata del progetto. In questa fase, iniziamo a valutare le prestazioni del prodotto per ottimizzarlo. È fondamentale scegliere un materiale che presenti caratteristiche simili a quelle del prodotto finale, poiché le prestazioni del prototipo dipendono fortemente dal materiale utilizzato. In questa fase, non si applica ancora la tecnologia produttiva, poiché non stiamo analizzando il processo di produzione.

### Prototipo Tecnico

Il prototipo tecnico integra e valuta le prestazioni sia del prodotto che del processo produttivo, mirando a ottimizzare le tecniche di produzione. È necessario utilizzare un materiale molto simile a quello previsto per il prodotto finale.

### Prototipo Pre-serie

Infine, il prototipo di pre-serie è quasi indistinguibile dal prodotto definitivo, sebbene possa ancora subire piccole modifiche marginali. Questo prototipo è utilizzato nelle fasi di omologazione (ad esempio, per i veicoli), e il materiale impiegato diventa definitivo, così come i metodi di produzione.



*Esempi di prototipi concettuali e funzionali dell'altoparlante HOLD*



## 5.2 – Tecnologie additive e Open Design

La stampa 3D sta rivoluzionando il processo di progettazione dei prodotti, offrendo una soluzione nota oggi con il nome di produzione rapida. Questo approccio alla produzione, come abbiamo visto nel precedente capitolo, offre notevoli vantaggi, soprattutto in termini di flessibilità e capacità di personalizzazione, infatti, consente di realizzare velocemente modelli completamente funzionanti e iterare facilmente i design. Tuttavia, nonostante i vantaggi, la stampa 3D mostra limiti significativi per la produzione su larga scala.

### LIMITI DELLA PRODUZIONE RAPIDA

L'industria si distingue tra "prototipazione rapida" e "produzione rapida". Secondo l'esperto del settore Terry Wohlers (Responsabile dei Servizi di Consulenza della Wohlers Association), per "produzione rapida" si intende la realizzazione diretta di beni finiti mediante tecniche additive, senza bisogno di utensili tradizionali in quanto, come Wohlers sottolinea, le tecnologie attuali non sono ancora in grado di offrire la produttività, i costi e l'efficienza necessari per soddisfare le esigenze della produzione su larga scala. [34]

34 David Bak, 2003, *Rapid prototyping or rapid production? 3D printing processes move industry towards the latter*, pp 340-341

Tra le principali sfide della produzione additiva su scala industriale emergono:

**Costo e facilità d'uso:** Le attuali stampanti 3D per uso industriale sono spesso costose e richiedono competenze specializzate per l'uso e la manutenzione. Per diventare una tecnologia diffusa, devono diventare più economiche e intuitive.

**Costo totale di proprietà:** Non solo l'acquisto delle macchine, ma anche i costi di gestione e manutenzione devono essere ridotti per rendere la produzione additiva competitiva rispetto ai processi tradizionali.

### APPLICAZIONE NELL'OPEN DESIGN

Nell'ambito dell'open design, la scelta della tecnologia di produzione riveste un ruolo cruciale, e le tecniche di produzione industriali tradizionali, presentano diverse limitazioni che le rendono poco adatte. L'open design si basa sui principi di accessibilità, modularità e adattabilità, obiettivi che alcune tecnologie additive soddisfano in maniera ottimale. Queste tecnologie permettono di creare rapidamente prodotti senza i costi fissi elevati delle tecniche tradizionali. Inoltre, consentono di apportare modifiche al design in modo iterativo e a basso costo, adattandosi alle esigenze

dei creatori e degli utenti finali. Le tecniche di stampa additiva offrono quindi la possibilità di realizzare prodotti personalizzati e modulabili, con una maggiore varietà di geometrie complesse che sarebbero difficili o costose da ottenere con metodi come l'iniezione o la pressofusione. [35] Inoltre, la natura digitale della stampa 3D facilita la condivisione dei modelli attraverso piattaforme online, elemento chiave per l'open design, poiché i progetti possono essere modificati e migliorati da altri utenti senza la necessità di creare nuovi stampi o attrezzature. Questo consente una collaborazione aperta e l'innovazione continua, alimentando una community di progettisti e creativi che possono contribuire attivamente alla realizzazione e al miglioramento dei prodotti.

**Le tecniche di produzione industriale tradizionali richiedono elevati costi di avvio e mancano della flessibilità necessaria per l'open design. Al contrario, le tecnologie additive emergono come la scelta ideale, grazie alla loro versatilità, economicità per piccole produzioni e capacità di supportare una rete di collaborazione aperta e dinamica.**

Nei prossimi sottocapitoli analizzeremo le tecnologie additive utilizzate nel nostro progetto, valutandone i vantaggi e gli svantaggi. Infine, nella fase di assemblaggio, spiegheremo quali parti sono state realizzate con queste tecnologie, illustrando le ragioni alla base di tali scelte.

35 <https://sinterit.com/blog/sls-technology/5-benefits-of-open-environment-in-additive-manufacturing/>

## 5.3 — Fused Deposition Modelling (FDM)

### STORIA

Stratasys, un'azienda statunitense fondata nel 1989 ed oggi leader di stampa 3D di livello industriale e di produzione additiva, è stata la prima ad introdurre la tecnologia di Fused Deposition Modeling (FDM). Questa innovativa tecnologia ha rivoluzionato il modo in cui vengono progettati e testati i prototipi. Inizialmente, l'uso della stampa 3D era limitato principalmente alla verifica del design, ai test di funzionalità cinematica e alla fabbricazione di modelli. Con il passare del tempo, tuttavia, l'adozione della stampa FDM si è ampliata notevolmente, estendendosi a settori come l'aerospaziale, la medicina, l'edilizia e molti altri. La scadenza dei brevetti iniziali di Stratasys ha aperto la strada a un'ampia gamma di stampanti 3D a basso costo, rendendo questa tecnologia più accessibile che mai. Oggi la stampa FDM si è diffusa con successo in diversi settori e la diffusione di stampanti 3D a basso costo,



Logo di Stratasys

come RepRap, MakerBot o Cube, ha reso questa tecnologia ampiamente accessibile anche a casa e in ufficio.

[36]

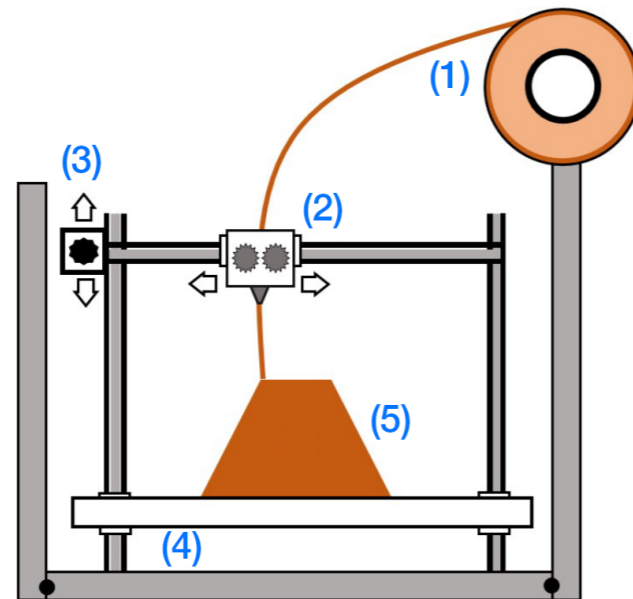
36 Antonio Baldi, Simon Quinn, Xavier, 2019, Residual Stress, Thermomechanics & Infrared Imaging, Hybrid Techniques and Inverse Problems, Volume 7, pp 87



## PROCESSO DI STAMPA

La stampa FDM è un processo che consente di creare oggetti tridimensionali mediante la fusione e la deposizione di filamento termoplastico Layer by Layer ovvero strato su strato. Tutto inizia con la progettazione di un modello digitale, realizzato con un software di modellazione 3D, che rappresenta l'oggetto da stampare. Questo modello viene poi preparato per la stampa tramite un software di slicing traducendolo in un file di G-code, che lo divide in strati sottili. Il G-code è essenziale per il funzionamento della stampante, poiché contiene le istruzioni per il movimento dell'ugello, indicando le coordinate precise, le velocità e i punti in cui il materiale deve essere estruso. La testina di stampa si muove seguendo queste istruzioni, consentendo al materiale fuso di aderire esattamente dove richiesto.

Durante la stampa, il filamento (1) viene alimentato nella testina di stampa (2) tramite un motore stepper (3) e un sistema composto da molle, ingranaggi e pulegge,



che mantengono la giusta pressione sul filamento e lo spingono avanti. Una volta nella testina, il filamento viene riscaldato fino a raggiungere uno stato semifluido, pronto per essere estruso. Il materiale viene poi depositato strato su strato sul piano di stampa (4), fondendosi con gli strati sottostanti grazie alla sua natura termoplastica, che favorisce la coesione. Questo processo si ripete finché tutti gli strati non sono stati completati e l'oggetto ha preso forma (5). Una volta raffreddato, il materiale si solidifica, conferendo stabilità all'oggetto.

La qualità dell'oggetto stampato dipende però da diversi fattori. La consistenza e la qualità del filamento giocano un ruolo determinante, in quanto materiali non omogenei o con un diametro irregolare possono compromettere la precisione. Un fattore chiave è l'impostazione dei parametri di stampa. La temperatura dell'ugello, la velocità di stampa e lo spessore dello strato hanno tutti un impatto significativo su dettagli come la finitura superficiale, la resistenza dell'oggetto e la precisione dimensionale. Per ottenere il miglior risultato, spesso è necessaria una fase di ottimizzazione, in cui si sperimentano diverse combinazioni di parametri per adattarsi al materiale e alla geometria dell'oggetto. Anche se non esiste una configurazione universale, l'esperienza e la sperimentazione permettono di identificare impostazioni ideali per ogni progetto, migliorando la qualità del prodotto finale. [37]

37 Ruben Bayu Kristiawan, Fitriani Imaduddin, Dody Ariawan, Ubaidillah and Zainal Arifin, 2021, A review on the fused deposition modeling (FDM) 3D printing: Filament processing, materials, and printing parameters, pp 639-649

## MATERIALI

Nell'ambito delle tecnologie additive per la prototipazione e produzione, la scelta del materiale gioca un ruolo cruciale nel determinare il successo del progetto. La seguente selezione rappresenta una gamma di opzioni adatte a diverse esigenze, ciascuna con proprietà specifiche che rispondono a determinate sfide e applicazioni.

In questa sezione, presenteremo una panoramica delle opzioni più diffuse, mettendo in luce i punti di forza e le considerazioni essenziali per ciascun materiale, per definire le linee generali e di guida per la scelta del materiale più adatto per i progetti di stampa 3D.

- L'**Acrilonitrile-butadiene-stirene (ABS)** è un materiale tenace e durevole, adatto a prototipi funzionali grazie alla sua resistenza al calore e agli urti. Tuttavia, richiede un piano riscaldato per la stampa e una buona ventilazione dell'ambiente.
- L'**Acido polilattico (PLA)** è il materiale FDM più semplice da stampare. È rigido e robusto, ma più fragile rispetto ad altri materiali, oltre a essere meno resistente al calore e alle sostanze chimiche. Biodegradabile e inodore, è ideale per modelli concettuali e prototipi estetici.
- Il **Polietilene tereftalato glicole (PETG)** ha il vantaggio di stampare a temperature più basse, consentendo una produzione più rapida. È resistente all'umidità e alle sostanze chimiche, ha un'elevata trasparenza ed è sicuro per gli alimenti. Per queste proprietà, è spesso utilizzato in applicazioni impermeabili e in componenti con accoppiamento a scatto.
- Il **Nylon** è un materiale robusto, durevole e leggero, caratterizzato da una buona flessibilità e resistenza al calore e agli urti. Tuttavia, è molto difficile da stampare con tecnologia FDM. È ideale per prototipi funzionali e parti che devono resistere all'usura.
- Il **Poliuretano termoplastico (TPU)** è flessibile ed elastico, con un'ottima capacità di attutire le vibrazioni e resistere agli urti. Per queste caratteristiche, è perfetto per la realizzazione di prototipi flessibili.
- L'**Alcool polivinilico (PVA)** è un materiale di supporto solubile che si scioglie in acqua, rendendolo ideale per creare strutture di supporto facilmente rimovibili.
- Il **Polistirene antiurto (HIPS)** è un altro materiale di supporto solubile, spesso utilizzato con l'ABS. Si dissolve in limonene chimico, permettendo la rimozione di supporti senza danneggiare il prototipo principale. [38]



## 5.4 – Stereolithography (SLA)

### STORIA

La stereolitografia (SLA) è una delle prime tecnologie di stampa 3D, sviluppata negli anni '80 da Chuck Hull, un ingegnere e imprenditore statunitense. Nel 1986, Hull brevettò il processo di stereolitografia nonché commercializzò il formato .stl, consentendo la creazione di oggetti tridimensionali a partire da modelli digitali mediante l'uso di resine fotosensibili. Questo innovativo approccio ha rivoluzionato il mondo della prototipazione rapida, permettendo alle aziende di ridurre significativamente i tempi e i costi associati allo sviluppo di nuovi prodotti. Negli anni successivi, la tecnologia SLA ha continuato a evolversi, ampliando la gamma di materiali utilizzabili e migliorando la precisione e la qualità delle stampe, diventando una scelta popolare in settori come l'automotive, l'industria medica e il design industriale. [39]

La stereolitografia trova applicazione in molti settori grazie alla sua capacità di produrre modelli altamente dettagliati e complessi in tempi brevi. È particolarmente utile nella prototipazione rapida, consentendo ai designer e ingegneri di testare e convalidare le loro idee prima della produzione finale. Inoltre, la SLA è frequentemente utilizzata nell'industria odontoiatrica per creare protesi,



Oggetti stampati con la tecnologia SLA

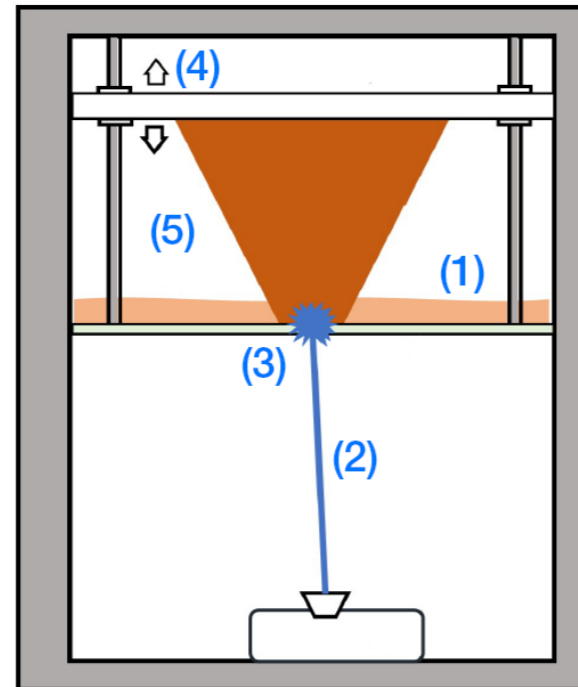
modelli e apparecchi ortodontici con una precisione elevata. Anche nel settore della gioielleria, la stereolitografia viene impiegata per creare modelli dettagliati prima della fusione. Infine, la sua applicazione si estende anche all'arte e al design e molti altri campi, dove la capacità di realizzare forme complesse è particolarmente utile.

### PROCESSO DI STAMPA

La stereolitografia sfrutta un processo di polimerizzazione della resina liquida mediante l'uso di luce ultravioletta. Il processo inizia con un serbatoio contenente una resina fotosensibile **(1)**, che viene esposta alla luce UV **(2)** che indurisce la resina

39 <https://formlabs.com/it/blog/guida-definitiva-stampa-3d-stereolitografia-sla/>

in punti specifici (3), seguendo il contorno del modello 3D. Man mano che il laser disegna strato dopo strato, la piattaforma di costruzione si alza (4), permettendo alla resina non indurita di coprire nuovamente l'area di stampa (5). Questo processo continua fino a quando l'oggetto è completamente realizzato. La SLA è conosciuta per la sua elevata risoluzione e la capacità di produrre dettagli estremamente complessi, rendendola particolarmente adatta per applicazioni che richiedono una definizione molto alta e una finitura superficiale di qualità.



## MATERIALI

Nella stereolitografia (SLA), i materiali utilizzati sono principalmente resine fotosensibili, che variano nelle loro formulazioni per rispondere a diverse esigenze applicative. Ecco una panoramica più dettagliata delle principali tipologie di resine SLA:

- **Resine standard:** Queste resine sono ottimali per la creazione di prototipi estetici e modelli concettuali. Offrono una buona definizione dei dettagli e sono facili da lavorare, ma presentano una resistenza limitata, rendendole inadatte per parti funzionali o caricate.
- **Resine ad alta resistenza:** Progettate per componenti funzionali, queste resine presentano una maggiore durabilità e resistenza meccanica rispetto alle resine standard. Sono ideali per realizzare parti destinate a prove meccaniche o per applicazioni che richiedono stabilità nel tempo.
- **Resine flessibili:** Queste resine offrono una certa elasticità e sono indicate per parti che richiedono flessibilità e resistenza alla deformazione. Vengono spesso utilizzate per guarnizioni, impugnature e componenti che devono sopportare sollecitazioni dinamiche.
- **Resine biocompatibili:** Formulate per applicazioni mediche, come guide chirurgiche, dispositivi temporanei e modelli anatomici, queste resine rispettano rigorosi standard di biocompatibilità, rendendole adatte al contatto diretto con i tessuti umani per periodi limitati. [40]



## 5.5 — Multi Jet Fusion (MJF)

### STORIA

La Multi Jet Fusion (MJF) è la tecnologia di stampa 3D sviluppata e introdotta per la prima volta da HP nel 2016. MJF si distingue per la sua capacità di creare parti robuste e precise utilizzando polveri termoplastiche attraverso un processo di fusione selettiva tramite agenti di fusione successivamente induriti da una luce infrarossa. [41] La storia della MJF è strettamente legata al desiderio di HP di entrare nel mercato della manifattura additiva con una



The HP Fusion Jet 3D 4200 system

41 <https://www.hp.com/it-it/printers/3d-printers/products/multi-jet-fusion-4200.html>

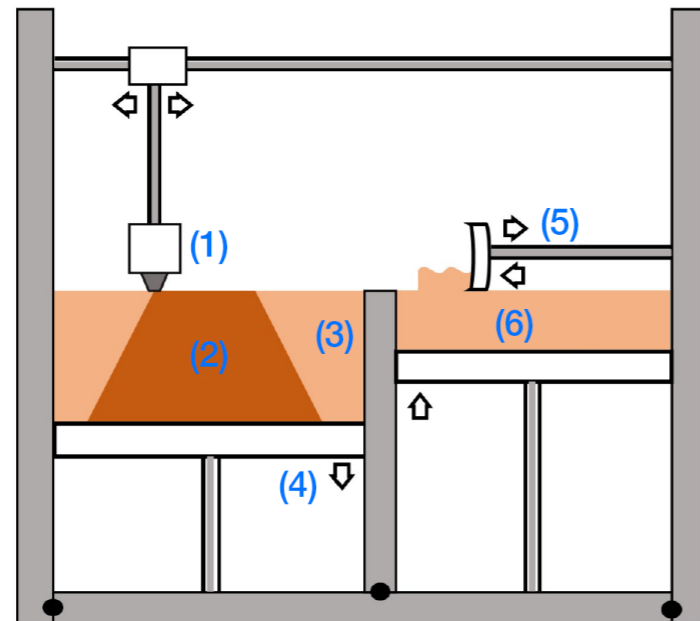
tecnologia che superasse i limiti di velocità, qualità e costo delle tecniche esistenti, come la sinterizzazione laser (SLS) e la stereolitografia (SLA). HP ha lavorato su questa tecnologia per diversi anni, puntando a ottimizzare non solo la velocità di stampa, ma anche la qualità del prodotto finito. La tecnologia è stata progettata per accelerare la velocità di stampa (fino a 10 volte più veloce di SLS). Ciò significa che è un'alternativa per la produzione di più prodotti in un lasso di tempo più breve, al punto da riuscire a competere in alcuni ambiti con lo stampaggio a iniezione; una cosa che SLS non è in grado di fare.

Dalla sua introduzione, MJF ha guadagnato popolarità in settori come l'automotive, il settore medico ed elettronica, grazie alla sua capacità di produrre, in piccole e medie serie, componenti personalizzati con costi relativamente bassi. Inoltre, il processo è in costante evoluzione, con HP che continua a migliorare i materiali e le capacità della MJF per rendere questa tecnologia una valida alternativa alla produzione tradizionale.

### PROCESSO DI STAMPA

Questo approccio consiste nella polimerizzazione selettiva della polvere per formare gli strati dell'oggetto stampato. Una testa di deposizione mobile (1) crea gli strati dell'oggetto (2) distribuendo un agente di fusione e un agente di dettaglio (3) sulla polvere tramite una testa di deposizione simile a quella della stampa a getto

d'inchiostro. Successivamente, un'altra testa espone il letto di polvere alla luce UV. La polvere impregnata dell'agente di fusione si scioglie sotto la luce, mentre le aree con l'agente di dettaglio restano sciolte per definire i bordi esatti dell'oggetto, garantendo una precisione dimensionale. Una



volta pronto uno strato, la piattaforma (4) si abbassa, liberando spazio per il meccanismo di livellamento (5) per distribuire nuova polvere non polimerizzata dal serbatoio di polvere (6) al letto di polvere. L'oggetto stampato rimane nel materiale non fuso, quindi le superfici a sbalzo e le pareti sottili sono supportate senza costruzioni ausiliarie, come quelle utilizzate nelle tecniche basate sull'estrusione e sulla resina, permettendo così la produzione di strutture molto complesse. Con questa tecnica non è possibile ottenere oggetti completamente chiusi ma cavi, poiché la polvere non utilizzata all'interno dell'oggetto deve essere estratta. [42]

## MATERIALI

- Il **Nylon PA12** è un polimero termoplastico, noto per la sua resistenza, flessibilità e stabilità dimensionale. È il materiale più utilizzato per la tecnologia MJF perché è altamente versatile, ideale per la produzione di parti funzionali in numerosi settori industriali. Grazie alla sua capacità di supportare assemblaggi complessi e applicazioni impermeabili, è una scelta perfetta per realizzare componenti duraturi e ad alte prestazioni.
- Il **Nylon PA11** è un polimero termoplastico noto per la sua eccellente resistenza agli urti e alla fatica, rendendolo ideale per la produzione di parti funzionali sottoposte a carichi meccanici. Perfetto per applicazioni con elementi mobili a lungo termine, come cerniere o componenti destinati ad assorbire gli urti. Questo materiale è particolarmente adatto per la realizzazione di pezzi resistenti e affidabili in serie, garantendo prestazioni ottimali.
- Il **Polipropilene (PP)** è un materiale leggero e resistente, perfetto per una vasta gamma di applicazioni. Utilizzato per la realizzazione di prototipi, parti meccaniche o dispositivi medici, il PP offre una buona resistenza chimica e una grande versatilità. [43]

42 Tsvetomir Gechev, 2022, A short review of 3D printing methods used in the automotive industry, pp 69-72

43 <https://www.weerg.com/guides/hp-multi-jet-fusion-mjf-3d-printing-materials-and-properties>



## VAPOR SMOOTHING

Il vapor smoothing è una tecnica di post-processo utilizzata nella stampa 3D, in particolare l'MJF, per migliorare la finitura superficiale dei componenti stampati. Questo processo sfrutta il calore e la condensazione del vapore per lisciare e uniformare la superficie della parte, riducendo le imperfezioni tipiche causate dal processo di stampa. Questo trattamento viene eseguito in una camera sigillata speciale, dotata di un sistema di riscaldamento e alimentazione del vapore.<sup>[44]</sup> Il componente stampato in 3D viene posizionato all'interno di questa camera, dove il vapore pro-

dotto dal riscaldamento di un solvente viene iniettato. Il vapore si condensa sulla superficie della parte, provocando un parziale ammorbidimento della superficie del materiale, che viene lisciato per effetto della tensione superficiale.

Il vapor smoothing trasforma la finitura superficiale degli oggetti stampati in 3D, rimuovendo le imperfezioni visive e creando una superficie lucida, a seconda del solvente utilizzato. Oltre a migliorare le qualità estetiche del materiale, il processo migliora anche la sua impermeabilità, poiché le porosità superficiali vengono chiuse durante il processo, preservando i dettagli geometrici e le caratteristiche della parte. Nella fase di progettazione abbiamo dovuto tener in considerazione del fatto che tale processo non è consigliato per componenti troppo sottili (meno di 2 mm di spessore), in quanto potrebbe causare deformazioni eccessive.<sup>[45]</sup>



Confronto tra pezzo trattato con Vapor Smoothing (a destra) e non trattato (a sinistra)

44 <https://www.weerg.com/3d-printing-finishes/vapor-smoothing>

45 <https://www.protolabs.com/resources/design-tips/why-you-should-use-vapor-smoothing-on-3d-printed-parts/>

## 5.6 – Tabella Confronto

TIPOLOGIA	MATERIALI	VANTAGGI	SVANTAGGI
FDM	PLA, ABS, PET, TPE, altri polimeri, compositi a matrice polimerica.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basso costo iniziale di investimento e dei materiali.</li> <li>• Buona finitura superficiale, può non richiedere post-produzione.</li> <li>• Ampiamente accessibile, design di stampanti modulari con elevata flessibilità.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessità di strutture di supporto.</li> <li>• Tempi di stampa lunghi, bassa produttività.</li> <li>• Qualità inferiore rispetto a SLA e MJF.</li> </ul>
SLA	Resine fotosensibili polimeriche	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Basso costo iniziale di investimento per alcuni modelli di stampanti.</li> <li>• Alta precisione con ottima finitura superficiale, alta durabilità termica delle parti stampate.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Necessità di strutture di supporto.</li> <li>• Manipolazione di resine tossiche, necessaria ventilazione.</li> <li>• Tempi di stampa lunghi, bassa produttività; richiede post-elaborazione come lavaggio e polimerizzazione.</li> <li>• Scarsa varietà di materiali disponibili e complessità per la stampa multicolore.</li> </ul>
MJF	Nylon PA11, Nylon PA12 e PP	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maggiore precisione e qualità della superficie rispetto a FDM, ottima produttività, meno post-elaborazione rispetto a FDM.</li> <li>• Può produrre oggetti molto complessi, fino all'80% della polvere non fusa può essere riciclata, non richiede strutture di supporto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investimento iniziale elevato e polvere costosa.</li> <li>• Necessaria manipolazione di agenti aggiuntivi al materiale in polvere.</li> </ul>



# CAPITOLO 6

**Progetto:** Dall'Idea alla sua  
Realizzazione





## 6.1 — Definizione del concept

### INTRODUZIONE

Dopo aver esplorato l'arrampicata, esaminandone la storia e i principali contesti, e dopo aver identificato i requisiti e le prestazioni che lo speaker deve soddisfare (come riportato nella tabella delle esigenze), oltre a valutare le tecnologie additive più adatte, il passo successivo è definire un concept iniziale. L'obiettivo è quello di sintetizzare tutto ciò che abbiamo appreso in un oggetto che risponda efficacemente alle esigenze individuate e sia perfettamente coerente con l'ambiente per cui è stato progettato. Durante la fase di analisi iniziale, abbiamo concluso che, nell'arrampicata, solo una piccola parte del tempo è dedicata alla scalata vera e propria, mentre gran parte di esso viene speso in momenti come il riposo e l'avvicinamento.

**Il nostro obiettivo non è quindi ideare uno speaker che accompagni il climber durante la scalata, ma piuttosto creare un prodotto che arricchisca tutti i momenti che ruotano attorno ad essa, spesso prolungati e caratterizzati da dinamiche collettive in cui la musica può aiutare a favorire la socializzazione.**

Naturalmente, progettare uno speaker pensato per l'arrampicata non significa che sarà utilizzabile esclusivamente in quel contesto, ma è importante considerare anche la sua versatilità nell'uso quotidiano. Lo speaker deve infatti adattarsi sia alle esigenze specifiche dell'arrampicata (outdoor e indoor), che alle situazioni di ogni giorno, garantendo praticità in ambienti diversi.

### ESIGENZE DELL'UTENZA

Lo speaker è progettato principalmente per offrire un supporto dal punto di vista psicologico e in termini di prestazioni per il climber. La musica, infatti, svolge un ruolo fondamentale nella motivazione, aiutando a mantenere la concentrazione e a migliorare



*Contesto sociale durante l'arrampicata - Valle Orco Climbing Festival*



le performance. Inoltre, la natura sociale e collaborativa dell'arrampicata può essere ulteriormente valorizzata con l'introduzione dello speaker, che favorisce l'interazione tra i membri del gruppo e contribuisce a creare un'esperienza condivisa, anche durante i momenti di riposo in cui non si arrampica.

Una caratteristica fondamentale è la portabilità e versatilità, che lo rende adatto a molteplici contesti. Nei capitoli precedenti abbiamo analizzato come i climber debbano trasportare molta attrezzatura per raggiungere le falesie e come, nei loro gesti abituali, l'uso



*Esempio di avvicinamento in falesia*

di moschettoni sia essenziale, ad esempio per l'utilizzo dei rinvii. Pertanto, abbiamo deciso di riprendere quest'ultimo elemento, integrando un sistema di aggancio, tramite due moschettoni, direttamente nella scocca dello speaker, in modo da poterlo appendere facilmente ovunque si desideri. Tali moschettoni potranno, inoltre, essere indipendentemente nascosti all'interno della scocca quando non sono necessari. Ad esempio, in outdoor, lo speaker potrebbe essere appeso al ramo di un albero o agli spit accanto alla via che si sta scalando. Questa soluzione è utile perché spesso è preferibile non lasciare oggetti a terra nelle vicinanze, per evitare intralci a chi sta facendo sicura. Mentre quando si è in palestra è possibile riporre i moschettoni in posizione statica e appoggiare lo speaker su una superficie piatta. In questo modo il dispositivo risulterà più pratico e immediatamente fruibile, adattandosi perfettamente alle necessità dei climber.

Per quanto riguarda le questioni di stile, abbiamo deciso di rendere la scocca il più simile possibile all'attrezzatura da arrampicata, riprendendo elementi che ne fossero coerenti. Per esemplificare, parte della scocca ha una finitura metallica lucida, ispirata all'aspetto dei moschettoni, per creare un senso di continuità visiva e funzionale con l'equipaggiamento. E ancora, la fisionomia della scocca richiama la forma di una presa, in particolare la presa "Pinch", per risultare coerente con la gestualità e l'ergonomia tipiche di chi pratica arrampicata.

## ESIGENZE TECNICHE

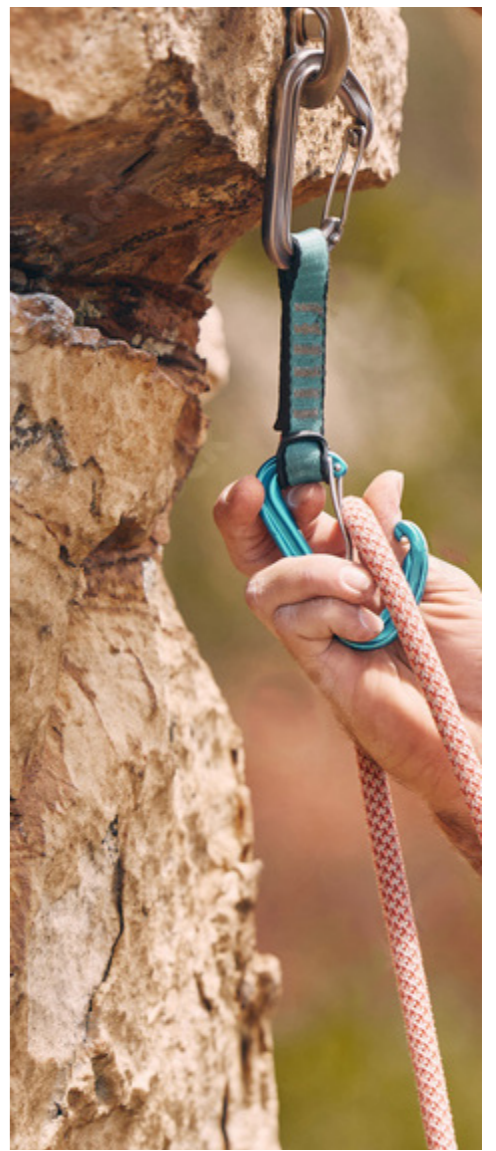
Le nostre esigenze tecniche prevedono la realizzazione di un altoparlante con supporto Bluetooth di medie dimensioni ma compatto, con una lunghezza di circa 20 cm e una potenza di almeno 30W. Questo permette di ottenere un suono forte e nitido, adatto anche a vasti spazi aperti come le falesie, dove una diffusione audio efficace è fondamentale per garantire una buona esperienza sonora. Inoltre, lo speaker è dotato di una batteria che garantisca almeno 8 ore di riproduzione continua, così da assicurare un'autonomia sufficiente anche in luoghi privi di accesso all'elettricità. Questo permette agli utenti di godere della musica audio per un'intera giornata in ambienti remoti, senza preoccupazioni legate alla ricarica. La scocca deve inoltre essere progettata per resistere alle condizioni sfavorevoli tipiche degli ambienti outdoor. Abbiamo quindi previsto di rendere la cassa resistente all'acqua, alla polvere e con una discreta resistenza agli urti. Per garantire quest'ultima caratteristica, lo speaker deve avere adeguate proprietà meccaniche. Cercheremo di evitare l'uso di spigoli vivi, preferendo invece angoli arrotondati, in modo tale da assorbire meglio eventuali impatti. Infine, le componenti più fragili saranno collocate in posizioni strategiche e protette, così da preservare la loro integrità in caso di cadute o urti accidentali. Il prodotto finale deve infine raggiungere un livello di precisione elevato, avvicinandosi il più possibile alla qualità di un dispositivo sviluppato con tecnologie industriali avanzate utilizzate tipicamente dai grandi marchi.

## LIMITI E VANTAGGI DELL'OPEN DESIGN

Durante l'intera durata del progetto seguiremo i principi dell'Open Design. Di conseguenza, per raggiungere i nostri obiettivi tecnici e stilistici, sia nella fase di progettazione sia nella produzione finale, faremo uso di tecnologie in linea con questa filosofia progettuale. Purtroppo l'inserimento del progetto in un contesto di Open Design comporta alcune limitazioni nei risultati ottenibili. Ad esempio, per migliorare la resistenza agli urti, abbiamo deciso di non utilizzare gomma: pur essendo possibile stamparla in 3D, le lavorazioni di finitura non consentirebbero di raggiungere gli standard di qualità desiderati. Anche sul fronte dell'elettronica, sfortunatamente, avremmo potuto sviluppare una configurazione più avanzata e dotata di ulteriori funzionalità, ma le nostre competenze non ci hanno permesso di integrare elementi eccessivamente innovativi.

**Tuttavia, nel rispetto dello spirito del progetto e della filosofia dell'Open Design, pubblicheremo la documentazione e i file del progetto in modo tale che gli utenti con competenze specifiche possano apportare modifiche e miglioramenti all'altoparlante, contribuendo alla sua evoluzione e personalizzazione.**





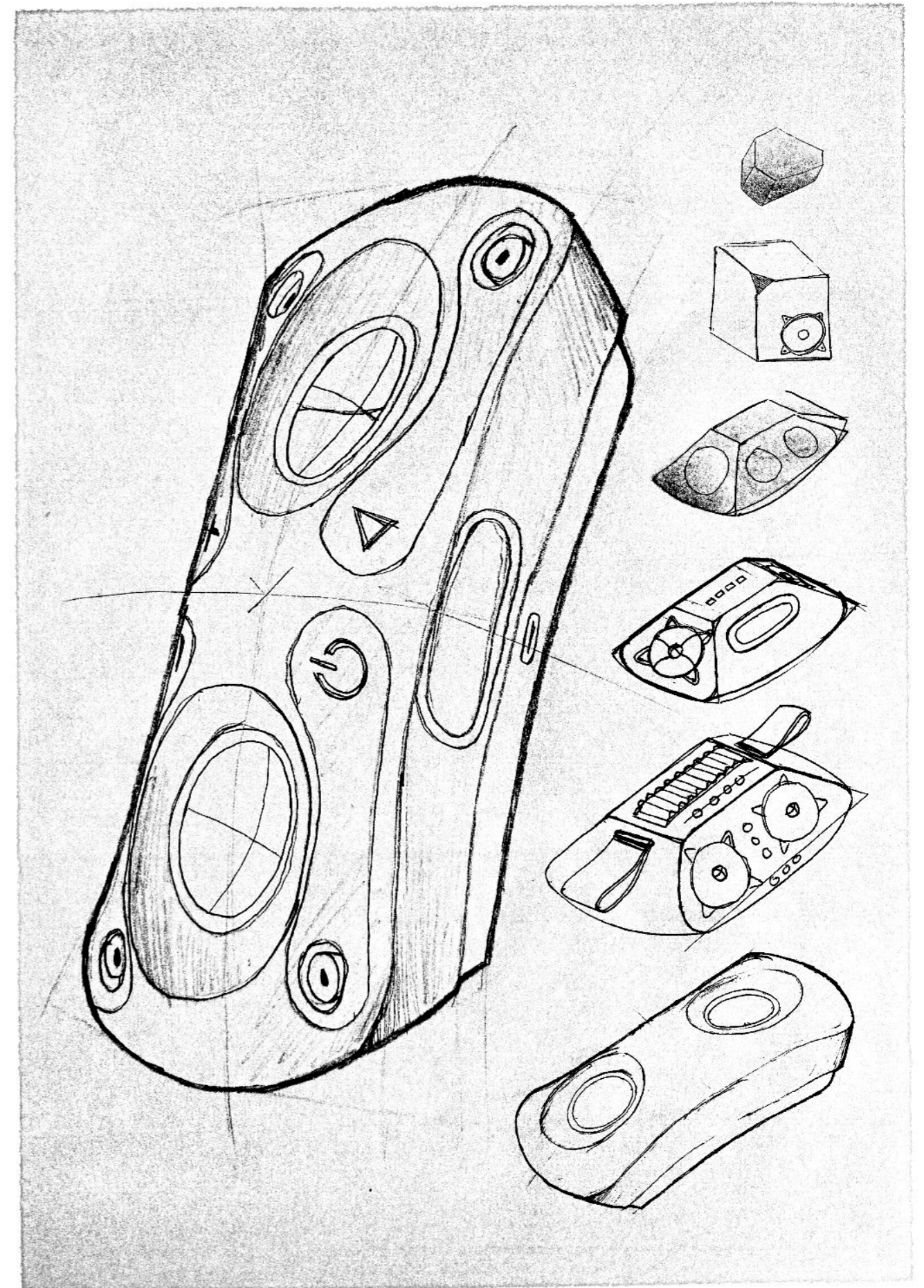


## 6.3 — Sketching

Dopo aver definito il concept e realizzato una moodboard, abbiamo iniziato a schizzare le nostre idee in modo tale da identificare e sviluppare la soluzione che meglio rispondesse alle esigenze emerse. In questa fase, l'utilizzo dello schizzo a mano (in inglese "sketching") diventa fondamentale, poiché consente di comunicare le idee in modo chiaro ed esplorare rapidamente diversi concetti, scartando progressivamente quelli meno convincenti, fino a individuare una soluzione finale.

Concentrarsi prematuramente su una sola idea, infatti, limita le possibilità. Sebbene si possa raggiungere un buon design sviluppando un'unica idea, non si può sapere se altre soluzioni (mai esplorate) avrebbero potuto risolvere il problema in modo migliore. Nelle prime fasi del processo di progettazione è quindi essenziale esplorare più idee contemporaneamente per identificare quella più adatta. Una volta scelto il design ideale, è importante continuare a rivederlo e affinarlo tramite ulteriori disegni per garantire che sia la soluzione ottimale. In particolare abbiamo applicato la tecnica dello "scribble sketching", il cui scopo è quello di catturare, il più velocemente possibile e con tratti essenziali, l'essenza dell'oggetto che si desidera rappresentare, omettendo i dettagli non importanti, decorazioni e testi. [46]

46 <https://www.interaction-design.org/literature/article/etch-a-sketch-how-to-use-sketching-in-user-experience-design?>



Scribble sketching e sketch finale dello speaker.



## 6.5 – Componenti, elettronica e circuiti

### COMPONENTI ELETTRONICHE E AGGIUNTIVE

Dopo aver definito le esigenze progettuali e sviluppato le prime idee per lo speaker, abbiamo avviato una ricerca approfondita delle componenti, elettroniche e non, più adatte al progetto. Questo ha richiesto un'analisi mirata per individuare elementi Hi-Fi di buona qualità a costi accessibili.

Prima della selezione dei componenti specifici, abbiamo condotto uno studio preliminare online per acquisire le competenze necessarie per la realizzazione di uno speaker Bluetooth e per identificare le parti essenziali che, assemblate, avrebbero costituito il corpo della cassa. È importante dire che il processo di prototipazione non è stato lineare: più volte abbiamo selezionato componenti che, a test eseguiti, si sono rivelate inadatte, portandoci a sostituirle per migliorare il risultato finale. Inoltre, durante il percorso di sviluppo, abbiamo anche considerato l'importanza della compatibilità delle componenti selezionate. Ogni elemento doveva non solo soddisfare gli standard qualitativi, ma anche integrarsi con le altre parti per garantire un funzionamento ottimale.

Di seguito elenchiamo le componenti, suddivise in elettroniche e componenti aggiuntive, impiegate nella versione finale dello speaker:

### COMPONENTI ELETTRONICHE



<b>MARCA:</b>	Aiyima
<b>POTENZA:</b>	20W 4Ohm
<b>DIMENSIONI:</b>	50mm
<b>PREZZO:</b>	15€

#### Altoparlanti Attivi (x2)

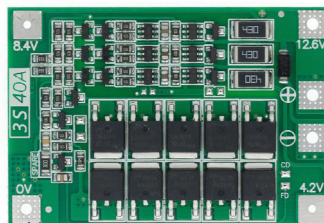
Gli altoparlanti attivi sono driver che integrano un amplificatore all'interno della loro struttura. La loro funzione è quella di riprodurre il suono con potenza e chiarezza. Questi dispositivi sono responsabili della trasformazione del segnale elettrico in onde sonore, garantendo un'esperienza di ascolto coinvolgente e dettagliata.



<b>NOME PRODOTTO:</b>	18500 Batteria Li-Ion
<b>TENSIONE:</b>	3,7V
<b>CAPACITÀ:</b>	2000mAh
<b>DIMENSIONI:</b>	18,3x49mm
<b>PREZZO:</b>	3,25€ al pezzo

#### Batteria ricaricabile agli ioni di litio (x3)

Le batterie sono dispositivi che immagazzinano energia elettrica e forniscono l'alimentazione necessaria per il funzionamento del sistema. Con una capacità di 2000mAh, le batterie garantiscono un'autonomia sufficiente per un utilizzo prolungato. All'interno del circuito forniscono energia ai componenti, permettendo il funzionamento autonomo dello speaker.



<b>NOME PRODOTTO:</b>	BMS 3S 40A
<b>VOLTAGGIO CARICA:</b>	DC 12,6 ~ 13,6V
<b>DIMENSIONI:</b>	41x45mm
<b>PREZZO:</b>	1,71€

### BMS (Battery Management System)

Il Battery Management System è un circuito elettronico progettato per gestire e monitorare le batterie del dispositivo. La sua funzione principale è garantire un utilizzo sicuro ed efficiente delle batterie, controllando lo stato di carica, la temperatura e prevenendo sovraccarichi. Nel circuito, il BMS è fondamentale per ottimizzare le prestazioni delle batterie e prolungarne la vita operativa.



<b>NOME PRODOTTO:</b>	XY P15W
<b>ALIMENTAZIONE:</b>	DC: 8 ~ 24V
<b>DIMENSIONI:</b>	50x33mm
<b>POTENZA IN USCITA:</b>	20W * 2
<b>PREZZO:</b>	2,03€

### Amplificatore Bluetooth

L'amplificatore Bluetooth è un componente elettronico che consente la ricezione e la riproduzione audio da dispositivi wireless, come smartphone e tablet. La sua funzione nel circuito è quella di facilitare la connessione senza fili, permettendo all'utente di riprodurre musica in modo semplice e pratico. Inoltre, funge da interfaccia tra il segnale audio e gli speaker, assicurando una qualità di suono elevata.



<b>NOME PRODOTTO:</b>	USB-C PD
<b>TENSIONE:</b>	12V
<b>DIMENSIONI:</b>	14,6x9mm
<b>PREZZO:</b>	0,77€

### Porta USB-C (con protocollo PD)

La porta USB-C è un'interfaccia di connessione progettata per supportare la ricarica e l'alimentazione a 12V tramite il protocollo Power Delivery (PD). La sua funzione è di permettere il collegamento a dispositivi esterni per la ricarica delle batterie o l'alimentazione del sistema. In questo circuito, la porta USB-C offre versatilità e praticità, facilitando l'alimentazione e la ricarica.



<b>NOME PRODOTTO:</b>	DIODO 3A 1000V
<b>DIMENSIONI:</b>	6mm
<b>PREZZO:</b>	2,79€ per 50pz

### Diode 3A

Il diodo da 3A è un dispositivo elettronico che permette il passaggio della corrente in una sola direzione, fungendo da protezione per il circuito. La sua funzione è di prevenire eventuali danni ai componenti sensibili in caso di inversioni di polarità. In questo circuito, il diodo garantisce la sicurezza e la stabilità del sistema elettrico.





<b>DIMENSIONI:</b>	12x8x8mm
<b>PREZZO:</b>	0,72€ per 10pz

## Interruttore

L'interruttore è un componente progettato per attivare o disattivare il sistema audio. La sua funzione è di gestire l'alimentazione del dispositivo, evitando il consumo energetico quando non è in uso. Nel circuito, l'interruttore è essenziale per la sicurezza e la praticità dell'utilizzo, permettendo un accesso facile per l'utente.



<b>DIMENSIONI:</b>	6x6x6,5mm
<b>PREZZO:</b>	0,63€ per 20pz

## Pulsanti a scatto (x3)

I pulsanti a scatto sono interruttori meccanici utilizzati per attivare diverse funzioni del dispositivo, come accensione/spengimento o gestione delle tracce audio. La loro funzione nel circuito è di consentire un'interazione semplice e immediata con il sistema audio. Questi pulsanti forniscono un feedback tattile all'utente, facilitando il controllo delle operazioni.



<b>LUNGHEZZA:</b>	1m e 20cm
<b>PREZZO:</b>	1,24€

## Cavi e connettore a 2 pin

I cavi sono conduttori elettrici utilizzati per collegare i vari componenti del sistema audio. La loro funzione è di facilitare la trasmissione di segnali e alimentazione tra i diversi elementi del circuito. Un connettore a 2 pin serve per stabilire una connessione elettrica semplice tra due componenti, permettendo il passaggio di corrente.

## COMPONENTI AGGIUNTIVE



<b>DIMENSIONI (L x OD):</b>	12,5x8,3mm
<b>FILETTATURA:</b>	M6
<b>PREZZO:</b>	0,63€ per 20pz

## Inserti filettati a caldo (x4)

Gli inserti filettati a caldo sono piccoli inserti metallici (spesso in ottone) che, riscaldati, si fondono nella plastica, formando filettature resistenti. Usati in elettronica, automotive e prototipi, migliorano la durata e la resistenza ai carichi delle connessioni filettate.



<b>MARCA:</b>	Edelrid
<b>MODELLO:</b>	Nineteen G II
<b>LUNGHEZZA:</b>	78mm
<b>PESO:</b>	19g
<b>PREZZO:</b>	10€ al pezzo

### Moschettoni (x2)

Il modello Edelrid Nineteen G II è un moschettone da arrampicata a D con leva a filo, molto leggero e con tenuta standard fino a 20kN. La leggerezza è dovuta al profilo sottile, reso possibile dalla lavorazione con forgiatura a caldo della lega di alluminio, dalle piccole dimensioni e dalla leva a filo.



<b>MARCA:</b>	OOTDTY
<b>DIMENSIONI:</b>	30x60mm
<b>PREZZO:</b>	2,85€

### Altoparlanti Passivi (x2)

Gli altoparlanti passivi sono componenti acustici progettati per riprodurre le basse frequenze. A differenza dei driver attivi, non possiedono amplificazione integrata e dipendono dai segnali audio forniti dai driver attivi. Nel circuito, i passivi lavorano in sinergia con gli altoparlanti attivi migliorando la risposta dei bassi e creando un suono più ricco e pieno.



<b>PRODUTTORE:</b>	Keple
<b>MODELLO:</b>	M6x30
<b>DIMENSIONI:</b>	9x5,4x1,3cm
<b>TIPOLOGIA:</b>	Esagonale, cilindrica
<b>PREZZO:</b>	10,99€ per 10pz

### Viti Esterne (x4)

Le seguenti viti sono realizzate in acciaio di grado 10,9 di alta qualità, risultando difficili da deformare. L'azionamento esagonale consente anche trasmissioni molto elevate. Le viti a testa cilindrica sono spesso utilizzate nella tecnologia di fissaggio, nonché nell'ingegneria elettrica e nella costruzione di veicoli.



<b>LUNGHEZZA:</b>	22m
<b>LARGHEZZA:</b>	16mm
<b>PREZZO:</b>	2,63€

### Nastro in poliestere

Un nastro in poliestere è una striscia di tessuto sintetico, resistente e durevole, spesso utilizzata per applicazioni industriali, commerciali e artigianali. È caratterizzato da un'elevata resistenza alla trazione, agli agenti chimici e all'abrasione, oltre che da una bassa elasticità, che lo rende ideale per legature e fissaggi stabili. Il poliestere è inoltre resistente agli agenti atmosferici e alla luce solare.





## 6.6 — HOLD

### DESCRIZIONE

HOLD si distingue per il design semplice, funzionale ed ergonomico. Ispirato alle prese d'arrampicata indoor, questo altoparlante Bluetooth è fornito di due moschettoni integrati che garantiscono versatilità e praticità in ogni situazione. La scocca è stata pensata per affrontare sia ambienti montani che urbani, ed è dotata quindi di una struttura resistente e compatta. Le sue linee essenziali non solo offrono una presa sicura, ma riflettono uno stile minimalista e funzionale. La doppia opzione di aggancio tramite moschettoni rende HOLD facilmente fissabile a zaini, tende, spit da parete o perfino rami, adattandosi a qualsiasi contesto e necessità. Il suono è potente e cristallino, grazie a driver di alta qualità e subwoofer passivi che enfatizzano sia i bassi profondi sia la nitidezza dei dettagli sonori, rendendola adatta pure ai vasti spazi aperti della montagna.

**HOLD non è solo un altoparlante, ma il compagno d'avventura ideale: unisce praticità, stile e prestazioni audio eccellenti, trasformando ogni momento dell'arrampicata, anche quelli più monotoni e ripetitivi, in un'esperienza unica e memorabile.**



### SPECIFICHE TECNICHE

<b>Bluetooth</b>	5.0
<b>Tempo massimo di riproduzione</b>	20 ore
<b>Potenza in uscita</b>	30W RMS
<b>Gamma di risposta dinamica</b>	65Hz - 20kHz
<b>Dimensioni</b>	20,7x10,8x5,7cm
<b>Peso</b>	0,583kg
<b>Batteria</b>	6000mAh
<b>Tempo di ricarica</b>	5 ore
<b>Ricarica</b>	USB Type-C
<b>Prezzo</b>	80€



# RENDERS

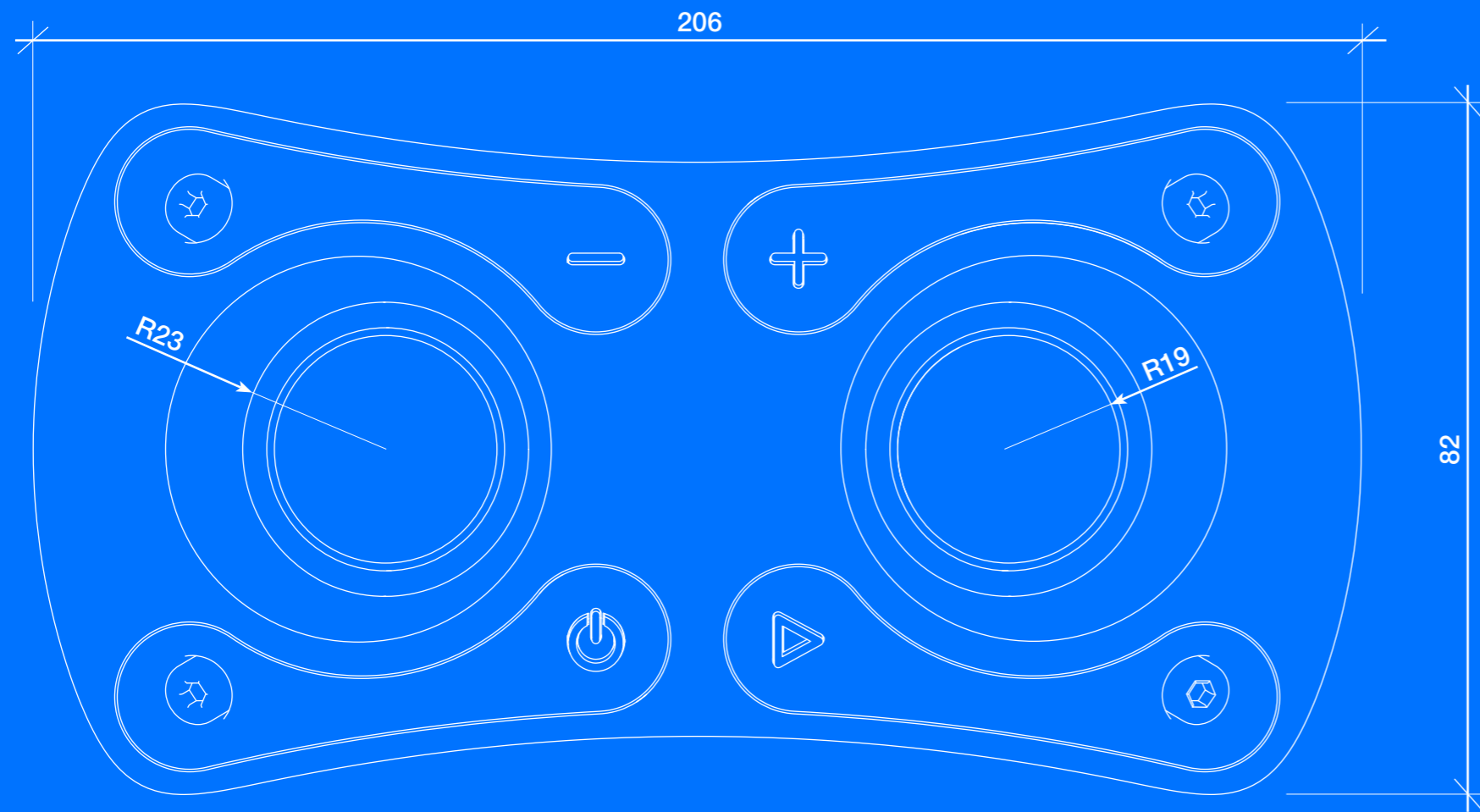








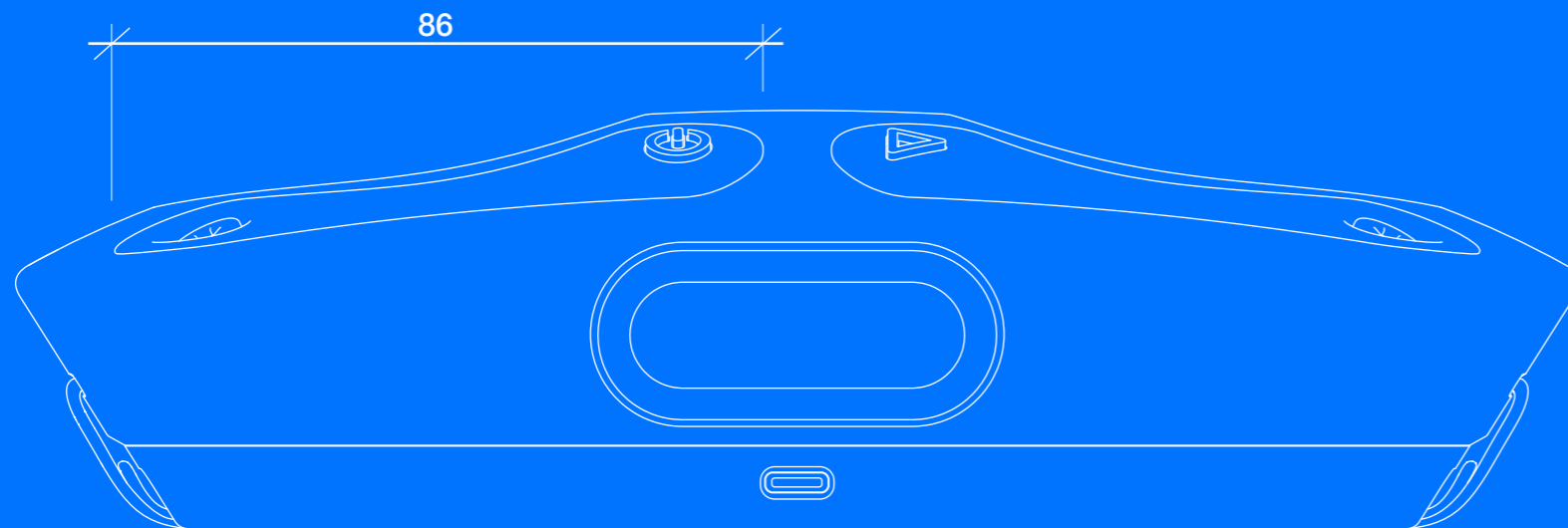
VISTA SUPERIORE



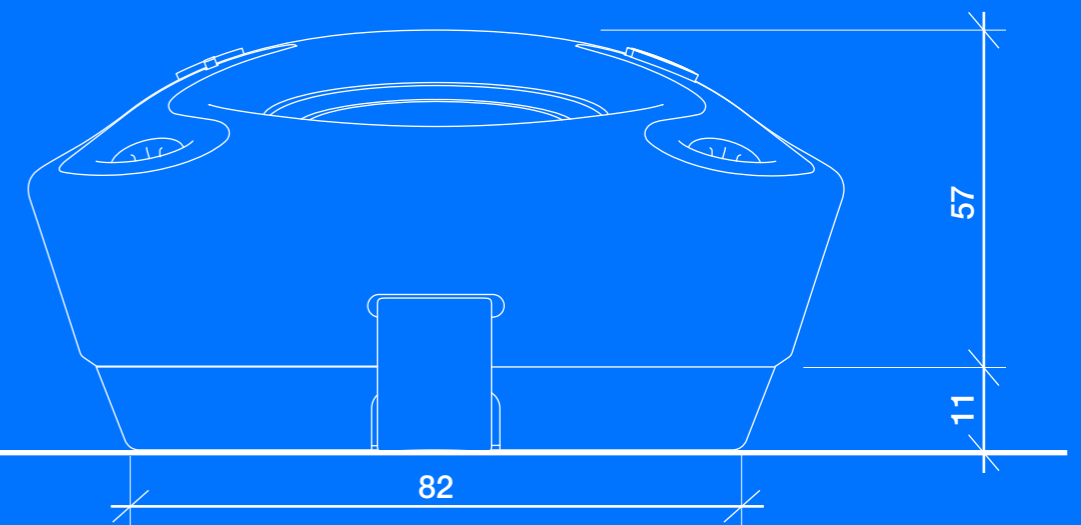
# DISEGNI TECNICI

**SCALA 1:1**  
Quote in mm

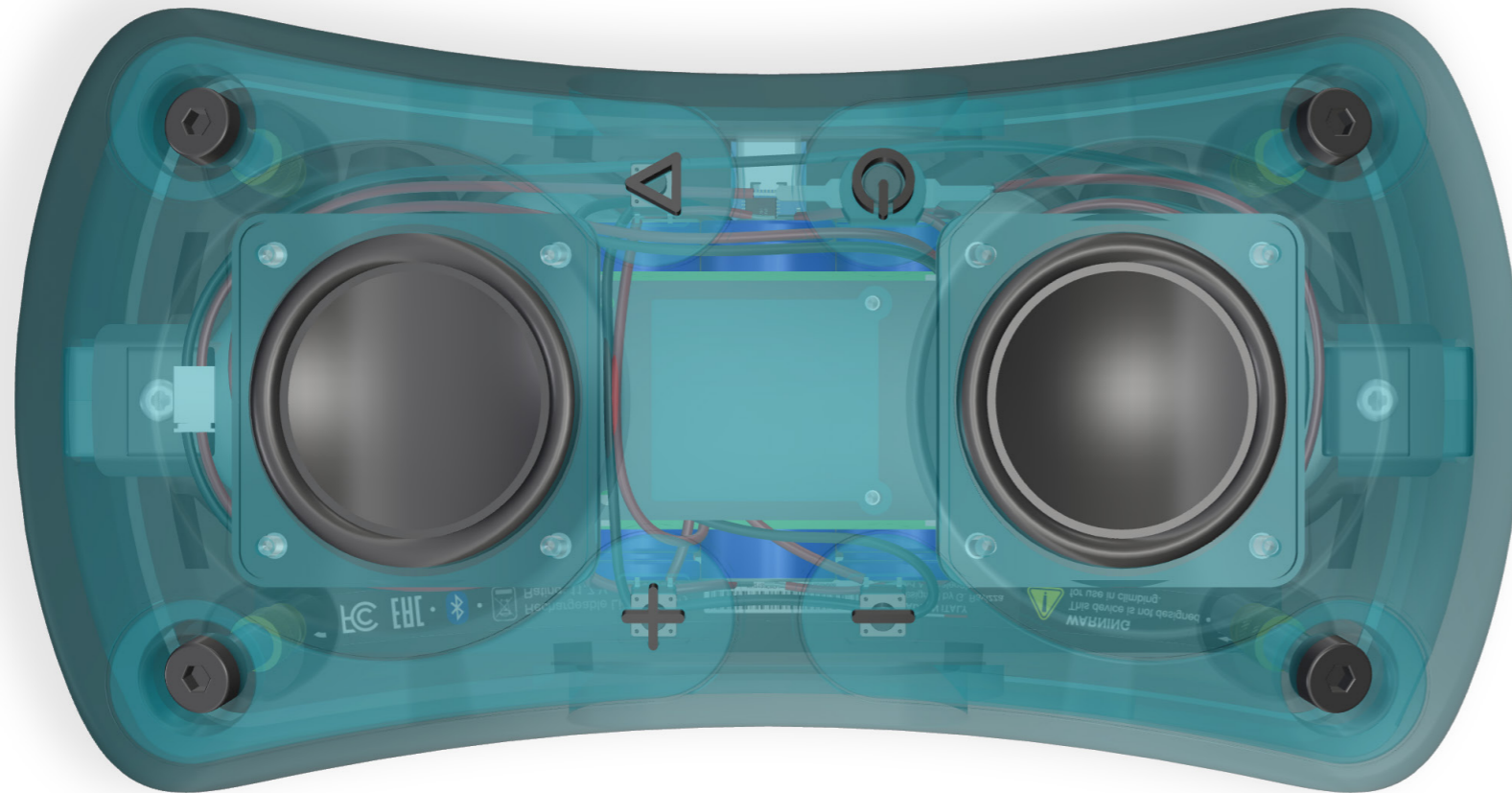
VISTA LATERALE



VISTA FRONTALE



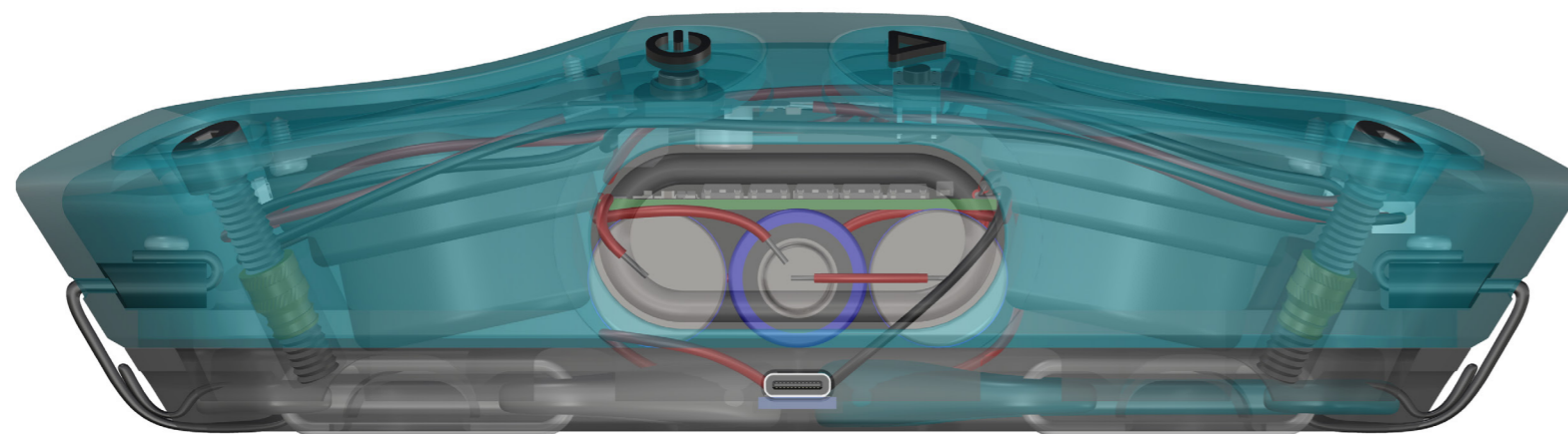
VISTA SUPERIORE



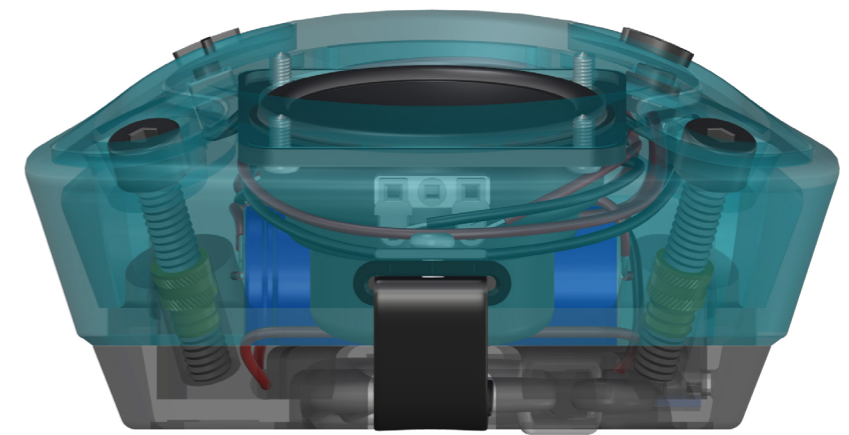
# VISTE X-RAY

## SCALA 1:1

VISTA LATERALE



VISTA FRONTALE





# STORYBOARD

## RIPORRE IL MOSCHETTONE NELLA SCOCCA



①

**PASSAGGIO 1**  
 Apri la clip del moschettone e inizia a portarlo verso il suo foro dedicato, facendo attenzione a non torcere il nastro.



②

**PASSAGGIO 2**  
 Sempre mantenendo la clip aperta, inserisci solo il corpo destro del moschettone (opposto alla clip) all'interno del foro.

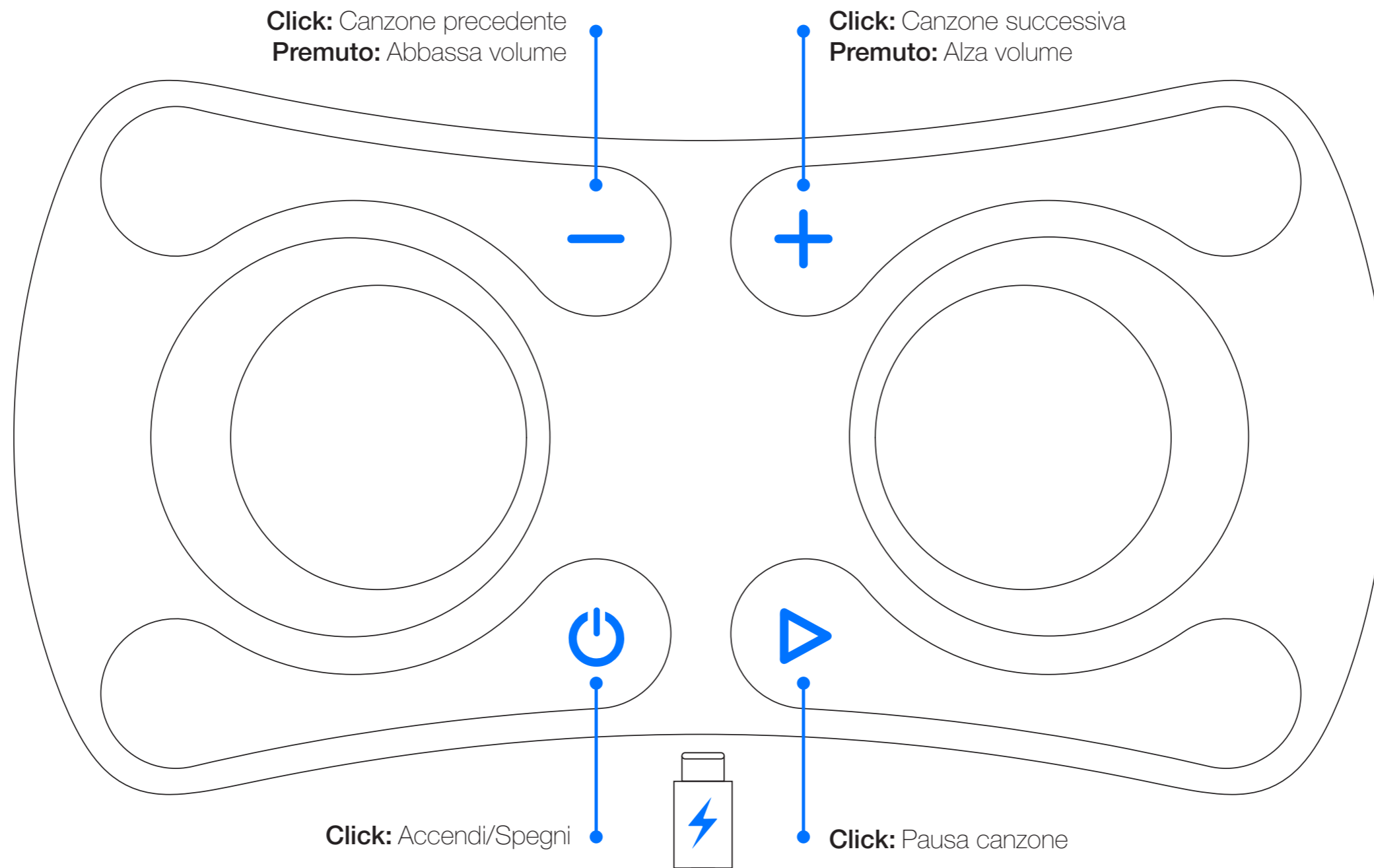


③

**PASSAGGIO 3**  
 Fai ruotare in posizione la parte sinistra del moschettone e lascia che la clip si chiuda automaticamente, in modo da assicurarla saldamente.

# LAYOUT DEI CONTROLLI

## FUNZIONE DEI TASTI



\*È necessario caricare l'altoparlante con un caricatore da 12V



## 6.7 — Assemblaggio

### INTRODUZIONE

Il precursore dell'Open Design in Italia è stato Enzo Mari, che pubblicò nel 1974 un libro intitolato "Autoprogettazione?" contenente i progetti e i disegni costruttivi, rilasciati con licenza libera e aperta, di un set completo di mobili concepiti per essere facilmente costruiti ed assemblati da chiunque. Lo scopo del lavoro di Mari non era la semplice riproduzione, ma lo sviluppo di un pensiero critico sul significato più profondo del design. Seguendo questo approccio, nelle pagine successive descriveremo ogni fase del processo di realizzazione dell'altoparlante HOLD. Il nostro lavoro non vuole essere un percorso obbligato, ma uno spunto da cui partire per apportare migliorie, modifiche estetiche o innovazione.

[47]

*“La proposta era che le persone fossero sollecitate dagli esempi proposti a realizzare ciò di cui avevano bisogno, anche altre tipologie oltre a quelle proposte, ed a realizzarle liberamente assumendo l'esempio suggerito solo come sollecitazione e non come modello da ripetere.”*

**Enzo Mari, Progettazione?**

47 Enzo Mari, 1974, Autoprogettazione?

### ISTRUZIONI DI MONTAGGIO

#### FASE 1 - STAMPA 3D DEI PEZZI

##### SCocca SUPERIORE, SUPPORTO DELL'AMPLIFICATORE E FERMANASTRI

Tecnologia: **FDM**

Materiale: **PLA**



Stampare la scocca in FDM offre numerosi vantaggi, tra cui un costo inferiore rispetto alle altre tecnologie grazie all'utilizzo di filamenti economici e facilmente reperibili sul mercato. Inoltre, la tecnologia FDM permette di creare pezzi più resistenti agli urti e alla flessione. Inoltre, la post-elaborazione è più semplice e la velocità di stampa è generalmente superiore. I materiali FDM sono meno sensibili a deformazioni dovute all'umidità o all'esposizione alla luce, garantendo una maggiore durabilità nel tempo. In questa fase abbiamo deciso di stampare il pezzo disponendolo in verticale in modo tale da avere il minor numero possibile di supporti che potessero rovinare la finitura superficiale.

##### NOTA BENE

*Puoi stampare il pezzo anche utilizzando la tecnologia MJF, che però aumenterebbe il costo complessivo dell'altoparlante, oppure con la tecnologia SLA, che, invece, lo renderebbe più fragile.*

**SCocca INFERIORE**

Tecnologia: **MJF**  
 Materiale: **Nylon PA12**  
 + **Vapoor smoothing**



La stampa MJF garantisce una maggiore precisione dimensionale e una finitura superficiale uniforme, riducendo la necessità di post-lavorazione. Questi risultati possono essere ulteriormente migliorati con tecniche come il vapor smoothing, che conferiscono una superficie ancora più liscia. Inoltre, l'MJF offre una resistenza meccanica superiore grazie alla fusione omogenea delle particelle, a differenza della tecnologia FDM, che produce pezzi anisotropi, ossia con proprietà meccaniche variabili in base alla direzione di stampa. Nonostante il costo più elevato, dovuto alla natura più industriale e meno domestica di questa tecnologia, i suoi numerosi vantaggi, uniti alla facilità di accesso tramite piattaforme online, la rendono una scelta ideale per la realizzazione del seguente componente dell'altoparlante.

**NOTA BENE**

*Puoi stampare il pezzo anche con la tecnologia FDM, ma risulterebbe meno preciso dal punto di vista superficiale e richiederebbe una post-finitura più complessa, soprattutto per levigare i sottosquadri difficili da raggiungere.*

**TASTI E GRAFICHE**

Tecnologia: **SLA**  
 Materiale: **Resina**



Poiché i tasti e le grafiche dell'altoparlante non richiedono elevate proprietà meccaniche ma necessitano di alta precisione di stampa, data la loro sottigliezza e la particolare forma curva, abbiamo scelto di utilizzare la tecnologia a resina SLA. Questa tecnologia è ideale per la realizzazione di dettagli fini e geometrie complesse, grazie alla sua capacità di stampare strati estremamente sottili con una finitura superficiale liscia e uniforme. Infatti, l'SLA garantisce un livello di qualità estetica e precisione dimensionale difficilmente raggiungibile con altre tecnologie, rispondendo perfettamente alle esigenze specifiche di questi componenti.

**NOTA BENE**

*Puoi stampare il pezzo anche con la tecnologia FDM, ma risulterebbe meno preciso dal punto di vista superficiale. Inoltre, optando per questa tecnologia, è importante considerare che non è possibile stampare le grafiche come elementi separati. Sarà necessario, invece, integrare grafiche e tasti direttamente in un unico modello 3d.*



## FASE 2 - POST-PRODUZIONE

### CARTEGGIATURA ①

Strumenti: **Carta abrasiva**

Poiché il pezzo realizzato in MJF non richiede post-produzione grazie alla sua elevata risoluzione di stampa, questa fase sarà dedicata quasi esclusivamente ai pezzi realizzati in PLA e, in parte, a quelli stampati in resina.

La stampa FDM infatti produce pezzi ancora grezzi con le linee di livello visibili e le zone di contatto con i supporti leggermente rovinata dalla rimozione di essi. Per questo è fondamentale la fase di finitura dopo aver terminato la stampa. Per poter rendere liscia e uniforme la superficie abbiamo usato la carta abrasiva. Per iniziare, utilizza carta abrasiva con grana 100-200 per rimuovere le linee di stratificazione, quindi aumenta gradualmente fino a una grana fine di 600 per ottenere una finitura liscia e eliminare tutti i segni di carteggiatura. Tale procedimento può essere effettuato anche per i tasti, e richiederà meno tempo grazie alla migliore finitura offerta dalla tecnologia SLA.

#### NOTA BENE

*Carteggia con piccoli movimenti circolari in modo uniforme su tutta la superficie del pezzo ed evita di carteggiare le stampe 3D in una sola direzione, specialmente lungo le linee di stratificazione, per prevenire striature o "solchi" sulla stampa.*

### VERNICIATURA ②

Strumenti: **Vernice spray**



Per verniciare la scocca superiore e i tasti, ci siamo rivolti a un professionista per ottenere una finitura lucida metallica che si armonizzasse con il colore del moschettone scelto. Naturalmente, puoi acquistare vernice nei negozi specializzati e svolgere il lavoro autonomamente, ottenendo comunque un risultato soddisfacente.

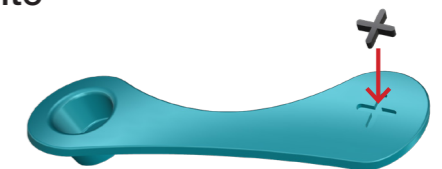
#### NOTA BENE

*Per una verniciatura a mano di qualità, assicurati di pulire bene la superficie prima di iniziare. Usa una vernice spray adatta al materiale e applica più strati leggeri, lasciando asciugare ogni strato prima di procedere.*

### INCOLLAGGIO GRAFICHE ③

Strumenti: **Colla Istantanea Trasparente**

Inserisci le grafiche (precedentemente verniciate di nero) negli appositi fori sui tasti, fissandole con colla istantanea trasparente.



## FASE 3 - SCOCCA SUPERIORE

### MATERIALE NECESSARIO

#### COMPONENTI:

- Scocca superiore verniciata
- Supporto dell'amplificatore
- Altoparlanti Attivi
- Altoparlanti Passivi
- Pulsanti a scatto
- Interruttore
- Cavi e connettore a 2 pin
- Amplificatore

#### STRUMENTI:

- Colla istantanea trasparente
- Colla bicomponente adatta a materiali polimerici
- Saldatore a stagno
- Cacciavite a croce



①

#### PASSAGGIO 1

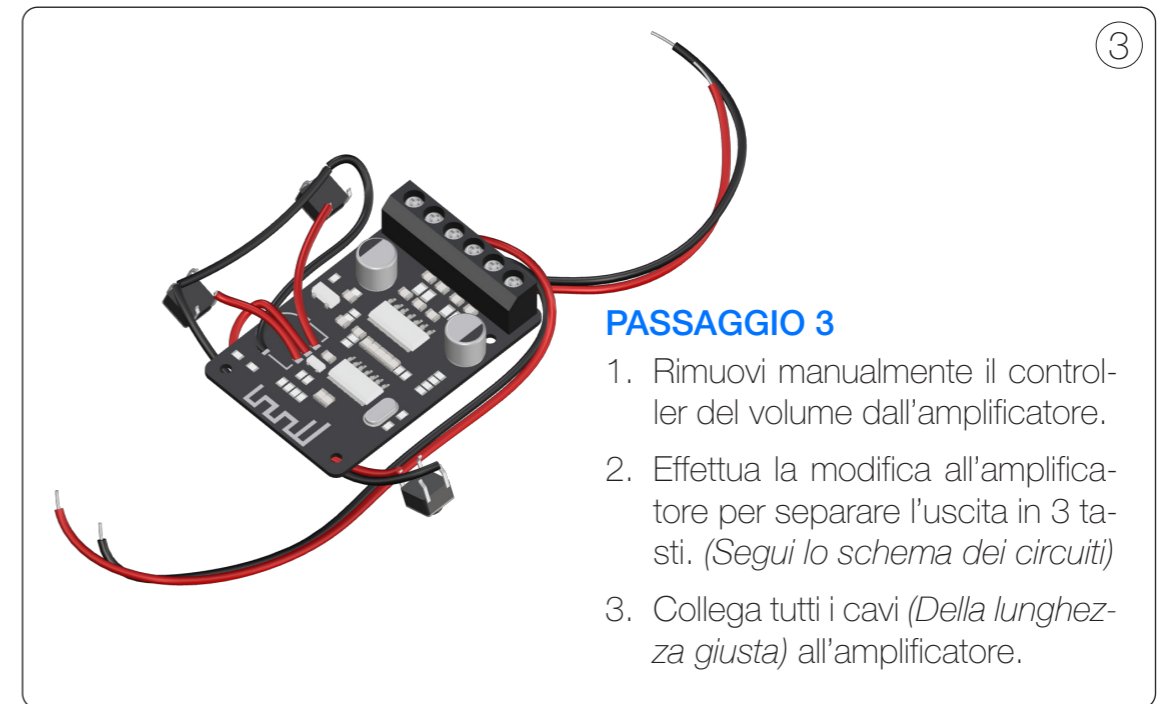
Utilizza della colla istantanea per incollare il supporto dell'amplificatore sulla parte interna della scocca come da immagine.



②

#### PASSAGGIO 2

Avvita gli altoparlanti attivi alla scocca utilizzando viti compatibili M3 4mm. (È consigliabile utilizzare delle rondelle in caso le viti non fossero della lunghezza corretta)



③

#### PASSAGGIO 3

1. Rimuovi manualmente il controller del volume dall'amplificatore.
2. Effettua la modifica all'amplificatore per separare l'uscita in 3 tasti. (Segui lo schema dei circuiti)
3. Collega tutti i cavi (Della lunghezza giusta) all'amplificatore.





## FASE 4 - SCOCCA INFERIORE

### MATERIALE NECESSARIO

#### COMPONENTI:

- Scocca inferiore
- Batterie
- BMS
- USB-C
- Cavi
- Inserti filettati
- Diodo
- Connettore a 2 pin

#### STRUMENTI:

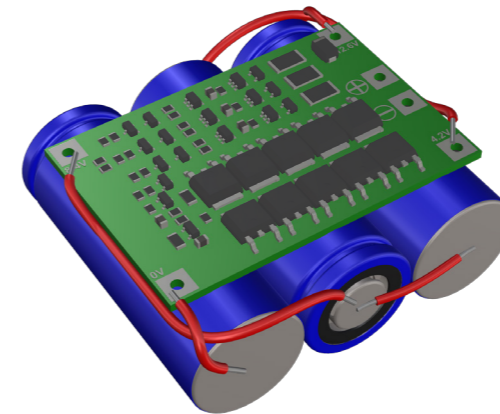
- Colla istantanea trasparente
- Colla bicomponente adatta a materiali polimerici
- Saldatore a stagno



①

#### PASSAGGIO 1

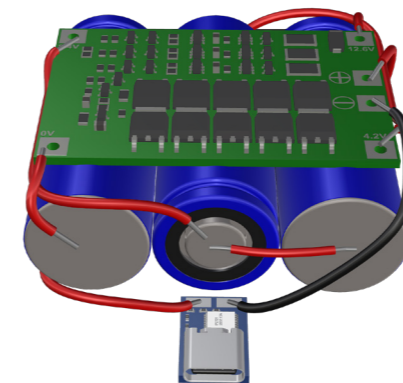
Inserisci gli inserti filettati con il saldatore nei 4 fori sulla base, facendo pressione man mano che l'inserto si scalda.



②

#### PASSAGGIO 2

Prepara il pacco batterie e collegamenti con il bms come indicato nello schema dei circuiti.  
(È possibile utilizzare del nastro adesivo da elettricista per mantenere le batterie e il bms vicini e nella posizione corretta)

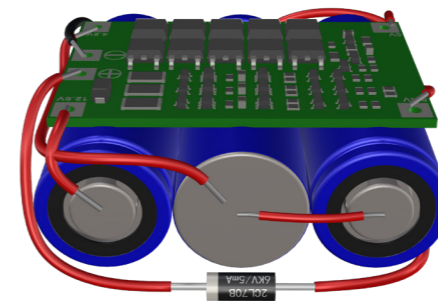


③

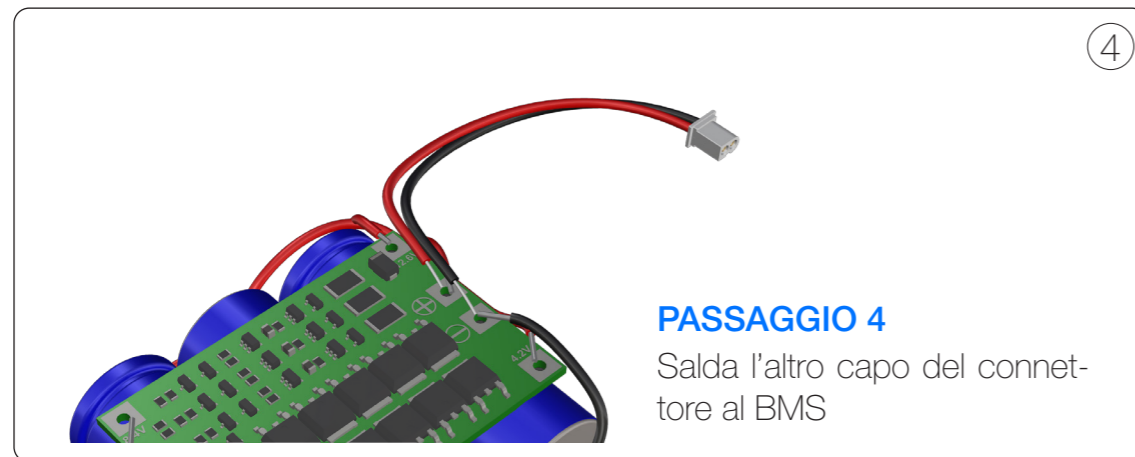
#### PASSAGGIO 3

Salda il positivo e negativo della porta USB-C al BMS, inserendo il diodo sul cavo positivo.

(Fai attenzione ad orientare correttamente il diodo come risulta nello schema dei circuiti)







## FASE 5 - COMPLETAMENTO

### MATERIALE NECESSARIO

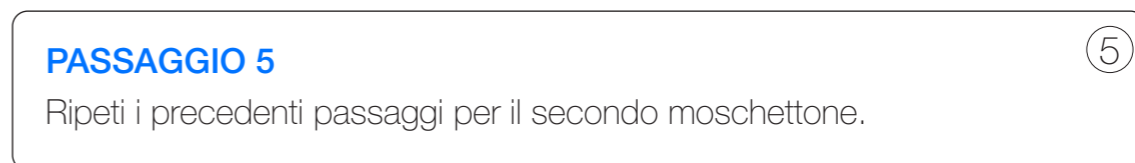
#### COMPONENTI:

- Scocca superiore
- Scocca inferiore
- Tasti verniciati
- Viti esterne
- Natro in poliestere
- Fermanastri
- Etichetta
- Moschettoni

#### STRUMENTI:

- Cacciavite a croce
- Chiave a brugola
- Cucitrice







**PASSAGGIO 8**

Inserisci i tasti verniciati nelle loro posizioni corrette e avita con la chiave a brugola le viti esterne, facendole passare attraverso i tasti fino a raggiungere gli inserti filettati.



8

**PASSAGGIO 9**

Ripiega i moschettoni e fissali nel loro apposito scompartimento sulla scocca inferiore.



9

**PASSAGGIO 10**

Incolla l'etichetta sulla scocca inferiore.



10

**ALTOPARLANTE COMPLETATO**





## 6.8 — DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA





























## Conclusioni

L'altoparlante per arrampicata HOLD è il risultato di un lungo percorso, fatto di approfondite ricerche preliminari, numerosi tentativi falliti e alcuni successi decisivi che, accumulatisi nel tempo, hanno trasformato una semplice idea in realtà. Il processo non è stato lineare infatti ha comportato molti passi indietro e numerosi errori dai quali abbiamo tratto insegnamenti continui. Il risultato finale è un prototipo pienamente funzionante, con standard di finitura di alto livello. Pur essendo un prodotto nato dalla passione di due studenti con risorse scarse e limitate, è stato possibile raggiungere una precisione che richiama quella dei grandi marchi, creando un altoparlante accuratamente rifinito e interamente realizzato mediante tecnologie additive di livello consumer. Va precisato che, sebbene nel progetto sia stata utilizzata la tecnologia MJF (di natura industriale e meno economica), questa può essere sostituita dalla FDM, sacrificando però una finitura superficiale più pulita. Siamo consapevoli che il nostro progetto abbia margini di miglioramento, soprattutto dal punto di vista elettronico e nei processi di produzione, che possono essere ulteriormente ottimizzati. Per questo, in linea con lo spirito del progetto e la filosofia dell'Open Design, abbiamo pubblicato la seguente tesi con una licenza non commerciale che permette la libera modifica o replica del progetto a patto di dare credito agli autori e mantenere la stessa licenza (CC BY-NC-SA). Infine, è nostra intenzione pubblicare la documentazione e i file di progetto sulla piattaforma online Thingiverse, in modo tale che utenti, con competenze specifiche, possano apportare modifiche e miglioramenti contribuendo all'evoluzione continua dell'altoparlante.





## Sitografia

- [3] <https://www.federclimb.it/l-arrampicata-sportiva/storia.html>
- [4] <https://olympics.com/it/paris-2024/sport/arrampicata-sportiva>
- [6] <https://www.uncarvedblock.com.au/page/glossary>
- [7] <https://www.climbing.com/skills/how-to-succeed-sport-climbing-tactics-redpointing/>
- [8] <https://www.petzl.com/IT/it/Sport/Posizionamento-del-rinvio-e-moschettonaggio-della-corda>
- [9] <https://www.oliunid.it/blog/magnesite-per-l-arrampicata-se-la-conosci-la-usi>
- [10] <https://gripped.com/profiles/20-differences-between-indoor-and-outdoor-climbing/>
- [11] <https://gripped.com/profiles/understanding-rock-climbing-conditions/>
- [12] <https://www.igrodry.com/lumidita-atmosferica-in-italia/>
- [14] <https://thesportjournal.org/article/effects-music-has-on-lap-pace-heart-rate-and-perceived-exertion-rate-during-a-20-minute-self-paced-run/>
- [15] <https://www.istitutopsicoterapie.com/il-potere-della-musica-e-la-sua-applicazione-terapeutica-la-musicoterapia/>
- [16] <https://www.scientificamerican.com/article/psychology-workout-music/>
- [17] [https://en.wikipedia.org/wiki/Open-design\\_movement](https://en.wikipedia.org/wiki/Open-design_movement)
- [18] <https://prototypr.io/post/what-is-open-design>
- [19] <https://www.btw.so/it/blog/history-of-open-source-software/>
- [20] <https://www.ibm.com/it-it/topics/open-source>
- [22] <https://zoybar.net/about-zoybar/>
- [23] <https://blog.arduino.cc/2021/12/09/one-board-to-rule-them-all-history-of-the-arduino-uno/>
- [24] <https://www.jblstore.it/products/jbl-flip-6>
- [25] <https://www.sony.it/wireless-speakers/products/ult-field-1>
- [26] <https://www.rockvilleaudio.com/rock-everywhere/>
- [27] <https://www.jblstore.it/products/jbl-clip-4>
- [30] <https://www.sculpteo.com/en/glossary/layer-thickness-definition/>
- [31] <https://support.stratasys.com/it/printers/polyjet-legacy/objet350-500-connex-1-2-3>
- [33] <https://www.protolabs.com/it-it/prototipazione-rapida/>
- [35] <https://sinterit.com/blog/sls-technology/5-benefits-of-open-environment-in-additive-manufacturing/>
- [38] <https://formlabs.com/it/blog/materiali-stampa-3d/>
- [39] <https://formlabs.com/it/blog/guida-definitiva-stampa-3d-stereolitografia-sla/>
- [40] <https://www.bridgewaterstudio.net/blog/types-of-resins-for-3d-printing-which-is-best>
- [41] <https://www.hp.com/it-it/printers/3d-printers/products/multi-jet-fusion-4200.html>
- [43] <https://www.weerg.com/guides/hp-multi-jet-fusion-mjf-3d-printing-materials-and-properties>
- [44] <https://www.weerg.com/3d-printing-finishes/vapor-smoothing>

[45] <https://www.protolabs.com/resources/design-tips/why-you-should-use-vapor-smoothing-on-3d-printed-parts/>

[46] <https://www.interaction-design.org/literature/article/etch-a-sketch-how-to-use-sketching-in-user-experience-design?>

## Bibliografia

- [1] Ludovic Seifert, 2017, *The Science of Climbing and Mountaineering*, Peter Wolf, An dreas Schweizer, pp 1-3
- [2] Beifeng ZHU, Ruizhi CHEN, Yuan LI, 2021, *The Origin and Early Evolution of Rock Climbing*, pp 662-664
- [5] Simon Courtemanche, *Analysis and Simulation of Optimal Motions in Rock Climbing*, 2014, pp 6-10. <https://theses.hal.science/tel-01395561>
- [13] Clark, I. N., Baker, F. A., & Taylor, N. F. , 2015, *The modulating effects of music listening on health-related exercise and physical activity in adults: A systematic review and narrative synthesis. Nordic Journal of Music Therapy*, 25(1), pp 76–104
- [21] Christina Raasch, Cornelius Herstatt, Kerstin Balka, 2009, *On the open design of tangible goods*
- [28] Claudio Germak, 2008, *Uomo al centro del progetto Design per un nuovo umanesimo*, pp 57-59
- [29] Thierry Rayna, Ludmila Striukova, 2016, *From rapid prototyping to home fabrication: How 3D printing is changing business model innovation, Technological Forecasting and Social Change*, Volume 102, pp 214-224
- [32] D.T Pham, R.S Gault, 1998, *A comparison of rapid prototyping technologies, International Journal of Machine Tools and Manufacture*, Volume 38, Issues 10–11, pp 1257- 1287
- [34] David Bak, 2003, *Rapid prototyping or rapid production? 3D printing processes move industry towards the latter*, pp 340-341
- [36] Antonio Baldi, Simon Quinn, Xavier, 2019, *Residual Stress, Thermomechanics & Infrared Imaging, Hybrid Techniques and Inverse Problems*, Volume 7, pp 87
- [37] Ruben Bayu Kristiawan , Fitriani Imaduddin, Dody Ariawan , Ubaidillah and Zainal Ari fin, 2021, *A review on the fused deposition modeling (FDM) 3D printing: Filament processing, materials, and printing parameters*, pp 639-649
- [42] Tsvetomir Gechev, 2022, *A short review of 3D printing methods used in the automotive industry*, pp 69-72
- [47] Enzo Mari, 1974, *Autoprogettazione?*