

# Prevenzione e innovazione nel settore dell'occhialeria

*un approccio sistemico alla salute  
visiva infantile nella Città di Torino*



Politecnico  
di Torino





**Politecnico di Torino**

Laurea Magistrale in Design Sistemico

**Relatore**

Silvia Barbero

**Correlatore**

Alessandro Campanella

**Candidate**

Marta Coviello s300222

Carolina Marchetti s305205

# Indice

	<b>Abstract</b>	7			
	<b>Metodologia</b>	10			
<b>01</b>	<b>Contesto</b>	12			
	Analisi olistica del territorio	14			
	Analisi olistica dell'azienda				
	L'azienda VANNI	20			
	Il sistema VANNI	23			
<b>02</b>	<b>Salute e prevenzione visiva</b>	28			
	La salute visiva	30			
	L'importanza della prevenzione	38			
	I più comuni difetti visivi presenti nei bambini	40			
	Problematica delle liste d'attesa	46			
	L'intervento dello screening	50			
	Programmi di screening Oculare per Bambini: benefici e limitazioni	54			
<b>03</b>	<b>Aree di intervento</b>	56			
	Analisi degli utenti: i bambini	58			
	Luogo di applicazione: la scuola	60			
<b>04</b>	<b>Prodotto e tecnologia</b>	66			
	Gli occhiali per bambini	68			
	Casi studio	72			
	Requisiti del prodotto	76			
	Panoramica e Scenari dell'Additive Manufacturing	82			
				Benchmarking	92
				Tipologie di materiale e requisiti Benchmarking	94
				Casi studio	100
				L'occhiale da vista: i fattori da considerare per la corretta immissione sul mercato	102
				Produrre un occhiale: dettagli operativi e criticità della tecnologia	106
					114
			<b>05</b>	<b>Progettazione e realizzazione del sistema</b>	118
				Obiettivi progettuali	120
				Analisi degli stakeholders	122
				Attività Educative e coinvolgimento dei bambini	132
				Journey map	136
				Screening visivo e visita oculistica privata a confronto	140
				Sistema: il network che ordina il progetto	146
				Roadmap: la proposta di una traiettoria	150
				Comunicazione	152
				Touchpoints	154
				Nome e identità visiva del progetto	156
			<b>06</b>	<b>Conclusioni</b>	162
				Impatti del sistema	164
				<b>Bibliografia</b>	168

## Abstract

Il progetto nasce dalla collaborazione tra il Politecnico di Torino e l'azienda VANNI eyewear [1], con un'attenta analisi sul territorio Piemontese (Torino) e un'attenzione alla supply chain di occhiali in acetato.

L'analisi olistica si è concentrata sull'importanza della salute visiva e su come essa possa essere maggiormente controllata grazie alla prevenzione, specialmente a partire dall'età infantile (3-10 anni) dove il 25% dei bambini ha un problema visivo che può interferire con l'attenzione, la capacità di lettura, l'apprendimento e lo sport. Inoltre la salute visiva, se ignorata, può portare per alcune patologie degenerative della retina ad un punto irreversibile, come il glaucoma, che interessa un milione di pazienti solo in Italia, ed è la seconda causa di cecità evitabile nel mondo occidentale. In aggiunta, dal-

la fase di ricerca è emersa la criticità per quanto riguarda i lunghi tempi di attesa per effettuare visite oculistiche, in ambito di sanità pubblica, e di come oggi la maggior parte della popolazione tende ad aggirare tale problema riversandosi nel privato: eppure, per agire sulla prevenzione ai difetti visivi, è fondamentale che questa sia accessibile, anche a chi non si può permettere di "accorciare i tempi" usufruendo della sanità privata; considerando che l'accessibilità non riguarda soltanto la visita ma anche il prezzo dell'occhiale.

Di conseguenza, uno degli obiettivi principali del progetto è quello di andare incontro al Servizio Sanitario Nazionale, agendo sulla prevenzione ai difetti visivi realizzando un servizio accessibile, in modo da agevolare le disparità sociali e favorire l'inclusione.

*1. Progetto nato dal corso di Open System, all'interno del corso di laurea magistrale di Design Sistemico.*

Parallelamente, dall'analisi della catena produttiva delle montature, i problemi principali riguardano la provenienza delle materie prime, la composizione dell'acetato di cellulosa a causa della presenza di plastificante e il processo produttivo con metodo sottrattivo, da cui si ottengono percentuali di scarto che si aggirano attorno al 90%.

Per questo motivo si è deciso di andare ad agire nella fase di progettazione, riducendo i rifiuti all'inizio del processo di design, cambiando il metodo produttivo da sottrattivo ad additivo, il che ne riduce significativamente le percentuali di scarto di materiale ed è risultato essere la tecnologia migliore per la realizzazione di un prodotto calato su differenti misure, considerando le esigenze dei volti dei bambini, e con la possibilità di produrre piccole serie.

Da ciò, l'obiettivo dello studio di fattibilità relativo al progetto è di ampliare il sistema aziendale, attraverso la creazione di una nuova collezione per bambini realizzata in additive manufacturing abbinata ad un servizio di screening gratuito, con l'aggiunta di ulteriori visite da parte di medici oculisti, in modo da fornire ai bambini una prescrizione medica in caso di bisogno.

Il contesto di avvio dell'iniziativa è quello di una scuola primaria, con bambini di circa 6 anni, situata in uno dei quartieri marginali [2] della Città di Torino.

Lo scopo del progetto, tramite la creazione di una rete di attori, è realizzare un'iniziativa partendo dall'azienda, la quale una volta consolidata in tutte le sfaccettature del progetto, potrebbe portare alla creazione di una nuova collezione per bambini, con le dovute sperimentazioni e

test sul prodotto, in modo da toccare un nuovo segmento di mercato, siccome VANNI attualmente non possiede una linea dedicata bambini. L'azienda, inoltre, con questa impresa consentirebbe l'inclusione sociale di bambini con difetti visivi, i quali potrebbero non essere ben integrati all'interno del proprio contesto sociale, cercando al contempo di rendere il prodotto più accessibile, realizzando un servizio per la comunità.

L'azienda quindi sarebbe promotore di un cambiamento sociale, grazie all'esperienza e all'attenzione di chi crea dispositivi medici che possano cambiare la vita ad una persona.

In conclusione, il progetto rappresenta un esempio di come l'integrazione tra la prevenzione dei difetti visivi e la produzione di occhiali personalizzati per bambini

mediante additive manufacturing dimostri l'efficacia di un approccio olistico e interdisciplinare.

Questo progetto non solo mira a migliorare la salute visiva dei bambini, ma anche a ridurre le disparità sociali attraverso l'accessibilità dei servizi e dei prodotti. Inoltre, la collaborazione con VANNI eyewear, inoltre, evidenzia come le aziende possano essere motori di cambiamento sociale positivo, promuovendo un miglioramento tangibile nella qualità della vita delle comunità.

*2. Secondo la definizione data dall'OCSE, i quartieri marginali sono parti delle città nelle quali le condizioni economiche, sociali e ambientali sono peggiori rispetto alla media della città considerata nel suo complesso.*

## Metodologia

Per lo sviluppo di questa tesi è stata seguita la metodologia proposta dal Design Sistemico: cominciando dalla fase di ricerca, per il successivo sviluppo del progetto, si è partiti da un'analisi complessiva e dettagliata del contesto di riferimento, ossia l'azienda VANNI, il settore dell'occhialeria e della vista, ed il territorio piemontese.

Quindi, dall'intersezione di questi tre aspetti, è stata svolta un'analisi sul processo produttivo degli occhiali e una ricerca empirica attraverso dati quantitativi e qualitativi, partendo dall'analisi sul tema della salute visiva e della prevenzione ai difetti visivi, riscontrando una particolare importanza di quest'ultima soprattutto nell'età infantile e che ha portato, successivamente, a porre i bambini al centro della creazione del progetto.

I dati, ricavati dalla letteratura scientifica, da database

di enti istituzionali, da indagini e da colloqui mirati con esperti nel settore, sono stati raccolti ed elaborati in grafici e mappe per migliorarne la visualizzazione e far emergere gli spunti per le domande di ricerca.

A questo punto l'analisi è stata implementata in funzione dell'utenza presa in esame, dai difetti visivi più comuni e come individuarli, alle caratteristiche degli occhiali per bambini, con l'ausilio di casi studio e progetti simili già realizzati, per comprenderne al meglio esigenze e necessità.

Parallelamente la ricerca ha interessato anche l'aspetto produttivo, facendo una panoramica delle possibili soluzioni strategiche per arrivare alla scelta della tecnologia più in linea con il concept e gli obiettivi progettuali, al fine di sfruttare un processo di produzione additivo piuttosto che sottrattivo.

In entrambe le parti, successivamente, sono stati individuati e interpellati potenziali attori da coinvolgere nel progetto, di cui sono stati valutati l'interesse e la volontà di partecipare, per la creazione del sistema.

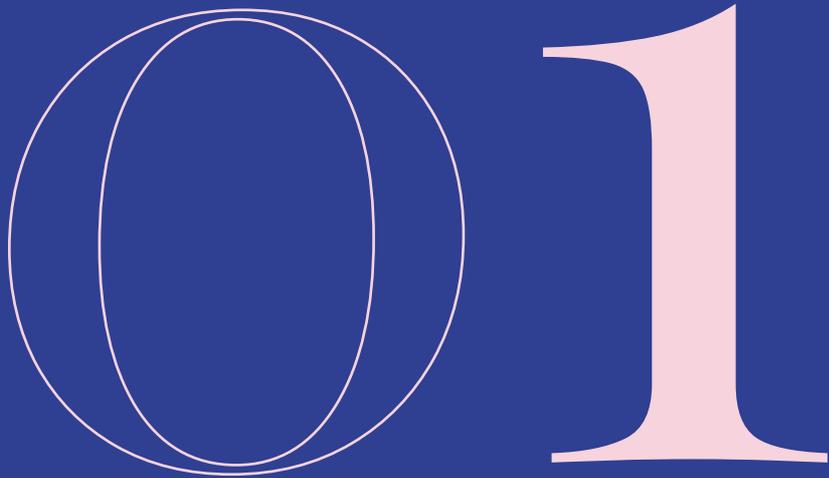
*“Il risultato di un progetto basato sul Design Sistemico è dunque un sistema complesso, dinamico e non lineare, in cui le relazioni tra le parti acquistano forza e coesione, tali da generarsi autonomamente e dar vita a un sistema aperto autopoietico” (Barbero, 2012).*

Pertanto, a seguito dell'opportuno approfondimento e conoscenza del territorio e delle tematiche individuate, è stato attuato un approccio olistico in modo da creare una rete di relazioni tra le varie parti, affinché siano queste ultime a determinare la mappatura del sistema, al fine di creare delle opportunità per risolvere le sfide incontrate dall'analisi

territoriale e aziendale, con una lente volta ad apportare un miglioramento sociale, aggiungendo una linea produttiva che abbia rispetto della materia prima.

In conclusione, il progetto è stato ideato considerando vari passi di implementazione, partendo da una realizzazione che permetta di estendere le possibilità proposte nel corso del tempo; la prospettiva permette suggerimenti di sviluppo futuri che possano essere seguiti dall'azienda, coinvolgendo sempre a più persone toccando un nuovo segmento di mercato, con un approccio innovativo, per l'azienda.

Contesto



## Analisi Olistica del territorio

Durante il corso di Open System l'oggetto di studio è stato la creazione di un nuovo sistema, un network di connessioni con il territorio, le persone e l'azienda VANNI. Attraverso la metodologia sviluppata dal gruppo di ricerca del SYS (Systemic Design Lab)

A marzo 2023 l'analisi partì, come fase divergente del progetto, dalla raccolta dati quantitativi, definendo i confini nel territorio del Piemonte, con un focus sulle zone di Torino (dove si trova l'azienda) e Asti, luogo in cui si sarebbe voluta spostare la produzione di occhiali VANNI. In aggiunta sono state esplorate le aree di Varese, la *Plastic Valley*, dove vi sono i principali produttori di acetato di cellulosa e la zona del bellunese dove si trova il distretto italiano dell'occhialeria e primo esportatore mondiale del settore [Fig. 1.1].

La raccolta dei dati è stata svolta tenendo in conside-

sono state sviluppate tavole di raccolta dati e mappe, che permettessero, step by step, la realizzazione di soluzioni e idee che potessero ampliare il sistema VANNI nel territorio Piemontese, con un focus nelle zone del torinese e dell'astigiano.

razione 3 fattori esogeni che sono stati ritenuti come i principali e che sono stati riconosciuti come altri limiti al valore dei dati, in quanto potrebbero cambiare dall'oggi al domani: la pandemia da Covid-19, il cambiamento climatico (in particolare la siccità) e la guerra Russia-Ucraina.

I dati raccolti sul territorio sono stati strutturati, dopo varie considerazioni, in 5 concetti che aiutarono a definire meglio il sistema:

- **Environment:** Geografia, Storia e Cultura, in quanto rappresentano la progressiva co-evoluzione temporale del territorio e dell'organismo, determi-

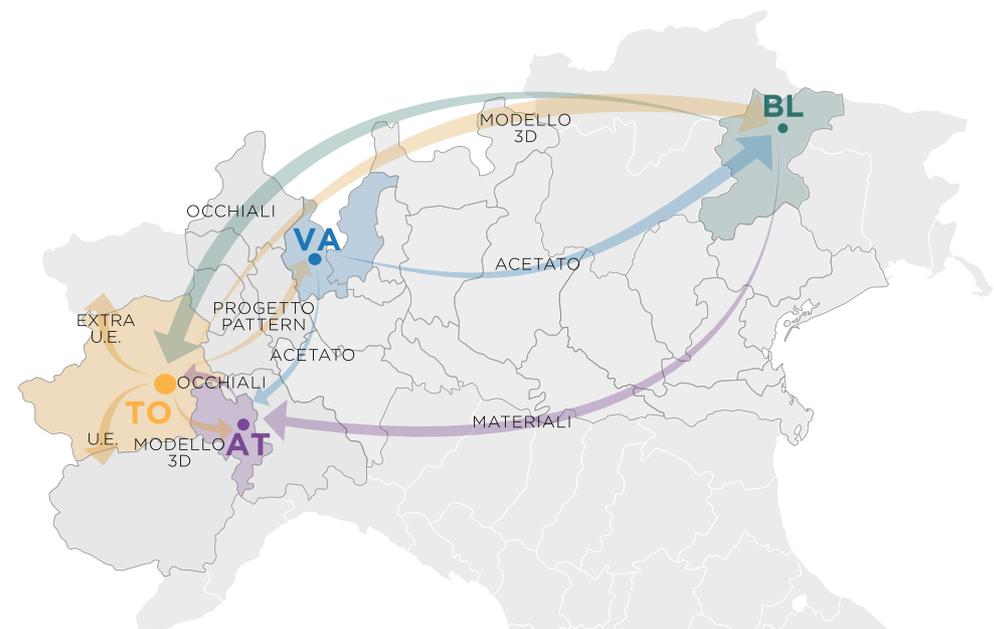


Fig. 1.1: mappa dei territori, estratta dall'esame di Open System 2023

- **Structure (o auto-organizzazione):** Economia, demografia, struttura socio culturale (che deriva dalla cultura e dalla storia più recenti), in quanto determinano la maggior parte delle relazioni che intercorrono tra le varie componenti strutturali.
- **Co-evolution:** L'educazione, considerando l'opinione utilizzata struttu-

rando l'esame, è il motore della crescita e della resilienza, ovvero della capacità di auto-rigenerarsi

- **Input:** Energia e materia in ingresso, come le dipendenze da altri territori e i fattori esogeni.
- **Output:** Rifiuti e prodotti, da considerarsi di vario tipo (materiali, energetici e intellettuali/cognitivi).

Nella complexity map del territorio, tavola realizzata durante l'esame di Open Systems, la raccolta dati ha evidenziato quelle che erano le maggiori criticità verso le quali puntare l'attenzione, che sono state segnalate da un simbolo riconoscibile per agevolare la lettura e rendere esplicito il processo che ha portato alla definizione delle "challenges del territorio". Come esplicitato precedentemente per la raccolta dati e la definizione del progetto è stato necessario definire i confini che coincidono con il territorio del Piemonte, quindi come prima questione, è possibile notare la dipendenza dell'azienda dai territori del distretto bellunese e della zona di Varese e Como per i materiali: in ottica della creazione del sistema non sarebbero normalmente un problema, ma questo si presenta nel momento in cui nel distretto ci si interfaccia con un cluster e multinazionale in cui emerge uno scopo esclusivamente legato al profitto; mentre le

materie prime provengono dalla Plastic Valley dalla quale, per questioni di sostenibilità ambientale, sarebbe meglio discostarsi.

Una caratteristica del Piemonte molto interessante è la presenza di culture diverse, date dall'afflusso migratorio dal mezzogiorno durante il boom economico e il contributo della F.I.A.T., ma anche gli immigrati stranieri giocano un ruolo fondamentale ora, rappresentano infatti il 17% della forza lavoro in agricoltura, e il 95% di loro è un lavoratore regolare.

E si potrebbe avere sempre più bisogno della loro integrazione perché, sebbene il mercato del lavoro si stia lentamente riprendendo dal deterioramento del 2020, nel lungo periodo la tendenza è che sempre più persone se ne andranno senza che nessuno prenda il loro posto: ciò è dovuto anche alla difficoltà di trovare lavoratori qualificati. Sebbene si tratti di un dato nazionale, anche il secondo

e il terzo settore stanno registrando un aumento significativo delle assunzioni di stranieri, soprattutto dove le tensioni sul fronte della domanda di lavoro sono maggiori (ANPAL e Unioncamere, 2022).

Come si evince dai dati, c'è un generale peggioramento delle condizioni di benessere delle famiglie, un dato supportato anche dall'osservazione qualitativa: giornali, televisioni, social ed esperienze dirette confermano questo aspetto. Tuttavia, anche in questo caso il cambio di paradigma post-Covid è evidente, in quanto nonostante le peggiori condizioni e il minore reddito pro capite, le spese delle famiglie sembrano essere aumentate. Principalmente queste sono aumentate per far fronte alla crisi energetica, a scapito delle spese alimentari, e sempre meno famiglie sono in grado di risparmiare. Ma dato che esiste anche una forte correlazione tra la propensione al risparmio e lo status

economico delle famiglie (con il miglioramento della classe economica aumenta il numero di famiglie che dichiarano di essere in grado di risparmiare), si potrebbe dedurre che alcuni spendono per sopravvivere, optando per l'acquisto di prodotti o marchi in promozione o meno costosi, mentre le famiglie più abbienti risparmiano o "sperperano". Infatti, tra le famiglie della fascia "benestante" continua ad essere evidenziata una maggiore propensione a spendere in alcune categorie di consumi voluttuari, in particolare viaggi e vacanze, pasti fuori casa, svago e tempo libero, abbigliamento (Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura Torino, 2022).

Ora, dopo un anno dalla raccolta di questi dati è possibile aggiungere che, a causa del boom dell'inflazione registrato tra il 2021-2023, pari al +14,2 per cento, la famiglia media italiana ha speso in questi ultimi due anni 4.039

euro in più. Se, infatti, la spesa annuale delle famiglie in termini correnti nel 2021 ammontava a 21.873 euro, nel 2023 è salita a 25.913 euro (+18,5 per cento) (Altroconsumo, 2024). In questo ultimo biennio l'aumento medio mensile è stato pari a 337 euro. I rincari più importanti hanno interessato i biglietti aerei, le bollette di luce e gas e i prodotti alimentari. A dirlo è l'Ufficio studi della CGIA. Questo ha penalizzato soprattutto le famiglie più fragili economicamente: negli ultimi 24 mesi molti nuclei familiari hanno speso di più e hanno portato a casa un numero di beni e di servizi decisamente inferiore. A risentirne sono anche certamente le piccole imprese che sempre di più si ritrovano a chiudere. L'innovazione e la tecnologia, inoltre, hanno portato alla necessità di figure sempre più specializzate e dinamiche, ma allo stesso tempo hanno anche prodotto un allontanamento dal lavoro operaio e artigianale.

Dai dati emerge che, da un lato, vi è una forte relazione tra un alto livello di istruzione o formazione professionale e l'ingresso nel mercato del lavoro, e dall'altro, una percentuale più scarsa di servizi di istruzione (1%) e di servizi di supporto alle imprese (meno dell'8%): ciò porta a dedurre, quindi, che c'è una mancanza di comunicazione tra l'offerta e la domanda di lavoro. Le imprese cercano figure specifiche che non si trovano facilmente ma, d'altro canto, l'istruzione non offre percorsi formativi adeguati alle nuove sfide del futuro e ai nuovi bisogni della popolazione. Laddove li raggiungerebbe, però, manca la disponibilità delle imprese ad accogliere il cambiamento, o comunque i casi sono rari. Certamente, come sostiene Piero Bassetti nel suo libro "Oltre lo specchio di Alice" (Bassetti, 2020), quelli che sono più restii al cambiamento sono i politici, i quali rimangono legati ai "vecchi valori" e alla struttura di sé, senza rendersi conto che or-

mai non hanno praticamente più alcun ruolo nell'epoca che cambia.

Riprendendo, poi, il tema della cultura d'impresa, ci si sofferma sui distretti industriali attraverso il pensiero dell'economista politico Giacomo Becattini (Dei Ottati, 2018).

I distretti industriali rappresentano per definizione il patrimonio manifatturiero regionale e sono "il risultato dello sforzo semi consapevole di una comunità di ritagliarsi un posto nella divisione globale del lavoro" (trad. it. di Becattini, 2004).

L'elemento sistemico del distretto industriale risiede nel concetto "il totale è maggiore della somma delle sue parti", in quanto la divisione del lavoro tra le imprese è integrata in un unico sistema produttivo attraverso un addensamento di relazioni economiche e sociali, di competizione e cooperazione. Per questi motivi, è stato analizzato anche il distretto bellunese dell'oc-

chialeria, ritrovando un altro concetto sostenuto da Becattini, ovvero la differenza tra Cluster e Distretto. Il primo infatti è "la manifestazione localizzata del processo globale di accumulazione e redistribuzione territoriale del capitale". Non c'è un consenso generale come nel distretto; piuttosto, il consenso è quello che si può realizzare tra le imprese in un consorzio, se non addirittura in una lobby" (trad. it. di Becattini, 2004). Infine, è interessante porre l'attenzione su un ultimo concetto, ovvero la distinzione tra impresa "a progetto di vita", che rappresenta la maggior parte delle imprese distrettuali, e impresa "a nucleo di capitale": quest'ultima ha come obiettivo la mera valorizzazione del capitale finanziario, mentre la prima ha finalità più complesse, derivanti dall'aspirazione del singolo a diventare lavoratore autonomo.

*Dato il posizionamento e il modello di business di EssilorLuxottica, si ritiene che il distretto dell'occhialeria di Belluno sia maggiormente identificabile come Cluster.*

# Analisi Olistica dell'azienda

## L'azienda VANNI

Nel 1929 nasce la Vitaloni Company, che si occupava di produrre specchietti retrovisori, e con l'acquisizione da parte della F.I.A.T. dell'azienda, nel 1986 nasce la prima linea di occhiali sportivi Dera-page, poi successivamente nel

Nel 2021 VANNI diventa società di Benefit: le Società Benefit rappresentano un passo avanti nel concetto di impresa, differenziandosi dalle tradizionali aziende che perseguono esclusivamente il profitto per gli azionisti. Queste nuove forme societarie integrano nel loro statuto l'obiettivo di generare un impatto positivo sulla società e sull'ambiente, oltre alla ricerca del guadagno finanziario. Le SB si impegnano attivamente a perseguire non solo il profitto, ma anche obiettivi di beneficio comune, che possono riguardare l'impatto positivo su persone, comunità, ambiente, beni culturali e sociali. La gestione di una Società Benefit richiede ai di-

1990 nasce l'azienda VANNI, più alla moda, specializzata nella creazione di pattern di acetato esclusivi (ad oggi sono più di 100), affermandosi nel mondo dell'occhialeria creativa, nel segmento di mercato dei "Créateurs des lunettes".

rigenti di bilanciare gli interessi degli azionisti con quelli della società nel suo insieme, assumendosi la responsabilità di monitorare l'impatto sociale e ambientale dell'azienda (Cosa Sono Le Società Benefit?, n.d.).

Come è stato precedentemente citato, nel corso dell'esame di Open System vi è stata la possibilità di conoscere la realtà aziendale, capendone i valori e condividendoli, avendo cura di realizzare un progetto calato sulle esigenze e la visione del presidente Giovanni Vitaloni.

Produrre occhiali non significa soltanto realizzare un prodotto che sia distintivo per le persone, non solo un

accessorio estetico, significa realizzare dispositivi medici, grazie ai quali possiamo favorire l'inclusione sociale e che possano rendere la vita di tutti i giorni più semplice, ritardando peggioramenti per i difetti visivi.

La consapevolezza di questo è la chiave per poter affrontare questi importantissimi temi, partendo dalle fasce di età più piccole, agendo sulla prevenzione e riconoscendo il bisogno di controlli periodici anche in quell'ambito che a volte viene tralasciato, soprattutto in contesti più difficili.

Alla base di ogni progetto aziendale c'è la conoscenza di materiali di qualità e di processi produttivi all'avanguardia: elementi che, uniti a una visione creativa al servizio del comfort e dello stile, rendono i loro occhiali oggetti dal design iconico oltre che efficaci dispositivi medici.

Tra gli elementi significativi che contraddistinguono gli occhiali VANNI, e che ne determinano il valore aggiunto,

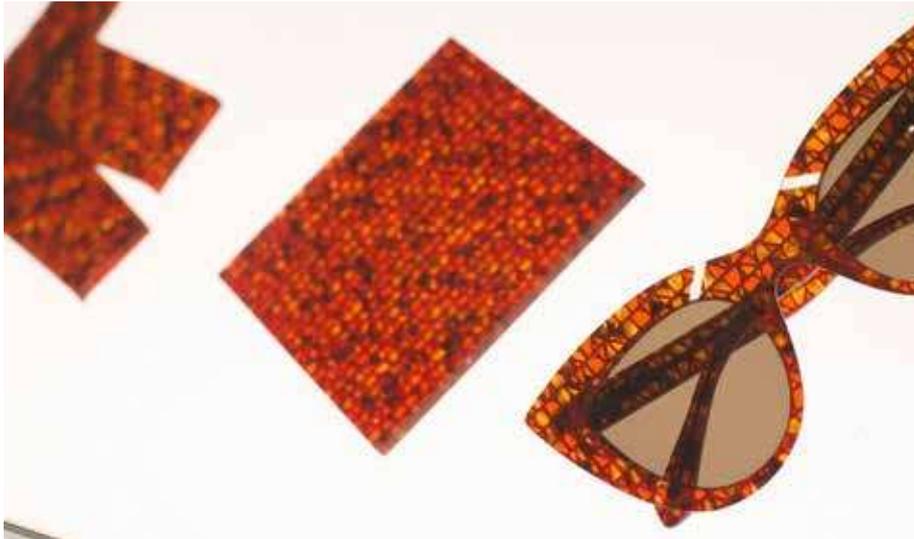
c'è l'utilizzo esclusivo dell'acetato da oltre un decennio, di cui possiedono più di 100 combinazioni e pattern. Una scelta che ha segnato un percorso innovativo nel loro modo di fare occhiali, che ha portato riconoscimenti, aumentando la notorietà e la distinguibilità del marchio, e ovviamente ha aggiunto valore alle loro creazioni.

***"MADE IN ITALY, FOR SURE"***

è il motto di VANNI e ciò che contraddistingue la sua attività su più fronti.

Scelgono consapevolmente di sostenere e valorizzare il territorio italiano, e lo fanno a tutto campo con iniziative e modalità diverse, ma sempre con un obiettivo comune:

*creare prodotti di qualità attraverso processi sostenibili e responsabili.*



La società è impegnata in progetti per ciò che riguarda sostenibilità sociale, ambientale ed economica, e sposa iniziative che supportino il territorio e le persone, per questo continuare il progetto di Open System attraverso questa tesi, è stata una scelta consapevole che ha trovato terreno fertile nei valori aziendali.

## Il sistema VANNI

Come è stato riferito precedentemente, l'azienda VANNI non è un'azienda produttrice ma si appoggia a fornitori esterni per la realizzazione delle linee di occhiali, sia da vista che da sole. Bisogna premettere che, nonostante l'a-

zienda disegni e venda anche occhiali in metallo, lo studio è stato rivolto alla catena produttiva dell'acetato di cellulosa.

La richiesta presentata precedentemente all'esame, da parte del Presidente Giovanni Vitaloni, in fase di riunione con i direttori del corso, è stata quella di provare a cambiare lo stabilimento produttivo dei loro occhiali, in quanto era stata individuata una realtà nel territorio piemontese: l'azienda In Synchrony Design di Gabriele Roggero situata a Frinco (AT).

Negli elaborati scritti e grafici presentati durante l'esame di Open Systems, si spiega la supply chain dell'azienda VANNI attraverso flussi e connessioni con il territorio, fornitori e provenienza delle materie prime dove, come riporta il testo di riferimento

della teoria dei sistemi (Capra & Luisi, 2020), gli input di un sistema non sono soltanto "ingresso" di materia tangibile.

L'esperienza diretta di visita al sito produttivo ha permesso di comprendere il valore del lavoro che sta dietro a ogni occhiale realizzato nel piccolo stabilimento produttivo di Gabriele Roggero e il livello di conoscenza e competenza richiesto.

Studiando e analizzando ogni fase del processo sono stati poi evidenziati quelle che sono le principali criticità.

In termini di processo, per quanto riguarda le montature e le aste in acetato, quello

tradizionale sembra essere il più diffuso e, ad oggi, probabilmente il più efficace ed efficiente.

Nell'analisi sono state riscontrate delle problematiche, soprattutto per quanto riguarda lo scarto prodotto e la sua composizione.

La produzione inizia dalle lastre di acetato, di vari colori e pattern realizzate dai maggiori fornitori Mazzucchelli e Laes situati nella cosiddetta plastic valley della zona di Varese e Como, le cui materie prime sono una parte di cellulosa e una parte di plastificante; entrambe propongono formulazioni standard, con plastificanti chimici di origine fossile che arrivano al 40%, e biobased, che prevedono l'utilizzo di plastificanti di origine naturale, come le formule M49 e BioCell. Tuttavia, il confronto con Marco Calvi (Certottica) mostra che, per mantenere le proprietà fisiche e meccaniche del materiale, la composizione di queste formule può essere biobased

fino al 65-70% al massimo. Sebbene la biodegradabilità sia stata testata e approvata, la decomposizione totale richiede ancora molto tempo. Questa può essere accelerata dal percorso idrotermale, una tecnica utilizzata per la produzione di biochar. Altrimenti, è possibile rigenerare il materiale meccanicamente, cioè rimescolando direttamente gli scarti di lavorazione, o chimicamente, estraendo nuovamente la cellulosa. Inoltre, dalla banca dati prodotta da "Occhio al Bio" (Certottica, 2023) sui vari tipi di polimeri utilizzati nell'industria dell'occhialeria attraverso la spettroscopia infrarossa, si nota che la maggior parte della materia prima è derivata dalla polpa di albero piuttosto che dal cotone. Questa osservazione crea uno spazio di opportunità, in quanto permette di considerare un cambiamento nella materia prima.

Un problema dell'acetato è anche la parte di cellulosa e la

parte di plastificante, le quali provengono da fonti extra europee e non tracciabili, quando, dallo studio effettuato per il modulo di *Procedure for Environmental Sustainability*, è stato considerato un accorciamento della supply chain per la produzione di cellulosa come dimostrato ad esempio da Hempatica, una bioplastica prodotta dall'hempulus, scegliendo un approvvigionamento più locale, da colture più sostenibili, o sul recupero della cellulosa dagli output di altre realtà.

Dall'analisi del processo, la fase più critica risulta essere la fresatura a controllo numerico.

Per i frontali si utilizzano lastre di circa 65-70 gr, si nota uno scarto del 60-90%. Per le aste, invece, la quantità di materiale è stimata intorno ai 30-40 gr, di cui il 35-40% sarà uno scarto di processo; ulteriori scarti e/o polveri di acetato vengono poi prodotti durante altre fasi del processo, ma rappresentano volumi minori. Essendo principal-

mente polveri, gli scarti della lavorazione delle lenti, che sono in CR39, Nylon o acrilico, contribuendo al volume totale per una percentuale effimera; gli scarti di fresatura di acetato, di fresatura delle lenti e di materiale bioplastico vengono raccolti senza distinzione, avendo tutti lo stesso codice CER 120105.

Non vi è quindi alcuna differenziazione da parte delle aziende di rifiuti di questa tipologia di materiali.



*Scarti derivanti dalla produzione di occhiali.*

Dalla fase molto lunga della burattatura si ottengono piccoli scarti di legni (solitamente faggio e betulla) usurati impregnati di pasta abrasiva, che vengono ritirati con codice CER 120117, e le acque di lavaggio, con codice CER 120301. Un ultimo rifiuto è quello delle aste animate sbrigliate: dopo la fase di animazione, se il pezzo non risponde alla qualità desiderata, l'anima metallica non può più essere separata dall'acetato, quindi deve essere smaltita tra i rifiuti indifferenziati, ma fortunatamente l'errore è raro e rappresenta quindi una piccola parte di rifiuti di produzione.

Una volta che gli occhiali hanno superato anche l'ultimo controllo di qualità, vengono imbustati in sacchetti di plastica, che verranno scartati al momento della vendita, e trasferiti al magazzino che li smista tra gli showroom e i vari ottici o li vende direttamente dal sito web. Per quanto riguarda gli occhiali da vista, una volta arrivati dall'ottico,



*Fase di burattatura*

le lenti di presentazione vengono gettate via per essere sostituite con lenti correttive. Per quanto le lenti di presentazione abbiano la funzione di mantenere strutturalmente la forma dell'occhiale, nascono come materiale di scarto e rappresentano quindi un problema significativo, soprattutto per le produzioni massive.

A partire da quest'analisi, l'obiettivo del corso è sta-

to implementare il sistema aziendale: costruendo una rete in cui questo potesse autoregolarsi, è stato necessario proporre delle soluzioni nate dall'analisi delle sfide individuate nel territorio, nel sistema produttivo e nel settore. Partendo dall'analisi della qualità degli impatti, della fattibilità tecnica e delle condizioni di vita, si è cercato di collocare le strategie sistemiche nel tempo e nello spazio, in modo da tracciare un percorso per VANNI e per l'intero settore dell'occhialeria.

*Secondo l'approccio sistemico si è cercato di coniugare emergenza e progettazione, al fine di garantire la stabilità e l'efficacia dell'organizzazione del sistema con la novità, la creatività e la flessibilità.*

Infine le soluzioni, così definite, sono state 5 e sono state più o meno approfondite a seconda dell'ordine di priorità e fattibilità.

Tra queste 5 soluzioni ne è stata individuata una che,

per il tema di cui si occupa e la possibilità di essere attuata nel breve periodo in chiave di fattibilità, è diventata l'oggetto di studio di questa tesi, ossia, **una nuova collezione per bambini utilizzando il 3D manufacturing**: si è pensato di cambiare tecnologia produttiva da sottrattiva ad additiva per ridurre la percentuale di scarto di produzione, tenendo in considerazione le difficoltà del cambiamento di tecnologia e materiale, essendo quest'ultimo la caratteristica che contraddistingue l'azienda; è stata quindi valutata una linea produttiva parallela alla produzione di VANNI. Lavorare sulla prevenzione dei difetti visivi e dei disturbi sociali ad essi associati è uno spazio di intervento fattibile, dove un'azione preventiva sui bambini e sulle fasce d'età più giovani potrebbe ridurre i problemi di apprendimento e di produttività, contribuire a ridurre le disuguaglianze sociali e, nel lungo periodo, ridurre il peso del SSN.

**Salute e  
prevenzione  
visiva**

02

## La salute visiva

La collaborazione con un'azienda di occhiali ha inevitabilmente posto l'attenzione sul tema della salute visiva, a livello mondiale e nazionale, analizzando l'importanza che può assumere la prevenzione ai difetti visivi ed esaminan-

Dalla nascita la vista è fondamentale nel momento di sviluppo dei bambini perché comporta la crescita cognitiva, sociale e lo sviluppo delle capacità motorie e di coordinazione. Dai 6 anni in poi, la vista diventa rilevante anche nell'aspetto dell'educazione perché nell'ambiente scolastico risulta fondamentale per l'apprendimento e per lo sviluppo della socialità tra i bambini. Questo, insieme alla capacità di partecipare agli sport o alle diverse attività sociali, è fondamentale anche per lo sviluppo fisico ed il benessere mentale oltretutto a mantenere alto il livello di socializzazione e di identità personale. Tale tematica viene traspota, poi, nell'età

do le problematiche correlate ai lunghi tempi di attesa per le visite oculistiche nel sistema sanitario pubblico.

adulta dove una buona vista aumenta la produttività sul luogo di lavoro, contribuendo a migliorare le prestazioni lavorative in modo più efficiente e preciso.

*Ciò si traduce in una partecipazione attiva alla vita professionale e sociale, andando a contribuire al benessere emotivo e mentale delle persone, in modo da promuovere un senso di appartenenza alla società.*

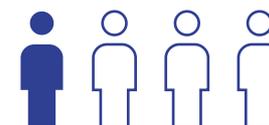
Secondo i dati raccolti nel *World Report on Vision* pubblicato ad ottobre del 2019, a livello globale almeno 2.2 miliardi di persone hanno problemi alla vista e in almeno 1 miliardo di questi casi il deficit visivo potrebbe essere

affrontato o, in alcuni casi, essere prevenuto già dall'età infantile.

A livello globale la distribuzione dei disturbi visivi non è equa, infatti, ci sono diversi fattori che condizionano tale tematica come l'età, il sesso, la zona di residenza ed il livello di reddito. Ad esempio, la presenza di difetti visivi nelle zone a basso/medio reddito si stima essere anche quattro volte superiore rispetto alle zone ad alto reddito: questi dati sono frutto principalmente della disponibilità e dell'accessibilità ai servizi sanitari, infatti, le popolazioni con accesso limitato ai servizi sanitari possono avere una maggiore prevalenza di disturbi visivi non trattati o addirittura non diagnosticati. In Italia, secondo il Rapporto ISTAT Condizioni di salute e ricorso ai servizi sanitari in Italia e nell'Unione Europea del 2019, le gravi limitazioni visive colpiscono mediamente il 2,1% della popolazione dell'Unione Europea dai 15 anni in su, mentre a partire

dai 65 anni si arriva al 5,6% e dai 75 anni all'8,7% (ISTAT, 2019).

Anche l'ambiente fisico in cui le persone vivono e lavorano può influenzare la distribuzione dei difetti visivi come, ad esempio, l'esposizione prolungata ad ambienti con scarsa illuminazione o in situazioni dove è presente un elevato inquinamento atmosferico.



**Il 25% dei bambini ha un problema visivo che può interferire con l'attenzione, la capacità di lettura, l'apprendimento e lo sport.**

FONTE: Ministero della Salute, 2019

Questo si va ad aggiungere anche ai comportamenti legati allo stile di vita di un individuo: uno dei casi più comuni, in particolar modo nell'era che stiamo vivendo, è l'uso eccessivo e prolungato di dispositivi digitali, il quale è associato ad un aumento dell'incidenza di miopia soprattutto nei giovani.

**La miopia è il difetto visivo più comune in tutto il mondo**

La World Health Organization (World Health Organization, 2019) ha stimato, seguendo gli attuali ritmi di crescita, che nel 2050 circa 5 miliardi di persone sarà miope, ossia la metà della popolazione mondiale. Questo è dato dal fatto che si tratta di un'ametropia che riguarda principalmente l'età dello sviluppo, per questo motivo è quella più studiata a livello fisiologico e clinico, sia per il preoccupante aumento della sua prevalenza sia per il suo carattere progressivo.

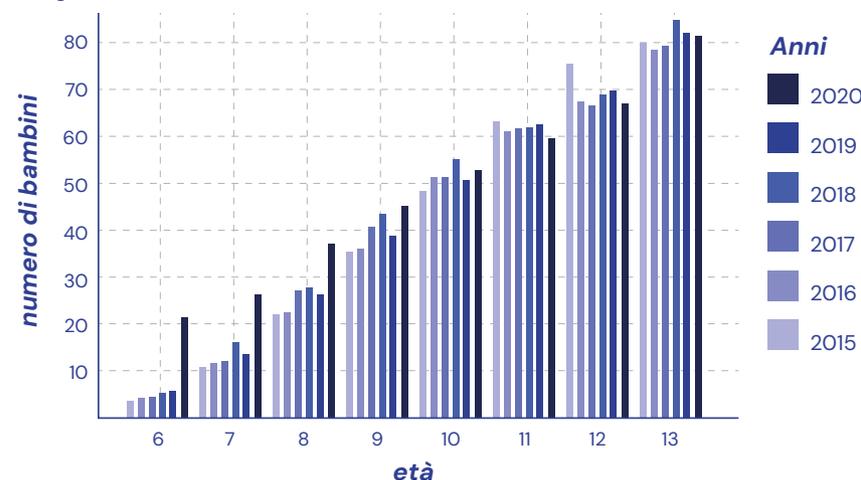
La pandemia da COVID-19 ha accelerato ulteriormente l'in-

cremento della miopia nella popolazione studentesca in particolare modo, secondo una recente ricerca (Wang et al., 2021), nei bambini dai 6 agli 8 anni i quali, rispetto ai bambini che hanno frequentato le stesse classi in anni precedenti, mostrano un aumento notevole della miopia.

Da questo studio è evidente come la fase dai 6 agli 8 anni sia quella più critica in relazione allo sviluppo della miopia, dove la prevalenza di tale difetto visivo in questa fascia di età è aumentata in modo significativo: lo si può riscontrare dal confronto tra i dati raccolti nel 2020 e quelli raccolti negli anni precedenti, dove il dato che colpisce di più è sicuramente la percentuale di prevalenza di miopia a 6 anni, la quale è passata dal 5,7% nel 2019 al 21,5% nel 2020. Lo studio evidenzia come la prevalenza della miopia appare essere 3 volte superiore nel 2020 rispetto agli altri anni per i bambini di 6 anni, 2 volte superiore per i bambini di 7 anni e 1,4 volte superiore per

**Incremento della prevalenza di miopia dal 2015 al 2020**

Wang et al., 2021



i bambini di 8 anni; mentre per i gruppi di bambini di età maggiore non è estremamente evidente questo incremento. Questo è supportato ulteriormente da un altro studio (VanderVeen et al., 2018) secondo cui la miopia potrebbe avere un effetto maggiore se comincia da molto giovani (6-8 anni).

L'ipotesi potrebbe essere che i bambini più piccoli siano molto più sensibili ai cambiamenti ambientali rispetto agli altri bambini più grandi: la differenza sostanziale, in particolare modo nell'anno della pandemia, è stata l'impossibilità per molti bambini di passare meno tempo a svolgere attività all'aperto e costretti a passare molto più

tempo al chiuso, svolgendo spesso attività che includono l'utilizzo di uno schermo o di un dispositivo elettronico, abbassando ulteriormente la fascia d'età di chi accede alle tecnologie digitali, rafforzando una tendenza già in atto negli ultimi anni. Secondo un'indagine realizzata dal Centro per la Salute del Bambino tra i 6 e i 10 anni un bambino su due possiede già un cellulare e ancora il 38% dei bambini sotto i 2 anni ha già utilizzato un dispositivo digitale, mentre il 63% dei bambini al di sotto degli 8 anni usa smartphone e tablet più dei loro genitori. Inoltre, il 30% dei bambini tra i 6 e gli 8 anni preferisce usare smartphone, tablet o computer per leggere,

il che mette particolarmente sotto stress la vista del bambino, specialmente se l'utilizzo è abbondante e non ci sono degli strumenti che possano un minimo salvaguardare la salute visiva, andando ad intaccare su di essa e sulle conseguenze anche sociali che ne possono derivare.

Una ricerca condotta da DI.TE e SIPEC nel primo trimestre 2023, riferisce che il 64% dei genitori di bambini sotto i 4 anni usa cellulari e tablet per calmare i propri figli, il 36% non racconta più favole della buonanotte sostituendole con applicazioni, e il 22% non canta più la "ninna nanna" per lasciare il compito ad assistenti vocali. La SIP (Società Italiana Pediatria) suggerisce di non far utilizzare dispositivi elettronici ai bambini prima dei due anni di età, il tempo concesso è di un'ora per i bambini in età



prescolare e di due ore massimo per i bambini tra i 5 e gli 8 anni.

L'uso precoce di digital devices ha importanti ricadute sulla salute dei bambini: vi possono essere importanti implicazioni legate alla serenità del bambino, ritardi

nel linguaggio, difficoltà di apprendimento, e conseguenze negative sul ciclo sonno-veglia, fino ad arrivare a forme

di ansia e depressione. Inoltre, l'abitudine all'uso della vista da vicino favorisce l'insorgenza della miopia, anche nelle forme più gravi. Bisogna promuovere il gioco attivo: incoraggiare il bambino a trascorrere tempo all'aperto, praticare sport e attività creative che non coinvolgano schermi, ostacolando anche in questo modo lo sviluppo della miopia.

Come detto in precedenza, sono diversi gli aspetti dell'impatto socio-economico dei disturbi visivi, in primis si ha la perdita di produttività: tale fattore è dato dal fatto che i disturbi visivi possono ridurre la capacità lavorativa delle persone causando una perdita di produttività sia nell'individuo sia nel contesto sociale. Infatti, le persone con problemi visivi possono avere difficoltà a svolgere determinati compiti sul posto di lavoro, limitando le opportunità di contribuire al rendimento. Stessa tematica si può trasportare nell'ambito dell'istruzione, tanto è vero che i bambini affetti da problemi visivi possono riscontrare delle difficoltà nell'apprendimento causati dalla problematicità nel leggere o vedere bene la lavagna e ciò può influenzare il loro rendimento scolastico e ridurre le opportunità di successo educativo a lungo termine.

L'apprendimento viene facilitato quando si utilizzano bene entrambi gli occhi, quando le

informazioni visive si combinano con quelle provenienti dagli altri sensi e tale sistema consente di intraprendere azioni rapide, precise e risposte corrette.

*C'è un rapporto direttamente proporzionale tra il vedere bene ed andare bene a scuola.*

Che si tratti di adulti o di individui più giovani, le persone con problemi visivi possono sperimentare un maggiore isolamento sociale a causa delle difficoltà nel partecipare alle attività quotidiane, socializzare con gli altri o mantenere relazioni interpersonali e questo, di conseguenza, può influenzare in modo negativo il loro benessere emotivo e mentale.

Si parla anche di disuguaglianze create sia da questo possibile isolamento sociale sia dall'accesso ai servizi oftalmici, in particolar modo riferito a quella categoria di persone più svantaggiata economicamente, che ha una maggiore probabilità di avere

un accesso limitato alle cure mediche necessarie o alla possibilità di acquistare dei dispositivi medici per la cura dei difetti visivi.

Nel già citato World Report on Vision sono stati proposti diversi interventi per ridurre le disparità nell'assistenza sanitaria e migliorare l'accesso ai servizi oftalmici: tra questi è possibile notare come sia necessario garantire un accesso equo ai servizi oftalmici

# 107€

costo medio nazionale per una visita oculistica

per tutte le persone, indipendentemente dalla loro posizione geografica, condizione socioeconomica o altri fattori discriminanti, promuovendo l'integrazione della salute visiva nei servizi sanitari primari per migliorare l'accessibilità e l'equità nell'assistenza oftalmica.

Dagli studi risulta evidente

anche la presenza di un problema di sensibilizzazione sulla salute visiva, quindi potrebbe essere importante sviluppare dei programmi di educazione e sensibilizzazione della tematica, per contribuire a promuovere la consapevolezza sui possibili difetti visivi e sull'importanza della prevenzione e del trattamento di quest'ultimi a partire dall'età infantile, sottoponendosi a controlli regolari nelle varie fasi della propria vita:

- **alla nascita**, dove i neonati vengono sottoposti ad un primo controllo per escludere malformazioni o malattie congenite;
- **al terzo anno di vita**, per valutare l'armonico sviluppo morfologico e funzionale visivo, nonché per verificare l'eventuale presenza di un vizio di refrazione, di un'ambliopia o di patologie interne all'occhio stesso; risulta essere utile anche se il bambino non sa leggere o scrivere;
- **a 5/6 anni** quando i bam-

bini sono più collaborativi e, cominciando il loro percorso nella scuola primaria, imparano a leggere e a scrivere: in questa fase è consigliabile eseguire un esame oculistico anche per valutare le abilità visive necessarie all'apprendimento e, in aggiunta, sarebbe importante prestare particolare attenzione a quanto viene notato da insegnanti o educatori, per poter intervenire in tempo e scongiurare problemi futuri. Questa fase serve a individuare e, se necessario correggere, la presenza di eventuali difetti refrattivi come miopia, astigmatismo, e ipermetropia;

- **all'inizio delle scuole medie (11/12 anni)** quando iniziano a manifestarsi la maggior parte delle miopie lievi o moderate;
- **nell'età adulta**, con frequenza regolare di circa 1 o 2 anni a seconda delle indicazioni dell'oculista.



**70%**  
dei bambini non fa  
controlli alla vista

**34%**  
di chi ha difetti visivi  
non li corregge

FONTE: Quotidiano sanità, 2012

Nonostante la prevenzione sia fondamentale, specialmente nell'età evolutiva, momento in cui condiziona l'apprendimento e lo sviluppo neuro-psicomotorio.

E se ignorata questa può portare per alcune patologie degenerative della retina ad un punto irreversibile, ad oggi i dati riportano che il 70% dei bambini in Italia non fa controlli alla vista e il 34% dei bambini che presentano dei difetti visivi non li corregge (Commissione Difesa Vista, 2019), spesso a causa dei costi elevati delle visite specialistiche o dei dispositivi correttivi, come occhiali o lenti a contatto.

## L'importanza della prevenzione

Il tema della prevenzione ai difetti visivi è stato analizzato a fondo dato che, spesso, è una parte della salute dell'individuo a cui si tende dare poca importanza, a meno che i disagi non siano evidenti.

Questo fenomeno avviene maggiormente nei bambini siccome, nella maggior parte dei casi, faticano a comprendere di avere delle difficoltà nel vedere, eppure, è risultata essere una casistica piuttosto comune: secondo le statistiche il 12-14% dei bambini presenta anomalie della funzione visiva nei primi anni di vita, ma purtroppo spesso queste anomalie non vengono diagnosticate e, quindi, curate e questo comporta importanti ripercussioni sulla vita dei bambini.

La vista gioca un ruolo fondamentale per ciò che riguarda l'esplorazione dell'ambiente, quindi dello sviluppo cognitivo e comportamentale: influenza la postura, l'equi-

librio, l'attenzione, la propriocezione, la visuo-spazialità, l'apprendimento, la capacità di lettura, l'apprendimento scolastico, l'attività sportiva, l'inclusività sociale e molto altro.

Se un difetto visivo viene diagnosticato precocemente e ne si comprende la causa, si può rieducare il sistema visivo del bambino perché ancora nella fase "plastica", è capace cioè di reagire e svilupparsi in risposta a stimoli esterni e trattamenti.

Ad esempio, il mancato riconoscimento di condizioni quali lo strabismo o l'ambliopia è la principale causa di assenza di stereopsi (la capacità di apprezzare la profondità delle immagini, che si sviluppa nei primi anni di vita fino a



circa gli 8 anni) in età adulta, come testimonia uno studio condotto nel 2021 dall'IRCS Burlo Garofolo di Trieste, il che rende fondamentale la prevenzione e la diagnosi precoce.

*Statisticamente tra il 3,5 e il 5% dei bambini che nascono hanno l'"occhio pigro" (ambliopia).*

In Italia, secondo l'ISTAT il problema interessa circa 20 mila bambini ogni anno, la diagnosi precoce è fondamentale perché offre grandi possibilità di recupero.

È inoltre importante ricordare che non esistono bambini troppo piccoli per essere visitati: i medici possono ricavare tantissime informazioni

attraverso una visita oculistica, anche in un neonato, non serve che abbia superato una certa età o che, ad esempio, debba necessariamente saper leggere.

## I più comuni difetti visivi presenti nei bambini

I difetti visivi possono essere ereditari, di conseguenza è molto importante che i genitori si occupino di far visitare i propri figli dai primi anni di vita, a prescindere, e soprattutto se in famiglia sono presenti problemi legati alla vista.

I vizi refrattivi possono peggiorare nel tempo e condizionare la quotidianità del bambino e in particolare l'apprendimento scolastico; dietro un bambino che appare stanco e svogliato, o che sembra non applicarsi abbastanza potrebbe esserci un difetto visivo che ne condiziona la vita. Alcuni indizi che andrebbero valutati da genitori e insegnanti sono quando il bambino fa fatica a seguire la linea quando legge o scrive, oppure confonde le lettere dell'alfabeto; strizza l'occhio cercando di mettere a fuoco; ruota la testa per trovare un angolo che gli consenta di vedere meglio; ha gli occhi arrossati; percepisce prurito agli occhi.

### *La miopia*

È uno dei difetti visivi più comuni e in Italia interessa 15 milioni di persone. La persona miope ha la "vista corta", vede bene da vicino e male da lontano, le immagini non vengono messe a fuoco sulla retina ma davanti ad essa. La causa può essere una lunghezza eccessiva del bulbo oculare o il fatto che le due lenti dell'occhio, cornea e/o cristallino sono molto curve. Nei casi di miopia semplice, che insorge qualche anno dopo la nascita, lo sviluppo delle vie visive avviene in maniera regolare, per la caratteristica di mettere a fuoco le immagini vicine. Raramente, ci sono bambini che presentano una miopia congenita, si tratta solitamente di miope di grado medio-elevato, quindi è fondamentale che il difetto venga individuato e corretto precocemente. La miopia aumenta con la crescita dell'organismo e dell'occhio, ma difficilmente i bambini segnalano di non vedere bene. Lo stile di vita favorisce lo sviluppo della miopia, per-

ché soprattutto con l'utilizzo massiccio di device elettronici, si contempla maggiormente lo sforzo costante nella visione da vicino.

Per prevenire la miopia è importante la vita all'aria aperta, anche per sfruttare i benefici che i raggi del sole hanno per la stimolazione della dopamina, un neurotrasmettitore che rilascia sostanze che prevengono l'allungamento dell'occhio, responsabile della miopia.

### *L'ipermetropia: "l'occhio corto che accomoda"*

L'occhio ipermetrope è più corto del normale e le immagini non vengono messe a fuoco perché cadono dietro alla retina anziché sulla superficie. Si verifica o perché l'occhio ha una lunghezza cosiddetta assiale (il diametro anteroposteriore dell'occhio) più corta della norma o perché la curvatura delle sue lenti interne (cornea/cristallino) sono inferiori alla norma e può essere ereditario. Un ipermetrope percepisce le im-

magini sfuocate a tutte le distanze, anche se la difficoltà è principalmente nella visione da vicino. In presenza di una ipermetropia lieve può essere in grado di vedere chiaramente grazie alla capacità di accomodare, quindi di correggere spontaneamente il difetto di rifrazione tramite la messa a fuoco; però la continua accomodazione negli occhi di un bambino non dà sintomi, per questo né lui né il genitore possono accorgersene.

Un bambino ipermetrope può manifestare fastidio verso le luci forti, emicrania o vertigini, oppure percepisce gli occhi stanchi e li sente bruciare; la visione risulta faticosa, soprattutto quando si legge o si scrive, o si lavora osservando oggetti vicini. Può accadere, per questo, che il bambino rifiuti impegni di studio, preferendo attività meno impegnative, tanto da venir ritenuto svogliato. Nelle forme più gravi di ipermetropia (sopra le 4 diottrie) se non corretta subito può causare una forma di strabismo: si parla di esotro-

pia accomodativa, in cui gli occhi deviano verso l'interno nel tentativo della messa a fuoco, cercando di compensare il difetto di rifrazione.

### *L'astigmatismo*

In un occhio che non ha difetti di rifrazione, quando si osserva qualcosa, le due lenti che costituiscono la superficie oculare (cornea e cristallino) convogliano i raggi di luce in modo da farli confluire in un punto sulla retina. I raggi di luce vengono trasformati in segnali elettrici, trasmessi al cervello attraverso il nervo ottico e solo in questo momento si percepisce l'immagine che si sta osservando. Affinché che ciò che si guarda appaia nitido, la superficie oculare deve presentare una curvatura uniforme in tutti i punti, così che i raggi luminosi siano a fuoco su tutta la retina; nel caso di un occhio astigmatico, la curvatura della cornea e/o del cristallino non è uguale in tutta la superficie. Per questo motivo l'immagine che vede un occhio astigma-

tico si presenta sfocata, sia da vicino che da lontano. L'astigmatismo è un vizio refrattivo comune, interessa il 24% della popolazione europea, la causa principale è la genetica; se viene diagnosticato un astigmatismo medio-elevato in un bambino all'età di 8-10 anni le possibilità di miglioramento sono davvero ridotte, anche utilizzando un occhiale correttivo, per questo è molto importante effettuare visite in tenera età.

### *Lo strabismo*

Quando gli assi visivi non sono allineati, si parla di strabismo, l'occhio "storto", il quale viene classificato in base alla deviazione: convergente (esoforia o esotropia) in cui l'occhio è deviato verso l'interno, divergente (exoforia o exotropia) in cui l'occhio è deviato verso l'esterno, e verticale in cui l'occhio devia in alto o in basso.

Lo strabismo può essere costante oppure intermittente, ossia quando si presenta occasionalmente durante la gior-

nata. Può essere poi concomitante quando la deviazione è uguale in qualsiasi direzione si guardi o inconcomitante quando la deviazione cambia a seconda della direzione in cui è rivolto lo sguardo.

Tale difetto si può verificare entro i sei mesi di vita e viene definito "infantile" o "congenito", mentre viene indicato come "acquisito" se si manifesta dopo i sei mesi: avvicinandosi al compimento del secondo e terzo mese il bambino dovrebbe muovere in maniera coordinata gli occhi e a sei mesi non deve più essere presente un occhio che devia, nemmeno saltuariamente.

In una situazione di strabismo ciò che vede l'occhio storto non corrisponde all'immagine che osserva l'occhio fissante e si determina la diplopia, una visione doppia e confusa. La persona che soffre di strabismo per evitare la visione confusa, e quindi incorrere in rischi anche in banali azioni quotidiane, è come se cancellasse le immagini che arrivano all'occhio che devia,

in questo modo però quell'occhio non potrà sviluppare la sua capacità visiva e diventerà ambliope. Non si verifica in caso di strabismo altalente, perché le vie visive di entrambi gli occhi vengono comunque stimulate anche se in modo alternato. Ci sono situazioni in cui sembra che sia presente uno strabismo, ma in realtà gli occhi sono dritti, e la causa è la conformazione del viso del bambino; nei primi anni di vita la radice del naso può essere particolarmente piatta e larga, andando a determinare la formazione di un'ampia piega della cute della palpebra superiore che va a coprire la parte bianca dell'occhio (sclera) nel suo angolo interno, e viene definita epicanto. Con la crescita quando la formazione del viso e del naso si va formando (5-6 anni) questa plica cutanea si riduce e l'apparente strabismo si nota sempre meno.

In caso di strabismo se sono presenti vizi refrattivi vanno corretti con l'occhiale, in caso di ambliopia questa deve

essere trattata, come approfondiremo più avanti, quando età, condizioni cliniche e tipologia di strabismo lo consentono si può ricorrere alla chirurgia.

### ***L'ambliopia***

Sarebbe la condizione dell'occhio pigro, in cui un occhio, anche senza problemi organici, funziona solo in parte o non lavora affatto, appoggiandosi all'altro occhio, che lavora per due. Quando non è diagnosticata può seriamente compromettere la qualità della visione, perché solo quando gli occhi lavorano contemporaneamente che le immagini ci appaiono tridimensionali e si riescono a valutare proporzioni e distanze. Può derivare da uno strabismo, quando c'è una notevole differenza di refrazione tra un occhio e l'altro (anisometropia) oppure dalla presenza di un ostacolo che non permette alle immagini di arrivare al fondo oculare, detta "ambliopia da privazione dello stimolo sensoriale", può capitare in presenza

di una cataratta congenita, di una ptosi della palpebra (questa rimane abbassata), di opacità della cornea, di maculopatie. La prevenzione, ancora una volta, va svolta effettuando visite oculistiche, considerando che le probabilità di correggere un difetto visivo diminuiscono con l'avanzare dell'età.

### ***Il daltonismo***

Si tratta di una percezione alterata dei colori, dove la cecità ai colori può essere totale o parziale: la variante più comune è la scarsa sensibilità a uno o più colori, mentre quella totale, detta acromatopsia, è molto rara.

La forma più comune di daltonismo è la deuteranopia, che comporta un'insensibilità totale al colore verde (si chiama deuteranomalia in caso di scarsa sensibilità a questo colore). La protanopia è l'insensibilità totale al colore rosso (in caso di scarsa sensibilità si chiama protanomalia). L'insensibilità totale al blu si chiama tritanopia

(tritanomalia in casi di bassa sensibilità).

Il daltonismo può essere ereditario ed è bilaterale: interessa l'8% dei maschi (1 su 12) e lo 0,5% delle femmine (1 su 200). Quindi in una classe di venti bambini è probabile che almeno uno abbia problemi a distinguere il colore.

Per individuare il daltonismo durante le visite si utilizzano le tavole di Ishihara: in cui viene chiesto al bambino di identificare semplici forme o numeri contenuti all'interno di immagini composte da piccoli cerchi colorati.

In conclusione, è fondamentale sottoporre i bambini, fin dai primi mesi di vita, a delle visite specialistiche per prevenire o agire precocemente sui difetti visivi, ma sfortunatamente ciò potrebbe essere scoraggiato dai lunghi tempi d'attesa che presenta la sanità pubblica e l'impossibilità, in alcuni casi, di non poter accedere al regime privato.

## Problematica delle liste d'attesa

In Italia il problema delle lunghe liste d'attesa in ambito sanitario è sempre esistito: la situazione, però, è nettamente peggiorata durante il periodo della pandemia da COVID-19 e, nonostante adesso le cose si siano stabilizzate un mini-

Nonostante esista una legge prevista nel piano nazionale di governo delle liste di attesa (Ministero della Salute, 2019) con il quale avrebbero dovuto essere assicurati i tempi certi per le prestazioni, in modo da riportare il diritto alla salute al centro del Servizio Sanitario Nazionale, purtroppo ad oggi si ha una disponibilità limitata di dati aggiornati, completi e attendibili sui reali tempi di attesa che gli italiani devono affrontare. Tale problematica è data dal fatto che per norma le regioni hanno l'obbligo di inserire i dati riguardanti i tempi di attesa sui loro siti dedicati, ma il governo lascia loro libere di decidere il criterio con cui queste informazioni vengono

mo, ci si porta ancora dietro gli strascichi di quei momenti critici, dove il Servizio Sanitario Nazionale non riesce a dare una copertura all'insieme dei fabbisogni sanitari della popolazione italiana.

inserite: non viene definita nessuna indicazione sul tipo di prestazione da garantire, se è urgente o meno; non c'è nessuno standard per il calcolo dei tempi che sia giorno indice, settimana o mese; vi è una pubblicazione di dati in modo parziale, dove sono risultate meno prestazioni indicate di quelle previste per legge e, infine, non è possibile sapere se il tempo indicato sia solo una previsione o quello che i pazienti hanno davvero dovuto attendere.

Secondo un'indagine fatta sul Servizio Sanitario Nazionale (Altroconsumo, 2022) è risultato che l'81% degli italiani ha avuto difficoltà nel prenotare visite ed esami a causa delle

liste d'attesa troppo lunghe, di cui il 65% ha dovuto rivolgersi a regime privato e il 5% ha persino dovuto rinunciare a curarsi.

Ma la scelta di usufruire di prestazioni sanitarie a pagamento è stata effettuata dal 40,6% delle persone con redditi bassi, dal 48,7% di coloro con redditi medio-bassi, dal 57% degli individui con redditi medio-alti e dal 63,3% dei soggetti con redditi più elevati.

Il ricorso diretto alla sanità a pagamento, quindi, evidenzia un aspetto socialmente regressivo in quanto è chiaramente più accessibile per le fasce di popolazione più agiate, perciò si potrebbe affermare che il Servizio Sanitario Nazionale contribuisce ad aumentare le disparità sociali e territoriali.

Tuttavia anche una considerevole quota di persone con redditi bassi ricorre a tali prestazioni, presumibilmente a causa di situazioni di urgenza che spingono, anche chi ha meno risorse economiche, ad

evitare le lunghe liste d'attesa del Servizio Sanitario Nazionale.

Si parla comunque di un sistema sanitario popolato principalmente da persone con minori possibilità di rivolgersi alla sanità a pagamento: questo è dato anche da un aumento della spesa sanitaria in Italia negli ultimi anni. Infatti, dal 2012 al 2022, la spesa pro capite è aumentata del 2,1%, inoltre, il 61,6% degli italiani ha riscontrato un aumento delle proprie spese per visite mediche, farmaci, dispositivi medici o altre prestazioni sanitarie.

In questo contesto, il 36,9% degli italiani ha dovuto rinunciare ad altre spese per sostenere quelle sanitarie, con una particolare incidenza tra i redditi bassi, dove questa percentuale sale al 50,4%; in aggiunta, il 29,1% della popolazione ha dovuto rinviare prestazioni sanitarie o astenersi dall'acquisto di farmaci proprio a causa dei costi elevati (CENSIS, 2024).

Questa nuova pressione sui

budget familiari destinati alla salute è un'ulteriore conferma degli effetti socialmente regressivi delle difficoltà del Servizio Sanitario Nazionale in questo momento.

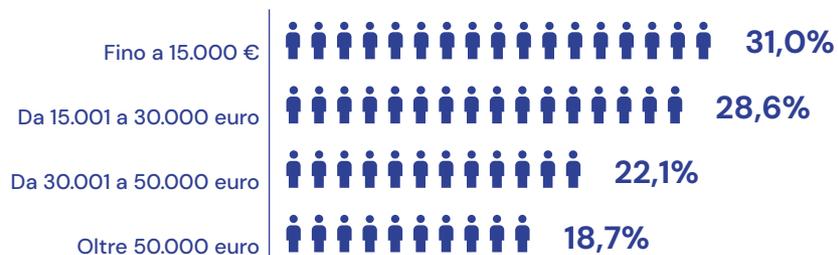
Scendendo nel particolare per le visite oculistiche, anche in questo settore si riscontra frequentemente il problema delle lunghe liste d'attesa e dei costi elevati del settore privato. Ad esempio, secondo i dati emersi da un'indagine del CREA (Centro per la Ricerca Economica Applicata in Sanità) (CREA Sanità, 2023) per una prima visita oculistica i tempi di attesa sono mediamente di 84,9 giorni nel Servizio Sanitario Nazionale e 73 giorni nel regime privato accreditato. In confronto la

stessa prestazione in regime intramoenia e nel privato a pagamento presenta tempi di attesa medi di 10 giorni, con una riduzione dell'87,2%.

Ovviamente anche in questo caso non tutta la popolazione può permettersi di rivolgersi al regime privato, dove il costo medio nazionale per una visita oculistica risulta essere 107€, partendo da un minimo di 20€ fino ad arrivare ad un prezzo massimo di 900€ in base al tipo di visita che uno richiede, il che porta le persone a trascurare la cura e la prevenzione dei propri difetti visivi perché magari ritenuti meno urgenti o importanti rispetto ad altre patologie più evidenti.

### Persone che hanno dovuto ritardare le cure a causa dei tempi di attesa troppo lunghi per l'accesso al Servizio sanitario, per reddito familiare

Indagine Censis, 2023



### Indagine SSN- tempi di attesa esami

Dati su Italia, Maggio 2022



### Tempi di attesa Prima Visita Oculistica

Regione Piemonte, 5 Marzo 2024

Ambulatori di Torino	Attesa, giorni
Poliambulatorio 'Via del Ridotto'	462
Poliambulatorio Toscana	364
Poliambulatorio Pacchiotti	478
Poliambulatorio Monginevro	464
Poliambulatorio Corsica	461
Poliambulatorio Farinelli-Valletta	Non Disponibile
Poliambulatorio S. Secondo	Non Disponibile
Poliambulatorio Cavezzale	464
Poliambulatorio - Savona 26	Non Disponibile
Poliambulatorio Gorizia	Non Disponibile
Poliambulatorio Pellico	458
LARC Spa - Corso Venezia 10	104
LARC Spa - Via Don Murialdo 37/c	Non Disponibile
LARC Spa - Via Mombarcaro 80	Non Disponibile

PER LA MAGGIOR PARTE DEI CASI L'ATTESA È MAGGIORE DI UN ANNO O ADDIRITTURA NON DISPONIBILE

## L'intervento dello screening

Per tamponare il problema delle visite non svolte in tempo a causa delle lunghe liste di attesa, le attività di screening visivo, inteso come l'insieme di procedure diagnostiche preventive atte ad individuare precocemente patologie

Esso è fondamentale in particolare modo nei casi in cui si prendono in esame patologie oculari che spesso si sviluppano in maniera asintomatica nelle fasi iniziali e mediante programmi di screening sistematici è possibile, dunque, identificare tali condizioni prima che provochino danni irreversibili permettendo interventi terapeutici tempestivi ed efficaci. Per tale motivo, i programmi di screening sono iniziative organizzate che mirano ad individuare precocemente malattie o condizioni mediche in una popolazione asintomatica al fine di intervenire tempestivamente e migliorare gli esiti della salute. Questi programmi si basano su test o esami standardiz-

oculari, riveste un ruolo cruciale nella prevenzione visiva.

zati, i quali vengono somministrati a gruppi di persone per segnalare segni precoci di malattia prima che i sintomi si manifestino.

Le caratteristiche principali di questi programmi comprendono l'essere progettati per specifici gruppi di popolazione, basati su età o fattori di rischio, devono essere accessibili alla popolazione per massimizzare la partecipazione e l'efficacia del programma e, spesso, includono anche campagne di sensibilizzazione per informare il pubblico sull'importanza della prevenzione e per incoraggiare alla partecipazione. In Italia le iniziative di screening oculare gratuito sono

sostenute da una varietà di enti, incluse organizzazioni no profit, associazioni, enti pubblici, strutture sanitarie o privati.

### **Strutture sanitarie ed enti pubblici ASL (Aziende Sanitarie Locali).**

In collaborazione con ospedali e ambulatori, possono organizzare giornate di prevenzione della salute visiva, offrendo screening oculistici gratuiti alla popolazione. Queste iniziative sono spesso promosse durante eventi di salute pubblica o in occasioni particolari come la Giornata Mondiale della Vista.

### **Ospedali e Cliniche Universitarie**

Molti ospedali e cliniche universitarie, in particolare quelli con dipartimenti di oftalmologia, organizzano eventi di screening oculistico gratuito. Questi eventi possono essere parte di progetti di ricerca o di sensibilizzazione pubblica.

### **Associazioni di Volontariato e Organizzazioni Non Profit IAPB Italia Onlus (Agenzia Internazionale per la Prevenzione della Cecità - Sezione Italiana)**

La IAPB Italia Onlus organizza numerose campagne di prevenzione e screening visivo in tutta Italia. Queste iniziative sono spesso rivolte a bambini, anziani e persone a rischio di malattie oculari. La IAPB collabora anche con scuole, centri per anziani e comunità locali.

### **Lions Club International - Distretto Italia.**

I Lions Club sono noti per il loro impegno nella prevenzione della cecità; organizzano regolarmente screening oculistici gratuiti, con particolare attenzione alle scuole e alle comunità svantaggiate. Programmi come "Sight for Kids" sono esempi di tali iniziative.

### **Fondazione OneSight**

OneSight è una fondazione globale che si dedica alla fornitura di cure visive accessi-

bili. In Italia, organizza cliniche oculistiche temporanee e campagne di screening gratuito in collaborazione con enti locali e comunità.

#### **Commissione Difesa Vista**

La Commissione Difesa Vista (CDV) è un'organizzazione senza scopo di lucro che opera in Italia con l'obiettivo di promuovere la salute visiva e prevenire le malattie oculari attraverso campagne di sensibilizzazione, educazione e prevenzione, infatti, oltre ad organizzare screening visivi, l'organizzazione lavora per diffondere la consapevolezza sull'importanza della salute visiva fornendo informazioni e materiali educativi su vari aspetti della salute oculare, indirizzati sia al pubblico generale che ai professionisti del settore.

La collaborazione tra vari enti e istituzioni, inoltre, è fondamentale per raggiungere il maggior numero possibile di persone e garantire alla popolazione l'accesso a cure vi-

sive preventive e tempestive. Un esempio significativo di tali iniziative collaborative è rappresentato dal progetto "UniForYourEyes", promosso dall'Università Bicocca di Milano in collaborazione con il programma QuBì.

Questo programma, nato nel 2017, mira a contrastare la povertà minorile a Milano, individuando i minori in stato di fragilità e fornendo supporto alle loro famiglie attraverso percorsi dedicati.

Il progetto "UniForYourEyes" offre ai minori e alle famiglie coinvolte nelle reti QuBì la possibilità di ricevere gratuitamente una visita optometrica e, se necessario, un paio di occhiali da vista. Questi servizi sono resi possibili grazie alla collaborazione di vari attori, tra cui il Lions Club Milano Bramante Cinque Giornate, CentroStyle, Hoya Lens Italia, Viatrix Italia e Vanni Occhiali.

Nel territorio torinese, una simile iniziativa è stata organizzata presso l'Arsenale della Pace del Sermig nel luglio

2023, in concomitanza con le giornate della vista.

Questo progetto, promosso dalla fondazione OneSight EssilorLuxottica Italia, ha offerto un accesso sostenibile alle visite oculistiche per le persone fragili individuate dalle associazioni coinvolte.

L'evento prevedeva visite mediche eseguite da un team di medici oculisti e ortottisti, forniti dalla Clinica Oculistica Universitaria dell'A.O.U. Città della Salute e della Scienza di Torino. In base ai risultati delle visite, i pazienti ricevevano gratuitamente un paio di occhiali da vista.

Queste iniziative dimostrano come la collaborazione tra organizzazioni non profit, istituzioni accademiche, programmi di sostegno sociale e aziende private possa creare un impatto significativo sulla salute visiva delle popolazioni vulnerabili, garantendo accesso a cure essenziali e migliorando la qualità della vita dei beneficiari.



*Progetto UniForYourEyes, Milano*



*Iniziativa promossa dalla fondazione OneSight presso il Sermig di Torino*

## Programmi di screening oculare per bambini: benefici e limitazioni

Come menzionato precedentemente, i programmi di screening oculare possono essere specifici per determinate fasce d'età o mirati a problematiche specifiche.

Nel caso dei bambini, gli screening sono effettuati attraverso una combinazione di esami clinici e test visivi standardizzati, variando ulteriormente in base alle diverse fasi di vita: alla nascita, nella prima infanzia (6 mesi - 3 anni), in età prescolare (3 - 5 anni) e in età scolare (6 anni e oltre).

Gli screening oculari nell'età scolare sono fondamentali per identificare precocemente problemi visivi che potrebbero influire sull'apprendimento e sulla qualità della vita del bambino. Tuttavia, presentano anche alcune limitazioni. Una delle principali criticità è la necessità di dover essere reindirizzati a un medico specialista, poiché la visita effettuata durante uno screening non è considerata completa. Infatti, durante lo screening

non avviene la dilatazione della pupilla con atropina e, in aggiunta, non viene rilasciata alcuna prescrizione.

Da un colloquio con Arianna Ieva, Executive Assistant della Commissione Difesa Vista, è emerso che durante gli screening i test svolti sono standard e spesso condotti in condizioni ambientali non ottimali, come ambienti non correttamente illuminati. Di conseguenza, l'esito potrebbe non essere estremamente preciso e consistere in semplici segnalazioni che necessitano di conferma tramite una visita completa da un medico specialista, al fine di garantire diagnosi e trattamenti accurati.

In un corretto percorso di screening, per garantire la salute visiva del bambino, l'oculista è fondamentale nella valutazione di una cefalea ricorrente.

*La necessità di rinvio a uno specialista può causare un sovraccarico dei servizi specialistici, specialmente quando gli screening di massa generano un numero elevato di rinvii.*

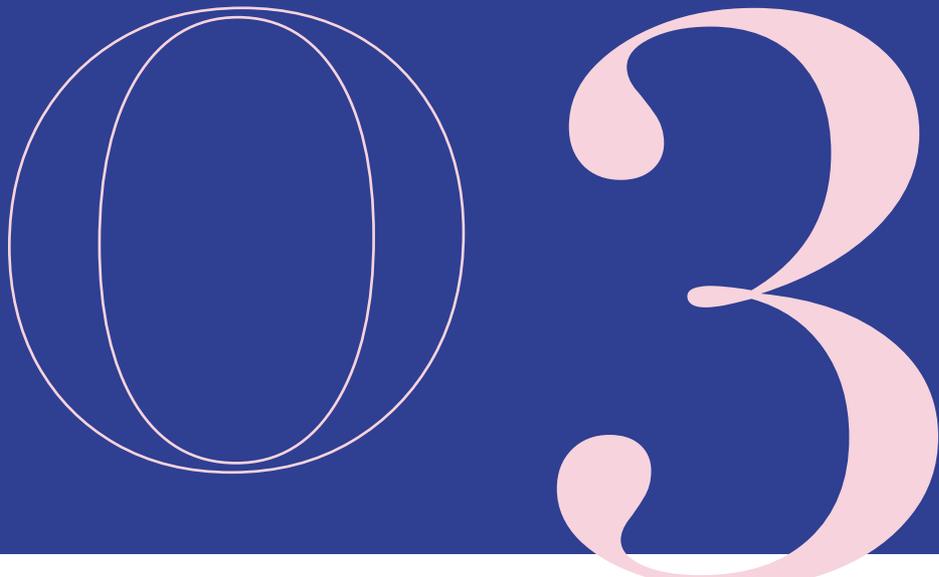
Questo sovraccarico aumenta il carico di lavoro per i servizi di oftalmologia, provocando potenzialmente lunghe liste di attesa. Inoltre, consultare un medico specialista comporta costi aggiuntivi che possono rappresentare una barriera significativa per alcuni pazienti, specialmente in assenza di un'adeguata copertura sanitaria, riducendo così l'accessibilità ai servizi di cura.

Un'ulteriore problematica riguarda la comunicazione tra il servizio di screening e lo specialista. Se questa non è efficiente o ben coordinata, possono verificarsi perdite di tempo, insoddisfazione dei pazienti e, talvolta, rinuncia alla visita completa.

Un'efficace collaborazione e

comunicazione tra i vari attori coinvolti è quindi essenziale per ottimizzare l'efficacia degli screening oculari e garantire che i pazienti ricevano le cure necessarie in modo tempestivo ed efficiente.

**Aree di  
intervento**



## Analisi degli utenti: i bambini

Come è stato specificato nei capitoli precedenti, la prevenzione è il modo migliore per agire su problematiche che purtroppo sono irreversibili e i difetti visivi progrediscono se non si attua la corretta terapia, come gli occhiali o i bendaggi per l'ambliopia, "ma l'occhiale non ha la possibilità diretta di modificare la conformazione delle strutture oculari, quindi di far guarire il difetto visivo" (Gli occhi dei Bambini: guida alla salute visiva dei nostri figli), in determinati casi, è fondamentale agire in tempo per poter ottenere dei risultati concreti: come il caso dell'ambliopia, che può essere corretta solo nei primi 8-9 anni di vita, più tardi si interviene più è difficile che il cervello codifichi le immagini dell'occhio ambliope.

Bisogna ricordare che difficilmente i bambini segnaleranno di non vedere bene, perchè non hanno metro di paragone per potersi rendere conto di avere difficoltà, per questo

visite ogni due anni, soprattutto nei primi anni di vita, sono necessarie per scongiurare problematiche legate alla vista.

Come riportato precedentemente dalla Commissione Difesa Vista

*l'ingresso alla scuola primaria è un importante momento in cui visitare i bambini.*

Infatti, nonostante la visita al terzo anno di vita sia importante, ripeterla all'età di sei anni è fondamentale anche se il bambino non lamenta disagi.

La visita a quest'età serve per individuare ed eventualmente correggere difetti refrattivi come la miopia, l'astigmatismo e l'ipermetropia. In aggiunta, risulta importante la comunicazione con gli insegnanti che possono notare comportamenti e sintomi di un difetto visivo, poiché, come già stato riportato, un rendimento scolastico scarso oppure un atteggiamento di chiusura e isolamento, possono segnalare il fatto che il

bambino non vede bene e fatica a seguire le lezioni.

Tutto ciò ha portato il progetto a focalizzarsi sui bambini e, nello specifico, sui bambini che frequentano la prima elementare siccome, da quanto è emerso dal dialogo con Maria Antonietta Stocchino, medico oculista e Oftalmologa, l'età di sei anni, ossia quando i bambini stanno affrontando la prima elementare, risulta essere un'età chiave in cui fare uno screening, e quindi una visita oculistica, in quanto i bambini sforzano la vista in un modo diverso da come avevano fatto fino a quel momento e possono, di conseguenza, insorgere difetti visivi che all'età di tre anni non sarebbero stati corretti.

Inoltre ci sono molti bambini che per svariate ragioni, come riportato dalla sua esperienza in prima persona, a quell'età non sono mai stati visitati da nessun medico oculista, tenendo in considerazione anche che fanno parte di una generazione che utilizza sempre

più precocemente cellulari e digital devices, i quali possono compromettere la loro salute visiva già dai primi anni di vita.

## Luogo di applicazione: la scuola

Uno degli obiettivi del progetto è quello di poter estendere l'iniziativa a più bambini possibili, per questo motivo è stata espressa, sin dal primo momento, l'esigenza di svolgere lo screening direttamente all'interno di una scuola primaria.

La scuola, oltre a costituire l'ambiente educativo principale del bambino, è anche il luogo dove potrebbero manifestarsi più facilmente possibili difetti visivi, anche grazie all'osservazione e alle eventuali segnalazioni da parte di insegnanti ed educatori.

In base alla ricerca svolta su altri progetti o campagne di screening svolti precedentemente sul territorio italiano, è emerso come questi vengono spesso effettuati in ambulatori o in delle postazioni mobili dedicate a cui si rivolgono autonomamente gli utenti finali. Per arginare il problema di avere poca affluenza a causa di un'insufficiente informazione o della mancanza di in-

teresse da parte dei tutori nel portare appositamente i bambini a fare il controllo, l'idea di svolgere l'attività all'interno della scuola, durante le ore scolastiche, è stata valutata come l'opzione migliore, considerando la possibilità di affiancare all'attività di screening un laboratorio per i bambini, dedicato alla vista e all'importanza della prevenzione visiva, così da poter mantenere i bambini occupati con attività educative e non rendere la giornata di screening fine a se stessa, bensì un'occasione per fornire loro degli insegnamenti in più sulla tematica.

Un'altra esigenza progettuale è stata la necessità di scegliere



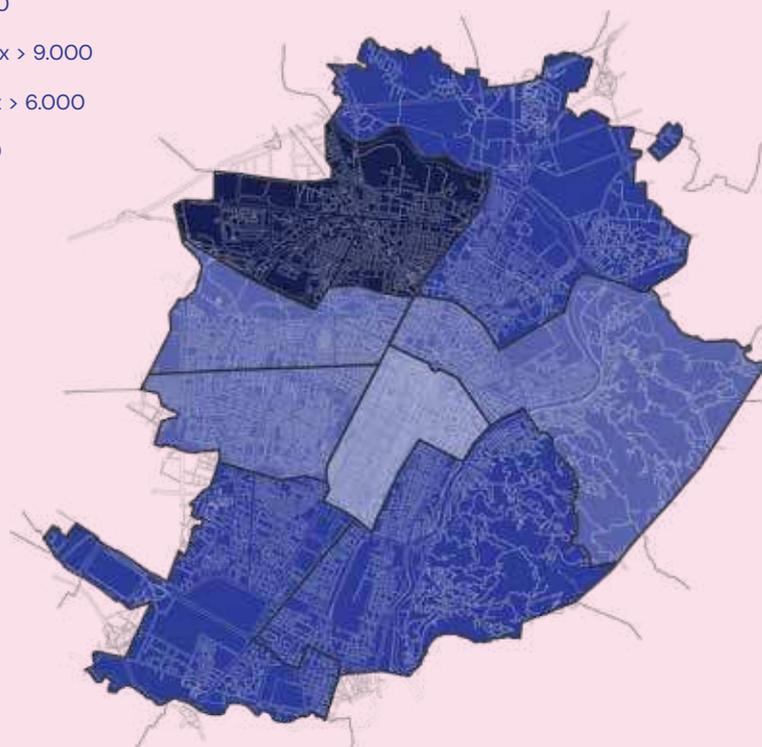
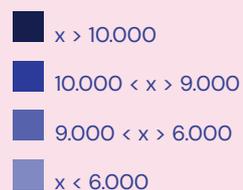
re la scuola, che avrebbe accolto l'iniziativa, all'interno di uno dei quartieri marginali della città di Torino: questo per andare ad aumentare l'accessibilità per quanto concerne le visite specialistiche e, di conseguenza, l'acquisto di un occhiale, in modo da abbattere le disuguaglianze sociali, permettendo una maggiore inclusione tra la popolazione e tra bambini stessi all'interno dell'ambiente scolastico dove, come è stato precedentemente riportato, avere difetti visivi non diagnosticati può portare il bambino a sentirsi escluso ed avere un rendimento scolastico scarso. Per la scelta della zona d'interesse, quindi, si è proceduto partendo dallo studio della distribuzione dei bambini, in età compresa tra 0 e 10 anni, per circoscrizione (Archivio Anagrafico della Città di Torino, 2023).

Da ciò è emerso come la maggior concentrazione di bambini in questa fascia d'età è presente nella Circoscrizione 5; conseguentemente, è stato fatto un focus sulla fascia d'età di interesse, ossia da 3 a 6 anni, riscontrando come questa sia proporzionale alla percentuale totale di bambini per circoscrizione, confermando la Circoscrizione 5 la scelta più consona per lo sviluppo del progetto.

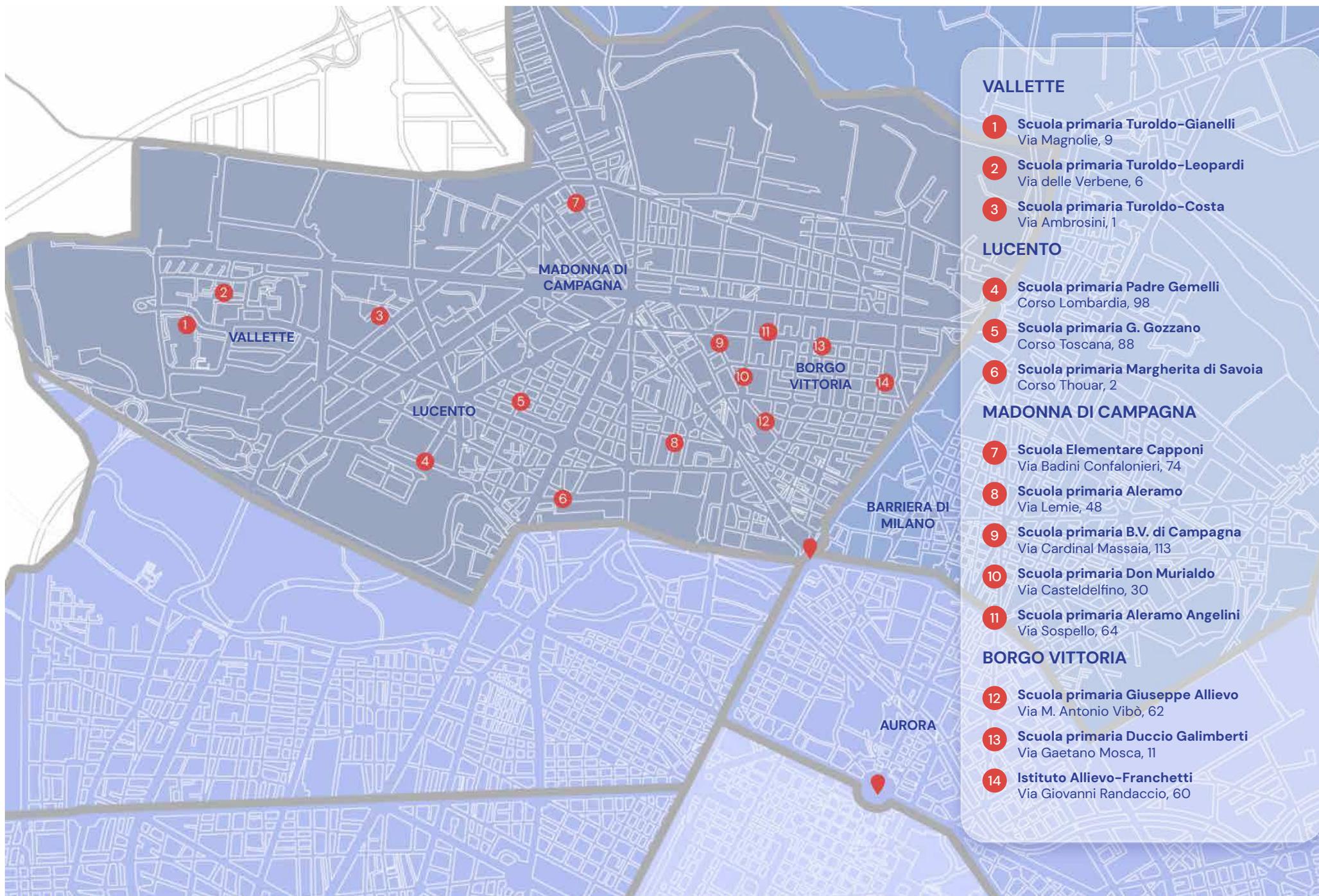
A questo punto è stato svolto un lavoro di mappatura delle principali scuole primarie della Circoscrizione 5, suddivise a loro volta per quartieri.

## Distribuzione di bambini da 0 a 10 anni per Circostrizione

Città di Torino, 2022



La quantità di bambini dai 3 ai 6 anni è proporzionale alla percentuale di bambini per Circostrizione



### VALLETTE

- 1 **Scuola primaria Turoldo-Gianelli**  
Via Magnolie, 9
- 2 **Scuola primaria Turoldo-Leopardi**  
Via delle Verbene, 6
- 3 **Scuola primaria Turoldo-Costa**  
Via Ambrosini, 1

### LUCENTO

- 4 **Scuola primaria Padre Gemelli**  
Corso Lombardia, 98
- 5 **Scuola primaria G. Gozzano**  
Corso Toscana, 88
- 6 **Scuola primaria Margherita di Savoia**  
Corso Thouar, 2

### MADONNA DI CAMPAGNA

- 7 **Scuola Elementare Capponi**  
Via Badini Confalonieri, 74
- 8 **Scuola primaria Aleramo**  
Via Lemie, 48
- 9 **Scuola primaria B.V. di Campagna**  
Via Cardinal Massaia, 113
- 10 **Scuola primaria Don Murialdo**  
Via Casteldelfino, 30
- 11 **Scuola primaria Aleramo Angelini**  
Via Sospello, 64

### BORGO VITTORIA

- 12 **Scuola primaria Giuseppe Allievo**  
Via M. Antonio Vibò, 62
- 13 **Scuola primaria Duccio Galimberti**  
Via Gaetano Mosca, 11
- 14 **Istituto Allievo-Franchetti**  
Via Giovanni Randaccio, 60

**Prodotto e  
tecnologia**

04

## Gli occhiali per bambini

Gli occhiali per bambini non sono semplicemente versioni ridotte di quelli per adulti, anzi, necessitano di direttive specifiche che tengano conto della conformazione e dello sviluppo del viso dei più piccoli.

La morfologia del volto di un bambino, in continua evoluzione, richiede che gli occhiali siano progettati per adattarsi a queste variazioni e per supportare le attività quotidiane senza causare fastidi o scivolare: è essenziale che correggano eventuali difetti visivi mantenendo la stabilità e il comfort.

Gli occhiali sono composti da diversi elementi, tra cui il frontale, le aste e il ponte. Il ponte, che può essere integrato nel frontale o composto da due naselli (meno comune nei bambini per ragioni di comfort), gioca un ruolo cruciale.

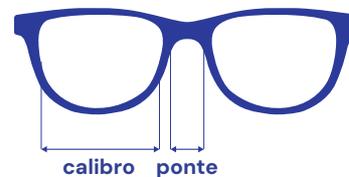
In un occhiale il calibro indica il diametro della lente nel

suo punto massimo e, oltre ad essere un parametro estetico, è soprattutto funzionale per assicurare il centraggio ottimale delle lenti senza impedire la libertà di movimento. La dimensione dipende da quella delle orbite oculari e dalla distanza tra gli occhi del bambino, inoltre, il calibro deve considerare l'accrescimento naturale del viso e quindi prevedere 1-2 mm in eccesso.

Stando a tali premesse, la parte superiore della montatura deve raggiungere il sopracciglio, quando sono più piccoli anche andare sopra di esso, perché è importante che la lente copra anche la zona alta del campo visivo, essendo che il bambino passa molto tempo seduto, in generale

guarda molto dal basso verso l'alto, e deve avere la possibilità di guardare in ogni direzione senza sbirciare al di fuori delle lenti.

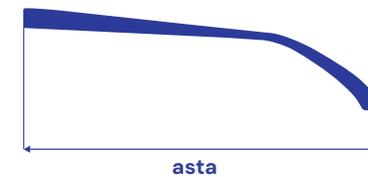
La distanza tra le lenti, ossia il ponte, deve essere adeguatamente ampia per mantenere gli occhiali centrati e confortevoli. Nel caso dei bambini, il ponte deve avere la superficie di contatto ampia e posizionarsi leggermente più in basso del solito per allinearsi con il centro pupillare, in modo tale da mantenere quest'ultimo in linea con l'asse ottico della lente anche quando la morfologia della radice del naso è meno pronunciata, come avviene nel caso delle montature per bambini tra i 2 e i 4 anni.



La lunghezza delle aste, la misura che va dal frontale fino al retro delle orecchie, non è una misura assoluta in quanto si può lavorare sulla curvatura per adattarne la calzatura. Anche la forma stessa delle aste può variare notevolmente in base alla fascia d'età a cui è rivolto l'occhiale: nel caso di montature per bambini molto piccoli è facile trovare delle aste che presentino dei terminali molto più incurvati, con terminali in silicone oppure laccetti, per conferire una maggiore stabilità.

*La stabilità, la regolabilità ed il comfort sono fondamentali nella progettazione degli occhiali per bambini.*

Pertanto, si prediligono mate-



riali leggeri, resistenti, malleabili e flessibili, anallergici e con marchio CE. È consigliabile evitare montature con parti metalliche e cerniere per ridurre il rischio di traumi facciali e/o oculari. In generale è meglio prediligere montature che non impattino eccessivamente sul viso del bambino, in modo da non distorcere l'immagine: è un fattore che potrebbe infastidire il bambino stesso ma anche il genitore. Di conseguenza, è meglio optare per montature che riescano a risultare il meno impattanti possibili sul volto del bambino, quindi sottili e leggere. Il consiglio che viene riportato nel libro *Gli occhi dei bambini. Guida alla salute visiva dei nostri figli* (Ferrazzi & Stocchino, 2024) è quello di comprare occhiali dal costo contenuto poiché devono essere cambiati frequentemente a causa dell'usura e in funzione dei rapporti anatomici dovuti alla crescita, che si modificano con il tempo. In aggiunta, coinvolgere i bam-

bini nella scelta della montatura può aumentare la loro accettazione degli occhiali, facendo leva sul loro gusto estetico.

Per le lenti è meglio scegliere materiali plastici, conosciuti come vetro organico, in quanto comportano meno rischi in caso di rottura. Il trattamento anti-riflesso aumenta il comfort visivo e rende gli occhi più naturali. I bambini, rispetto agli adulti, tollerano meglio correzioni importanti, in quanto il loro sistema visivo è in continuo sviluppo e si adatta facilmente.

La lente dell'occhiale serve a modificare la direzione delle onde luminose che arrivano all'interno dell'occhio, così da portarle esattamente sulla retina e riuscire a mettere a fuoco. L'occhiale, però, non ha la possibilità diretta di modificare la conformazione delle strutture oculari, ma può prevenire l'affaticamento visivo e la progressione dei difetti visivi.



Tabella orientativa delle taglie di occhiali per bambini, estratta dal sito *GrandVision*.

TAGLIA	mm
XXS	<121
XS	121-124
S	125-128
M	129-132
L	133-136
XL	137-140
XXL	>140

## Casi studio

Per quanto riguarda lo stato dell'arte sono state individuate, attraverso ricerche empiriche, i casi più emblematici e le forme più utilizzate di occhiali per bambini, per permettere un'analisi più approfondita su come vengono affrontate le esigenze di questi ultimi.

### Fitz Frames

Azienda statunitense che realizza occhiali 3D per bambini, per ovviare al problema del costo degli occhiali, della vestibilità della taglia, tenendo conto che le montature sono accessori per persone che stanno crescendo e che quindi dovranno cambiare più spesso di un adulto. L'azienda ha creato un'app per provare gli occhiali a casa, con la quale è possibile creare montature personalizzate misurando il viso attraverso una mappatura tramite l'app. Le persone possono scegliere il colore e la forma della montatura, allegando la prescrizione medica, poi l'azienda spedisce direttamente gli occhiali finiti, stampando un materiale polimerico di nylon (sinteriz-

zazione), che viene poi rifinito. Il caso è emblematico in quanto le montature sono caratterizzate da forme semplici e le cerniere sono ad incastro, non necessita quindi di altri materiali e viti. Il costo di un occhiale è di 95 euro.



### Soonice

Il caso visto al MIDO che più si avvicina alle esigenze di prodotto che emergono da questo progetto di tesi. L'azienda è di Vienna ma produce in Italia occhiali per bambini stampati in 3D in sinterizzazione, con un materiale definito ECONYL(R) ossia nylon riciclato. I giunti sono la parte più interessante, semplici e click-on, che permettono di staccare e riattaccare le aste. Il brand fa principalmente occhiali da sole dalle forme semplici ma studiate per il viso dei bambini.



### OKKY

Altro caso di occhiali per bambini dalle forme semplici, realizzati in plastica riciclata in collaborazione con WFO Waste Free Oceans, un'organizzazione che si occupa di ripulire spiagge e mare dai rifiuti plastici.



## Lookkino

Gli occhiali Lookkino sono un'ottima scelta di occhiali per bambini: hanno la particolarità di essere flessibili e hanno una grande resistenza, caratteristica molto importante data l'utenza, in caso di urto o, nel caso in cui vengano schiacciati, non si rompono. L'azienda ha brevettato i materiali con i quali vengono realizzati come il NIL, acronimo di Natural Injection Light, un tecnopolimero avanzato totalmente privo di sostanze tossiche, meno spesso di un polimero iniettato generico oppure lo XINOX, acciaio hi-tech ultraleggero che permette di essere assottiglia-

to in spessori infinitesimali, mantenendo inalterate le proprie qualità meccaniche; più flessibile del 30% rispetto ad un acciaio generico. Gli occhiali hanno terminali a "riccio" accorciabili e intercambiabili per aumentare la stabilità dietro l'orecchio, sono realizzati in un unico pezzo di XINOX™ sovrainiettato in EVO™ (tecnologia IXS Injection Flexible Soul). Gli occhiali per bambini Lookkino sono il "top di gamma" nell'ambiente, ma purtroppo date le elevate prestazioni meccaniche e fisiche, hanno anche un prezzo poco accessibile (120 euro circa)

## Life Italia Kids

Collezione dell'azienda RedOptic che realizza occhiali per bambini in gomma medica antiallergica, la quale conferisce al prodotto flessibilità e resistenza: le cerniere infatti, che non presentano componenti metalliche, sono flessibili (in una direzione) fino a 270°. Il materiale e il design rendono gli occhiali leggeri e difficili da danneggiare, ergonomici e confortevoli, studiati sulle esigenze dei bambini, non semplicemente occhiali per adulti resi di dimensioni più piccole.



## Requisiti del prodotto

Dopo la ricerca svolta sulle qualità che presentano le montature per bambini e un'attenta analisi dello stato dell'arte in questo settore, sono stati individuati dei requisiti per la creazione del prodotto finale.

Come primo fattore si ha la **resistenza**: è necessario considerare tutti gli stress fisici a cui potrebbero essere sottoposti gli occhiali, specialmente tenendo in considerazione l'utenza presa in esame. Ad esempio, se dovessero subire un urto notevole, questi non devono rompersi o deformarsi, in particolar modo è fondamentale che le cerniere e i naselli rimangano solidi e stabili. Per questo motivo è importante che le cerniere siano flessibili, in modo da poter subire determinati stress fisici ed essere in grado, poi, di ritornare alla loro condizione di partenza. Per evitare rotture, il materiale con cui gli occhiali vengono realizzati deve essere

resistente ma allo stesso tempo leggero, questo per andare incontro ad un secondo requisito individuato, ossia il **comfort**. È necessario che l'occhiale sia confortevole per il bambino, per far sì che questo lo indossi quotidianamente senza provare fastidio, in particolar modo sui naselli, i quali devono essere ben saldi sul volto senza creare troppa pressione. Questa caratteristica deve essere rispettata anche dalle aste, le quali devono essere della misura giusta, ossia aderenti alla testa ma non troppo strette, facendo in modo che il terminale abbracci l'anatomia del padiglione auricolare, così da rimanere sempre nella posizione corretta.

Come è emerso dalla parte di ricerca, è importante che l'occhiale non poggi sulle guance del bambino per far sì che non lasci segni di pressione sul volto e, di conseguenza, non risulti fastidioso; anche il ponte nasale deve avere la superficie di contatto più ampia possibile, in modo da distribuire meglio il peso dell'occhiale. Inoltre, quest'ultimo non deve essere più alto delle sopracciglia o più largo del viso, per questo motivo un altro requisito fondamentale è la **personalizzazione**: questo permette di realizzare degli occhiali che si adattino perfettamente alle misure del volto del bambino e la possibilità di scegliere tra diversi tipi di design e colorazioni.

Si è ragionato sulla possibilità che per i bambini risulta essere più comune il dover cambiare la montatura anche dopo poco tempo, nel momento in cui si trovano nella fase di sviluppo e il loro volto tende a modificarsi più velocemente. Ma ci sono dei casi in

cui, magari, non è necessario cambiare l'intera montatura, bensì solo una componente, ad esempio, solo le aste per poterle allungare oppure solo il frontale. Per questo motivo è stato deciso di ragionare il design dell'occhiale per componenti, così che tutte le parti possano essere modificate e ricreate singolarmente all'occorrenza.

A questo si aggiunge anche la casistica in cui dovesse rompersi o danneggiarsi un solo pezzo dell'occhiale, per cui non servirà cambiare tutto ma semplicemente andare a sostituire la componente interessata, in modo da rendere il prodotto più sostenibile andando ad allungare il suo ciclo di vita.

Altro requisito individuato durante l'analisi è l'**accessibilità**, per andare incontro anche alle esigenze delle persone meno abili, in modo da non rendere la salute visiva un privilegio per pochi ed andare ad agire sulla prevenzione sin dalla tenera età.

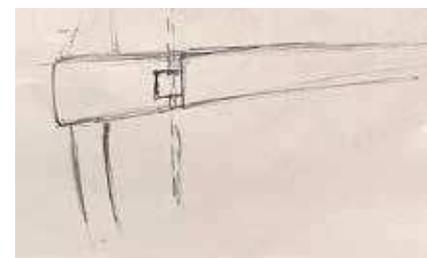
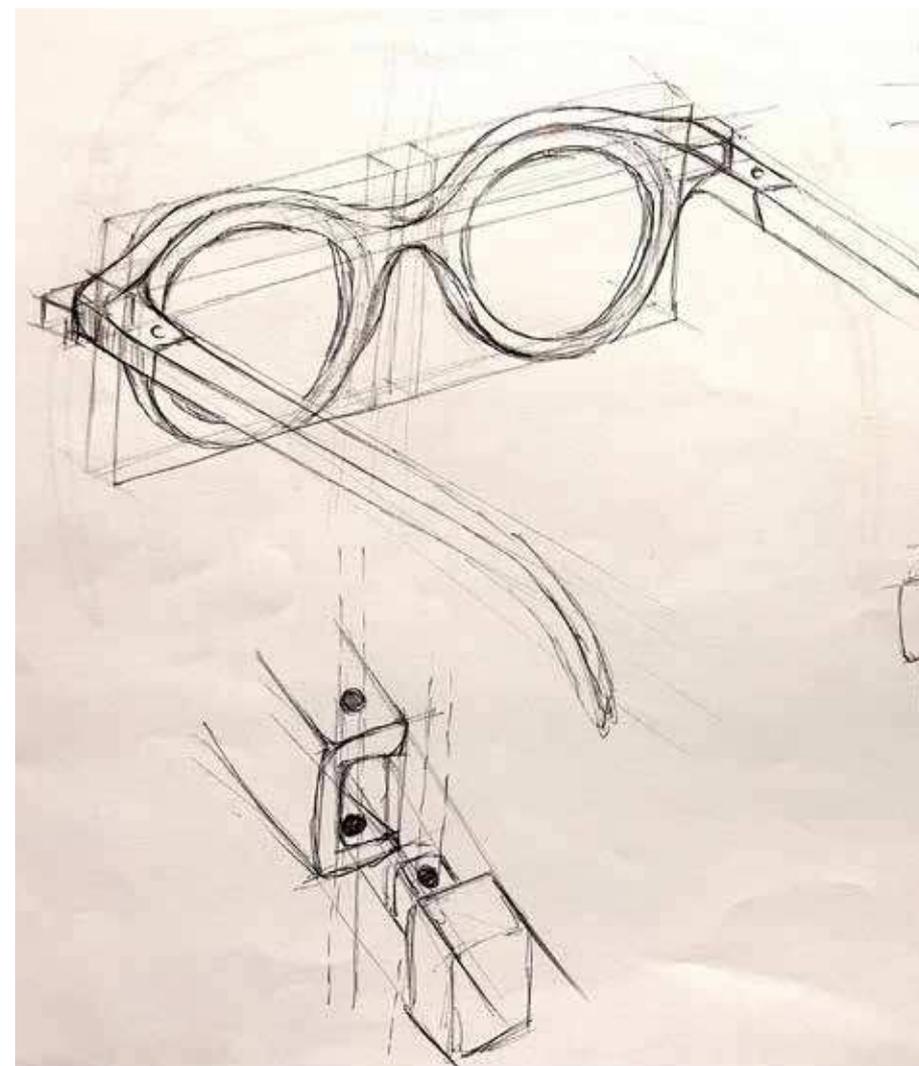
Per rendere possibile ciò, quindi, è necessario che il materiale con cui viene realizzato l'occhiale sia economico, così come deve esserlo il processo produttivo, facendo in modo che questo non vada ad intaccare la qualità del prodotto finale.

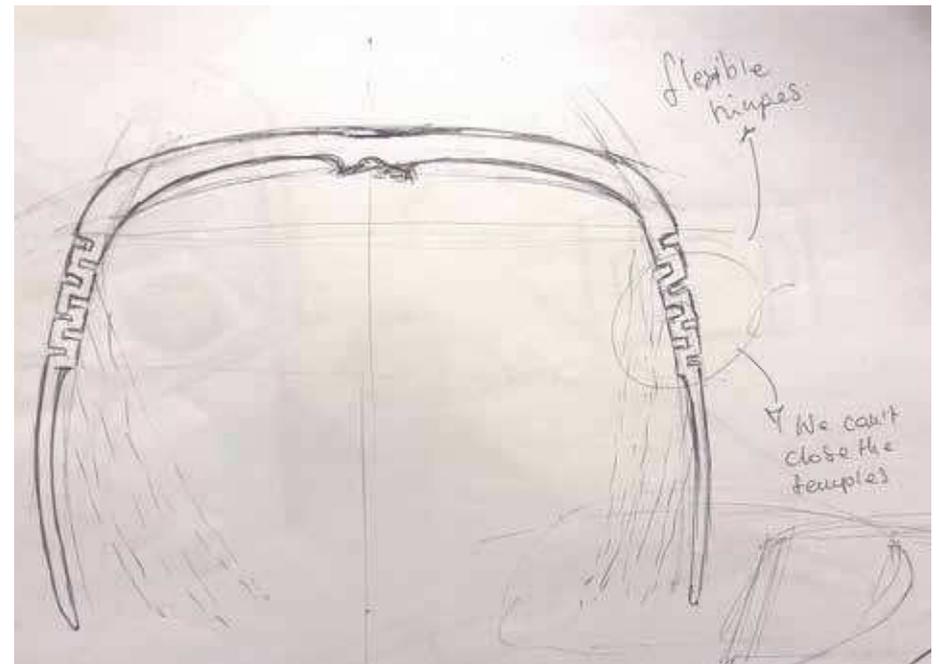
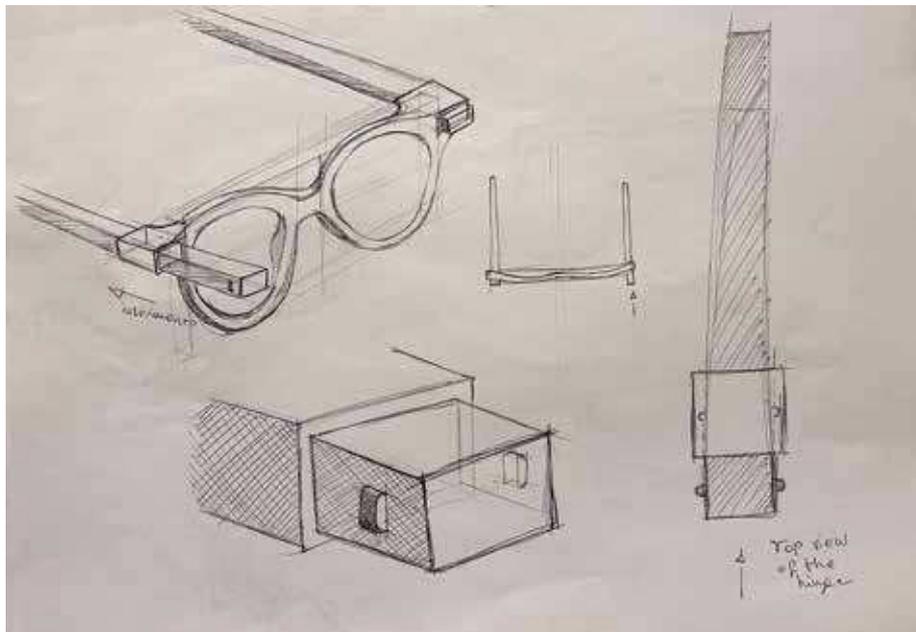
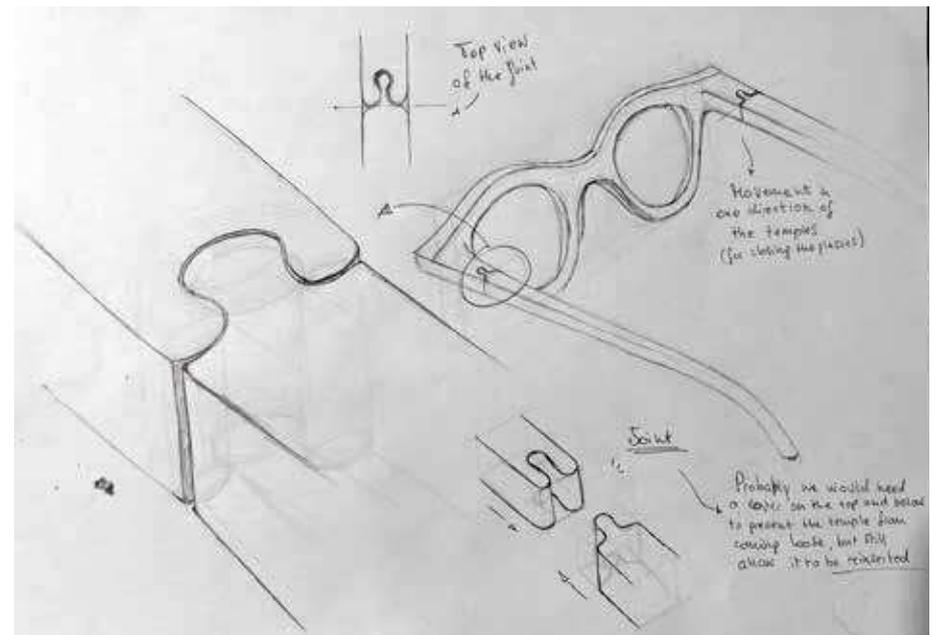
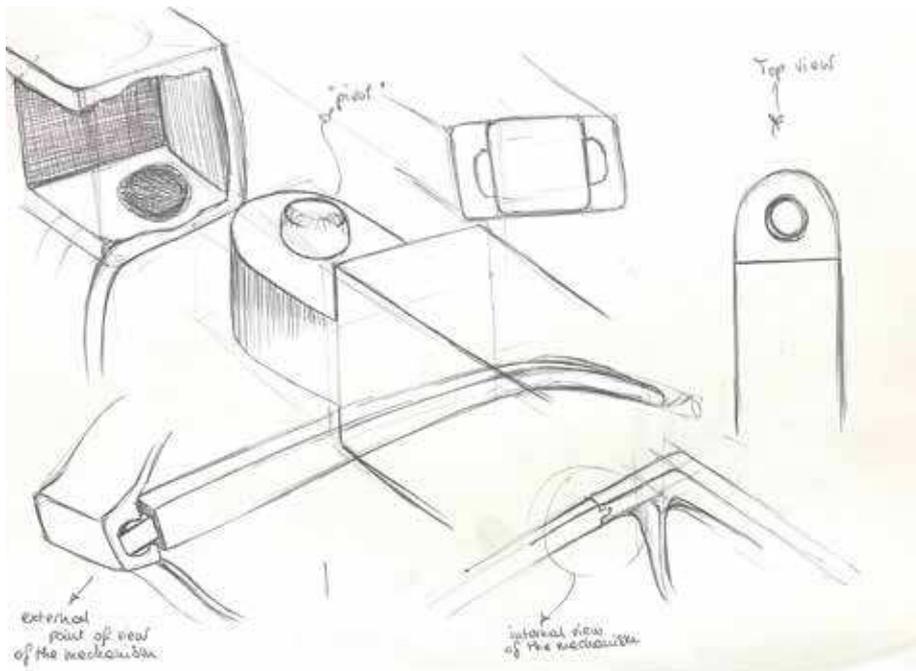
Grazie alle ricerche effettuate si è cercato di proporre disegni che rispettassero il più possibile questi requisiti: lo studio si è concentrato principalmente sulle componenti dei giunti aste-frontale. Le cerniere sono la parte più complessa nella realizzazione dell'occhiale, in quanto si è tenuto conto di disegnare componenti monomaterici, che quindi non richiedessero l'ausilio di viti metalliche, concentrandosi su giunti che permettessero movimenti alle aste (in modo da poter chiudere e aprire le aste) con incastri e perni che permettano di staccare e riattaccare le aste in caso di sollecitazioni importanti.

I disegni di seguito riportati sono alcune proposte di cui si è discusso con Irene dell'ufficio stile VANNI, la quale ha validato le proposte più interessanti.

I disegni hanno bisogno di approfondimenti in quanto la parte dell'occhiale verrà approfondita successivamente nel corso del progetto, per dare spazio e priorità all'organizzazione del network, le cui connessioni sono fondamentali per l'inizio e lo sviluppo successivo di tale servizio.

Ci si riserva quindi un successivo approfondimento di test, tecniche e prototipi nelle fasi più avanzate del progetto in questione.





## Panoramica e scenari dell'Additive Manufacturing

Come è stato precedentemente citato, la produzione classica di occhiali avviene tramite il metodo sottrattivo, nel quale si parte da un blocco di materiale e, con l'aiuto di un software CAD, si rimuove il materiale in eccesso mediante foratura, taglio e fresatura CNC.

Attraverso questo processo è possibile creare oggetti complessi, inoltre, il software consente di modificare facilmente il progetto.

*Tuttavia, oltre ad essere un processo complicato con un lungo ciclo di produzione ed un elevato costo, se ne ricava una notevole quantità di scarto, pari circa al 90% del materiale di partenza.*

A tale processo produttivo si oppone la fabbricazione additiva (additive manufacturing), la quale crea un oggetto aggiungendo materiale uno strato alla volta: in questo modo è possibile ridurre lo spreco di materiale di scarto, che in questo processo produttivo risulta essere irriso-

rio.

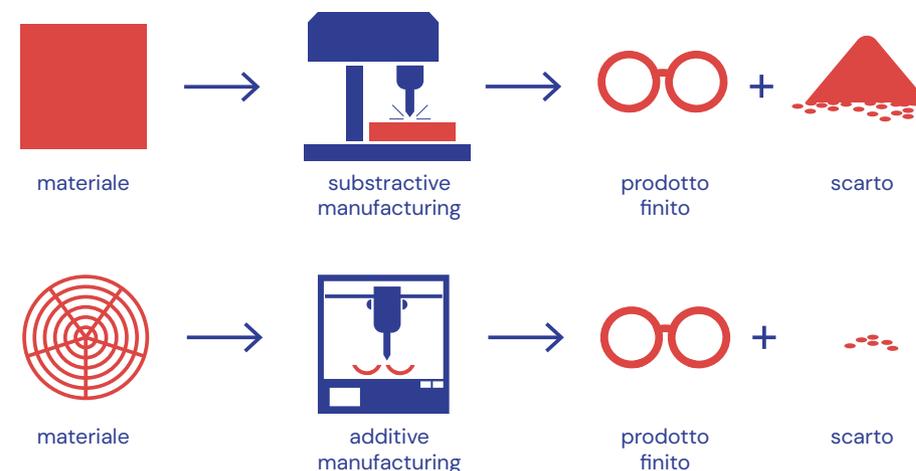
Si tratta di una tecnica flessibile poiché le modifiche alla progettazione vengono effettuate tramite il software ed è ideale per la personalizzazione rapida; inoltre, grazie alla deposizione del materiale, si possono creare alcune caratteristiche che non sarebbe possibile realizzare attraverso il metodo sottrattivo e generare progetti con alta precisione (Chen et al., 2020).

A questo si va ad aggiungere la personalizzazione di massa, un'ampia gamma di materiali da poter utilizzare.

La fabbricazione senza ulteriori utensili, la possibilità di decentralizzare il processo e le iniziative di produzione sostenibili, come l'accorciamento della supply chain, la produzione in loco e, su richiesta, di parti di ricambio personalizzate, rendono l'additive manufacturing una tecnica estremamente vantaggiosa rispetto ai metodi di produzione tradizionali.

Nel particolare la stampa 3D si

### Produzione sottrattiva VS produzione additiva



riferisce alla tecnologia e può essere considerata un tipo di additive manufacturing.

Codesta tecnologia prevede in linea di massima 3 fasi: **modellazione, stampa e finitura.**

I modelli vengono generati utilizzando un software CAD di progettazione assistita dal computer, successivamente i file puliti vengono elaborati da un altro software (*Slicer*), il quale converte un modello geometrico in una serie di livelli sottili. L'output stratificato che ne deriva è memorizzato in file G-code, il quale serve come interfaccia per passare le istruzioni di stampa alle stampanti 3D (Šljivic et al., 2019).

Perciò attraverso tale proces-

so è possibile creare un prodotto finale con un singolo pezzo in tempi rapidi, invece di assemblare oggetti composti. Inoltre consente di testare i modelli attraverso dei prototipi rapidi prima di produrre i prodotti veri e propri. Tale tecnologia sta sconvolgendo la produzione tradizionale: oggi i produttori adottano sempre più spesso la stampa 3D nei loro processi e, con l'ampliamento della gamma di materiali stampabili disponibili, un numero sempre maggiore di aziende sta seguendo questo trend.

Poiché è una tecnologia che si sta evolvendo ad un ritmo rapido, si prevede a lungo termine che le stampanti 3D possano diventare prodotti

domestici per gli utenti, come le stampanti 2D, questo è dato dalla tecnologia che si sta sviluppando da diversi anni e oggi giorno permette di avere dei macchinari a cui le persone, anche senza esperienza, possono avvicinarsi facilmente.

*I progressi dell'additive manufacturing, grazie al loro ampio miglioramento, sono stati utilizzati in un'estesa varietà di industrie e applicazioni mediche.*

La letteratura scientifica, in merito all'uso della tecnologia 3D in medicina, è concorde nell'affermare che questo tipo di tecnologia è innovativa perché vi è una domanda crescente di componenti biocompatibili, personalizzabili e sterilizzabili così da essere di supporto sia per i pazienti, riducendo anche i costi di protesi ed impianti, sia per i chirurghi, fornendo loro attrezzature e modelli personalizzati per operare in modo più efficiente, andando ad agire sull'ottimizzazione dei

tempi, delle performance chirurgiche, la comprensione di condizioni patologiche complesse e la comunicazione sia tra i membri del team medico, sia tra il medico e il paziente.

È noto come la ricerca e lo sviluppo delle tecnologie della stampa 3D in ambito sanitario siano sempre più frequenti, specialmente dopo la pandemia da COVID-19, durante la quale si è registrata un'eccessiva richiesta di dispositivi medici da realizzare, andando incontro anche ai requisiti di tali dispositivi per diverse applicazioni, in modo da aiutarli a sviluppare prodotti nuovi e in minor tempo.

È stato stimato che il mercato globale per la stampa 3D in ambito biomedicale fosse di 2,7 miliardi di dollari nel 2022 ed è destinato a raggiungere i 6,9 miliardi di dollari entro il 2028, con una crescita del 17,1% dal 2022 al 2028 (Markets and Markets, 2023).

I continui progressi tecnologici, in questo settore, hanno



migliorato significativamente la qualità, la velocità e l'efficienza dei dispositivi; inoltre, l'innovazione dei materiali e dei processi di stampa hanno ampliato la rosa di applicazioni e reso la stampa 3D più accessibile in diversi settori: nel campo dell'oftalmologia, ad esempio, permette delle diagnosi e dei trattamenti personalizzati ad hoc sul paziente. Anche in questo settore, tale tecnica viene utilizzata per migliorare le qualità del trattamento e le competenze chirurgiche, attraverso la personalizzazione e la pianificazione della terapia pre-operatoria.

Attraverso il paper scientifico *"A review of additive manufacturing applications*

*in ophthalmology"* (Pugaldhi & Ranganathan, 2021) si deduce che Selective Laser Sintering (SLS), Stereolithography (SLA), Fused Deposition Modeling (FDM) e PolyJet sono le tecniche di additive manufacturing più adatte per le applicazioni mediche e come queste vengono utilizzate per la realizzazione di dispositivi oftalmici, come occhiali, lenti personalizzate (comunemente realizzate in SLS) ed occhiali per bambini con anomalie cranio facciali, per cui viene utilizzata prevalentemente la tecnologia SLA o FDM: tutte soluzioni che, oltre ad offrire libertà di design e forme, permettono di produrre dei prodotti utilizzando meno materiale e hanno la

possibilità di realizzare delle montature più leggere, grazie alla sperimentazioni di nuovi design e materiali.

Inoltre, viene discusso come l'integrazione della tecnologia di scansione 3D con l'additive manufacturing potrebbe ridurre i tempi del trattamento e aumentare il comfort del paziente.

Tra le varie tecnologie di stampa 3D spiccano tre principali metodologie: la **modellazione a deposizione fusa** (Fused Deposition Modeling/FDM), la **stereolitografia** (Stereolithography/SLA) e la **sinterizzazione laser selettiva** (Selective Laser Sintering/SLS).

Ognuna di queste tecniche presenta delle peculiarità uniche che le rendono adatte a specifiche applicazioni in diversi settori.

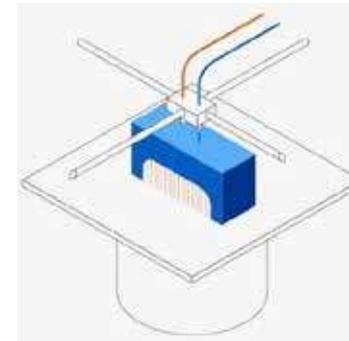
Di seguito verranno esaminate in dettaglio le caratteristiche, i vantaggi e le limitazioni di ciascuna di queste tecnologie e, attraverso un'analisi comparativa, verranno esplorati gli aspetti più tecnici e le

principali differenze.

Questo confronto è servito per fornire una panoramica completa delle opportunità offerte dalla stampa 3D e per la scelta della metodologia che risulta essere più ottimale per il progetto portato avanti in questa tesi.

## Fused Deposition Modeling

La modellazione a deposizione fusa (FDM) è stata introdotta da Scott Crump nei primi anni Novanta da Stratasys INC, USA ed è una tecnologia dove un materiale termoplastico, nella forma di un filamento continuo, viene riscaldato a uno stato semi-fuso ed estruso in un punto preciso della piattaforma di costruzione, dove poi si solidifica.



Il motivo per cui viene chiamata modellazione a deposizione fusa è dato dal fenomeno per cui gli strati adiacenti vengono uniti l'uno all'altro mentre la deposizione viene completata dall'estrusore, il quale è in grado di muoversi

nelle tre direzioni (x, y e z).

Sono numerosi i vantaggi che presenta questa tecnologia: in primo luogo è quella che ha i costi più contenuti sia per quanto riguarda il materiale sia per la stampante, che di conseguenza porta ad avere un minor costo d'investimento iniziale. Infatti, in media il costo di una stampante ad FDM va dai 200 € ai 2.000€, considerando per un uso domestico, e il costo del filamento si aggira tra i 30-100€ in base al tipo di materiale e al rivenditore.

In aggiunta presenta un'elevata flessibilità al fine di realizzare facilmente forme complesse e stampe resistenti.

D'altro canto la stampa risulta essere meno precisa e la qualità non è pari a quella della sinterizzazione o della stereolitografia. Inoltre potrebbe essere considerato un processo lento, nonostante questo sia un fattore relativo dato che il tempo necessario dipende dalla forma e dalla

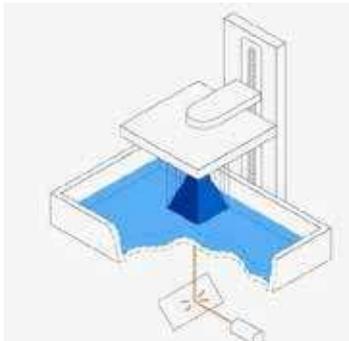


dimensione dell'oggetto da stampare.

I materiali utilizzati per l'FDM generalmente possiedono resistenza ai raggi UV, durezza e, in diversi casi, biocompatibilità oltre ad altre proprietà e sono nella maggior parte dei casi dei filamenti termoplastici, in grado di essere riciclati anche per i supporti.

## Stereolithography

La stereolitografia (SLA) è un metodo di stampa 3D in cui il fotopolimero liquido viene trasformato in oggetti 3D con l'aiuto di una macchina stereolitografica.

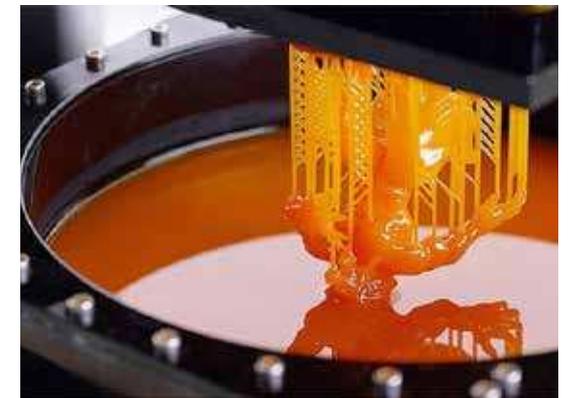


Durante il processo la resina fotopolimerica liquida viene esposta ad un laser UV che colpisce la superficie superiore del fotopolimero liquido facendolo indurire istantaneamente; successivamente si sposta nuovamente verso il basso per creare una geometria, strato per strato, e ogni strato consecutivo viene fuso a partire da quello di base. Dopo il completamen-

to dell'ultimo strato, la parte stampata in 3D viene immersa in un'altra resina in modo da separare il modello stampato dal polimero liquido, affinché il legame tra tutti gli strati si fortifichi. Infine, il modello stampato viene lasciato cuocere in un forno a polimerizzazione UV dove, alla temperatura prestabilita, tutti gli strati si induriscono ulteriormente, la resistenza aumenta e si ottiene la finitura superficiale desiderata. Si tratta quindi di un processo lento che richiede diverse fasi di lavorazione e necessita di un trattamento postumo anche per rimuovere le strutture di supporto, pertanto, risulta avere un elevato costo di investimento iniziale: per questo tipo di tecnologia si stima circa una spesa di 8.000€ compreso di kit per la post produzione. Mentre, anche in questa situazione, il costo della resina dipende dalla tipologia e dal fornitore: per questo studio è stata presa in considerazione la resina venduta da FormLab la quale si

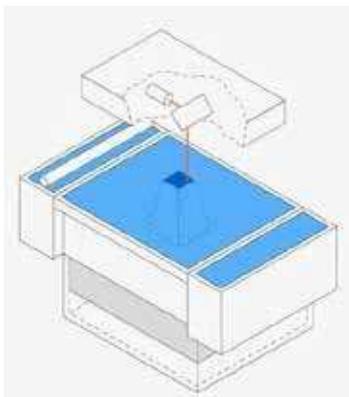
aggira intorno ai 200€ a litro.

Come sopra citato, per la stereolitografia viene usata la resina la quale è un materiale termo-indurente, il che implica che non è possibile da riciclare a fine vita del prodotto. In aggiunta, è un processo che necessita la manipolazione e lo stoccaggio di prodotti chimici e possibilmente tossici. Nonostante richieda un processo più lungo e complesso rispetto alla stampa in FDM, la stereolitografia permette di avere un'elevata finitura superficiale, un'accurata precisione e offre la possibilità di realizzare facilmente anche componenti più complicati.



## Selective Laser Sintering

La sinterizzazione laser selettiva (SLS) utilizza un processo di stampa che consente di creare geometrie dettagliate consolidando strati consecutivi di materiale in polvere l'uno sull'altro, in cui una fonte di energia termica viene utilizzata per indurre selettivamente la fusione tra le particelle di polvere in una posizione specifica all'interno di un'area di costruzione per creare un oggetto solido. La solidificazione degli strati avviene con l'ausilio di laser a CO<sub>2</sub>/azoto, a seconda del tipo di finitura superficiale e di fusione necessaria.



Per questo tipo di tecnologia è disponibile un ampio range di materiali, tra cui vari polimeri, leghe e polveri metalliche. Anche in questo caso, al termine del processo di stampa, sono necessarie le operazioni di finitura e post-produzione che risultano particolarmente laboriose in termini di pulizia e riciclo della polvere.

Tra i vantaggi della sinterizzazione si evince un'ottima accuratezza e precisione nella stampa e la possibilità di produrre parti complesse che non potrebbero essere realizzate con i due processi sopra citati. Inoltre, è un processo adatto alla produzione di massa dato che i macchinari utilizzati permettono la realizzazione di numerosi pezzi contemporaneamente e non vi è neanche l'esigenza di strutture di supporto durante la stampa.

Nonostante sia un processo rinomato per la sua precisione nell'esecuzione, questa caratteristica viene meno nel caso di realizzazione di su-

perfici ampie e fori minuscoli, i quali risultano difficili da produrre con accuratezza. A questo aspetto si va a sommare il costo di produzione, per il quale si spendono intorno ai 30.000€ per la stampante, a cui vanno aggiunti 10.000€ di sabbiatrice, e il prezzo della polvere che varia a seconda delle esigenze.

A differenza della stereolitografia (SLA), la sinterizzazione richiede un investimento iniziale notevolmente maggiore, ma viene attutito nel tempo dalla possibilità di

realizzare più pezzi in meno tempo e dal prezzo del materiale, il quale in proporzione è più basso rispetto alla resina e, contrariamente a quest'ultima, si può recuperare e riutilizzare dopo ogni processo.



## Benchmarking

Dopo aver analizzato le diverse caratteristiche delle tecnologie di additive manufacturing, la scelta della tecnica più adeguata è risultata cruciale per soddisfare specifiche esigenze progettuali.

Di seguito si riporta l'analisi di un benchmark tra le principali tecnologie di additive manufacturing sopracitate: Fused Deposition Modeling (FDM), Stereolithography (SLA), Selective Laser Sintering (SLS).

La valutazione è stata realizzata su una scala di valori da 1 a 5, dove 1 indica il valore estremamente negativo e 5 quello estremamente positivo, e segue dei parametri chiave quali la **sostenibilità ambientale**, il **costo** (macchinari, materiale e produzione), le **caratteristiche del materiale utilizzato**, la **presenza di biocompatibilità** e le **applicazioni specifiche nel settore dell'occhialeria**.

È possibile notare come la SLS soddisfi in modo esaustivo tutti i parametri eccetto il costo che, invece, risulta essere

il punto di forza per l'FDM, insieme alla caratteristica della sostenibilità, grazie alla possibilità di poter riciclare il materiale a fine vita del prodotto.

Il fattore della sostenibilità ambientale risulta, invece, avere un punteggio molto basso per la SLA a causa dei materiali termoindurenti e dei componenti chimici utilizzati nel processo produttivo.

Nonostante l'FDM sia la tecnologia di additive manufacturing oggi più comune, per quanto riguarda l'applicazione nel settore dell'occhialeria non è molto diffusa. Lascia spazio, invece, principalmente alla sinterizzazione e, in pochi casi, alla stereolitografia.

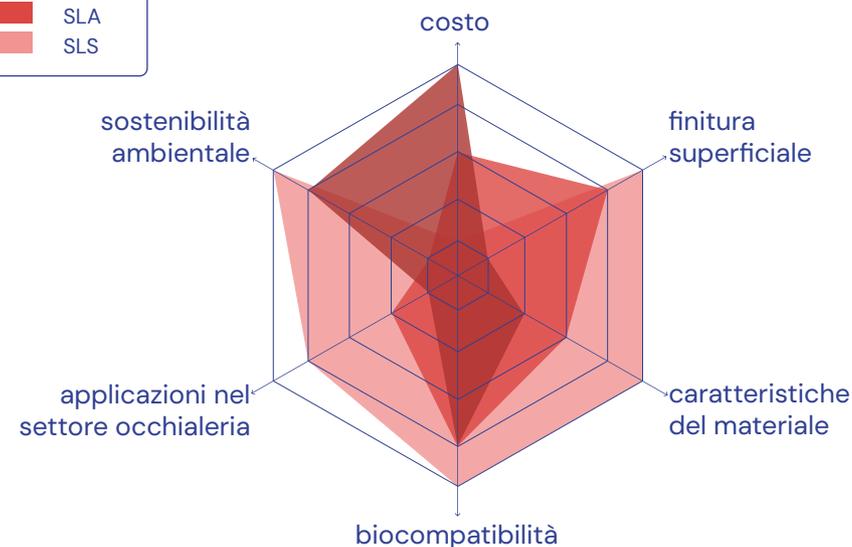
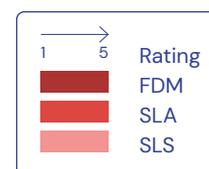
Infine, il parametro della biocompatibilità risulta essere molto importante in questa analisi, essendo l'occhiale un dispositivo medico e a contatto costante con il volto umano: in tutti e tre i casi è possibile trovare dei materiali che abbiano tale caratteristica, ma ad ogni modo, non risul-

ta essere abbastanza per la produzione vera e propria del prodotto, siccome è necessaria un'ulteriore certificazione di biocompatibilità dopo l'intero processo produttivo, come verrà analizzato nello specifico più avanti in questa tesi.

In conclusione, la scelta finale per quanto riguarda la tecnologia più accurata è ricaduta sull'FDM, in quanto risulta essere il processo più in linea con il concept del progetto:

in particolar modo per i costi contenuti e per la necessità di realizzare i prodotti in piccola serie e personalizzabili.

A ciò si va ad aggiungere il basso impatto che questa tecnologia ha a livello ambientale e la varietà di materiali da poter sperimentare, con l'idea di non considerare la finitura superficiale come un punto a sfavore ma cercare di renderla un elemento che contraddistingua il prodotto finale.



# Tipologie di materiale e requisiti

## Requisiti

A questo punto sono stati definiti dei requisiti per svolgere un'attenta analisi tra tutti i materiali disponibili per la modellazione a deposizione fusa. Tra questi ritroviamo la necessità che il materiale sia biocompatibile, in modo da rispettare le norme in quanto dispositivo medico, e un buon rapporto qualità-prezzo affinché possa soddisfare le esigenze di più persone ma, allo stesso tempo, consentire un buon risultato in termini di qualità anche con un eventuale trattamento di finitura superficiale per aumentare la resa estetica; tutto questo tenendo in considerazione della produzione in piccola serie. Altro requisito fondamentale è la resistenza, dato che il materiale è pensato per un prodotto che viene utilizzato quotidianamente e soprattutto da un'utenza, ossia quella dei bambini, particolarmente delicata siccome potrebbero prestare meno attenzione nel mettere e togliere gli occhiali o nelle loro attività quotidiana-

ne, come lo sport o il gioco: perciò si mira ad un materiale che non debba rompersi se sottoposto a sollecitazioni meccaniche e deve essere in grado di resistere alla deformazione chimica, per esempio se esposto ad alte temperature. Inoltre, è importante che abbia pochi punti di rottura per via della stratificazione data dal processo produttivo. Nel momento della scelta del materiale più consono, si deve tener conto di tutto il ciclo di vita del prodotto: per tale motivo, una caratteristica come la riciclabilità è fondamentale. Sarebbe ideale, poi, scegliere un materiale che abbia una filiera produttiva corta, quindi dare la preferenza ai fornitori locali. Con il metodo additivo vi è una vasta gamma di materiali plastici, ma nonostante ciò, risulta comunque essere migliore rispetto al metodo sottrattivo, grazie alla bassa percentuale di scarto che ne deriva dalla produzione.

## Tipologie di materiale

Come segnalato già in precedenza per l'FDM è attualmente disponibile un'ampia varietà di materiali, i quali vengono utilizzati nei contesti più disparati. Tali materiali, spesso, si suddividono per la finalità di utilizzo oppure relativamente al costo €/kg, il quale può variare molto tra le diverse tipologie e in base ai fornitori. Per una classificazione più accurata, si è deciso di partire dalla suddivisione in 3 macro aree di utilizzo ossia **Consumer, Prosumer e Industriale**.

### Consumer

In questa categoria rientrano i materiali molto semplici da lavorare, da qualsiasi di consumatore, e che possono essere processati da tutte le stampanti 3D low cost presenti sul mercato, essendo i più diffusi e facili da stampare, spesso utilizzati anche nella stampa 3D homemade.

### PLA

€ € € € €

Il PLA (Acido Polilattico) è un polimero derivato da fonti rinnovabili e biodegradabile: è in assoluto il più diffuso per la stampa 3D FDM, grazie alla sua facilità di processamento per le basse temperature di estrusione e la mancanza di necessità di utilizzare un piano di stampa riscaldato.

Essendo un materiale molto comune, dispone di un'ampia varietà di colorazioni ed il costo si presenta basso rispetto ad altre tipologie di materiale.

Nonostante ciò le sue proprietà meccaniche non sono molto elevate ed è fortemente limitato dalla massima temperatura di utilizzo di circa 40°/50°. Inoltre non è un materiale di base biocompatibile.

Vi è la possibilità di realizzare dei filamenti che hanno come base il PLA, a cui vengono aggiunti additivi (PLA+) per migliorare alcuni aspetti

di resa estetica o di resistenza meccanica; purtroppo, però, non si discostano di molto dal polimero base.

#### **ABS Medicale**

€ € € € €

L'ABS, in particolar modo quello utilizzato in ambito medico, presenta un'eccellente resistenza allo stress chimico, alle temperature (fino a 90°) ed ha elevate prestazioni a livello meccanico e di duttilità, oltre a poter essere sterilizzato attraverso i raggi gamma, garantendo un'utilizzo sicuro in ambienti medici. Per poter mantenere la certificazione come dispositivo medico USP 88 classe VI, è disponibile solo nella colorazione "naturale" e con il tempo, se esposto ai raggi UV, può ingiallire e può essere danneggiato.

#### **Prosumer**

Si fa riferimento a quei materiali che richiedono maggiori competenze ed esperienza per la lavorazione, che soddisfano necessità progettuali più stringenti.

#### **ASA**

€ € € € €

Si tratta di un materiale termoplastico amorfo molto simile all'ABS perciò presenta proprietà simili ma, al contrario, è resistente ai raggi UV e agli agenti atmosferici, così da preservare le proprietà fisiche ed estetiche anche in un'eventuale esposizione prolungata al sole, alla pioggia o ai cambiamenti di temperatura. Proprio come l'ABS, presenta un'ottima resistenza meccanica e agli agenti chimici, ed è disponibile in un'ampia varietà di colori. Per contro, non è perfetta la qualità di finitura superficiale dato che sono spesso visibili le linee dei layer del filamento e, perciò, necessità di un processo di post-produzione

ulteriore.

#### **Nylon PA12**

€ € € € €

Il Nylon rientra nella famiglia delle poliammidi ed è uno dei materiali di stampa 3D più popolari. Ha buone proprietà meccaniche, come la tenacità, la resistenza alla trazione e agli urti; oltre a presentare una buona elasticità e duttilità, in modo da poter essere flesso senza fratture. Inoltre, ha una buona resistenza alle temperature, fino ad oltre 120°. Risulta, però, essere difficoltoso da processare correttamente a causa di una complessità geometrica limitata e del comportamento anisotropo, per il quale potrebbe generare tensioni interne nel materiale creando deformazioni, soprattutto in presenza di grandi superfici piane.

#### **Ecotech**

€ € € € €

Si tratta di un materiale ad alte prestazioni, con un'ottima finitura superficiale e progettato per essere versati-

le, inodore e per applicazioni green, essendo biodegradabile secondo lo standard DIN EN ISO 14855. Oltre ad essere molto resistente alla flessione, offre un'ottima durata ed un'eccellente stabilità. Nonostante ciò, una delle criticità è rappresentata dal suo basso allungamento a rottura, il che potrebbe limitarne l'applicazione in alcune situazioni e, in aggiunta, non è un materiale biocompatibile.

#### **Industriale**

È la categoria dei migliori materiali al momento lavorabili con la tecnologia FDM a livello industriale, ad alte prestazioni, per cui sono necessari dei macchinari industriali capaci di raggiungere alte temperature per la lavorazione e garantire la ripetibilità delle condizioni di processo, in modo da ottenere dei risultati soddisfacenti.

### PEEK

€€€€€

È un materiale termoplastico e fa parte dei polimeri più performanti disponibili in forma di filamento, grazie alle sue ottime prestazioni: offre eccellenti proprietà, come un'ottima resistenza termica, chimica e meccanica; inoltre ha una buona biocompatibilità, che lo rende adatto ad impianti e dispositivi medici. D'altro canto, però, è un materiale molto difficile da gestire, in quanto non presenta proprietà uniformi su tutti gli assi ed è difficile da lavorare, dato che necessita di temperature molto alte di processo.

### PEEK CF

€€€€€

Anche nel caso del PEEK esiste la variante addizionata con fibre di carbonio, la quale migliora le sue proprietà meccaniche e la resistenza alle temperature, a discapito della resistenza all'impatto. Questo trattamento, però, lo rende più costoso rispetto ad altri materiali.

### Ultem 1010

€€€€€

È un materiale che viene utilizzato in svariate applicazioni, grazie alle sue ottime prestazioni, come una grande resistenza alle alte temperature, un'ottima resistenza chimica e alla trazione rispetto ad altri materiali termoplastici per FDM. Inoltre, è un materiale certificato biocompatibile secondo la norma ISO 10993. Il suo punto di debolezza è la difficoltà di stampa, la quale risulta essere ancora più complessa rispetto al PEEK, a causa dei requisiti di temperatura di lavorazione più elevati.



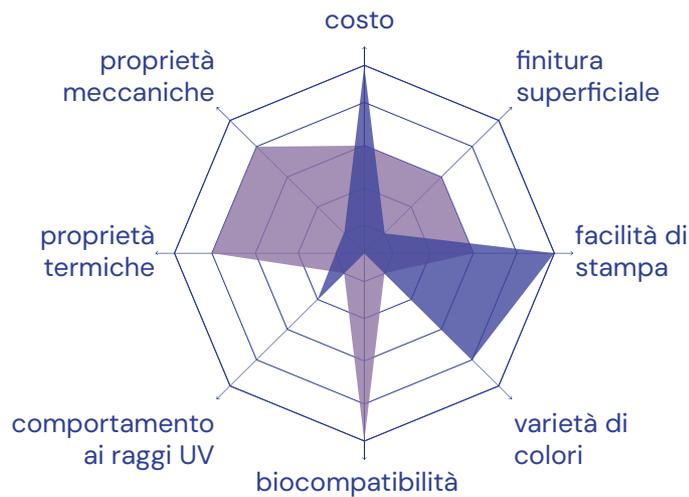
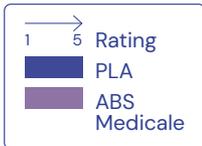
## Benchmarking

Per fornire un ulteriore grado di dettaglio all'analisi dei materiali, è stato svolto un benchmark per ogni categoria in cui questi sono stati suddivisi (consumer, prosumer e industriale).

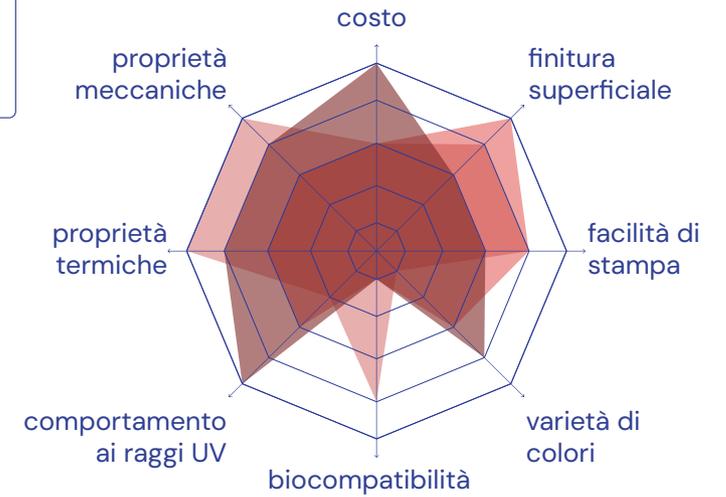
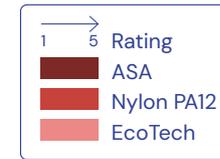
Anche in questo caso la valutazione è stata realizzata su una scala di valori da 1 a 5, dove 1 indica il valore estremamente negativo e 5 quello estremamente positivo, seguendo dei parametri chiave

quali le proprietà meccaniche, termiche, il comportamento ai raggi UV, la biocompatibilità, la varietà di colori disponibili sul mercato, la facilità di stampa, la finitura superficiale e, infine, il costo. Le variabili sono state conseguentemente rappresentate in 3 diversi diagrammi a ragno, per fornire una panoramica complessiva dell'analisi e della comparazione tra le differenti tipologie di materiale.

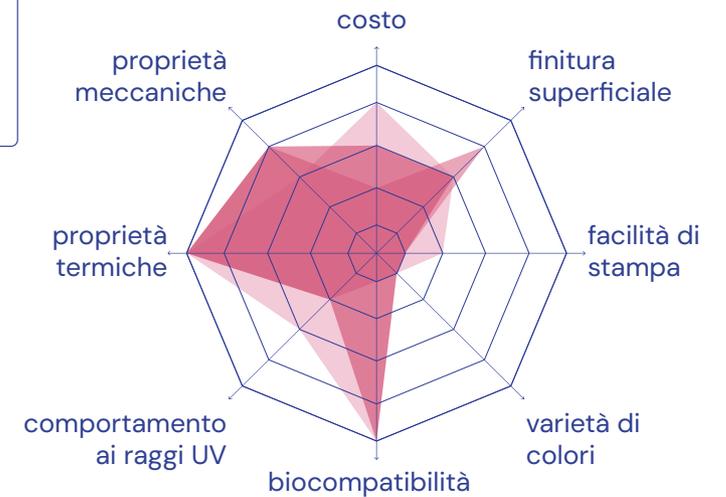
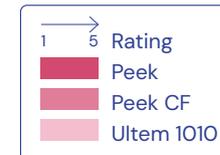
### Consumer



### Prosumer



### Industriale



## Casi studio

Anche in questo caso sono stati raccolti ed analizzati dei casi studio che riguardassero la tecnologia dell'additive manufacturing, calata all'interno del settore dell'occhialeria.

In generale è emerso come attualmente non è una tecnologia molto utilizzata, specialmente in Italia: la tipologia che viene adottata più frequentemente è quella della

sinterizzazione (SLS), a differenza della stereolitografia (SLA) usata piuttosto per creare degli oggetti di stampo artistico che dei dispositivi funzionali, non lasciando spazio alla modellazione a deposizione fusa (FDM) di cui non si trovano esempi di occhiali sul mercato e usata, comunemente, solo per la prototipazione.

### Klenzee&Baum

Azienda tedesca di occhiali stampati in 3D (polvere di poliammide, utilizzano la sinterizzazione). Le collezioni Voyou e Sumo sono caratterizzate da una cerniera con snodo sferico che permette all'asta di piegarsi e staccarsi in caso di sovraccarico. Le aste sono intercambiabili: nella collezione Voyou queste ultime possono essere sostituite con alcune

che aderiscono all'orecchio per consentire una migliore performance sportiva. Nella collezione SUMO gli occhiali sono realizzati in stampa cava, conferendo al prodotto grande leggerezza. La collezione Asket combina poliammide e titanio, il design dei componenti è interessante, il che facilita la produzione e, di conseguenza, la sostituzione in caso di rottura. Gli occhia-

li sono stampati mediante sinterizzazione, come avviene per la maggior parte degli occhiali prodotti da questa azienda.

Incontrati al MIDO, e avendo avuto la possibilità di toccare con mano i prodotti dell'azienda, si può certamente affermare che gli occhiali hanno un finish piacevole e la struttura è decisamente solida, riferiscono poi i rappresentanti dell'azienda che in Italia però c'è poco mercato per occhiali realizzati con questa tecnologia.



### Rolf

Azienda Austriaca che realizza occhiali stampati in 3D con la tecnica della sinterizzazione partendo però dalla polvere dei semi di ricino. La particolarità, oltre che al materiale, sta nel giunto brevettato, che con l'utilizzo di un elastico è flessibile in tutte le



direzioni e non richiede l'utilizzo di viti. Presenti alla fiera dell'occhialeria di Milano, riportano quanto il mercato nord europeo sia interessato alla tipologia di prodotto rispetto a quello italiano, in cui hanno pochi rivenditori; si è avuto modo, in quella sede, di testare la leggerezza di questi occhiali. La collezione per bambini presenta le stesse forme degli occhiali per adulti ma riadattate a dimensioni più piccole.

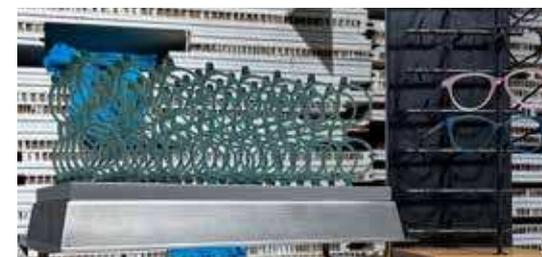


## Genera

Start-up Austriaca che vende stampanti in 3D in resina DLP e i relativi materiali, con un'attenzione anche alla post-produzione del prodotto finito. In sede della fiera dell'occhialeria si è avuto modo di capire come fosse una delle poche aziende ad investire nel processo di stereolitografia, scartato in questo progetto in quanto, nonostante il finish ottimale dei pro-



dotti, non rispetta i requisiti di sostenibilità ambientale, essendo la resina un polimero termoindurente, e quindi non riciclabile una volta polimerizzato.



## Capriccio

Un progetto disegnato da Salvatore Saldano, in cui si utilizza la stereolitografia (stampa a resina) di cui però si trovano poche informazioni, probabilmente perché, per deduzione, è un progetto destinato a mostrare forme artistiche piuttosto che un oggetto disegnato per la vendita e commercializzazione. Viene utilizzata la stampante 3D DW 030X nel materiale Invicta DL 380. Con questo progetto vengono mostrate forme che con la produzione standard di occhiali a laser cnc dell'acetato sarebbero impensabili, ma,

per quanto riguarda questo caso, sono solo ai fini estetici.



## L'occhiale da vista: i fattori da considerare per la corretta immissione sul mercato

L'occhiale da vista è un dispositivo medico, dato dalla montaggio da vista (*accessorio di dispositivo medico*) e dalle lenti oftalmiche (*dispositivo medico*).

Esso fa riferimento al *Regolamento Europeo 2017/745*, il quale mira a garantire il buon funzionamento del mercato interno europeo dei dispositivi medici, prendendo come base un livello elevato di protezione della salute dei pazienti e degli utilizzatori.

*Il regolamento fissa livelli elevati di qualità e sicurezza dei dispositivi medici al fine di rispondere alle esigenze comuni di sicurezza relative a tali prodotti.*

All'interno di questa tesi, nell'ipotesi di avviare la produzione di occhiali da vista personalizzati per bambini di età attorno ai 6 anni, è di

indubbia importanza la valutazione del percorso di certificazione del prodotto, prima che quest'ultimo venga immesso sul mercato.

Nonostante l'occhiale da vista rientri nei **dispositivi medici di I categoria** e quindi non necessita obbligatoriamente di essere certificato da un ente terzo, il fabbricante o il soggetto che immette sul mercato il prodotto, è tenuto a produrre un Fascicolo Tecnico (FT), ovvero un documento che raccoglie, oltre ai dati necessari per identificare correttamente il dispositivo, tutto ciò che il fabbricante adduce a sostegno della conformità del dispositivo ai requisiti essenziali espressi nell'*Allegato I Regolamento UE 2017/745* e che gli permette di rilasciare la Dichiarazione di Conformità.

In via generale, è possibile raggruppare dispositivi simi-

li - per criteri quali il processo di produzione, la dimensione, il materiale - in "famiglie", rappresentate da un "capo famiglia".

La verifica della conformità ai requisiti essenziali effettuata sul "capo famiglia" è estendibile a tutti i dispositivi che ne fanno parte. Perciò è consigliabile l'individuazione di famiglie omogenee di dispositivi e la realizzazione di un unico fascicolo tecnico per famiglia, ove sia chiaramente indicato il modello rappresentativo (capo famiglia).

Il fascicolo tecnico deve riportare al suo interno quanto segue:

1. Descrizione del dispositivo e delle sue varianti ed accessori;
2. Informazioni fornite dal fabbricante;
3. Informazioni sulla progettazione e fabbricazione del dispositivo;
4. Informazioni sulla conformità ai requisiti di sicurezza ed efficacia del dispositivo;

5. Analisi del rischio/beneficio e gestione del rischio;
6. Verifica e convalida del prodotto.

Con particolare riferimento al punto 6 "*Verifica e convalida del prodotto*" e nel contesto della presente tesi, la quale vuole evidenziare i fattori da considerare per la realizzazione di occhiali per bambino tramite la tecnologia della stampa 3D, è di fondamentale importanza considerare sia la tecnologia di produzione, sia il materiale impiegato per la fabbricazione della montatura. Infatti, in merito a quest'ultimo punto, è cruciale avere tutte le informazioni sul materiale utilizzato, per dimostrarne la sicurezza durante la fase di utilizzo e non arrecare nessun problema all'utilizzatore finale.

Per fare ciò, il fabbricante può decidere di eseguire test volti a dimostrare sicurezza ed efficacia del prodotto non eseguiti su esseri umani, qua-

li test meccanici, test di biocompatibilità, test di stabilità/di vita a scaffale, ecc.

Qualora specifici test non siano stati eseguiti, è necessario fornire un opportuno razionale per la decisione presa, generalmente sotto forma di “*Report di Valutazione Clinica*”, come descritto nell’allegato XIV. È possibile fornire una valutazione clinica basata sulla sola analisi della letteratura scientifica o altri dati disponibili relativi a sicurezza, efficacia, progettazione ed uso intenso del dispositivo, purché pertinente a dispositivi equivalenti e ritenuta sufficiente a dimostrare i requisiti essenziali.

Per completezza, si riporta un estratto del REGOLAMENTO (UE) 2017/745 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO, 10.4.1. Progettazione e fabbricazione dei dispositivi (Parlamento Europeo, pp. 96-97, 2017):

“*I dispositivi sono progettati e fabbricati in modo tale da ridurre, per quanto possibile, i*

*rischi derivanti dalle sostanze o particelle, compresi detriti da usura, prodotti di degradazione e residui di lavorazione che possono essere rilasciati dal dispositivo. I dispositivi, le loro parti o i materiali utilizzati nella loro fabbricazione che: — sono invasivi o entrano in contatto diretto con il corpo umano, — somministrano (ripetutamente) medicinali, liquidi corporei o altre sostanze, compresi i gas, all’organismo, o — trasportano o conservano detti medicinali, fluidi corporei o sostanze, compresi i gas, da somministrare (ripetutamente) all’organismo, contengono soltanto le seguenti sostanze in una concentrazione superiore allo 0,1 % peso/peso (p/p) se giustificato ai sensi del punto 10.4.2: a) sostanze cancerogene, mutagene o tossiche per la riproduzione («CMR»), di categoria 1A o 1B, conformemente all’allegato VI, parte 3, del regolamento (CE) n. 1272/2008 del Parlamento europeo e del Consiglio (1), ovvero b) sostanze con proprietà nocive per il sistema endocri-*

*no per le quali è scientificamente comprovata la probabilità di effetti gravi per la salute umana e che sono identificate secondo la procedura di cui all’articolo 59 del regolamento (CE) n. 1907/2006 del Parlamento europeo e del Consiglio (2), ovvero una volta che un atto delegato è stato adottato dalla Commissione ai sensi dell’articolo 5, paragrafo 3, primo comma, del regolamento (UE) n. 528/2012 del Parlamento europeo e del Consiglio (3), in conformità dei criteri pertinenti per la salute umana tra quelli ivi definiti.” e si riporta in aggiunta il punto “10.4.5. Etichettatura Se i dispositivi, le loro parti o i materiali utilizzati nella loro fabbricazione ai sensi del punto 10.4.1 contengono sostanze di cui alle lettere a) o b) del punto 10.4.1 in una concentrazione superiore allo 0,1 % peso su peso (p/p), la presenza di tali sostanze è indicata mediante un’etichetta apposta sui dispositivi stessi e/o sul confezionamento unitario o, eventualmente, sul confezionamento commerciale*

*con l’elenco di tali sostanze. Se fra gli usi cui detti dispositivi sono destinati figurano il trattamento di bambini o donne in gravidanza o allattamento o il trattamento di altri gruppi di pazienti ritenuti particolarmente vulnerabili a tali sostanze e/o materiali, nelle istruzioni per l’uso sono fornite informazioni sui rischi residui per tali gruppi di pazienti e, se del caso, sulle misure precauzionali appropriate.”*



Per produrre un occhiale da vista con specifici materiali e tecniche, prima di immetter-

lo sul mercato, è necessario effettuare una serie di test di compatibilità sulla montatura per valutarne la conformità in funzione delle normative comunitarie, mercato di destino, tipologia di utilizzatore e settore di impiego. Se il prodotto è destinato all'utilizzo da parte dei bambini, a maggior ragione, le attenzioni dovranno essere maggiori.

La norma (e i test) per gli occhiali da vista vanno a simulare un impiego prolungato durante la giornata da parte dell'utente.

Per un modello nuovo di montatura è bene seguire la norma dell'occhiale da vista, la UNI EN ISO 12870:2018 - Ottica oftalmica - Montature per occhiali - Requisiti e metodi di prova, indica i requisiti che devono avere le montature per occhiali, che essendo in costante contatto con la pelle del viso, quando vengono prodotte e commercializzate non devono minare la salute e la sicurezza di chi le indossa, per i quali potrebbe esserci il

rischio di entrare in contatto con sostanze allergeniche, cancerogene, mutagene o tossiche. Essa è acquistabile sul sito dell'UNI - Ente Italiano di Normazione.

#### **Il confronto con gli esperti**

Durante questo progetto di tesi, si è deciso di confrontarsi con esperti del settore per ottenere maggiori informazioni e per avere il polso rispetto ad un'effettiva realizzazione di un occhiale per bambino tramite la stampa 3D.

Dalle conversazioni avvenute con Marco Calvi, Group Research & Innovation Manager di Certottica - Istituto italiano di certificazione dei prodotti ottici, e Fabio Trotti, Manager del reparto Ricerca e Sviluppo di Weerg - Service Online di manifattura in Italia, è sopraggiunta la questione di certificare una montatura di occhiali da vista per bambini, in quanto, data la volontà di realizzarlo con stampa 3D con tecnologia Fused Deposition Modeling (FDM), anche se un

materiale per la stampa 3D viene venduto come biocompatibile, una volta processato, necessita di una certificazione ottenuta attraverso test ad hoc per il materiale e la stampante utilizzati.

Sono presenti alcuni materiali in cui troviamo una certificazione di biocompatibilità, come ad esempio l'ABS medicale in cui la certificazione si mantiene soltanto in una colorazione. Inoltre, quando si produce un occhiale per la commercializzazione non ci si ferma allo stato di prototipo, che potrebbe essere più "grezzo", ma ci si deve dedicare anche alla post-produzione, tenendo in considerazione modelli, colori e i trattamenti al quale il prodotto viene sottoposto.

I tempi medi che Certottica chiede per l'ottenimento della certificazione di un occhiale sono di **21 giorni lavorativi** e vengono richiesti numero **4 campioni per modello**. Se si tratta di occhiali da vista il costo, da valutare nello spe-

cifico a seconda delle richieste, è inferiore rispetto agli occhiali da sole, in quanto per questi ultimi è prevista la parte di test e valutazione dei filtri solari. Per questo progetto di tesi, non si necessita, per il momento, di una certificazione per occhiali da sole.

*In generale e dato che questa tesi si focalizza sull'occhiale da bambino, è bene eseguire i test chimici per valutare la conformità del materiale e l'eventuale presenza o rilascio di sostanze pericolose per la salute (sostanze irritanti, allergeniche, ftalati, ammine, ecc.).*

Il costo per quest'ultime è da valutare in funzione del materiale e del numero di prove da eseguire". A tal proposito, è utile citare la *PRSL - Product Restricted Substances List* - documento che ha lo scopo di stabilire i limiti specifici delle sostanze chimiche pericolose nel settore dell'occhialeria, al fine di offrire una linea guida affidabile per la conformità

dei prodotti alle principali normative globali e alle liste delle sostanze soggette a restrizione (RSL o PRSL) dei più



importanti rivenditori e marchi di moda.

Nella seconda fase del progetto di tesi, si è ipotizzato di appoggiarsi ad un servizio di stampa 3D che permetterà di realizzare occhiali da vista: questo permetterà all'azienda VANNI di guadagnare, almeno inizialmente, del tempo sulla produzione dei primi modelli. Il discorso, per quanto riguarda tempistiche e costi

per la certificazione, rimane il medesimo, avendo però il vantaggio dell'esperienza che permette di velocizzare i tempi di prototipazione e produzione da inviare all'ente certificatore.

Nel caso in cui, invece, l'azienda VANNI acquistasse la stampante 3D, sicuramente è da considerare il tempo per imparare ad utilizzare e tarare la stampante, questione da non sottovalutare per quanto riguarda la prototipazione e per poter arrivare ad un prodotto che rispetta i requisiti progettuali e sia conforme ai regolamenti e normative internazionali.

#### **Considerazioni finali**

Per concludere, per la progettazione e la produzione di un occhiale da bambino con determinati requisiti, materiali e tecnologie, bisogna considerare un impiego di tempo, di risorse economiche ed esperienza, tutte questioni da non sottovalutare per la costruzione di un sistema.

Nella prima fase del sistema infatti, la fornitura di occhiali sarà affidata all'azienda CentroStyle, azienda che produce occhiali per bambini, la quale fornirà le montature per i bambini che necessitano di un occhiale da vista.

Nella seconda fase, i modelli di occhiali verranno prodotti da un service online di stampa 3D a cui VANNI si potrà appoggiare, non avendo maturato ancora sufficiente esperienza nell'utilizzo di questo metodo produttivo.

Nella terza fase, quella più lontana in termini temporali, sarà l'azienda VANNI stessa ad occuparsi della produzione, inviando prototipi e facendo i test opportuni presso un ente terzo che possa certificare la conformità del dispositivo secondo i requisiti essenziali espressi nell'Allegato I Regolamento UE 2017/745, maturando mano a mano esperienza e investendo completamente nel progetto, essendo promotori, prodotto-

ri e distributori del progetto in questione, occupandosi internamente di tutti ciò che riguarda la progettazione, produzione e post-produzione di questa linea di occhiali per bambini.

## Produrre un occhiale: dettagli operativi e criticità della tecnologia

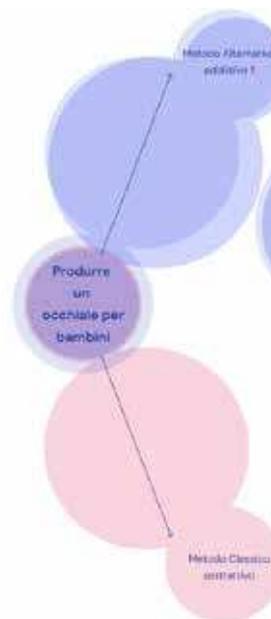
A seguito dell'analisi svolta sul prodotto e sui possibili scenari di una nuova tecnologia da utilizzare per la produzione di occhiali, è stato realizzato uno schema che esplicita i dettagli operativi del prodotto mettendo a confronto la produzione con il metodo classico e quella con il metodo additivo.

L'obiettivo è stato quello di definire ulteriormente le scelte da poter intraprendere e i rispettivi rischi che si possono riscontrare durante il percorso, mettendo in luce tutte le possibili criticità da dover gestire.

Nella visualizzazione grafica è stato assegnato un colore differente per ogni percorso, in modo da rendere più chiara ed immediata la lettura.



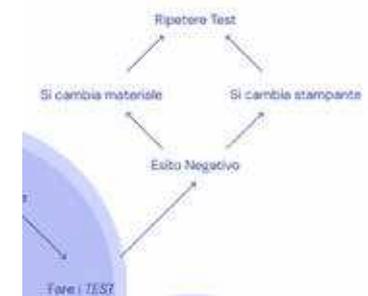
Si comincia da un punto iniziale, comune per i tre percorsi, ossia produrre un occhiale per bambini; dopodiché si dirama nel metodo classico e nel metodo alternativo (additive manufacturing), preso in considerazione per andare incontro alla problematica della grande quantità di scarto che deriva dal metodo sottrattivo.



A questo punto ci si pone davanti alla scelta tra le tre differenti tecnologie di stampa 3D (SLS, FDM, SLA): la scelta, come è stato espresso nei paragrafi precedenti, è stata la fused deposition modeling grazie alla possibilità di personalizzazione (che verrà analizzata più avanti nel corso di questo paragrafo), alla facilità d'uso, alla riciclabilità, al prezzo competitivo e alla vasta gamma di materiali tra cui scegliere. Il momento della scelta del materiale rappresenta un punto critico, perché richiede una fase di ricerca e sperimentazione che potrebbe presupporre tempi e costi difficili da prevedere.

Da qui parte un'altra diramazione valutando il caso in cui si posseda già la certificazione, e quindi è possibile avviare la produzione, e il caso in cui non si possiede la certificazione dove è necessario fare dei test, tenendo in considerazione variabili come il materiale e la stampante utilizzata: se i test riportano un esito negativo, è necessa-

rio ripeterli finché non si arriverà ad un esito positivo e, quel punto, si potrà avviare la produzione.



In questo momento, come citato precedentemente, confluisce il ramo che riguarda la personalizzazione dell'occhiale, la quale è stata ipotizzata realizzabile tramite la misurazione del volto. Questa pratica viene svolta, nella seconda fase, attraverso dei parametri standard; mentre si suppone che nella terza fase potrà essere effettuata tramite l'ausilio di un software apposito.

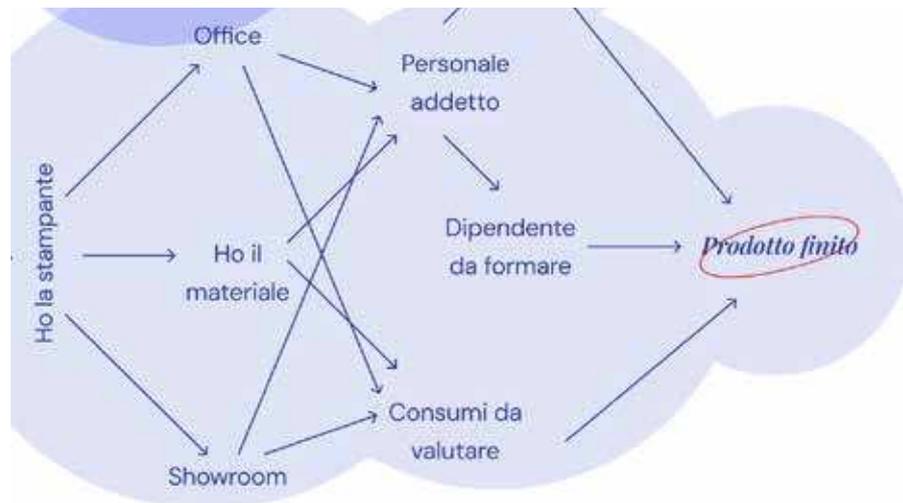
Nel momento in cui si decide di utilizzare tale software si presenta un'altro punto critico, cioè la necessità di avere

qualcuno che sappia usarlo e, in caso contrario, prevedere delle risorse per permettere la formazione di una persona addetta a questo ruolo.

Infine, per avviare la produzione ed arrivare al prodotto finito, se non si possiede la stampante il processo risulta essere abbastanza lineare, dato che ci si appoggia ad un service di stampa 3D che si occuperà di tutta questa parte.

Nella terza fase invece, ipotizzando che l'azienda abbia la propria stampante 3D al

suo interno, emergono diversi rischi da dover tenere in considerazione, come l'acquisto del materiale, una valutazione dei consumi e la necessità di avere delle risorse che si occupino della stampa.



## TAVOLA DETTAGLI OPERATIVI - PRODUZIONE



# Progettazione e realizzazione del sistema



# OBIETTIVI

## Prodotto



Gli occhiali dovranno essere **progettati per componenti**, che risulta essere il modo migliore per realizzare un oggetto in modo sostenibile, pensando al fine vita e tenendo conto delle **esigenze** del pubblico di riferimento, sia in termini di design che di materiali.

## Persone



La **prevenzione** è fondamentale nei primi anni di età (3-10) e se ignorata può portare a un punto **irreversibile** per alcune malattie degenerative della retina. Il 25% dei bambini ha un problema visivo che può interferire con l'attenzione, la capacità di lettura, l'apprendimento e lo sport.

# 90%

Essendo a conoscenza dell'alta percentuale di scarti che si ottiene dalla produzione degli occhiali in acetato.

Sono state valutate 3 possibilità per risolvere il problema: **riutilizzare** i rifiuti, **ridurli** (nella fase di progettazione) e **cambiare** il tipo di rifiuti cambiando il materiale.

È stato deciso di lavorare nella fase di progettazione riducendo i rifiuti a priori.

**VANNI  
PROMOTORE  
DI UN  
CAMBIAMENTO  
SOCIALE**

Riempendo un **nuovo segmento di mercato** con una nuova collezione, l'azienda consentirebbe **l'inclusione** sociale di bambini con difetti visivi che potrebbero non essere ben integrati, cercando al contempo di rendere il prodotto più **accessibile**.

## Analisi degli stakeholders

Come stakeholders si intendono quegli attori, partner, esperti, che hanno un ruolo più o meno rilevante per la riuscita del progetto. Sono stati presi accordi, fatte discussioni e conversazioni per quanto riguarda la messa a punto di

### **Vanni**

L'azienda VANNI s.r.l. come già specificato, è **partner chiave** del progetto, senza la quale questo non potrebbe essere messo in atto.

Il progetto sistemico nasce dalla combinazione delle sfide riscontrate con l'analisi olistica dell'azienda e del territorio dalle quali non può essere svincolato; la tesi quindi segue il percorso, la traiettoria, definita dalle strategie sistemiche proposte, e non avrebbe senso di esistere senza la componente aziendale (della quale sono state individuate le esigenze) e quella territoriale, che hanno permesso lo sviluppo di questo percorso. VANNI è, in questo caso, promotore di un cam-

questa strategia. Si va a descrivere il contributo di questi attori, a seconda dell'interesse incontrato e della disponibilità nell'azione, nelle diverse fasi del progetto.

biamento sociale, il quale attivamente può partecipare/partecipa con finanziamenti, accordi con partner e contatti.

### **Esperti**

**Maria Antonietta Stocchino** Esperta Oculista e Oftalmologa, ha scritto insieme ad Enrica Ferrazzi il libro "*Gli Occhi dei Bambini: guida alla salute visiva dei nostri figli*" di grande aiuto per il progetto di tesi, in cui sono presenti **consigli pratici e teorici** su come occuparsi della salute visiva dai primi anni di vita.

In un colloquio privato ha fornito informazioni per quanto riguarda gli esami da effettuare durante una visita oculistica e consigliato quali

esami effettuare durante lo screening ideato; inoltre, ha avvalorato la tesi della scelta dei bambini di 6 anni per realizzare il progetto, consigliando attività e modalità in cui svolgere la mattinata a scuola.

### **Enrica Ferrazzi**

Fondatrice del progetto Occhideibimbi e co-autrice del libro "*Gli Occhi dei Bambini: guida alla salute visiva dei nostri figli*", si occupa di comunicazione e, come divulgatrice, agisce sulla prevenzione ai difetti visivi; nel progetto il suo aiuto è stato apprezzato per i consigli su come organizzare lo screening e come comunicare con i bambini.

### **Marco Calvi**

Progettista e Ricercatore presso Certottica e Coordinatore dei Comitati Tecnici di ANFAO (Associazione Nazionale Fabbri Artigiani Ottici), è stato contattato e incontrato al M.I.D.O. (Mostra Internazionale di Ottica, Optometria e Oftalmologia) per

quanto riguarda la questione dei **test da effettuare sul materiale** per ottenere la certificazione di biocompatibilità dell'occhiale che si andrà a realizzare nell'ultima fase del progetto, tenendo in considerazione tempistiche e costi. Ha dato la sua disponibilità per effettuare i test di prodotto stampati in FDM per la realizzazione e commercializzazione di questi che, essendo occhiali per bambini, hanno bisogno di particolari attenzioni.

### **Fabio Trotti**

Manager del reparto di Ricerca e Sviluppo di Weerg, un service online di stampa 3D, che vende stampanti, materiali e fa produzione e vendita. È stato contattato per comprendere al meglio le tipologie di materiale con relative caratteristiche e usi: ha segnalato come gli occhiali stampati in 3D che producono sono principalmente per la prototipazione piuttosto che la vendita, a causa della mancanza della certificazione CE.

### **Commissione Difesa Vista**

Associazione che si occupa di salute visiva, collaborando con specialisti organizza workshop, seminari, convegni, e campagne di sensibilizzazione sul tema. Per questo progetto di tesi, grazie al contatto riferito da Alessandra Girardi, la referente della Commissione è stata Arianna Ieva, di fondamentale contributo all'organizzazione dello screening. I contatti sono stati vari nel corso del tempo, una comunicazione attiva e continua che ha portato la commissione a procurare la strumentazione necessaria per la mattinata di screening e il personale, per cui si era specificata la volontà di avere medici oculisti che facessero le visite ai bambini anziché ottici, in quanto possono fornire una prescrizione.

### **Scuola primaria**

In questo caso il luogo dello screening avviene in una scuola primaria pubblica, come già specificato. La scuola è situata nella circoscrizio-

ne 5 della città Metropolitana di Torino, e ha l'interesse di far visitare i bambini gratuitamente, in quanto è un servizio per la società, accessibile e che mira alla prevenzione dei difetti visivi. Il ruolo è chiaramente la messa a disposizione di insegnanti che collaborino all'iniziativa e la disponibilità ad utilizzare spazi e aule della scuola, agevolando la comunicazione con le famiglie, promuovendo la campagna.

### **Bambin\*/famiglia**

Il bambino, e di riflesso la famiglia, sono l'utente finale del progetto, l'utilizzatore, essendo calato sulle esigenze di questi, si auspica alla collaborazione e la comprensione dell'importanza dell'iniziativa da parte dei genitori che possono permettere la buona riuscita del progetto. Come è già stato specificato lo screening e le visite eventuali approfondite sono gratuite, cosa che le famiglie dovrebbero accogliere con piacere, inoltre, se un bambino dovesse aver bisogno dell'occhiale, que-

sto, tramite la prescrizione fornita dagli oculisti, verrebbe venduto ad un prezzo calmierato, in cui le montature sono ad un costo decisamente più basso di quelle che si trovano sul mercato e il prezzo delle lenti sarebbe inferiore, cercando di togliere il più possibile i margini di guadagno. Il progetto mira anche a dare consapevolezza ai tutori, e di conseguenza ai bambini, su ciò che riguarda buone pratiche da attuare, quando fare visite oculistiche e come prendersi cura della salute visiva.

### **Sermig - Servizio Missionario Giovani**

Il Sermig, diventato dal 1983 Arsenale della Pace, è un punto di incontro per chi è più bisognoso, luogo di preghiera che attua diverse iniziative per aiutare il prossimo. All'Arsenale della Pace opera un servizio medico volontario, per dare possibilità di cura a tutte le persone che non possono accedere al Servizio Sanitario pubblico. Il

contatto fornito da Alessandra Girardi è stato quello di Andrea Zampollo, coordinatore dell'attività di volontariato del Sermig, ha mostrato la sua disponibilità per mettere a disposizione gli spazi ambulatoriali dell'arsenale, segnalando la presenza di tre medici oculisti (a suo dire, difficili da trovare) che vengono una volta al mese in tre mattinate diverse, con i quali i bambini segnalati in fase di screening possono fare la visita approfondita gratuitamente e quindi avere la prescrizione da portare all'ottico.

### **Zeiss**

partner fornitore di lenti dell'azienda VANNI, è un portatore di interesse del progetto in quanto potrebbe fornire le lenti per gli occhiali da vista ad un prezzo calmierato, concordato con l'azienda e avendo la possibilità, essendo citata del progetto, di ottenere un riconoscimento come azienda che partecipa ad un progetto che ha una valenza per quanto riguarda la soste-

nibilità sociale, ambientale ed economica.

#### **CentroStyle**

Azienda produttrice di occhiali anche per bambini, coinvolta in progetti sociali come ad esempio UniForYourEyes; sono stati contattati per partecipare principalmente alla **prima fase** del progetto, in cui si è chiesta la fornitura di occhiali per bambini di sei anni (essendo la produzione in stampa 3D ancora prematura, dati i problemi di certificazione di biocompatibilità), i quali hanno accettato la collaborazione, diventando partner per la parte iniziale di questo progetto.

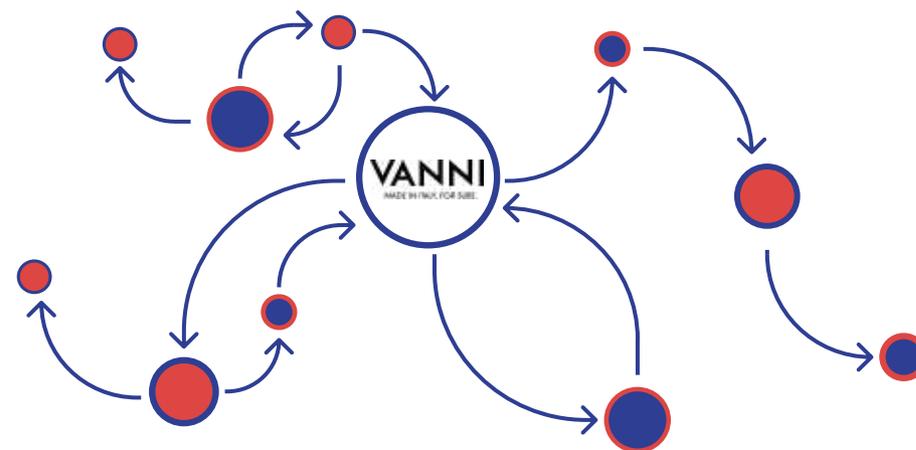
#### **Service Stampa 3D**

Il service di stampa 3D si occuperebbe di produrre gli occhiali ordinati dalla sede, che inviano i file cad e, una volta prodotti, gli occhiali stampati vengono rispediti in azienda, per essere venduti. In questo caso questo stakeholder parteciperebbe al progetto in quella che è la sua secon-

da fase, di cui bisognerà poi definire i dettagli. Un service importante che è stato individuato è Weerg, nella zona di Venezia.

#### **Certottica**

Ente che si occupa di rilasciare certificazioni CE per i dispositivi di protezione individuale per gli occhi e di protezione totale e parziale del viso, nonché un laboratorio di test di alcune particolari categorie di dispositivi di protezione individuale di I categoria (quali occhiali da sole, maschere da sci e occhiali da nuoto) e di dispositivi medici di I classe (quali montature da vista, occhiali premontati e lenti oftalmiche). Tramite Marco Calvi è stata espressa la disponibilità nell'effettuare test di biocompatibilità per il rilascio della certificazione per le montature da vista che si vorrebbe realizzare stampate in 3D, di conseguenza il ruolo di questo stakeholder interesserà il progetto nella seconda, ma soprattutto nella terza fase, in cui si presuppone



ne che l'azienda avrà la produzione di questi occhiali internamente.

#### **Carlotta Salerno**

Assessora Istruzione, Edilizia Scolastica, Giovani, Periferie e Rigenerazione Urbana della Città di Torino, è stata contattata per l'appoggio del comune per quanto riguarda le adesioni delle scuole al progetto, tenendo in considerazione le future implementazioni del sistema. Mostrata la disponibilità e l'interesse, il coinvolgimento dell'Assessora permette all'iniziativa di avere

promozione da parte della città: il patrocinio fornito dal comune potrebbe essere una mossa strategica per il progetto, permettendo di dare un valore aggiunto alla proposta.

## Stakeholder Map

Per fornire una visione complessiva del ruolo dei vari stakeholder coinvolti nel progetto, è stata elaborata una “matrice potere-interesse” rivisitata con l’integrazione di una terza variabile: **il tempo**.

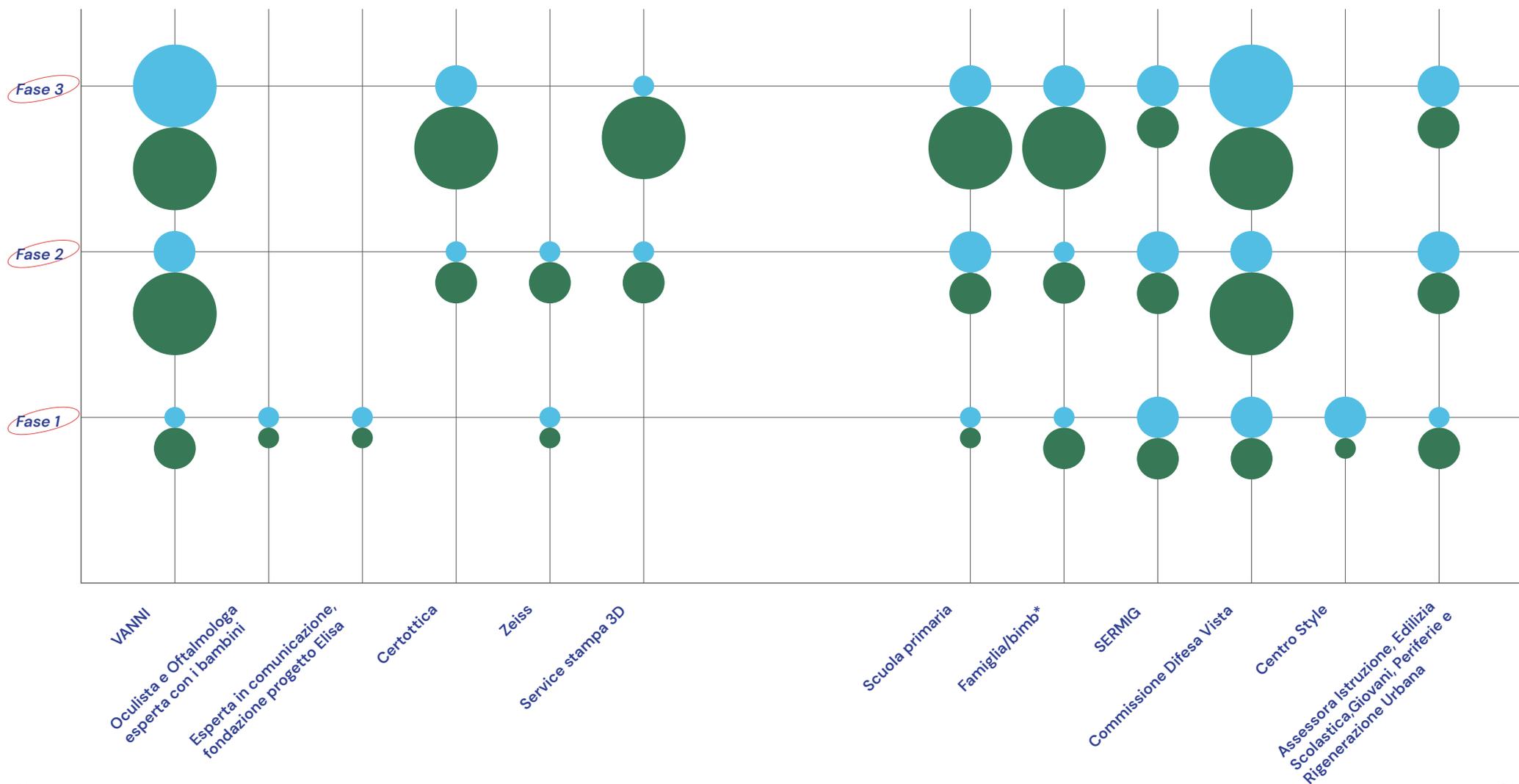
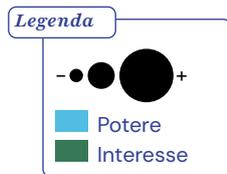
Questa visualizzazione si sviluppa lungo tre assi orizzontali che rappresentano le tre fasi del progetto. Tale approccio è stato necessario per valutare la presenza o assenza di determinati stakeholder nel corso del tempo e per evidenziare come il loro potere e/o interesse possa variare da una fase all’altra. È interessante osservare come questi fattori non diminuiscano nel tempo, ma piuttosto rimangano stabili o aumentino gradualmente.

In conclusione, questo strumento ha permesso di classificare i vari attori del sistema per stabilire quali richiedono maggiore attenzione e coinvolgimento. Ad esempio, l’azienda VANNI e la Commissione Difesa Vista sono risultati raggiungere la terza

fase con il massimo del loro potere e interesse.

Inoltre, la visualizzazione delle aspettative e delle influenze dei vari stakeholder consente di agire in modo da rispettare le loro necessità e prevenire determinate problematiche, al fine di sviluppare un coinvolgimento efficace che possa contribuire al successo e all’implementazione del sistema.

## STAKEHOLDER MAP



## Attività educative e coinvolgimento dei bambini

Come è stato precedentemente anticipato, l'attività di screening si svolgerà all'interno di una scuola, durante le ore scolastiche, coinvolgendo le classi della prima elementare: il progetto verrà effettuato l'8 Ottobre 2024, in concomitanza con il mese della vista, nella scuola primaria "Guido Gozzano" situata nel quartiere Lucento, nella periferia nord-ovest della città di Torino, e coinvolgerà tutte le classi prime dell'istituto, per un totale di circa 76 bambini.

È stato pensato di affiancare a tale servizio un'attività che ricoprisse tutte le ore della giornata, in modo da tenere occupato il restante dei bambini nel mentre che verranno svolte le visite e poter lasciar loro degli insegnamenti riguardo il tema della salute visiva, rendendoli partecipi ed attivi nella realizzazione del progetto.

Inoltre, requisito fondamentale per la progettazione è stato definire un tipo di attività che i bambini possa-

no svolgere autonomamente, con i loro tempi, per far sì che questa possa essere interrotta e successivamente ripresa dopo la visita senza particolari problemi.

Per la progettazione dell'attività sono state contattate delle figure esperte nell'educazione e, in particolare modo, che abbiano a che fare con i bambini di questa fascia d'età, affinché si potesse comprendere al meglio come approcciarsi a quest'ultimi: oltre all'aiuto della dottoressa Maria Antonietta Stocchino, la quale lavora a stretto contatto con i bambini ed è stata già citata precedentemente per il suo apporto al progetto, è stato possibile avere un confronto anche con la psico-educatrice Veronica Rosati. Grazie alla sua esperienza e specializzazione nel metodo montessoriano, si è arrivato a definire delle linee guida per l'attività da far svolgere ai bambini come l'importanza di far fare loro delle attività manuali che stimolassero la creatività, di sfruttare colori ed

immagini in modo da suscitare in loro interesse, far loro domande non complesse per tenere viva la loro attenzione e, infine, renderli consapevoli dell'importanza del loro aiuto per la creazione di un nuovo occhiale.

La giornata di screening cominciava, assieme al supporto di insegnanti ed educatori, con una breve lezione frontale, di circa 30 minuti, su come funzionano gli occhi e la vista e con dei suggerimenti sulle "buone pratiche" da attuare per preservare al meglio la salute visiva, nozioni che saranno in precedenza validate dalla Commissione Difesa Vista; il tutto strutturato mediante delle slide con immagini e semplici domande da porre ai bambini, in modo da avere da parte loro una partecipazione attiva.

A questo punto si dà inizio all'attività creativa: consiste nel fornire ad ogni bambino 3 cartoncini nei quali, per ognuno, è rappresentato un tipo di frontale, con forme

differenti, e le rispettive aste. Il bambino così ha la possibilità di scegliere la forma che preferisce e personalizzarla a suo gradimento, con colori, disegni o adesivi messi a disposizione per tutta la classe. In questo modo, oltre a sentirsi parte integrante del processo creativo, i bambini possono essere spinti a vedere gli occhiali come un accessorio che rispecchi il proprio gusto e la propria personalità, piuttosto che come un dispositivo medico da dover portare forzatamente, affinché questi ultimi possano essere maggiormente invogliati ad indossarli.

Alla fine della mattinata, una volta che ogni bambino avrà ultimato il proprio occhiale, potrà ritagliarlo dal cartoncino, con l'aiuto di insegnanti ed educatori, ed indossarlo; per poi concludere il tutto facendo una fotografia della classe, con gli occhiali realizzati, da lasciar loro come ricordo dell'esperienza.

In concomitanza con l'inizio dell'attività comincerà anche

lo screening, perciò ogni bambino verrà preso singolarmente e riceverà la visita da parte di un oculista, la quale si stima avere una durata di 10-15 minuti. Alla fine della visita il medico consegnerà al bambino una cartellina con il risultato dello screening e delle informazioni aggiuntive: nel caso in cui il bambino dovesse presentare anomalie alla vista, saranno presenti nella cartellina le istruzioni per prenotare la visita oculistica completa all'ambulatorio del SERMIG e le modalità per richiedere, presso lo

showroom VANNI, l'occhiale da vista ad un prezzo calmierato.

In questo modo lo scopo è di rendere l'esperienza educativa ed interessante per i bambini, per far sì che lo screening non appaia ai loro occhi come fine a se stesso, ma possa coinvolgerli e renderli partecipi del progetto, oltre che alla "lezione" che si auspica possa essere interessante per loro, cercando di comunicare azioni semplici ma importanti da conoscere ed attuare nel quotidiano.



## Journey Map

Per illustrare la struttura dell'esperienza utente, è stata creata una journey map basata su due archetipi, volta ad analizzare le possibili diramazioni dell'iniziativa dopo lo screening nelle scuole. Il primo caso riguarda una bambina che non presenta difetti visivi in fase di screening, mentre il secondo caso esamina un bambino a cui vengono segnalati possibili difetti visivi da approfondite con una diagnosi attraverso una visita completa.

È evidente che la prima parte dell'esperienza, fino alla presentazione dell'attività, è identica in entrambe le situazioni. La prima divergenza si verifica durante la visita, che i due bambini effettuano in momenti differenti per sottolineare che l'attività di screening e l'attività creativa possono intrecciarsi senza contrasti.

Nel primo caso, in cui la bambina non presenta difetti visivi, l'esperienza si conclude alla fine della giornata con la condivisione del materiale

informativo fornito dopo lo screening e con l'acquisizione di insegnamenti sulla prevenzione e una maggiore consapevolezza sulla salute degli occhi.

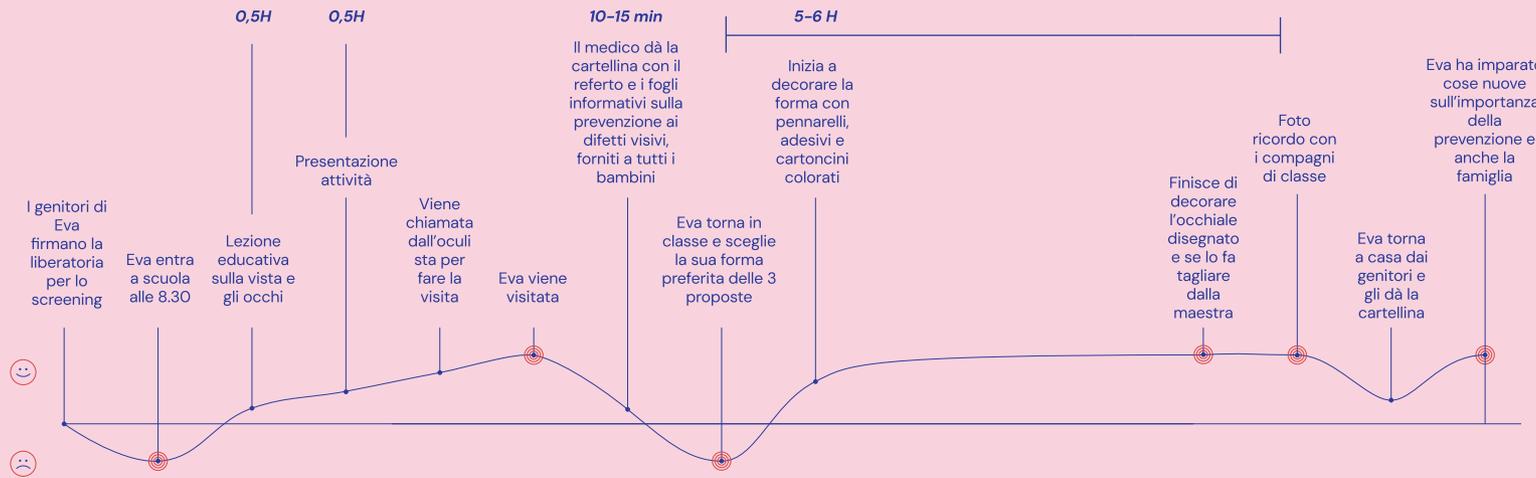
Nel secondo caso, in cui il bambino viene segnalato durante lo screening per una successiva visita oculistica approfondita, l'esperienza prosegue a casa con il coinvolgimento dei genitori. Il bambino consegna loro la cartellina ricevuta durante l'esame, contenente le istruzioni per prenotare la visita oculistica gratuita presso il Sermig di Torino, un'informativa sul ruolo dell'azienda VANNI nell'iniziativa e le modalità per usufruire della convenzione per l'acquisto degli occhiali presso il loro showroom.

A questo punto, le tempistiche diventano variabili difficili da determinare, poiché dipendono dal momento in cui i genitori decidono di contattare il Sermig per la visita e dalla disponibilità offerta da quest'ultimo. Successivamente, il processo segue l'iter

di un normale acquisto di occhiali: i genitori, riconoscendo il valore dell'iniziativa, si recano presso lo showroom VANNI per ordinare gli occhiali e tornano successivamente per il ritiro. Durante questa fase, il bambino visita lo showroom insieme ai genitori non solo per calibrare gli occhiali sul suo volto, ma soprattutto per scegliere la montatura più affine ai suoi gusti, un aspetto fondamentale affinché il bambino accetti di indossare gli occhiali in modo naturale, con piacere, senza vederli come uno sgradevole obbligo.

Eva

Bambina a cui non vengono individuati difetti visivi

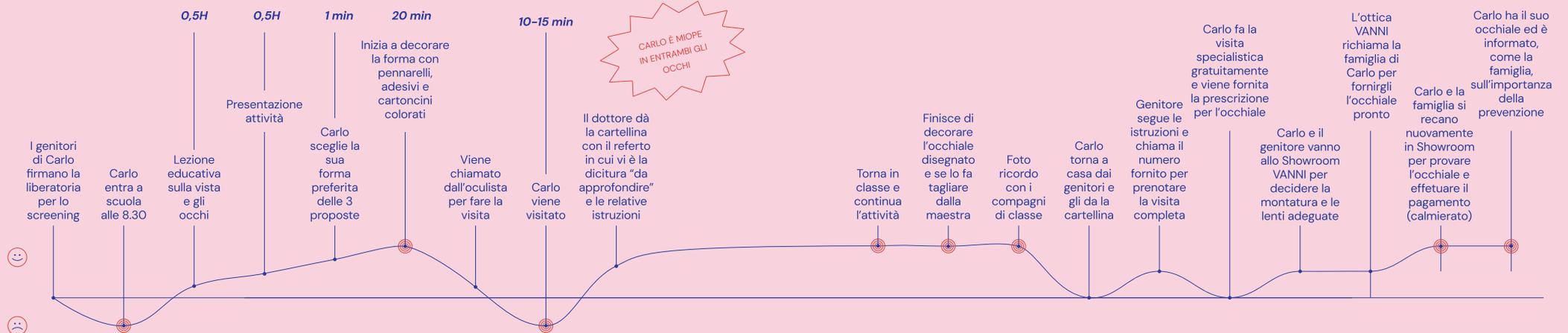


I punti di picco segnalati hanno la funzione di evidenziare emozioni del bambino sia negative, come ad esempio l'ingresso a scuola, oppure il momento della visita oculistica (sperando che il medico riesca a renderla il più leggera possibile), che positive, essendo l'attività partecipativa per lo studente, divertente e un'esperienza che possa ricordare piacevolmente.

I bambini saranno 76 nella prima fase del progetto, di conseguenza, in accordo con la dirigenza scolastica e la Commissione Difesa Vista si è deciso che una mattinata non sarebbe bastata ma si dedicherà **tutta la giornata** allo screening e all'attività parallela.

Carlo

Bambino a cui vengono individuati difetti visivi da approfondire



## Screening visivo e visita oculistica privata a confronto

La visita oculistica è uno dei punti cardine di questo progetto, volendo dare un servizio alla comunità andando incontro ai problemi del Servizio Sanitario Nazionale; si è ragionato su possibilità e limiti di questo progetto, e parlando con l'oculista Maria Antonietta Stocchino e altri esperti è stata realizzata una tabella comparativa, così definita, per comprendere al meglio quelli che sono gli esami che si possono effettuare in sede di visita Oculistica completa (nel regime sanitario a pagamento) e ciò che si può effettuare e approfondire il più possibile durante lo screening nella scuola. Si auspica di poter mettere in pratica un esame il più completo possibile avendo la consapevolezza di non poter effettuare una visita completa, data l'impossibilità di somministrare ai bambini farmaci che non siano salvavita, quindi le gocce di collirio di atropina o simili, che permettono un esame completo del fondo oculare e una valutazione ottimale del-

la capacità refrattiva oculare. Una visita oculistica completa prevede innanzitutto un'anamnesi, in cui si pongono domande al tutore sullo stato di salute del bambino ed eventuali problematiche ereditarie presenti in famiglia, così da prendere in considerazione tutto quello che può influenzare la salute visiva. L'occhio viene esaminato dall'esterno, ispezionando palpebre e tessuti; si esamina la congiuntiva, la sclera, le pupille, controllando la dimensione (una differenza di grandezza fra le pupille fino a un millimetro può essere normale), la forma, che deve essere regolare, e come esse reagiscono alla luce. Si esamina poi la motilità oculare per verificare la presenza di eventuali disfunzioni dei muscoli extraoculari, vengono esaminati l'allineamento e la collaborazione tra i due occhi per verificare la presenza di un eventuale strabismo. Viene misurata la pressione interna degli occhi (tonometria) e poi si stima l'acuità visiva, ossia



la capacità visiva di ciascun occhio. Come specificato precedentemente, per esaminare il fondo oculare ci si serve delle gocce di un farmaco miotropico cicloplegico come la tropicamide, il ciclopentolato, sempre più raramente l'atropina, ed oltre alla dilatazione pupillare (effetto midriatico) serve all'oculista la funzione cicloplegica per mettere a riposo l'accomodazione, così da valutare correttamente la prescrizione di un occhiale, senza che sia influenzata ad esempio da un'eccessiva attività per vicino come accade con l'utilizzo protratto di device. Ogni oculista che dovesse incontrare un'anomalia durante la visita, potrebbe prescrivere esami aggiuntivi

per approfondire il problema. L'atropina e colliri analoghi potrebbero generare effetti collaterali, e in generale, procurare fastidi e fotosensibilità per alcune ore, per questa ragione all'interno di una scuola non è possibile somministrarla, ci si riserva dunque l'uso di questo farmaco per effettuare l'esame in una sede ambulatoriale opportuna.

Durante la progettazione dello screening e le varie scelte intraprese, come quella di visitare i bambini durante il primo ingresso a scuola, una delle problematiche incontrate è stata quella del dubbio su come poter visitare bambini che ancora non sanno completamente leggere, cosa non

tenuta in considerazione dal momento che si è abituati a pensare al momento della visita oculista quando si leggono le lettere sulla tavola ottometrica di Snellen; in realtà, fortunatamente, un bambino che non sa leggere può essere visitato comunque da un oculista utilizzando strumenti e ottotipi differenti, infatti i bambini vengono visitati anche durante l'infanzia e anche in paesi in cui ci sono tassi di analfabetismo alti. ci sono metodi oggettivi per sapere se un bambino sia ipermetrope, miope o astigmatico e di quanto: tale valutazione definita refrazione, verifica come le radiazioni luminose che arrivano all'occhio vengono messe a fuoco sulla retina. Per misurare la refrazione viene effettuata la schiascopia: il medico proietta un fascio di luce all'interno dell'occhio e analizza la direzione dell'ombra che ne deriva, in base all'aspetto che assume si stabilisce il potere refrattivo dell'occhio. Ci sono anche apparecchi automatici che pos-

sono permettere questo esame, gli autorefrattometri. Grazie al confronto con la dottoressa Stocchino, come riportato precedentemente, si è avuto modo di conoscere gli esami che si effettuano durante una visita (in regime privato) e metterli a confronto con ciò che si riuscirebbe a fare durante lo screening nella scuola:

#### **Test di Lang**

Ad una distanza di 30-40 cm dal bambino viene posta una cartolina su cui sono rappresentate delle figure ottenute attraverso una disposizione particolare di punti bianchi e neri, gli viene chiesto di afferrare/toccare queste figure, che dovrebbero dare l'idea di fuoriuscire in 3D dal cartoncino. La valutazione è utile per controllare la collaborazione dei due occhi nell'osservare un oggetto, che potremmo definire come stereopsi: i bambini che hanno uno strabismo, un occhio pigro (ambliopia), ma anche un difetto visivo marcato, non riescono

a percepire queste figure.

#### **Cover Test**

Evidenzia l'eventuale presenza di strabismi, classificandoli in latenti o manifesti ed individuando la direzione della deviazione oculare. Tale deviazione può poi essere misurata tramite una stecca di prismi anteposta davanti agli occhi durante l'esame (prisma cover test).

#### **Valutazione del segmento anteriore dell'occhio con lampada a fessura**

Viene effettuata se si ha appurato lo strumento, che, chiedendo ad Arianna Ieva della Commissione Difesa Vista, non si ha a disposizione.

#### **L'esame del fondo oculare**

Si riesce ad effettuare in maniera esaustiva somministrando le gocce di collirio midriatico, quindi nella scuola è un esame impossibile da effettuare.

#### **Controllo della refrazione**

Con autorefrattometro ocu-

lare per capire l'entità di un difetto refrattivo e ipotizzare un'eventuale gradazione per un occhiale correttivo.

#### **Test del riflesso pupillare**

Puntando una luce nella pupilla il medico controlla che questa si restringa correttamente.

#### **Test della motilità oculare**

Viene utilizzato un oggetto che può attirare l'attenzione del bambino, il quale tenendo ferma la testa, lo dovrebbe seguire con lo sguardo mentre il medico muove l'oggetto nelle varie direzioni, in modo da verificare che i due occhi non presentino limitazioni nei movimenti.

#### **Test dei riflessi corneali**

Serve per evidenziare un eventuale strabismo, in un ambiente poco illuminato, il medico punta una luce alla radice del naso e osserva la distanza dei "puntini" riflessi dalle cornee e il margine interno di queste. Se il riflesso appare decentrato rispetto

alla posizione che ha nell'altro occhio significa che è necessario un approfondimento da un oculista. Questo esame viene solitamente effettuato anche durante la visita pediatrica per scongiurare uno strabismo ed evitare che si instauri un'ambliopia precoce.

#### Test dei colori

Ci si serve delle tavole di Ishihara, in cui vi sono immagini costituite da puntini di diversi colori, per verificare la presenza o meno di daltonismo, che possono essere individuate soltanto da chi ha una corretta percezione dei colori.

Di seguito si riporta la tabella con gli esami, sia in sede di visita che di screening nella scuola; dove è presente il trattino “-” si tratta di un esame che durante lo screening non si potrà effettuare data la mancanza di ottimali condizioni di visita oppure per mancanza di strumentazione fornita dalla Commissione Difesa Vista.

## Tabella comparativa visita oculistica

Visita completa in regime privato e screening del progetto di tesi

	Visita privata completa	Screening
Controllo della motilità oculare	✓	✓
Controllo della collaborazione tra i due occhi con test (cover test, test di Lang)	✓	✓
Controllo della refrazione	✓	✓
Valutazione del daltonismo (es. tavole Ishihara)	✓	✓
Valutazione del segmento anteriore dell'occhio con lampada a fessura	✓	—
Esame il fondo oculare	✓	—
Misurazione dell'acuità visiva (10/10) con e senza eventuale correzione	✓	—
Misura del tono oculare (pressione)	✓	—

## Sistema: il network che ordina il progetto

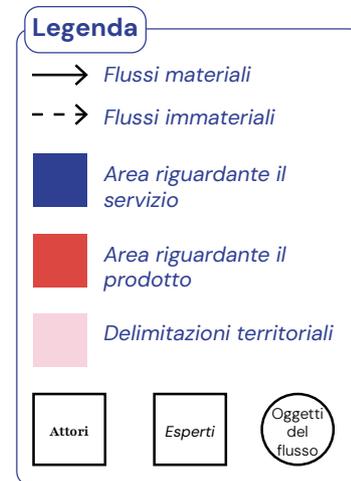
La tesi in oggetto ha come scopo, come specificato precedentemente, di ampliare il sistema VANNI con la strategia individuata durante l'esame di *Open System*.

Realizzando il progetto l'intenzione è stata quella di creare un sistema, formato da connessioni, relazioni, che permettessero la realizzazione di un processo che aiuti il sistema aziendale a raggiungere quello che è il concetto di autopoiesi (Capra & Luisi, 2020).

*Ci si è occupati di mappare entro i confini prestabiliti le connessioni create tra attori, esperti, aziende e fruitori del progetto, in modo da rappresentare il ruolo di ognuno all'interno del progetto sistemico.*

La mappa in questione raffigura i flussi di input ed output, nelle tre fasi del progetto, presentate in ordine di priorità per questioni di fattibilità. Vi è la presenza di due colori principali nei flussi che riguardano le due principali

aree del progetto, distinte per facilitare la lettura e la comprensione delle variazioni nelle tre fasi.



Descrivendo il sistema nella sua rappresentazione grafica si parte da sinistra, in cui si nota come prima cosa il Politecnico di Torino, da cui partono flussi di informazione e la partnership con l'azienda VANNI; Continuando sulla sinistra si trova la parte riguardante il servizio proposto, l'iniziativa di screening nella scuola primaria

a cui hanno contribuito vari esperti ed attori attraverso sia flussi materici, come ad esempio la strumentazione e il personale medico necessario fornito dal CDV, e flussi di informazione, realizzati tramite le connessioni con gli esperti sulla tematica come ad esempio l'oculista Maria Antonietta Stochino. Una volta che ci si trova nella scuola si possono osservare gli output, ossia la segnalazione che l'oculista fornisce al bambino con difetti visivi e "l'insegnamento" proposto durante l'attività parallela allo screening. Il bambino è pensato per essere attivo nel sistema, consegnando al genitore la cartellina contenente la segnalazione, il foglio sulla prevenzione, e come poter poi proseguire con visita e convenzione in ottica VANNI. Per questioni di comprensione, cercando di rappresentare al meglio i flussi, si è deciso di dividere gli attori bambino e famiglia, considerandoli separati per le azioni che andranno a compiere.

Una volta che i genitori avranno prenotato la visita oculistica potranno recarsi presso gli ambulatori del SERMIG-Servizio Missionario Giovani per effettuare la visita completa che non si può compiere nella sede scolastica in fase di screening. La famiglia, poi, definita così per chiarire quell'insieme che comprende l'utilizzatore finale, ossia il bambino, potrà portare insieme ad esso, la prescrizione fornita dall'oculista in ottica VANNI, scegliendo tra le montature previste. Da questo punto iniziano le variazioni nelle tre fasi del sistema: nella prima fase del sistema i bambini potranno scegliere tra alcune proposte di occhiali già prodotti forniti dall'azienda CentroStyle, le lenti in tutte e tre le fasi saranno sempre fornite dall'azienda ZEISS, che instaurerebbe una partnership con VANNI per poter procurare delle lenti per questo progetto ad un prezzo concordato.



Mappa sistemica prima fase

Nella **seconda fase** del progetto ad occuparsi della produzione degli occhiali sarà un service di stampa 3D, un'azienda esterna che si può occupare della produzione, in quale ha esperienza nella fabbricazione e gestione dei processi di stampa con tecnologia FDM, ma che dovrà comunque occuparsi, con la collaborazione continua dell'azienda, di ottenere la certificazione, attraverso un ente certificatore che in questo caso è stato identificato come l'azienda Certottica, per le montature degli occhiali da vista, compresi di post produzione e varianti di forme e colori.



*Mappa sistemica seconda fase*

L'auspicio è quello di arrivare alla **terza fase**, in cui sarebbe l'azienda stessa, ossia VANNI, ad occuparsi della produzione internamente, acquisendo esperienza attraverso proto-

tipi e test vari per arrivare a sviluppare una linea di produzione interna, occupandosi di tutte le fasi progettuali e produttive, in cui, per forza di cose, si necessita comunque di ottenere una certificazione e quindi di un ente certificatore all'interno del sistema.



*Mappa sistemica terza fase*

L'azienda VANNI nella prima fase sarebbe promotore del progetto, nella seconda sarebbe più precisamente anche distributore (anche nella prima ma non direttamente) e nell'ultima sarebbe appunto promotore, distributore e produttore, tenendo sempre in considerazione che l'azienda in questo caso è promotore di un cambiamento sociale nella società, in cui va incontro ai disservizi del Servizio Sanitario Nazionale e agisce per un'innovazione produttiva

va nell'ambito dell'occhialeria italiana.

*La variazione del posizionamento dell'azienda VANNI durante le tre fasi del progetto, va ad esplicitare come si amplia il sistema aziendale acquisendo, fase dopo fase, un valore e la capacità di agire sempre maggiore.*

Si reputa importante specificare come l'azienda non punti al mero profitto in questo progetto, ma che intenda apportare un beneficio alla comunità, dando la possibilità a chi ha bisogno, di poter vedere.

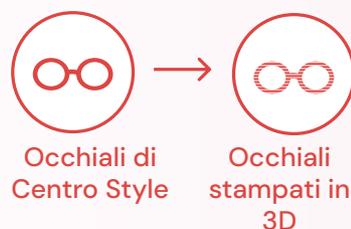


## Roadmap: la proposta di una traiettoria

Il livello di dettaglio della proposta è considerato variabile nelle sue parti, per descrivere al meglio la traiettoria suggerita, per intraprendere questo percorso da parte dell'azienda, ci si è serviti dello strumento della Roadmap, detta-

La mappa è stata strutturata secondo uno schema suddiviso nei primi sei anni, in cui vi è prospettiva di continuamento, e divisa nelle tre fasi che caratterizzano il progetto. La pianificazione è sicuramente quella di fare uno screening ogni anno, nel mese di ottobre, il mese della prevenzione, in cui di anno in anno si auspica ad un ampliamento dell'utenza da visitare. A seguito di ogni screening si affianca quella che è stata definita come "area del prodotto", ossia la parte riguardante la fornitura di occhiali: inizialmente lo screening coinvolgerà quattro classi della prima elementare, e l'azienda CentroStyle fornirà gli occhiali da loro prodotti internamen-

te. Proseguendo la lettura dal basso verso l'alto, seguendo la linea del tempo crescente, e attraversando le varie fasi, lo screening sarà svolto anche negli asili, per agire sulla prevenzione ancora prima dei sei anni, più precisamente ai tre, e la fornitura sarà affidata alla produzione di un service online di Stampa 3D che collaborando con l'azienda VANNI, riusciranno a realizzare delle montature per i bambini cosiddetti "segnalati", data la loro esperienza con la tecnologia. La fase 1 e la Fase 2 inizierebbero in contemporanea,

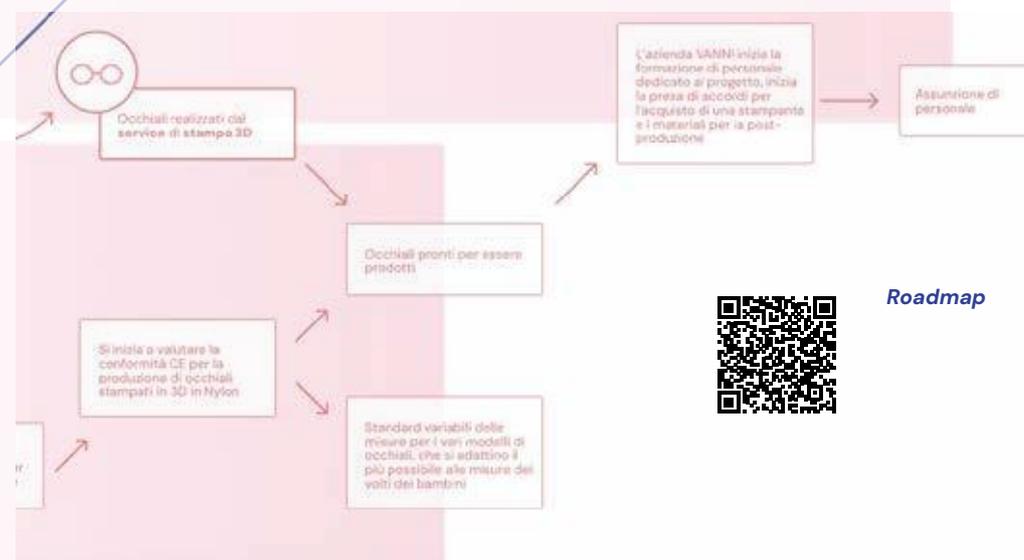


in quanto le fasi di disegni, prototipazione e ottenimento di certificazioni richiedono un tempo variabile di difficile definizione in tutte le sfaccettature.

L'azienda nella seconda fase inizierebbe a formare il personale dedicato alla realizzazione della nuova linea di occhiali VANNI per bambini, contemporaneamente si cercherebbe di ottimizzare il servizio offerto dal SERMIG per organizzare le visite oculistiche complete, avendo maggiori disponibilità da parte dei medici, muovendosi nella

terza fase in cui si suggerisce una continua ricerca per ampliare anche i modelli da proporre ai bambini, per diverse età ed esigenze.

La mappa è costellata da informazioni che, individuate nella fase iniziale, possono cambiare oppure definire le variabili di percorso. Di proposito non si è tenuto conto, in modo preciso, dei costi, in quanto dipendono molto dalle scelte dell'azienda nel corso del tempo.





## Touchpoints

### *Cartellina*

Sarebbe il contenitore dei successivi materiali, la quale presenterà una copertina illustrata che aiuti il bambino a comprenderne la funzione, con lo scopo di essere accattivante e piacevole alla vista in modo che possa essere consegnata al genitore e rendere il bambino conscio del fatto che il contenuto di questa sia importante per sé.

### *Foglio delle buone pratiche*

Si tratta di un foglio in cui vengono citate le “buone pratiche” da attuare per prendersi cura della propria vista nel quotidiano, anche in occasione di visite oculistiche. Presenta un linguaggio adatto al bambino, che possa essere letto e spiegato eventualmente da un tutore se il bambino non è ancora in grado di leggerlo completamente. Le azioni consigliate in questo scritto saranno validate da Commissione Difesa Vista che ne accerterà la veridicità.

### *Foglio con il questionario*

Dal libro *Gli occhi dei Bambini-*

*ni-Guida alla salute visiva dei nostri figli*, è stato estratto un questionario che sarebbe utile da compilare prima di un'eventuale visita oculistica e presentare al medico, per facilitare una diagnosi nel caso ce ne fosse bisogno, e annotare questioni relative a dubbi e domande che possono sorgere in occasione della visita.

### *Referto dello screening*

Verrà dato un foglio con il responso del medico oculista in sede di screening in caso in cui il bambino necessiti di una visita di approfondimento in un ambulatorio specialistico; in aggiunta, nello stesso foglio saranno presenti le istruzioni con i passi successivi da seguire per prenotare una visita presso gli ambulatori del Sermig e successivamente alla visita, come poter usufruire della convenzione con l'ottica VANNI, con le relative specifiche; si esplicita che questo materiale è rivolto al genitore, che ha una comprensione più chiara del contenuto.



## Nome e identità visiva del progetto

L'identità visiva strutturata per il progetto vuole rispecchiare i valori che ne hanno condotto lo sviluppo. Il nome è stato scelto ed elaborato attraverso un lungo percorso di brainstorming e successiva selezione, considerando dove viene svolto il progetto e a chi è rivolto si è deciso di mantenere la comunicazione in italiano, con un linguaggio semplice e diretto in modo che sia comprensibile ai più, cercando comunque che caratterizzasse il progetto nelle sue caratteristiche più peculiari.

“**Pupillo**” è il nome che è stato scelto tra le varie proposte, in quanto comprende il duplice rimando alla pupilla dell'occhio e, chiaramente, ai bambini. Viene affiancato da un payoff in modo da specificarne ulteriormente l'ambito di applicazione: “cresciamo con uno sguardo al futuro” in cui, nella parola *cresciamo* scritta al plurale, si vuole far comprendere il senso di comunità che si va a creare con la costruzione del

sistema, con uno “sguardo” chiaramente rivolto alla vista e la parola “futuro” in cui si vuole racchiudere il concetto di agire per un bene maggiore futuro, in cui si muoveranno i bambini.

L'identità visiva del “Progetto Pupillo” deve comunicare un messaggio di cura, fiducia e inclusività, elementi imprescindibili all'interno di esso. Ogni elemento, dal logo ai colori, dalla tipografia alle illustrazioni, è stato pensato per riflettere questi valori e per attirare l'attenzione dei bambini e delle loro famiglie, trasmettendo al contempo un senso di sicurezza e benessere. La giornata di screening, come specificato nei capitoli precedenti, vuole rendere il bambino attivo e partecipativo nell'attività parallela, di conseguenza si è pensato all'utilizzo di colori dalle tinte piatte, accesi in modo da rendere accattivante per loro il progetto e un paio di colori pastello che possano aiutare a far vivere il progetto con im-

magini dai colori rassicuranti, in modo che non si veda la visita come uno sgradevole obbligo o, ancora, l'attività laboratoriale in sé.

Per il logo si è deciso, sia per il logotipo che per il payoff di utilizzare font dai caratteri bastone, per rendere più semplice la leggibilità ma, al contempo, il font scelto per il logotipo, *Raleway*, ha piccole “grazie” rotonde che danno un ricordo della giocosità dei bambini, dove il puntino sulla “i” di *Pupillo*, si sposta all'interno della “o” per dare una immagine astratta della pupilla. Abbinato ad esso si è utilizzato *Montserrat*, per la frase sottostante, in cui l'assenza di grazie e le rotondità, caratteristiche del font, seguono i requisiti prima specificati.

La copertina della cartellina prevede che sia illustrata, caratterizzata da disegni a campiture piatte, con uno stile moderno e pulito, dai colori vivaci e forme semplici.

In questo caso si è deciso di utilizzare *Adobe Photoshop* come ausilio alla realizzazione di tali illustrazioni, in quanto ha integrato le funzionalità inserendo l'AI per migliorare i processi creativi. In quanto potente strumento, ad oggi, per realizzare immagini pertinenti e coerenti, è stato utilizzato per ottenere illustrazioni professionali ed accattivanti. I disegni raffigurano forme che hanno un rimando ai bambini, agli occhi e agli occhiali, cercando di rendere queste illustrazioni il più possibile inclusive, che siano semplici da comprendere, giocose e allegre, in modo da essere interessanti per i bambini nel materiale che gli verrà fornito.

# Pupillo

CRESCIAMO CON UNO SGUARDO AL FUTURO



# Pupillo

CRESCIAMO CON UNO SGUARDO AL FUTURO

Raleway - Bold

Montserrat - Regular

40 mm

# Pupillo

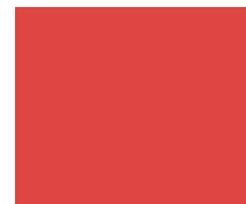
CRESCIAMO CON UNO SGUARDO AL FUTURO



C: 100 M: 84 Y: 10 K: 1  
#1F3D88



C: 11 M: 46 Y: 96 K: 2  
#E09518



C: 7 M: 83 Y: 71 K: 1  
#DD4742



C: 79 M: 30 Y: 73 K: 16  
#387957

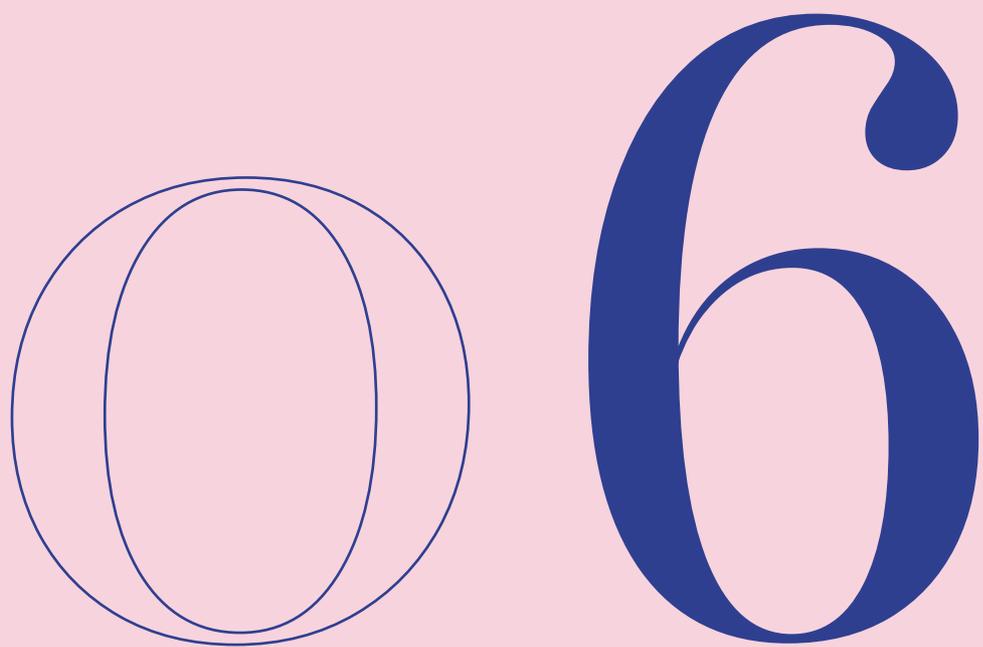


C: 1 M: 24 Y: 6 K: 0  
#F8D3DD



C: 63 M: 3 Y: 7 K: 0  
#53BEE3

# Conclusioni



## Impatti del sistema

Nel corso di questa tesi è stato esplorato in dettaglio il tema della salute visiva infantile, affiancato dallo studio del sistema dell'azienda VANNI, con la relativa produzione di occhiali.

Attraverso un'approfondita revisione della letteratura, con un'analisi e misurazione quantitativa dei dati ed uno studio critico delle implicazioni pratiche, che ha portato alla mappatura qualitativa della struttura e organizzazione complessa del sistema, è possibile valutare come la creazione di questa nuova rete di connessioni caratterizzata da flussi materiali e immateriali, è in grado di generare degli impatti significativi a livello aziendale e, soprattutto, a livello territoriale.

Per quanto riguarda l'aspetto sociale, si ha un riscontro sostanziale sulla disparità causata dai prezzi delle visite oculistiche specialistiche e dell'acquisto di occhiali da

vista, andando ad abbattere i costi, a volte proibitivi per alcune persone, che porta di conseguenza ad aumentare l'accessibilità a tali servizi, garantendo a tutti gli individui pari opportunità.

La possibilità data ai bambini di poter vedere meglio ha un forte impatto anche sulla loro vita scolastica, dove si auspica un miglioramento dell'apprendimento e della partecipazione che, conseguentemente, va ad agire sull'inclusione sociale di questi ultimi, ponendo le basi di una comunità maggiormente coesa, capace di affrontare le sfide comuni in modo collaborativo e incoraggiando la partecipazione attiva di tutti i cittadini nel territorio per

soddisfare, inoltre, il desiderio di comunità nella società contemporanea dove, secondo il pensiero di Zygmunt Bauman (Bauman, 2007), le persone ricercano tale comunità per trovare un senso di appartenenza e identità collettiva in un mondo liquido, caratterizzato da frammentazione e cambiamenti rapidi.

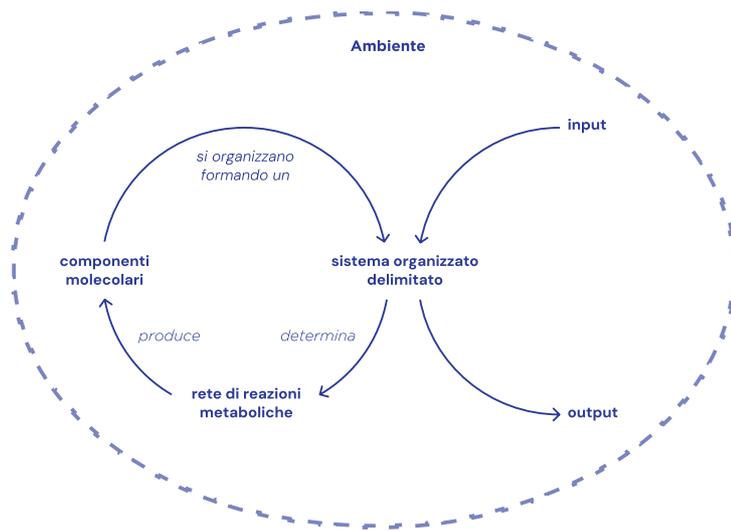
In aggiunta, sentirsi inclusi ed accettati contribuisce al benessere psicologico e fisico dei singoli individui, in questo modo si possono arginare problemi come l'isolamento e i problemi di salute mentale.

*Tutto ciò ricade in modo diretto sui bambini ed indirettamente sulla soddisfazione dei genitori, andando a contribuire ulteriormente al benessere della comunità.*

Un ulteriore impatto che deriva dalla creazione del sistema e dalla collaborazione di diversi attori è quello della divulgazione sull'importanza della prevenzione dei difetti visivi, in particolar modo in

età infantile, portando ad una maggior presa di conoscenza sul tema ed un aumento della consapevolezza; questo fattore crescerà sempre di più, man mano che il sistema evolve nel corso del tempo, con l'obiettivo di poter espandere l'utenza e aumentarne il coinvolgimento.

L'importanza del network realizzato nel contesto del progetto risiede proprio nella sua capacità di creare nuove opportunità attraverso l'interconnessione di diversi attori: facilita lo scambio di conoscenze e risorse in modo da favorire collaborazioni interdisciplinari e l'accesso alla più ampia gamma di servizi. Inoltre, la diversità di contatti e relazioni sviluppate contribuisce ad una maggiore innovazione, flessibilità e resilienza, permettendo di affrontare sfide complesse con soluzioni efficaci, ponendo le basi per un sistema autopoietico.



La logica ciclica della vita cellulare come unità autopoietica. (F. Capra, *Vita e natura. Una visione sistemica*, 2020)

Il contributo sociale che emerge da questa iniziativa, promossa dall'azienda VANNI, ha un impatto significativo in modo diretto anche su di essa, dato che contribuisce a valorizzare l'immagine aziendale come benefit society.

In concomitanza, per quanto riguarda lo spettro della sostenibilità ambientale, con il perseguimento della traiettoria definita è possibile avere una diminuzione degli impatti causati dalla supply chain dato che, seppure aggiungendo una linea produttiva al sistema aziendale questa, realizzata tramite processo additivo, non andrà ad aggiungere quantità di scarto a quelle già derivanti dalla pro-

duzione classica. In aggiunta, si avrà la possibilità di accorciare ulteriormente la filiera produttiva, fase dopo fase, arrivando alla terza fase ipotizzata ad avere contatti con fornitori locali per valorizzare, inoltre, le aziende presenti sul territorio.

La possibilità di realizzare una nuova collezione per bambini in additive manufacturing apre nuove possibilità per ampliare il sistema dell'azienda VANNI, date dal toccare un nuovo segmento di mercato, espandendo la propria utenza in modo innovativo affrontando e sviluppando una nuova tecnologia.

In questo caso l'innovazione rappresenta un contributo necessario per il cambio di para-

digma, il quale non è immutabile, anzi, viene modellato da fattori sociali e culturali che ne influenzano il progresso, con l'obiettivo di affacciarsi a nuove prospettive.

In conclusione, è possibile affermare come tutti gli impatti derivanti dal sistema rappresentano le proprietà emergenti del sistema stesso e studiare l'andamento di quest'ultimo nel suo stato attuale, come punto di riferimento fisso che segue una traiettoria più o meno delineata, non prende in considerazione tutte le possibili incrinature che il sistema potrebbe subire avanzando a causa di mutamenti e variabili ignote. Tuttavia, andando avanti nel tempo, si mira a raggiungere un maggior grado di complessità tramite un'implementazione costante del sistema, affinché possa dare origine a delle nuove strutture emergenti, le quali portano ad un'evoluzione e ad una crescita sostenibile del sistema.

## Bibliografia e sitografia

Altroconsumo. (2022, Giugno). *Ssn, liste d'attesa quasi sempre lunghe: il 5% rinuncia e il 65% va dal privato*. Altroconsumo.

<https://www.altroconsumo.it/salute/dal-medico/news/liste-attesa-2022>

Altroconsumo. (2024, Marzo). *Cala la capacità di spesa degli italiani*. Altroconsumo.

<https://www.altroconsumo.it/vita-privata-famiglia/servizi-e-contratti/news/termometro-spesa-italiani#:~:text=Lo%20rivela%20Termometro%20Altroconsumo,-Condividi%20su%20Facebook&text=Nei%202023%20l'indice%20del,dai%20forti%20rincari%20degli%20alimenti>

ANFAO. (n.d.). ANFAO: Associazione Nazionale Fabbricanti Articoli Ottici. Retrieved 2024, from <https://anfao.it/>

ANPAL & Unioncamere. (2022). *Lavoratori immigrati*.

[https://excelsior.unioncamere.net/sites/default/files/publicazioni/2022/Lavoratori\\_immigrati.pdf](https://excelsior.unioncamere.net/sites/default/files/publicazioni/2022/Lavoratori_immigrati.pdf)

Archivio Anagrafico della Città di Torino. (2023, Dicembre). *Popolazione registrata in anagrafe per età annuale e circoscrizione*. Servizio Statistica della Città di Torino.

<http://www.comune.torino.it/statistica/dati/2023/pdf/B1%20Pop%20per%20eta%20annuale%20e%20circo-scrizione.pdf>

Ayyıldız, Ö. (2018, Aprile). *Customised spectacles using 3D printing technology*.

[https://www.researchgate.net/publication/325195846\\_Customised\\_spectacles\\_using\\_3-D\\_printing\\_technology](https://www.researchgate.net/publication/325195846_Customised_spectacles_using_3-D_printing_technology)

Bai, X., Huerta, O., Unver, E., & Allen, J. (2021, Giugno). *A Parametric Product Design Framework for the Development of Mass Customized Head/Face (Eyewear) Products*.

<http://dx.doi.org/10.3390/app11125382>

Balbinot, V., Toffol, G., & Tamburlini, G. (2016). *Tecnologie digitali e bambini: un'indagine sul loro utilizzo nei primi anni di vita*. Centro per la Salute del Bambino onlus, Trieste.

<https://csbonlus.org/wp-content/uploads/2020/07/Tecnologie-digitali-e-bambini-versione-pubblicata-MEDICO-E-BAMBINO-23.01.2017.pdf>

Barbero, S. (2012). *L'approccio metodologico del design Sistemico*. In *IL FARE ECOLOGICO il prodotto industriale e i suoi requisiti ambientali* (pp. 95-98). Edizioni Ambiente srl.

Bassetti, P. (2020). *Oltre lo specchio di Alice. Governare l'innovazione nel cambiamento d'epoca*. Guerini e Associati.

Bauman, Z. (2007). *Voglia di comunità* (S. Minucci, Trans.; 6th ed.). Laterza.

Camera di Commercio Industria Artigianato e Agricoltura Torino. (2022). *Osservatorio sulle spese delle famiglie di Torino*.

[https://www.to.camcom.it/sites/default/files/studi-statistica/Osservatorio\\_spese\\_famiglie\\_2022\\_rapporto.pdf](https://www.to.camcom.it/sites/default/files/studi-statistica/Osservatorio_spese_famiglie_2022_rapporto.pdf)

Capra, F., & Luisi, P. L. (2020). *Vita e natura. Una visione sistemica* (G. Frezza, Ed.). Aboca Edizioni.

Capriccio. (n.d.). DWS System | Stories | *Capriccio*. DWS Systems. Retrieved 2024, from <https://www.dwssystem.com/dws-stories-it/eyewear-capriccio>

Catania, M. (2021, Gennaio). *È arrivata Hempatica: la bioplastica di canapa ottenuta dalla cellulosa del canapulo*.

<https://www.dolcevitaonline.it/e-arrivata-hempatica-la-bioplastica-di-canapa-ottenuta-dalla-cellulosa-del-canapulo/>

CENSIS. (2024, Marzo). *Ospedali&Salute - 21° Rapporto annuale 2023*.

<https://www.censis.it/sites/default/files/downloads/21%C2%B0%20Rapporto%20Ospedali%26Salute.pdf>

CentroStyle - around people. (n.d.). CentroStyle. Retrieved 2024, from <https://www.centrostyle.com/it/>

Certottica. (n.d.). Certottica - Istituto Italiano di Certificazione dei prodotti ottici. Retrieved 2024, from <https://certottica.it/>

Certottica. (2023). *OCCHIO AL BIO! Studio di un metodo di certificazione per i prodotti ottici biobased*.

<https://certottica.it/portfolio/occhio-al-bio-studio-di-un-metodo-di-certificazione-per-i-prodotti-ottici-biobased/>

Chen, C., Wang, X., Wang, Y., Yang, D., Fangyi, Y., Zhang, W., Wang, B., Sewvandi, G. A., Yang, D., & Hu, D. (2020, Settembre). *Additive Manufacturing of Piezoelectric Materials*.

10.1002/adfm.202005141

Commissione Difesa Vista. (n.d.). Home. <https://www.c-d-v.it/>

Commissione Difesa Vista. (2019, Gennaio). *Prevenzione Visiva, uno sguardo illuminato*.

Cosa sono le Società Benefit? (n.d.). *Società Benefit*. Retrieved 2024, from <https://www.societabenefit.net/cosa-sono-le-societa-benefit/>

CREA Sanità. (2023, Aprile). *Osservatorio sui tempi di attesa e sui costi delle prestazioni sanitarie per l'oculistica nei Sistemi Sanitari Regionali*.

[https://www.creasanita.it/wp-content/uploads/2023/06/CREASanita\\_OsservatorioTempiAttesa\\_2023.pdf](https://www.creasanita.it/wp-content/uploads/2023/06/CREASanita_OsservatorioTempiAttesa_2023.pdf)

Dei Ottati, G. (2018, Marzo). *Distretti industriali e luoghi nel pensiero di Giacomo Becattini: un altro modo di fare l'economista*. ECONOMIA E SOCIETÀ REGIONALE.

[https://www.researchgate.net/publication/325158781\\_Distretti\\_industriali\\_e\\_luoghi\\_nel\\_pensiero\\_di\\_Giacomo\\_Becattini\\_un\\_altro\\_modo\\_di\\_fare\\_l%27economista](https://www.researchgate.net/publication/325158781_Distretti_industriali_e_luoghi_nel_pensiero_di_Giacomo_Becattini_un_altro_modo_di_fare_l%27economista)

Dipendenze tecnologiche. *Il 54% dei genitori allatta i figli mentre sta utilizzando il cellulare*. (2022, Novembre). quotidiano-sanità. Retrieved 2024, from [https://www.quotidianosanita.it/scienza-e-farmaci/articolo.php?articolo\\_id=109329](https://www.quotidianosanita.it/scienza-e-farmaci/articolo.php?articolo_id=109329)

Elam, A. R., Tseng, V. L., Rodriguez, T. M., Warren, A. K., Coleman, A. L., & Mike, E. V. (2022, Settembre). *Disparities in Vision Health and Eye Care*. American Academy of Ophthalmology Taskforce on Disparities in Eye Care.

<https://www.aaojournal.org/action/showPdf?pii=S0161-6420%2822%2900528-0>

EssilorLuxottica Foundation. (n.d.). OneSight. *OneSight - EssilorLuxottica*.

<https://onesight.essilorluxottica.com/>

EUROPEAN COMMISSION DG Internal Market, Industry, Entrepreneurship and SMEs Consumer, Environmental and Health Technologies. (2016, Giugno). *CLINICAL EVALUATION: A GUIDE FOR MANUFACTURERS AND NOTIFIED BODIES UNDER DIRECTIVES 93/42/EEC and 90/385/EEC*. In Health technology and Cosmetics.

<https://ec.europa.eu/docsroom/documents/17522/attachments/1/translations/en/renditions/native>

FASDA. (2023, March 28). *A quale età è raccomandata la prima visita oculistica nei bambini?* Fondo FASDA.

<https://www.fasda.it/prima-visita-oculistica-bambini/>

Ferrazzi, E., & Stocchino, M. A. (2024). *Gli occhi dei bambini. Guida alla salute visiva dei nostri figli*. Sonda.

Fitz Frames. (n.d.). *Fitz Frames*. Retrieved 2024, from <https://fitzframes.com/>

Fondazione OneSight EssilorLuxottica Italia: *Visite oculistiche gratuite per persone in difficoltà*. (2023, Luglio). Sermig.

<https://www.sermig.org/arsenali/arsenale-della-pace/news/visite-oculistiche-gratuite-per-persone-in-difficolta.html>

Formlabs - Potenza i progressi, ogni giorno. (n.d.). Formlabs. <https://formlabs.com/it/>

Gabanelli, M., & Ravizza, S. (2022, Maggio). *Liste di attesa per visite ed esami: come si prendono in giro i pazienti*. Corriere della Sera.

<https://www.corriere.it/dataroom-milena-gabanelli/liste-attesa-visite-ed-esami-come-si-prendono-giro-pazienti/d0ed21a0-d5de-11ec-883e-7f5d8e6c8bf0-va.shtml?&trackingChannel=COR-REGWAL&trackingChannelSub=COR-REGWUP>

GENERA. (n.d.). *GENERA Mission Eyewear – In shop 3D printing of eyewear*. Retrieved 2024, from <https://mission-eyewear.com/>

Giulio, V. L. (n.d.). *Weerg: Stampa 3D Online e lavorazioni CNC*. <https://www.weerg.com/it/>

Hi – Healthcare Insights: *Osservatorio Indipendente sull'Accesso alle Cure*. (2023, Marzo). Liste d'attesa: l'analisi dei dati.

[https://www.hiosservatorio.it/wp-content/uploads/2023/03/Listedattesa\\_QUANTITATIVA\\_def\\_su-2021.pdf](https://www.hiosservatorio.it/wp-content/uploads/2023/03/Listedattesa_QUANTITATIVA_def_su-2021.pdf)

IAPB Italia Onlus. (n.d.). *IAPB Italia Onlus: Agenzia Internazionale per la Prevenzione della Cecità*.

<https://iapb.it/>

I migliori occhiali da vista bambini e consigli utili | GrandVision. (2021, Giugno). GrandVision.

<https://www.grandvision.it/it-it/c/cura-degli-occhi/occhiali-da-vista-per-bambini>

ISTAT. (2019, Gennaio). *Salute e ricorso a servizi sanitari, Italia e Ue – anno 2019*.

<https://www.istat.it/tavole-di-dati/condizioni-di-salute-e-ricorso-ai-servizi-sanitari-in-italia-e-nellunione-europea-indagine-ehis-2019/>

ISTAT. (2020, Luglio 3). *Rapporto annuale 2020*.

<https://www.istat.it/storage/rapporto-annuale/2020/Rapportoannuale2020.pdf>

ISTAT. (2023, Marzo). *Il mercato del lavoro – IV trimestre 2022*.

<https://www.istat.it/comunicato-stampa/il-mercato-del-lavoro-iv-trimestre-2022/>



Murmura, F., Bravi, L., & Santos, G. (2021, Gennaio). *Sustainable Process and Product Innovation in the Eyewear Sector: The Role of Industry 4.0 Enabling Technologies*.

<https://www.mdpi.com/2071-1050/13/1/365>

Okky Eyewear. (n.d.). Okky Eyewear. Retrieved July 2, 2024, from <https://www.okky-eyewear.com/>

Pagac, M., Hajnys, J., Ma, Q.-P., Jancar, L., Jansa, J., Stefek, P., & Mesicek, J. (2021, Febbraio). *A Review of Vat Photopolymerization Technology: Materials, Applications, Challenges, and Future Trends of 3D Printing*. Paul F. Egan.

<https://www.mdpi.com/2073-4360/13/4/598>

Parlamento Europeo. (2017, Maggio). *REGOLAMENTO (UE) 2017/745 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 5 aprile 2017 relativo ai dispositivi medici, che modifica la direttiva 2001/83/CE, il regolamento (CE) n. 178/2002 e il regolamento (CE) n. 1223/2009 e che abroga le direttive 90/385/CEE*. In Gazzetta ufficiale dell'Unione europea.

<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017R0745&from=IT>

Poliambulatorio PCM. (n.d.). Tutti i test ortottici. Poliambulatorio PCM. Retrieved 2024, from <https://www.poliambulatoriopcm.it/wiki/oculistica/tutti-test-ortottici/>

Pugalendhi, A., & Ranganathan, R. (2021). *A review of additive manufacturing applications in ophthalmology* (Vol. 235).

<https://doi.org/10.1177/09544119211028069>

Quando fare la prima visita oculistica ai nostri bambini e neonati. (2020, Settembre 16). IRCCS Ospedale San Raffaele. Retrieved 2024, from <https://www.hsr.it/news/2020/settembre/visita-oculistica-bambini-neonati#:~:text=Ecco%20alora%20quando%20andrebbero%20eseguiti,terzo%20attorno%20ai%203%20anni.>

Regione Piemonte. (2024). *Tempi di attesa per visite specialistiche - report anno 2023*.

<https://www.regione.piemonte.it/web/temi/sanita/accesso-ai-servizi-sanitari/tempi-attesa#>

Regione Piemonte - Direzione Istruzione, Formazione e Lavoro Settore Politiche del lavoro. (2020). *Il lavoro in Piemonte - Osservatorio Mercato del Lavoro*.

[https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2021-09/il\\_lavoro\\_in\\_piemonte\\_-\\_analisi\\_2020.pdf](https://www.regione.piemonte.it/web/sites/default/files/media/documenti/2021-09/il_lavoro_in_piemonte_-_analisi_2020.pdf)

Responsibly made sunglasses for children :]. (n.d.). SoNice Sunnies. Retrieved 2024, from <https://www.soonicesunnies.com/en-int>

Rolf Planet - rolf. (n.d.). Rolf Brillen. Retrieved 2024, from <https://www.rolf-spectacles.com/rolf-planet/>

Scuola: 70% bambini non fa controlli alla vista e uno su tre con difetti non viene corretto. (2012, Settembre). *quotidianosanita*.

[https://www.quotidianosanita.it/cronache/articolo.php?articolo\\_id=10845](https://www.quotidianosanita.it/cronache/articolo.php?articolo_id=10845)



Zhang, J., Chen, J., Fu, F., & Luximon, Y. (2023, Giugno). *A 3D anthropometry-based quantified comfort model for children's eyeglasses design*.  
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2023.104054>