

LA PERCEZIONE DEI MATERIALI SOSTENIBILI

UN TOOL DI SELEZIONE CHE ABILITA IL DIALOGO TRA ESTETICA E SOSTENIBILITÀ

Lia Sossini matr. 896286

relatore: Prof. ssa Barbara Del Curto

correlatori: Romina Santi

Flavia Papile

Scuola del Design

Corso di Laurea Magistrale in Design & Engineering

a.a. 2018/2019



POLITECNICO
MILANO 1863

alla resilienza

“Designers stand between revolutions and everyday life. [They] have the ability to grasp momentous changes in technology, science, and social mores, and to convert them into objects and ideas that people can actually understand and use”

Paola Antonelli, Design and the Elastic Mind

INDICE

Abstract	12
Introduzione	14
Parte I	
Capitolo 1: Il cambiamento di rotta	21
1.1 Il mondo di oggi	21
1.2 Lo sviluppo sostenibile	26
1.2.1 L'evoluzione del pensiero sostenibile	26
1.2.2 Verso il cerchio	38
1.3 I consumatori e le strategie del mercato	46
1.4 Le prospettive del design	54
Capitolo 2: La svolta sostenibile	57
2.1 La materia circolare	57
2.2 Il consumatore sostenibile	67
2.2.1 La genesi del consumatore	67
2.2.2 Il consumatore e l'offerta sostenibile	73
2.3 La progettazione di materiali "futuristici"	81
2.4 I materiali del futuro	113
Capitolo 3: Le plastiche sostenibili	137
3.1 Una scomoda realtà	137
3.2 I riciclati	149
3.2.1 Il recupero	152
3.2.2 Le tipologie	157
3.2.3 La chiusura del cerchio	161
3.3 Le bioplastiche	164

3.3.1 La nascita	166
3.3.2 L'uso	172
3.3.3 La dismissione	186
Capitolo 4: La percezione dei materiali	199
4.1 Il flusso percettivo	199
4.1.1 L'interazione fisica	209
4.1.2 La determinazione del gusto estetico	221
4.2 La selezione dei materiali ed i <i>Toolkit</i>	231
Capitolo 5: Il senso del sostenibile	247
5.1 Com'è un materiale sostenibile?	250
5.2 La percezione delle plastiche sostenibili	261
Capitolo 6: Il processo CMF	275
6.1 Colori	283
6.2 Materiali	288
6.3 Finiture	291
Parte II	
Introduzione al progetto	299
Capitolo 7: Ricerca progettuale	303
7.1 Metodologia e raccolta dati	303
7.1.1 Analisi dati form online	308
7.1.2 Raccolta dati con panel test	324
7.2 Considerazioni analisi percorso	434

Capitolo 8: SMaPT, progettare per la sostenibilità	437
8.1 SMaPT	438
8.2 Layout e funzionamento	440
8.3 La verifica del progetto	450
8.4 Opportunità e sviluppi futuri	453
Conclusioni	455
Bibliografia generale	460
Sitografia generale	468
Indice delle immagini	470
Indice delle tabelle	482
RIngraziamenti	485
Allegati	

ABSTRACT

In un momento di transizione verso nuovi modelli produttivi e nuovi materiali, anche il ruolo del designer e degli elementi con cui si interfaccia sta cambiando. Nella progettazione con i materiali sostenibili molti concetti, potenzialità e criticità non sono ancora del tutto chiari. L'identità di questi materiali non è del tutto definita e ciò genera confusione e contraddizioni. Focalizzandosi sull'offerta di plastiche sostenibili (riciclate e bioplastiche) presenti sul mercato e la loro percezione, viene esplorato il mondo della sostenibilità ambientale unito al design CMF.

Dopo aver posto l'attenzione sullo stato dell'arte, si cerca di tradurre il rapporto plastiche sostenibili-percezione-design CMF in schedature utili alla progettazione. La raccolta dati, svolta in due fasi, ha permesso di creare dei profili più dettagliati di 25 materiali scelti: il database di partenza per SMaPT, Sustainable Materials and Perception Tool.

Questo strumento permette di selezionare materiali sostenibili attraverso immagini e parole chiave, precedentemente assegnate a ciascun materiale. Ogni campione presente nel database ha, infatti, una propria scheda che racchiude sia informazioni tecniche, sia indicazioni sulla sua percezione e sulle possibili finiture e colorazioni. Il risultato finale è quindi non solo la scelta di un determinato materiale per il progetto, ma anche un moodboard di ispirazione.

La ricerca svolta unisce il mondo del design CMF con quello della sostenibilità, un contributo nella creazione di una maggiore consapevolezza e di conoscenza per chi intende progettare e vedere con occhi nuovi le plastiche sostenibili.

In a moment of transition towards new production models and new materials, the role of the designer and his relation with elements he interfaces with is also changing. In designing with sustainable materials many notions, potentialities and critical issues are not yet fully understood. Moreover the identity of these materials is not defined yet and this generates confusion and contradictions. The world of environmental sustainability combined with CMF design is here explored by focusing on the market offer of sustainable plastics (recycled and bioplastics) and their perception.

After paying attention on the state-of-the-art, we tried to translate the relationship between sustainable plastics-perception-CMF design into databases useful for the design process. The data collection carried out in two phases allowed to create more detailed profiles of 25 selected materials, the starting database for SMaPT, Sustainable Materials and Perception Tool.

This tool allows you to select sustainable materials through images and keywords, previously assigned to each material. In fact each sample in the database has its own data sheet that contains both technical information and guidelines on its perception and on possible finishes and colors. The final result is therefore not only the choice of a specific material for the project, but also an inspirational moodboard.

The research carried out combines the world of CMF design with the one of sustainability. This thesis becomes a contribution in creating greater awareness and knowledge for those who want to design with sustainable plastics and to look at them from a new point of view.

INTRODUZIONE

L' *Earth Overshoot Day* che nel 2019 è coinciso con il 29 luglio, ben 3 giorni prima dell'anno precedente, è il giorno in cui si può considerare esaurita la *biocapacità* del pianeta, cioè la capacità che gli ecosistemi hanno di rinnovarsi nell'arco di un anno e continuare quindi a fornire "servizi" indispensabili all'umanità: cibo, fibre, legname, capacità di assorbimento del carbonio e terreni dove poter costruire infrastrutture.

La specie umana, dopo aver sfruttato all'inverosimile le risorse del pianeta, sta causando una veloce accelerazione verso il riscaldamento globale. Perciò, consapevoli di cosa stia accadendo, si sta cercando di cambiare lo stile di vita odierno che, altrimenti, porterebbe verso la nostra estinzione. A questo sono serviti e stanno servendo i vari protocolli ed accordi internazionali, ma non basta. Rimettere in piedi il nostro pianeta è complesso, un problema sfaccettato e composto da una miriade di piccole implicazioni. Questo è ben spiegato alla XXII Triennale, nella mostra *Broken Nature*¹, un invito a pensare alle opportunità che, come uomini e quindi esseri pensanti, abbiamo per rimettere in piedi una natura che, negli ultimi secoli, ma soprattutto negli ultimi decenni, è stata depredata delle sue risorse proprio dalla nostra specie.

1. Mostra a cura di Paola Antonelli, presente alla XXII Esposizione Internazionale della Triennale di Milano dal 1 marzo 2019 al 1 settembre 2019, il titolo completo è *Broken Nature: Design Takes on Human Survival*.

Entrando nel merito della progettazione sostenibile. Molti conoscono l'importanza di adottare pratiche rispettose dell'ambiente. Altrettanti, ne riconoscono anche i rischi: i consumatori spesso credono che ci sia un collegamento inversamente proporzionale tra la sostenibilità di un prodotto e la sua performance funzionale. Tutto ciò dipende da quanto il consumatore sia sensibile al tema della sostenibilità ambientale, poichè, quando messo di fronte ad una scelta, egli tende a selezionare in base a discriminanti come prezzo e *performance*. Soltanto a parità di prezzo e *performance*, la sostenibilità può divenire un fattore discriminante per la scelta, a volte meramente per diffuso senso etico.

I materiali utilizzati nei nuovi prodotti sostenibili sono numerosi e nascono dopo anni di ricerca e sviluppo, affinché le loro *performance* raggiungano ed eventualmente superino quelli tradizionali. Le ricerche più diffuse riguardano il settore del legno, della carta, dei compositi con resine naturali, delle bioplastiche, ma anche tutto il mondo del riciclato. Le plastiche sono le protagoniste mediatiche del momento, data l'attenzione delle strategie europee ed internazionali riguardo alle "isole di plastica" disperse nei nostri oceani. Relativamente a questo aspetto, oggi, si sperimenta soprattutto nel settore dell'industria del packaging, dal momento che ad oggi è il settore in cui c'è maggiore uso di plastica che, a causa della sua breve vita, contribuisce in maniera significativa all'inquinamento ambientale². Proprio per questa ragione, le bioplastiche sono state indirizzate inizialmente al settore del packaging, per poi dirigersi verso maggiori e differenti performances nei settori: dell'elettronica, dell'automotive ed altri prodotti durevoli nel tempo.

Fondamentale è che le bioplastiche, insieme a quelle riciclate trovino una

2. Informazione dalla mostra deplastic., durante la fiera "Fa la cosa giusta" a fieramilanocity, 8-10 marzo 2019. Fonte riportata: PlasticEurope, The Facts 2017

propria identità, in modo che i consumatori siano desiderosi di possederle ed utilizzarle. L'estetica, infatti, rappresenta un fattore determinante durante la scelta di acquisto: un prodotto qualitativamente superiore comunica superiore durabilità e *performance*. L'immatunità estetico-formale dei prodotti bioplastici attualmente sul mercato viene infatti tradotta dal consumatore in bassa qualità, durabilità e *performance*. Il senso estetico del prodotto è infatti fondamentale affinché si instauri una relazione che possa avere una grande influenza sul modello di consumo della società. L'esperienza con le bioplastiche ed i riciclati va affinata e portata verso un look "naturale" e di "alta qualità" percepita, come espressione di responsabilità ed eticità del consumatore.

La ricerca parte da un'analisi della questione ambientale, con uno sguardo all'economia circolare, allo smaltimento dei rifiuti ed al senso etico del "sostenibile". Si parte da lontano a trattare questo tema, costituito da molti aspetti che si intrecciano tra loro. Approfondendo sempre più la questione, si comprende quante variabili contribuiscano a creare la situazione che stiamo vivendo. La ricerca si focalizza poi sui materiali, nello specifico i materiali del futuro, quelli che possono essere considerati rinnovabili, sostenibili e non nocivi per il nostro pianeta. Si apre successivamente una parentesi sul mondo CMF (Colour, Material and Finishing), che si intreccerà con le plastiche sostenibili creando un nuovo modo di vedere questi materiali, progettarli, comunicarli e percepirla. L'obiettivo della tesi è riuscire ad unire la percezione, il design CMF e le potenzialità delle bioplastiche e delle plastiche riciclate affinché queste possano acquistare qualità e desiderabilità nel mercato di oggi e del futuro.

Fig. 1: una donna pratica l'arrampicata su ghiaccio il 14 luglio 2015 accanto alle schiume isolanti che avvolgono il ghiacciaio del Rodano, che si sta restringendo sotto il sole estivo vicino a Gletsch, Svizzera. Fonte: www.triennale.org/xxii-triennale/



PARTE I





CAPITOLO 1

IL CAMBIAMENTO DI ROTTA

1.1 Il mondo di oggi *L'Earth Overshoot Day*, la data in cui la richiesta dell'umanità di risorse ecologiche e servizi in un determinato anno supera ciò che la terra può rigenerare in quell'anno, è uno dei tanti indici che monitorano e ci mettono in allerta sui cambiamenti dei cinque indicatori ambientali chiave: la diversità biologica, la produzione del cibo, la media della temperatura della superficie globale e la concentrazione di diossido di carbonio nell'atmosfera, la popolazione umana, l'esaurimento delle risorse. In questo modo abbiamo più consapevolezza del fatto che la nostra specie non possa vivere ancora a lungo con questo stile di vita.

L'esistenza degli esseri umani sul pianeta sta portando alla rovina anche altre specie: questo significa che mentre distruggiamo noi stessi distruggiamo anche altri organismi viventi. Infatti la nostra relazione con la Natura, ad ogni scala, dal microbo al cosmo, includendo le comunità umane, è costituita da una miriade di legami. Negli ultimi due secoli molti di queste connessioni sono state distrutte e modificate irreversibilmente, soprattutto quelle che riguardano l'ecosistema. Abbiamo deforestato, trivellato, fertilizzato, sterilizzato, estratto, rimosso montagne, *terraformato* il nostro pianeta. Oltre a ciò abbiamo inquinato depositando

Fig. 2: albero caduto dopo un forte vento causato da fenomeni temporaleschi molto intensi, inusuali in questa zona, Orzinuovi (BS) 7 agosto. Fonte: immagine dell'autore.

sostanze radioattive, le cui conseguenze si protrarranno per centinaia di anni, abbiamo soffocato la Terra con emissioni di diossido di carbonio ed alterato l'equilibrio della flora e della fauna con pesticidi e minato la biodiversità nelle specie degli organismi viventi. E così la Terra ci risponde con fenomeni climatici sempre più forti e disastrosi, quasi per metterci in guardia. Le conseguenze, ormai, sono così profonde da aver generato accesi dibattiti pubblici e controversie.

L'allarme del potenziale crollo della civiltà potrebbe arrivare dai *doomers*³. In alternativa, si potrebbe scegliere di abbracciare il pensiero del fisico Ugo Bardi, che riferisce: "Dopo tutto cos'è il crollo della civiltà, se non un periodo nel quale le cose cambiano a una velocità maggiore del solito?"⁴. Forse a questo pensiero si legano gli ottimisti, convinti che attraverso la tecnologia l'uomo possa trovare le soluzioni per superare anche questa crisi. In realtà c'è una terza via, un movimento silenzioso, costituito da gruppi attivi che, sparso in ogni parte del mondo, sta coltivando dal basso un'economia sostitutiva. Si tratta di comportamenti virtuosi che riguardano ad ogni aspetto della vita dell'uomo: dal suolo, alle risorse della terra, dall'abbigliamento all'agricoltura, alla mobilità. Molti di queste persone considerano i cambiamenti come il risultato di cause di forza

3. Coloro che credono che la fine delle risorse petrolifere porterà una grave crisi quindi ad una catastrofe. Riferimento da: Thackara John (2017). *Progettare oggi il mondo di domani*. Milano: Postmedia

4. Thackara John (2017). *Progettare oggi il mondo di domani*. Milano: Postmedia, pp. 8; in riferimento a Bardi Ugo (2011). "Tainter's law: Where is the physics". Our finite world, 27 marzo. Maggiori informazioni: www.ourfineteworld.com/2011/03/31/tainters-law-where-is-the-physics/

maggiore. Sono progetti che comprendono *FabLab*⁵, il movimento dei *makers*⁶, organizzazioni dei trasporti *shearable*⁷. L'orizzonte comune è la crescita che porta alla rigenerazione della vita sulla terra, la visione del nostro pianeta non più come deposito di risorse inerti, ma attive. Come teorizza il filosofo francese Edgar Morin "Tutte le grandi trasformazioni apparivano impensabili finché non si sono effettivamente realizzate" e continua "il fatto che un sistema di pensiero sia profondamente radicato cosa non significa che non possa cambiare"⁸.

La sostenibilità quindi non è qualcosa che si può progettare, è una condizione che emerge attraverso un cambiamento progressivo, dopo raggiungimento di un punto critico, a diversi livelli.

Da quanto emerge dai diversi studi relativi alla percezione del cambiamento climatico, al di là dei negazionisti, parte dell'umanità non

5. I Fab Lab nascono come un progetto all'interno del Center for Bits and Atoms (CBA) presso il MIT. Sono laboratori che ormai fanno parte di una rete globale che riescono a raggiungere quasi tutto il mondo, fornendo un accesso a moderni strumenti di invenzione, come le stampanti 3D. Maggiori informazioni: www.fablabs.io

6. Movimento culturale contemporaneo, che persegue un concetto moderno di "fai da te". Gli interessi dei makers sono per lo più legate ad apparecchiature elettroniche, robotica, dispositivi per la stampa 3D, ma anche lavorazione del metallo, del legno e dell'artigianato tradizionale. Maggiori informazioni: www.wired.it/topic/maker/

7. La diffusione dei trasporti condivisi è presente soprattutto nelle grandi città. Tramite piattaforme che funzionano tramite app, collegate alle carte di credito, è possibile usufruire di auto, bici, bus, monopattini; ma non solo, sono recentemente nati anche i *camper sharing*, i *jet shearing*, il *boat sharing* e gondole condivise. Maggiori informazioni: www.corriere.it/liberitutti/cards/sharing-economy-mezzi-transporto-condiviso-italia-mondo/viaggiare-condivisione_principale.shtml

8. Thackara John (2017). *Progettare oggi il mondo di domani*. Milano: Postmedia, pp. 10; in riferimento a Morin Edgar (1999). *Homeland Earth: A Manifesto for new Millennium - Advances in Systems Theory, Complexity and Human Sciences*. New York: Hampton Press

crede alla possibilità di poter alterare effettivamente il clima globale. Questo atteggiamento è dovuto al fatto che questo cambiamento è stato per molti anni nascosto e accantonato, solo negli ultimi tempi con gli eventi estremi e l'emergenza mediatica che si crea intorno questo tema, l'attenzione di tutti si è risvegliata. Ciò non significa che gli uomini siano seriamente disposti a cambiare abitudini, infatti la società attuale vuole vedere conseguenze immediate, che in questo caso non sono possibili. È necessaria, quindi, una cooperazione a livello globale, essere consapevoli che ogni piccola goccia contribuisce a creare il mare. A questo, naturalmente, si deve aggiungere l'istruzione, la cultura e l'azione di chi governa. Serve una svolta, la consapevolezza del nostro ruolo all'interno dell'universo, accettare il fatto che noi siamo un tassello in sistema molto più grande, essere consapevoli delle relazioni che ci sono tra noi e gli altri organismi viventi.

La conoscenza, però, deve evitare che la cattiva informazione e l'inutile allarmismo rendano gli uomini paralizzati davanti al problema. Quest'ultimo, infatti, se mal gestito, potrebbe portare ad un peggioramento della situazione. John Thackara nel suo libro⁹, riporta semplici esempi che fanno riflettere su quanto esposto. Se, per esempio, ci si sente ecologisti riutilizzando il sacchetto di plastica della spesa, dobbiamo essere

9. Thackara John (2017). *Progettare oggi il mondo di domani*. Milano: Postmedia, pp. 168

consapevoli che questo sacchetto è 1/1000 dell'impronta di carbonio del cibo che contiene. Allo stesso modo, disattivando il caricabatterie del telefono, risulta che il risparmio per un giorno, è pari a quello che si brucia guidando l'auto in un secondo. È necessario quindi capire tutti i risvolti, a volte molto complessi, che stanno dietro ad ogni prodotto o abitudine. Nascondersi dietro a dei numeri per impressionare il pubblico non è significativo se non è collegato alla spiegazione della complessità all'interno della quale quel numero è importante. Sapere che una bistecca richiede 4600 litri di acqua, non significa nulla, se non sono a conoscenza di cosa sarebbe successo a tutta quell'acqua se non avessi mangiato la bistecca. Tutte le variabili che entrano in gioco nella scelta come il riciclo, la preferibilità di un'opzione rispetto ad un'altra si stabilisce in funzione dei costi relativi e del sistema su cui si sta ragionando.

1.2 Lo sviluppo sostenibile In questo momento storico la parola sviluppo assume un significato profondamente diverso rispetto al passato: da sfruttamento delle risorse per creare profitto, a gestione responsabile della materia; la preoccupazione è per le generazioni future, non è più ciò che “l’economia” chiede oggi. Questa nuova idea di sviluppo non è retrograda: ricerca comunque l’innovazione tecnologica, ma con un atteggiamento diverso riguardo ai suoi scopi.

1.2.1 L’evoluzione del pensiero sostenibile Anche se c’è sempre stata la consapevolezza (forse) che la disponibilità della materia non fosse infinita, ci si è sempre comportati come se lo fosse. Ora è arrivato il momento di cambiare il rapporto con le risorse del nostro pianeta. La chiave per superare la crisi è riuscire rendersi conto che nessun elemento potrà mai esaurirsi, dal momento che “nulla si crea, nulla si distrugge, tutto si trasforma”¹⁰. La materia viene trasformata, sta a noi capire come sfruttarla al meglio nella sua nuova condizione. La visione tradizionale che ha accompagnato l’uomo a seguito della rivoluzione industriale è stata quella nell’*infinità* della materia, con modelli di produzione e consumo lineare. Nel secondo dopoguerra, in tutti i paesi occidentali, si raggiungeva il benessere economico, garantito anche dal *welfare state*¹¹. Il

10. Antoine-Laurent de Lavoiser (1743-1794), chimico francese

11. “Complesso di politiche pubbliche messe in atto da uno Stato che interviene, in un’economia di mercato, per garantire l’assistenza e il benessere dei cittadini, modificando in modo deliberato e regolamentato la distribuzione dei redditi generata dalle forze del mercato stesso. [...] Il momento di maggiore sviluppo del *welfare*, che coincide con la visione dello ‘Stato del benessere’ come insieme di interventi di protezione sociale a carattere tendenzialmente universale in favore dei cittadini, ha avuto la sua attuazione dopo la Seconda guerra mondiale. Il sistema della ‘sicurezza sociale’, introdotto in Gran Bretagna attraverso un’apposita legislazione del 1946 e del 1948, si impose come modello per gli altri paesi industriali.” Riferimento da Enciclopedia Treccani: <http://www.treccani.it/enciclopedia/>



Fig. 3: fiat 500 a Mirafiori il giorno della presentazione il 2 luglio 1957. Fonte: www.panorama.it/societa/life/la-fiat-500-compie-60-anni-storia-dellutilitaria-che-motorizzo-litalia-foto/#gallery-0=slide-2

“consumismo” arrivava in questo periodo storico al suo culmine, così viene descritto dall’economista americano Victor Lebow: “La nostra economia incredibilmente produttiva ci richiede di elevare il consumismo a nostro stile di vita, di trasformare l’acquisto dell’uso di merci in rituali, di far sì che la nostra realizzazione personale e spirituale venga ricercata nel consumismo. [...] Abbiamo bisogno che sempre più beni vengano consumati, distrutti e rimpiazzati ad un ritmo sempre maggiore”¹². All’apice di questa condizione, iniziarono ad emergere, negli anni ’60, i primi dubbi sull’effettiva efficienza di questo tipo di sviluppo.

Il primo testo sull’argomento, “Primavera silenziosa”¹³, emerse come critica a questo tipo di sviluppo. Scritto da Rachel Carson, nel 1961, rifletteva sull’impatto ambientale che avevano le scelte consumistiche.

Nel 1968, un gruppo internazionale composto da scienziati, imprenditori ed economisti, fondò il “Club di Roma”, il cui primo rapporto, nel 1972, era intitolato “Limiti dello sviluppo”¹⁴. Si affrontava il concetto di problematica globale ed il fatto che ad una condizione di crescita, seguisse uno stato stabile di equilibri dinamici. Con la crisi energetica del 1973, anche nell’opinione pubblica si diffuse il pensiero della scarsità delle risorse: è degli anni successivi, nel 1976, la prima concezione dell’economia “ciclica” teorizzata dall’architetto Walter Stahler. La proposta non era di carattere economico, ma proponeva di estendere il ciclo vitale degli edifici e degli

welfare-state/

12. Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l’economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente, pp. 31

13. Carson Rachel, (1966). *Primavera silenziosa*. Milano: Feltrinelli

14. Meadows Donatella H., Meadows Dennis L., Randers Jorgen, Behrens III William W. (1972). *I limiti dello sviluppo*. Segrate: Mondadori



Fig. 4: supermercato Coop anni '50/'60. Fonte: www.memoriecooperative.it/varia/da-marx-ai-centri-commerciali-esplorando-il-mondo-del-consumo/

oggetti di uso comune allo scopo di ridurre i rifiuti. L'architetto prendeva ispirazione dal ciclo dell'acqua, immaginando un sistema produttivo autorigenerante, dove le imprese diventavano responsabili di ciò che producevano anche dopo la vendita.

Negli anni successivi si susseguirono vari studi che portarono alla nascita dell'ecologia industriale¹⁵, alla conferenza di Rio¹⁶ ed alla nascita di vari metodi per definire e gestire al meglio le parti in gioco nel ciclo di vita di un prodotto (LCA, MIPS, MAIA)¹⁷.

Il passaggio successivo avvenne nel 1999, con "Capitalismo naturale"¹⁸, scritto da Amory e Lee Hunter Lovins con Paul Hawaken, al cui interno viene espresso come potrebbe nascere un nuovo capitalismo, un sistema economico fondato su quattro principali strategie:

- Produttività delle risorse: in modo da diminuire i costi produttivi e quelli relativi alla biosfera;
- Bioimitazione: riuso costante dei materiali in cicli chiusi, continui ed

15. Il termine è stato coniato nel 1989 in occasione della pubblicazione dell'articolo "Strategies for Manufacturing" di Robert Frosch e Nicholas Gallopoulos. Lo scritto "ha suggerito la necessità di "un ecosistema industriale" in cui "l'uso di energie e materiali è ottimizzato, i rifiuti e l'inquinamento sono ridotti al minimo e vi è un ruolo economicamente sostenibile per ogni prodotto di un processo produttivo". [...] Alla fine degli anni '90 il settore ottenne un crescente riconoscimento internazionale attraverso la creazione del Journal of Industrial Ecology.". Riferimento da International Society for Industrial Ecology: www.is4ie.org/about/history

16. "La conferenza delle Nazioni Unite su ambiente e sviluppo tenutasi a Rio de Janeiro nel 1992. [...] Attraverso la piena adozione del principio dello sviluppo sostenibile, venne lanciato a Rio l'allarme sugli effetti nocivi dell'attività umana sull'ambiente, aprendo il campo a una riflessione allargata sul tema delle interazioni tra ecosistemi e comunità umane che avrebbe coinvolto, negli anni successivi, non solo la classe politica, ma la stessa opinione pubblica internazionale." Riferimento da Enciclopedia Treccani: http://www.treccani.it/enciclopedia/rio-de-janeiro-conferenza-di_%28Lessico-del-XXI-Secolo%29/

17. Indici nati per valutare gli impatti generali o dell'intero ciclo di vita di un prodotto: LCA è

- eliminazione delle sostanze tossiche;
- Economia di flusso e di servizio: per proteggere i servizi forniti dagli ecosistemi da cui dipende, il benessere è basato su qualità, utilità e prestazioni;
- Investimenti nel capitale naturale: per evitare di portare all'esaurimento le risorse terrestri.

Successivamente furono firmati vari accordi tra i diversi paesi, tra cui si ricorda, nel 1997, il protocollo di Kyoto¹⁹ e nel 2000 "Gli Obiettivi del Millennio"²⁰.

Nel 2002 viene pubblicato il libro "Cradle to cradle"²¹ che vuole smontare la tradizionale idea ambientalista che mirava a conservare, proteggere, limitare e conseguentemente a far decrescere l'economia. Gli autori, William McDonough e Michael Braungart, vogliono opporre al concetto di *eco-efficienza*, fare di più con meno, non sempre positivo per il pianeta, quello di *eco-efficacia*. Si propone un esempio a tale proposito. Seguendo

Life Cycle Assessment, MIPS è Material Input Per unit of Service, MAIA è Material Intensity Analysis.

18. Hawaken Paul, Lovins Amory, Lovins L. Hunter (2007). *Capitalismo naturale*. Milano: Edizioni ambiente

19. Il Protocollo di Kyoto, accordo globale firmato nel 1997, è in vigore dal 2005. Basato sul trattato firmato a Rio de Janeiro nel 1992, *United Nations Frameworks Convention on Climate Change (Unfccc)*, stabilisce le tempistiche e le azioni per ridurre le emissioni di CO2 dei paesi industrializzati, entro il 2012. Maggiori informazioni: www.lifegate.it/persone/news/il_protocollo_di_kyoto1

20. Obiettivi di Sviluppo del Millennio (*Millennium Development Goals - MDGs*) hanno accompagnato Nazioni Unite e altre realtà internazionali, tra il 2000 e il 2015, verso la sostenibilità economica, sociale e ambientale. A seguito di questa iniziativa, il 25 settembre del 2015, è stata approvata l'Agenda 2030 per lo sviluppo sostenibile, composta da 17 obiettivi (*Sustainable Development Goals - SDGs*) con 169 traguardi. Maggiori informazioni: www.sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300

21. McDonough William, Braungart Michael (2003). *Cradle to cradle: remaking the Way We*

l'idea del riciclo come azione nobile, espressione *dell'eco-efficienza*, una lattina di alluminio, pur essendo predisposta al riciclo, non è progettata per un'ottimizzazione di questo passaggio a fine vita. Infatti nella fusione alluminio e manganese danno come risultato un materiale meno performante, oltre alle sostanze chimiche e dannose presenti a causa delle vernici e delle plastiche. Manca, fin dalla fase iniziale di ideazione, un pensiero a lungo termine.

Il concetto di *eco-efficiacia* invece porta con sé maggiore consapevolezza, come esprimono gli autori: "Considerate questo: le formiche del pianeta, nell'insieme, hanno una biomassa maggiore di quella degli esseri umani. Sono state incredibilmente industriose per milioni di anni. Tuttavia la loro produttività nutre le piante, gli animali e il suolo. L'industria umana ha funzionato a pieno regime per poco più di un secolo e in questo breve lasso di tempo ha rovinato praticamente tutti gli ecosistemi della Terra. Non è la natura che ha un problema di progettazione. Siamo noi. [...] Se gli esseri umani desiderano conservare l'attuale stato di benessere, dovranno imparare a imitare il sistema di flussi di nutrienti e il metabolismo altamente efficace della natura, *dalla culla alla culla*, in cui il concetto stesso di rifiuto non esiste. Eliminare il concetto di rifiuto significa progettare tutto - prodotti, imballaggi, sistemi - fin dall'inizio in base al principio che il rifiuto non esiste. Significa che saranno le preziose sostanze nutritive contenute

Make Things. North Point Pr

nei materiali a modellare il progetto e a definirlo, che la sua forma sarà determinata dall'evoluzione, non solo dalla funzione. Siamo convinti che questa sia una prospettiva decisamente più valida rispetto a quella odierna. [...] Ci sono due distinti metabolismi sul nostro pianeta. Il primo è il metabolismo biologico o della biosfera, cioè i cicli della natura. Il secondo è il metabolismo tecnico o della tecnosfera, cioè i cicli dell'industria che comprendono anche il prelievo di materiali tecnici da luoghi naturali. Se progettati correttamente, tutti i prodotti e i materiali dell'industria alimenteranno senza rischi entrambi i metabolismi"²².

Sulla scia del "Cradle to cradle" segue Gunter Pauli, che propone la *Blue economy*, secondo la quale "usando le risorse disponibili nei sistemi a cascata, [...] lo scarto di un prodotto diventa l'input per creare un nuovo flusso di cassa"²³. L'idea è quella di imitare la natura che crea organismi in funzione di flussi: solo rispettando tali flussi è possibile progettare in modo sostenibile.

Il passo successivo è stato fatto dalla Ellen MacArthur Foundation, che è oggi diventata un punto di riferimento per tutto ciò che riguarda l'economia circolare (Fig. 5). Proprio da questa organizzazione è stata esplicitata la definizione più accurata ed esaustiva per definire l'economia circolare: "è un termine generico per definire un'economia pensata per potersi rigenerare da sola. In un'economia circolare i flussi di materiali sono di

22. Citazione ripresa dal libro: Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l'economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente, pp. 57-58

23. Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l'economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente, pp. 58-59; in riferimento a Pauli Gunter (2010). *Blue Economy - 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*. Redwing Book Company

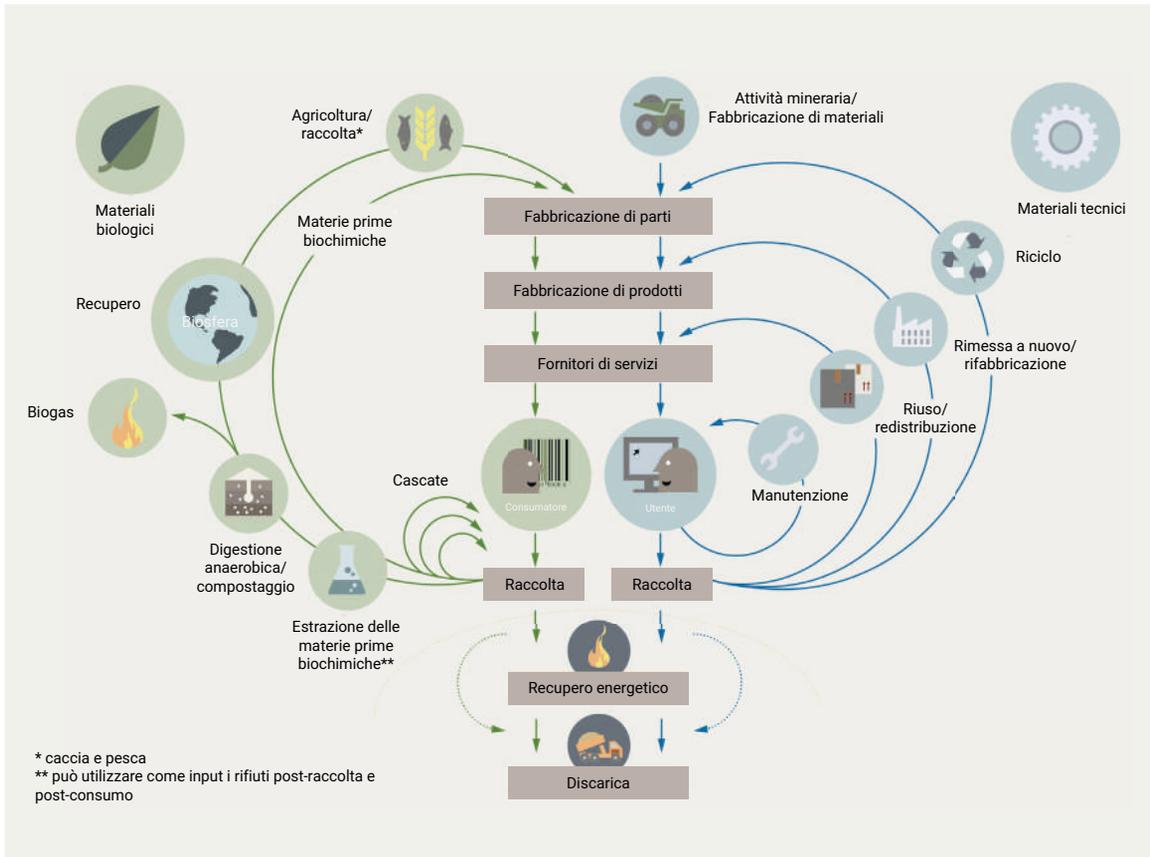
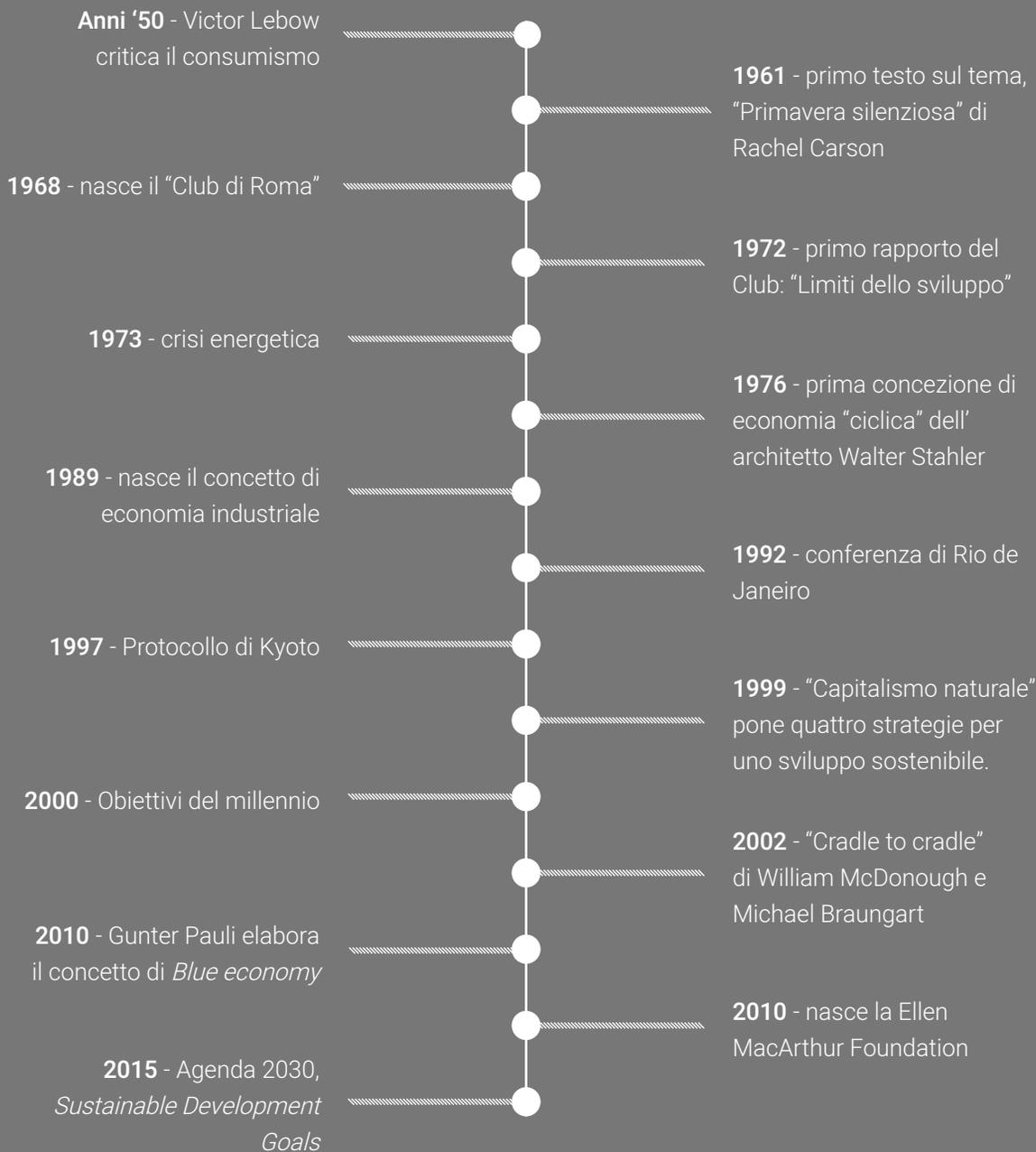


Fig. 5: il ciclo dell'economia circolare. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf

due tipi: quelli biologici, in grado di essere reintegrati nella biosfera, e quelli tecnici, destinati ad essere rivalorizzati senza entrare nella biosfera²⁴.

24. Citazione ripresa dal libro: Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l'economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente, pp. 27 . Maggiori informazioni: www.ellenmacarthurfoundation.org

PASSI DI SOSTENIBILITÀ



1.2.2 Verso il cerchio

Nonostante le teorie e gli studi redatti nel corso degli anni, l'economia globale è rimasta di tipo lineare e solo negli ultimi tempi ci si sta accorgendo della necessità di un cambiamento di rotta. Questo segnale è dato anche dal fatto che le imprese devono tenere sempre più in considerazione la scarsità delle materie prime. Ciò è ben esplicitato nel grafico della società di consulenza McKinsey (Fig. 6), dove si può notare un drastico aumento dei prezzi nel 2005, senza che ci fosse però un evento particolare (come precedentemente la prima guerra mondiale), questo vuol dire che qualcosa sta succedendo.

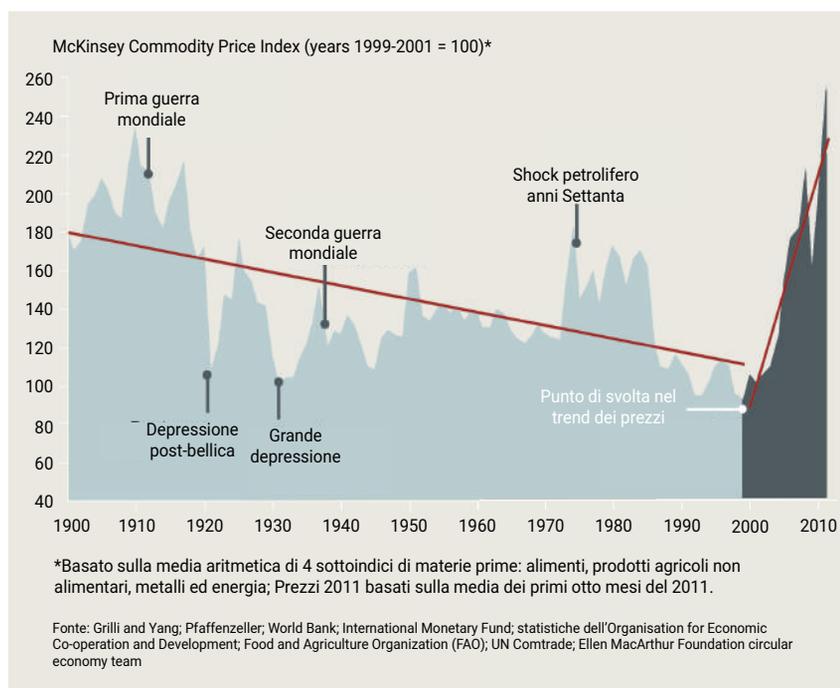


Fig. 6: indice McKinsey dei prezzi e delle commodities. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf

Ma come si potrebbe recuperare materia prima? Riprendendo il principio “nulla si crea, nulla si distrugge, tutto si trasforma”²⁵, il mercato deve comprendere che esiste un potenziale economico non sfruttato e non pienamente apprezzato: gli scarti, i rifiuti e il materiale inutilizzato. Riuscendo ad aprire gli occhi su questo, si potrebbe affermare che, in un mondo utopico, l’economia si potrebbe rigenerare da sola.

Da qui discendono i tre principi fondamentali dell’economia circolare, esplicitati nel libro di Emanuele Bompan con Ilaria N. Brambilla:

Primo: riscoprire i giacimenti di materia scartata come fonte di materia, limitando quanto possibile il *processamento*; raccolta dei rifiuti, riciclo, gestione degli output produttivi, ecc.

Secondo: intervenire sulla materia inutilizzata, sulla fine dello spreco d’uso del prodotto, prima ancora di essere scartato; magazzini colmi di macchinari in attesa di essere dismessi, scatoloni in cantina pieni di vestiti con scarso valore affettivo, oggetti comprati e usati una volta all’anno.

Terzo: fermare la morte prematura della materia. Questa è una denuncia all’obsolescenza programmata, è necessario prolungare la vita dei prodotti e permettere di sostituire le parti danneggiate prima di buttarli via. Sebbene riciclo e riuso siano strategie fondamentali di recupero della materia, spesso si condannano a morte - cioè alla dismissione - della materia perfettamente sana.²⁶

25. Antoine-Laurent de Lavoisier (1743-1794), chimico francese

26. Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l’economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente, pp. 71

Ogni parte della materia entra così in un ciclo chiuso, di continua rinascita e trasformazione. Come riporta sempre Bompan: “L’economia circolare è olistica, poiché considera *ogni* aspetto di *qualsiasi* processo produttivo. È una rivoluzione che potrebbe coinvolgere ogni aspetto della nostra vita, con lo scopo di riconfigurare il problema della scarsità della materia, [...] con effetti tangibili nella lotta per il cambiamento climatico e nella risoluzione delle crisi economiche”²⁷.

Questo modello si differenzia da tutti gli altri proposti precedentemente, dalla green economy, alla decrescita felice, alla bioeconomia. Infatti insieme ai concetti della riduzione delle emissioni, sobrietà dei costumi, fine dell’economia fossile, utilizzo delle risorse di scarto, inseriti nel pensiero ambientalista dai sopracitati modelli, l’economia circolare prende tutti questi elementi e, inseriti in un sistema “olistico”, li unisce a concetti di mercato, marxismo e impatto complessivo. Nel libro “Che cosa è l’economia circolare”, vengono delineati gli elementi base che costituiscono questo modello (Fig. 7). Nello schema a fianco, vengono raffigurati gli elementi che costituiscono il sistema:

La materia rinnovabile. L’insieme di tutte le componenti biologiche, chimiche e tecniche che vengono create e assemblate, rientrando nel ciclo continuo di rigenerazione.

Il pensiero sistemico. Analizzare tutte le componenti di uno scenario, in

27. Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l’economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente, pp. 74-75

modo da comprendere tutte le variabili che entrano in gioco in merito alla materia.

Azioni a cascata e cicli ristretti. Sfruttare materie già presenti, che possono essere lo scarto di altre industrie per creare produttività e valore.

Crossfertilizzazione. Riuscire, attraverso nuovi sistemi, a recuperare gli scarti tra i cicli di vari settori in modo da ottimizzare il recupero della materia.

Resilienza. Garantisce un pensiero flessibile che permette un'apertura mentale nell'accettare il passaggio ad un nuovo sviluppo sostenibile.

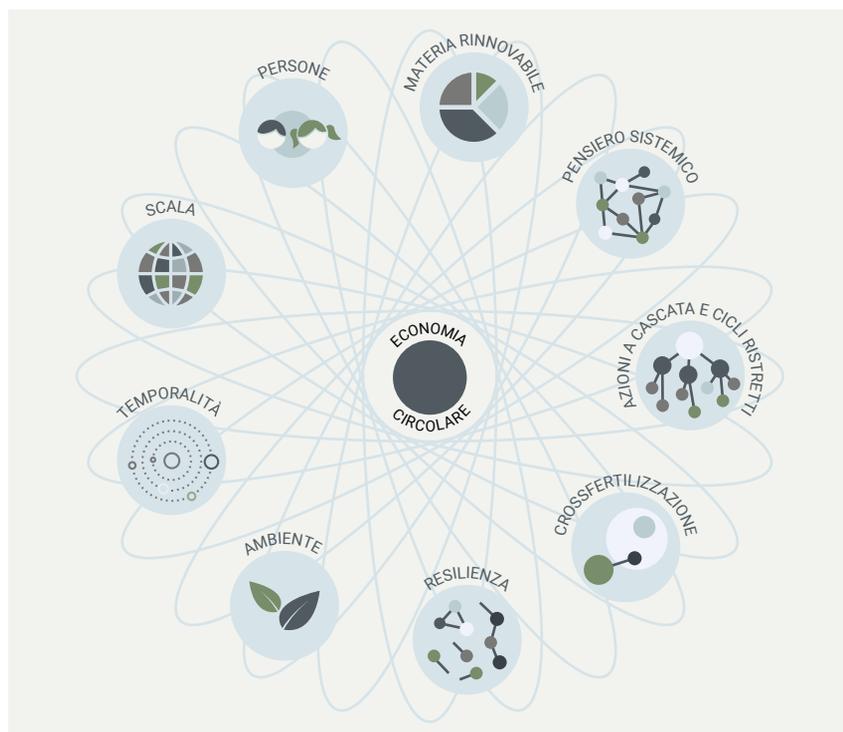


Fig. 7: le particelle dell'economia circolare. Rielaborazione grafica dell'autore da: Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l'economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente, pp. 87

Ambiente. Si deve agire garantendo stabilità, equilibrio e minimizzando gli impatti nei confronti della natura.

Temporalità. Questa va considerata sotto due aspetti principali: il primo, i piani nell'economia circolare sono fatti su medio-lungo termine, non ci sono risultati immediati; il secondo, aumentare la vita dei prodotti per garantirne un ciclo più lungo e risparmiare energia e risorse.

Scala. È necessario comprendere nel modo più completo la scala dell'approvvigionamento, in modo da ottimizzare la produzione.

Persone. I lavoratori devono essere propositivi, collaborativi, nei confronti delle aziende che cercheranno di impegnarsi sempre più dal punto di vista etico-sociale.

Presi in considerazione gli elementi base, è possibile identificare quattro modelli di business con cui si può lavorare nell'economia circolare. Servendoci sempre dello schema, presente nel libro di Bompan, sono definite le quattro strategie: il prodotto come servizio, la rigenerazione a catena²⁸, la *life extension*²⁹ e l'*upcycling*³⁰. Lo schema definisce in modo chiaro di cosa si tratta (Fig. 8).

28. Attraverso un controllo della filiera produttiva, è possibile intervenire su prodotti già esistenti, fuori uso o di scarsa qualità, grazie alla reingegnerizzazione e successiva rigenerazione. Riferimento da: Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l'economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente

29. Lo scopo finale è quello di allungare il ciclo di vita dei prodotti, attraverso sei principali strategie (illustrate nello schema). Riferimento da: Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l'economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente

30. I prodotti recuperati e riciclati assumono più valore dei precedenti, non meno, in questo modo sono valorizzati in ogni processo. Riferimento da: Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l'economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente

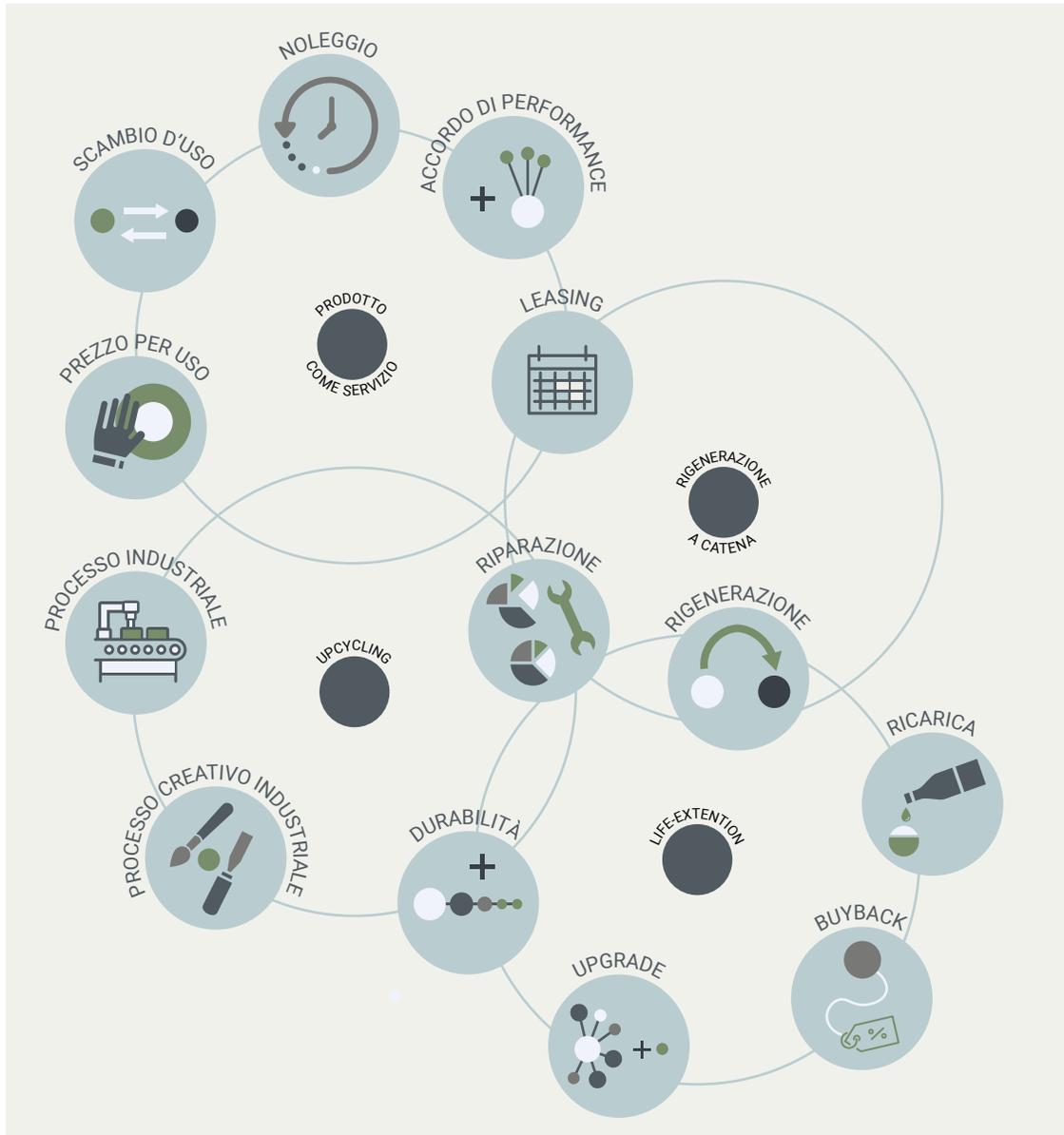


Fig. 8: i quattro modelli di business. Rielaborazione grafica dell'autore da: Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l'economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente, pp. 110

Nonostante ci si può considerare vicinissimi al punto critico, vicinissimi ad una caduta libera, è possibile affermare che qualcosa si stia muovendo. Segnali importanti, al di là dell'Accordo di Parigi³¹ del 2016, sono stati dati anche attraverso due importanti iniziative: i fondi stanziati dall'unione europea con il progetto *Horizon 2020*³² ed i *Sustainable Development Goals*³³ promossi dalle Nazioni Unite per il 2030. In un articolo pubblicato nell'inserito del Corriere della Sera³⁴ (Fig. 9), viene illustrato come i grandi colossi dell'economia odierna (Amazon, Apple, Google, Intel, ecc.) stiano

Fig. 9: gli investimenti nell'economia circolare. Rielaborazione grafica dell'autore da: Polizzi Daniela (2019). *Il "black out" dei big data*. Corriere Innovazione in Corriere della sera, 26 luglio, pp. 9



31. L'accordo di Parigi, a cui hanno aderito tutti i paesi dell'UE, è entrato in vigore il 4 novembre 2016. Questo è stato il risultato di una conferenza e di un anno di accordi, avvenuta nella capitale francese, tenutasi dal 30 novembre all'11 dicembre 2015. Il risultato è stato un piano d'azione per limitare il riscaldamento globale "ben al di sotto" dei 2°C.

Maggiori informazioni: www.consilium.europa.eu/it/policies/climate-change/international-agreements-climate-action/

32. Horizon2020 è un programma europeo che prevede l'investimento di quasi 80 miliardi di euro per la ricerca e l'innovazione, tra il 2014 ed il 2020.

virando verso l'economia circolare attraverso investimenti che sostengono questo nuovo modello economico.

Questo è certamente un segno importante e fa sperare in un progresso. In questo senso, anche la presente tesi vuole essere un contributo allo sviluppo sostenibile: creare le condizioni perché la nuova materia, riciclata o proveniente da fonti rinnovabili che ben si inseriscono nel ciclo di rigenerazione, venga "accettata e scelta" dal consumatore più scettico.

Il fine è quello di stimolare la crescita economica attraverso progetti sostenibili, innovativi ed inclusivi. Maggiori informazioni: www.ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/what-horizon-2020

33. Cfr. www.sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300

34. Polizzi Daniela (2019). *Il "black out" dei big data*. Corriere Innovazione in Corriere della sera, 26 luglio, pp. 9

1.3 I consumatori e le strategie del mercato

Come esposto nel paragrafo precedente, l'evoluzione da un modello di marketing tradizionale ad uno "green" oriented è ormai inevitabile. Secondo il rapporto GreenItaly 2011³⁵ di Symbola e Unioncamere, il 23,9% delle imprese italiane ha investito, o ha previsto di farlo, in tecnologie e prodotti green tra il 2008 ed il 2011. Prestando attenzione sia al panorama italiano che a quello internazionale, c'è una forte spinta verso la sostenibilità, dettata soprattutto dalla diffusione di un modello di consumatore più attento e consapevole. Come riporta Federico Rossi: "La sostenibilità non rappresenta per le aziende una moda o un trend passeggero ma una direttrice di sviluppo necessaria per rispondere a un consumatore sempre più attento e a un quadro normativo sempre più stringente"³⁶. Di conseguenza, le aziende non possono far altro che adeguarsi a questo cambiamento ponendosi sul mercato in un modo nuovo, consapevole del potere determinante del consumatore. Egli, infatti, riesce ad a raggiungere una più vasta informazione grazie alla diffusione popolare di Internet, oltre che ad essere sempre più consapevole grazie alle crescenti campagne di sensibilizzazione.

Tuttavia, non si è raggiunta ancora la totale trasparenza di informazione, perché molto spesso succede che, senza un pensiero sufficientemente critico, il consumatore rischi di cadere in tranelli. Capita spesso che le aziende dicano di essere sostenibili solo per il fatto di produrre energia con

35. Cfr. sito Unioncamere: www.unioncamere.gov.it/P42A872C189S123/-Green-Italy-2011--presentato-il-rapporto-di-Unioncamere-e-Symbola.htm

36. Rossi Federico (2017). *Marketing e comunicazione della sostenibilità*. In Fasan Marco, Bianchi Stefano. *L'azienda sostenibile - Trend, strumenti e case study*. Venezia: Edizioni Ca' Foscari, pp. 79-102

pannelli fotovoltaici o di impegnarsi a supportare associazioni umanitarie, confinando in questo modo la sostenibilità a concetti legati solo all'ambito ambientale, pubblicizzando per lo più il risparmio energetico, la gestione dei rifiuti, l'eco-compatibilità.

Questo genera una sottovalutazione del problema e non aiuta le aziende a perseguire quelle corrette pratiche in grado di trasformare dal profondo la propria identità. Le operazioni di marketing non definiscono l'essere o il non essere sostenibili, bisogna intraprendere un'azione dalle radici dell'azienda, altrimenti si potrebbe cadere nel *greenwashing*³⁷. Si devono coinvolgere tutti gli *stakeholders*³⁸, puntando ad un'ottica di sviluppo sostenibile economicamente, ambientalmente e socialmente. Il riferimento è quello teorizzato da Elkington³⁹, la *triple bottom line: Profit, Planet, People*. Risulta necessario quindi perseguire in modo continuativo la sostenibilità economica dell'azienda (*Profit*), senza la quale questa non potrebbe sopravvivere, ma anche rivedere i sistemi di produzione, rendendoli meno impattanti per l'eco-sistema, studiando nuove linee di prodotti rispettosi dell'ambiente, dando ampio spazio al riuso dei materiali, al risparmio energetico e di risorse, valorizzando il KM 0 (*Planet*) ed infine conseguire il benessere di tutti gli stakeholders (*People*). Le strategie che hanno più successo sono quelle che hanno piani a lungo termine ed analizzano tutti gli aspetti delle politiche aziendali.

37. I comportamenti o attività che fanno credere alle persone che un'azienda stia facendo di più per proteggere l'ambiente di quanto in realtà stia facendo. Cfr. www.dictionary.cambridge.org/it/dizionario/inglese/greenwashing

38. Una persona come un dipendente, un cliente o un cittadino che è coinvolto in un'organizzazione, società, ecc. e quindi ha responsabilità nei suoi confronti e interesse per il suo successo. Cfr. www.dictionary.cambridge.org/it/dizionario/inglese/stakeholder?q=stakeholders

39. Elkington John (1994). *Cannibals with Forks. The Triple Bottom Line of Twenty-First*

Dopo aver stabilito che questo è il percorso da intraprendere, il problema è come comunicare tutto ciò al consumatore. Sempre Rossi nel suo scritto riporta: “L’assunto del marketing sostenibile deve essere, appunto, sostenibile. Produrre riducendo gli impatti, distribuendo benessere sociale, migliorando le performance green dei prodotti senza intaccare le potenzialità di profitto deve rappresentare una direttrice reale, implementabile e in grado di mettere a sistema in modo sinergico tutti questi driver altrimenti il *green marketing* resterà un ossimoro”⁴⁰.

Prima di tutto la comunicazione sostenibile è diversa da quella tradizionale, crea cultura ed informazione. La coerenza e la chiarezza sono fondamentali: è necessario saper comunicare le scelte fatte senza tralasciare particolari importanti. Deve esserci un avvicinamento progressivo, dal momento che la svolta “green” non è immediata, ma è il risultato di un lungo processo di cambiamento. L’immagine del brand/ prodotto/evento deve essere coerente con le scelte sostenibili fatte e poi comunicate, i consumatori sono interlocutori con cui dialogare, non sono da convincere. È fondamentale la sinergia tra il prodotto, il processo, gli *stakeholders*, il mezzo di comunicazione e l’oggetto della comunicazione è fondamentale.

Nonostante questo sia ciò che viene consigliato alle aziende da economisti e ricercatori, ci sono ancora fenomeni di *greenwashing*, anche se sono

Century Business. Oxford: Capstone Publishing

40. Rossi Federico (2017). *Marketing e comunicazione della sostenibilità*. In Fasan Marco, Bianchi Stefano. *L’azienda sostenibile - Trend, strumenti e case study*. Venezia: Edizioni Ca’ Foscari, pp. 79-102

Fig. 10: distributori di prodotti al dettaglio, potrebbero aiutare a ridurre sensibilmente il consumo di packaging di ogni genere. Fonte: foto di Laura Mitulla su Unspalsh. www.unsplash.com/photos/AvLyTUGW9Ug



sempre più numerosi gli esempi positivi di aziende che lanciano prodotti “green” ampliando la loro offerta soltanto in seguito ad un avviato processo di cambiamento e relativa comunicazione di quanto si stia facendo.

Si porta ad esempio il caso di Barilla che nel 2009 ha costituito il *Barilla Center for Food and Nutrition*, un collegamento tra impresa, istituzioni e cittadini. Dallo stesso anno dal sito web è possibile consultare l'annuale Rapporto di Sostenibilità, dove vengono descritti gli *steps* fatti dal gruppo per uno sviluppo sostenibile. Barilla ha ideato per prima il concetto di Doppia Piramide Ambientale (Fig. 11), mettendo in relazione il cibo di cui ci nutriamo e l'ambiente in cui viviamo. Condividendo questi valori all'interno del gruppo, è riuscita con “MulinoBianco” a dare inizio a campagne mirate sui social-media, cercando di comunicare non solo la sostenibilità, ma anche i vantaggi di una buona alimentazione. La campagna ha sfruttato anche la potenzialità dei social media: i consumatori condividendo il gradimento dei prodotti hanno amplificato la campagna pubblicitaria aziendale. Il profilo Instagram “MulinoBianco” conta 159mila *followers*, con una media di *like* intorno ai 10000 a *post*⁴¹.

Un altro esempio potrebbe essere H&M con la sua campagna di raccolta di indumenti usati. Il *Garment Collecting Program*⁴² prevede che in ogni punto vendita della catena svedese, si possano raccogliere prodotti tessili usati, dalle lenzuola agli indumenti. Lo scopo è quello non solo

41. Fonte Instagram

42. Cfr. www2.hm.com/it_Lit/donna/acquista-per-stile/16r-garment-collecting.html



Barilla
Center
FOR FOOD
& NUTRITION

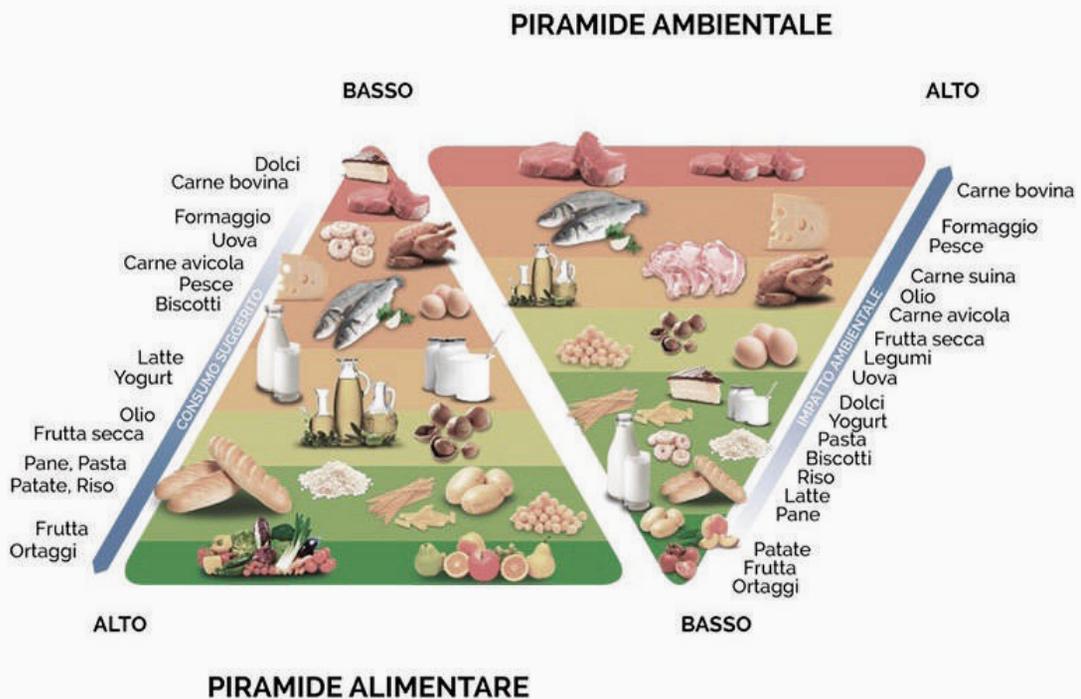


Fig. 11: la doppia piramide alimentare e ambientale mostra la relazione tra il valore nutrizionale e l'impatto ambientale . Fonte: www.barillacfn.com/it/divulgazione/doppia_piramide/

di sensibilizzare i consumatori, ma anche quello di offrire alla materia (prodotti raccolti) tre diverse possibilità per continuare la propria vita. I prodotti consegnati, infatti, potranno essere reindossati come abiti di seconda mano, oppure riutilizzati per realizzare altri prodotti come per esempio la linea *Conscious* o stracci e infine, riciclati, diventando fibre tessili nella manifattura di altri prodotti, come materiali assorbenti o isolanti per l'industria automobilistica.

Questi sono due casi in cui l'economia circolare è entrata a far parte della politica aziendale. Le aziende in questione, dopo aver deciso di attuare un'inversione di rotta, hanno attuato un cambiamento graduale che permettesse al consumatore di abituarsi e di creare con esso un rapporto di fiducia e collaborazione. Il consumatore diventa parte attiva delle scelte aziendali.



Fig. 12: linea Conscious Exclusive di H&M. Fonte: www2.hm.com

1.4 Le prospettive del design

Il design deve diventare il cuore del nuovo modello di sviluppo sostenibile, consapevole e attento ai cicli biologici e tecnologici. Al designer di oggi, viene affidato il compito di una progettazione scrupolosa che, attraverso le analisi preliminari, riesce ad ottimizzare i processi e tramite la creatività riesce a trovare soluzioni e nuovi sviluppi. La forma, insieme alla materia e all'ingegnerizzazione del prodotto, devono garantire prodotti di qualità, per la maggior parte disassemblabili, con un ciclo di vita che garantisca un standard qualitativo buono per un lasso di tempo più che accettabile. Il progettista, tramite la tecnologia, deve sfruttare al meglio le risorse, indirizzando gli studi verso progetti realizzabili ed effettivamente convenienti, per essere inseriti all'interno del ciclo di materia che continua a rigenerarsi e rinasce creando benefici anche alla fine della sua prima vita.

Il ruolo del designer è anche quello di aiutare le persone a comprendere che siamo parte di un sistema complesso, che non siamo in grado controllare, dal quale possiamo imparare, ma anche proteggere ed arricchire.

La natura è da sempre la migliore designer, al suo modello i progettisti devono aspirare, cioè a creare senza urtare gli equilibri e le connessioni esistenti sia tra gli organismi sia con l'ambiente. La mostra Broken Nature è un buon esempio di casi studio in cui questo tipo di progettazione, attenta al bisogno del nostro pianeta, sta ottenendo buoni risultati in vari campi. Gli ambiti esposti sono svariati ed affrontano le tematiche con

approcci diversi, più o meno scontati, riciclando, riutilizzando, riparando, riconvertendo, eliminando o riducendo i consumi, potenziando in modo strategico, ottimizzando l'ambiente, risparmiando energia, progettando attraverso l'energia o cercando nuove fonti rinnovabili, prendendo in considerazione l'intero ciclo energetico, riducendo l'inquinamento, monitorando i rifiuti, creando edifici che crescono con la natura, utilizzando metodi di auto-assemblamento e molto altro ancora.

Questa mostra è un importante punto di svolta per creare cultura e conoscenza, perché deve esserci la consapevolezza che parole, molto usate in questo clima di emergenza, come "green", "sostenibile", "etico", "organico", ecc., non sempre sono compresi nel loro reale significato. Riuscire a raggiungere il numero più ampio di persone per renderle partecipi di questa nuova prospettiva di sviluppo e di utilizzo responsabile delle risorse porterà a stabilire nuove priorità di intervento sulla natura e permetterà un cambiamento più armonioso e soprattutto condiviso.

In questa prospettiva, i designer diventano così guide per una società che, propensa al cambiamento, riuscirà a superare il momento in cui l'umanità ha raggiunto il giro di boa e, come ha messo a rischio la propria sopravvivenza, così riuscirà ad aggiustare la rotta e dare al nostro pianeta una possibilità di vita, si spera.





CAPITOLO 2

LA SVOLTA SOSTENIBILE

2.1 La materia circolare L'uomo primitivo era del tutto integrato con l'ambiente che lo circondava, il suo impatto era minimo e il suo stile di vita circolare.

Anche nelle prime civiltà ci sono diversi esempi di opere ingegneristiche che cercavano di sfruttare al meglio la natura a favore dell'uomo. I primi interventi "sostenibili" erano legati soprattutto all'utilizzo dei corsi d'acqua per l'agricoltura. In Sri Lanka, per esempio, dal 1153 al 1186 il sovrano *Parakramabahu* nel corso della sua vita fece costruire o ripristinare 65 dighe, 3910 canali, 163 grandi bacini e 2376 vasche minori.

Significativo è anche il caso dei *subak* (Fig. 14) balinesi, esistenti da centinaia di anni, permettono di coltivare il riso attraverso dei terrazzamenti idrici, in un territorio povero di acqua ed in continuo rischio di diffusione di malattie e parassiti. Questo è possibile grazie alla collaborazione tra tutti i contadini che, sfruttando una fonte idrica nel punto più alto del terrazzamento, riescono a distribuire l'acqua su di una vasta area.

La rivoluzione industriale e le guerre mondiali, tuttavia, hanno portato ad un rapido innalzamento della produzione e di conseguenza una maggiore richiesta di energia e un aumento dell'inquinamento generale.

Anche i *subak* ne hanno pagato le conseguenze: il sistema armonico e

Fig. 13: installazione nell'Università degli Studi di Milano in occasione del Fuori Salone 2019. "Help the Planet, Help the Humans" è un grido d'aiuto per denunciare la presenza di plastica negli oceani dell'artista Maria Cristina Finucci. Fonte: immagine dell'autore.

ben organizzato, è stato soppiantato, a partire dagli anni '70, a causa della richiesta di una maggiore produttività del suolo ottenuta attraverso l'uso di pesticidi. Fortunatamente, dopo una quasi totale compromissione, il sistema è stato ripristinato ed il *subak* è stato accreditato dall'UNESCO come "paesaggio culturale" di valore mondiale.⁴³

La diffusione del pensiero ecologista degli anni '70-'80, consapevole di quello che stava accadendo a livello climatico e globale, porta alla realizzazione dei primi interventi "volontariamente" sostenibili dall'inizio della rivoluzione industriale.

Si inizia ad agire principalmente su larga scala (progettazione urbana e architettura), con progetti che prevedevano la riqualificazione di edifici per lo più rurali, cercando di integrarli al meglio nel territorio.

Già negli anni '60 c'erano professionisti che manifestavano l'esigenza di costruire edifici che sfruttassero al meglio l'energia gratuita del sole, ma solo negli anni '70 con la crisi petrolifera si prese coscienza della limitatezza delle risorse naturali. Questo spinse gli architetti ad adottare soluzioni che rendessero le case sempre più autonome energeticamente, anche grazie ad una progettazione attenta ai materiali utilizzati⁴⁴.

L'*atelier* di Michel Gerber e Philippe Pous, ha recuperato all'inizio degli anni '80 un podere, riprogettandolo secondo i principi di captazione dell'energia solare. Attraverso lo sfruttamento delle capacità di accumulo termico

43. Thackara John (2017). *Progettare oggi il mondo di domani*. Milano: Postmedia

44. Gauzin-Müller Dominique (2006). *Case ecologiche: i principi, le tendenze, gli esempi*. Milano: Edizioni ambiente, pp. 8

Fig. 14: *Subak* balinesi per la coltivazione del riso. Fonte: foto di Radoslav Bali su Unsplash. www.unsplash.com/photos/jN9JnZ-SyVc



delle murature in pietra, è stata costruita una veranda solare a sud, che avendo poche aperture funzionava da accumulatore. L'aria veniva poi fatta circolare in maniera naturale e, solo in parte, attraverso ventilatori all'interno della casa. Tramite questo meccanismo e l'irraggiamento naturale, all'interno dell'abitazione è stato assicurato il comfort termico.

Questo filone in architettura è stato seguito successivamente da diversi architetti con progetti significativi, come la casa *Heliotrop* di Rolf Disch a Friburgo, *Licée Polyvalent* di Norman Foster & Partners a Fréjus, l'ostello per la Gioventù di Thomas Herzog a Windberg.

Sulla "piccola scala", nei prodotti di massa e nei relativi materiali, si è intervenuto anni più tardi, quando questa scia di "ecologismo" ha fatto prendere coscienza di ciò che sta per accadere ed ha portato alla nascita di certificazioni di sostenibilità. I primi passi, in Italia, sono stati mossi sempre in architettura con l'istituzione nel 1989 dell'ANAB (Associazione Nazionale Architettura Bioecologica): la spinta è stata data da un gruppo di architetti sensibili alla questione ambientale e consapevoli della progressiva devastazione del territorio causata dalla pericolosità dei materiali edili e delle tecniche costruttive utilizzate in edilizia.

Successivamente nei primi anni '90 furono istituite due importanti certificazioni a livello europeo, che miravano a sensibilizzare non solo i produttori, ma anche i consumatori: EU Ecolabel⁴⁵ e l'EMAS⁴⁶. L'EU

45. "Ecolabel UE è stato istituito nel 1992 dal Regolamento n. 880/92 ed è oggi disciplinato dal Regolamento (CE) n. 66/2010 in vigore nei 28 Paesi dell'Unione Europea e nei Paesi appartenenti allo Spazio Economico Europeo – SEE (Norvegia, Islanda, Liechtenstein)." Riferimento da ISPRA: www.isprambiente.gov.it/it/certificazioni/ecolabel-ue

46. "Il primo Regolamento EMAS [Eco-Management and Audit Scheme] n. 1836 è stato emanato nel 1993 e nel 2001 è stato sostituito dal Regolamento n. 761 che, a sua volta sottoposto a revisione, è stato sostituito nel 2009 dal nuovo Regolamento n. 1221." Riferimento da ISPRA: www.isprambiente.gov.it/it/certificazioni/emas

Ecolabel, istituito nel 1992, è un contrassegno di eccellenza conferita a prodotti e servizi che rispettando gli alti standard a livello di performance e garantiscono un basso impatto ambientale durante l'intero ciclo di vita. L'anno successivo, nel 1993, nasce l'EMAS, il Sistema comunitario di ecogestione e audit (*Eco-Management and Audit Scheme*): un sistema a cui possono far parte le imprese e le organizzazioni europee che desiderano migliorare la propria efficienza ambientale.

Nello stesso anno, fu istituita anche la certificazione FSC (*Forest Stewardship Council*) che garantisce la provenienza del legno da foreste gestite in maniera responsabile. Sulla scia di questa certificazione, nel 1999, è nata anche la PEFC (*Programme for Endorsement of Forest Certification Scheme*): un sistema che verifica che la gestione boschiva rispetti i requisiti di "sostenibilità" da essa stabiliti.

Uno dei primi settori ad investire sulla ricerca e sperimentazione di materiali sostenibili è stato l'*automotive*, per il fatto che gli ingenti finanziamenti e investimenti in questo campo permettono di sperimentare con un ampio budget. I primi materiali compositi che avevano uno sguardo sull'aspetto green per l'*automotive* sono stati realizzati da Mercedes-Benz, nel 1996. La casa automobilistica ha usato per prima una fibra naturale, la iuta immersa in una resina epossidica, come rinforzo del pannello dello sportello della modello "Classe E"⁴⁷ (Fig. 15). Nel 2000 Audi, sempre per

47. Koronis Georgios, Silva Arlindo, Fontul Mihail (2013). *Green composites: A review of adequate materials for automotive applications*. Composites: Part B, 44, pp. 120–127



Fig. 15: la mercedes Classe E del 1996, una delle prime con parti in compositi con fibre naturali. Fonte: www.globalhemp.com/2011/02/automotive-composites.html



Fig. 16: compositi con fibre di cotone, canapa e iuta. Fonte: www.archive.fabacademy.org/archives/2017/woma/students/238assignment14.html

lo stesso componente, ha utilizzato il polietilene rinforzato con un misto di fibre di lino e sisal⁴⁸. La prima azienda ad utilizzare un materiale 100% proveniente da fonti naturali è stata Toyota che nel 2003, con il modello "RAUM" (Fig. 17-18), ha costruito la copertura della ruota di scorta con una matrice di PLA⁴⁹ da canna da zucchero e patate dolci rinforzata con fibre di kenaf⁵⁰.

Esempi successivi, sempre per applicazioni nella parte interna della macchina, sono: componenti in fibre di bambù e polibutilene succinato (PBS⁵¹) a base vegetale e tappetini in PLA e fibre di nylon (Mitsubishi motors'); schiuma a base di soia (Fig. 19) per i sedili (Toyota; Ford); paglia proveniente dal grano come rinforzo (Ford).

L'applicazione di compositi naturali nella parte esterna del veicolo è molto complessa dal momento che è esposta ad agenti atmosferici, umidità e scheggiature⁵². Il primo composito con elementi naturali è apparso nel 2000, lanciato da Mercedes-Benz con "Travego". Questo modello era

48. Nome comune di *Agave sisalana* e, soprattutto, delle fibre che si ricavano dalle sue foglie. Ogni foglia contiene circa 1000-1200 fibre, di colore più o meno bianco, piuttosto grossolane, lunghe l'intera lunghezza della foglia (fino a 1-2 m) e molto resistenti. Maggiori informazioni: www.treccani.it/enciclopedia/sisal/

49. Il PLA è una bioplastica biodegradabile trasparente prodotta da amidi che possono avere diversa origine o dalla fermentazione della biomassa. Assomiglia alla plastica tradizionale nelle relative caratteristiche, può anche essere processato facilmente sulle apparecchiature standard già predisposte per la plastica più comune.

50. "Nome con il quale, in molti paesi, viene indicata una varietà di canapa, lo *Hibiscus cannabinus*, largamente coltivata per ricavarne fibre: cresce in molte zone specie di Cina, ex URSS, Thailandia, India, Indonesia, e in Africa (Nigeria, Natal, Egitto, ecc.). La pianta, annuale, si presenta con uno stelo sottile, alto anche 2÷3 metri." Riferimento da Enciclopedia Treccani: www.treccani.it/enciclopedia/kenaf_%28Enciclopedia-Italiana%29/

51. Il polibutilene succinato è un biopolimero ottenuto attraverso la fermentazione batterica. Il nuovo materiale, che ha origine 100% da materie rinnovabili, presenta notevoli proprietà meccaniche, termomeccaniche e di permeabilità. Nel gennaio 2012, 18 aziende europee



Fig. 17: Toyota Raum 2003. Fonte: www.favcars.com/photos-toyota-raum-ncz20-2003-06-120597.htm



Fig. 18: l'interno della Toyota Raum 2003. Fonte: www.zimcart.com/vehicules/cars/2003toyotaraumbeigei
3821



Fig. 19: schiuma a base di soia. Fonte: google images



Fig. 20: composito rinforzato con fibre di canapa. Fonte: www.hashmuseum.com/nl/de-plant/industrial-hemp/hemp-based-plastic

equipaggiato con un motore con poliestere rinforzato con fibre di lino. Nel 2004, Daimler Chrysler AG ha iniziato ad utilizzare un materiale, costituito da polipropilene e fibre di abaca⁵³ (Fig. 20) per un copri ruota di scorta di alcuni veicoli della Mercedes-Benz, precedentemente costituito da fibra di vetro.

Questi primi utilizzi di compositi con elementi naturali per componenti esterni standard in un veicolo, rappresentano una pietra miliare nell'applicazione di fibre naturali.

Ovviamente la sperimentazione di materiali naturali, dai compositi, alle bioplastiche è necessaria e fondamentale per comprendere le *performance* meccaniche e valutare se una completa sostituzione sia possibile, ma questa questione verrà affrontata più avanti.

I successivi passaggi nella realizzazione di materiali sostenibili sono stati fatti da designer ed aziende che, sperimentando con materiali naturali o provenienti da scarti di lavorazione, hanno cercato di recuperare il più possibile, in un'ottica di economia circolare. Esempi di designer che si sono serviti di materiali DIY e aziende di nuovi materiali, come Ecovative e Orange Fiber, sono esposti nel capitolo successivo.

Progressivamente alcuni progetti stanno entrando nel mercato, non passando inosservati come nei casi precedenti dell'automotive, ma puntando sulla sostenibilità proprio come strategia di vendita.

hanno aderito al progetto SUCCIPACK ("Development of active, intelligent and sustainable food PACKaging using PolybutyleneSUCCInate"), finanziato dall'UE, per creare materiali innovativi. Maggiori informazioni: www.succinity.com/images/succinity_broschure.pdf

52. Koronis Georgios, Silva Arlindo, Fontul Mihail (2013). *Green composites: A review of adequate materials for automotive applications*. Composites: Part B, 44, pp. 120–127

53. "Fibra tessile, nota anche con il nome di canapa di Manila, ricavata dai piccioli delle foglie di una pianta tropicale, *Musa textilis*; molto resistente, poco ritirabile con l'umidità, si usa per gomene da marina, reti da pesca e tessuti." Riferimento da Enciclopedia Treccani: www.treccani.it/vocabolario/abaca/

2.2 Il consumatore sostenibile

2.2.1 La genesi del consumatore

Per comprendere appieno il comportamento del consumatore contemporaneo è necessario volgere lo sguardo indietro nel tempo, per analizzarne l'evoluzione del suo ruolo.

Brand & Rocchi osservarono, nel documento del 2011 "Rethinking Value in a Changing Landscape"⁵⁴, come nel corso degli anni i cambiamenti sociali avessero influenzato i valori e la percezione della realtà delle persone. Questi presero come riferimento la divisione proposta da Alvin Toffler⁵⁵, nella quale "onde" di cambiamento spingevano la società da una cultura all'altra: età dell'agricoltura, industriale e dell'informazione. Proprio le ultime due sono state prese come riferimento e divise a loro volta per individuare 4 paradigmi principali: *Industrial economy, Experience economy, Knowledge economy, Transformation economy*⁵⁶, (Tab. 1).

All'interno di ciascun paradigma cambiano i ruoli e i valori dei designer, del brand e del consumatore. Nel primo paradigma, iniziato nel secondo dopoguerra, le economie avanzano ad un ritmo sempre più sostenuto, la massificazione e la standardizzazione con lo sviluppo di nuove tecnologie fan sì che la vita migliori radicalmente. Il profitto viene incrementato o attraverso l'aumento della produzione e la riduzione dei costi oppure, con un continuo miglioramento dei prodotti a sostegno del consumo di massa. Il design era una vera e propria disciplina che scientificamente misurava e progettava la realtà, dove il consumatore, vittima della pubblicità,

54. Brand R., & Rocchi (2011). *Rethinking value in a changing landscape: A model for strategic reflection and business transformation*. Eindhoven, the Netherlands: Philips Design

55. Toffler Alvin (1980). *The third wave*. New York: Bantam Books

56. I quattro paradigmi in italiano sono: l'Economia industriale, l'Economia dell'esperienza, l'Economia della conoscenza, l'Economia della trasformazione. La loro descrizione completa si trova nell'articolo: Gardien Paul, Djajadiningrat Tom, Hummels Caroline, Brombacher Aarnout (2014). *Changing your hammer: The implications of paradigmatic innovation for design practice*. International Journal of Design, 8(2), pp. 119-139

Industrial economy

Valore	Orgoglio di proprietà (materie prime)
Beneficio dell'utente finale	Vantaggi funzionali
Causa del declino	Cercificazione, concorrenza economica, dissolvenza dei margini
Obiettivo di ricerca sulle persone	Adattare il prodotto al corpo e alla mente
Metodo di ricerca sulle persone	Fattori umani, ergonomia, antropometria
Estetica	Funzionale, razionale, universale, semplice, pura, oggettiva e assolutista
Integrazione innovativa	Processo di <i>problem-solving</i> razionale
Brand	Comunicano i benefici funzionali

Tab. 1:
 i quattro paradigmi con
 le loro caratteristiche.
 Rielaborazione grafica
 dell'autore da:
 Gardien Paul, Djajadiningrat
 Tom, Hummels Caroline,
 Brombacher Aarnout (2014).
*Changing your hammer: The
 implications of paradigmatic
 innovation for design
 practice.* International Journal
 of Design, 8(2), pp. 119-139

Esperienze targhettizzate (brand)	Potenziare la creatività (piattaforme, <i>open tools</i>)	Scambio di valori etici (piattaforme, <i>open tools</i>)
Attenzione per le emozioni, i bisogni degli individui	Senso d'identità, auto-attualizzazione	Attenzione per i problemi globali e sociali, etici
Le aziende combattono per ottenere l'attenzione del consumatore in un ambiente affollato, le aziende si orientano verso segmenti di mercato piuttosto che sugli individui	Autoindulgenza, individualismo dilagante, diffidenza nei confronti del marchio, reti globali causano una rapida diffusione di pratiche non etiche	Possibile causa: condivisione non equilibrata del valore tra gli <i>stakeholders</i>
Adattare il prodotto a segmenti di mercato, stili di vita e sottoculture	Adattare il prodotto al bisogno individuale di auto-realizzazione	Adattare il prodotto non solo all'individuo ma anche alla società e al pianeta
Psicologia del consumatore, etnografia, test di confronto dei consumatori	Conoscenze generate dagli utenti, conoscenze specialistiche e modelli scientifici, monitoraggio del comportamento	Empatia, sperimentazioni sul campo e raccolta di dati attraverso <i>living lab</i>
Diversa, eclettica, complessa, ornamentale, giustapposta, soggettiva e guidata dal marketing	Generata dall'utente, algoritmica, generativa, estetica dell'interazione più importante di quella dell'apparenza	Esecuzioni locali basate su piattaforme parametriche
Segmentazione del mercato, <i>personas</i> , contesto, flusso delle esperienze	Co-creazione rapida, innovazione aperta, esperienza di prototipazione	Piattaforme parametriche, <i>story telling</i> visivo/tangibile, sostenibilità <i>Cradle2cradle</i>
Comunicano i benefici emozionali	I marchi aziendali passano in secondo piano, gli utenti diventano i propri marchi	Comunicano con trasparenza, instillando fiducia

partecipava passivamente ad incrementare il consumismo.

Nel secondo paradigma, *Experience economy*, il consumatore, dopo esser riuscito a raggiungere un alto livello di comfort, inizia ad esprimere se stesso tramite la ricerca del proprio *brand*. Questi sono gli anni '60, dove si inizia a mettere in discussione tutto quello che è sempre stato "tradizione". Non si persegue più l'efficienza, ma il lusso e il comfort, la possibilità di esprimere se stessi grazie ad una maggiore targetizzazione del mercato. Il design diventa olistico, non comprende solo il prodotto fisico, ma anche l'esperienza di acquisto e la sua comunicazione. Il consumatore, sempre più consapevole, ha più scelta potendo influenzare il lavoro del designer con i propri bisogni e desideri.

Il terzo paradigma si apre con una sofferenza per le aziende nel mantenere l'attrattività del *brand*. Con l'avvento del *Web* e delle *social communities*⁵⁷, gli individui possono dare forma con più libertà alla propria vita, rafforzando il proprio senso di identità attraverso scelte che non sono più dettate dal brand. Nella *Knowledge economy* la parola chiave è proprio la conoscenza, non solo del progettista, ma anche degli esperti e dei consumatori. Gli utenti infatti contribuiscono attraverso lo scambio di opinioni ed il dialogo con l'azienda a dare un *feedback* ed a comunicare le loro esigenze. Gli esperti (sociologi, ingegneri, psicologi, informatici, ecc.), subentrano fin dalla fase di progettazione, dal momento che le sfide da affrontare

57. Le *social communities* sono gruppi di persone che instaurano, principalmente attraverso delle piattaforme virtuali, una relazione sulla base di un tema ben riconoscibile, principale attrattore di nuovi adepti. A differenza del *social network*, dove i legami *online* nascono da conoscenze preesistenti, nella *social communities* le persone nella maggior parte dei casi non si conoscono. Inoltre hanno regole "di appartenenza" diverse: tendono a essere chiuse e non aperte a nuove amicizie, l'amicizia può essere un valore aggiunto ulteriore, ma non è il motore primario. Maggiori informazioni: www.treccani.it/enciclopedia/social-network_%28Enciclopedia-Italiana%29/

sono sempre più complesse e vanno oltre le competenze tradizionali del designer. Proprio quest'ultimo diventa colui che orchestra il processo di ideazione, prototipazione e produzione, bilanciando i contributi dei consumatori, degli esperti e dei *feedback* che provengono dai prototipi e dalle ricerche delle esperienze d'uso.

Infine, il quarto paradigma si apre in tempi più recenti con la crescita graduale del malcontento legato alle questioni ambientali e alla sostenibilità anche dal punto di vista etico. C'è una crescente attenzione alle politiche aziendali dei diversi *brand* e, da parte del consumatore più attento, una ricerca della "verità". Tuttavia questo non sempre accade, c'è ancora chi viene ingannato e si nasconde dietro luoghi comuni. La sostenibilità ed il benessere richiedono un cambiamento non solo ad un livello individuale, ma anche a livello sociale: è necessario che l'interesse collettivo sia bilanciato con quello individuale. In un mondo ideale, anche se può sembrare bizzarro, le soluzioni per risolvere un problema globale diventano locali e puntuali ed in questo tutti sono *stakeholders*, dai progettisti ai consumatori. I progetti sono studiati in modo da potersi adattare il più possibile alla necessità specifica, per essere più efficienti con "meno". In tutto ciò il designer è parte del gruppo degli *stakeholders* che lavorano insieme rendendo la trasformazione possibile attraverso la ricerca e la co-creazione per il bene comune.



ORGANIC

FRESH
CHERRY
TOMATOES

\$4.00
BOX

2.2.2
Il consumatore
medio e l'offerta
sostenibile

Come esposto precedentemente le aziende affrontano la sfida per ampliare il proprio mercato migliorando l'aspetto sostenibile.

Generalmente iniziano così ad affrontare il problema sostituendo, per esempio, materiali fossili con materiali *bio-based*⁵⁸, cercando di comunicare il cambiamento attraverso l'aspetto esteriore più "green", con colori che ricordano la terra. Molti designer e progettisti ammettono di avere difficoltà a trovare una giusta strategia per soddisfare le aspettative dei consumatori, non avendo ben chiaro come si evolve la propensione dei clienti verso la sostenibilità.

Nell'articolo di M. Petersen e S. Brockhaus⁵⁹ viene esposto uno studio che ha confrontato la percezione di due tipologie di cuffie per la musica e di due modelli diversi di sacchi della spazzatura (Fig. 22). Dai risultati emerge come un'aspetto "green" possa influenzare sia la percezione materica che quella del design dei prodotti facendola percepire come sostenibile dal punto di vista ambientale. Il consumatore viene attratto non solo dal colore, ma anche da texture superficiali e da segnali che indicano la natura del materiale utilizzato. Successivamente, quando il consumatore viene a conoscenza del materiale impiegato nel prodotto in oggetto, la sua scelta è definitivamente indirizzata verso l'alternativa sostenibile, dal momento che si crea una sensazione di colpa nel scegliere l'alternativa fossile.

Tuttavia, per alcune categorie di prodotti, fin dalla prima impressione,

Fig. 21: esempio di come la sostenibilità e l'essere biologico attraggono il consumatore verso prodotti "di migliore qualità". Fonte: foto di Anne Preble su Unsplash. www.unsplash.com/photos/SAPvKo12dQE

58. "bio-based, ovvero quei materiali di origine vegetale o comunque biologica, costituiti quindi, in tutto o in parte, da componenti organiche che, come tali, vanno considerate rinnovabili in quanto sono producibili secondo le modalità e i ritmi della vita biologica." Tratto da Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente, pp. 18

59. Petersen Moritz, Brockhaus Sebastian (2017). *Dancing in the dark: Challenges for product developers to improve and communicate product sustainability*. Journal of Cleaner Production, 161, pp. 345-354

l'alternativa sostenibile risulta essere percepita come quella più scarsa a livello di performance.

Tale situazione che si è verificata per le cuffie della musica ed è stata riscontrata anche in un altro studio, condotto comparando due paia di scarpe e due telefoni cellulari⁶⁰ (Fig. 23).

Nel primo esperimento vengono analizzate le scelte dei consumatori in merito a due tipi di scarpe: una con alte *performance* e medio livello di sostenibilità, l'altra con alto livello di sostenibilità e medie *performance*. I consumatori hanno preferito la *performance* alla sostenibilità. Solo dopo aver fatto leva sul loro senso di colpa verso l'ambiente, alcuni probabilmente più sensibili, hanno optato per la scarpa sostenibile.

Il secondo esperimento, analizzando due modelli di cellulari diversi, dimostra ancora una volta come venga preferita la migliore *performance* rispetto al più alto livello di sostenibilità e di come le scelte a favore dell'ambiente siano dettate dalla sensibilità personale.

I beni di consumo più diffusi possono essere sostenibili in diversi modi: con ingredienti biologici naturali, con prodotti coltivati localmente, ecc. Le etichette giocano un ruolo importante nel sistema del *marketing*, dal momento che sono la finestra più significativa di comunicazione tra il produttore e il consumatore.

Non sempre la sostenibilità porta con sé il significato di una maggiore

60. Luchs Michael G., Brower Jacob, Chitturi Ravindra (2012). *Product Choice and the Importance of Aesthetic Design Given the Emotion-laden Trade-off between Sustainability and Functional Performance*. J. Prod. Innov. Manag., 29 (6), pp. 903–916



Fig. 22: cuffie audio e sacchi della spazzatura presi in esame. Fonte: Petersen Moritz, Brockhaus Sebastian (2017). *Dancing in the dark: Challenges for product developers to improve and communicate product sustainability*. Journal of Cleaner Production, 161, pp. 345-354

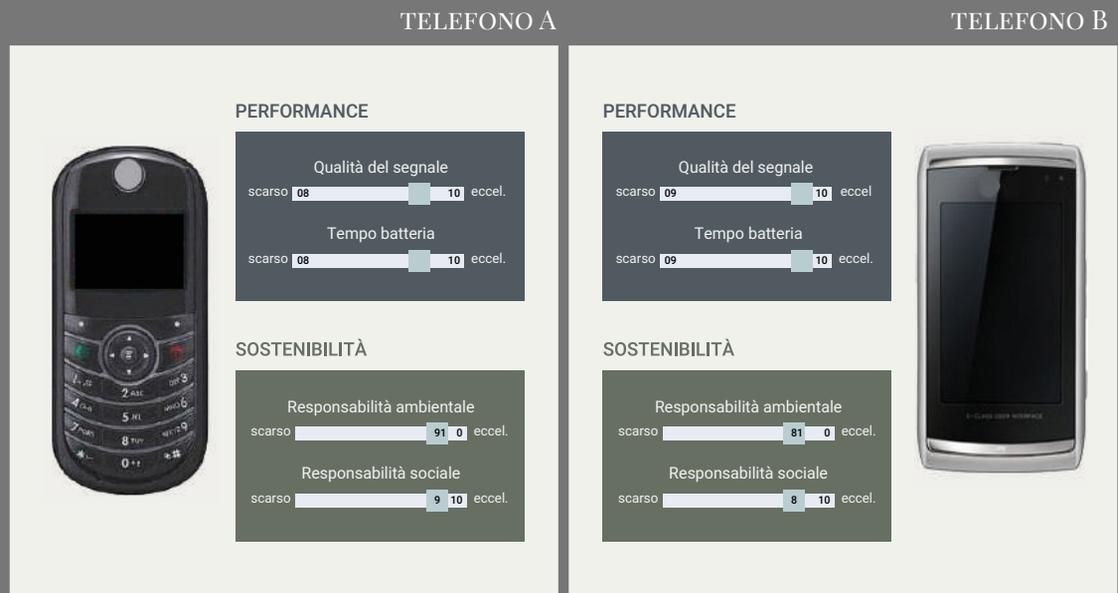


Fig. 23: i due telefoni cellulari considerati nello studio percettivo con i relativi "punteggi". Rielaborazione grafica dell'autore da: Luchs Michael G., Brower Jacob, Chitturi Ravindra (2012). *Product Choice and the Importance of Aesthetic Design Given the Emotion-laden Trade-off between Sustainability and Functional Performance*. J. Prod. Innov. Manag., 29 (6), pp. 903-916

qualità, nei prodotti di pulizia per la casa, per esempio, questa viene visto come segno di minore efficienza.

Tutto ciò non accade, invece, nell'ambito del *food packaging*, dove la sostenibilità è un fattore importante che comunica naturalezza e quindi qualità maggiore. Questa comunicazione avviene tramite la grafica o attraverso il *packaging* stesso. Nel cibo, a volte, si hanno effetti contrastanti, soprattutto nei prodotti considerati "viziosi"⁶¹: la sostenibilità riduce la percezione del godimento e del piacere suscitati.

Tuttavia, nella maggior parte degli studi, la sostenibilità nell'ambito del cibo porta alla percezione di una qualità migliore. Nello studio condotto da L. Magnier, J. Schoormans e R. Mugge⁶² sono stati effettuati due esperimenti: il primo con confezioni di uvetta e cioccolato, il secondo con confezioni di caffè (Fig. 25-26). È stato dimostrato come la sostenibilità del *packaging* influenzi positivamente la qualità percepita nelle due diverse categorie di cioccolato e uvetta. Infatti, nonostante il cioccolato sia un alimento "vizioso", è stato considerato comunque più naturale e preferibile quello con un *packaging* sostenibile.

Per quanto riguarda le confezioni di caffè sono state utilizzate: una miscela convenzionale ed una biologica, ciascuna con due versioni di *packaging*: una di tipo convenzionale e una di studiata sostenibilità. Nel caso della miscela convenzionale si è osservato che il *packaging* sostenibile ha

61. Prodotti alimentari considerati legati principalmente alla golosità e non con accezione di sano o naturale, cfr. Magnier Lise, Schoormans Jan, Mugge Ruth (2016). *Judging a product by its cover: Packaging sustainability and perceptions of quality in food products*. *Food Quality and Preference*, 53, pp. 132–142

62. Cfr. nota 61



Fig. 24: esempio di packaging sostenibile nel mondo dell'elettronica. Fonte: www.designspiration.com/save/14560527932599/



Fig. 25: confezioni di uvetta e cioccolato prese in esame. Fonte: Magnier Lise, Schoormans Jan, Mugge Ruth (2016). *Judging a product by its cover: Packaging sustainability and perceptions of quality in food products*. Food Quality and Preference, 53, pp. 132–142



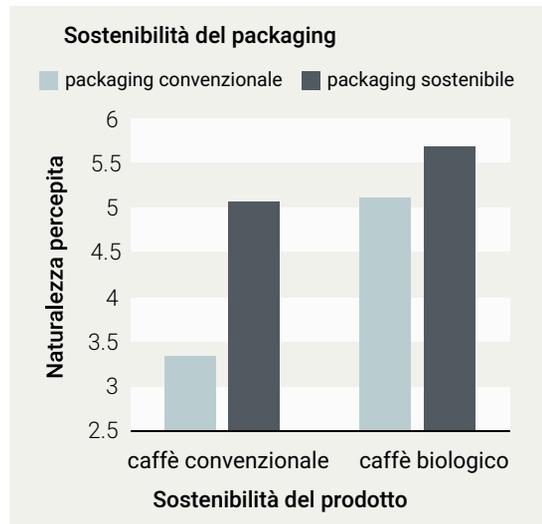
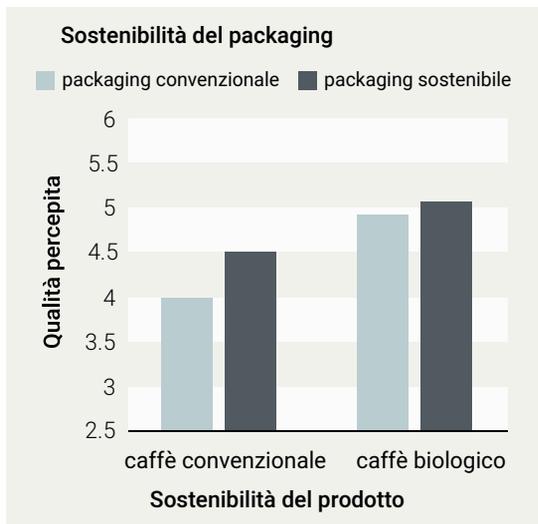
Fig. 26: confezioni di caffè prese in esame. Fonte: Magnier Lise, Schoormans Jan, Mugge Ruth (2016). *Judging a product by its cover: Packaging sustainability and perceptions of quality in food products*. Food Quality and Preference, 53, pp. 132–142

Fig. 27-28: i risultati dello studio relativo alla percezione dei packaging di caffè. Rielaborazione grafica dell'autore da: Magnier Lise, Schoormans Jan, Mugge Ruth (2016). *Judging a product by its cover: Packaging sustainability and perceptions of quality in food products*. Food Quality and Preference, 53, pp. 132-142

fatto la differenza nella percezione della qualità, ma soprattutto nella percezione della sostenibilità; invece per una miscela biologica questa differenza è stata meno evidente, dal momento che per quanto riguarda la percezione sia della qualità che della sostenibilità i valori sono variati di poco (Fig 27-28).

Si comprende quindi come sia nei prodotti industriali che nel food, al di là della qualità percepita, i materiali, i colori ed i segnali mandati al consumatore svolgano un ruolo fondamentale per una prima scelta. Al contrario il cambio di design a livello formale non ha influenzato molto la percezione, dal momento che questo aspetto è altamente soggettivo. Tuttavia, una possibilità per i progettisti potrebbe essere proprio quella di creare un'estetica piacevole, in modo da far percepire le effettive performance, aiutando così i prodotti sostenibili a farsi strada attraverso una comunicazione trasparente al consumatore, senza ingannare o tradirne le aspettative.

Fig. 29 (a fianco): un packaging per una comunicazione semplice, ma efficace. Fonte: foto di Boxed Water Is Better su Unsplash, www.unsplash.com/photos/LWagu5WepHU



A white carton of boxed water stands on a mossy log in a forest. The carton is the central focus, with the text 'BOXED WATER IS BETTER.' printed on both sides. The background is a soft-focus forest with sunlight filtering through the trees. The carton is placed on a log covered in green moss, with some small plants growing nearby.

**BOXED
WATER[®]
IS
BETTER.**

**BOXED
WATER[®]
IS
BETTER.**

PURIFIED WATER
16.9 FL. OZ. 1.05 PT. 500 ML

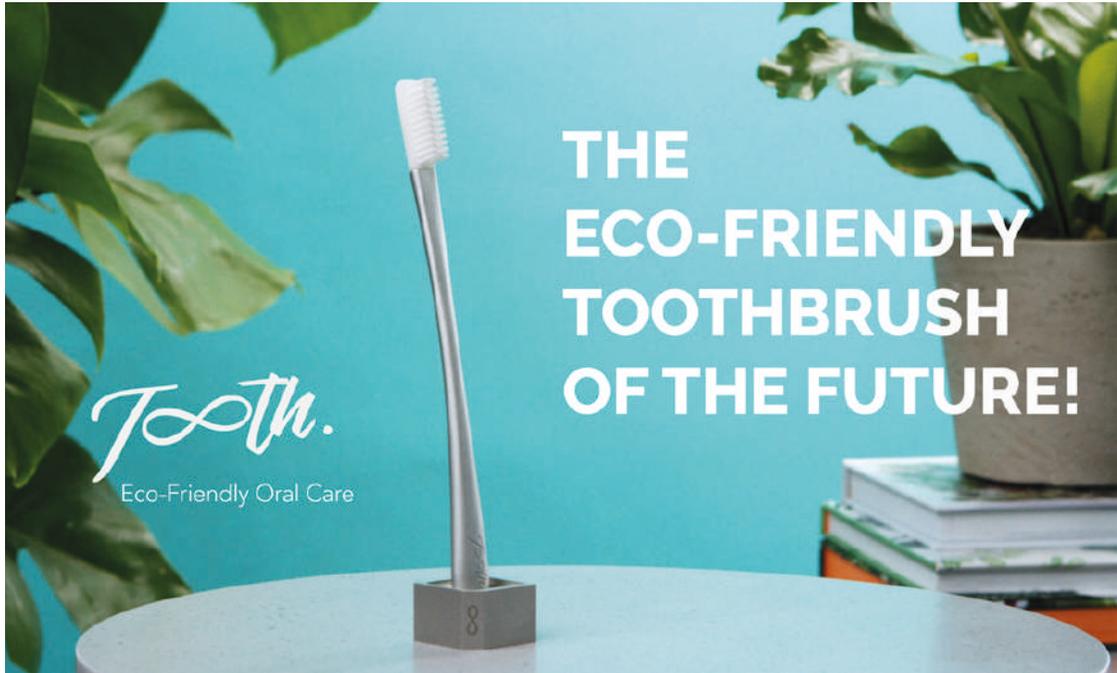


Fig. 30: il caso studio di uno spazzolino sostenibile prodotto con alluminio riciclato e con una testina sostituibile e riciclabile. Questo è un esempio di come attraverso un'estetica funzionale e pulita ed una comunicazione efficace, si riesca a comunicare al consumatore tutti i valori del prodotto. Fonte: Kickstarter www.kickstarter.com/projects/tooth/tooth-eco-friendly-oral-care/description

2.3 La progettazione di materiali “futuristici”

Negli ultimi tempi con il movimento dei *makers*, dei *FabLab* e delle piattaforme *open source*⁶³ di accesso alle informazioni, si sta diffondendo una democratizzazione della fabbricazione personale. Il crescente desiderio degli individui di personalizzazione offre grandi opportunità di sperimentare e dedicarsi a pratiche di auto-produzione. Questo nasce dalla propensione alla personalizzazione ed esclusività, come reazione ad anni di produzione di massa e conseguente standardizzazione.

Il bisogno di creare oggetti con imperfezioni, unici nel loro genere, riportano le persone indietro nel tempo, all’artigianato.

L’esclusività viene ricercata non solo nel prodotto, ma anche nel materiale stesso. Per riuscire a raggiungere l’obiettivo, molti designer hanno deciso di dedicarsi alla creazione di nuovi materiali, unendo a questo nuovo trend anche il concetto di sostenibilità. Attraverso la fabbricazione personale, i designer possono controllare tutto il processo produttivo ed intervenire laddove se ne richiede la necessità. I cosiddetti materiali Fai-da-Te, o meglio conosciuti in inglese come *DIY (Do It Yourself)*, sono creati attraverso un’esperienza individuale o personale, in due diversi modi: trovando una nuova identità ai materiali già esistenti attraverso nuovi metodi di produzione, oppure creandone nuovi, servendosi di “ricette” di chimica, biologia o fisica, facilmente reperibili sul *Web*⁶⁴.

Per quanto riguarda il **primo approccio**, dare una nuova identità a materiali

63. “Per estensione, o. s. viene anche utilizzato – con meno precisione – per caratterizzare altri processi di produzione di tipo collaborativo, in cui il bene o servizio prodotto è accessibile liberamente e può essere modificato dai partecipanti (per es. i prodotti distribuiti con licenze creative commons oppure testi prodotti collettivamente come Wikipedia).” Riferimento da Enciclopedia Treccani: www.treccani.it/enciclopedia/open-source_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/

64. Rognoli Valentina, Bianchini Massimo, Maffei Stefano, Karana Elvin (2015). *DIY materials. Materials and Design*, 86, pp. 692–702

già esistenti, il designer diventa mediatore e facilitatore del processo produttivo, come nel caso dell'iniziativa "Can City"⁶⁵, oppure interviene nel riciclo di materiali esistenti, creando nuove combinazioni e sfruttando tecnologie DIY⁶⁶ come nel caso di: *Polyfloss*, *Original stool*, *Haca'sey*, *Plastic Stone Tiles*, *Mixtape*, *Totomoxtle*.

Nel progetto "Can City"⁶⁷ l'idea è stata quella di progettare una fonderia mobile per poter fondere le lattine di alluminio raccolte per le strade di São Paulo in Brasile, un sistema in grado di aiutare a riciclare generando prodotti che si possano vendere. Viene proposto un piano d'azione in cui i mezzi di sussistenza possono estendersi oltre la raccolta di rifiuti e, in questo modo, si pongono le condizioni affinché l'industria ritorni nelle città, usando metallo e carburante gratuiti per produrre una gamma infinita di articoli in alluminio realizzati individualmente adattabili alle personalizzazioni.

Polyfloss (Fig. 31), progettato della Polyfloss Factory⁶⁸, è un progetto che sfrutta con lo stesso approccio un processo DIY per la trasformazione dei rifiuti di plastica. Questa tecnologia prende ispirazione dalle macchine dello zucchero filato per ridurre la plastica a una specie di lana. *Polyfloss*, infatti, è anche definito "lana di plastica": dopo che il materiale di scarto (polipropilene) è triturato, questo è inserito nel forno rotante, dove la plastica fusa viene proiettata attraverso i piccoli fori su un tamburo tramite

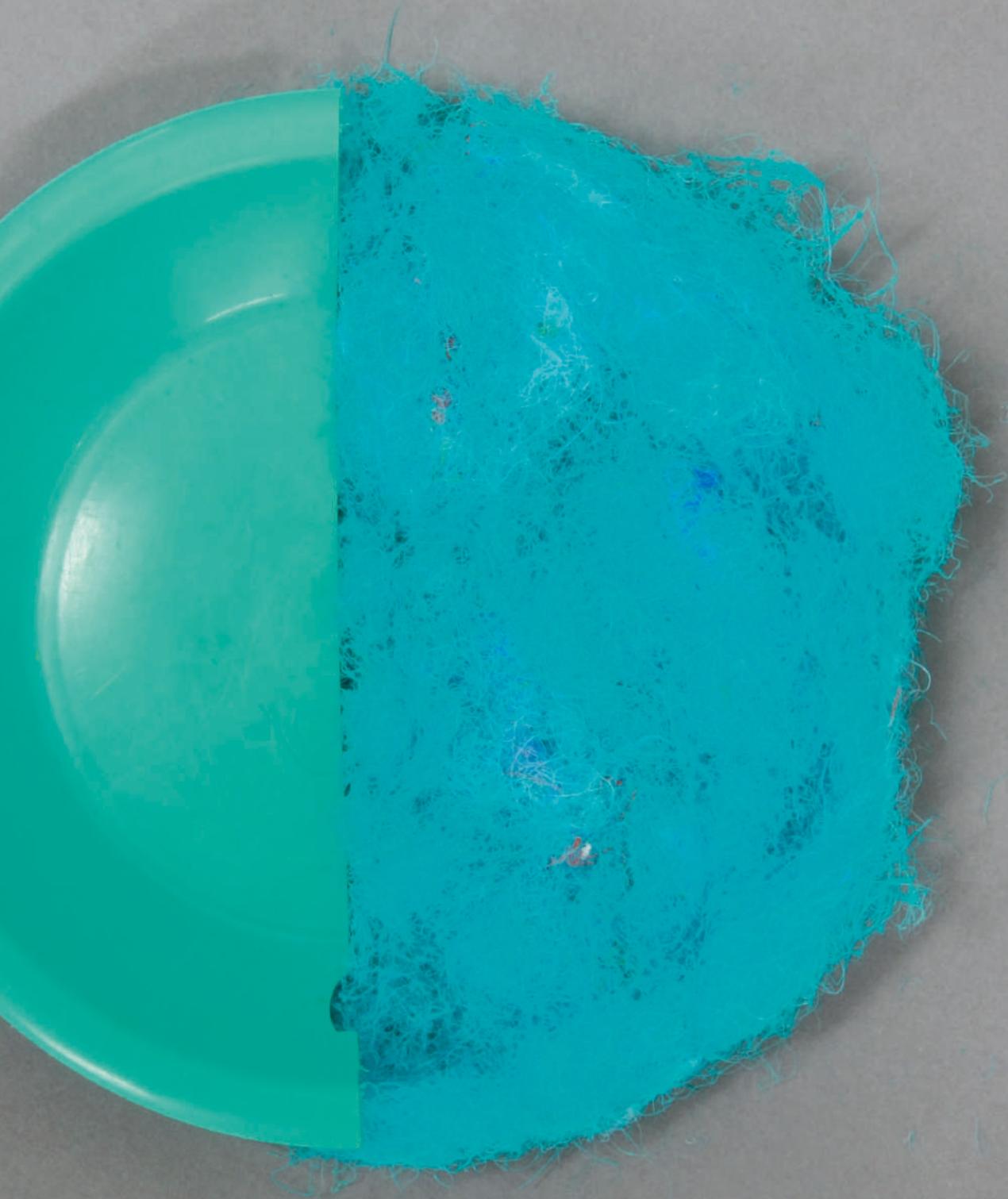
65. Progetto dell'inglese Studio Swine per la città brasiliana di São Paulo (2013). Maggiori info: www.studioswine.com/work/can-city/

66. vedi bibliografia nota 64

67. cfr note 64-65

68. Il progetto (2012) è di The Polyfloss factory, costituita un gruppo di designer del Royal College of Art: Nicholas Paget, Emile De Visscher, Audrey Gaulard and Christophe Machet.

Fig. 31: la materia prima ed il risultato dopo la trasformazione in *Polyfloss*. Fonte: www.thenestway.com/2012/07/the-polyfloss-factory/







la forza centrifuga, proprio in questo passaggio si raffredda creando delle fibre. Queste possono essere facilmente rifuse per creare nuovi oggetti, dal tessile, all'architettura al packaging, senza tecniche di produzione costose o complicate.

Sempre attraverso un processo innovativo viene prodotto lo sgabello *Original Stool*⁶⁹ (Fig. 32). Lo strumento principale è costituito da una sfera cava che ospita al suo interno uno stampo di silicone. Una volta inserita la resina nello stampo, la sfera viene fatta rotolare in svariati modi: per le strade, nell'acqua, ecc. Roteando in diverse direzioni e in modo irregolare, dopo un paio di minuti la resina si solidifica, creando così sgabelli unici che ricalcano il percorso e gli ostacoli incontrati dalla sfera.

Il processo cinetico attentamente concepito permette così di catturare un tempo e un luogo specifici: è l'ambiente che conferisce caratteristiche distinte. L'obiettivo del lavoro dei designers è quello di trovare nuovi approcci e strategie per generare oggetti socialmente sostenibili.

Con un altro principio, creando nuove combinazioni con materiali esistenti, è stato affrontato il progetto *Hacásey*⁷⁰, di Valery Riabko, esposto al Fuori Salone 2019 (Fig. 33). La designer polacca ha esplorato la possibilità di utilizzare la terra come pigmento per la colorazione di diversi materiali. Questo trasforma il suolo traslandolo dal contesto urbano in una palette di colorazioni naturali.

Maggiori info: www.behance.net/gallery/24878301/Invention-The-Polyfloss-Factory-69. Il progetto (2013) è di breadedEscalope, una piattaforma fondata nel 2008 con sede a Vienna. Si occupa di design sperimentale per prodotti, esposizioni, architettura. Maggiori info: www.breadedescalope.com/index.php/original-stool2
70. Per maggiori informazioni sul progetto: www.valerieriabko.com/hacasey

Fig. 32: gli unici *Original Stool* che ricalcano la rotazione durante la loro produzione.
Fonte: www.theculturetrip.com/north-america/usa/new-york/articles/austrian-designers-made-the-worlds-most-intimate-bar-and-a-clock-that-stops-time/



Le *Plastic Stone Tiles*⁷¹ (Fig. 34), invece, sono piastrelle costituite da rifiuti di plastica post-consumo. Il designer Enis Akiev ha studiato il comportamento della plastica in natura ed ha scoperto che essa forma un *plastiglomerato* se sottoposta a determinate influenze naturali. Combinando i componenti geologici con un materiale artificiale, viene creato un materiale che offre una percezione nuova. Concentrandosi sui rifiuti di plastica post-consumo, Akiev vuole cambiare la percezione dei rifiuti e mostrare la loro estetica unica, aumentando così il valore dei rifiuti di imballaggio usa e getta e rendendoli accessibili come materiale esteticamente piacevole e durevole.

All'interno della mostra Broken Nature sono stati individuati altri due esempi di utilizzi diversi di materiali naturali e non.

Un progetto esposto è *Mixtape*⁷² (Fig. 35), dove i nastri delle vecchie videocassette sono stati intrecciati con altre fibre riciclate di cotone, lana e seta per creare un tessuto nuovo, con un'estetica particolare, derivante da materiali che ritrovano una seconda vita.

Un progetto con valore prettamente estetico, è *Totomoxtle*⁷³ (Fig. 36), un pannello decorativo di un materiale composito costituito principalmente dalle brattee⁷⁴ colorate del mais nativo, usato per ottenere prodotti e superfici molto vari. L'idea non è solo uno spunto ed un invito a sviluppare un'economia circolare, ma anche come denuncia del rischio di estinzione

71. Il progetto (2017) di Enis Akiev è stato esposto a Milano in occasione del Fuorisalone 2019 a Ventura Future, zona Tortona

72. Il progetto (2014) del designer americano Scott Bodenner è esposto alla mostra Broken Nature, Triennale

73. Il progetto (2019) di Fernando Laposse in collaborazione con la comunità di Ejido Tonahuixtla (Puebla, Messico), è esposto alla mostra Broken Nature, Triennale

74. "Il mais è specie monoica con i fiori maschili riuniti in una infiorescenza terminale a pannocchia, detta pennacchio, mentre quelli femminili, inseriti su un asse ingrossato, il

Fig. 33: i diversi tipi di terra e le relative colorazioni del progetto Haca'sey. Fonte: www.valerieriabko.com/journey



Fig. 34: Plastic Stone Tiles. Fonte: www.materialdistrict.com/material/plastic-stone-tiles/



Fig. 35: tessuto Mixtape. Fonte: immagine dell'autore.

Fig. 36: pannello Totomoxtle. Fonte: immagine dell'autore.



della diversità del mais nativo a favore di quello geneticamente modificato. Il **secondo approccio**, invece, è quello di creare alternative sostenibili per la creazione di nuovi prodotti. Per questo ci si serve principalmente della biotecnologia⁷⁵ e della fabbricazione di materiali attraverso organismi viventi, funghi, batteri e scarti organici. Il designer diventa mediatore tra varie discipline, ma allo stesso tempo deve essere in grado di sviluppare quelle sensibilità, tipiche del lavoro dell'artigiano, di profonda conoscenza del materiale con cui lavorano. Questo è il caso di progetti come: *Decafé*, *Shaping Sugar*, *Autarchy Vessels*, *Xylinum Cones*, *Cooking new material*, *Anima*, *Gwilen* e *Algae Geographies*.

*Decafé*⁷⁶ (Fig. 37) di Raul Lauri è un materiale composito che, costituito da fondi di caffè di scarto e un legante naturale, permette di produrre oggetti di uso quotidiano, come lampade e ciotole. La miscela viene sottoposta a pressione e calore in modo da poter creare svariate forme attraverso diversi stampi.

Il progetto di Amalia Desnoyers, *Shaping Sugar*⁷⁷ (Fig. 38), sfrutta una reazione chimica di zucchero, acqua e glucosio riscaldati insieme a 160°C. Lo zucchero permette di essere trasformato da solido a liquido, a

Fig. 37: ciotole in *Decafé*.
Fonte: www.decafe.es/coleccion-lamparas-y-accesorios/alika/

tutolo, formano una spiga, impropriam. chiamata pannocchia, avvolta da brattee che nel loro insieme prendono il nome di cartoccio". Riferimento da Enciclopedia Treccani: www.treccani.it/vocabolario/mais/

75. "Biotecnologie - Tecnologie che controllano e modificano le attività biologiche degli esseri viventi per ottenere prodotti a livello industriale e scientifico.

Tecniche di controllo e modifica degli organismi viventi sono note sin dall'antichità, [...] soprattutto a partire dagli anni 1980, quando le acquisizioni scientifiche di discipline quali microbiologia, biochimica, biologia molecolare e ingegneria genetica sono state messe a frutto per elaborare metodiche sofisticate che consentono di ottenere industrialmente, da microrganismi o da parti di essi, prodotti utilizzabili nella diagnosi, prevenzione e terapia di numerose patologie, nel settore agroalimentare e zootecnico, nell'industria chimica e dell'ambiente." Riferimento da Enciclopedia Treccani: www.treccani.it/enciclopedia/





solido nuovamente: sfruttando questa proprietà sono state sperimentate forme e disegni. Il materiale assume così qualità simili al vetro. Proprio per questo la designer ha deciso di creare bicchieri che si dissolvono a contatto con l'acqua e allo stesso tempo aromatizzano il liquido, creando una nuova esperienza di bere.

Sempre con prodotti legati al mondo alimentare sono stati creati i vasi *Autarchy Vessels*⁷⁸ (Fig. 39). Il materiale utilizzato è un impasto di di farina, rifiuti agricoli e calcare che, una volta miscelato, viene indurito mediante cottura a basse temperature o essiccazione naturale e tinto con estratti vegetali di spezie e radici. I vasi sono stati creati basandosi su tecniche tradizionali utilizzate durante il periodo rinascimentale. Il progetto suggerisce un modo alternativo per produrre beni in cui la conoscenza ereditata viene utilizzata per trovare soluzioni sostenibili e semplici.

In un modo decisamente diverso ha lavorato la designer inglese Suzanne Lee (Fig. 40), che ha deciso di far crescere i tessuti da una vasca di liquidi (poi in parte riciclabili). Il progetto *Biocouture*⁷⁹, infatti, utilizza una ricetta zuccherata del tè verde con l'aggiunta di una coltura batterica, dopo circa due / quattro settimane il foglio è sufficientemente spesso da poterlo

Fig. 38: bicchieri *Shaping Sugar*. Fonte: www.domusweb.it/en/design/2013/09/18/now_le_off_ama_liadesnoyershenri_dejeant.html

pagina successiva, Fig. 39: l'installazione *Autarchy Vessels* di Formafantasma. Fonte: www.pinterest.it/pin/6614730673933623?lp=true

biotecnologie/

76. Il progetto (2012) di Raul Lauri, ha vinto il primo premio del Salone Satellite Award 2012. Maggiori informazioni: www.decafe.es

77. Il progetto (2014) di Amalia Desnoyers, crea nuovi oggetti sfruttando proprietà molto simili a quelle del vetro: trasparenza, fragilità e plasticità. Maggiori informazioni: www.ameliadesnoyers.com/Shaping-Sugar-1

78. Il progetto (2010) dello Studio Formafantasma è stato creato per un'installazione all'interno della galleria Rossana Orlandi. Maggiori informazioni: www.formafantasma.com/autarchy

79. Il progetto (2014) di Suzanne Lee si inserisce nel mondo della moda creando nuove opportunità produttive. Maggiori informazioni: www.dezeen.com/2014/02/12/movie-biocouture-microbes-clothing-wearable-futures/





Fig. 40: il tessuto Biocouture. Fonte: www.io9.gizmodo.com/a-jacket-made-from-bacteria-5585340



Fig. 41: oggetti nel materiale del progetto Cooking new materials. Fonte: www.designfarmerberlin.com/portfolio-item/cooking-materials/

usare. Questo, quindi, può essere semplicemente asciugato, modellato su una forma di abito di legno oppure cucito in modo convenzionale. La ricetta permette di cambiare l'aspetto del materiale creato.

*Cooking new materials*⁸⁰ (Fig. 41), presente al Fuori Salone 2019, presenta nuovi materiali creati attraverso un processo ideato dalla designer stessa: la buccia di banana e di arancia oppure la sansa di latte di soia⁸¹ sono combinate con un legante naturale come matrice. Si ottiene così un materiale 100% biodegradabile, flessibile, simil-pelle, con diverse finiture e texture che può essere facilmente riutilizzato attraverso un ricottura.

Sempre da scarti nasce *Anima*⁸² di Kosuke Araki, presente alla mostra Broken Nature (Fig. 42). L'idea del designer è stata quella di raccogliere gli avanzi alimentari non commestibili come gusci d'uovo e ossa, per riuscire a recuperarli prima che in discarica diventassero metano, nocivo per l'ambiente. I rifiuti, suddivisi in due gruppi, da bruciare per diventare carbone e da bollire per diventare gelatina, sono stati utilizzati per creare un impasto per la creazione di oggetti.

Il progetto *Gwiler*⁸³ (Fig. 43), dal Salone Satellite 2019, vuole invece sfruttare i fanghi portuali, sedimenti inevitabili che vanno rimossi per il buon funzionamento della struttura. Dal momento che il settore delle costruzioni industriali è uno dei più inquinanti⁸⁴, è stato ideato un nuovo materiale più sostenibile e di facile reperibilità per una produzione a livello

Fig. 42: oggetti del progetto *Anima*. Fonte: www.kosuke-araki.com/anima

80. Il progetto (2018) della designer Youyang Song è stato esposto durante il Fuori Salone 2019, in zona Tortona. Maggiori informazioni: www.youyangsong.com

81. Residuo della lavorazione della soia per l'estrazione del latte. Più conosciuta è la sansa prodotta durante la lavorazione delle olive. Maggiori informazioni www.treccani.it/enciclopedia/sansa/

82. Il progetto (2018) del designer giapponese è esposto alla mostra Broken Nature, Triennale. Maggiori informazioni: www.kosuke-araki.com/anima

83. Il progetto (2018) nato dalla collaborazione tra diverse organizzazioni, è stato esposto





Fig. 43: piastrelle Gwilen. Fonte: www.gwilen.com

industriale. Il processo utilizzato è ispirato alla diagenesi⁸⁵: processo naturale che trasforma i sedimenti in roccia. Il materiale ottenuto può diventare così piastrella, piano per tavolo, oggetto di uno comune, una specie di materiale ceramico a tutti gli effetti.

Sempre dal mare proviene *Algae Geographies*⁸⁶ (Fig. 44), esposto alla mostra Broken Nature. Il progetto nasce dalla collaborazione con lo studio Algae Lab, con base ad Arles, dove si sperimenta il potenziale di micro e macro alghe per la creazione di nuovi materiali. Le piante sono coltivate, raccolte, mescolate ed essiccate per creare nuovi materiali che potrebbero sostituire le plastiche ed i combustibili fossili. La collaborazione con diverse realtà locali fa sì che lo studio possa riuscire a mappare le risorse presenti nel Mediterraneo.

Non da ultime in questa categoria si trovano le bioplastiche⁸⁷, tema principale di questa ricerca, guardate con sempre maggiore interesse dai designer che sperimentano la possibilità di realizzare il loro progetto con diversi metodi, utilizzando proteine, oli, zuccheri e amidi sia di origine vegetale che animale: lignina, amidi provenienti da cereali, tuberi, alghe, zuccheri dalla canna o dalla barbabietola, oli provenienti da alghe e

durante il Salone Satellite 2019. Maggiori informazioni: www.gwilen.com

84. Il settore dell'edilizia rappresenta il 41% del consumo energetico globale, il 23% dell'inquinamento atmosferico ed il 40% del consumo globale di materie prime.

Maggiori informazioni: www.gwilen.com/?page_id=164

85. Maggiori informazioni: www.treccani.it/enciclopedia/diagenesi/

86. Il progetto (2019) nato dalla collaborazione tra Algae Platform, Atelier Luma / Luma Arles con Studio Klarenbeek & Dros, III+1, Studio Tjeerd Veenhoven e HuisVeendam, Vera Scaccabarozzi, Inès Bressand e Is Fainas Cooperative, è esposto alla mostra Broken Nature, Triennale. Maggiori informazioni: www.atelier-luma.org/articles/algae-geographies-by-algae-platform-broken-nature-triennial-01-03-01-09

87. Un materiale plastico viene definito bioplastica se è a base biologica, biodegradabile o presenta entrambe le proprietà. Maggiori informazioni: www.european-bioplastics.org



Fig. 44: la produzione dei vasi del progetto di Algae Geographies. Fonte: www.atelier-luma.org/articles/propos-dune-poudre-bleu

piante oleose, lattice da vegetali, caseina proveniente dal latte, chitina proveniente dai gusci dei crostacei e dai batteri. Ci sono diversi esempi di designer che si sono cimentati in questo campo, soprattutto nella creazione di materiali bio-based e biodegradabili, come per esempio Ari Jónsson⁸⁸ e Lizzy Wright⁸⁹. La prima (Fig. 45), dopo aver studiato il ciclo di vita della plastica, ha deciso di ideare una bottiglia, partendo dalle alghe: mescolando polvere di agar agar⁹⁰ con acqua, ha ottenuto una membrana gelatinosa con cui ha realizzato il contenitore. La bottiglia inizia a decomporsi subito dopo esser stata svuotata. Lizzy Wright, invece, ha cercato di far fronte al problema dei prodotti single-use, creando una confezione di gel energizzante totalmente biodegradabile (Fig. 46): la bioplastica viene creata attraverso l'utilizzo di un materiale composto da amido (da tapioca e patata) scomposto grazie all'azione di un acido (una miscela di succo di limone e aceto bianco) e poi ricomposto tramite l'utilizzo di glicerina vegetale e agar.

Attraverso queste nuove metodologie i designer possono accrescere la loro esperienza e capire più nello specifico i passaggi di ogni *step*. Ciò risulta rilevante dal momento che, nella progettazione, la scelta del materiale è fondamentale. Attraverso librerie e *tools*⁹¹ si può selezionare ed ideare una vasta gamma di materiali sostenibili; un'altra via praticabile

88. Il progetto, *The Agari Project*, (2016) della designer islandese è esposto alla mostra Broken Nature, Triennale. Maggiori informazioni: www.lhi.is/en/news/ari-jonsson-product-design-student-awarded

89. Il progetto, *Gone*, (2018) della designer americana è un'innovazione a livello di prodotto sostenibile. Analizzando l'utilizzo di gel energetici da parte dei ciclisti, è riuscita tramite un materiale totalmente biodegradabile a creare qualcosa che risolvesse un problema impattante. Maggiori informazioni: www.iamlizziewright.com/gone

90. "Sostanza mucillaginosa estratta mediante ebollizione con acqua da alghe marine [...] Si



Fig. 45: la decomposizione della bottiglia di Ari Jonsson. Fonte: www.dezeen.com



Fig. 46: il progetto Gone, confezione biodegradabile per lo sport. Fonte: www.iamlizziewright.com/gone

è la collaborazione tra competenze diverse per la creazione di *smart materials*⁹². In questo contesto il ruolo del designer cambia radicalmente, da recettore passivo, diventa un produttore attivo nella progettazione e realizzazione del proprio progetto: la caratteristica di unicità dell'imperfezione che mira a perseguire è assicurata. L'automazione dei processi e la quasi totale eliminazione di errori fa sì che i progetti diventino opere di "artigiani" esperti dove il valore più grande è l'originalità e la personalizzazione.

In questo contesto i designer si sentono più stimolati contribuendo con i loro studi alla nascita nuovo paradigma di produzione e consumo. Non solo, la ricerca porta anche all'ideazione di applicazioni significative per cambiamenti sostenibili a lungo termine, soprattutto attraverso soluzioni per la sostituzione delle tecnologie esistenti.

Purtroppo questo sistema presenta delle criticità. Certamente la ricerca e lo studio non sono mai sprecati, ma molte volte i materiali *DIY* sono fini a se' stessi e non hanno prospettive per il futuro, avendo un grande potenziale di fallimento.

Infatti non è da trascurare il fatto che molte volte le applicazioni di questi prodotti "artigianali" si possano avere solo in una piccolissima scala. La ragione di ciò è che la materia prima utilizzata è scarsa o poco sfruttabile oppure perché il processo produttivo è così lungo e minuzioso

presenta sotto forma di polvere biancastra, di fettucce, di lamelle o blocchi." Riferimento tratto da Enciclopedia Treccani: www.treccani.it/enciclopedia/agar-agar/

91. Strumenti, fisici e non, che permettono di facilitare fasi della progettazione e selezione dei materiali.

92. "I materiali vengono in genere classificati a seconda del loro uso, in due grandi categorie, materiali strutturali e materiali funzionali. [...] I materiali funzionali, invece, devono essere in grado di svolgere un compito, una funzione, di produrre un segnale in risposta a uno stimolo esterno (una variazione di temperatura, l'applicazione di un campo elettrico o di

da non permettere un'ingegnerizzazione. Prendendo come riferimento la produzione di nuovi artefatti attraverso le alghe, per esempio, bisogna prestare molta attenzione a non alterare la flora marina attraverso un'eccessiva raccolta; diversamente, optando per una coltivazione indoor, ci sono molti svantaggi e criticità, non essendo ancora stati raggiunti i risultati desiderati.

Anche l'utilizzo di materie prime adatte anche per l'alimentazione umana deve essere ben soppesato. Il loro ruolo principale è quello di fornire nutrimento. Con l'aumento della popolazione mondiale infatti aumenterà anche la richiesta di cibo, pertanto non ci si può permettere di utilizzarlo per realizzare prodotti. Questo per esempio è il caso di *Fruitleather*⁹³ (Fig. 47), nata dall'idea di due designer Koen Meerlerk e Hugo de Boon. Con l'intento di recuperare la frutta di seconda scelta, hanno ideato un materiale simile alla pelle. Il processo è abbastanza semplice: privare la frutta dei semi, frullarla, bollirla e poi spalmarla sulle lastre per l'essiccamento. Il prodotto così ottenuto viene trattato con una finitura che lo rende simile alla pelle. Pur non trascurando la lodevole idea iniziale, la vera sfida è quella di ridurre lo spreco alimentare, frutto di una politica di produzione assolutamente non sostenibile.

Quindi, molte volte gli investimenti anche piccoli dei designer si fondano su assunti sbagliati a priori e quindi non perseguibili. Presi singolarmente

una pressione, la presenza di sostanze nell'aria, l'irraggiamento con un fascio di luce ecc.).
[...] Spesso tali materiali funzionali avanzati sono chiamati intelligenti (smart materials) a indicare una loro capacità di svolgere funzioni di tipo superiore." Riferimento da Enciclopedia Treccani: www.treccani.it/enciclopedia/nuovi-materiali-funzionali_%28XXI-Secolo%29/
93. Il progetto *Fruitleather* Rotterdam (2015) porta il nome della città in cui è nato dall'idea dei due designer Koen Meerlerk e Hugo de Boon. Maggiori informazioni: www.fruitleather.nl

alcuni progetti possono sembrare vantaggiosi a livello ambientale, ma visti in un'ottica globale hanno tutt'altro significato. C'è oltretutto da aggiungere che quasi sempre i piccoli prototipi sono facilmente deteriorabili nell'ambiente e nell'acqua, ma soprattutto progettati per il *single-use*, cosa che non aiuta nel diminuire l'impatto ambientale.

Naturalmente non sono del tutto vani, rimangono sempre opportunità per trovare nuove tecniche, nuovi processi e nuove rese estetiche.

La ricerca e l'innovazione dovrebbero essere pensate in un'ottica più ampia: materiali che possano inserirsi all'interno del ciclo dell'economia circolare. Solo in questo modo la ricerca e l'innovazione risultano al servizio del futuro e della sostenibilità.

A tale proposito, un buon esempio di come un'innovazione partita dal basso abbia poi trovato la sua dimensione nell'ambito più industrializzato, è quello di *Ecovative Design*⁹⁴ (Fig. 48).

L'azienda americana ha messo a punto un composito a base di micelio⁹⁵, come alternativa alle schiume di poliuretano utilizzate nel *packaging*, i nuovi materiali coltivati si presentano come potenziali surrogati di soluzioni più convenzionali, ma meno sostenibili. In questo caso infatti la produzione di polistirene è a base di petrolio, consuma energia ed è difficile da riciclare a causa del suo stato espanso. Al contrario, i compositi a base di micelio sono sostenibili, completamente biodegradabili, antiurto

94. L'azienda americana, fin dal 2007, studia nuovi utilizzi per il micelio in modo da poter offrire alternative ai prodotti, soprattutto packaging, in plastica. Maggiori informazioni: www.ecovatedesign.com

95. "Il micelio è il corpo vegetativo del fungo, la parte fondamentale e preponderante di ciascuna specie; questo, col verificarsi di particolari condizioni climatiche (umidità elevata, temperature non troppo basse e assenza di vento), produce il corpo fruttifero, una struttura carnosa, estremamente variabile per forma, colori e dimensioni, deputata alla formazione e distribuzione delle spore." Riferimento da www.dolomiti.it/it/natura/funghi/struttura-dei-



Fig. 47: campioni della pelle Fruitleather. Fonte: www.architetturaxtutti.com/2017/02/lagom-just-the-right-amount/



Fig. 48: il micelio di Ecovative. Fonte: www.ecovatedesign.com

e termoassorbenti, promettendo così una sostituzione sostenibile ed economica del polistirolo. Tuttavia, la crescente richiesta di materiale di questo genere non permette ancora di far fronte alla domanda per applicazioni in larga scala.

Ci sono altri esempi di designer che, dopo aver trovato la chiave per creare materiali promettenti, sono riusciti a costruire una start-up proponendo i propri prodotti in larga scala. Questo è il caso di *Orange Fiber*⁹⁶ (Fig. 49), l'azienda italiana che ha brevettato un tessuto utilizzando le oltre 700000 tonnellate di sottoprodotti della trasformazione agrumicola. Dal "pastazzo", ossia il residuo umido che resta al termine della produzione industriale di succo di agrumi, viene estratta la cellulosa utilizzata successivamente per la filatura di un tessuto di alta qualità adatto per la produzione di capi di abbigliamento. L'impianto *Orange Fiber*, situato a Catania, vicino alle ditte di lavorazione degli agrumi, a causa delle sue ridotte dimensioni riesce ad assorbire solo una parte dello scarto che diventa un costo sia per le aziende che per l'ambiente. Un altro aspetto da migliorare è quello legato alla logistica: nonostante la prima lavorazione sia nell'azienda catanese, il processamento avviene in Spagna e la finitura come fibra in una tessitura comasca. Questi spostamenti hanno un impatto ambientale non indifferente. Nonostante ciò *Orange Fiber* rappresenta un prodotto molto attraente per il mondo della moda, ne sono la dimostrazione le

funghi/

96. L'azienda è stata fondata nel 2014 ed ha sede a Catania ed in Trentino, le fondatrici sono le siciliane Adriana Santanocito ed Enrica Arena. Il brevetto è stato depositato in Italia ed esteso a PCT internazionale. Maggiori informazioni: www.orangefiber.it



collaborazioni con Salvatore Ferragamo nel 2017, per la *Ferragamo Orange Fiber Collection*, e con H&M nel 2019, per la *Conscious Exclusive Collection*.

Un'innovazione che parte invece nell'ambito aziendale, ma con la collaborazione di un'architetto è la *Ricehouse*⁹⁷, azienda piemontese che si concentra sulla valorizzazione dei prodotti di scarto della coltivazione del riso per la realizzazione di prodotti per l'edilizia. Questo è un esempio significativo di come un'economia a cascata sia del tutto percorribile se ben progettata e pensata. Il settore dell'edilizia, come già esposto in altri esempi, è sicuramente tra i più inquinanti. Ci sono tuttavia esempi virtuosi anche se poco diffusi. Costruire un muro con la paglia anziché con i mattoni riduce lo sfruttamento del suolo, risparmia combustibili fossili e utilizza meno cemento e sabbia. Inoltre una volta demolita la costruzione, i materiali ritornano alla terra senza necessità di smaltimento o di trasporto. I materiali proposti dall'azienda sono per lo più a base di lolla di riso e di pula di riso. La lolla, la buccia più esterna del risone, associata alla calce o all'argilla, sostituisce la sabbia creando un intonaco isolante. La pula, lo strato intermedio che riveste il riso, dopo esser stata essiccata, può essere incorporata all'intonaco oppure alla pittura, rendendoli più elastici, traspiranti ed antibatterici⁹⁸.

Fig. 49: la collezione di Ferragamo con Orange Fiber.
Fonte: <http://orangefiber.it/collections/>

97. L'azienda di Vercelli, nata grazie anche all'idea dell'architetto Tiziana Monterisi, è stato selezionato, nel 2018, tra i migliori 10 progetti del Klimahouse Startup Award, ed ha vinto il premio speciale dell'Agenzia CasaClima. Maggiori informazioni: www.ricehouse.it

98. Magnolini Andrea (2019). *Dal chicco di riso alla casa ecologica*. Terra Nuova, giugno; maggiori informazioni: www.ricehouse.it/prodotti



Nella progettazione di materiali *DIY*, quindi, la situazione ideale potrebbe essere quella della collaborazione tra designers e aziende. I primi con lo slancio creativo ed esplorativo, i secondi con il loro *know-how*⁹⁹: insieme possono raggiungere risultati eccellenti nella proposta di nuovi prodotti. Anche se le aziende si stanno impegnando nella proposta di materiali nuovi e sostenibili, manca comunque una sensibilità per quanto riguarda la cura dell'estetica, lo studio delle tendenze e delle scelte del consumatore che si trova molte volte spiazzato dalla novità delle proposte¹⁰⁰. Per questo l'ispirazione estetica dei materiali *DIY*, unita alla creazione di una nuova e più riconoscibile identità di questi prodotti, potrebbe essere la chiave per la nascita di una nuova economia.

99. La parola, che in italiano letteralmente significa "sapere-come" non trova un'adatto corrispettivo, indica un complesso di conoscenze ed informazioni tecniche che non possono essere insegnate, perché nate dall'esperienza in un determinato campo. Il *know-how* permette un continuo miglioramento tecnico qualitativo o quantitativo dei processi di produzione, lo sviluppo delle ricerche, ecc. Maggiori informazioni: www.treccani.it/vocabolario/know-how/
100. Petersen Moritz, Brockhaus Sebastian (2017). *Dancing in the dark: Challenges for product developers to improve and communicate product sustainability*. *Journal of Cleaner Production*, 161, pp. 345-354

Fig. 50: intonaco di fondo di RiceHouse. Fonte: www.ricehouse.it/rh-100



2.4 I materiali del futuro

Fino al secolo scorso i problemi ambientali venivano percepiti più come problemi locali che parte di qualcosa di più grande. Tuttavia è diventato sempre più evidente quanto il problema sia molto più complesso e da affrontare a diversi livelli. La velocità e il continuo incremento dello sviluppo economico globale hanno generato quattro principali problemi: il consumo eccessivo, l'utilizzo delle risorse (molte volte non rinnovabili), l'inquinamento, la sovrappopolazione¹⁰¹.

La svolta sostenibile da mettere in atto avrà il compito di contenere i danni causati finora, riducendo il più possibile l'impatto ambientale (consapevoli che non si ridurrà a zero, dal momento che la sola esistenza dell'uomo porta con sé delle conseguenze).

Come già esposto precedentemente, ci sono vari metodi per tenere controllata l'impronta di un prodotto, come ad esempio LCA, oltre a tutti i contrassegni di sostenibilità.

Come riporta Lennart Y. Ljungberg¹⁰², il criterio per ottimizzare la sostenibilità di un prodotto o di un servizio sono principalmente: funzionalità, impatto ambientale, impatto sociale, impatto economico, domanda del mercato, qualità, richieste dei consumatori, fattibilità tecnica, compatibilità con la legislazioni oltre ai diversi requisiti del progetto.

La scelta di un materiale nella progettazione è fondamentale, determina l'uso delle risorse, il consumo di energia, l'uso e la dismissione del prodotto,

Fig. 51: installazione "Under Super Cover" Ext ha presentato, nello showroom in via Tortona 34, l'installazione Under Super Cover, firmata Studio Modulo durante il Fuori Salone 2018, via Tortona. Fonte: immagine dell'autore.

101. Ljungberg Lennart Y. (2005). *Material selection and design for development of sustainable products*. Materials and Design, 28, pp. 466-479

102. Ljungberg Lennart Y. (2005). *Material selection and design for development of sustainable products*. Materials and Design, 28, pp. 466-479; in riferimento all'articolo Maxwell D., van der Vorst R. (2003). *Developing sustainable products and services*. J. Cleaner Prod., 11, pp. 883-895

ma non solo. Nella vita di un prodotto entrano in gioco anche la sua nascita, la manutenzione, la riparazione, la sostituzione e la dismissione. Fin dalla fase di ideazione l'uso di materiali rinnovabili rispetto a quelli non rinnovabili può fare la differenza, soprattutto per quanto riguarda la disponibilità delle risorse ed il loro conseguente impatto ambientale.

Oltre a quanto sopra esposto, non è da trascurare il processo di selezione dei materiali (Fig. 52). Quest'ultimo è un'operazione molto complessa perché entrano in gioco diversi aspetti¹⁰³, non solo quelli puramente tecnici, come il prezzo, le proprietà meccaniche, le temperature di utilizzo, la densità, ecc., ma anche quelli intangibili come la reputazione, i trend del momento, gli aspetti culturali, il sentimento e il legame che si crea verso un prodotto attraverso il materiale scelto. Per i designer, la possibilità di disporre di un metodo di selezione più flessibile, è un punto fondamentale ed è oggetto di ricerca¹⁰⁴.

Quando si tratta di scegliere un materiale, infatti, l'aspetto ingegneristico nella maggior parte dei casi ha la meglio sulla parte più "emozionale" del designer. I metodi di selezione tradizionale creati, per esempio, da Patton, Ashby, Lindbeck, Bundinsky e Farag, vengono considerati più sicuri ed attendibili, dal momento che possono quantificare in modo scientificamente provato gli attributi del materiale. Tuttavia sarebbe necessario uno strumento ausiliario che completi la selezione

103. Piselli A., Baxter W., Simonato M., Del Curto B., Aurisicchio M. (2018). *Development and evaluation of a methodology to integrate technical and sensorial properties in materials selection*. Materials and Design, 153, pp. 259-272

104. Piselli A., Simonato M., Del Curto B. (2016). *Holistic approach to materials selection in professional appliances industry*. International Design Conference, Dubrovnik, 16-19 maggio 2016.

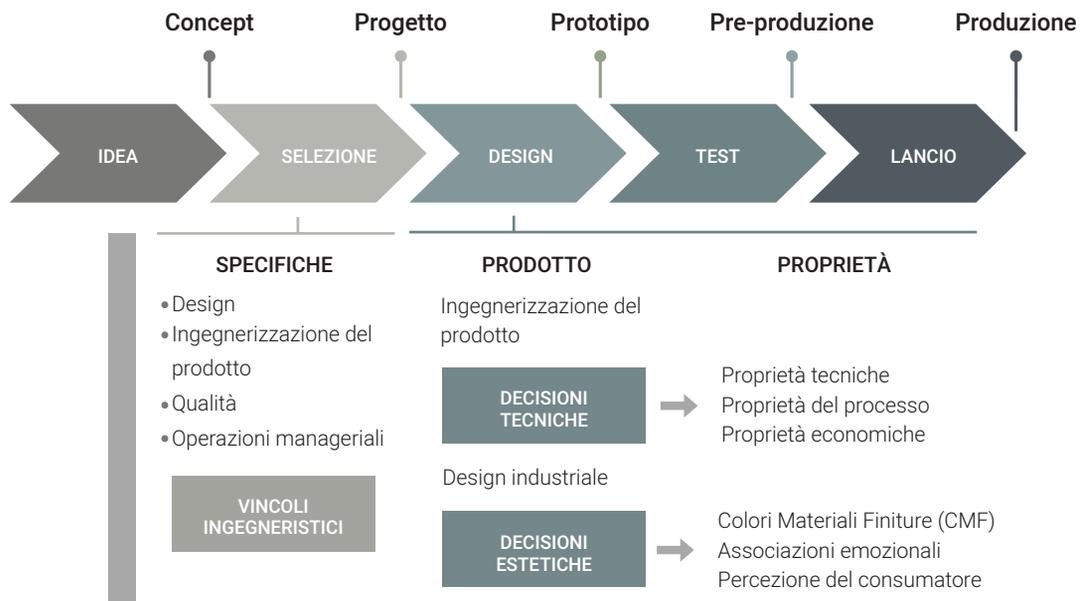


Fig. 52: processo di selezione dei materiali. Rielaborazione grafica dell'autore da: Piselli A., Baxter W., Simonato M., Del Curto B., Aurisicchio M. (2018). *Development and evaluation of a methodology to integrate technical and sensorial properties in materials selection*. *Materials and Design*, 153, pp. 259-272

aggiungendo alle informazioni tecniche anche i requisiti qualitativi. La componente estetica viene presa in considerazione attraverso l'utilizzo di strumenti di selezione non convenzionali che valutano la percezione sensoriale. Infatti, per una selezione attenta è necessario prendere in considerazione non solo gli aspetti oggettivi, ma anche quelli soggettivi. Questo tema verrà affrontato in modo più approfondito nel capitolo 4. Partendo con un'analisi di questo tipo, si analizzano ora le diverse classi di materiali che potrebbero diventare le protagoniste dei prossimi anni¹⁰⁵. Si prende in considerazione lo schema dell'economia circolare proposto dalla Ellen McArthur Foundation e si individuano 3 gruppi principali di materiali che possono inserirsi all'interno della nuova economia: quelli provenienti da fonti non rinnovabili, quelli provenienti da fonti rinnovabili ed infine i materiali che possono avere un'origine ibrida. Vengono sotto elencate le classi di materiali provenienti da fonti non rinnovabili che, all'interno dello schema, si posizionerebbero nella parte destra (Fig. 53).

Metalli. Questi materiali si trovano in natura e sono facilmente riciclabili, ma non rinnovabili, infatti la loro disponibilità è limitata. I metalli hanno diverse fasce di prezzo: generalmente quelli di largo consumo si possono considerare materiali economici, mentre quelli per l'elettronica o per

105. Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente

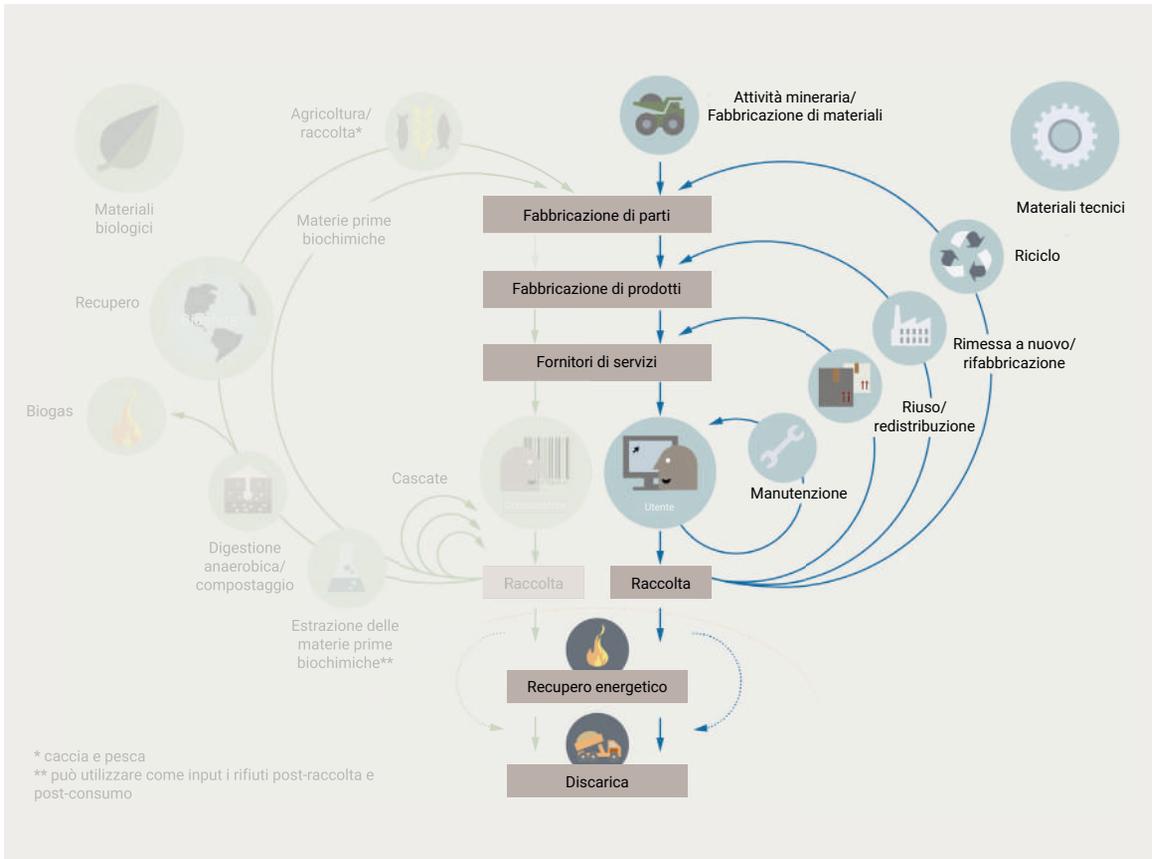


Fig. 53: schema dell'economia circolare della Ellen McArthur Foundation, focus sulle materie da fonti non rinnovabili. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Allen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf

minuterie sono tra i più costosi al mondo¹⁰⁶. Sono molto apprezzati per le loro proprietà di duttilità, resistenza alle alte temperature e conduttività¹⁰⁷. Per contro hanno un'alta densità, predisposizione alla corrosione e richiedono molta energia per la lavorazione ed il trasporto. Legato a questa categoria di materiali c'è il problema della drastica diminuzione della disponibilità. Alcuni metalli infatti, soprattutto nel campo dell'elettronica, sono in via di esaurimento e si sta cercando una via per il recupero ed il riciclo.

Polimeri. Provenienti da fonti fossili, sono stati la rivoluzione del secondo dopo guerra. Con la loro leggerezza, la facilità di lavorazione e la resistenza ad agenti chimici sono adatti per molte applicazioni di uso quotidiano. Sono inoltre decisamente più economici rispetto a molti metalli o altri materiali. Il problema dei polimeri è che il petrolio è in via di esaurimento, la sua estrazione è molto inquinante e la dismissione di questi oggetti un vero problema¹⁰⁸. Le nuove isole di plastica negli oceani stanno causando un serio pericolo per la sopravvivenza della flora e della fauna marina, oltre alle numerose discariche presenti in tutto il mondo che provocano malattie di ogni genere. La filiera del riciclo, in molti paesi (tra cui l'Italia), non è ancora pronta per recuperare il 100% dei rifiuti polimerici. Infatti è difficile riuscire a separare le diverse tipologie di materie plastiche, oltre

106. Peck David, Kandachar Prabhu, Tempelman Erik (2015). *Critical materials from a product design perspective*. Materials and Design, 65, pp. 147–159

107. Ljungberg Lennart Y. (2005). *Material selection and design for development of sustainable products*. Materials and Design, 28, pp. 466-479

108. Ljungberg Lennart Y. (2005). *Material selection and design for development of sustainable products*. Materials and Design, 28, pp. 466-479

Fig. 54: EMP Museum, Seattle Stati Uniti. Fonte: foto di Scott Webb su Unsplash, www.unsplash.com/s/photos/emp-museum%2C-seattle%2C-united-states



al fatto della scarsità qualitativa dei materiali riciclati e dell'alto apporto energetico per produrli¹⁰⁹. Per ora l'unica filiera presente e funzionante è quella che recupera e ricicla le bottiglie di plastica.

Con il passare degli anni ci sarà sempre meno possibilità di utilizzare questi materiali nella produzione industriale: si necessita quindi una progressiva sostituzione.

Materiali ceramici e vetri. Provenienti principalmente da materiali inorganici (argilla, silice, ecc.), sono apprezzati per la loro non tossicità e generale leggerezza. Sono molto duri, resistenti alle alte temperature ed alla corrosione¹¹⁰. Il problema di questa classe di materiali è la fragilità e, per quanto riguarda i ceramici, la difficile riciclabilità.

Molte volte, infatti, la frantumazione, la macinazione e ri-combustione sono più dispendiose a livello energetico che la creazione di prodotti con materiali vergini. I vetri, invece, una volta riciclati possono essere reintrodotti nello stesso ciclo infinite volte, costituendo materiali uguali a quelli di partenza.¹¹¹

I materiali provenienti da fonti non rinnovabili sono da sempre stati la base della produzione industriale moderna e, in seguito al loro progressivo esaurimento, si sta cercando una soluzione per poterli sostituire. Sarà un percorso difficile dal momento che è molto complicato raggiungere

109. Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente, pp. 140

110. Ashby Mike, Johnson (2010). *Materiali e design: l'arte e la scienza della selezione dei materiali per il progetto*. Rozzano: Casa Editrice Ambrosiana

111. Ljungberg Lennart Y. (2005). *Material selection and design for development of sustainable products*. *Materials and Design*, 28, pp. 466-479

Fig. 55: installazione in occasione della 71° Fiera di Orzinuovi dello studio 3Hub, per sensibilizzare allo spreco delle bottiglie di plastica. Fonte: immagine dell'autore.



le *performance*, soprattutto a livello meccanico, dei materiali sopracitati. D'altra parte i materiali provenienti da fonti rinnovabili, che si diffonderanno sempre più e costituiranno la vera rivoluzione del prossimo futuro, hanno ancora bisogno di sperimentazioni. Infatti, come si può constatare, i materiali rinnovabili che hanno sostituito i non rinnovabili sono per lo più nel mondo del *packaging*, dove non sono richieste grandi resistenze meccaniche.

Nelle pagine successive verranno esposte le possibili classi di materiali provenienti da fonti rinnovabili, la cui vita segue principalmente la parte sinistra dello schema dell'economia circolare (Fig. 56).

Per introdurre nel modo più completo i materiali provenienti da fonti rinnovabili si utilizza lo schema presente nel libro *Neomateriali*¹¹² (Fig. 57). In questo caso si parte da una divisione molto ampia, la materia di origine, che viene semplificata a seguito in quattro classi principali.

112. Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente, pp. 50-51

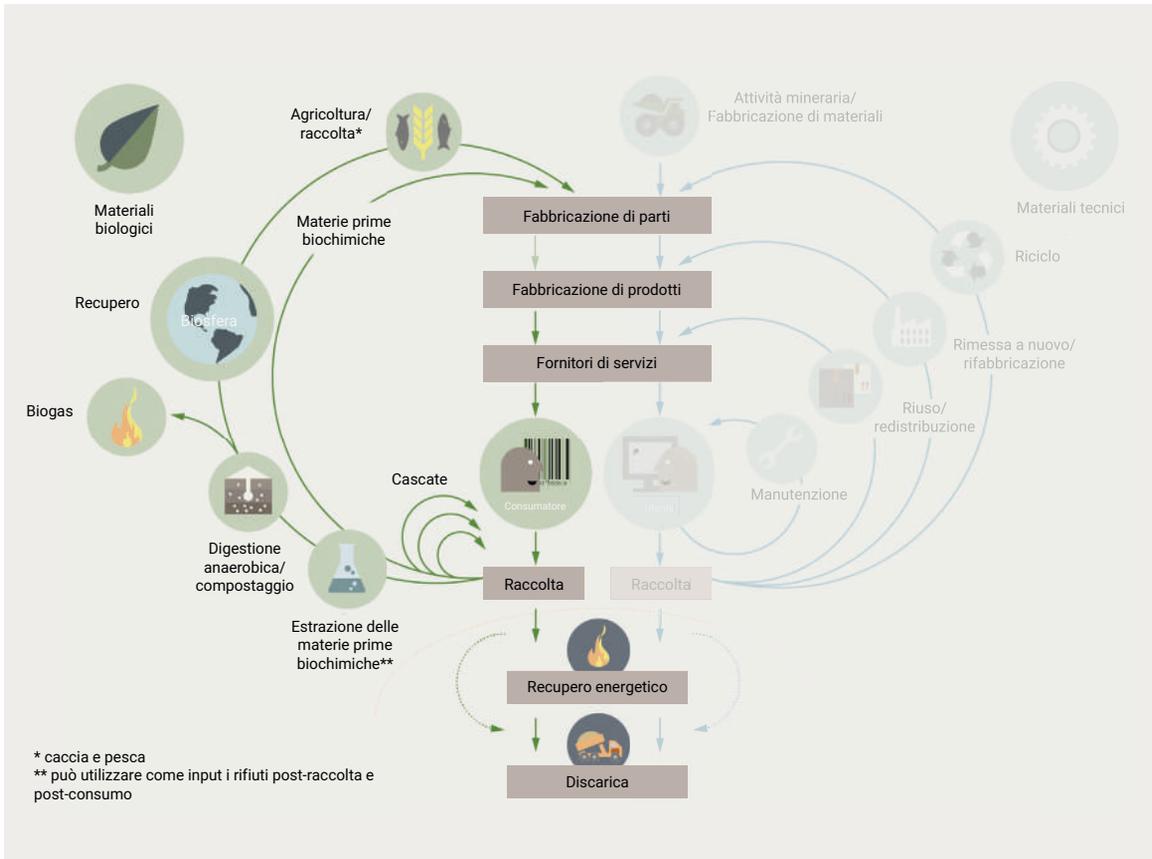
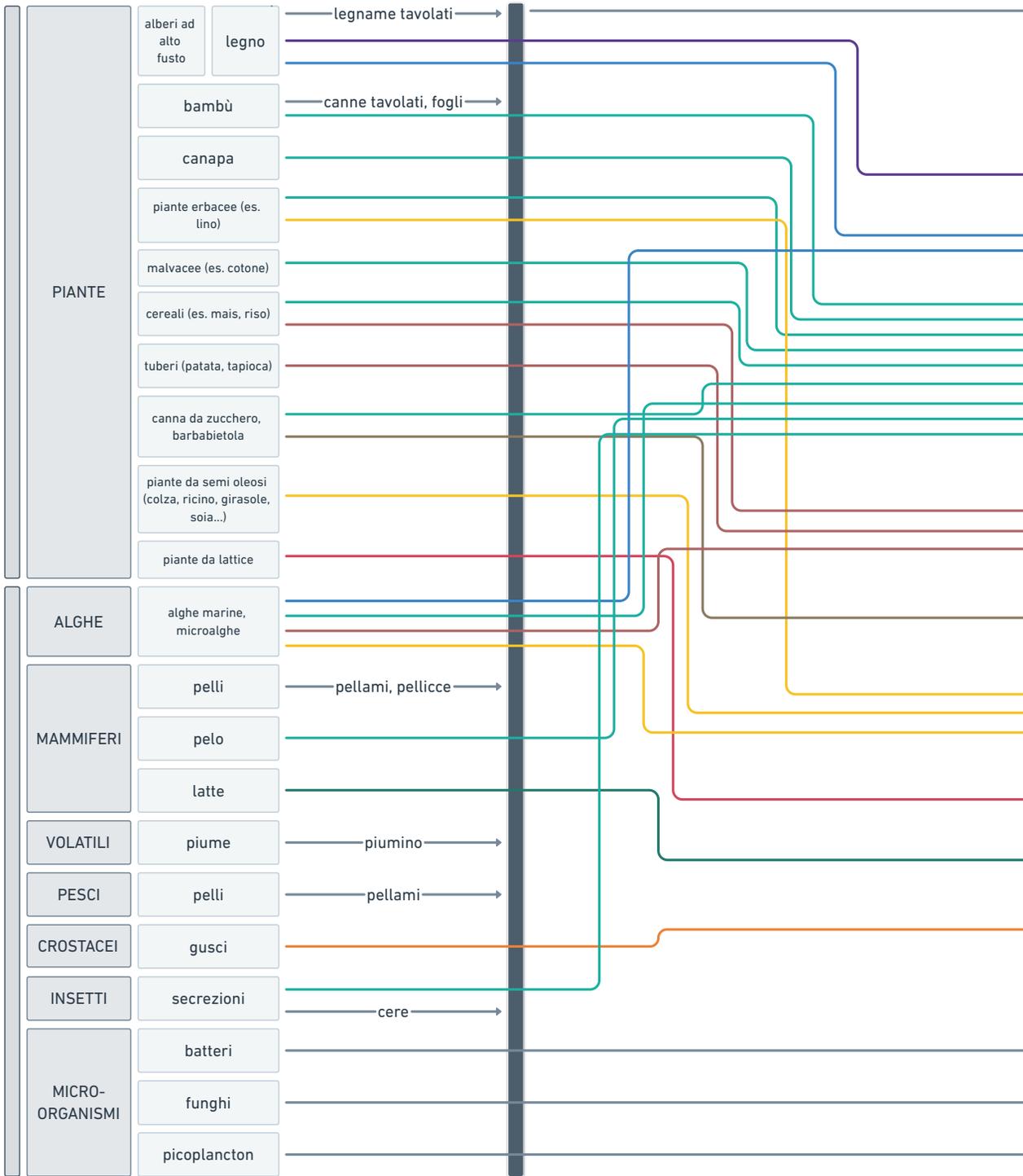


Fig. 56: schema dell'economia circolare della Ellen McArthur Foundation, focus sulle materie da fonti rinnovabili. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf



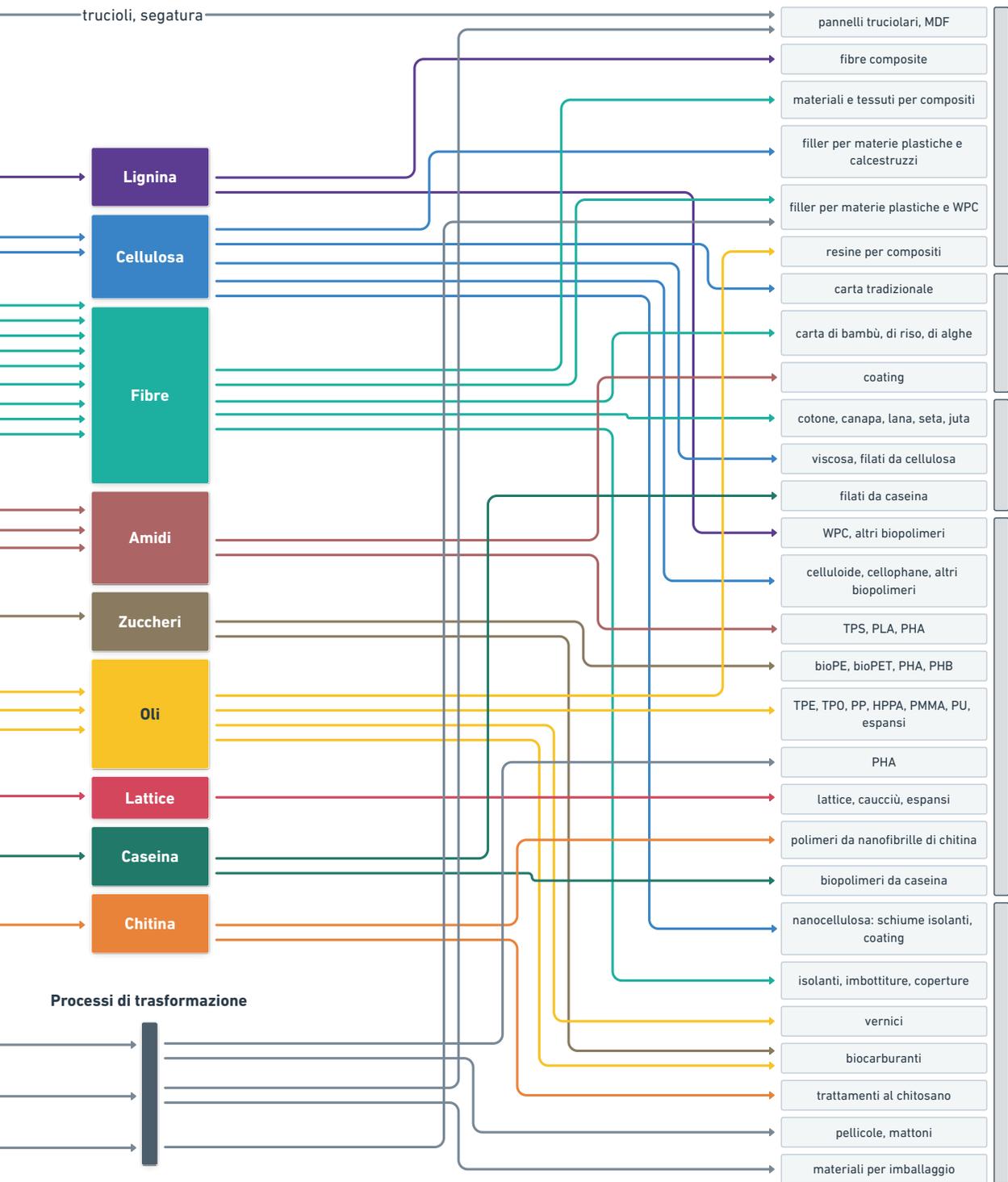


fig. 57: schema fonti materiali rinnovabili. Rielaborazione grafica dell'autore da: Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente, pp. 50-51

Legno. È il materiale rinnovabile per eccellenza. Ci sono moltissime tipologie di legname provenienti da alberi con tempi di crescita diversi, dal bamboo MOSO (Fig. 58) che impiega solo 5 anni¹¹³ per essere pronto all'uso, a piante secolari. Il legno è sempre stato usato per produrre una vasta gamma di oggetti e arredi, grazie soprattutto alle sue proprietà di leggerezza, rigidità resistenza e tenacità. Inoltre è un materiale facilmente lavorabile che può assumere forme complesse. A livello di impatto ambientale, oltre a garantire una lunga durata dei prodotti, viene anche riciclato, diventando pannello MDF, truciolare, ecc.

Carta. Inizialmente la carta ha rappresentato un reale rischio per il pianeta: la sua produzione infatti richiedeva molto legname, molta acqua, cloro (tossico) per lo sbiancamento e non veniva riciclata. Fortunatamente questa fase è terminata ed oggi il 75%¹¹⁴ delle fibre vergini di cellulosa proviene da foreste certificate FSC o PEFC. Inoltre l'acqua utilizzata è stata ridotta del 66%¹¹⁵ e le sostanze per lo sbiancamento rispettano l'ambiente. Carta e cartone, usati in gran parte per gli imballaggi, vengono totalmente recuperati e l'Italia è tra i primi in Europa per l'utilizzo di carta riciclata.

Bioplastiche. Secondo l'*European Bioplastics*¹¹⁶, le bioplastiche non sono solo un singolo materiale, sono un'intera famiglia con proprietà e

113. Maggiori informazioni: www.moso.eu

114. Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente, pp. 121

115. Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente, pp. 121

116. *European Bioplastics* è un'associazione europea, situata e registrata a Berlino, che rappresenta gli interessi della fiorente industria delle bioplastiche. È guidata da un consiglio non esecutivo composto da rappresentanti delle società associate. Maggiori informazioni:



Fig. 58: il bamboo MOSO è stato utilizzato per gli interni del centro commerciale di City Life, Milano. Fonte: www.ifdm.design/2017/11/30/citylife-shopping-district-opens-in-milan-designed-by-zaha-hadid-architects/?lang=en

applicazioni diverse. Un materiale plastico viene definito bioplastica se è a base biologica, biodegradabile o presenta entrambe le proprietà.

Le bioplastiche possono avere origine sia da piante da cui si estraggono la lignina, gli amidi e gli zuccheri, che da alghe, da batteri, funghi ed organismi contenenti chitina e caseina.

Questi nuovi materiali stanno guidando l'evoluzione della plastica, attraverso la progressiva sostituzione dei polimeri tradizionali. Le bioplastiche infatti permettono di risparmiare risorse fossili usando la biomassa (che si rigenera annualmente), inoltre, sempre secondo *European Bioplastics*, il loro utilizzo aiuterebbe a ridurre le emissioni di CO₂ tra il 30 e l'80%¹¹⁷. Nonostante sembri il prodotto ideale per un futuro sempre più "circolare", questi materiali sono soggetti a limitazioni, come gli alti costi di produzione e, in alcuni casi, l'utilizzo di terre, ma questo sarà trattato nello specifico nel capitolo successivo.

Compositi con fibre naturali. I compositi e le fibre naturali si stanno sempre più diffondendo.

Le fibre naturali sono rinnovabili e crescono in campi coltivati, sono per lo più: juta, lino, sisal, kenaf, bambù e canapa. Possono essere utilizzate come filamenti o rinforzi nella produzione di compositi allo stesso modo di quelli sintetici del vetro, per raggiungere alti livelli di *performance*.

www.european-bioplastics.org

117. Dato dal libro: Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente, pp. 121. Maggiori informazioni: www.european-bioplastics.org

Parallelamente ai vantaggi, le fibre naturali presentano anche degli svantaggi: le loro prestazioni, il loro comportamento nei sistemi a matrice polimerica e la loro lavorazione sono instabili. Questo dipende dal fatto che esse hanno l'incapacità di fornire un modello coerente di proprietà fisiche: tali proprietà dipendono dall'annata di raccolta e / o dalla regione di raccolta in base alle condizioni intercambiabili di sole, pioggia e suolo. Per quanto riguarda la dismissione, nonostante la matrice possa essere a base biologica al 100%, molte volte non riescono ad essere riciclati e recuperati del tutto¹¹⁸. Per questo spesso si ricorre all'incenerimento per il recupero di energia (senza emissione di gas tossici) oppure alla decomposizione.

Il terzo gruppo prende in considerazione materiali che possono comprendere entrambe le fonti materiche utilizzate distintamente. In questa parte troviamo:

Compositi. Negli ultimi anni questi materiali sono quelli a cui si sta dedicando più attenzione e sperimentazione.

I compositi, infatti, riescono a raggiungere livelli di prestazioni fisiche e meccaniche molto alte, definendo così nuove prospettive per il futuro. Ci sono diversi tipi di combinazioni, tutto dipende dalla matrice e dal

118. Ljungberg Lennart Y. (2005). *Material selection and design for development of sustainable products*. Materials and Design, 28, pp. 466-479

materiale che le viene aggiunto. In alcuni studi sono state usate fibre naturali con matrici polimeriche tradizionali, fibre di vetro, fibre ceramiche in resine polimeriche, ecc. Le combinazioni sono svariate, ma i risultati ottenuti sono sempre stati di un livello molto alto.

Purtroppo nonostante ci si dedichi allo studio di questi materiali da diversi anni, le filiere di smaltimento, sia per i compositi naturali che per quelli con matrice polimerica tradizionale, non sono ancora del tutto pronte. Infatti, i termoindurenti tradizionali rendono il prodotto complessivo non facilmente riciclabile, mentre i termoplastici tradizionali presentano limiti di lavorazione come l'elevata viscosità in fusione, un grave problema nel caso dello stampaggio a iniezione. Inoltre, come già esposto prima, i nuovi termoindurenti a base biologica (resine a base di olio vegetale) sono molto difficili da riciclare e riutilizzare, anche se, nella maggior parte dei casi, possono essere decomposti.

Tessuti. In questa classe troviamo le fibre ed i tessuti di qualsiasi origine (Fig. 59). Come in tutti i campi, anche in quello della moda, si sta diffondendo una sempre maggiore attenzione alla questione della sostenibilità. In questo settore, più di altri entra infatti in gioco non solo una questione ambientale, ma anche una questione etica: lo sfruttamento dei terreni per la coltivazione delle fibre, ma anche lo sfruttamento dei lavoratori

Fig. 59: Piñatex è un tessuto simile alla pelle proveniente dalle foglie della pianta di ananas. Queste, scartate dal raccolto, vengono lavorate per estrarre le fibre: sgrassate diventano una rete non tessuta, che costituisce la base di Piñatex. Questa viene poi finalizzata dando vita ad un tessuto morbido e flessibile, ma molto resistente. Fonte: www.ananas-anam.com



per la realizzazione di capi d'abbigliamento. Le fibre utilizzate nel mondo della moda fast fashion sono per lo più sintetiche, perché più economiche e lavorabili. Queste scelte portano con sé problematiche legate alle microplastiche presenti nei nostri mari¹¹⁹ che vengono diffuse durante la fase di lavaggio. D'altro canto le fibre naturali hanno un significativo impatto a livello produttivo: si calcola che una T-shirt di cotone consuma circa 2.700 litri di acqua dalla coltivazione allo scaffale¹²⁰.

Per questi motivi si cerca di spingere sempre più per il riciclo dei tessuti in modo da creare materiali (tessuti in fibre riciclate, TNT, feltri, imbottiture, ecc.) che si inseriscano al meglio nel cerchio di una nuova economia.

Riciclati. In questa categoria rientrano tutti quei materiali, per lo più ibridi, che non rientrano in nessuna delle classi precedenti e nascono da materia scartata. Sono per lo più materiali legati al mondo dell'edilizia e dell'arredo, pannellature composte da scarti di lavorazioni in diversi settori. Non hanno caratteristiche omogenee e non rientrano in una categoria unica. La loro dismissione molte volte richiede un'incenerimento perché non è possibile recuperare nulla, in certi casi invece possono essere rigenerati.

Quelli elencati sono i principali materiali che potremmo avere in futuro. Naturalmente alcuni presentano criticità e necessitano di azioni per

119. Cfr. www.lifegate.it/persona/news/microplastiche-cosa-sapere

120. Dato dal sito Ansa: www.ansa.it/web/notizie/canalienergiaeambienteconsumoerisparmi/2011/11/14/visualizza_new.html_639983257.html

Fig. 60: Silicstone è un materiale ceramico proveniente per il 98% da materia di scarto (vetro riciclato e porcellana). Utilizzato sia per interni che per esterni, anche il suo metodo di produzione rispetta l'ambiente: tutti gli scarti interni vengono recuperati e per unire il materiale non si utilizzano leganti, ma il calore ad una temperatura considerevolmente inferiore rispetto alla ceramica convenzionale. Fonte: www.alusid.co.uk/journal/springsummer-2019-trends-sustainable-tiles-and-sur/



potenziarne l'utilizzo ed il recupero (come per esempio i metalli). Inoltre, nel caso di tutti i materiali naturali, provenienti da risorse rinnovabili, si deve prestare molta attenzione all'utilizzo delle loro fonti: utilizzi eccessivi e sfrenati di alcune tipologie di materiali, come il legno o il cotone, possono portare a conseguenze ambientali disastrose ed al degrado del nostro Pianeta. È importante perciò prestare attenzione non solo al fine vita dei prodotti, ma anche all'approvvigionamento dei materiali.

Ora si focalizzerà l'attenzione al mondo delle plastiche sostenibili, bioplastiche e riciclate, per comprendere meglio le dinamiche della loro creazione, del loro utilizzo e della dismissione.





CAPITOLO 3

LE PLASTICHE SOSTENIBILI

- 3.1 Una scomoda realtà** La plastica ha segnato la svolta nella produzione industriale ed è stata il sinonimo di progresso negli anni '50. Fin dalla sua comparsa ne venivano esaltate le sue caratteristiche di leggerezza, resistenza, durezza, ma soprattutto l'economicità, la facile produzione e la democraticità. L'essere leggera attrae molti produttori (e questo è un problema) perché ottimizza il trasporto; l'essere resistente e durevole fa sì che si generino una serie di eventi concatenati nocivi per l'ambiente, fra tutti, il problema della dismissione; l'essere economica fa sì che, da un lato, i produttori riescano ad avere enormi profitti sulla vendita del prodotto finito e, dall'altro, il consumatore abbia una percezione di valore medio/basso e quindi non sia portato a conservarlo e usarlo con cura; la facile produzione permette di creare tantissimi oggetti, anche usa e getta, in pochissimo tempo e con costi molto bassi, creando una moltitudine di rifiuti; la democraticità permette a tutti di possedere oggetti di questo materiale anche con scarsa attenzione al loro uso e disuso. Tutti i lati positivi portano con sé aspetti negativi, ma è necessario comprendere di cosa si sta parlando da entrambi i punti di vista. Non è

Fig 61: installazione "Conifera" di Cos in occasione del Fuori Salone 2019 a Palazzo Isimbardi. Il progetto ideato dall'architetto Arthur Mamou-Mani prevede la stampa 3D di "mattoni" modulari che creano un'architettura all'interno del giardino. Il materiale utilizzato è PLA con il legno. Fonte: immagine dell'autore.

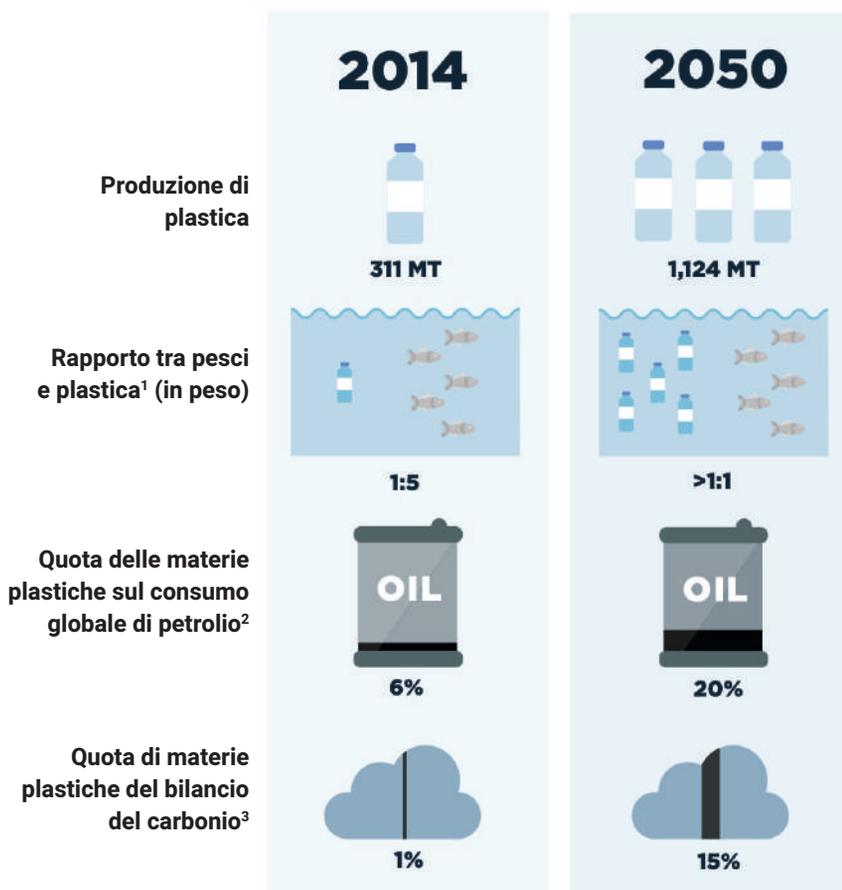
infatti necessario colpevolizzare solo la plastica del disastro ambientale, ma capire i numeri e le responsabilità potrebbe aiutare ad inquadrare meglio la situazione.

Dal report della Ellen McArthur Foundation¹²¹, emerge come le conseguenze legate all'uso della plastica siano principalmente: degrado dei sistemi naturali, emissioni di gas a effetto serra durante la produzione e l'incenerimento a dismissione, impatti di sostanze nocive sulla salute dell'uomo e sull'ambiente. Tuttavia i numeri di cui stiamo parlando sono espressi nello schema in Figura 62, dove è evidente che il problema potrebbe seriamente peggiorare. Certamente il trend è crescente e se la produzione e l'uso continuano in un'ottica di economia lineare, questi numeri saranno sempre più preoccupanti.

Un altro aspetto da tenere presente è quello della localizzazione della produzione, utilizzo e dismissione nelle varie regioni del mondo¹²² (Fig. 63). Da come si può dedurre dallo schema la produzione è concentrata in Europa e Stati Uniti, mentre la principale responsabile del versamento della plastica nei mari è l'Asia. Entrambe le fasi critiche dell'utilizzo delle plastiche appartengono a queste regioni alle quali è richiesto un impegno significativo per migliorare le condizioni ambientali. Sempre nel report viene riportato che l'Asia, dal momento che rappresenta la causa dell'80% della dispersione di plastica nell'oceano, è stata al centro di una serie di

121. Rapporto della Ellen McArthur Foundation "The new plastics economy, rethinking the future of plastics". Maggiori informazioni: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EllenMacArthurFoundation_TheNewPlasticsEconomy_Pages.pdf

122. Rapporto della Ellen McArthur Foundation "The new plastics economy, rethinking the future of plastics". Maggiori informazioni: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EllenMacArthurFoundation_TheNewPlasticsEconomy_Pages.pdf

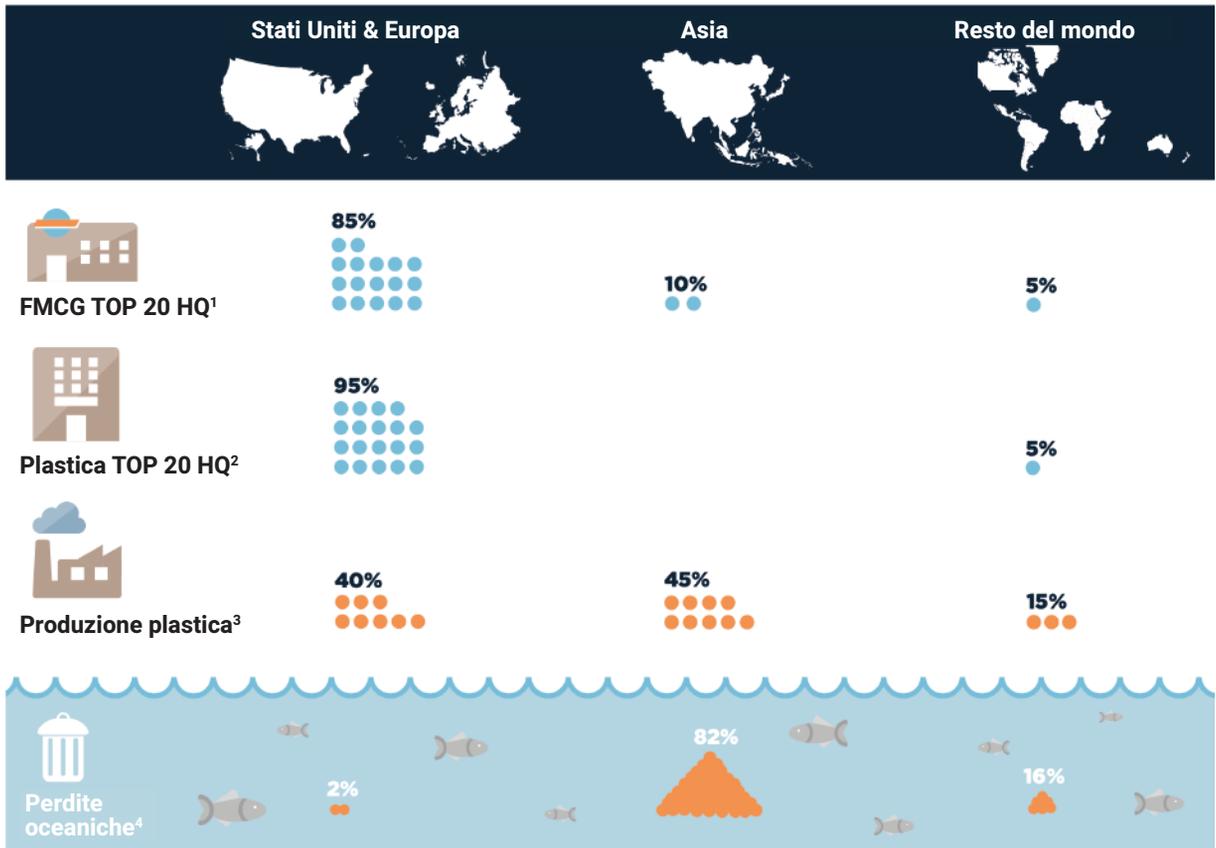


¹ Si presume che gli stock ittici siano costanti (ipotesi prudente)

² Il consumo totale di petrolio dovrebbe crescere più lentamente (0,5% p.a.) rispetto alla produzione di materie plastiche (3,8% fino al 2030, quindi 3,5% fino al 2050)

³ Il carbonio delle materie plastiche comprende l'energia utilizzata nella produzione e il carbonio rilasciato attraverso l'incenerimento e / o il recupero di energia dopo l'uso. Quest'ultimo si basa sul 14% di incenerimento e / o recupero di energia nel 2014 e 20% nel 2050. Budget del carbonio basato su uno scenario di 2 gradi

Fig 62: previsione del volume di crescita della plastica, conseguenze e consumo di petrolio in uno scenario usuale. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EllenMacArthurFoundation_TheNewPlasticsEconomy_Pages.pdf



1 Headquarters delle 20 principali società globali FMCG (Fast Moving Consumer Goods), misurate in base alle vendite nette globali del 2014.

2 Headquarters dei 20 principali produttori di materie plastiche e resine (misurate in base alla capacità globale del 2015)

3 Produzione di volumi di materie plastiche (esclusi materiali termoplastici e poliuretani)

4 Fonte di materie plastiche fuoriuscite negli oceani (percentuale della perdita globale totale misurata in milioni di tonnellate di detriti marini di plastica fuoriusciti all'anno)

Fig 63: distribuzione globale dei principali produttori, della produzione e della dispersione di materie plastiche. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EllenMacArthurFoundation_TheNewPlasticsEconomy_Pages.pdf

sforzi cruciali di mitigazione delle perdite volti a migliorare l'infrastruttura di raccolta di base. Allo stesso modo l'Europa e gli Stati Uniti hanno la possibilità di innovare e riprogettare nuovi modi di utilizzare e recuperare la plastica, oltre che guidare e supportare la costruzione di infrastrutture adatte al recupero di materie plastiche in Asia e nei paesi emergenti. Chiariti questi aspetti, ora è possibile interfacciarsi ai dati di seguito esposti con una maggiore consapevolezza delle proporzioni del problema.

Da uno studio¹²³ condotto dalle Università della California e Georgia emerge che dagli anni '50 al 2015 sono state prodotte circa 8,3 miliardi di tonnellate di plastica, di cui solo il 6% è stato riciclato, il 12% bruciato negli inceneritori ed il restante 79% disperso o in discarica (Fig. 64). Il problema non solo è dato dall'enorme quantità di prodotti usa e getta, ma anche, come già esposto, della mancanza di filiere organizzate di raccolta/riciclo nei paesi meno sviluppati.

Si stima¹²⁴ che ogni ora 54.9 milioni di bottiglie di plastica vengano buttate, una montagna alta come il Cristo di Rio de Janeiro (38 metri), ogni giorno 1.3 miliardi di bottiglie, pari a metà dell'altezza della Tour Eiffel (324 metri) e così via, fino a raggiungere, in 10 anni, l'altezza di 2,4 km con 4 trilioni di bottiglie (Fig. 65-66-67-68).

123. Dato raccolto alla mostra deplastic, durante la fiera "Fa la cosa giusta" a fieramilanocity, 8-10 marzo 2019. Maggiori informazioni: www.rainews.it/dl/rainews/media/La-plastica-minaccia-il-cuore-della-biodiversita-marina-Le-foto-di-Greenpeace-e-il-rapporto-di-GAIA-05659cdc-21d5-4f07-85cd-284fecaa14e8.html#foto-1

124. Fonte: www.graphics.reuters.com/ENVIRONMENT-PLASTIC/0100B275155/index.html con riferimento a: *Euromonitor International; Science Advances; Geyer et al (2017), Our World in Data; Reuters*

Il destino delle plastiche

dal 1950 al 2015

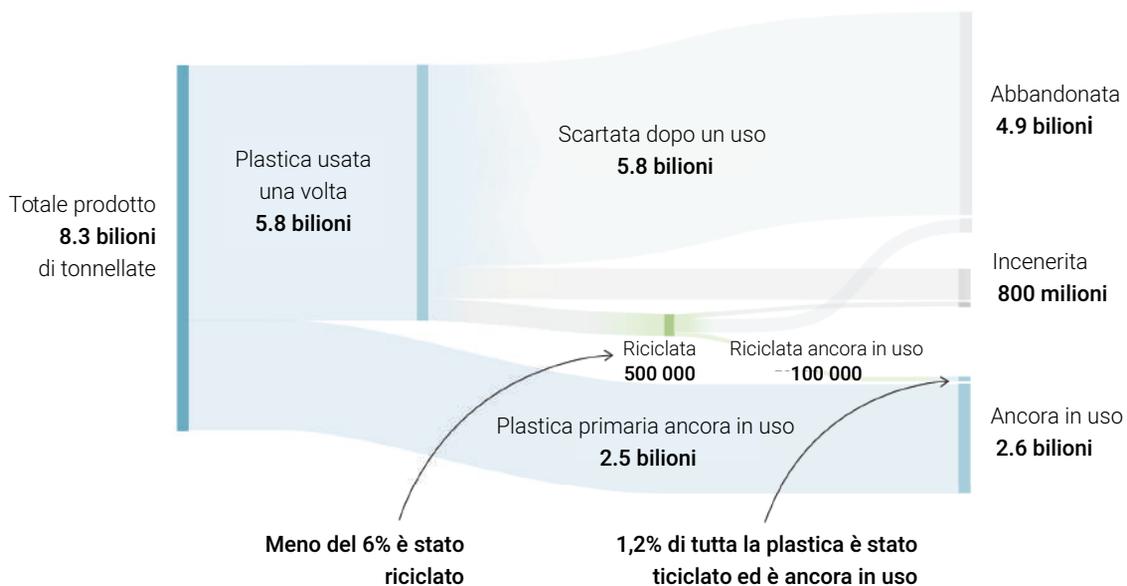


Fig 64: grafico che illustra il destino della plastica utilizzata dal 1950 al 2015. Fonte: www.graphics.reuters.com/ENVIRONMENT-PLASTIC/0100B275155/index.html con riferimento a: *Euromonitor International*; *Science Advances*; *Geyer et al (2017)*, *Our World in Data*; *Reuters*

1 ORA

54.9 MILIONI DI BOTTIGLIE



Fig. 65: montagna di bottiglie di plastica alta quanto il Cristo Redentore di Rio de Janeiro (38 m). Fonte: www.graphics.reuters.com/ENVIRONMENT-PLASTIC/0100B275155/index.html

1 GIORNO

1.3 BILIONI DI BOTTIGLIE



Fig. 66: montagna di bottiglie di plastica alta quanto metà della Tour Eiffel (324 m). Fonte: www.graphics.reuters.com/ENVIRONMENT-PLASTIC/0100B275155/index.html

1 MESE

40 BILIONI DI BOTTIGLIE

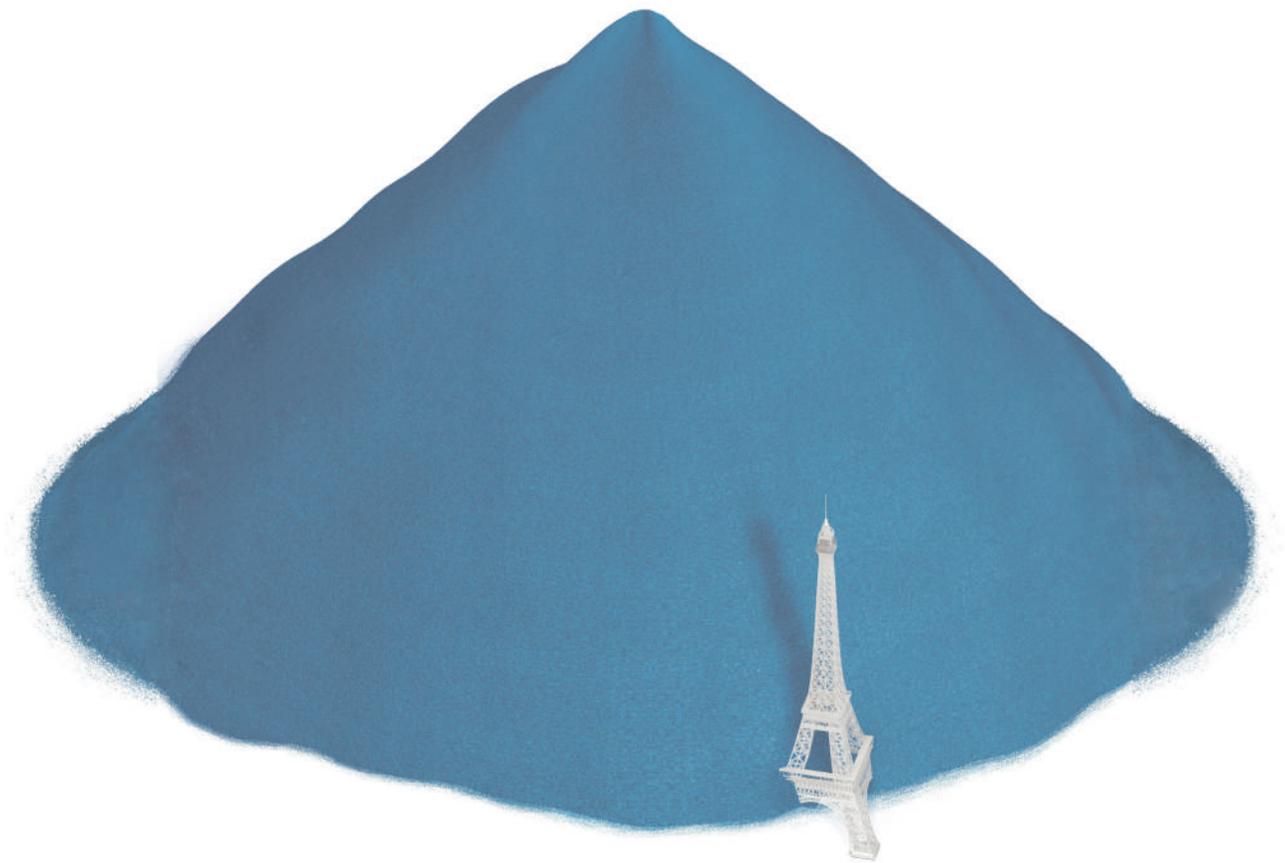


Fig. 67: montagna di bottiglie di plastica che sovrasta la Tour Eiffel (324 m). Fonte: www.graphics.reuters.com/ENVIRONMENT-PLASTIC/0100B275155/index.html

10 ANNI

4 TRILIONI DI BOTTIGLIE

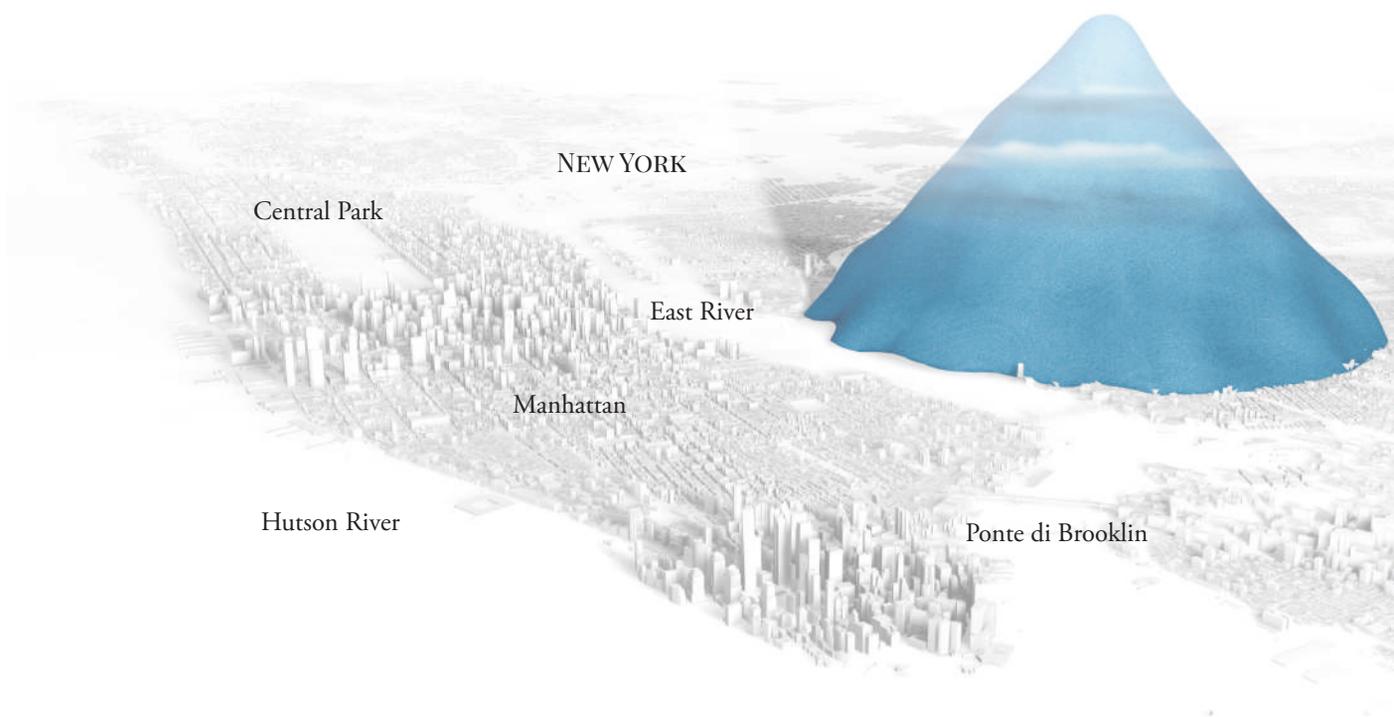


Fig. 68: montagna di bottiglie di plastica che copre una porzione di New York, alta circa 2,4 km. Fonte: www.graphics.reuters.com/ENVIRONMENT-PLASTIC/0100B275155/index.html

L'Europa produce circa 60 milioni di tonnellate di plastica¹²⁵ e, sul totale del consumo europeo, il 39% è solo per gli imballaggi¹²⁶ (Fig. 67). Il riuso ed il riciclo della plastica è di gran lunga inferiore a quello di vetro, legno e metallo: su 28,5 milioni di tonnellate di rifiuti di plastica, meno del 30% è raccolto per essere riciclato. La domanda di plastica riciclata è solo il 6% di quella totale e questo non è un bene, dal momento che la produzione di materiale plastico, insieme al suo incenerimento, generano circa 400 milioni di tonnellate di CO₂¹²⁷ ogni anno.

L'Unione Europea si sta muovendo in questo senso varando una serie di normative e progettando strategie a medio-lungo termine¹²⁸: dal 2021 divieto di mettere in commercio, in tutta l'UE, alcuni prodotti in plastica monouso (piatti, posate, cannucce, contenitori per cibo d'asporto in polistirene espanso, bastoncini cotonati, ecc.); dal 2025 riduzione del 50% della dispersione dei mozziconi di sigaretta, i cui filtri sono composti di fibre plastiche; dal 2026 significativa riduzione dell'immissione sul mercato di contenitori e coperchi per cibo e bevande d'asporto; dal 2029 raccolta differenziata e riciclo meccanico delle bottiglie di plastica, pari almeno al 90%, con relativo tappo. La necessità di incrementare il riciclo e trovare alternative più sostenibili, potrebbe portare ad un taglio delle emissioni nocive ed a un netto miglioramento per l'ambiente.

125. Dato raccolto alla mostra deplastic. , durante la fiera "Fa la cosa giusta" a fieramilanocity, 8-10 marzo 2019. Fonte riportata: PlasticEurope, The Facts 2017

126. Dato raccolto alla mostra deplastic. , durante la fiera "Fa la cosa giusta" a fieramilanocity, 8-10 marzo 2019. Fonte riportata: PlasticEurope, The Facts 2017

127. Dato raccolto alla mostra deplastic. , durante la fiera "Fa la cosa giusta" a fieramilanocity, 8-10 marzo 2019. Fonte: www.ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-brochure.pdf

128. Dato raccolto alla mostra deplastic. , durante la fiera "Fa la cosa giusta" a fieramilanocity, 8-10 marzo 2019. Fonte: www.ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-brochure.pdf

CONSUMO PLASTICA EU

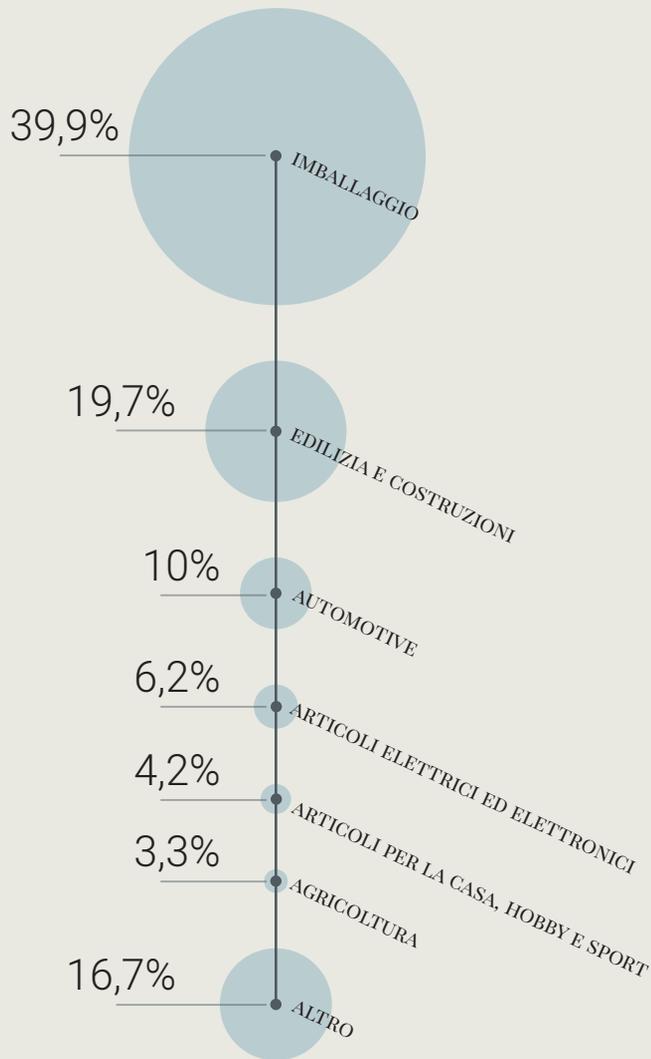


Fig. 69: consumo di plastica in Europa. Rielaborazione grafica dell'autore da: mostra deplastic., durante la fiera "Fa la cosa giusta" a fieramilanocity, 8-10 marzo 2019.

3.2 I riciclati Il problema della cosiddetta “zuppa di plastica”¹²⁹, ovvero l’insieme della plastica dispersa dopo l’uso e delle micro e nano plastiche, provenienti non solo dalla degradazione ma anche dal lavaggio dei tessuti e dai cosmetici¹³⁰, è in costante aumento e crea molta preoccupazione. Pensare di essere lontani dal problema vivendo lontano dal mare secondo la logica “occhio non vede, cuore non duole” ormai non è più una tattica valida. Le plastiche disperse nei mari arrivano sulla tavola di tutti, non solo tramite il pesce, ma anche l’acqua e numerosi alimenti.

Il ruolo della plastica nella vita dell’uomo senza dubbio è stata fondamentale per uno sviluppo economico e tecnologico, ma riuscire a rendere “circolare” la vita delle plastiche di origine fossile è una sfida altrettanto importante. La produzione di questo tipo di materiale infatti è destinata ad aumentare con previsioni che indicano un valore di 420 milioni di tonnellate per il 2020¹³¹ e 1124 milioni di tonnellate per il 2050¹³². Questo deriva dal fatto che è necessario intervenire su più fronti e su diversi livelli: dagli interessi economici dei produttori, all’educazione dei consumatori, al vantaggio di chi raccoglie gli “scarti”. Sicuramente una delle soluzioni più sostenibili dal punto di vista ambientale è il recupero

129. Termine riconosciuto anche dall’Unep (vedi nota 121) con cui si indica la plastica di dimensioni più o meno grandi presenti nei mari. Fonte: Roscam Abbing Michel (2019). *Atlante mondiale della zuppa di plastica*. Milano: Edizioni Ambiente

130. Cfr. www.patagonia.com/stories/teaming-up-to-get-to-the-bottom-of-microfiber-pollution/story-71999.html; Roscam Abbing Michel (2019). *Atlante mondiale della zuppa di plastica*. Milano: Edizioni Ambiente

131. Devasahayam Sheila, Singh Raman R. K., Chennakesavulu K., Bhattacharya Sankar (2019). *Plastics - Villain or Hero? Polymers and Recycled Polymers in Mineral and Metallurgical Processing - A Review*. Materials, 12, 655

132. Eriksen M.K., Christiansen J.D., Daugaard A.E., Astrup T.F. (2019). *Closing the loop for PET, PE and PP waste from households: Influence of material properties and product design for plastic recycling*. Waste Management, 96, pp. 75–85

ed il riuso, ma qualora questo non fosse possibile, il riciclo rimane la scelta più vantaggiosa (Fig. 70). Quest'ultima, infatti, per quanto riguarda l'emissione di CO₂ è decisamente inferiore rispetto alla dismissione o alla termovalorizzazione oppure all'utilizzo di materiale vergine, anche se, purtroppo, rimane un discreto impatto a livello di consumo di acqua (utilizzata per la pulizia degli scarti)¹³³.

Ad oggi ci sono molti aspetti da tenere presenti, si cercherà quindi di fare chiarezza per capire in che modo si possa intervenire.

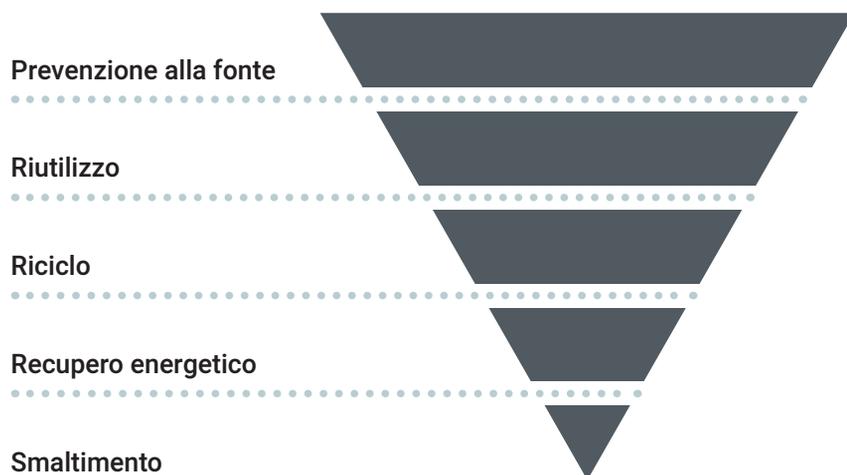


Fig. 70: la piramide di gestione dei rifiuti. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.progettarericiclo.com/docs/linee-guida-la-facilitazione-delle-attivita-di-riciclo-degli-imbballaggi-plastica

133. Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente

Fig. 71: un cavalluccio marino che stringe un cotton fioc in plastica; l'immagine è diventata un simbolo dell'inquinamento marino e viene utilizzata, insieme a molte altre per sensibilizzare sul tema del riciclo. La fotografia è stata scattata da Justin Hofman e si è aggiudicata uno dei primi posti del concorso "Wildlife Photographer of the Year 2017". Fonte: www.green.it/abolizione-dei-cotton-fioc-non-biodegradabili-dal-2019-lo-stop-definitivo/



3.2.1 Il recupero Il materiale plastico raccolto per il riciclo viene intercettato in due momenti principali: pre-consumo e post-consumo.

Nel riciclo **pre-consumo** il materiale è costituito da tutti quegli scarti di lavorazione precedenti all'immissione del prodotto sul mercato. La qualità del prodotto risultante è molto elevata dal momento che non ha ancora fatto fronte a contaminazioni esterne ed in questo modo può facilmente essere rimesso nel ciclo dell'azienda stessa.

Nel riciclo **post-consumo**, invece, entrano in gioco molte più varianti e complessità. Prima di tutto ad oggi esistono oltre 700¹³⁴ diversi tipi di plastiche di origine fossile e quindi, da come si può dedurre, non è facile riuscire a separarle ed avere una filiera per ogni variante, al di là del fatto che molti sono mix di plastiche che risultano molto difficili da riprocessare. Inoltre, secondo quanto dichiarato dal CO.RE.PLA¹³⁵, essendo molto difficile tenere sotto controllo tutti i tipi di materia da riciclo ed il relativo flusso, le filiere partono quando c'è una considerevole quantità di materiale, ma soprattutto se c'è una valida richiesta sul mercato¹³⁶. Questo perché adattare ed istituire nuovi macchinari impone un certo costo di investimenti. Oltre a ciò, la contaminazione con altre sostanze e le norme che regolano l'utilizzo dei riciclati, molto spesso limitano le applicazioni. La composizione chimica e conseguentemente gli additivi, infatti, variano fortemente in base al prodotto originale che è per lo più

134. Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente

135. CO.RE.PLA.: "Consorzio Nazionale per la Raccolta, il Riciclo ed il Recupero degli Imballaggi in Plastica è stato costituito nel novembre del 1997 [...]. Opera secondo principi di efficacia, efficienza ed economicità per adempiere alle finalità di legge e raggiungere gli obiettivi di riciclo e recupero rispetto a tutte le tipologie di imballaggi in plastica immesse sul mercato". Maggiori informazioni: www.corepla.it

136. Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano:

sconosciuto¹³⁷. Le regolamentazioni conseguentemente impongono un controllo e un'attenzione maggiore nel caso in cui nell'applicazione il prodotto riciclato venga a contatto con il cibo, limitando quindi gli utilizzi nel campo del packaging alimentare, settore che costituisce la maggiore fonte di scarto di materie plastiche. Proprio per questo motivo, sono nate varie iniziative volte a raccogliere solo bottiglie in PET ad uso alimentare, per garantire un prodotto riciclato compatibile al 100%¹³⁸. La riciclabilità dei prodotti in plastica dipende quindi dalla progettazione del prodotto, dalla composizione del materiale e dall'efficacia dei costi del processo. Le principali tipologie di plastiche riciclabili sono contrassegnate dal simbolo e dal numero che permette di individuarle e classificarle, indicano di cosa è composto il materiale e non "dove smaltirlo":



Fig. 72: i simboli delle plastiche riciclabili. Fonte: www.perlambiente.it/raccolta-differenziata-plastica/

Edizioni Ambiente

137. Eriksen M.K., Christiansen J.D., Daugaard A.E., Astrup T.F. (2019). *Closing the loop for PET, PE and PP waste from households: Influence of material properties and product design for plastic recycling*. Waste Management, 96, pp. 75–85

138. Ercolini Rossano (2018). *Rifiuti zero: I dieci passi per la rivoluzione ecologica da Premio Nobel per l'ambiente*. Milano: Baldini&Castoldi

Il processo di riciclaggio può avvenire principalmente in due modi: riciclo meccanico e riciclo chimico.

Il **riciclo meccanico**, possibile per i polimeri termoplastici, è il più diffuso e prevede la raccolta, la divisione, la pulizia e lo sminuzzamento dei diversi materiali per ottenere *chips* o *flakes* che andranno a costituire materiale per la produzione di nuovi prodotti. Nella fase di raccolta si dividono i rifiuti per tipologie, si separano da eventuali “contaminanti” quali etichette o parti estranee e si procede al lavaggio. La fase del lavaggio è quella che impatta di più per la quantità di acqua utilizzata per pulire il materiale. Proprio per questo indice il riciclo è uno svantaggio rispetto alla produzione di materia vergine. I dati del *Life Cycle Assessment* (LCA) mostrano l’impiego di energie, di acqua e le emissioni per la produzione di PE e HDPE e del relativo riciclo¹³⁹ (Tab. 2).

LCA category	Virgin PET	100% recycled	
		PET	HDPE
Energy (GJ)	15.3	3.5	17.1
GHG (kg CO ₂ eq)	2746	1136	1822
Water (L)	27.5	81.2	30.7
Waste (kg)	142	385	74.6

Tab 2: tabella che esprime i valori di LCA per la produzione di PET e HDPE vergini e riciclati.
Fonte: Greene Joseph P. (2014). *Sustainable Plastics: Environmental Assessments of Biobased, Biodegradable, and Recycled Plastics*. Hoboken: John Wiley & Sons

139. Greene Joseph P. (2014). *Sustainable Plastics: Environmental Assessments of Biobased, Biodegradable, and Recycled Plastics*. Hoboken: John Wiley & Sons

Di seguito viene mostrato lo schema dei passaggi che guidano la selezione ed il riciclo (Fig. 73). Si prende come esempio il modello più innovativo di stabilimento, inaugurato da A2A Ambiente a novembre 2018 a Cavaglià (BI). La struttura è in grado di trattare 45.000 tonnellate di plastica¹⁴⁰ proveniente dalla raccolta differenziata. Alla fine del processo si ottiene quindi un prodotto pronto per rientrare nuovamente nel ciclo della produzione.

Il **riciclo chimico**, invece, è molto meno comune e, ad oggi, non può essere effettuato con tutte le tipologie di plastiche. Esso prevede un processo di conversione a temperature elevate in assenza di ossigeno¹⁴¹: spezzando i legami dei polimeri si ricavano i monomeri iniziali¹⁴². A questo punto il materiale è pronto per essere nuovamente impiegato per creare polimeri ed è del tutto simile al materiale vergine. Il riciclo chimico pur offrendo un materiale finale di una qualità maggiore rispetto a quello meccanico, presenta dei limiti: da una parte non è applicabile a molti polimeri (valido solo per PET, poliuretani, poliammidi)¹⁴³; dall'altra è molto più dispendioso dal punto di vista energetico e per quanto riguarda l'emissione di sostanze nocive.

140. Dato raccolto alla mostra deplastic. , durante la fiera "Fa la cosa giusta" a fieramilanocity, 8-10 marzo 2019. Da stima A2A Ambiente

141. Greene Joseph P. (2014). *Sustainable Plastics: Environmental Assessments of Biobased, Biodegradable, and Recycled Plastics*. Hoboken: John Wiley & Sons

142. Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente

143. Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente

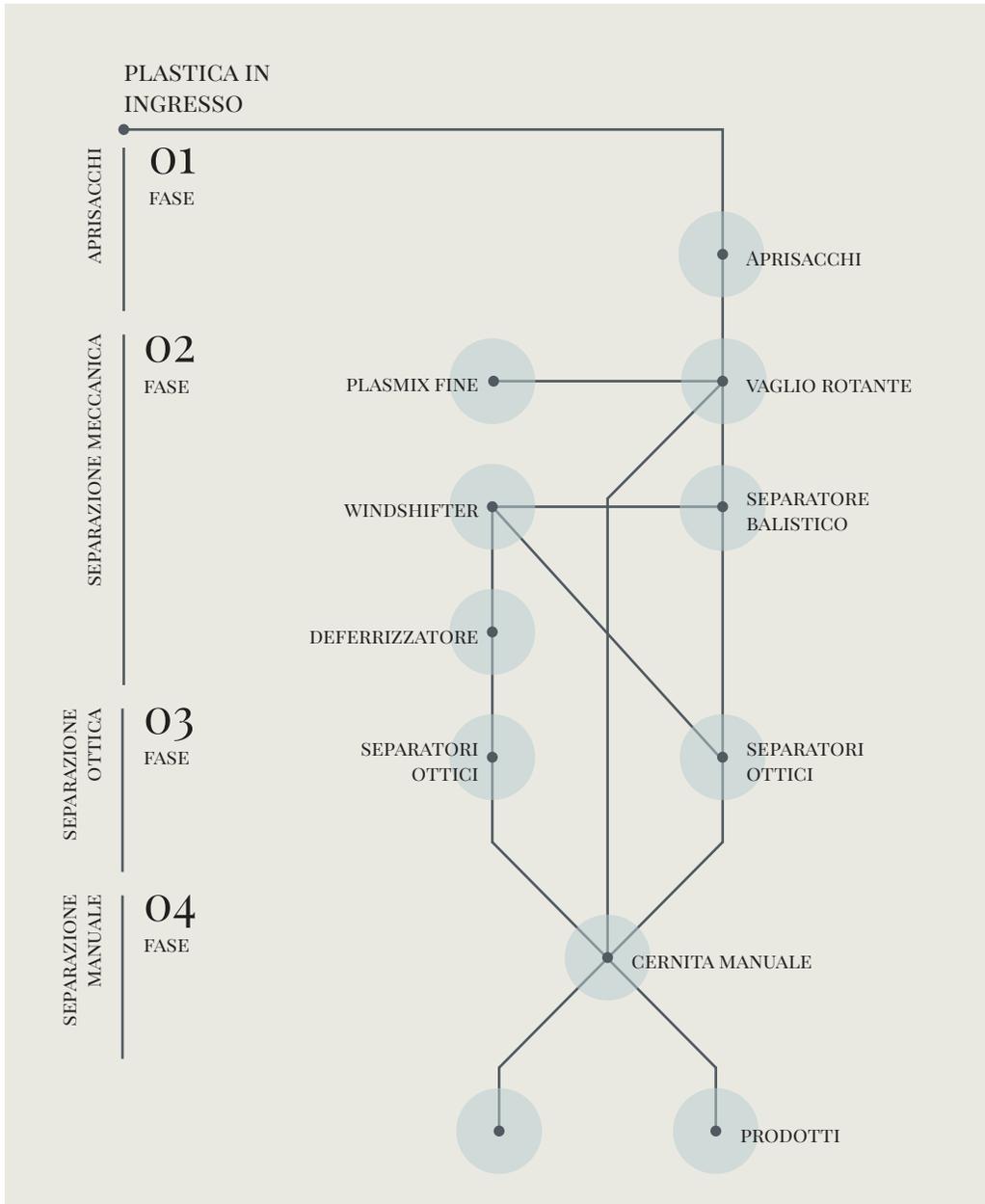


Fig. 73: lo schema delle fasi del riciclaggio meccanico della plastica. Rielaborazione grafica dell'autore da: Mostra deplastic., durante la fiera "Fa la cosa giusta" a fieramilanocity, 8-10 marzo 2019.

3.2.2 Le tipologie

Come esposto nel paragrafo precedente, viste le numerose combinazioni e tipologie di plastiche presenti sul mercato sarebbe impensabile istituire altrettante filiere per il loro riciclo. Per questo sono stati istituiti dei codici di riconoscimento sia per aiutare il consumatore sia per il controllo manuale degli scarti.



PET. Il polietilentereftalato corrisponde al numero 1. Viene per lo più impiegato per bottiglie ad uso alimentare, ma anche per la produzione di fibre sintetiche (es. pile). Questo è uno dei pochi materiali che può essere riciclato anche tramite un processo di tipo chimico. Il riciclo chimico, in questo caso, permette di ottenere un materiale controllato e certificato per il contatto alimentare. Le limitazioni invece sono le possibili contaminazioni, anche piccolissime con altre tipologie di materiali ed il colore poco omogeneo. Un'azienda che opera in questi termini è Equipolymers¹⁴⁴.



PE. Il polietilene, corrispondente al numero 2 e 4, in base alla sua densità (PE-HD e PE-LD), viene comunemente utilizzato per la produzione di sacchetti, cassette, nastri adesivi, bottiglie, sacchi per la spazzatura, tubi, giocattoli, ecc.¹⁴⁵

In uno studio condotto da Eriksen *et al.*¹⁴⁶ è stato verificato come dei

144. Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente. Maggiori informazioni: www.equipolymers.com

145. Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente.

146. Eriksen M.K., Christiansen J.D., Daugaard A.E., Astrup T.F. (2019). *Closing the loop for PET, PE and PP waste from households: Influence of material properties and product design for plastic recycling*. Waste Management, 96, pp. 75–85



Fig. 74: la raccolta di bottiglie in PET. Fonte: www.resource-recycling.com/plastics/2019/07/31/ihs-recycled-pet-demand-will-outpace-supply/

campioni di PE riciclato abbiano mostrato un'elevata resistenza alla trazione rispetto al PE vergine. Avendo valutato anche la processabilità è emerso che il riciclaggio a ciclo chiuso di bottiglie non alimentari possa essere fattibile, sia quando riciclato separatamente sia come rifiuto misto PE. Mentre per quanto riguarda la contaminazione con altri polimeri, a causa delle etichette o di altri elementi, questa ha avuto scarsa influenza sulla qualità.



PVC. Identificato con il numero 3, il cloruro di polivinile viene utilizzato in diverse produzioni, per vaschette di uova, tubazioni, pellicole isolanti, edilizia. Infatti il PVC costituisce lo 0,4% dei rifiuti provenienti dalle attività edilizie¹⁴⁷. Questo polimero è facilmente riciclabile e garantisce buone proprietà e flessibilità nel riciclo pre-consumo. Nel caso invece di riciclo post-consumo, presenta varie criticità dovute alla presenza di contaminanti che possono alterarne le caratteristiche.



PP. Corrispondente al simbolo con il numero 5, il polipropilene viene utilizzato per la produzione di oggetti per l'arredo di interni ed esterni, per uso alimentare, flaconi per detersivi e per l'igiene, moquette. Nello studio condotto da Eriksen *et al.*¹⁴⁸, è risultato che le proprietà meccaniche del PP rigenerato siano leggermente ridotte rispetto al PP vergine. Mentre,

147. Cfr. www.polimerica.it/articolo.asp?id=13243

148. Eriksen M.K., Christiansen J.D., Daugaard A.E., Astrup T.F. (2019). *Closing the loop for PET, PE and PP waste from households: Influence of material properties and product design for plastic recycling*. Waste Management, 96, pp. 75–85

per quanto riguarda la resistenza all'impatto, sono state osservate grandi variazioni per i singoli campioni di PP, rendendoli poco adatti in applicazioni in cui questa caratteristica è fondamentale. Per quanto riguarda la lavorabilità è emerso come sia necessario garantire un flusso omogeneo in modo da facilitare il riciclo e la processabilità.



PS. Il polistirene, indicato con il numero 6, viene usato per produrre vaschette per alimenti, posate, piatti, tappi. La versione espansa viene impiegata per la realizzazione di imballaggi, isolanti e manufatti fonoassorbenti¹⁴⁹.

149. Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente.

3.2.3 La chiusura del cerchio

Ad oggi un materiale riciclato, se non esposto a contaminazioni irreversibili, come la carica con particolari fibre, può rientrare nella filiera del riciclo. Si stima che un materiale possa essere riciclato fino a 6 volte offrendo discrete proprietà¹⁵⁰ ai prodotti secondi. Naturalmente potrà essere impiegato per applicazioni diverse in base alle caratteristiche che può offrire. Nel caso in cui il riciclaggio non fosse più efficace dal punto di vista delle proprietà fisico-chimiche e del valore economico o ambientale, l'energia può essere recuperata attraverso la termovalorizzazione¹⁵¹.

Lo smaltimento in discarica invece, al di là dello spreco di risorse preziose, provoca un certo livello di inquinamento a lungo termine causato soprattutto dalla dispersione di parti più o meno grandi.

La potenziale circolarità, come riportano Eriksen *et. al.*, dipende fortemente dalla qualità del prodotto finale. La vera sfida in questo ambito è proprio quella di riuscire a valorizzare il "rifiuto" trasformandolo in risorsa, solo in questo modo si potrà riuscire a vedere i mari come delle miniere da cui attingere cercando di riportare "a terra" tutti i materiali che inquinano l'ecosistema.

In un'ottica di *re-upcycling*¹⁵² la sfida diventa proprio quella di trovare il modo per dare valore e sfruttare al massimo l'offerta del materiale,

150. Devasahayam Sheila, Singh Raman R. K., Chennakesavulu K., Bhattacharya Sankar (2019). *Plastics - Villain or Hero? Polymers and Recycled Polymers in Mineral and Metallurgical Processing - A Review*. Materials, 12, 655

151. Devasahayam Sheila, Singh Raman R. K., Chennakesavulu K., Bhattacharya Sankar (2019). *Plastics - Villain or Hero? Polymers and Recycled Polymers in Mineral and Metallurgical Processing - A Review*. Materials, 12, 655

152. Il concetto di up-cycling prevede che un prodotto dopo il suo recupero e riciclo diventi più appetibile e desiderabile, riuscendo ad essere impiegato per prodotti con caratteristiche e *performances* comparabili se non maggiori a quelle avute nella sua prima applicazione. Fonte: Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente.

facendo in modo che, con applicazioni diversificate, si arricchisca il sistema e i riciclati diventino una merce di scambio vera e propria con un valore economicamente vantaggioso per i raccoglitori/produttori.

Fig. 75: fotografia dal progetto "7 days of garbage" del fotografo Gregg Segal che ha immortalato persone comuni richiamando l'attenzione sul problema dei rifiuti che ognuno produce giornalmente. Fonte: www.greggsegal.com/P-Projects/7-Days-of-Garbage/4/thumbs

3.3 Le bioplastiche Come si può constatare, se negli anni '50 le plastiche sostituivano progressivamente i materiali naturali, ora si sta verificando una situazione inversa: si sta tornando a cercare alternative naturali in sostituzione della plastica. In questo contesto si inseriscono le bioplastiche, nuovi materiali che costituiscono una vera e propria famiglia, con diverse proprietà e applicazioni.

Rispetto alle plastiche tradizionali, le bioplastiche risparmiano risorse fossili usando la biomassa che si rigenera (annualmente) e aiuta la “decarbonizzazione”: la sostituzione della richiesta annuale di PE a base fossile con quello bio-based permetterà di risparmiare le emissioni pari a 10 milioni di voli intorno al mondo¹⁵³. Inoltre, attraverso la biodegradabilità, una proprietà di molte bioplastiche che si stanno diffondendo, vengono offerti ulteriori mezzi di recupero a fine vita del prodotto. Le bioplastiche hanno proprietà molto simili a quelle delle plastiche tradizionali e possono essere: bio-based, biodegradabili¹⁵⁴ o avere entrambe le caratteristiche. Secondo European Bioplastics queste possono essere divise in (Fig. 76):

- **Bio-based** (o parzialmente a bio-based), non biodegradabili, come: polietilene (PE), polipropilene (PP), polietilene tereftalato (PET) bio-based; bio polimeri tecnici come numerose poliammidi (PA), politrimetilentereftalato (PTT) bio-based o poliuretani (parzialmente) bio-based (PUR);
- **Biodegradabili bio-based**, come acido polilattico (PLA), poliidrossialcanoati (PHA), polibutilenene succinato (PBS) e miscele di amido;
- Plastiche provenienti da fonti fossili, ma **biodegradabili** come il polibutilene adipato tereftalato (PBAT).

153. Fonte: European Bioplastics. Maggiori informazioni: www.european-bioplastics.org

154. La biodegradazione è un processo chimico in cui i materiali vengono metabolizzati in

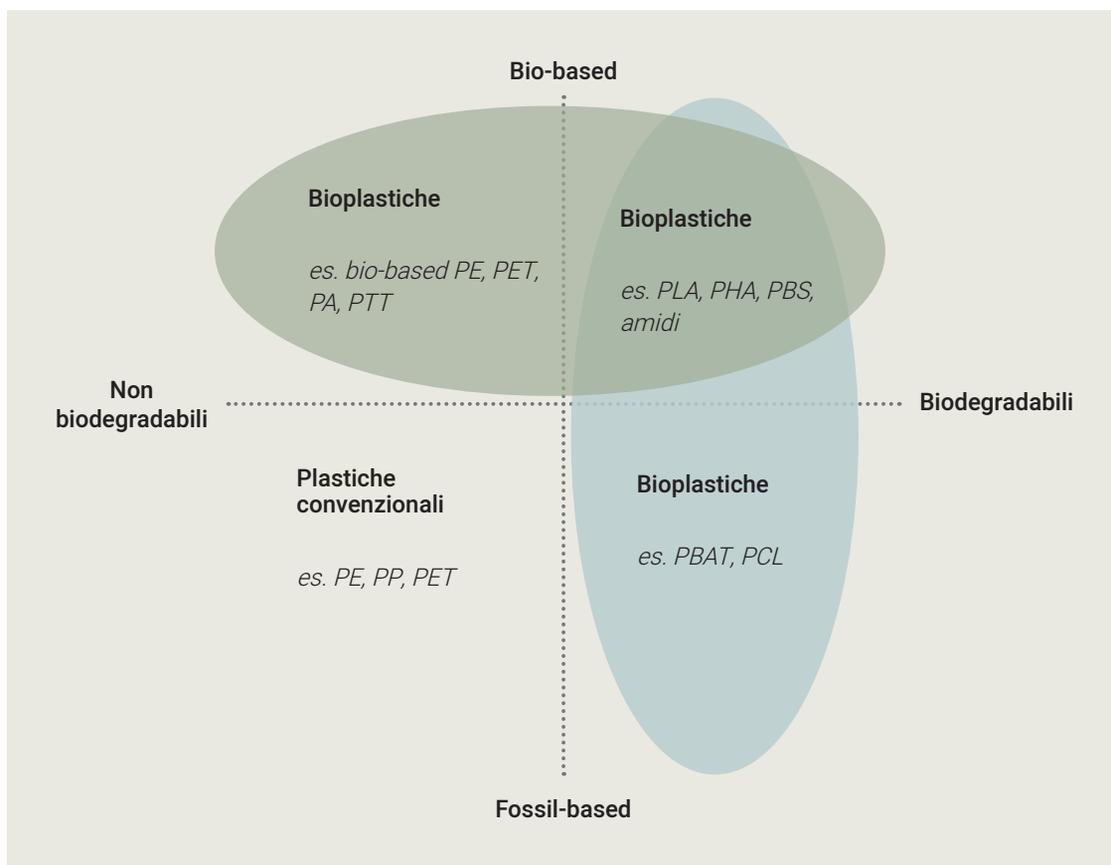


Fig. 76: la classificazione delle bioplastiche. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.european-bioplastics.org

CO₂, acqua e biomassa con l'aiuto di microrganismi. Il processo di biodegradazione dipende dalle condizioni dell'ambiente specifico, dal materiale o dall'applicazione stessa. Per essere recuperato mediante riciclaggio organico (o compostaggio) un materiale o un prodotto deve essere biodegradabile. L'essere compostabile è una caratteristica di un prodotto, imballaggio o componente associato che gli consente di biodegradare in condizioni specifiche (ad es. una certa temperatura, tempi, ecc.). Maggiori informazioni: www.european-bioplastics.org

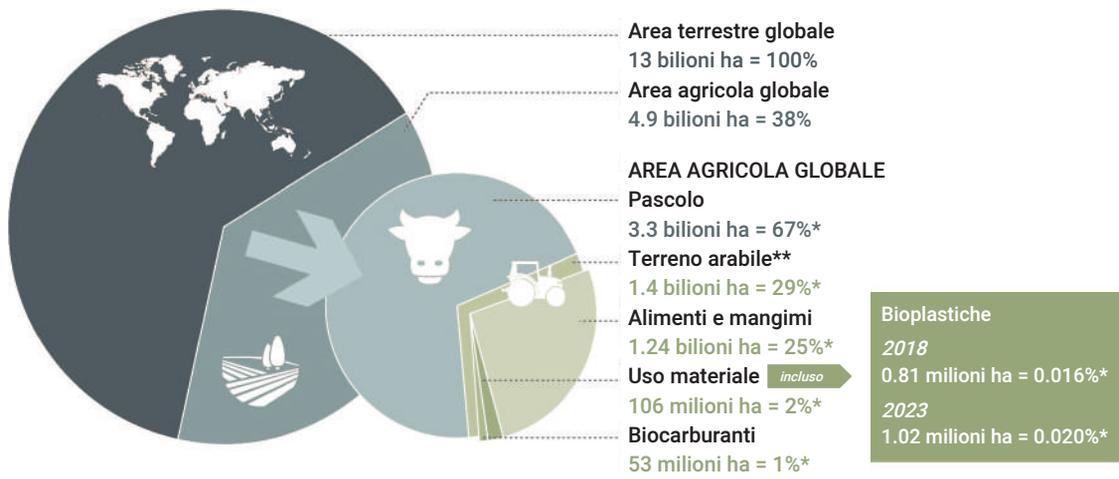
3.3.1 La nascita Per quanto riguarda il loro approvvigionamento, la sostenibilità della materia prima è un prerequisito fondamentale per materiali che vengono considerati il futuro per un'economia circolare.

Nonostante le numerose sperimentazioni con svariati materiali, oggi le bioplastiche (bio-based e biodegradabili) prodotte a livello industriale sono principalmente costituite da batteri, cellulosa oppure amidi, zuccheri provenienti dal mais o dalla canna da zucchero, le cosiddette colture alimentari o materie prime di prima generazione.

Nel parlare dell'origine delle bioplastiche, spesso nasce la critica sull'uso della biomassa che, impiegata per scopi industriali, potrebbe sfavorire la produzione di alimenti e mangimi. Per non togliere suolo al cibo, si sta anche studiando l'uso di colture non alimentari (materie prime di seconda e terza generazione), come la cellulosa, in vista del suo ulteriore utilizzo per la produzione di materiali bioplastici. L'attenzione viene rivolta verso tutti quei materiali di scarto, potenziali materie prime per questa nuova produzione. Tuttavia dai dati comunicati da European Bioplastics emerge che solamente circa lo 0,01% della superficie agricola globale è utilizzata per la coltivazione delle materie prime per bioplastiche¹⁵⁵ (Fig. 77).

L'utilizzo di terreno per alimentare gli animali è pari a circa il 72% della superficie agricola globale. Da questi dati emerge quindi che non vi è concorrenza tra uso di biomassa per alimenti e mangimi e per uso di

155. Fonte: European Bioplastics. Maggiori informazioni: www.european-bioplastics.org/bioplastics/feedstock/



* in relazione all'area agricola globale
** includendo 1% ca. di terreno incolto

Fonte: European Bioplastics (2018), statistiche FAO, nova-institute (2018),
Institute for Bioplastics and Biocomposites (2016).

Fig. 77: stima dell'utilizzo dei terreni per le bioplastiche per il 2018 e 2023. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.european-bioplastics.org

materiale. Nonostante ciò, le materie plastiche a base biologica mostrano cifre di crescita impressionanti¹⁵⁶, che potrebbero portare ad impatti negativi sul territorio, a causa di utilizzi scorretti, poco sostenibili e non etici dei terreni, soprattutto nelle zone più povere del mondo, da dove peraltro proviene gran parte della produzione di materie prime. Allo stesso modo è fondamentale rispettare la sostenibilità a livello sociale: rispettare i lavoratori, la loro realtà e la loro cultura.

In questo senso le certificazioni sono degli strumenti adatti per garantire l'approvvigionamento sostenibile della biomassa. Ci sono varie iniziative e certificazioni che possono essere prese ad esempio, tra queste si possono citare la Better Sugar Cane Initiative¹⁵⁷, l'International Sustainability & Carbon Certification (ISCC)¹⁵⁸, la Working Landscapes Certificate (WLC)¹⁵⁹ e la certificazione indipendente dei criteri di sostenibilità che aiuta a seguire le linee guida stabilite dalla European Renewable Energy Directive (RED)¹⁶⁰.

156. Supponendo che la crescita del mercato delle bioplastiche continui, basata sull'attuale fase di sviluppo tecnologico, entro il 2023 potrebbe essere raggiunto un mercato di 2,62 milioni di tonnellate, pari a circa 1,02 milioni di ettari, pari a circa lo 0,02 per cento della superficie agricola globale.

Questa stima non include la prevista aumento della percentuale di residui alimentari, colture non alimentari o biomassa cellulosica, il che porterà a una domanda di uso del suolo inferiore di bioplastiche rispetto alla quantità prevista di cui sopra. Riferimento da www.european-bioplastics.org

157. Bonsucro è un'organizzazione no profit che opera a livello globale. Promuove la produzione, la trasformazione e il commercio sostenibili della canna da zucchero in tutto il mondo, supportando una comunità di oltre 500 membri in oltre 40 paesi. Maggiori informazioni: www.bonsucro.com

158. L'ISCC lavora per contribuire all'implementazione della produzione e dell'uso sostenibili dal punto di vista ambientale, sociale ed economico di tutti i tipi di biomassa nelle catene di approvvigionamento globali. Maggiori informazioni: www.iscc-system.org

159. Il programma Working Landscapes Certificate (WLC) è stato creato dall'Institute for

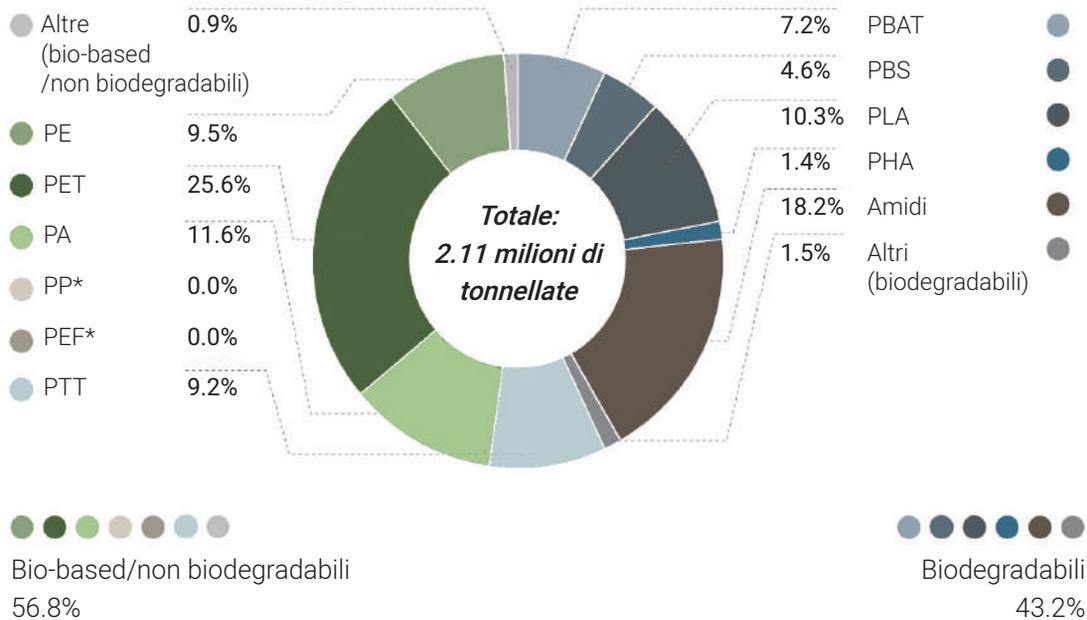
È proprio a livello di produzione industriale che l'offerta è in continua espansione (Fig. 78) e cerca di offrire soluzioni alternative alle plastiche tradizionali in tutti i campi. Le più grandi aziende destinano ingenti investimenti nella ricerca che, d'altra parte, devono garantire un ritorno economico. Per questo le politiche interne possono variare molto ed i costi, anche per nuovi macchinari, a fronte di materiali nuovi, rappresentano a volte un freno. Nonostante ciò la ricerca non si è fermata e, grazie anche ad una svolta sempre più evidente verso la sostenibilità, le aziende produttrici di bioplastiche sono sempre più numerose. I produttori più affermati sul mercato¹⁶¹ sono:

- *Natureworks*¹⁶², *Plantura*¹⁶³, *Purac/Synbra*¹⁶⁴, *Mitsubishi*¹⁶⁵, *Futero*¹⁶⁶, *Mitsui Chemicals*¹⁶⁷ e *Dainippon Ink Chemicals*¹⁶⁸ che producono PLA, bioplastica più diffusa, usato anche nelle stampanti 3D
- Più di 20 aziende producono PHA di diverse tipologie, tra queste ricordiamo *BASF*¹⁶⁹ e l'italiana *Bio-on*¹⁷⁰, azienda produttrice di PHA Minerv-PHA, biopolimero utilizzato da Kartell nella realizzazione della versione sostenibile di Componibile durante il Salone del Mobile 2019
- *Braskem*¹⁷¹, azienda brasiliana che produce una famiglia di PE partendo dalla canna da zucchero
- Coca Cola in collaborazione con *Gevo Venture*¹⁷², così come PepsiCo con

Agriculture and Trade Policy (IATP) per promuovere una produzione agricola più sostenibile per i settori emergenti dei biomateriali, compresa l'industria delle bioplastiche. Maggiori informazioni: www.iatp.org/documents/2012-working-landscapes-certificate-information

160. La direttiva originale sulle energie rinnovabili (2009/28 / CE) stabilisce una politica globale per la produzione e la promozione di energia da fonti rinnovabili nell'UE. Maggiori informazioni: www.ec.europa.eu/energy/en/topics/renewable-energy/renewable-energy-directive/overview

161. Murali M. Reddy, Singaravelu Vivekanandhana, Manjusri Misraa, Sujata K. Bhatia,



* PP e PEF bio-based si stanno sviluppando e si pensa possano essere disponibili su scala commerciale nel 2023

Fonte: European Bioplastics (2018), nova-institute (2018)

Fig. 78: produzione globale delle bioplastiche 2018. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.european-bioplastics.org

Virent Venture¹⁷³, hanno sviluppato un PET proveniente da fonti rinnovabili da utilizzare nelle bottiglie per bevande.

- BioAmber¹⁷⁴, BASF, DSM-Roquette¹⁷⁵, Myriant Technologies¹⁷⁶ e Mitsubishi Chemicals che producono un Bio-PBS

- DuPont¹⁷⁷ che produce Bio-PTT basati su un Bio-PDO¹⁷⁸

- Novamont¹⁷⁹, azienda italiana leader nella produzione di Mater-b

In aggiunta a questi polimeri c'è il settore dei compositi che permettono alle bioplastiche di raggiungere alte *performance*.

Amar K. Mohanty (2013). *Biobased plastics and bionanocomposites: Current status and future opportunities*. Progress in Polymer Science, 38, pp. 1653–1689

162. Maggiori informazioni: www.natureworkslc.com

163. Maggiori informazioni: www.planturabiopolymer.com/it/

164. Maggiori informazioni: www.synbratechnology.com/biofoam/synterra-pla/

165. Maggiori informazioni: www.m-chemical.co.jp/en/index.html

166. Maggiori informazioni: www.futerro.com/index.html

167. Maggiori informazioni: www.mitsuichem.com/en/

168. Maggiori informazioni: www.dic-global.com/en/

169. Maggiori informazioni: www.basf.com/it/it.html

170. Maggiori informazioni: www.bio-on.it/index.php

171. Maggiori informazioni: www.braskem.com.br

172. Maggiori informazioni: www.gevo.com

173. Maggiori informazioni: www.virent.com

174. Maggiori informazioni: www.bio-amber.com

175. Maggiori informazioni: www.dsm.com/corporate/news/news-archive/2009/12-09-dsm-and-roquette-commercialize-bio-based-succinic-acid.html

176. Maggiori informazioni: www.gcinnovationamerica.com/about-us/

177. Maggiori informazioni: www.dupont.it

178. Bio-PDO è un ingrediente versatile per numerosi prodotti, inclusi polimeri speciali come Sorona®, ed è adatto anche per cosmetici, detergenti liquidi e applicazioni industriali come l'antigelo. Maggiori informazioni: http://www.duponttateandlyle.com/news_112706

179. Maggiori informazioni: www.novamont.com/eng/

3.3.2 L'uso Dalla nascita si passa all'uso. Fondamentale è la conoscenza delle caratteristiche principali della famiglia delle bioplastiche, in merito alle quali è possibile fare diverse considerazioni. Prima di tutto le plastiche bio-based o parzialmente bio-based, come PE e PET presentano proprietà uguali alle loro versioni tradizionali: sono tecnicamente equivalenti alle loro corrispettive fossili. La differenza sta nella dismissione: infatti le bioplastiche aiutando la riduzione dell'impronta di carbonio, possono essere riciclate meccanicamente nei flussi di riciclaggio esistenti, non richiedendo modifiche alle filiere.

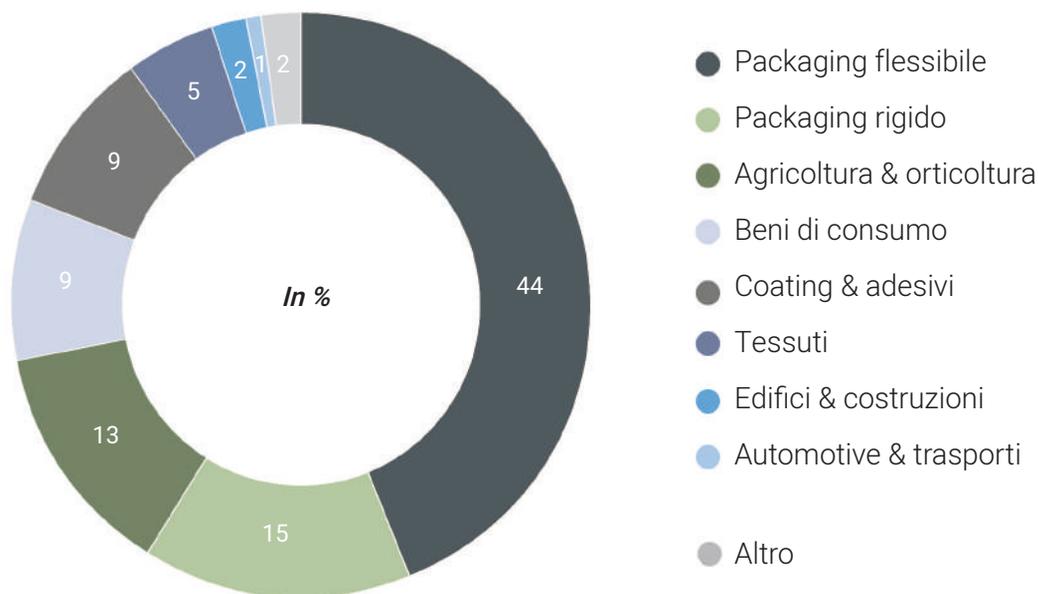
Il PLA, il PHA, la cellulosa o i materiali a base di amido a fine vita sono biodegradabili e compostabili e, in alcuni casi, hanno proprietà barriera ottimizzate¹⁸⁰.

Inoltre le bioplastiche sono sempre più utilizzate in prodotti di uso quotidiano¹⁸¹ (Fig. 79), offrendo prodotti con varie funzionalità. Per quanto riguarda la loro processabilità, possono essere trasformate sfruttando le convenzionali tecnologie di lavorazione delle materie plastiche, con i dovuti adeguamenti al materiale impiegato.

La più grande sfida che devono affrontare questi materiali, infatti, non è di tipo tecnico ma è causata dall'assenza di politiche efficaci o incentivi normativi per incoraggiare l'ingresso in larga scala sul mercato. Secondo uno studio condotto dall'Università di Utrecht nel 2009, le bioplastiche

180. Peelman Nanou, Ragaert Peter, De Meulenaer Bruno, Adons Dimitri, Peeters Roos, Cardon Ludwig, Van Impe Filip, Devlieghere Frank (2013). *Application of bioplastics for food packaging*. Trends in Food Science & Technology, 32, pp. 128-141

181. Maggiori informazioni: www.european-bioplastics.org



Fonte: European Bioplastics (2018), nova-institute (2018)

Fig. 79: principali impieghi delle bioplastiche 2018. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.european-bioplastics.org

potrebbero sostituire circa l'85% delle materie plastiche convenzionali. Si analizzano ora le principali bioplastiche e materie prime utilizzate nel mercato, per fornire un quadro delle proprietà e della processabilità.

Il **PLA** (poli(acido lattico)) è un bio-polimero termoplastico ed è una delle bioplastiche biodegradabili più utilizzate. La sua produzione deriva dal mais o da altri carboidrati che vengono trasformati attraverso una fermentazione in acido lattico.

Per quanto riguarda la sua processabilità, può essere lavorato attraverso lo stampaggio ad iniezione, l'estrusione, lo stampaggio a soffiaggio e la termoformatura, tenendo presente che è un materiale trasparente. Viene considerato come uno dei polimeri per uso commerciale che potrebbe andare a sostituire polietilene a bassa densità (LDPE), polietilene ad alta densità (HDPE), polistirene (PS) e polietilentereftalato (PET). Tuttavia la stabilità termica e la resistenza agli urti sono inferiori a quelle dei polimeri convenzionali utilizzati per applicazioni termoplastiche.

Per questo, non potendo competere direttamente, le sue applicazioni possono essere ampliate migliorandone le proprietà. La modifica del PLA, attraverso la copolimerizzazione con altri monomeri e la creazione di compositi sono alcune soluzioni che vengono utilizzate per migliorarne la rigidità, la permeabilità, la cristallinità e la stabilità termica¹⁸².

182. Murali M. Reddy, Singaravelu Vivekanandhana, Manjusri Misra, Sujata K. Bhatia, Amar K. Mohanty (2013). *Biobased plastics and bionanocomposites: Current status and future opportunities*. Progress in Polymer Science, 38, pp. 1653–1689

Numerose ricerche e sperimentazioni hanno dimostrato come il PLA potrebbe sostituire alcuni materiali plastici nel packaging di prodotti da banco freschi, come frutta, verdura e succhi. Nel caso dei peperoni¹⁸³, per esempio, nell'imballaggio a base di PLA, rispetto al LDPE perforato, dopo una settimana la proliferazione dei batteri è risultata essere inferiore. Rispetto all'uso di contenitori in PET, inoltre, all'interno di quelli in PLA si potrebbe sviluppare un'atmosfera modificata in equilibrio: strategia utilizzata nella conservazione dei mirtilli¹⁸⁴. In questo caso, le valutazioni sensoriali dei consumatori hanno mostrato che questi preferivano i mirtilli confezionati in contenitori di PLA da una o due settimane rispetto ai mirtilli confezionati in contenitori convenzionali.

Per quanto riguarda l'aspetto economico, il costo produzione di questa bioplastica è diminuito grazie ai progressi nell'ottenere glucosio dal mais usando la fermentazione batterica. Questo materiale è diventato così facilmente disponibile e competitivo rispetto alla maggior parte dei polimeri di base.

I mercati target del PLA comprendono principalmente imballaggi, prodotti tessili e applicazioni biomediche.

I **PHA** sono la famiglia dei poliidrossialcanoati: famiglia di biopolimeri costituita da polimeri termoplastici biodegradabili che hanno origine da

183. Peelman Nanou, Ragaert Peter, De Meulenaer Bruno, Adons Dimitri, Peeters Roos, Cardon Ludwig, Van Impe Filip, Devlieghere Frank (2013). *Application of bioplastics for food packaging*. Trends in Food Science & Technology, 32, pp. 128-141; in riferimento all'articolo Koide, S., & Shi, J. (2007). *Microbial and quality evaluation of green peppers stored in biodegradable film packaging*. Food Control, 18, pp. 1121-1125.

184. Peelman Nanou, Ragaert Peter, De Meulenaer Bruno, Adons Dimitri, Peeters Roos, Cardon Ludwig, Van Impe Filip, Devlieghere Frank (2013). *Application of bioplastics for food packaging*. Trends in Food Science & Technology, 32, pp. 128-141; in riferimento all'articolo

una vasta gamma di microrganismi. La produzione del materiale avviene attraverso la fermentazione nelle cellule microbiche e successivamente viene raccolto con solventi. La fonte principale è quasi sempre l'amido, derivante dal mais, patate, tapioca e oli vegetali. La recente dimostrazione di accrescimento del PHA in piante transgeniche ha portato a una produzione di PHA economicamente competitiva. Questa famiglia conta più di 150 composti PHA, tra cui il più usato poliidrossibutirrato (PHB) ed il polidrossibutirrato-coidrossivalerato (PHBV), tutti sintetizzati impiegando diverse specie batteriche e condizioni di crescita, con conseguenti differenze nella struttura e nelle proprietà¹⁸⁵.

I PHA potrebbero sostituire molti polimeri a base fossile, poiché in grado di offrire diversi livelli di rigidità e durezza, proprietà chimiche e fisiche simili a quelli fossili, così da adattarsi alle diverse richieste del mercato. Tuttavia sono molto sensibili alla temperatura e al taglio: per risolvere questo problema è possibile ricorrere ad additivi, miscele e compositi (con varie fibre naturali come la fibra di legno, di bambù, di cocco, la iuta, la paglia di grano). In generale si può affermare che la resistenza all'urto aumenta con l'aumentare del contenuto di idrossivalerato (HV), mentre le temperature di utilizzo, la cristallinità, la permeabilità all'acqua e la resistenza alla trazione diminuiscono nei copolimeri. La biodegradabilità dei PHA dipende principalmente dalla cristallinità e dal tipo di polimero; i

Almenar, E., Samsudin, H., Auras, R., & Harte, B. (2010). *Consumer acceptance of fresh blueberries in bio-based packages*. Journal of the Science of Food and Agriculture 90, pp. 1121-1128.

185. Murali M. Reddy, Singaravelu Vivekanandhana, Manjusri Misra, Sujata K. Bhatia, Amar K. Mohanty (2013). *Biobased plastics and bionanocomposites: Current status and future opportunities*. Progress in Polymer Science, 38, pp. 1653-1689

copolimeri si degradano più velocemente degli omopolimeri.

Entrando più nello specifico riguardo alle caratteristiche del PHB si può affermare che esso possieda proprietà di barriera all'ossigeno migliori rispetto a PP e PET, di barriera al vapore acqueo migliori rispetto al PP e di barriera ai grassi e agli odori sufficienti per l'uso negli imballaggi per alimenti.

Tenendo in considerazione sempre il campo del packaging alimentare, è stato verificato che il simulante e il succo di arancia in confezioni di PHB hanno prodotto gli stessi cambiamenti di qualità rispetto all'HDPE: quindi i succhi commerciali e altre bevande acide, condimenti o altri cibi grassi potrebbero essere impacchettati in PHB¹⁸⁶.

La diversità delle proprietà dei PHA rende questa famiglia adatta ad applicazioni ad ampio raggio, inclusi imballaggi, fibre e usi biomedici. Inoltre, i monomeri PHA possono essere utilizzati per biocarburanti, farmaci.

Il **Bio-PE** è l'alternativa bio-based al PE a base fossile. Questo è uno dei polimeri più utilizzati al mondo ed è tradizionalmente prodotto mediante polimerizzazione dell'etilene ottenuto da materie prime petrolifere. L'azienda brasiliana Braskem è riuscita per prima ad ottenere il polimero da risorse rinnovabili, nello specifico da canna da zucchero. Il bioetanolo,

186. Peelman Nanou, Ragaert Peter, De Meulenaer Bruno, Adons Dimitri, Peeters Roos, Cardon Ludwig, Van Impe Filip, Devlieghere Frank (2013). *Application of bioplastics for food packaging*. Trends in Food Science & Technology, 32, pp. 128-141; in riferimento all'articolo Bucci, T. Z., Tavares, L. B. B., & Sell, I. (2005). *PHB packaging for the storage of food products*. Polymer Testing, 24, pp. 564-571.

infatti, può essere prodotto utilizzando diverse materie prime tra cui colture contenenti amido, colture di zucchero e materiali lignocellulosici. La polimerizzazione dell'etilene anche in questo caso è identica al processo di polimerizzazione dell'etilene da fonti fossili. Le sue proprietà sono del tutto comparabili a quelle del PE convenzionale. Il vantaggio principale di questo nuovo materiale è dovuto al fatto che la sostituzione del polietilene convenzionale con il Bio-PE non richiede investimenti in nuovi macchinari per la produzione di materie plastiche.

L'offerta dell'azienda comprende varie tipologie di PE, come HDPE, LLDPE e LDPE che coprono una vasta gamma di applicazioni. Il materiale è già utilizzato in diverse applicazioni in aziende produttrici di contenitori per bevande, packaging, oggetti per la casa, cosmetici, confezioni per il cibo e per l'igiene¹⁸⁷.

Il **PET bio-based** è uno dei poliesteri più utilizzati per applicazioni di confezionamento. Ci sono vari produttori di PET biobased, tra questi l'azienda Gevo che è riuscita, in collaborazione con Coca-Cola e Toray, a sviluppare un componente fondamentale per la produzione di acido tereftalico (TPA), in modo completamente rinnovabile¹⁸⁸, un ingrediente chiave per convertire poliestere a base di petrolio per fibre e bottiglie in contenuto rinnovabile al 100%. In questo modo le caratteristiche offerte

187. Cfr. www.plasticoverde.braskem.com.br/site.aspx/Im-greenTM-Polyethylene

188. Maggiori informazioni: www.packaging-gateway.com/projects/coca-cola-plant-based-bottle/

sono le stesse del materiale a base fossile con il vantaggio che si possono utilizzare gli stessi materiali e le stesse tecnologie produttive.

Il **Bio-PBS** è generalmente ottenuto mediante polimerizzazione diretta di acido succinico e 1,4-butandiolo¹⁸⁹. Le ricerche hanno portato ad ottenere l'acido succinico utilizzando materie prime biologiche come l'amido di mais, il siero di latte, il glicerolo, la lignocellulosa, i cereali e la paglia. Per la produzione biologica di acido succinico sono utilizzati i batteri. Le proprietà come l'alta temperatura di utilizzo, l'ottima processabilità, la compatibilità con altre plastiche biodegradabili e con le fibre naturali, ma soprattutto la compatibilità con il cibo permettono di utilizzarlo come barriera nel packaging, come coating per la carta, in bicchierini e tazze usa e getta, in fibre sintetiche¹⁹⁰.

Il **PTT bio-based** è un poliestere ottenuto con PDO con acido tereftalico (TPA). DuPont in questo campo è stata la prima azienda a produrre bio-PDO attraverso glucosio proveniente dall'amido¹⁹¹. Il PTT bio-based ha proprietà simili a quelle della sua controparte petrolchimica e mostra un'ottima resistenza, rigidità, tenacità e resistenza al calore. Inoltre, presenta un aspetto e una lucentezza della superficie molto elevati. Questo nuovo materiale trova applicazioni soprattutto in fibre per tappeti,

189. Murali M. Reddy, Singaravelu Vivekanandhana, Manjusri Misraa, Sujata K. Bhatia, Amar K. Mohanty (2013). *Biobased plastics and bionanocomposites: Current status and future opportunities*. Progress in Polymer Science, 38, pp. 1653–1689

190. Maggiori informazioni: www.mcphp-global.com/en/asia/products/product/biobpstm-general-properties/

191. cfr. bibliografia nota 189

tessuti, ma anche film, imballaggi e applicazioni automobilistiche e ad alte prestazioni. Attualmente, DuPont sta producendo PTT a base biologica nel nome commerciale noto come Sorona¹⁹².

L'**amido** è una risorsa naturale biodegradabile. Per la produzione di un film plastico a base di amido sono necessari una quantità elevata di acqua o plastificanti (glicerolo, sorbitolo)¹⁹³. I materiali, così plastificati, sono chiamati amido termoplastico (TPS) e costituiscono un'alternativa al polistirolo (PS). I termoplastici a base di amido, pur avendo una difficile processabilità, hanno avuto successo in lavorazioni come la schiumatura, la soffiatura del film, lo stampaggio ad iniezione, il soffiaggio e l'estrusione. La morfologia finale della TPS dipende dalla composizione, dal tempo di miscelazione, dalla temperatura, dal taglio e dalla velocità di allungamento dell'operazione. Sebbene sia possibile realizzare vari prodotti, l'estrema sensibilità all'umidità dell'amido porta a un'applicazione pratica limitata. Infatti questo tipo di termoplastici costituiscono una bassa barriera al vapore acqueo, scarse proprietà meccaniche e fragilità. Perciò per la commercializzazione di materie plastiche a base di amido è necessaria una miscelazione con altri polimeri e additivi.

In diverse ricerche, sempre nel campo del packaging, è stato dimostrato come film a base di amido possano essere utilizzati per sostituire i film in

192. Maggiori informazioni: www.sorona.com/our-story/

193. Murali M. Reddy, Singaravelu Vivekanandhana, Manjusri Misraa, Sujata K. Bhatia, Amar K. Mohanty (2013). *Biobased plastics and bionanocomposites: Current status and future opportunities*. Progress in Polymer Science, 38, pp. 1653–1689

PVC per confezionare carne di manzo fresca¹⁹⁴.

Novamont, con il suo Mater-bi, è il più grande produttore al mondo di materie plastiche amidacee.

La **cellulosa** è ampiamente usata per applicazioni industriali in diverse forme. È ricavata principalmente dal legno, costituisce una promettente alternativa alle plastiche tradizionali. È un polimero naturale diffuso derivato da una delignificazione della pasta di legno o linters di cotone.

Per quanto riguarda la processabilità, può essere lavorato mediante stampaggio ad iniezione o estrusione. Sotto forma di film mostra eccellenti proprietà di formazione, ma un costo eccessivo per la produzione in serie: potrebbe essere un'alternativa per il confezionamento di numerosi prodotti alimentari. Come l'amido, anche la cellulosa presenta cattive proprietà meccaniche, una complicata processabilità e fragilità.

Nonostante ciò, è stato scoperto che il rivestimento di cellofan con nitrocellulosa ha migliorato le proprietà barriera e questo film potrebbe essere utilizzato per il confezionamento di caramelle, carne lavorata, formaggio e prodotti da forno¹⁹⁵.

Oltre a questi materiali principali si aggiungono anche le bioplastiche da **chitina** e **chitosano** e da **proteine**¹⁹⁶.

194. Peelman Nanou, Ragaert Peter, De Meulenaer Bruno, Adons Dimitri, Peeters Roos, Cardon Ludwig, Van Impe Filip, Devlieghere Frank (2013). *Application of bioplastics for food packaging*. Trends in Food Science & Technology, 32, pp. 128-141; in riferimento all'articolo Cannarsi, M., Baiano, A., Marino, R., Sinigaglia, M., & Del Nobile, M. A. (2005). *Use of biodegradable films for fresh cut beef steaks packaging*. Meat Science, 70, pp. 259-265

195. Peelman Nanou, Ragaert Peter, De Meulenaer Bruno, Adons Dimitri, Peeters Roos, Cardon Ludwig, Van Impe Filip, Devlieghere Frank (2013). *Application of bioplastics for food packaging*. Trends in Food Science & Technology, 32, pp. 128-141; in riferimento all'articolo

Per quanto riguarda le prime, l'interesse per questi polimeri è guidato dalle loro proprietà uniche: sono rinnovabili, biocompatibili, biodegradabili e non tossiche. La chitina, infatti, è un polisaccaride naturale abbondantemente disponibile ed è il materiale di supporto in molti animali invertebrati come insetti e crostacei. Il chitosano è un polimero semicristallino e sta ricevendo maggiore attenzione come possibile risorsa di polisaccaridi per applicazioni biomediche.

Il processo per ottenere la chitina, dai gusci di granchio o gamberetti, inizia con l'estrazione di proteine seguita dal trattamento con carbonato di calcio per la dissoluzione dei gusci. Il chitosano è stato ampiamente esplorato per film e fibre. Sempre nell'ambito medicale, le fibre di questi polimeri sono molto utili come materiali per medicazione e suture assorbibili. Inoltre le strutture porose, facilmente ottenute dal chitosano, possono essere utilizzate nella rigenerazione dei tessuti e nel trapianto di cellule.

Le proteine, in generale, possono essere classificate come vegetali (soia, piselli, colza, proteine del grano) e animali (siero di latte, caseina e cheratina). Come plastificanti vengono utilizzati acqua, gliceroli, acidi grassi e oli. Per quanto riguarda la processabilità, per ottenere biomateriali dalle proteine esistono due diversi metodi di lavorazione a umido o a secco. Il trattamento a umido comporta la dispersione delle proteine nel solvente per poi ottenere, dopo l'essiccazione, un film. La lavorazione a secco, invece,

Popa, M., & Belc, N., 2007, *Packaging*, Food Safety, 1, 2007, pp. 68-87.

196. Murali M. Reddy, Singaravelu Vivekanandhana, Manjusri Misraa, Sujata K. Bhatia, Amar K. Mohanty (2013). *Biobased plastics and bionanocomposites: Current status and future opportunities*. Progress in Polymer Science, 38, pp. 1653–1689

è il metodo più convenzionale nel quale le proteine vengono miscelate con opportuni additivi seguiti dalla lavorazione termo-meccanica mediante tecniche convenzionali come l'estrusione e lo stampaggio. Sebbene sia le proteine animali sia quelle vegetali siano utilizzate nella progettazione di molte applicazioni non alimentari, le materie plastiche da esse derivate non sono progredite significativamente verso la commercializzazione su larga scala.

Gli studi e la comparazione di questi materiali sono stati eseguiti considerando la loro applicazione come film, di seguito viene proposto uno schema riassuntivo delle proprietà (Tab. 3).

Film	Shape (tr = transparent) n-tr = non transparent)	Permeability		Thickness ^a (μm)	Seal conditions ^b			Modulus E' (Mpa)		
		O ₂ ^a (cc/m ² d)	H ₂ O ^a (g/m ² d)		T	P	t	MD	TD	
		23°C – 75% RH	38°C – 90% RH		(°C)	kN/m ²	(s)			
Natureflex™ N913 (cellulose-based)	Flex. film (tr)	9.9	10.1	55	100–170	69	0.5	>3000	>1500	
Natureflex™ N931 (cellulose-based)	Flex. film (n-tr)	3.4	5.0	44	120–170	69	0.5	>3000	>1500	
Ecoflex + Ecovio/ Ecovio/Ecoflex + Ecovio	Flex. film (n-tr)	815.0	216.4	55	70–85	400	1.6	596.8 ± 54.3	8.1 ± 2.0	
Metallized PLA	Flex. film (n-tr)	25.4	2.3	20	70–80	411	1.6	2289.6 ± 254.1	3270.5 ± 307.0	
Cellophane™/Metal layer/PLA	Flex. film (n-tr)	9.1	9.7	46	105	420	1.6	2885.8 ± 75.4	2256.7 ± 65.3	
Paper/AlOx/PLA	Flex. film (n-tr)	45.7	6.0	91	120	600	1	2394.8 ± 163.7	1276.9 ± 113.1	
Bioska 504 (multilayer PLA)	Flex. film (tr)	617.6	275.1	34	60	414	1.6	921.3 ± 38.7	924.7 ± 94.6	
Natureflex™/PLA	Flex. film (tr)	11.01	11.3	60	60–75	415	1.6	942.4 ± 25.4	718.9 ± 12.6	
Cellophane™/PLA	Flex. film (tr)	10.5	13.8	100	60–80	420	1.6	534.2 ± 24.5	571.5 ± 35.8	
PHB/Ecoflex	Flex. film (tr)	142.1	80.6	87	70–80	410	1.6	146.7 ± 27.0	109.4 ± 7.1	
Xylophane A (coated on paper)	Flex. film (n-tr)	3.7	24.3	100 (coating = 9)	170*	/	/	593.7 ± 14.5	/	
Xylophane B (coated on paper)	Flex. film (n-tr)	6.0	23.9	100 (coating = 9)	170*	/	/	618.6 ± 12.1	/	
PLA tray	Tray (tr)	46.8	3.8	200–300	/	/	/	/	/	
Film		Tensile stress at break ^c (N/mm ²)		Print-ability	Use ^d			Food approved (1935/2004)	Biobased (Vincotte) ^e	Origin
		MD	TD		Cooling	Freezer	Pasteurization			
Natureflex™ N913 (cellulose-based)		125	70	YES	OK	NO	NO	YES	**	Non-food
Natureflex™ N931 (cellulose-based)		80	45	YES	OK	OK	NT	YES	****	Non-food
Ecoflex + Ecovio/ Ecovio/Ecoflex + Ecovio		23.1 ± 0.2	19.9 ± 0.9	YES	OK	OK	NT	YES	**	Non-food + corn
Metallised PLA		66.4 ± 7.8	86.7 ± 6.2	YES	OK	OK	NO	YES	****	corn
Cellophane™/MPLA		98.8 ± 1.7	71.1 ± 4.9	/	NT	NT	NT	/	****	Non-food + corn
Paper/AlOx/PLA		79.0 ± 1.7	54.7 ± 3	YES	NT	NT	NO	YES	****	corn
Bioska 504 (multilayer PLA)		23.9 ± 0.6	20.5 ± 2.4	YES	OK	OK	NO	YES	****	
Natureflex™/PLA		56.2 ± 1.2	34.0 ± 1.1	/	NT	NT	NT	/	***	Non-food + corn
Cellophane™/PLA		54.5 ± 1.4	35.2 ± 0.7	/	NT	NT	NT	/	***	Non-food + corn
PHB/Ecoflex		25.5 ± 1.8	21.0 ± 1.1	/	NT	NT	NT	Food contact safe	****	corn + cereals
Xylophane A (coated on paper)		32.4 ± 1.0	/	/	NO	NO	NO	NT	****	Non-food
Xylophane B (coated on paper)		34.3 ± 0.5	/	/	NO	NO	NO	NT	****	Non-food
PLA tray		/	/	/	/	/	/	/	/	/

^a Measured at Packaging Center, Xios Hogeschool, Hasselt, Belgium/From technical sheet.
^b Measured at Belgian Packaging Institute (IBE-BVI), Zellik, Belgium.
^c Measured at University College Ghent, Ghent, Belgium (except Natureflex N913 and N931).
^d NT = not tested.
^e 20–40% biobased = *, 40–60% biobased = **, 60–80% biobased = ***, >80% biobased = ****.
^f / = no information or not yet tested.

Tab. 3: tabella riassuntiva delle principali proprietà di alcune bioplastiche. Fonte: Peelman Nanou, Ragaert Peter, De Meulenaer Bruno, Adons Dimitri, Peeters Roos, Cardon Ludwig, Van Impe Filip, Devlieghere Frank (2013). *Application of bioplastics for food packaging*. Trends in Food Science & Technology, 32, pp. 128-141

Si può quindi affermare che contemporaneamente alla crescita dell'offerta di bioplastiche, migliorano anche le prestazioni che esse offrono ai produttori e consumatori.

Tuttavia, nonostante i grandi progressi raggiunti, restano ad oggi ancora alcune criticità. Le bioplastiche, infatti, presentano tre principali svantaggi: ridotte prestazioni, problemi di lavorazione e costi più elevati rispetto alle materie plastiche. La finestra di lavorazione stretta, le scarse proprietà di barriera ai gas e all'acqua, le proprietà meccaniche sbilanciate, la bassa temperatura di rammollimento e la debole resistività della plastica ne hanno favorito l'uso per molte applicazioni, ma allo stesso tempo hanno limitato il loro utilizzo in una vasta gamma di prodotti. A fronte delle necessità e dei requisiti richiesti dal progetto si possono seguire diverse strade: per migliorare le proprietà meccaniche, ad esempio nel PLA e nel PHA, si potrebbe far ricorso alla creazione di compostiti attraverso fibre; oppure si apre tutto il mondo delle nanotecnologie e dei nanofillers che aiutano a migliorare le proprietà delle bioplastiche sopra illustrate. Per questo motivo si cerca di incrementare la ricerca volta ad un miglioramento delle loro funzionalità.

3.3.3 Si passa ora alla “fine” delle bioplastiche. Innanzitutto è necessario chiarire la differenza tra il termine biodegradabile ed il termine compostabile, spesso confuse o usate come sinonimi, per poter comprendere la questione nella sua interezza.

La dismissione

Un materiale viene definito **biodegradabile** quando, a causa dell'azione di microrganismi come batteri o agenti atmosferici, si scompone in molecole organiche semplici come acqua e carbonio (inclusi CO₂, CH₄ e solidi). Il termine pone la sua attenzione sul processo, non sull'origine del materiale, per questo anche materiali petrolchimici, così come quelli biologici, possono essere biodegradabili: questo può verificarsi sia nell'ambiente naturale, che in ambiente controllato come durante il trattamento dei rifiuti biologici¹⁹⁷. Per la normativa, un materiale viene considerato biodegradabile quando si dissolve del 90% entro 6 mesi¹⁹⁸.

La biodegradazione comprende al suo interno altri due processi, il **compostaggio** e la **digestione**. La differenza principale tra i due è la presenza o meno dell'ossigeno: il compostaggio è una biodegradazione aerobica (con ossigeno), mentre la digestione anaerobica (senza ossigeno)¹⁹⁹. In entrambi, tuttavia, a differenza della semplice biodegradazione, i risultati non sono solo acqua e carbonio, ma anche compost e digestato utilizzati come fertilizzanti, senza lasciare residui tossici. Naturalmente la qualità del compost prodotto in condizioni

197. Hermann B.G., Debeer L., De Wilde B., Blok K., Patel M.K. (2011). *To compost or not to compost: Carbon and energy footprints of biodegradable materials' waste treatment*. Polymer Degradation and Stability, 96, pp. 1159-1171

198. Normativa EN 13432 è il principale riferimento per i materiali che si possono considerare biodegradabili o compostabili. La norma ISO 14021 contiene ulteriori informazioni su come comunicare la biodegradabilità. Maggiori informazioni: www.docs.european-bioplastics.org/2016/publications/EUBP_environmental_communications_guide.pdf

199. Kale Gaurav, Kijchavengkul Thitisilp, Auras Rafael, Rubino Maria, Selke Susan E., Singh

aerobiche è diversa da quella prodotta in condizioni di digestione anaerobica, poiché sono attivi diversi microrganismi. Dalle normative è stato stabilito che questo deve decomporsi del 90% entro 3 mesi.

In termini di gestione quotidiana dei rifiuti, i materiali indicati come biodegradabili e compostabili possono essere buttati nell'umido, mentre le plastiche biodegradabili devono essere buttate nella plastica perché hanno tempi più lunghi di degradazione.

Lo schema qui riportato illustra le principali soluzioni di compostaggio e digestione per le bioplastiche più diffuse, in determinate condizioni di temperatura e ossigeno (Tab. 4).

	Anaerobica batteri, no funghi		Aerobica batteri & funghi
50-60°C	polpa chimica amido PLA amido/PCL PHA		polpa chimica polpa meccanica amido PLA amido/PCL PHA PBAT
<35°C	polpa chimica amido amido/PCL PHA		polpa chimica polpa mecc. amido amido/PCL PHA PBAT

Tab. 4: la biodegradazione di alcuni in quattro diversi tipi di trattamento dei rifiuti. Fonte: Hermann B.G., Debeer L., De Wilde B., Blok K., Patel M.K. (2011). *To compost or not to compost: Carbon and energy footprints of biodegradable materials' waste treatment*. Polymer Degradation and Stability, 96, pp. 1159-1171

Riprendendo il discorso, come i polimeri tradizionali, anche le bioplastiche, in base alla tipologia di materiale ed alla disponibilità degli impianti, possono avere varie opzioni a fine vita: riutilizzo, riciclaggio meccanico, compostaggio, recupero delle materie prime, recupero di energia ed in casi estremi scarica²⁰⁰.

Prima di diventare rifiuto, come accade per i prodotti provenienti da fonti fossili, esiste l'opzione del **riuso**, massimizzando le prestazioni funzionali del prodotto. Questo è il caso delle bottigliette in plastica che possono essere riutilizzate più volte: come quelle in PET a base fossile, che possono essere reinserite nei sistemi di riciclaggio dopo la pulizia, così possono essere riutilizzate quelle in PET bio-based. Ugualmente i sacchetti per il trasporto realizzati in PE, PLA o amido biobased possono essere riutilizzati molte volte prima che il materiale si esaurisca.

Una volta diventato scarto, la bioplastica potrebbe incorrere nel **riciclaggio meccanico**. Gran parte del volume di bioplastica prodotta in PE e PET bio-based oggi può essere facilmente riciclata insieme alle loro controparti fossili per le quali esistono flussi di riciclaggio separati per determinati tipi di materiali. Per quanto riguarda il riciclo post-consumo di altre bioplastiche, è necessario che aumentino i volumi in commercio, in modo da avviare un'apposita filiera.

Un'altra tipologia di fine vita è il **compostaggio industriale**. Il processo

Sher Paul (2007). *Compostability of Bioplastic Packaging Materials: An Overview*. Macromol. Biosci., 7, pp. 255–277

200. Maggiori informazioni: www.european-bioplastics.org

avviene come spiegato precedentemente. Naturalmente dipende dalla natura della bioplastica essere adatta o no a questo processo.

L'utilizzo di materie plastiche compostabili rende i rifiuti adatti al riciclaggio organico, questi vengono deviati da altri flussi di riciclaggio o dalle discariche e viene così resa più semplice la raccolta differenziata con conseguente creazione di compost riutilizzabile.

I prodotti costituiti con materiali adatti al compostaggio devono soddisfare i severi criteri della norma europea EN 13432 sulla compostabilità industriale²⁰¹.

Quando le opzioni precedenti risultano difficili a livello tecnico o troppo dispendiose, si potrebbe decidere di optare per il **recupero delle materie prime**. Le bioplastiche recuperate in questo modo sono gestite come rifiuti misti. I materiali così recuperati, allo stesso modo delle plastiche provenienti da fonti fossili, vengono utilizzati come materia prima secondaria, ad esempio nella produzione di cemento o acciaio.

Inoltre, le bioplastiche bio-based, insieme ai rifiuti urbani, possono diventare syngas tramite gassificazione: questo può essere utilizzato per la produzione di elettricità, per la produzione di combustibile (petrolio sintetico) o per la produzione di metanolo ed etanolo. Quest'ultimo può successivamente essere trasformato in materia prima chimica come olefine e acrilati con un alto contenuto di bio-based per la polimerizzazione

201. Riferimento da www.european-bioplastics.org/bioplastics/waste-management/

di polietilene, polipropilene, poliestere e altri polimeri.

Similmente accade quando si decide di utilizzare le bioplastiche per il **recupero di energia**. L'alto potere calorifico che possiedono i materiali polimerici in generale li rende molto desiderati dagli inceneritori. In questo modo si crea calore ed energia, l'opzione più utilizzata in Europa²⁰².

Infine la modalità meno sostenibile per smaltire le bioplastiche è rappresentata dalla **discarica**.

Questa scelta è la meno circolare poiché costituisce un ostacolo allo sfruttamento delle risorse oltre che ad un impatto ambientale a medio/lungo termine causato dalla dispersione di gas durante la decomposizione. Come riferimento per un confronto, viene considerato uno studio che analizza la migliore opzione a fine vita per un packaging "secco" in PLA e TPS²⁰³. Nei due schemi vengono comparati gli impatti dei possibili impieghi a fine vita (Fig. 80).

Si può constatare il riciclo meccanico è, in entrambi i casi, l'opzione di minore impatto. Diversamente invece accade per la dismissione in discarica, dove vengono mostrati alti valori in quasi tutte le categorie. È interessante notare i valori del riscaldamento globale sul lungo termine per TPS e PLA: mentre il primo si degrada quasi completamente in una discarica in più di 100 anni, emettendo metano e causando il punteggio più alto, il degrado del secondo è limitato, portando a un punteggio

202. Il 39,5 per cento dei rifiuti di plastica nel 2014 è stato recuperato attraverso processi di recupero di energia. Fonte: <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/waste-management/>

203. Rossi Vincent, Cleeve-Edwards Nina, Lundquist Lars, Schenker Urs, Dubois Carole, Humbert Sebastien, Jolliet Olivier (2014). *Life cycle assessment of end-of-life options for two biodegradable packaging materials: sound application of the European waste hierarchy*. Journal of Cleaner Production, 86, pp. 132-145

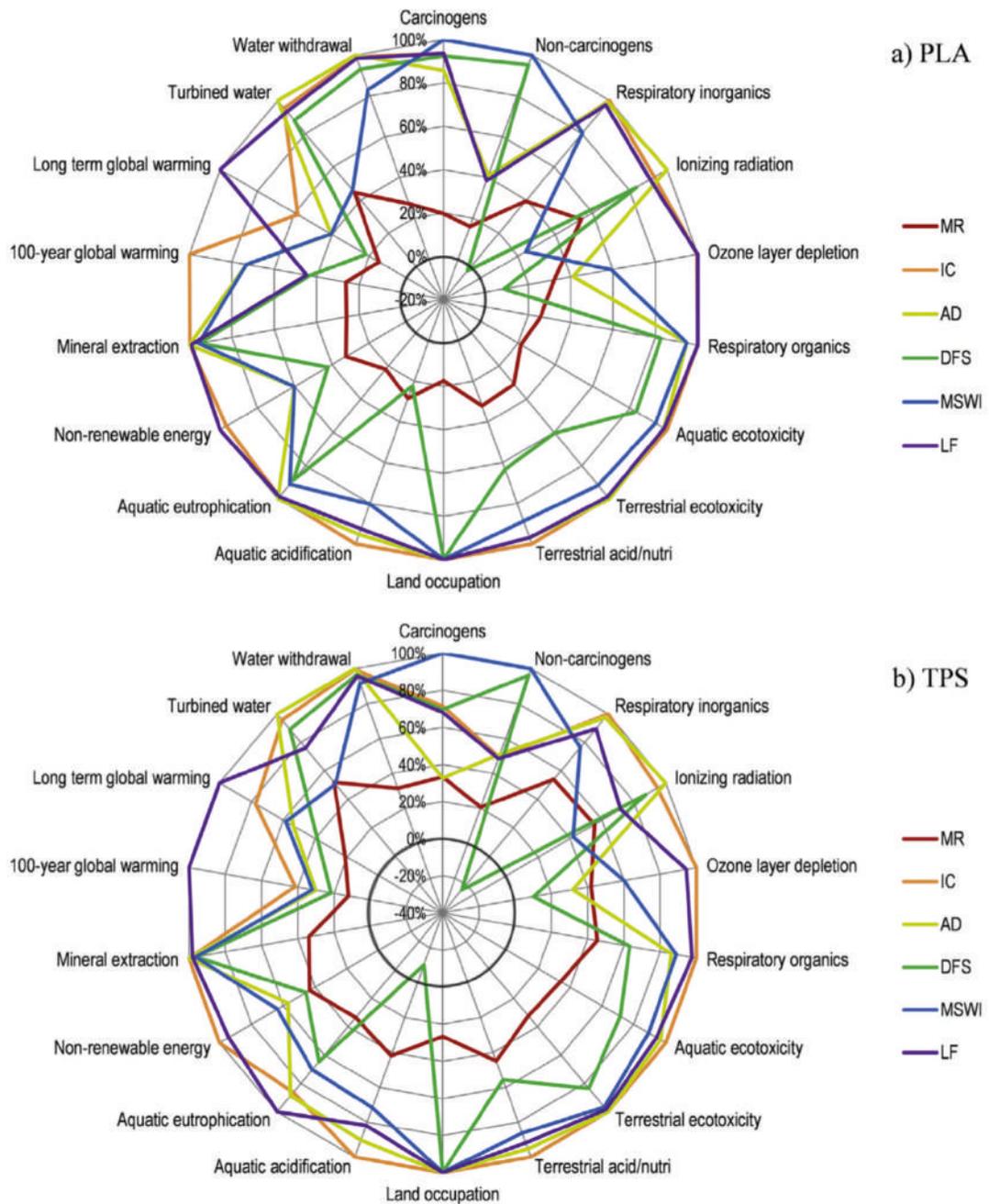


Fig. 80: lo schema confronta l'impatto a fine vita di PLA e TPS. Fonte: Rossi Vincent, Cleeve-Edwards Nina, Lundquist Lars, Schenker Urs, Dubois Carole, Humbert Sebastien, Jolliet Olivier (2014). *Life cycle assessment of end-of-life options for two biodegradable packaging materials: sound application of the European waste hierarchy*. Journal of Cleaner Production, 86, pp. 132-145

totale netto sul riscaldamento globale piuttosto vantaggioso, quasi zero. Tuttavia, considerando il degrado a lungo termine, questa opzione di fine vita porta anche il PLA ai maggiori impatti del riscaldamento globale, perché lentamente emetterà i gas dovuti alla sua degradazione.

In generale si può affermare che, in molte delle categorie di impatto valutate, il riciclaggio meccanico o la sostituzione diretta del carburante hanno gli impatti ambientali più bassi. Ciò è correlato a vantaggi sostanziali associati al recupero del materiale di imballaggio originale e al recupero di una grande quantità di energia termica. Tuttavia, l'opzione di riciclo meccanico non è sempre possibile con le tecnologie attualmente a disposizione soprattutto per il fatto che determinate caratteristiche dei materiali lo rendono impossibile, come per il TPS la solubilità²⁰⁴.

Il compostaggio industriale potrebbe avere alti impatti ambientali perché i polimeri, come in questo caso, si degradano quasi completamente e non presentano le sostanze necessarie per sostituire i fertilizzanti.

La digestione anaerobica e l'incenerimento presentano impatti globali simili poiché entrambi recuperano energia con una resa limitata. In generale, la digestione anaerobica è più favorevole poiché ha un impatto leggermente inferiore rispetto all'incenerimento e combina il recupero energetico con la produzione di digestato.

204. Rossi Vincent, Cleeve-Edwards Nina, Lundquist Lars, Schenker Urs, Dubois Carole, Humbert Sebastien, Jolliet Olivier (2014). *Life cycle assessment of end-of-life options for two biodegradable packaging materials: sound application of the European waste hierarchy*. Journal of Cleaner Production, 86, pp. 132-145

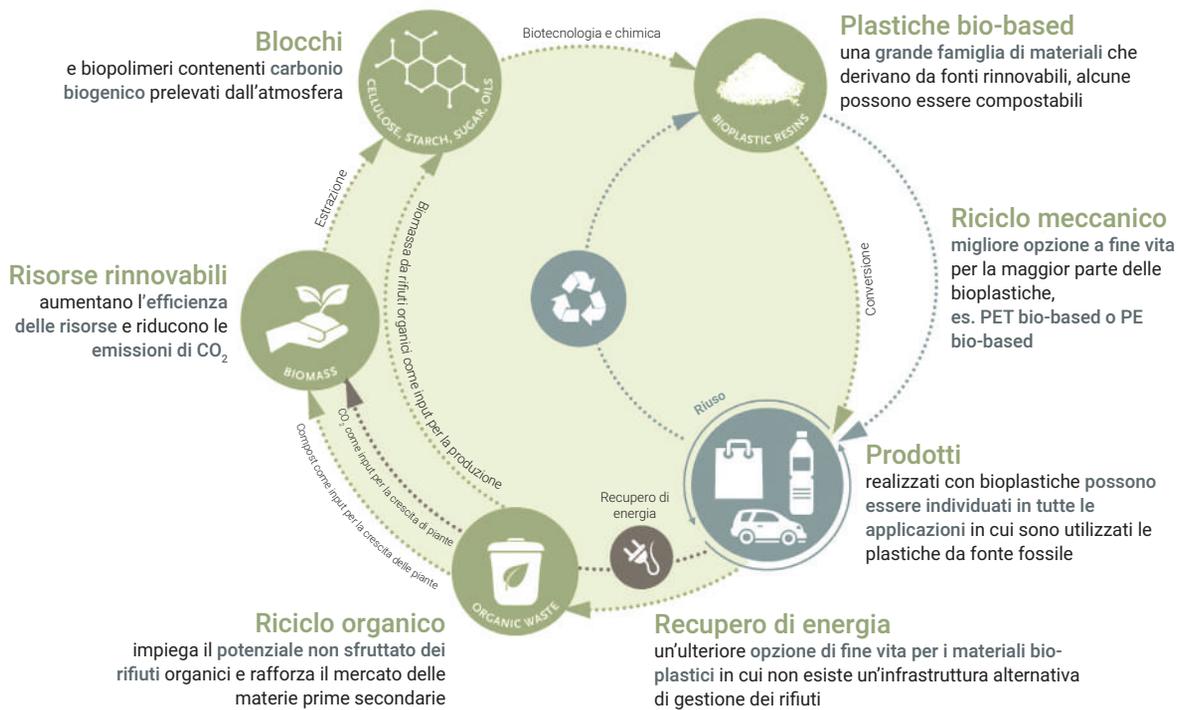


Fig. 81: lo schema della possibilità di dimissionamento delle bioplastiche. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.european-bioplastics.org

Spostando l'attenzione sulle emissioni di altre bioplastiche relativamente ai gas come CO₂, CH₄ e N₂O, insieme al valore della produzione di Humus, i dati vengono riportati nella tabella (Tab. 5).

Le migliori opzioni di trattamento dei rifiuti biologici hanno il vantaggio di produrre un fertilizzante di supporto per la formazione di humus, che non può essere realizzato artificialmente. Ciò significa che se, in futuro, il carbonio del suolo diventerà una risorsa limitata, allora dovrebbero essere privilegiate scelte di trattamento dei rifiuti biologici per salvaguardarlo²⁰⁵. Da quanto esposto emerge che il ciclo di vita delle bioplastiche per ora rimane in equilibrio precario: solo con interventi di potenziamento dei sistemi di generazione delle risorse e dismissione si arriverà a garantire un ciclo di vita totalmente circolare e rinnovabile. Il fine vita, in particolare, è un punto su cui è necessario soffermarsi e capire come, a livello logistico e di comunicazione, si potrebbero organizzare nuove filiere. Infatti, non essendo presenti programmi di riciclaggio e compostaggio, questi materiali sostenibili finiscono principalmente in discarica, insieme a molti altri. Quindi, pur avendo creato materiali nuovi e all'avanguardia, si è anche creato anche un nuovo problema relativo al loro smaltimento. Nella consapevolezza che c'è ancora molto da lavorare e sperimentare, tuttavia includere polimeri compostabili in strutture esistenti di compostaggio di alimenti, letame o rifiuti di cantiere è un promettente approccio.

205. Hermann B.G., Debeer L., De Wilde B., Blok K., Patel M.K. (2011). *To compost or not to compost: Carbon and energy footprints of biodegradable materials' waste treatment*. Polymer Degradation and Stability, 96, pp. 1159-1171

Home Composting					
Material	Process	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Humus Deg.
Mech. pulp		0.90	0.003	0.51	0.48
Chem. pulp		1.30	0.003	0.51	0.21
Starch		1.30	0.003	0.51	0.21
PLA	Does not degrade				
Starch/PCL		1.38	0.003	0.62	0.38
PHBV		1.69	0.003	0.66	0.28
PBAT		1.60	0.004	0.72	0.45
Systemic		0.92	0.003	0.58	0.59
Industrial Composting					
Material	Process	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Humus Deg.
Mech. pulp		0.90	0.016	0.09	0.48
Chem. pulp		1.30	0.016	0.09	0.21
Starch		1.30	0.016	0.09	0.21
PLA		1.47	0.018	0.10	0.24
Starch/PCL		1.38	0.020	0.11	0.38
PHBV		1.69	0.021	0.12	0.28
PBAT		1.60	0.023	0.13	0.45
Systemic		1.10	0.018	0.10	0.48
Digestion					
Material	Process	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Humus Deg.
Chem. pulp		1.30	0	0	0.21
Starch		1.30	0	0	0.21
PLA		1.47	0	0	0.24
Starch/PCL		1.38	0	0	0.38
PHBV		1.70	0	0	0.28
Incineration					
Material	Process	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	Humus Deg.
Mech. pulp		1.63	0	0	0
Chem. pulp		1.63	0	0	0
Starch		1.63	0	0	0
PLA		1.83	0	0	0
starch/PCL		1.99	0	0	0
PHBV		2.12	0	0	0
PBAT		2.29	0	0	0

Tab. 5: la tabella mostra gli le emissioni di alcune sostanze per diversi metodi di dismissione. Fonte: Hermann B.G., Debeer L., De Wilde B., Blok K., Patel M.K. (2011). *To compost or not to compost: Carbon and energy footprints of biodegradable materials' waste treatment*. Polymer Degradation and Stability, 96, pp. 1159-1171

In ogni caso, data la loro natura, parzialmente o totalmente bio-based, le bioplastiche potranno migliorare l'efficienza delle risorse in Europa e aiutare l'UE a creare una vera economia circolare.

Come si è potuto comprendere in questo capitolo, la strada da percorrere per riuscire a mettere in pratica una logica circolare riferita alle materie plastiche è ancora abbastanza ardua, ma ci sono delle basi su cui lavorare. Ad oggi, infatti, esitano le conoscenze e le tecnologie necessarie per convertire la produzione in un'ottica di sostenibilità ambientale: quello che manca è una maggiore sensibilità del consumatore e un chiaro vantaggio economico da parte del produttore.

La possibilità di creare prodotti in plastica sostenibili con un minore impatto ambientale, minori rifiuti e un minore inquinamento rispetto ai quelli convenzionali è garantita dalle plastiche riciclate e quelle bio-based. Secondo quanto riportato nel libro "Sustainable plastics" di Joseph P. Greene²⁰⁶, i prodotti sostenibili in plastica possono essere definiti con:

- Impronta di carbonio inferiore rispetto alle materie plastiche a base di petrolio vergine.
- Minor generazione di rifiuti rispetto alla plastica a base di petrolio vergine.
- Minor inquinamento rispetto alla plastica a base di petrolio vergine.
- Livelli minimi di metalli pesanti regolamentati.
- Principi di produzione puliti.
- Fine vita utilizzando i processi di compostaggio o riciclaggio anziché essere inviati in discarica.
- Salari dei lavoratori equi.
- Ambiente di lavoro sicuro.

206. Greene Joseph P. (2014). *Sustainable Plastics: Environmental Assessments of Biobased, Biodegradable, and Recycled Plastics*. Hoboken: John Wiley & Sons





CAPITOLO 4

LA PERCEZIONE DEI MATERIALI

4.1 Il flusso percettivo La percezione è un processo fondamentale ed essenziale per l'uomo. Essere in grado di individuare le proprietà di quello che ci circonda con un solo sguardo è un'abilità veramente preziosa da diversi punti di vista. Gli esempi si possono trovare nella vita di ogni giorno dal momento che ci si trova davanti alla necessità di distinguere tessuti, pietre, liquidi, alimentari e così via. E non solo, all'interno di queste categorie l'uomo è capace di riconoscere materiali specifici. Tutto questo potrebbe sembrare un'ovvietà, ma se ci si ferma un attimo a riflettere si comprende quanto l'abilità di categorizzare e riconoscere determinate proprietà permetta la sopravvivenza umana.

Ogni cosa che circonda l'uomo è costituita da un materiale e riuscire a riconoscerlo passa attraverso un processo circolare (Fig. 83). Questo processo è stimolato da un input fisico e, tramite l'azione dei 5 sensi (vista, udito, tatto, olfatto e gusto) si interagisce con l'oggetto; la mente, nel frattempo, elabora questi stimoli che a loro volta diventano conoscenza ed esperienza. Questo susseguirsi di azioni permette all'uomo di riconoscere gli input, ovvero gli stimoli, che provengono dall'esterno. Questo è un processo molto generale che avviene per qualsiasi realtà che si trovi al di

Fig. 82: installazione "Crochet" di Melissa in collaborazione con i fratelli Campana in occasione del Fuori Salone 2019 a Brera. La scultura, che inaugura la nuova collezione del marchio, non solo impiega il PVC come se fosse un filato, ma stimola anche l'olfatto perché profumato della fragranza tipica delle scarpe Melissa. Fonte: www.vogue.it/news/article/salone-del-moblie-il-meglio-del-design-brasiliano-a-milano

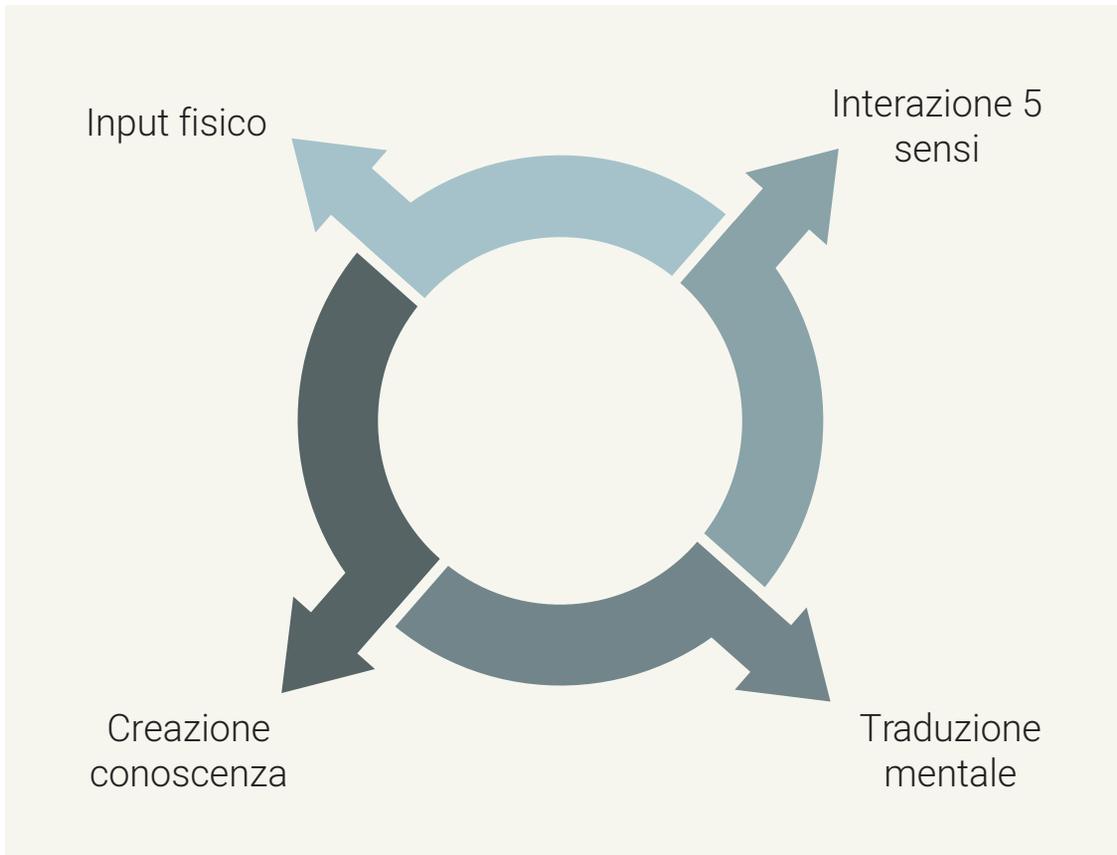


Fig. 83: schema del processo generale di percezione. Rielaborazione dell'autore dalla fonte: Hendrik N. J. Schifferstein, Pieter M. A. Desmet (2008). Tools Facilitating Multi-sensory Product Design. The Design Journal, 11, pp. 137-158

fuori del corpo umano, sfruttando in maniera diversificata i sensi.

Entrando nello specifico nella sfera dei materiali per la progettazione di oggetti di uso comune, si può affermare che la percezione avvenga attraverso un'interazione dinamica tra l'utente ed il prodotto: il fine ultimo del design diventa così riuscire a bilanciare l'approccio prettamente funzionale con un'attenzione ai valori interpersonali e sociali, compresi quelli personali, estetici e socioculturali²⁰⁷.

In prima istanza un prodotto può evocare il piacere (una risposta estetica), perché ha un bell'aspetto, produce un suono piacevole, ha una superficie gradevole al tatto o ha un buon profumo. I sensi forniscono anche stimoli in grado di distinguere i significati espressivi, semantici, simbolici o connotativi. Infine, interagire con un prodotto può aiutare o ostacolare una persona a raggiungere un obiettivo portando a varie risposte emotive, come rabbia, paura o ammirazione²⁰⁸.

Il **flusso dell'esperienza**²⁰⁹ della percezione è riportato in Figura 84, e qui successivamente descritto. L'attività percettiva è monitorata e coordinata da un polo centrale dove risiedono tutte le capacità cognitive e le conoscenze. L'insieme dei processi crea il significato, la conoscenza, ma anche il pensiero che considera la qualità estetica del manufatto. Le due forze principali che permettono l'interazione dinamica sono: l'**artefatto** e il **contesto personale** che riflette le strutture cognitive dell'utente.

207. Locher Paul, Overbeeke Kees, Wensveen Stephan (2010). *Aesthetic Interaction: A Framework*. Design issue, 26, 2, pp. 70-79

208. Hendrik N. J. Schifferstein, Pieter M. A. Desmet (2008). *Tools Facilitating Multi-sensory Product Design*. The Design Journal, 11, pp. 137-158

209. Locher Paul, Overbeeke Kees, Wensveen Stephan (2010). *Aesthetic Interaction: A Framework*. Design issue, 26, 2, pp. 70-79

L'aspetto di un **artefatto** è essenziale e attraverso questo può comunicare proprietà fisiche, caratteristiche funzionali, trasmettere il suo valore estetico e simbolico. In tutto ciò il materiale è uno dei due elementi fondamentali che, insieme alla forma, assume un ruolo centrale nella creazione del significato dell'oggetto stesso²¹⁰.

Un esempio che può essere citato in merito alla percezione di materiali ed alla relativa importanza degli stimoli sensoriali prodotti, è quello di Schifferstein²¹¹. Nel suo studio ha analizzato come l'esperienza di una semplice azione come "bere" possa essere influenzata dal materiale in cui è costituito il contenitore. Il piacere dell'azione è fortemente influenzato dal materiale dei recipienti (vetro, metallo e ceramica) e da altri aspetti percettivi della tazza.

Per quanto riguarda il **contesto personale** non si può trascurare la struttura cognitiva dell'utente che racchiude diversi tipi di informazioni, come quelle semantiche, episodiche²¹² e strategiche, le motivazioni, lo stato emotivo e non da ultimo la personalità dell'individuo. Questi componenti sono messi in relazione nell'interazione di un utente con un artefatto e determinano il modo in cui lo percepisce e lo valuta. Grazie a questa capacità si creerà conoscenza che permetterà di dedurre per associazione molte proprietà fisiche e funzionali (es. la densità, la conduttività termica o la tossicità) che non possono essere osservate direttamente. Inoltre è in questa

210. Balaji M.S., Raghavan Srividya, Jha Subhash (2011). *Role of tactile and visual inputs in product evaluation: a multisensory perspective*. Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics, 23, pp.513-530

211. Baxter Weston L., Auricchio Marco, Childs Peter R.N. (2016). *Materials, use and contaminated interaction*. Materials and Design, 90, pp. 1218-1227; in riferimento a Schifferstein H.N. (2009). *The drinking experience: cup or content?* Food Qual. Prefer., 20, 3, pp. 268-276.

212. "la memoria episodica è un sistema in grado di immagazzinare informazioni ed eventi

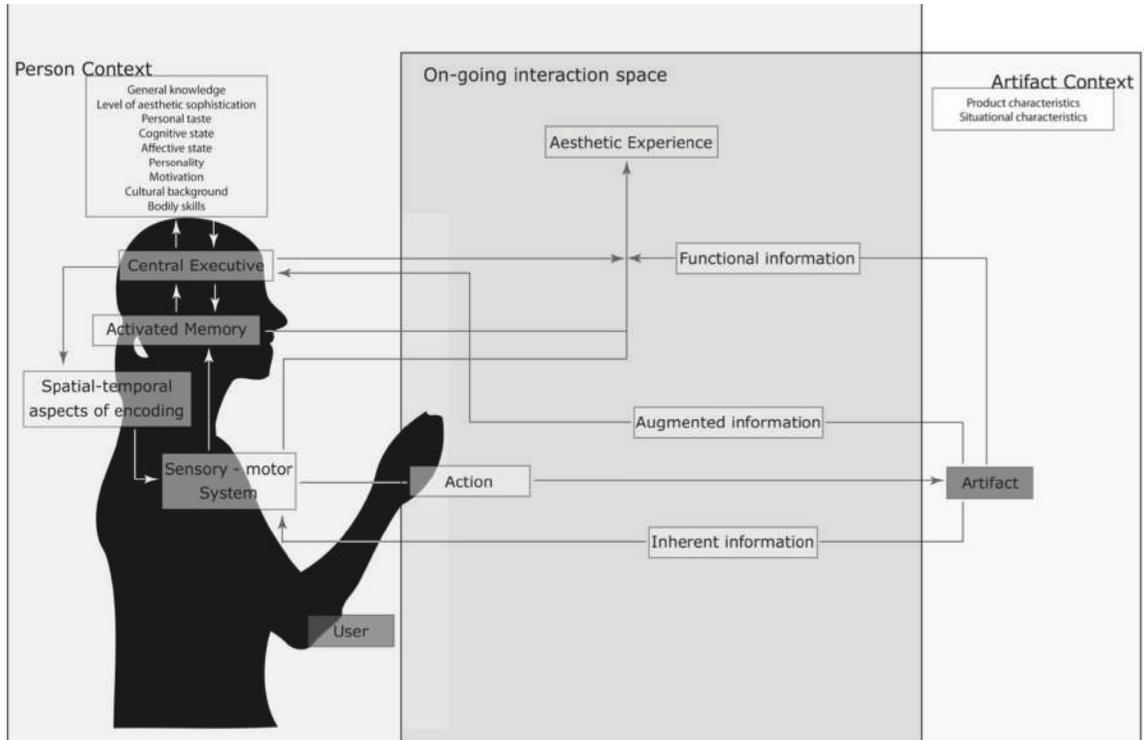


Fig. 84: schema del flusso esperienziale della percezione. Fonte: Locher Paul, Overbeeke Kees, Wensveen Stephan (2010). *Aesthetic Interaction: A Framework*. Design issue, 26, 2, pp. 70-79

fase che si formerà il senso estetico, la percezione di piacere dovuta a caratteristiche e proprietà dell'oggetto stesso.

Tornando al flusso esperienziale, l'interazione con un artefatto implica l'uso simultaneo della percezione visiva e tattile (tocco esplorativo). Come la vista, anche il tocco è capace di riconoscere rapidamente lo stimolo delle proprietà degli oggetti: il sistema sensoriale-motorio e l'esperienza estetica riflettono la rapida impressione iniziale dell'oggetto. L'estetica dei manufatti deve pertanto riguardare le impressioni immediate dei prodotti, ottenute prima dalla percezione visiva e poi dalla manipolazione del prodotto. Un'iniziale impressione positiva è essenziale perché vi siano ulteriori interazioni con l'artefatto. È molto probabile che la reazione iniziale di un utente verso un prodotto influenzi anche il modo in cui questo viene "elaborato" durante l'esperienza estetica. Dopo questa fase, segue quella dell'elaborazione, l'attenzione è focalizzata sulla sua forma e funzionalità, diretta dal polo centrale²¹³.

Il successo o il fallimento finale di un prodotto dipende dal modo in cui tutti i sensi sono stimolati. Il miglioramento dell'input di uno dei cinque sensi, può portare a una riduzione indesiderata delle prestazioni in un altro e, quindi, a ridurre le prestazioni del progetto nel suo insieme.

L'insieme delle informazioni sensoriali che gli utenti ricevono quando interagiscono con i prodotti, indipendentemente dal fatto che il designer

Fig. 85: esempio di superfici visivamente e tattilmente stimolanti. Fonte: www.andreaphilippon.com/

in merito a situazioni che avvengono in un determinato arco temporale; invece la memoria semantica è composta da significati, da simboli e dalle relazioni che si creano tra loro. Insieme, la memoria semantica e episodica formano la conoscenza esplicita, caratterizzata da tutto ciò che è immediatamente conoscibile per l'individuo." Riferimento da State of Mind: www.stateofmind.it/2015/10/memoria-semantica-episodica/

213. Locher Paul, Overbeeke Kees, Wensveen Stephan (2010). *Aesthetic Interaction: A Framework*. Design issue, 26, 2, pp. 70-79



lo abbia creato intenzionalmente o accidentalmente e che l'utente lo abbia percepito consciamente o inconsciamente, possono avere un effetto sulla percezione del prodotto, sulla cognizione, sull'esperienza e sul comportamento²¹⁴.

Per questo la creazione di un prodotto "completo", con un'immagine forte, deve passare attraverso un approccio progettuale di tipo multisensoriale, in cui tutti i sensi sono deliberatamente stimolati al fine di attivare il medesimo insieme predefinito di benefici funzionali e / o esperienziali.

Questo è già stato sperimentato nell'imballaggio, dove non è mai stato sottovalutato l'aspetto visivo nella presentazione degli alimenti. Prendendo ispirazione da questo settore, i progettisti stanno iniziando a sviluppare strumenti di supporto al processo creativo attraverso l'implementazione di principi multisensoriali all'interno della progettazione. Conseguentemente emerge l'importanza di un'accurata selezione dei materiali non solo per una progettazione efficace, ma anche con il fine di soddisfare tutti gli *stakeholder*, tenendo in considerazione quattro variabili principali²¹⁵: proprietà produttive (rispetto delle caratteristiche imposte dalle tecnologie produttive), proprietà funzionali (resistenza a determinate temperature, sforzi, ecc.), caratteristiche sensoriali (texture, colori, finiture, ecc.) ed estetiche (forme, carattere, ecc.), caratteristiche economiche ed ecologiche.

214. Hendrik N. J. Schifferstein, Pieter M. A. Desmet (2008). *Tools Facilitating Multi-sensory Product Design*. The Design Journal, 11, pp. 137-158

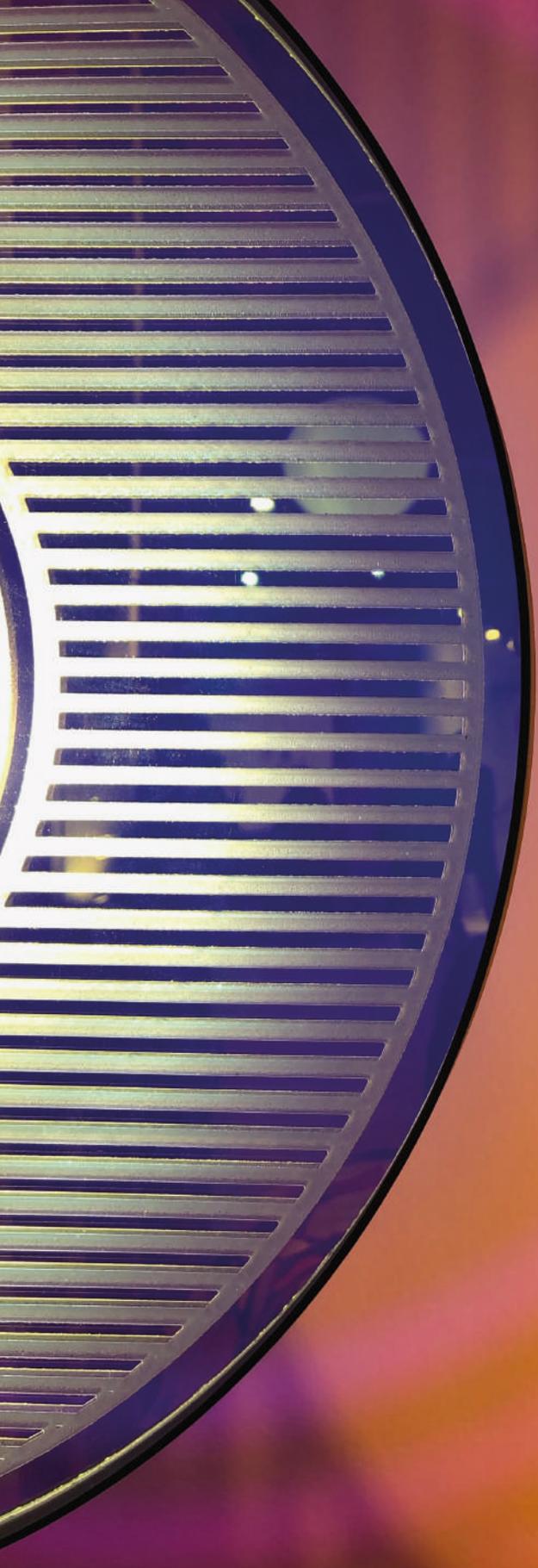
215. Zuo Hengfeng, Jones Mark, Hope Tony, Jones Robin (2016). *Sensory Perception of Material Texture in Consumer Products*. The Design Journal, 19, pp. 405-427

Fig. 86: packaging che riprende in modo visivo e tattile il succo al suo interno. Fonte: www.naotofukasawa.com/projects/349/



04.04.17
SKJ2/KEAD
賞味期限

ストローク5



4.1.1 L'interazione fisica

Il primo approccio ad un prodotto è basato sulle proprietà sensoriali che un individuo può categorizzare attraverso la vista come il colore, la lucentezza, la trasparenza; solo successivamente si interagisce con il tatto e di seguito con l'udito, l'olfatto ed eventualmente con il gusto²¹⁶. Alla fine del processo tutti i sensi contribuiscono, come riferisce Manzini²¹⁷, alla visione e percezione dell'oggetto stesso, facendo convergere tutte le informazioni al nostro sistema cognitivo.

Il materiale è la parte imprescindibile del prodotto che ne determina le caratteristiche sensoriali: "Il termine materiale indica l'attitudine che viene riconosciuta dall'uomo alla materia ad essere impiegata. I materiali hanno importanza determinante ai fini sia costruttivi che espressivi proprio perché essi sono il corpo delle cose. [...] I materiali parlano ai sensi, i sensi ascoltano i materiali"²¹⁸.

Partendo da questa considerazione ne consegue che la percezione può avvenire a diversi livelli, in relazione alla tipologia del prodotto considerato: dal giudicare l'attrito superficiale quando si studia come raccogliere un oggetto, alla scelta della sciarpa da indossare. La valutazione varia in profondità e specificità: in alcuni casi è sufficiente esprimere un giudizio categorico su alcuni attributi materiali (ad es. bagnato o asciutto), in altri, come la scelta tra le finiture superficiali per la progettazione del prodotto, sono necessarie distinzioni estremamente sottili.

216. Fleming Roland W. (2014). *Visual perception of materials and their properties*. Vision Research, 94, pp. 62–75

217. Del Curto Barbara, Fiorani Eleonora, Passaro Caterina (2010). *La pelle del design. Progettare la sensorialità*. Milano: Lupetti; in riferimento a Manzini Ezio (1996). *La materia dell'invenzione. Materiali e progetto*. Milano: Arcadia

218. Del Curto Barbara, Fiorani Eleonora, Passaro Caterina (2010). *La pelle del design. Progettare la sensorialità*. Milano: Lupetti, pp. 21

Fig. 87: lampade di Simon Schmitz esposte al Salone Satellite 2019. Fonte: immagine dell'autore.

Vari studi e ricerche²¹⁹, soprattutto negli ultimi anni, si sono occupate di questo aspetto, analizzando come i materiali comunicano le proprie proprietà e come la percezione sensoriale influisca nella progettazione.

Gli aspetti che entrano in gioco sono molteplici e complessi, non solo perché le caratteristiche sono sempre esclusive per ogni materiale, ma anche perché le sensazioni che vengono create dipendono non solo dall'individuo, ma anche dal contesto in cui esso è inserito. Nonostante ciò, rimane la certezza che l'informazione visiva è molte volte inconscia e influenzata dall'ambiente in cui l'oggetto è inserito; mentre il tatto richiede uno sforzo ed è più focalizzato sul prodotto²²⁰.

L'immagine percepita, infatti, è costituita da una combinazione complessa di molti processi fisici distinti, tra cui l'illuminazione²²¹, le caratteristiche dei materiali e la geometria degli oggetti. Al fine di recuperare le proprietà materiali intrinseche della superficie il sistema visivo deve in qualche modo districare questi aspetti l'uno dall'altro.

Un esempio (Fig. 88) riportato nell'articolo di Roland W. Fleming²²², mostra

219. Alcuni sono: Balaji M.S., Raghavan Srividya, Jha Subhash (2011). *Role of tactile and visual inputs in product evaluation: a multisensory perspective*. Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics, 23, pp.513-530

Fleming Roland W. (2014). *Visual perception of materials and their properties*. Vision Research, 94, pp. 62–75

Spence Charles, Gallace Alberto (2011). *Multisensory Design: Reaching Out to Touch the Consumer*. Psychology & Marketing, 28, pp. 267–308

Wilkes Sarah, Wongsriruksa Supinya, Howes Philip, Gamester Richard, Witchel Harry, Conreen Martin, Laughlin Zoe, Miodownik Mark (2016). *Design tools for interdisciplinary translation of material experiences*. Materials and Design, 90, pp. 1228–1237

Zuo Hengfeng, Jones Mark, Hope Tony, Jones Robin (2016). *Sensory Perception of Material Texture in Consumer Products*. The Design Journal, 19, pp. 405-427

220. Spence Charles, Gallace Alberto (2011). *Multisensory Design: Reaching Out to Touch the Consumer*. Psychology & Marketing, 28, pp. 267–308

221. Fleming Roland W. (2014). *Visual perception of materials and their properties*. Vision



*Fig. 88: due sfere di materiali diversi in sue diversi contesti.
Fonte: Fleming Roland W. (2014). Visual perception of materials and their properties. Vision Research, 94, pp. 62–75*

come l'immagine di un dato materiale possa cambiare radicalmente a seconda del contesto: la sfera cromata non è altro che un riflesso distorto del mondo che la circonda. Proprio per questo motivo il passaggio che deve fare il sistema visivo è quello di riuscire ad astrarre ciò che è comune all'apparizione della sfera attraverso questi diversi contesti. Materiali identici possono creare immagini molto diverse e materiali molto diversi possono creare immagini sorprendentemente simili.

Un altro esempio di come l'occhio umano possa tradurre e dedurre proprietà materiche è presente sempre nello stesso articolo²²³. L'esperimento si avvale di un cilindro che mostra diversi livelli di comportamento di alcuni fogli di plastica (Fig. 89). Il modello elaborato dagli autori dello studio presenta una serie di parametri fisici, che controllano il comportamento del materiale in risposta a forze esterne: variando un parametro da sinistra a destra, dall'alto in basso, varia anche l'impressione soggettiva delle differenze nelle proprietà del materiale. Guardando l'immagine sempre nella stessa direzione, il primo cilindro sembra costituito da un materiale sottile e cartaceo, mentre l'ultimo di un materiale più spesso e gommoso, che si piega elasticamente sotto pressione. I processi fisici sottostanti sono altamente complessi e sembra abbastanza improbabile che il sistema visivo abbia un sofisticato modello interno che cattura questi processi fisici e stimi i parametri del modello.

Research, 94, pp. 62–75

222. Fleming Roland W. (2014). *Visual perception of materials and their properties*. Vision Research, 94, pp. 62–75

223. Fleming Roland W. (2014). *Visual perception of materials and their properties*. Vision Research, 94, pp. 62–75; in riferimento a Narain R., Pfaff T., O'Brien J. F. (2013). *Folding and crumpling adaptive sheets*. ACM Transactions on Graphics, 32, pp. 1–8



Fig. 89: i quattro cilindri. Fonte: Fleming Roland W. (2014). Visual perception of materials and their properties. Vision Research, 94, pp. 62–75

Le pieghe nel cilindro “cartaceo” sono più piccole e nitide, rispetto alle ondulazioni lisce e più morbide del cilindro “gommoso”.

La stima delle proprietà del materiale (lucentezza, rugosità, colore, ecc.) è probabilmente una fase fondamentale nella definizione dello spazio delle caratteristiche all’interno del quale i campioni possono essere classificati e categorizzati. Il nostro occhio, insieme al processo mentale, riesce dunque ad identificare le principali differenze ed associarle direttamente a proprietà e caratteristiche grazie alla propria conoscenza.

Tuttavia, molte volte la sola vista non basta e si fa ricorso al tatto, che richiede un’interazione più “attiva”, dal momento che l’oggetto deve essere toccato.

La presenza di input tattili sembra incidere positivamente sulla valutazione dei prodotti al dettaglio da parte dei consumatori. Questo, infatti, ha un effetto positivo sulla valutazione di prodotti con caratteristiche che sono meglio esplorate al tatto (es. texture superficiale), ma anche in prodotti con qualità superiori. Già nel 1932 Sheldon & Arens riportavano²²⁴:

“Dopo l’occhio, la mano è il primo incensiere a trasmettere l’accettazione e, se il giudizio della mano è sfavorevole, l’oggetto più attraente non otterrà la popolarità che merita. D’altra parte, le merci progettate per essere gradite alla mano ottengono un’approvazione che potrebbe non registrarsi mai nella mente, ma che determinerà ulteriori acquisti. . . . Fallo coccolare

224. Spence Charles, Gallace Alberto (2011). *Multisensory Design: Reaching Out to Touch the Consumer*. Psychology & Marketing, 28, pp. 267–308; in riferimento a Sheldon R., Arens E. (1932/1976). *Consumer engineering: A new technique for prosperity*. New York: Arno Press

Fig. 90: cuffie Sony che sfruttano una texture non solo a livello funzionale (maggiore grip nell’orecchio), ma anche estetico. Fonte: www.lemanoosh.com/tagged/sony/



nel palmo.”

Con il tatto si riescono a percepire molte più caratteristiche del materiale che, a volte, corrispondono alle corrispettive fisiche, altre volte, invece, sono più legate alle emozioni e alle sensazioni. Alcune esperienze sensoriali, infatti, come la ruvidità, il calore e l'amarezza, possono essere prontamente tradotte in proprietà misurabili, mentre altre, come la salubrità, la naturalezza o la sostenibilità, non sono meno determinanti in un materiale, ma sono molto più difficili da correlare con una serie di proprietà fisiche. Tutte queste caratteristiche non misurabili sono considerate “intangibili” e negli ultimi tempi si stanno diffondendo sempre più ricerche e *tool* per riuscire a definire e rendere “misurabili” queste sensazioni, di cui si parlerà nel paragrafo 4.2 “La selezione dei materiali ed i toolkit”.

I designer, sempre più consapevoli della dimensione multisensoriale del progetto si stanno orientando ad una progettazione più attenta a questo aspetto. Vengono, per esempio, utilizzate trame per ottenere combinazioni con un significativo impatto visivo e tattile. In questo modo, intervenendo sulla percezione del materiale si aumenta il valore esperienziale. Uno studio che ha analizzato questo aspetto è quello effettuato da Hengfeng Zuo e dal suo team²²⁵. Il ricercatore ha utilizzato cinque asciugacapelli dello stesso marchio, ma con finiture diverse per materiali e texture. I 25

225. Zuo Hengfeng, Jones Mark, Hope Tony, Jones Robin (2016). *Sensory Perception of Material Texture in Consumer Products*. The Design Journal, 19, pp. 405-427

partecipanti all'esperimento, dopo aver utilizzato i prodotti, hanno valutato gli attributi sensoriali, funzionali, emotive e associative, con particolare attenzione all'impugnatura di ciascun asciugacapelli. Dai risultati riportati, relativi all'impugnatura (Fig. 91), emerge che esiste una correlazione tra le varie risposte sensoriali alle trame dei materiali, ovvero una superficie liscia corrisponde ad altre sensazioni di freddo, lucido e umido; mentre una superficie ruvida corrisponde a calda, non lucida e asciutta. Da qui, quindi, è stato verificato come le finiture superficiali dei materiali e la loro combinazione abbiano un'influenza significativa sulla reazione dell'utente, sulla piacevolezza e sul valore che al prodotto viene attribuito. Questa percezione può essere descritta usando quattro dimensioni, cioè le risposte geometriche, fisico-chimiche, emotive e associative degli utenti ai materiali²²⁶. La dimensione geometrica rappresentando la configurazione geometrica della superficie del materiale, può essere descritta come: liscia, ruvida, grossolana, irregolare, lineare, ecc. La dimensione chimico-fisica, invece, focalizzandosi sulla risposta soggettiva agli attributi (fisici e/o chimici) del materiale, viene espressa come: calda, morbida, secca, lucida, appiccicosa, ecc. Considerando la dimensione emotiva, che descrive i sentimenti affettivi, edonici evocati toccando la superficie materiale, il lessico più frequente comprende aggettivi come: confortevole, scomoda, vivace, noiosa, ecc. Infine, per quanto riguarda la dimensione associativa,

226. Zuo Hengfeng, Jones Mark, Hope Tony, Jones Robin (2016). *Sensory Perception of Material Texture in Consumer Products*. The Design Journal, 19, pp. 405-427

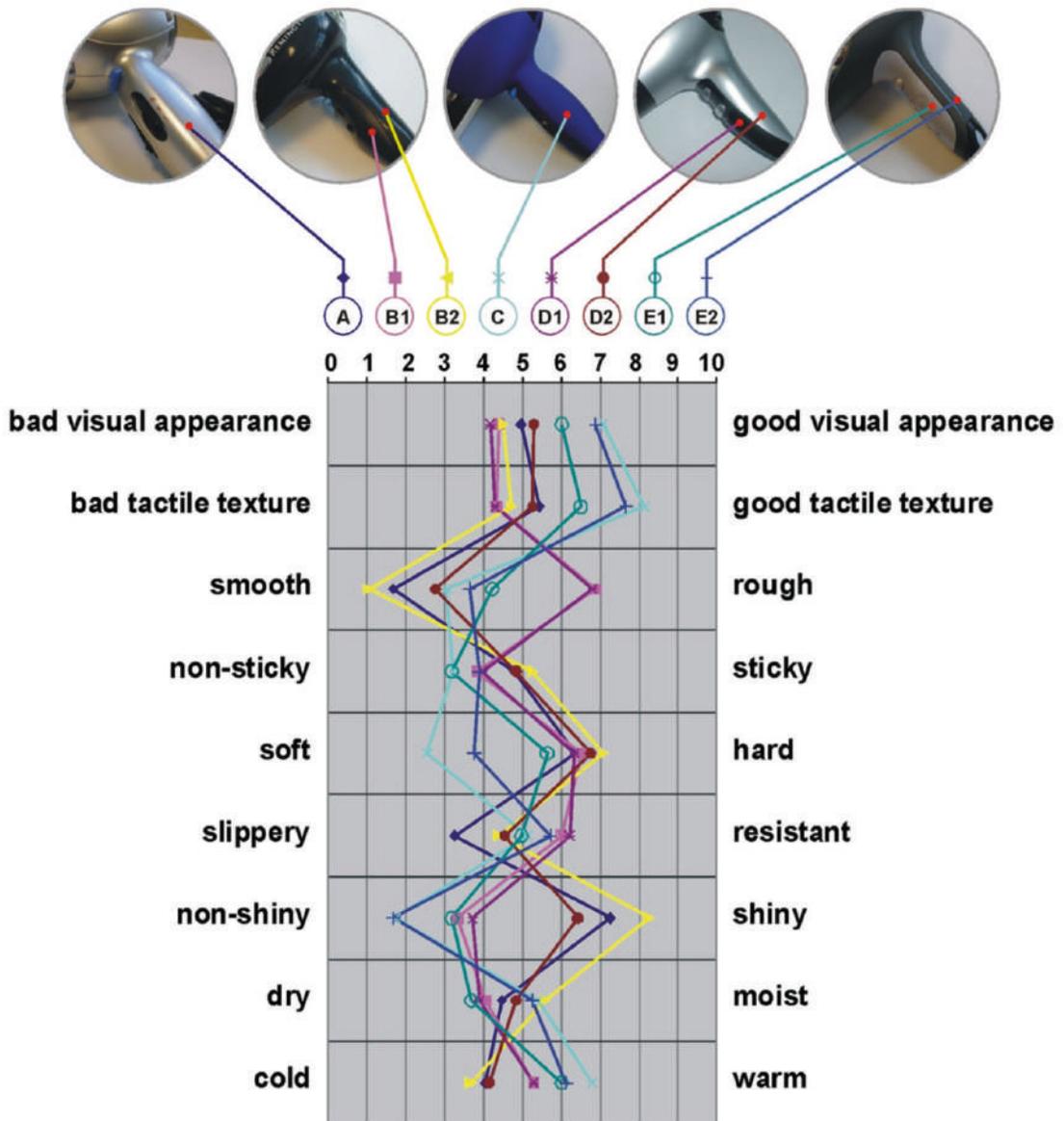


Fig. 91: schema utilizzato per raccogliere le principali caratteristiche delle impugnature dei phon analizzati. Fonte: Zuo Hengfeng, Jones Mark, Hope Tony, Jones Robin (2016). *Sensory Perception of Material Texture in Consumer Products*. The Design Journal, 19, pp. 405-427; in riferimento a Norman D. (2005). *Emotional Design*. New York: Basic Books

esprimendo l'associazione soggettiva derivata dal toccare il materiale sulla base di un confronto con esempi esistenti nell'esperienza dell'individuo, il lessico può variare in maniera soggettiva e pertanto, in questo caso potrebbero presentarsi espressioni come: "simile alla plastica", "opaco", "simile alla gomma", "simile a una pelle di animale", ecc. Inoltre, mentre le caratteristiche geometriche e fisico-chimiche, percepite direttamente dai sensi, tendono ad essere più obbiettive, quelle emozionali e associative tendono ad essere più influenzate dai contesti applicativi.

Donald Norman a questo proposito, ha proposto di considerare tre livelli di caratteristiche del prodotto rispetto al design e alla connessione con le emozioni²²⁷: il livello viscerale, il livello comportamentale e livello riflettente. Il primo prende in considerazione le caratteristiche formali e l'interfaccia sensoriale (come aspetto, sensazione, suono, ecc.), il secondo considera la parte funzionale ed il terzo, infine, considera impressioni e associazioni. I tre livelli, che non devono essere isolati, contribuiscono insieme al pensiero progettuale. Considerando questa divisione, la texture superficiale può essere posta come elemento del livello viscerale. Mettendo a confronto la teoria di Norman con le caratteristiche considerate in precedenza: quelle geometriche corrispondono al livello viscerale; quelle fisico-chimiche al livello comportamentale; quelle emozionali ed associative al livello riflessivo. Grazie alla consapevolezza della correlazione di queste

227. Zuo Hengfeng, Jones Mark, Hope Tony, Jones Robin (2016). *Sensory Perception of Material Texture in Consumer Products*. The Design Journal, 19, pp. 405-427; in riferimento a Norman D. (2005). *Emotional Design*. New York: Basic Books

dimensioni è possibile non solo fare scelte più accurate nella progettazione, ma anche comprendere meglio le preferenze del consumatore.

Dunque, per concludere, si può affermare che la percezione sensoriale giochi un ruolo fondamentale nell'esperienza estetica e che le risposte umane nell'approccio ad un prodotto dal punto di vista fisiologico, psicologico e culturale devono necessariamente essere prese in considerazione nella strategia di progettazione per i nuovi prodotti.

4.1.2
La determinazione
del gusto estetico

La percezione dell'uomo rispetto al mondo che lo circonda è un elemento imprescindibile per la vita stessa.

Focalizzando l'attenzione nel mondo dei prodotti, le risposte ad un certo input, che l'artefatto fornisce, possono essere di varia natura, in questa fase, infatti, l'individuo assimila informazioni di vario genere, da quelle semantiche a quelle emotive, a quelle esperienziali e conoscitive.

In particolare la risposta emotiva a un prodotto può essere determinata da sentimenti affettivi, edonici e portatori di valore legati ad un soggetto specifico che vengono evocati interagendo con il prodotto stesso; in questo processo il gusto estetico è la chiave per comprendere al meglio la percezione sensoriale, ma anche più appagante per il consumatore.

A questo proposito si deve sottolineare il fatto che i prodotti edonici²²⁸ stanno assumendo un'attrattività sempre maggiore dal momento che forniscono maggiore valore esperienziale ed emozionale rispetto ai prodotti ordinari²²⁹.

In un mercato sempre più ricco di proposte, la differenza puramente funzionale tra un'offerta e l'altra non basta più, è necessario permettere al consumatore una scelta dettata dalle emozioni e dalle sensazioni che un oggetto può suscitare.

Per molti artefatti, l'aspetto edonico ha un ruolo fondamentale nella presa di posizione da parte del consumatore e ciò è dettato principalmente

228. "Che ha rapporto con il piacere: bisogno e., in psicopedagogia, il bisogno di provare gradevoli emozioni" (Enciclopedia Treccani), i prodotti considerati edonici sono stati definiti come prodotti e servizi che forniscono più valore esperienziale ed emotivo rispetto ai prodotti utilitaristici che sono principalmente strumentali e forniscono valore funzionale. Fonte: <http://treccani.it/vocabolario/edonico/>; Hoyer Wayne D., Stokburger-Sauer Nicola E. (2012). *The role of aesthetic taste in consumer behavior*. J. of the Acad. Mark. Sci., 40, pp. 167-180

229. Hoyer Wayne D., Stokburger-Sauer Nicola E. (2012). *The role of aesthetic taste in consumer behavior*. J. of the Acad. Mark. Sci., 40, pp. 167-180



NIKE JOYRIDE

dal gusto personale. Il gusto personale è considerato l'attitudine di una persona o la reazione di un individuo verso un fenomeno estetico o una situazione sociale, considerata positiva o negativa, oppure il senso di cosa è armonioso livello, la percezione ed il godimento di qualcosa che costituisce l'eccellenza in una particolare categoria come nell'arte, nella letteratura, nella moda²³⁰.

Nel campo della psicologia²³¹ il gusto è visto come relativo al senso estetico di una persona, mentre in sociologia²³² fa parte delle bagaglio culturale dello stesso individuo ed è determinato anche da aspetti culturali e sociali. In filosofia²³³, invece, è la naturale capacità di godere del piacere suscitato da certi oggetti artistici (e naturali), attraverso l'esperienza sensoriale.

Il gusto estetico viene visto da alcuni come un "sesto" senso²³⁴ da affiancare agli altri cinque: la vista, l'udito, il tatto, il suono, il gusto (sapori)

230. Hoyer Wayne D., Stokburger-Sauer Nicola E. (2012). *The role of aesthetic taste in consumer behavior*. J. of the Acad. Mark. Sci., 40, pp. 167–180

231. Hoyer Wayne D., Stokburger-Sauer Nicola E. (2012). *The role of aesthetic taste in consumer behavior*. J. of the Acad. Mark. Sci., 40, pp. 167–180; in riferimento a Berlyne, D. E. (1974). *Studies in the new experimental aesthetics: Steps toward and objective psychology of aesthetic appreciation*. Washington: Hemisphere.

232. Hoyer Wayne D., Stokburger-Sauer Nicola E. (2012). *The role of aesthetic taste in consumer behavior*. J. of the Acad. Mark. Sci., 40, pp. 167–180; in riferimento a Bourdieu, P. (1984). *Distinction: A social critique of the judgment of taste*. Cambridge: Harvard University Press.

233. Hoyer Wayne D., Stokburger-Sauer Nicola E. (2012). *The role of aesthetic taste in consumer behavior*. J. of the Acad. Mark. Sci., 40, pp. 167–180; in riferimento a Cohen, T. (1998). *Artistic taste*. In E. Craig (Ed.), *Routledge encyclopedia of philosophy*. London: Routledge, pp. 509–513.

234. Hoyer Wayne D., Stokburger-Sauer Nicola E. (2012). *The role of aesthetic taste in consumer behavior*. J. of the Acad. Mark. Sci., 40, pp. 167–180; in riferimento a Townsend, D. (1997). *An introduction to aesthetics*. Malden: Blackwell.

Fig. 92: Nike, nella sua continua ricerca per il miglioramento delle performance, non perde di vista l'aspetto estetico, arricchendo i suoi prodotti con dettagli. Fonte: www.nike.com/gb/joyride

e l'olfatto. Tuttavia si può considerare il gusto estetico come un qualcosa che è presente in tutti e cinque sensi perché solo attraverso di essi può essere generato.

È universalmente riconosciuto che gli individui utilizzino gli oggetti per esprimere la loro identità individuale e sociale, tramite gli oggetti definiscono se stessi nella loro classe sociale, la loro l'occupazione, lo stile di vita e lo status. Il gusto è l'espressione della propria persona che viene esplicitato tramite le proprie scelte. Secondo il sociologo Bourdieu infatti "Il gusto è la base di tutto ciò che uno ha - persone e cose - e tutto ciò che uno è per gli altri, per cui uno si classifica e viene classificato dagli altri"²³⁵. Lo spirito e il clima di un periodo giocano infatti un ruolo importante nella formazione del gusto nel giudizio delle persone.

Il dilemma che può nascere da questa affermazione è se il gusto estetico sia soggettivo o oggettivo. Il gusto ed il giudizio estetico di un individuo rispecchiano le esperienze e le emozioni della persona stessa, per questo l'apprezzamento di una qualità di un prodotto è generalmente considerata soggettiva. Da qui come non citare il latino "*De gustibus non disputandum est*"²³⁶, riguardo ai gusti non c'è da discutere, ovvero ognuno ha il suo personale gusto.

Tuttavia è noto che ci sia un principio generale di piacere estetico dal momento che questo deriva da caratteristiche che risultano oggettive

Fig. 93: texture. Fonte: foto di Jason Leung su Unsplash www.unsplash.com/photos/UMncYef09-U

235. Hoyer Wayne D., Stokburger-Sauer Nicola E. (2012). *The role of aesthetic taste in consumer behavior*. J. of the Acad. Mark. Sci., 40, pp. 167-180; in riferimento a Bourdieu P. (1984). *Distinction: A social critique of the judgment of taste*. Cambridge: Harvard University Press.

236. Cfr. www.treccani.it/vocabolario/de-gustibus-non-est-disputandum/



come nell'arte: la simmetria, l'unità, la proporzione, la complessità ed il colore. Si possono, infatti, individuare degli standard di gusto che si sono sviluppati negli anni e sono legati principalmente al giudizio delle persone che sono riuscite a raggiungere non solo un certo livello di educazione, ma anche di relazione sociale.

Il sociologo Bourdieu ha verificato come, anche in questo caso, l'appartenenza ad un basso o alto livello di cultura ed istruzione, così come l'assunzione di un determinato posto nella società, possono plasmare il gusto delle persone, uniformandolo al proprio settore di appartenenza.

Per questo generalmente si può dire che il gusto estetico non sia mai completamente oggettivo né completamente soggettivo perché, benché la bellezza sia negli occhi di chi guarda, il gusto viene creato da elementi soggettivi ma anche dalla cultura di provenienza.

Una volta chiarito cosa entri in gioco quando si parla di gusto estetico, si può entrare più nello specifico nella scelta del consumatore. In questa fase la persona viene guidata sia dal pensiero puramente funzionale che da quello estetico.

Bisogna puntualizzare che essere esperti di determinato oggetto o di un prodotto o di un settore non vuole dire avere buon gusto, un classico esempio potrebbe essere la musica: essere esperto di musica non vuol dire avere buoni gusti musicali.

Questo esprime appieno la divisione tra la parte funzionale e la parte estetica di un prodotto e divide la scelta del consumatore in tre principali categorie²³⁷: coloro che scelgono un prodotto solo per gli attributi funzionali, coloro che scelgono un prodotto solo per gli attributi estetici, coloro che scelgono un prodotto bilanciando entrambe le parti.

I primi accantonano la propria percezione sensoriale, il giudizio e la decisione sono guidati dalla conoscenza, il processo è analitico ed ha degli standard di valutazione del tutto oggettivi. Il gusto ha un ruolo secondario. I secondi, invece, hanno un gusto estetico molto sviluppato e trovano piacere soprattutto nella percezione della bellezza. Inoltre vengono guidati dalle emozioni e dalle esperienze che un determinato prodotto suscita. Il piacere si sviluppa attraverso tre livelli principali: il primo livello è piacere sensoriale, la risposta automatica allo stimolo dell'oggetto, da cui nasce il secondo livello, cioè il piacere estetico, risultato dell'elaborazione della percezione che a sua volta porta al "master pleasure", terzo livello, letteralmente piacere maestro, quello che crea la conoscenza del piacere stesso che verrà poi impiegata nelle scelte future²³⁸.

I terzi, infine, riescono a effettuare entrambi i processi precedenti ed a bilanciare le proprie decisioni.

A questo proposito sono stati effettuati una serie di esperimenti, a diversi livelli, per verificare il ruolo che l'estetica svolge nelle scelte del

237. Hoyer Wayne D., Stokburger-Sauer Nicola E. (2012). *The role of aesthetic taste in consumer behavior*. J. of the Acad. Mark. Sci., 40, pp. 167–180

238. Hoyer Wayne D., Stokburger-Sauer Nicola E. (2012). *The role of aesthetic taste in consumer behavior*. J. of the Acad. Mark. Sci., 40, pp. 167–180; in riferimento a Rozin, P. (1999). *Preadaption and the puzzles and properties of pleasure*. In D. Kahneman, E. Diener, & N. Schwarz (Eds.), *Well-being: The foundations of hedonic psychology*. New York: Russell Sage, pp. 109–133

consumatore²³⁹. Il primo esperimento, coinvolgendo 326 persone per la valutazione di 80 packaging standard e 80 considerati più estetici, consisteva nel domandare ai partecipanti di decidere in 4 secondi se scegliere o no il prodotto. I risultati hanno mostrato come i prodotti più piacevoli dal punto di vista estetico abbiano avuto le preferenze maggiori e come, in un tempo veramente breve, si tenda a preferire prodotti che tocchino la sfera emozionale. Anche il secondo esperimento ha mostrato come la piacevolezza dell'aspetto esteriore sia più importante anche per la conoscenza del brand: i partecipanti allo studio hanno infatti preferito scegliere (e pagare di più) un prodotto sconosciuto ma esteticamente piacevole, rispetto ad uno standard ma di un brand conosciuto (Fig. 94). Infine è stato dimostrato come anche a livello neurologico, la corteccia cerebrale si attivi in determinati punti legati all'affettività ed emotività davanti ad un prodotto esteticamente piacevole.

239. Reimann Martin, Zaichkowsky Judith, Neuhaus Carolin, Bender Thomas, Weber Bernd (2010). *Aesthetic package design: A behavioral, neural, and psychological investigation*. Journal of Consumer Psychology, 20, pp. 431–441

	Aesthetic packaging Well-known brand	Aesthetic packaging Unknown brand	Standardized packaging Well-known brand	Standardized packaging Unknown brand
Examples				
	Offered at: \$2.60 (high) \$1.40 (low)			

Fig. 94: i packaging considerati nell'esperimento del team di Reimann. Fonte: Reimann Martin, Zaichkowsky Judith, Neuhaus Carolin, Bender Thomas, Weber Bernd (2010). *Aesthetic package design: A behavioral, neural, and psychological investigation*. Journal of Consumer Psychology, 20, pp. 431–441



4.2 La selezione dei materiali ed i toolkit

La selezione dei materiali è un punto fondamentale della progettazione, non solo perché deve riuscire a soddisfare tutti i requisiti “tangibili”, costituiti dalle caratteristiche chimico-fisiche, ma anche perché deve riuscire a soddisfare i requisiti “intangibili”, costituiti dalle caratteristiche sensoriali ed emozionali che non dipendono direttamente da quantità misurabili.

Infatti, le macro aree che guidano la selezione di un materiale sono fondamentalmente quattro: proprietà produttive; proprietà funzionali; caratteristiche sensoriali ed estetiche; caratteristiche economiche ed ecologiche. Nelle diverse aree si inseriranno i pensieri degli *stakeholders* (clienti, produttori, venditori, utenti e progettisti) che hanno determinate esigenze che cercheranno di influenzare la scelta.

Per quanto riguarda i metodi classici di selezione e classificazione dei materiali, ci sono diverse alternative. Questi permettono di tenere sotto controllo le caratteristiche quantificabili e “tangibili” che ne possono determinare le proprietà produttive, funzionali, economiche ed ecologiche. Di questi alcuni sono²⁴⁰:

Patton, valuta caratteristiche come resistenza, tenacità, durezza, corrosione e resistenza al calore, requisiti di fabbricazione, requisiti economici.

Ashby prende in considerazione invece proprietà generiche (costo e le

Fig. 95: la materioteca raccoglie campioni di materiali non solo tecnici, ma anche ispirazionali. Fonte: immagine dell'autore.

240. Piselli A., Simonato M., Del Curto B. (2016). *Holistic approach to materials selection in professional appliances industry*. International Design Conference, Dubrovnik, 16-19 maggio

principali proprietà fisiche), meccaniche, termiche, di usura e dismissione. Da sottolineare che le librerie sono state aggiornate con caratteristiche estetiche grazie a Johnson.

Lindbeck considera le proprietà meccaniche, fisiche, chimiche, termiche, elettriche, acustiche e ottiche.

Budinski pone la sua attenzione non solo sulle caratteristiche chimiche, fisiche e dimensionali, ma inserisce per primo il concetto di disponibilità della materia prima.

Farag, invece, ha proposto un metodo basato “sull’equazione delle prestazioni”, dove a ciascuna caratteristica viene attribuito un valore specifico. In questo modo si può visualizzare l’importanza che questo assume all’interno della ricerca.

Questi approcci rappresentano la base per lo sviluppo prodotto, ma inizialmente lasciano ultime le considerazioni riguardanti l’impatto ambientale e solo successivamente viene inserita anche la parte riguardante la selezione estetico-sensoriale (Tab 6)²⁴¹.

In questo senso si sono mossi vari studi e ricerche per riuscire a proporre un metodo adatto per aiutare i designer nell’acquisire maggiore consapevolezza in merito a caratteristiche “intangibili”.

Durante la progettazione infatti, come idee astratte vengono concretizzate nei concept, così nel design che si focalizza sulla multisensorialità, le

241. Karana Elvin, Hekkert Paul, Kandachar Prabhu (2007). *Material considerations in product design: A survey on crucial material aspects used by product designers*. *Materials and Design*, 29, pp. 1081-1089

Patton (1968)	Esin (1980)	Ashby (1992)	Lindbeck (1995)	Budinski (1996)	Mangonon (1999)	Ashby & Johnson (2002)	Ashby (2005)
Service requirements	Production requirements	General properties	Mechanical properties	Chemical properties	Physical properties	General attributes	General properties
Fabrication requirements	Economic requirements	Mechanical properties	Physical properties	Physical properties	Mechanical factors	Technical attributes	Mechanical properties
Economic requirements	Maintenance	Thermal properties	Chemical properties	Mechanical properties	Processing and fabricability	Eco attributes	Thermal properties
		Wear	Thermal properties	Dimensional properties	Life of components	Aesthetic attributes	Electrical properties
		Corrosion/oxidation	Electrical properties	Business issues	Cost and availability	Codes, statutory and other	Optical properties
			Acoustical properties			Property profile	Eco properties
			Optical properties			Processing profile	Environmental resistance
						Environmental profile	

Tab. 6: le caratteristiche prese in considerazione dai vari metodi di selezione. Rielaborazione grafica dell'autore da: Karana Elvin, Hekkert Paul, Kandachar Prabhu (2007). *Material considerations in product design: A survey on crucial material aspects used by product designers*. Materials and Design, 29, pp. 1081-1089

idee e le sensazioni che esistono solo nella mente del progettista devono riuscire a materializzarsi nel miglior modo possibile.

Idealmente questo processo dovrebbe già essere insito in ogni designer, ma è domandato ad egli di gestirlo in base alla propria sensibilità progettuale in un modo non misurabile, non gestibile e senza dettami di fondo.

A questo proposito nell'articolo di Hendrick *et al.* vengono esposti quattro categorie di strumenti semplici per riuscire a sensibilizzare l'animo del progettista²⁴² (Tab. 7).

La prima riga racchiude metodi che sviluppano la sfera intuitiva del progettista, mentre la seconda metodi più oggettivi e strutturati.

Nella sensibilizzazione sensoriale, si punta sulla formazione dei "progettisti multisensoriali" stimolando principalmente tatto, udito, olfatto e gusto. La vista viene accantonata perché, nella vita di tutti i giorni, siamo sovrastimolati in questo senso. Per questo viene suggerito di bendarsi ed esplorare gli oggetti sfruttando i sensi rimasti, registrare le emozioni e le sensazioni che vengono suscitate da determinati materiali.

Il designer è sempre protagonista anche nello sviluppo del secondo strumento: campionamento sensoriale. Questa attività prevede la creazione di una raccolta di qualità sensoriali, attraverso oggetti che fungono da ispirazione e mezzo per comunicare nel modo più efficace

242. Schifferstein Hendrik N. J., Desmet Pieter M. A. (2008). *Tools Facilitating Multi-sensory Product Design*. The Design Journal, 11, pp. 137-158

	<i>Designer competence</i>	<i>Material expertise</i>
Intuitive	Sensory sensitizing: Training to become sensitive to impressions products can evoke through all the senses	Sensory sampling: Building a collection of sensory qualities
Structured	Sensory communication: Using terminologies that describe sensory characteristics	Sensory building blocks: Using systems that describe the structural properties of sensory information

Tab. 7: i quattro strumenti per migliorare la sensibilità del progettista. Fonte: Schifferstein Hendrik N. J., Desmet Pieter M. A. (2008). Tools Facilitating Multi-sensory Product Design. The Design Journal, 11, pp. 137-158



le proprie idee, sensazioni o esperienze. Naturalmente questa libreria personale potrà raccogliere campioni che stimolano non solo la vista e il tatto, ma anche olfatto, udito e magari gusto.

La campionatura strutturata, invece, permette di ottenere strumenti, come palette di colori, per creare particolari qualità sensoriali. Questi sistemi standardizzati, come la guida Pantone o NCS, permettono di poter riconoscere e classificare determinati stimoli. Analogamente questo avviene in software che ricreano sullo schermo i colori scelti nella realtà. Digitalmente è più facile intervenire anche sul suono di un artefatto. Per completare, insieme alla classica campionatura dei materiali, l'offerta di strumenti per ricreare una sensazione, si aggiungono esperti chimici che assistono il progettista per quanto riguarda gusto e olfatto. Questi due sensi infatti, dipendono dalla composizione chimica, che gli esperti conoscono e sono in grado di replicare con delle apposite formule.

Infine, attraverso la comunicazione sensoriale, si può verificare come il team di progettazione riesca a comunicare le dimensioni sensoriali al resto dell'azienda (esperti, tecnici, ricercatori, marketing). Nel convincere della validità del progetto stesso ci si serve di schizzi, moodboard, storyboard, animazioni o video, ma non solo, si possono creare collage di suoni, odori e sensazioni tattili oltre a collage visivi. Anche le parole in questo frangente hanno una certa rilevanza, per questo è necessario assicurarsi di utilizzare

Fig. 96: l'interazione. Fonte: foto Caleb Angel su Unsplash, www.unsplash.com/photos/Hq32VUY0xMg

A fan of color swatches is shown against a yellow background. The swatches are arranged in a fan shape, with the top swatch being a light yellow and the bottom swatch being a darker yellow. The text "PANTONE 600" is printed in bold black letters on the top swatch. The background has a subtle grid pattern.

PANTONE®
600

lo stesso vocabolario.

Questi semplici strumenti costituiscono un'idea iniziale di avvicinamento alla consapevolezza della dimensione sensoriale, ma ci sono anche dei tool molto più avanzati e studiati in questa direzione che possono aiutare con una selezione più sistematica, pur non perdendo di vista la consapevolezza di quanto queste caratteristiche siano volubili e soggettive.

Questi strumenti sono stati sviluppati per scopi diversi, non solo per la selezione, ma anche per scopi didattici oppure per supportare specificamente la ricerca attiva per la caratterizzazione esperienziale dei materiali. Ci sono alcuni esempi, come gli studi di van Kesteren, Elvin Karana e Agnese Piselli.

Il MiPS²⁴³ (Materials in Products Selection) è stato elaborato dal gruppo di ricerca di van Kesteren, aiuta i progettisti di prodotti insieme ai clienti a definire le proprietà sensoriali dei materiali necessari per creare l'interazione dell'utente desiderata con il prodotto (Fig. 98). L'interazione con l'utente viene definita e delineata attraverso diversi strumenti: quello delle domande, delle immagini, dei campioni e delle relazioni. Attraverso rappresentazioni di esempi di prodotti e relativi materiali, campioni di materiali e aspetti sensoriali che questi assumono durante le diverse fasi si definisce l'interazione utente-prodotto.

Nella ricerca di nuovi *tool*, grandi passi sono stati fatti da Karana²⁴⁴.

243. van Kesteren I. E. H., Stappers P. J., de Bruijn J. C. M. (2007). *Materials in Products Selection: Tools for Including User-Interaction in Materials Selection*. International journal of design, 1, 3

244. Camere Serena, Karana Elvin (2018). *Experiential characterization of materials: Toward a toolkit*. Design Research Society 2018 Catalyst, University of Limerick, 25-28 giugno 2018

Fig. 97: campioni di colore Pantone. Fonte: foto di Copper and Wild su Unsplash www.unsplash.com/photos/x5fj0L3kums

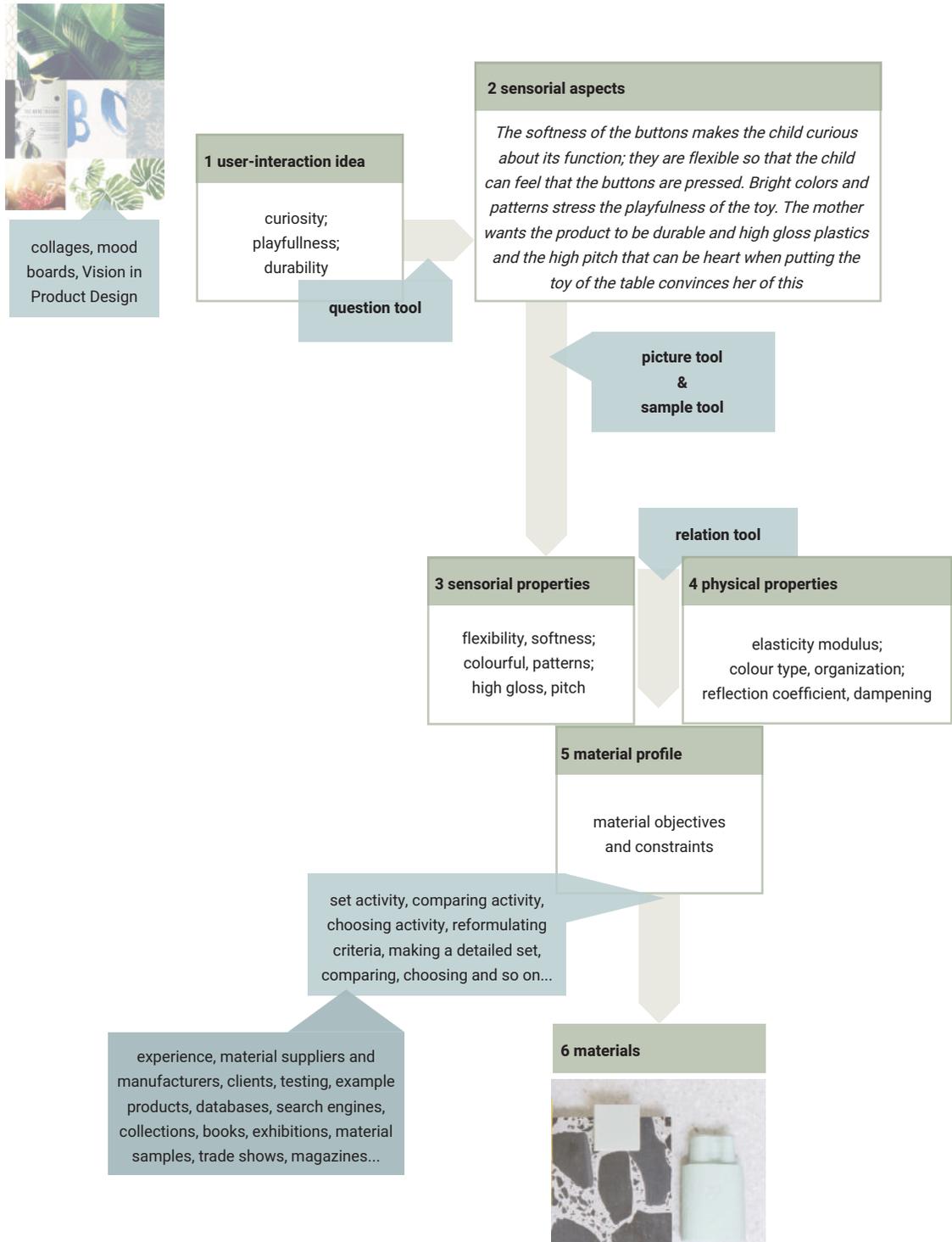


Fig. 98: schema del processo MiPS. Rielaborazione grafica dell'autore da: van Kesteren Ilse (2010). *A user-centred materials selection approach for product designers*. METU JFA, 2, pp. 321-338

Riflettendo sul fatto che riuscendo a comprendere a pieno tutte le interazioni, anche esperienziali, che avvengono nella relazione prodotto-utente, si riesce ad avere una completa consapevolezza del progetto stesso, Karana ha definito la caratterizzazione esperienziale. Questo termine riguarda lo studio del modo in cui un materiale viene percepito, le emozioni e le esperienze che suscita. Secondo questa riflessione, gli individui interagiscono e sperimentano i prodotti su quattro livelli esperienziali: livello sensoriale (es. pesantezza), livello interpretativo (es. modernità, qualità), livello affettivo (es. sorpresa), livello di performance (es. ottimizzazione). Su questi diversi piani, che si intrecciano tra loro, si basa la comprensione della percezione emotiva. Basandosi su questa divisione, Karana, ha costruito il suo tools che propone strumenti per valutare i diversi aspetti. Il *tool* Ma2E4 (Fig. 99) aiuta a ricavare informazioni, sia specifiche che più generali, riguardanti la correlazione dei diversi livelli nell'esperienza dei materiali. Fornendo un vocabolario di attributi, aiuta a creare un linguaggio comune per riuscire ad analizzare le varie sfumature delle descrizioni: il fine è quello di rivelare nuove intuizioni e aspetti di come i materiali possono essere manipolati per suscitare esperienze nuove e positive. Lo sviluppo dello strumento ha subito dei cambiamenti, dovuti alla verifica attraverso *workshop*. Il *layout* finale presenta le istruzioni, la parte che comprende domande e attività, lo schema per raccogliere

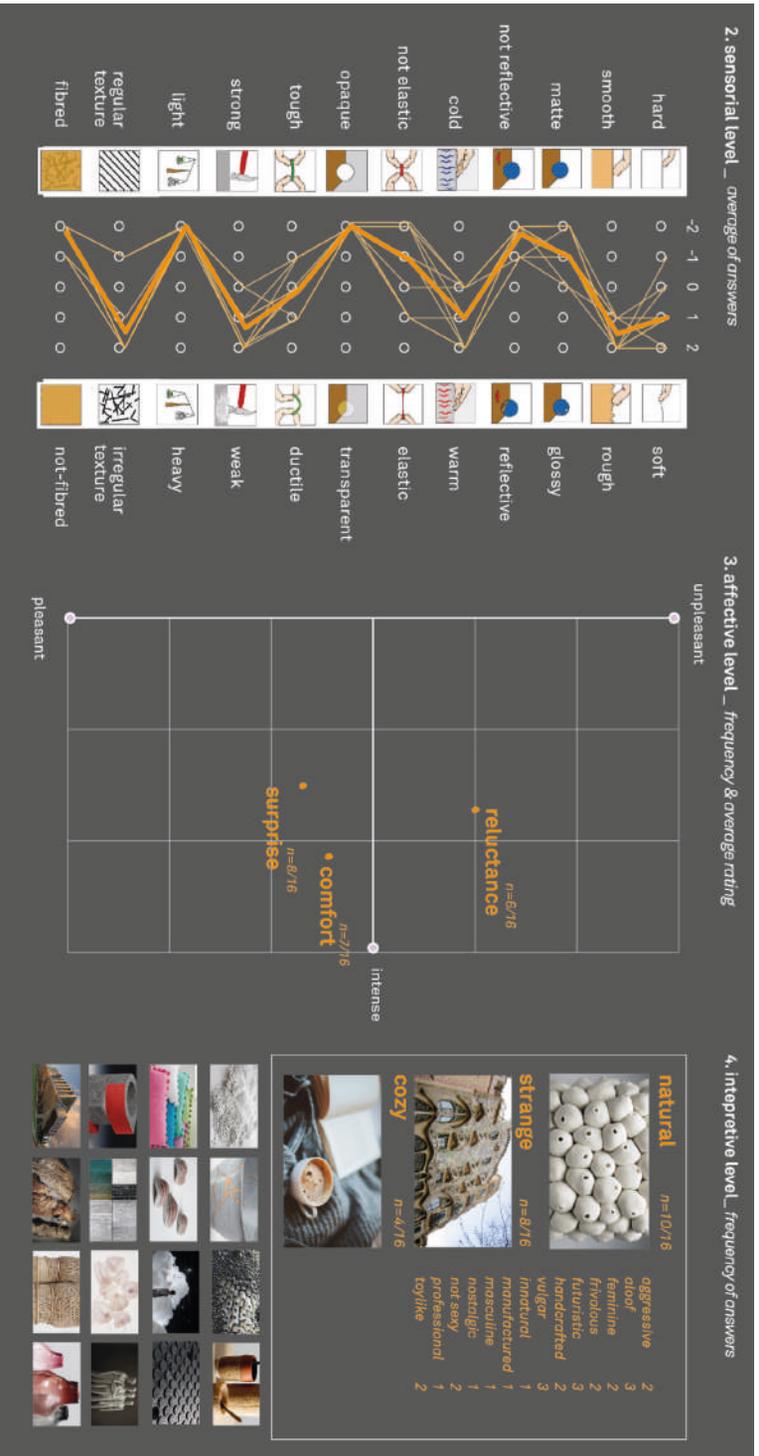


Fig. 99: scheda risultante dall'analisi di un materiale attraverso il processo MAZE4. Fonte: Camere Serena, Karana Elvin (2018). *Experiential characterization of materials: Toward a toolkit*. Design Research Society 2018 Catalyst, University of Limerick, 25-28 giugno 2018

i risultati finali. Insieme a questi, il *toolkit* include due serie di vocaboli (il vocabolario affettivo e interpretativo) e una raccolta di immagini da utilizzare per perfezionare le descrizioni interpretative.

Agnese Piselli ha invece proposto una schedatura che permette di selezionare i materiali, integrandosi con il processo impiegato da Ashby e nel *Cambridge Engineering Selector*²⁴⁵. Questa metodologia prevede due fasi, una selezione attraverso le caratteristiche tecniche (Ashby) e una servendosi delle caratteristiche estetiche (AMS). In questa seconda fase ci si concentra sulle proprietà sensoriali e "intangibili" per riuscire a selezionare il materiale e la finitura più adatta all'applicazione considerata (Fig. 100). Inoltre, alla classica selezione con il Cambridge Engineering Selector, è stato affiancato un "Context Analysis Datasheet" che aiuta a raggruppare i dati quantitativi e qualitativi raccolti. Per la parte di analisi sensoriale è stato adattato uno strumento già esistente, il Napping®²⁴⁶. Questo consente di descrivere la dimensione sensoriale di un ampio set di campioni (almeno 10) in base alla distanza reciproca su una mappa a due dimensioni.

245. Piselli A., Baxter W., Simonato M., Del Curto B., Aurisicchio M. (2018). *Development and evaluation of a methodology to integrate technical and sensorial properties in materials selection*. Materials and Design, 153, pp. 259-272

246. Il Napping® è una tecnica di profilazione sensoriale rapida che utilizza un foglio di carta o un tavolo per rappresentare lo spazio sensoriale di un set di prodotti; questi vengono posizionati sul foglio in base alle differenze / somiglianze sensoriali per produrre una mappa. I campioni posizionati vicini sono più simili e quelli posizionati più distanti sono più diversi. Termini descrittivi possono essere applicati ai campioni all'interno della mappa formata da due assi cartesiani con le caratteristiche scelte agli estremi. Riferimento da: www.sensorydimensions.com/files/7414/1227/7781/What_is_Napping.pdf

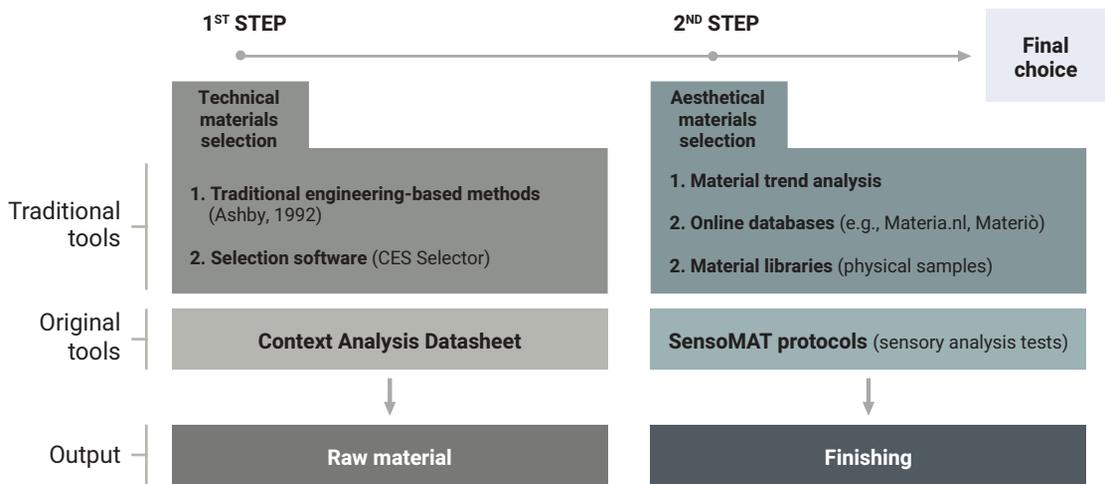


Fig. 100: schema del processo di selezione dei materiali. Rielaborazione grafica dell'autore da: Piselli A., Baxter W., Simonato M., Del Curto B., Aurisicchio M. (2018). *Development and evaluation of a methodology to integrate technical and sensorial properties in materials selection*. *Materials and Design*, 153, pp. 259-272

In questo capitolo sono stati analizzati gli aspetti del processo di percezione dei materiali, dalla prima interazione, ai comportamenti del consumatore, alla determinazione del suo gusto estetico. Inoltre è stata fornita una panoramica sui mezzi di cui i designer dispongono nella progettazione dei materiali: dai metodi classici di selezione, a semplici strumenti, a *toolkit* accademici (un ulteriore aiuto per il processo di progettazione).

Gli argomenti esplorati in questo capitolo saranno utili per comprendere al meglio il capitolo successivo, riguardante la percezione dei materiali sostenibili. Ma non solo, la ricerca effettuata sulla percezione e come questa sia stata applicata in *toolkit* è propedeutica e fondamentale per affrontare la fase di raccolta dei dati e progettare con maggiore consapevolezza il risultato finale di questa tesi di ricerca: il *tool* SMaPT, *the Sustainability, Materials and Perception Tool*.





CAPITOLO 5

IL SENSO DEL SOSTENIBILE

Il crescente interesse verso la produzione con materiali sostenibili è un fenomeno dovuto alla maggiore consapevolezza della necessità di una svolta nel modo di vivere odierno. Ed è grazie a questa nuova sensibilità che sono stati sviluppati svariati tipi di materiali sostenibili con diversa origine, dai naturali ai riciclati, come esposto nei capitoli precedenti. Questi, sia per la loro provenienza, sia per i processi utilizzati, spesso hanno qualità sensoriali uniche. Le aziende produttrici si servono strategicamente delle caratteristiche sostenibili, visto il crescente interesse del consumatore e, dove questo non è immediatamente percepibile a livello materico, le comunicano attraverso loghi ed etichette.

Tuttavia questi materiali hanno la necessità di trovare una propria identità, dove il loro *plus* non sia solamente il ciclo di vita, ma anche le caratteristiche funzionali, sensoriali ed estetiche.

Arrivare a questo risultato è un processo complesso, come esposto in precedenza, poiché alcune esperienze sensoriali dei materiali possono essere prontamente tradotte in proprietà fisiche analoghe e misurabili, altre qualità, invece, non meno costitutive delle nostre esperienze, sono

Fig. 101: il progetto BioScreen della designer Anya Muangkote, esposto al Fuorisalone 2019. La bioplastica è costituita da glicerolo e agar. Fonte: immagine dell'autore.

molto più difficili da correlare con una serie di proprietà fisiche. Come riportano Sarah Wilkes *et al.* nel loro studio²⁴⁷, la sostenibilità percepita di un materiale non può essere ridotta a un insieme di proprietà fisiche misurabili, né può essere semplicemente attribuita a preconetti culturali. La sostenibilità di un materiale dipende dai nostri criteri e modalità con cui percepiamo i problemi. Questi variano non solo nel tempo, ma anche rispetto alla comunità di appartenenza e all'educazione. Si necessita, quindi, di acquisire la consapevolezza del bisogno di un approccio olistico all'esperienza materiale, in modo da esplorare la relazione tra le proprietà fisiche dei materiali, le loro "proprietà espressivo-sensoriali" e le loro associazioni storiche e culturali, in particolari contesti d'uso. Il processo verso una comprensione piena e completa di questi nuovi materiali richiederà del tempo, il necessario perché questi trovino il loro posto nel mondo.

247. Wilkes Sarah, Wongsriruksa Supinya, Howes Philip, Gamester Richard, Witchel Harry, Conreen Martin, Laughlin Zoe, Miodownik Mark (2016). *Design tools for interdisciplinary translation of material experiences*. *Materials and Design*, 90, pp. 1228–1237

Fig. 102: Lego ha iniziato un processo di graduale passaggio al polietilene, realizzato utilizzando l'etanolo prodotto dalla canna da zucchero. Fonte: www.tulipanorosa.blogspot.com/2018/03/mattoncini-lego-da-questanno-inizia-la.html



5.1 Com'è un materiale sostenibile?

La diffusione di materiali sostenibili nella progettazione porta con sé un'estetica nuova che assume un ruolo sempre maggiore nella sensibilizzazione del consumatore. Ci sono due distinte modalità con cui i materiali sostenibili si possono presentare sul mercato: ostentando la propria origine "imperfetta" e irregolare; oppure imitando un materiale tradizionale nascondendo del tutto la propria origine. Tuttavia nessuno dei due approcci sembra riuscire a comunicare in modo efficace con il consumatore. I materiali che esprimono la loro naturalità, infatti, pongono una forte enfasi sull'estetica *verde*, che potrebbe non essere sempre apprezzata, anche perchè affiancati da bassa qualità e costo percepito. Diversamente, i materiali che nascondono la propria origine naturale non trasmettono chiaramente la differenza dai materiali convenzionali. In entrambi i casi, il risultato è che l'apprezzamento materiale è limitato a gruppi di utenti di nicchia nelle società.

Per questo la domanda che ci si pone è cosa viene maggiormente recepito quando si ha a che fare con un materiale sostenibile.

Uno studio condotto da Bahrudin e Aurisicchio prende in considerazione proprio questa questione²⁴⁸. Rifacendosi alla teoria di Karana sulla percezione sensoriale e le sue componenti, i due ricercatori hanno analizzato con quali categorie di caratteristiche gli individui descrivano i materiali sostenibili. Come già descritto nel capitolo precedente, il

248. Bahrudin F. I., Aurisicchio M. (2018). *The appraisal of sustainable materials*. International Design Conference, pp. 2575–2584

Fig. 103: Baux ha realizzato una serie di nove pannelli fonoassorbenti 100% bio-based, biodegradabili e riciclabili. Fonte: www.designboom.com/design/form-us-with-love-baux-bio-based-acoustic-pulp-panel -02-07-2019

processo attraverso il quale gli utenti sperimentano un prodotto è un insieme di componenti che si intrecciano tra loro: nella tabella vengono espresse le categorie descrittive di valutazione, elaborate da Karana (Tab.8). Gli intervistati hanno valutato i prodotti selezionati in base alle diverse categorie: le caratteristiche sensoriali sono risultate essere le più frequenti, seguite da semantiche espressive e d'uso. Inoltre è emersa una classe non ancora presente nello schema di Karana: caratteristiche "sistemiche". Queste si riferiscono a valutazioni riguardanti il ciclo di vita di un prodotto.

L'analisi, sia per i materiali sostenibili che per i convenzionali, comporta la valutazione di caratteristiche sia prese singolarmente sia valutate come un gruppo di percezioni che si intrecciano tra loro creando dei compromessi tra le varie parti. Proprio facendo leva sulle principali caratteristiche osservate, si possono aiutare i progettisti o i produttori di materiali sostenibili a modellare una percezione positiva dei materiali sostenibili, in particolare quando un nuovo materiale sostenibile deve essere introdotto o quando l'origine del materiale deve essere comunicata tramite segnali testuali e visivi.

Tuttavia questa metodologia non è sufficientemente esaustiva, nel momento in cui i materiali presi in considerazione risultano "inferiori" o poco performanti, nasce l'esigenza di capire come il design possa rendere

Valutazione delle categorie descrittive

descrizione dell'uso - si riferisce a un prodotto specifico o ad un ambiente unico in cui un materiale viene impiegato per uno scopo particolare. Es. maniglia di forma organica

processo di fabbricazione - esprime le tecniche di produzione o trattamento applicate per il prodotto valutato. Es. smaltato

descrizione tecnica - si riferisce a proprietà tecniche quantificabili, che derivano principalmente dalla struttura chimica del materiale. Es. forza

descrizione sensoriale - facendo riferimento alle interazioni tra materiali e utenti attraverso i cinque sensi, vista, tatto, olfatto, gusto e udito. Es. liscio

descrizione emotiva - i sentimenti soggettivi delle persone verso un materiale, spesso automatici ed inconsci. Es. sorpresa

descrizione associativa - associazione a un altro elemento o contesto che richiede il recupero dalla memoria e dall'esperienza passata. Es. come il formaggio

descrizione semantica espressiva - i caratteri che attribuiamo ai materiali dopo l'input sensoriale iniziale. Es. moderno

Tab. 8: le categorie descrittive di valutazione e le loro definizioni. Fonte: Bahrudin F. I., Aurisicchio M. (2018). The appraisal of sustainable materials. International Design Conference, pp. 2575–2584 in riferimento a Karana E. (2009). Meanings of Materials. PhD thesis, Delft University of Technology.

i materiali sostenibili più “attraenti”. Con l'intento di indagare questo aspetto, è stato condotto uno studio che analizza a quali caratteristiche corrispondano gli aggettivi “naturale” e “alta qualità”²⁴⁹. I partecipanti allo studio hanno dovuto selezionare dei materiali (Fig. 104) che per loro rappresentassero le due caratteristiche: 30 prodotti “naturali” e 30 prodotti di “alta qualità” sono stati poi raccolti e analizzati singolarmente. La scelta era secondo quattro caratteristiche principali: le proprietà del materiale, l'aspetto del prodotto, il contesto d'uso e gli aspetti intangibili (l'umore, la cultura, i valori, le emozioni). Le caratteristiche emerse risultano contraddittorie e per molti aspetti portano i due attributi scelti ad essere agli antipodi.

Da una parte, nel concetto di “naturale” emerge come il colore sia discriminante nella scelta del materiale, così come fibre e grani visibili. Inoltre, le imperfezioni contribuiscono a conferire un senso di unicità. Ma emerge anche come siano esteticamente meno soddisfacenti i materiali convenzionali. Dalla scala sensoriale, un dato importante è che il calore, la ruvidità, la pesantezza abbiano avuto i punteggi più alti a discapito, come ci si poteva immaginare, del *glossy*²⁵⁰, della riflettività e della trasparenza. Questo significa che materiali più caldi, ruvidi e pesanti sono considerati più autentici e naturali. A tutto questo si legano anche considerazioni che si scostano leggermente dall'ambito puramente materico, ma comunque

249. Karana Elvin (2012). *Characterization of 'natural' and 'high-quality' materials to improve perception of bio-plastics*. Journal of Cleaner Production, 37, pp. 316-325

250. Superficie brillante, lucente e liscia. Maggiori informazioni: www.dictionary.cambridge.org/it/dizionario/inglese-italiano/glossy

Fig. 104: composizione di alcune foto simili a quelle utilizzate da Karana nel suo esperimento, 10 foto riprendono il concetto di “naturale”, 10 di “alta qualità”. Fonte: vedi indice immagini





strettamente collegate: la forma ed il contesto. Nel contesto “naturale”, le forme considerate più coerenti sono quelle organiche, mentre i contesti più apprezzati sono quelli di prodotti che vengono a contatto con la natura o si possono associare ad esperienze naturali.

Per quanto riguarda invece l'analisi di “alta qualità” emergono materiali dai colori freddi e neutri, come bianco, nero e *silver* che corrispondono a caratteristiche come elegante, serio, chic e mascolino. Questi sono stati descritti come puliti (nel senso che non attraevano troppa polvere), forti e durevoli. La leggerezza, inoltre, diversamente dai materiali “naturali”, riesce a garantire alte *performance*. Dal punto di vista sensoriale, hanno raggiunto un punteggio maggiore il *glossy*, la pesantezza e il riflettività rispetto alla trasparenza, elasticità, rugosità e debolezza. Questo significa che i materiali lisci, opachi, non elastici e forti incorporano il concetto di “alta qualità”. Alcuni punti in comune, emersi dall'analisi, sono legati alle caratteristiche di durevolezza, pesantezza e opacità. Gli aspetti contraddittori, invece, sono stati i pattern superficiali: nei materiali di alta qualità creati e controllati dall'uomo, risultano strutturati; mentre in quelli naturali sono *random*. Per quanto riguarda i conflitti a livello sensoriale, sono emerse per esempio opposizioni relative alla rugosità della superficie, al *glossy* e alla riflettività contro una superficie opaca e non riflettente, oltre al fatto di essere o non essere colorati artificialmente. Riuscire a bilanciare questi due aspetti potrebbe aiutare a trovare una nuova dimensione per i

Fig. 105: Flow, sedia di MDF Italia, prodotta con un tecnopolimero composto da fibre vegetali di diversa natura: fibre di faggio per la colorazione chiara e fibre di cocco per la colorazione scura. Fonte: www.mdfitalia.com/it/prodotti/sedie/flow-eco

materiali “sostenibili”. Combinare il loro aspetto naturale, che fa leva sulla loro origine, con l’aspetto di alta qualità, riuscirebbe far crescere la loro percezione delle *performance*, aprendo così la possibilità di entrare in settori di prodotti durevoli sul mercato.

Questo non è l’unico studio dove si è indagato questo aspetto: sempre Karana insieme a Marita Sauerwein e Valentina Rognoli hanno analizzato con un esperimento il “piacere estetico” di una serie di materiali naturali²⁵¹. Dopo vari passaggi di selezione, hanno lavorato nella modifica delle finiture di due principali materiali: uno considerato “bello”²⁵², Goodhout, e uno considerato “brutto”, il micelio Ecovative. Analizzando l’interazione dei partecipanti ed il modo con cui si avvicinavano al materiale, hanno dedotto che la bellezza o la bruttezza di un dato materiale era determinata dal contrasto tra quello che si percepiva tramite la vista e quello che si percepiva tramite il tatto. Superfici che presentavano un contrasto visivo-tattile venivano maggiormente apprezzate per l’effetto sorpresa che le rendeva più attraenti alla persona.

I materiali sostenibili, dunque, sono molto complessi da comprendere e conseguentemente da inserire nel mercato. Gli aspetti che entrano in gioco sono molti ma, come si è potuto osservare negli studi analizzati, esiste la possibilità di lavorare su determinate caratteristiche dei materiali per renderli più attraenti e così inserirli nel mercato con una propria identità.

251. Sauerwein Marita, Karana Elvin, Rognoli Valentina (2017). *Revived Beauty: Research into Aesthetic Appreciation of Materials to Valorise Materials from Waste*. Sustainability, 9, 529

252. L’attribuzione di materiale “bello” o “brutto” è stata determinata dal parere dei partecipanti all’esperimento.

Fig. 106: legno di nuova generazione di origine sostenibile, ricavato da cascami di cocco, che fornisce al mercato globale un’alternativa di legno a base biologica e senza formaldeide. Fonte: www.rotterdam.materialdistrict.nl/sectoren/sector-architecture/





5.2 La percezione delle plastiche sostenibili

Delle plastiche sostenibili, come già indicato in precedenza, fanno parte sia le plastiche riciclate che le bioplastiche. Mentre le plastiche riciclate, sotto molti aspetti, sono assimilabili a plastiche convenzionali, le bioplastiche sono materiali con una storia molto breve e per questo non ancora del tutto affermate e apprezzate dai consumatori. In ogni caso, dal momento che entrambi i materiali rientrano nella categoria dei materiali sostenibili, valgono tutte le considerazioni fatte in precedenza. Tuttavia, in questo caso, si aggiungono problematiche legate al fatto che le bioplastiche si debbano confrontare con le plastiche tradizionali per quanto riguarda le applicazioni, le *performance*, l'estetica ed il mercato di riferimento.

Le difficoltà legate a questi materiali sono anche di tipo produttivo, dal momento che le loro proprietà non raggiungono le *performance* di quelli convenzionali. Damla Tonuk per esempio, riporta come nella sostituzione del PET con Ingeo, un particolare grado di PLA prodotto da NatureWorks²⁵³, ci siano varie problematiche da affrontare²⁵⁴. Le bioplastiche sono prodotte utilizzando gli stessi macchinari di produzione delle plastiche tradizionali e, per questo, è necessario un adattamento alla metodologia ormai consolidata: i nuovi materiali devono adattarsi all'organizzazione tecnica e sociale già affermata. Inoltre è necessario comprendere approfonditamente quali caratteristiche siano più idonee in relazione ai prodotti. I produttori, infatti, con la consapevolezza degli usi

253. Uno dei maggiori produttori di PLA, offre soluzioni per diverse tecnologie di lavorazione. Maggiori informazioni: www.natureworkslc.com/Products

254. Tonuk Damla (2016). *Making Materials: The Case of Elaborating Qualities of Bioplastics*. DesignIssues, 32, pp. 64-75

Fig. 107: PLA trasparente stampato 3D. Fonte: <https://www.filamentworld.de/shop/pla-filament-3d-drucker/pla-filament-1-75-mm-crystal-clear-iceland-blue-1-75mm/>

possibili di ognuna di esse, sono in grado di enfatizzare alcune qualità per determinati prodotti e trascurare altre. Ingeo per esempio ha proprietà barriera inferiori rispetto al PET nel campo delle bottigliette di plastica, ma per imballaggi di alimenti, soprattutto di frutta e verdura, dove è bene avere una maggiore connessione con l'atmosfera esterna, questo diventa un *plus*. Le proprietà risultanti sono quindi una questione di prospettive e applicazioni corrette unite ad un sapiente adattamento delle tecnologie esistenti.

La comunicazione della *bioplasticità* è una scelta che appartiene al produttore, il quale può decidere la propria strategia. Damla Tonuk, nella sua tesi²⁵⁵, ha analizzato alcuni casi in cui le caratteristiche proprie di questi materiali sono state nascoste e altri in cui sono state enfatizzate in modi diversi.

I motivi per nascondere la loro origine sono principalmente due.

Nel primo caso, la natura della bioplastica viene volontariamente nascosta per non creare associazioni tra i prodotti ed il mercato sostenibile. Questa è motivata da un interesse economico dal momento che i produttori, pur consapevoli delle qualità delle bioplastiche, non vogliono essere associati ad un mercato bio. Ciò avviene principalmente perché, essendoci pochi fornitori, le aziende che mettono in evidenza tali qualità rischiano di bloccarsi in una posizione vulnerabile; secondariamente,

255. Tonuk Damla (2016). *Making Bioplastics: an investigation of material-product relationship*. Department of Sociology, Lancaster University



Fig. 108: il Componibile di Kartell. La scelta dell'azienda è stata quella di offrire un prodotto di altissima qualità in bioplastica attraverso la collaborazione con l'azienda Bio-on. Il materiale utilizzato è MINERY, PHA un poliestere prodotto in natura da una fermentazione batterica di zucchero. Fonte: www.archistudio.su/fabric/kartell/

comunicare il proprio aspetto sostenibile tramite un prodotto, quando il resto dell'azienda non ha una consolidata strategia "green", potrebbe essere controproducente perché si esporrebbe a grandi rischi per quanto riguarda la propria immagine.

Nel secondo caso le caratteristiche delle bioplastiche non sono rilevanti per il posizionamento sul mercato delle aziende o per i valori delle società in cui non è previsto che i consumatori condividano principi sostenibili o siano disposti a pagare di più per questo tipo di caratteristica. In questo caso, quindi, l'identità delle bioplastiche viene semplicemente ignorata, limitandosi ad essere un qualsiasi materiale che svolge il proprio ruolo.

Il contrario avviene, invece, quando si mostra con un certo "orgoglio" l'uso delle bioplastiche. In questi casi le qualità rese visibili variano da un prodotto all'altro: enfatizzano la compostabilità, la biodegradabilità o il fatto di avere una fonte rinnovabile.

Sempre nella sua tesi incentrata sulle bioplastiche, Damla Tonuk espone diversi casi studio.

Nel primo caso studio viene preso in esame il sacchetto di Mater-bi di Novamont all'interno del progetto "Milano Recycle City"²⁵⁶. La borsa compostabile diventa parte di un sistema, piuttosto che un prodotto a sé stante: non è più un sacco per i rifiuti, ma è un sacco per i rifiuti compostabili. Attraverso la spinta di una qualità, la compostabilità, in una

256. Il progetto ha coinvolto Amsa SpA, CIC, Novamont SpA e COMIECO. L'obiettivo di Milano Recycle City è sostenere la città di Milano nella promozione di *best practice* e nella comunicazione della raccolta differenziata ai cittadini ed altri soggetti coinvolti. Questa breve relazione si concentra sull'introduzione della raccolta porta a porta dei rifiuti organici avviata alla fine del 2012 e completata nel giugno 2014. Fonte: www.issuu.com/giorgioghiringhelli/docs/la_raccolta_dei_rifiuti_organici_in

particolare combinazione materiale-prodotto, nell'ambito dell'impegno politico ed economico del comune di Milano, si ridefinisce la bioplastica in quanto forma nuove relazioni sociali e materiali attorno al sacchetto compostabile.

Nel secondo caso studio si prende in considerazione la capsula per il caffè che esemplifica il posizionamento di una qualità già articolata, la compostabilità, in una combinazione di materiale-prodotto problematica. In questo caso, infatti, il problema è quello dello spreco di imballaggi. La capsula per caffè compostabile illustra i modi in cui questa qualità venga sottolineata come parte di una strategia di marketing ecologica e rispettosa dell'ambiente. Il produttore infatti, sfruttando questa opportunità, ha posizionato i nuovi prodotti in una categoria "premium", non solo perché con un packaging sostenibile anche il prodotto acquista un valore più sostenibile, ma anche perché, per clienti più rispettosi dell'ambiente, c'è la possibilità di istituire un mercato di nicchia in cui essi siano disposti a pagare un extra per queste caratteristiche.

Il terzo caso, invece, incentrato sulla bottiglia bio-based, l'attenzione viene traslata sulla fonte del materiale e sulle sue origini con considerazioni che riflettono una serie di preoccupazioni morali ed etiche. La bottiglia di Ecover, offrendo alte qualità, riesce a reggere al confronto ed a permettere un riposizionamento sul mercato dei prodotti che essa contiene. Il



contenitore diventa quindi espressione dei valori del contenuto.

Nel quarto caso, con la “Zuperzozial salad bowl” (Fig. 109) ci si concentra sul modo in cui sono evidenziate le qualità del materiale, a livello visivo e tattile, cercando di definire il tipo di approccio che si potrebbe avere nella comunicazione della *bioplasticità*. La gamma di stoviglie, infatti, è stata progettata per mostrare gli aspetti naturali della bioplastica. Ciò è particolarmente interessante in quanto le bioplastiche sono normalmente rese indistinguibili dai materiali che sostituiscono. Nel creare un'estetica per i prodotti Zuperzozial, i progettisti hanno cercato di trasmettere il messaggio che questi sono fatti di qualcosa di diverso: piccole particelle di bambù sono visibili tra i colori pallidi della plastica. Attraverso la vista di queste particelle, come nei materiali naturali, viene proposta una nuova identità, associata al legno piuttosto che alla plastica. Nel creare questa associazione la ciotola indica il suo stato: è naturale, è simile al legno, ma non del tutto in legno.

È proprio sulla scia di questo caso studio che si concentrano le riflessioni in merito all'estetica non solo delle bioplastiche, ma anche di tutte quelle plastiche riciclate nelle quali siano presenti inclusioni oppure fibre naturali. Queste, infatti, adattandosi alle tecnologie esistenti delle plastiche convenzionali, si trovano a confrontarsi con materiali dalle superfici di altissima qualità.

Fig. 109: l'insalatiera dell'azienda Zuperzozial. Fonte: www.kidly.co.uk/products/zuperzozial/mini-bowls-set-of-6/8639

Le lavorazioni odierne, infatti, sono frutto di quasi 70 anni di innovazioni che hanno sempre puntato al raggiungimento della perfezione. Il perseguimento di questo concetto è proprio del nostro tempo, dal momento che la perfezione è diventata un requisito "essenziale" nei prodotti delle economie sviluppate. Da questo confronto nasce il problema della resa più efficace delle bioplastiche e plastiche con inclusioni, dal momento che la loro natura "irregolare", deve competere con le qualità superficiali perfette delle materie plastiche tradizionali, negando la loro naturalezza. Ciò porta a considerare la necessità di far riferimento a nuovi valori estetici, dimostrando che i valori associati a determinate proprietà plastiche non devono necessariamente essere rilevanti per le bioplastiche. Si deve pensare ad una nuova estetica che enfatizzi la naturalezza della bioplastica, la sostenibilità di quella riciclata e che, allo stesso tempo, attribuisca loro il significato di alta qualità, riprendendo il discorso precedente²⁵⁷. Per esempio, l'essere imperfette può essere un valore unico dei materiali bioplastici e riciclati che ne esalta la naturalezza e sostenibilità. L'unicità nei materiali potrebbe essere resa con diverse modalità: far emergere le tracce dell'uso precedente per creare un legame emozionale più forte; utilizzare motivi superficiali creati dalle fibre naturali random, per esprimere naturalezza; creare un'interazione unica tra produttore e utente. Anche le fibre e grani visibili hanno un ruolo importante dal momento che

257. Karana Elvin (2012). *Characterization of 'natural' and 'high-quality' materials to improve perception of bio-plastics*. Journal of Cleaner Production, 37, pp. 316-325

Fig. 110: il progetto Grön del designer Mira Nameth, esposto al Fuorisalone 2019. L'abbondante flusso di rifiuti diventa un materiale biodegradabile, riciclabile e non tossico. Fonte: immagine dell'autore.





vengono associati alla natura e possono essere percepiti come elemento di qualità. Infine un materiale può essere inteso come unico quando completa le performance di un prodotto, rendendolo del tutto dipendente dalle sue caratteristiche.

Per questi motivi, come riporta Karana, i produttori e ricercatori di materiali in collaborazione con i progettisti, dovrebbero pensare alle proprietà che possono enfatizzare la natura intrinseca delle bioplastiche, così come quella dei riciclati. Solo così le plastiche sostenibili possono evocare simultaneamente i significati naturali e di alta qualità desiderati. D'altra parte, lavorare sulla ricerca del piacere estetico di un materiale potrebbe essere un processo lungo e impegnativo. Non sarebbe sbagliato affermare che i progettisti possono avere un impatto riconoscibile sull'apprezzamento dei materiali da parte delle persone e dei loro modelli di consumo. Già 20 anni fa, Victor Papanek sosteneva come il fascino estetico inferiore degli *eco-prodotti* fosse uno degli ostacoli esistenti all'acquisto di prodotti eco-efficienti²⁵⁸. Ma poco è stato fatto dal momento che il problema non si è ancora risolto ed è evidente che l'estetica e le proprietà sensoriali dei prodotti sostenibili siano ancora poco apprezzate. In questo senso una ricerca è stata condotta da Valentina Rognoli, Giuseppe Salvia e Marinella Levi, che hanno indagato l'uso di 3 materiali bioplastici (Fig. 112) in oggetti di uso quotidiano²⁵⁹.

258. Rognoli Valentina, Salvia Giuseppe, Levi Marinella (2011). *The aesthetic of interaction with materials for design: the bioplastics' identity*. Designing Pleasurable Products and Interfaces, Milano, 22-25 giugno 2011; in riferimento a Papanek V. (1984). *Design for the real world: human ecology and social chance*. Chicago Publisher, USA.

259. vedi bibliografia nota 258

Fig. 111: la sedia Jin di OFFECCT è costituita da una bioplastica rinforzata con fibre di lino. Fonte: www.offecct.com/product/jin-chair/

Analizzando le proprietà tangibili ed intangibili delle bioplastiche, hanno cercato di creare nuovi scenari e proposte di progetto in base alle caratteristiche individuate. L'applicazione delle nuove plastiche a prodotti durevoli nel tempo, piuttosto che solo a prodotti usa e getta, può essere una strategia vincente per aprire un nuovo mercato.

Dunque, a conclusione di queste considerazioni si può affermare che le bioplastiche, insieme a quelle riciclate, risultano un'ottima soluzione a livello ambientale per la produzione futura, tuttavia necessitano di acquisire un linguaggio proprio. La ricerca di un'estetica che enfatizzi le proprietà funzionali e sensoriali, soprattutto delle bioplastiche, e non si ponga come imitazione delle plastiche tradizionali, deve essere perseguita al fine di inserirle con successo nel mercato. In questo passaggio, la figura del designer assume un ruolo chiave poiché in grado di comprendere la relazione tra i materiali e significati desiderati.

Per questo motivo, nel capitolo che segue, si andrà ad indagare il processo CMF attraverso il quale è possibile riuscire a definire e rappresentare l'aspetto estetico e i significati che si desiderano comunicare.

Fig. 112: il materiale Arboform di Tecnaro. Fonte: www.en.wikipedia.org/wiki/Arboform

Burgweg 5

D-74360 Ilsfeld-Auenstein

Tel. +49 (0) 7062 9178902

info@tecnaro.de

ES ISU Deine



WWW

ARBOFORM

TEC





CAPITOLO 6

IL PROCESSO CMF

L'acronimo CMF significa "Colore, Materiale e Finitura" ed è stato coniato per la prima volta da Clinio Trini Castelli nel 1980 in occasione di un progetto per l'azienda americana Herman Miller. È proprio negli anni '70 che il design inizia a comprendere l'importanza dello studio rivolto alla multisensorialità, che comprende i colori e le qualità degli oggetti in generale²⁶⁰. Negli ultimi tempi questa disciplina sta assumendo sempre più importanza e valore nel supportare sia la sfera funzionale che quella emozionale in un prodotto. Questo nuovo approccio permette di diversificare le offerte sul mercato ed aumentare la qualità estetica ad un prezzo ragionevole pur mantenendo gli stessi processi produttivi.

In primo luogo il design CMF aiuta a trovare il giusto bilanciamento di colori, materiali e finiture per assicurare le migliori *performance*. È fondamentale, infatti, riuscire a capire il proprio segmento di mercato, le abitudini, lo stile di vita, i valori, per riuscire a fare un progetto coerente. Allo stesso modo

260. Lucibello Sabrina (2005). *Materiali@design*. Roma: Editrice librerie Dedalo

Fig. 113: colori. Fonte: foto di Andrew Ridley su Unsplash. www.unsplash.com/photos/jR4Zf-riEjl

la comprensione del contesto funzionale non deve essere trascurata, dal momento che possono esistere regole o impedimenti che determinano lo svolgersi di determinate azioni. Un altro aspetto da non sottovalutare è la categoria del prodotto preso in considerazione, dal momento che ogni settore ha un proprio linguaggio e caratteristiche funzionali proprie. In questo si inseriscono anche la posizione sul mercato ed il tempo in cui i prodotti presi in considerazione possono rimanervi, in base a ciò si determinano diverse caratteristiche di riferimento.

In secondo luogo il design CMF facilita la creazione del giusto equilibrio per garantire un'esperienza sensoriale completa e appagante. Riuscire a suscitare emozioni positive, infatti, aumenta il valore esperienziale del prodotto stesso. Per esempio, la comunicazione di alta qualità potrebbe essere creata con finiture ad un prezzo abbordabile e consentire ad una più ampia gamma di persone di utilizzare e di creare un legame con il prodotto. Oltre a ciò, comprendere il *background* culturale è fondamentale per capire il carattere di una determinata popolazione e quindi le sue attitudini commerciali. Un altro punto importante di questo aspetto è la natura evocativa del materiale: ciascun materiale infatti rappresenta dei valori specifici che riporta poi nel prodotto. Infine, il design CMF contribuisce in maniera decisiva alla creazione di un linguaggio visivo che riflette le tecnologie, le linee ed i materiali che costituiscono un'epoca; ma

Fig. 114: moodboard. Fonte: foto di Toa Hefitba su Unsplash. www.unsplash.com/photos/HqnwMF8E92A



non solo, ne comunica il valore estetico ed emozionale. Questo è di vitale importanza quando si tratta di posizionare un prodotto sul mercato.

Per quanto riguarda l'applicazione, il design CMF viene impiegato in diversi campi, dal prodotto, all'automotive, al packaging, alla cosmesi.

La figura del designer che si occupa di CMF può specializzarsi in varie aree come: il *colour design* che si occupa di *palette* e specifiche finiture superficiali, il *material design* che aiuta nella selezione dei materiali tramite la conoscenza di tecnologie e *trend*²⁶¹, il *finish design* che si occupa dell'aspetto finale di un prodotto, il tracciamento delle tendenze, lo *storytelling*²⁶² e *marketing*, ecc.

Come riporta Liliana Becerra nel suo libro *CMF Design*²⁶³, principale riferimento di quanto esposto in questo capitolo, il design CMF dovrebbe essere svolto in parallelo all'ideazione e allo sviluppo del prodotto in modo da poter supportare e migliorare gli aspetti fisici come scala, forma e funzionalità.

Il processo si svolge in 6 step principali:

1 Raccolta delle informazioni. In questa fase è necessario conoscere il consumatore, capire le sue abitudini e focalizzarsi sui colori, le forme, i materiali degli oggetti che utilizza. Si stila un *brief* che descrive lo scopo generale del progetto fornendo più informazioni possibili riguardo al proprio *target*, il budget e le tempistiche. Inoltre si ispeziona ed analizza il

261. Trend, parola inglese che significa inclinazione, "tendenza, orientamento, indirizzo, anche con riferimento a fatti e fenomeni non strettamente economici". Riferimento da Enciclopedia Treccani: www.treccani.it/vocabolario/trend/

262. Abilità di raccontare e comunicare con l'interlocutore il proprio progetto. Il designer deve essere capace di supportare e vendere le proprie idee.

263. Becerra Liliana (2016). *CMF Design: The Fundamentals Principles of Colour, Material and Finish Design*. Amsterdam: Frame Publishers

mercato per capire l'offerta dei *competitors*.

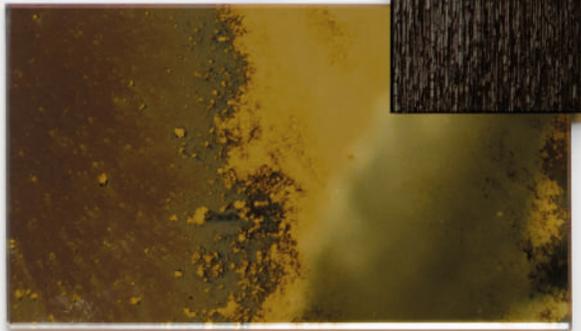
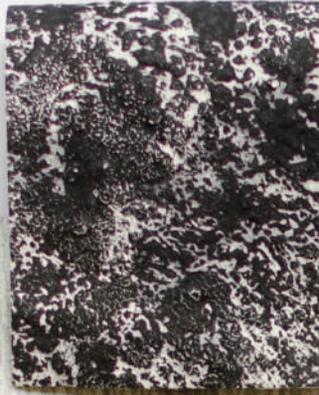
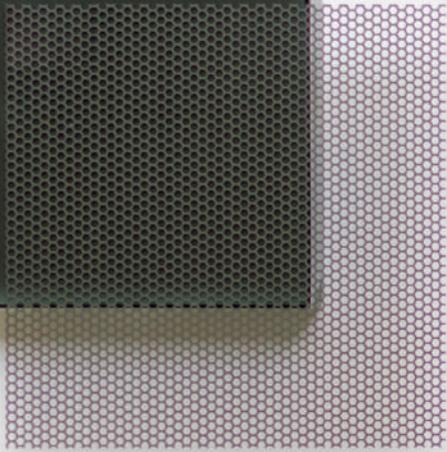
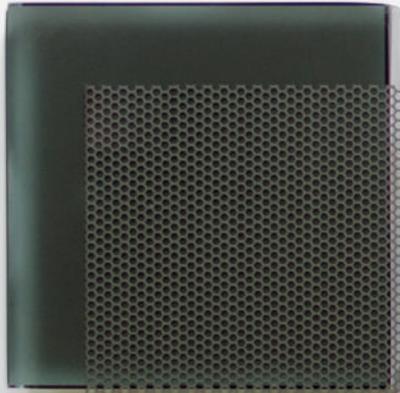
2 Stabilire una narrazione. Si costruisce una storia attraverso elementi chiave ed il messaggio che si vuole far passare, in modo da aiutare la comunicazione anche con individui esterni alla progettazione vera e propria. In questa fase si possono creare anche delle *personas*, caratteri che rappresentano i valori, le aspirazioni, i desideri ed i gusti estetici di un consumatore tipo. Inoltre è necessario individuare i trend del mercato, per poter comprendere la valenza e l'impatto di determinati colori materiali e finiture. Infine attraverso i moodboard²⁶⁴ è possibile visualizzare emozioni e sensazioni che si desidera comunicare, servendosi di immagini evocative, colori superfici e texture materiche.

3 Creare una strategia CMF. In questa fase si analizza come il consumatore interagisca con il prodotto in tutte le fasi del suo utilizzo. Da questa analisi emergono gli attributi funzionali ed emozionali che devono essere conferiti al prodotto.

4 Comprendere la divisione delle parti. Dal momento che il processo CMF dovrebbe procedere di pari passo con la progettazione, ciascuna delle componenti di un prodotto viene presa in considerazione sia dal punto di vista produttivo, sia dal punto di vista delle finiture. Gli elementi vanno analizzati dal generale al particolare, cercando di capire quale sensazione e valore gli si vuole attribuire.

264. I moodboard sono strumenti che permettono di esprimere idee e concetti tramite immagini evocative, campioni di materiali e di colori. Un mood board può essere una tavola fisica oppure digitale. Maggiori informazioni: www.dictionary.cambridge.org/it/dizionario/inglese/mood-board?q=mood+boards

nelle pagine successive Fig. 115: tavola materica creata dall'autore in occasione nel progetto di tesi triennale Neos per l'interno di un'ascensore. Fonte: immagine dell'autore.





5 Creare palette CMF. In questa fase, si procede alla creazione di una palette tramite colori e campioni di materiale che esprimono al meglio le sensazioni che si vogliono comunicare oppure che si intendono privilegiare. La composizione può essere creata bilanciando le quantità dei materiali, la loro armonia e le parole chiave che si intendono assegnare.

6 Sviluppo CMF. Questa fase finale unisce la parte funzionale e quella emozionale: stabilita la palette CMF, si procede a riportare ciascuna finitura nel pezzo desiderato per poi procedere alla produzione. In questa fase si può lavorare con i fornitori per monitorare in maniera attiva il processo di creazione e messa a punto del prodotto.

6.1 Colori Il colore è un aspetto veramente importante quando si entra in relazione con un oggetto; contribuisce alla percezione di una determinata forma: colori più scuri, per esempio, conferiscono alla forma un'aspetto più longilineo rispetto a colori chiari; allo stesso modo colori neutri comunicano una condizione di calma ed austerità, rispetto al contrasto vivace ed "energizzante" di colori accesi²⁶⁵.

I colori influenzano anche le prestazioni e l'utilizzo: nella società occidentale, per esempio, il rosso significa pericolo, richiama attenzione e determina un impiego specifico. Inoltre, il colore è un aspetto fondamentale della comunicazione del brand che, attraverso di esso, riesce a comunicare valori e significati sensoriali ed emozionali (es. azzurro Tiffany). Dal momento che non tutti gli occhi riescono a percepire le tinte allo stesso modo, tralasciando il caso estremo dei daltonici, sono nati strumenti che ne aiutano la misurazione. Tra questi si trova il lettore digitale dei colori che, basandosi su un colorimetro, è in grado di misurare la lunghezza d'onda della luce, questo consente di captare il colore su diverse superfici e tradurlo in valori CMYK²⁶⁶ ed RGB²⁶⁷. Un altro strumento nella creazione di palette è quello dei campioni, dal momento che la resa di un determinato colore cambia in base al supporto su cui esso viene posto. Per questo motivo, per riuscire a capire come il materiale con una determinata colorazione risulti sotto diverse luci, ci si serve delle *light booths*, cabine

265. Becerra Liliana (2016). *CMF Design: The Fundamentals Principles of Colour, Material and Finish Design*. Amsterdam: Frame Publishers

266. CMYK è la sigla di "Cyan, Magenta, Yellow, Black", che costituiscono la quadricromia. Il modello di colore a sintesi sottrattiva, permette una riproduzione fotomeccanica che consiste nel sovrapporre i quattro colori. Maggiori informazioni: www.dizionari.corriere.it/dizionario_italiano/Q/quadricromia.shtml

267. "In colorimetria e in elettronica (con riferimento all'elaborazione e alla trasmissione di immagini a colori), sigla dell'inglese Red Green Blue "rosso verde blu" con cui viene indicato

luminose, che permettono di creare diverse condizioni ambientali. In tutto questo non si deve trascurare il fatto che la comprensione del target di mercato, del contesto e dell'utente a cui si riferisce è fondamentale per una scelta accurata e adeguata. I colori, infatti, assumono significati diversi, soprattutto in base alla cultura in cui sono inseriti. Il nero per esempio nella cultura occidentale assume valori di morte, potere, pericolo, ribellione, mentre nella cultura orientale è simbolo di salute, eleganza e prosperità. Così anche il bianco assume caratteri contrastanti: in occidente significa purezza, giovinezza, pace e neutralità, mentre nella cultura orientale morte, lutto e tristezza. Le differenze tuttavia non sono evidenti solo tra luoghi fra di loro così distanti, ma anche tra culture vicine: il giallo per esempio, considerato il colore della gioia e vitalità, per i greci ed i francesi assume un significato di tristezza, invidia e gelosia.

Tuttavia in questa sezione è necessario precisare l'uso del colore, soprattutto quando si parla di materie plastiche.

La produzione di prodotti in plastica prevede infatti, non solo la colorazione grazie all'uso di pigmenti, ma anche attraverso additivi utilizzati per migliorare performance e processabilità²⁶⁸. Questo avviene per lo più grazie a masterbatch, pellet di materiali con alte concentrazioni di additivi o coloranti, che vengono incorporate al materiale.

il sistema colorimetrico tricromatico (attualmente sostituito dal sistema xyz) basato sull'assunzione dei colori puri rosso (lunghezza d'onda 700 nm), verde (546,1 nm) e blu (435,8 nm) come colori fondamentali." Riferimento da Enciclopedia Treccani: www.treccani.it/vocabolario/rgb/

268. Cfr. <https://www.interempresas.net/Plastico/Articulos/111622-Nuevos-Masterbatch-es-respetuosos-con-el-medio-ambiente-basados-en-cas-cara-de-almendra.html>

Fig. 116: palette di colori. Fonte: foto di Jan Kolar / VUI Designer su Unsplash. www.unsplash.com/photos/-LTn1nqAfDw

FT 253

FT 205

CAR.

115

CARAM.

120



Le masterbatch possono essere di varia natura e far fronte a diverse esigenze.

La colorazione di un materiale plastico, anche in caso di bioplastiche, è un processo di bilanciamento che richiede molta cura e produzione di campioni per giungere al risultato desiderato²⁶⁹. I pigmenti infatti, se non correttamente miscelati, possono rendere il prodotto più debole a livello meccanico e, nel caso delle bioplastiche biodegradabili e compostabili, alterarne le proprietà. Nella produzione è necessario perciò utilizzare masterbatch biodegradabili²⁷⁰ in modo da garantire una compatibilità con le proprietà del materiale stesso.

Per quanto riguarda le plastiche riciclate, invece, si devono affrontare due problematiche principali: la prima è quella di garantire una materia prima con coloranti che non diventino tossici se rilavorati, la seconda è quella di dare una colorazione il più uniforme possibile al nuovo prodotto. Per questo alcuni produttori come Holland Color, cercano di compensare la dominante dei colori di giallo/verde/blu con i colori complementari per riportarlo alla sua qualità originale²⁷¹.

Quello che avviene nel caso della colorazione, avviene anche con gli additivi, per cui è necessario valutare a fondo le proprietà di un masterbatch quando si decide di aggiungerlo ad un materiale di cui si vogliono mantenere determinate proprietà, oltre alla salvaguardia dell'ambiente

269. Tolinski, M. (2015). *Additives for polyolefins: getting the most out of polypropylene, polyethylene and TPO*. William Andrew

270. Schöning, D. (2014). *Sustainable solution for coloration of bioplastics*. Riferimento da: www.kunststoffe-international.com/881895

271. Cfr. <https://holland-colours.com/download/18-brochure-tintmask/file?thankyou=1&download=1>

Per concludere, il colore è un'aspetto fondamentale sia dal punto di vista tecnico che da quello puramente estetico e come riporta Liliana Becerra²⁷²:

“Oltre ad essere un linguaggio universale basato su percezioni ed emozioni, il colore ha importanti attributi funzionali che possono migliorare la percezione, le prestazioni e l'usabilità del prodotto”.

272. Becerra Liliana (2016). *CMF Design: The Fundamentals Principles of Colour, Material and Finish Design*. Amsterdam: Frame Publishers, pp. 66

6.2 Materiali Il materiale è l'essenza del prodotto, ciò che ne consente l'esistenza. In un progetto ben bilanciato la materia completa la forma e assume anche un ruolo funzionale all'interno dell'uso del prodotto. La scelta del materiale è un passaggio che deve accompagnare la progettazione dal momento che ne determina le tecnologie di lavorazione. Il processo di produzione, infatti, può essere più o meno adatto in base al materiale selezionato determinandone, forma, colore finitura e conseguentemente la resa estetica.

Ci sono diversi approcci per stabilire delle strategie di combinazione dei materiali. Non solo vanno valutati i colori e le finiture, ma anche le proprietà del materiale e le modalità di composizione.

Riuscire a comprendere come assemblare le diverse componenti ha costituito una vera e propria strategia: il "design for disassembly". Questo approccio acquista sempre più importanza dal momento che l'attenzione al fine vita dei prodotti è in costante crescita. Riuscire a creare accostamenti materici facilmente disassemblabili conferisce un livello di sostenibilità elevato dal momento che le materie prime possono essere recuperate ed opportunamente smaltite o riciclate.

Ed è proprio l'aspetto della sostenibilità che molte volte influenza le scelte dei progettisti CMF, dal momento che, come riporta Liliana Becerra, usare nuovi materiali e scoprire processi più sostenibili, può cambiare l'intero

Fig. 117: moodboard. Fonte: www.pinterest.it/pin/157977899414156021/?lp=true



approccio al design così come il prodotto finale. Alcuni esempi sono relativi all'automotive, settore dove il design CMF è sempre molto presente. Uno fra tutti, già citato in precedenza è l'uso di fibre di kenaf²⁷³, che oltre che essere una fibra naturale, riduce dal 10 al 50% il peso della parte interna dello sportello della macchina rispetto al materiale tradizionale. Un altro esempio è l'utilizzo di un tessuto in PET riciclato, che garantisce alte performance, aiutando anche l'ambiente.

Ci sono altri esempi come questi che aiutano a comprendere come la selezione del materiale e della relativa lavorazione sia fondamentale. Una valutazione ed una scelta accurata delle proprietà può accrescere il valore, le funzionalità e le caratteristiche sensoriali di un prodotto con un costo relativamente basso.

273. "Nome con il quale, in molti paesi, viene indicata una varietà di canapa, lo *Hibiscus cannabinus*, largamente coltivata per ricavarne fibre: cresce in molte zone specie di Cina, ex URSS, Thailandia, India, Indonesia, e in Africa (Nigeria, Natal, Egitto, ecc.). La pianta, annuale, si presenta con uno stelo sottile, alto anche 2÷3 metri." Riferimento da Enciclopedia Treccani: www.treccani.it/enciclopedia/kenaf_%28Enciclopedia-Italiana%29/

6.3 Finiture Le finiture completano il quadro della selezione CMF. Esse interagiscono sia con il colore che con il materiale per aumentare il valore intrinseco del prodotto. La finitura è strettamente legata all'aspetto sensoriale, perché è proprio l'ultimo "strato" della superficie del materiale. La "pelle" di un prodotto è la parte con cui l'utente interagisce e la sua resa richiede un alto livello di *know-how*²⁷⁴, risoluzione di problemi complessi e tempi di lavorazione, molte volte, lunghi e minuziosi. Infatti maggiori e più complicati sono i dettagli, maggiore è il costo ed il valore di un'artefatto. Le finiture più dispendiose sono fatte a mano, da esperti artigiani che grazie alla loro esperienza riescono a conferire a prodotti di lusso un aspetto unico. A questo gruppo si aggiungono anche i prodotti iconici, progettati e realizzati per un lungo utilizzo, dove la vera finitura diventa la "patina" antica che li rende unici nel suo genere.

A numerosi materiali corrispondono altrettante possibilità di finitura, per questo ogni categoria può essere lavorata e proposta con diversi aspetti estetici che rispecchiano altrettante sensazioni. Le combinazioni sono moltissime e permettono ai designers di esprimersi liberamente. Nel campo delle plastiche per esempio, il semplice stampaggio ad iniezione può conferire texture superficiali molto precise e complesse; ma se si preferisce un altro tipo di finitura, che sottolinei l'accostamento di due materiali, ci si può servire del sovrastampaggio²⁷⁵ o della decorazione nello

274. La parola, che in italiano letteralmente significa "sapere-come" non trova un'adatto corrispettivo, indica un complesso di conoscenze ed informazioni tecniche che non possono essere insegnate, perché nate dall'esperienza in un determinato campo. Il *know-how* permette un continuo miglioramento tecnico qualitativo o quantitativo dei processi di produzione, lo sviluppo delle ricerche, ecc. Maggiori informazioni: www.treccani.it/vocabolario/know-how/

275. Tecnica utilizzata nello stampaggio ad iniezione dove, prima dell'iniezione del materiale, viene inserito all'interno dello stampo elementi in materiale polimerico o metallico in modo che questo venga inglobato nel pezzo. Maggiori informazioni: Thompson Rob (2012). //



stampo²⁷⁶; qualora questo non sia il risultato desiderato si può ricorrere a *coating*²⁷⁷ speciali come la finitura *soft touch*.

Le possibilità sono quindi svariate ed in base alla palette CMF scelta, si possono decidere le finiture che più si addicono ai concetti ed emozioni che si vogliono comunicare.

manuale per il design dei prodotti industriali. Bologna: Zanichelli

276. Processo che, nell'ambito dello stampaggio ad iniezione, permette di applicare una superficie pre-stampata o un film tramite l'inserimento di questo all'interno dello stampo prima della fusione. Maggiori informazioni: Becerra Liliana (2016). *CMF Design: The Fundamentals Principles of Colour, Material and Finish Design*. Amsterdam: Frame Publishers, pp. 171

277. I *coating* costituiscono l'insieme dei possibili processi di finitura utilizzati per migliorare le qualità visive e funzionali di una superficie. Maggiori informazioni: Becerra Liliana (2016). *CMF Design: The Fundamentals Principles of Colour, Material and Finish Design*. Amsterdam: Frame Publishers, pp. 199

Fig. 118: particolare di una finitura superficiale. Fonte: www.anniversary-magazine.com/all/2017/12/13/baroque-collection-by-architect-vincenzo-de-cotiis

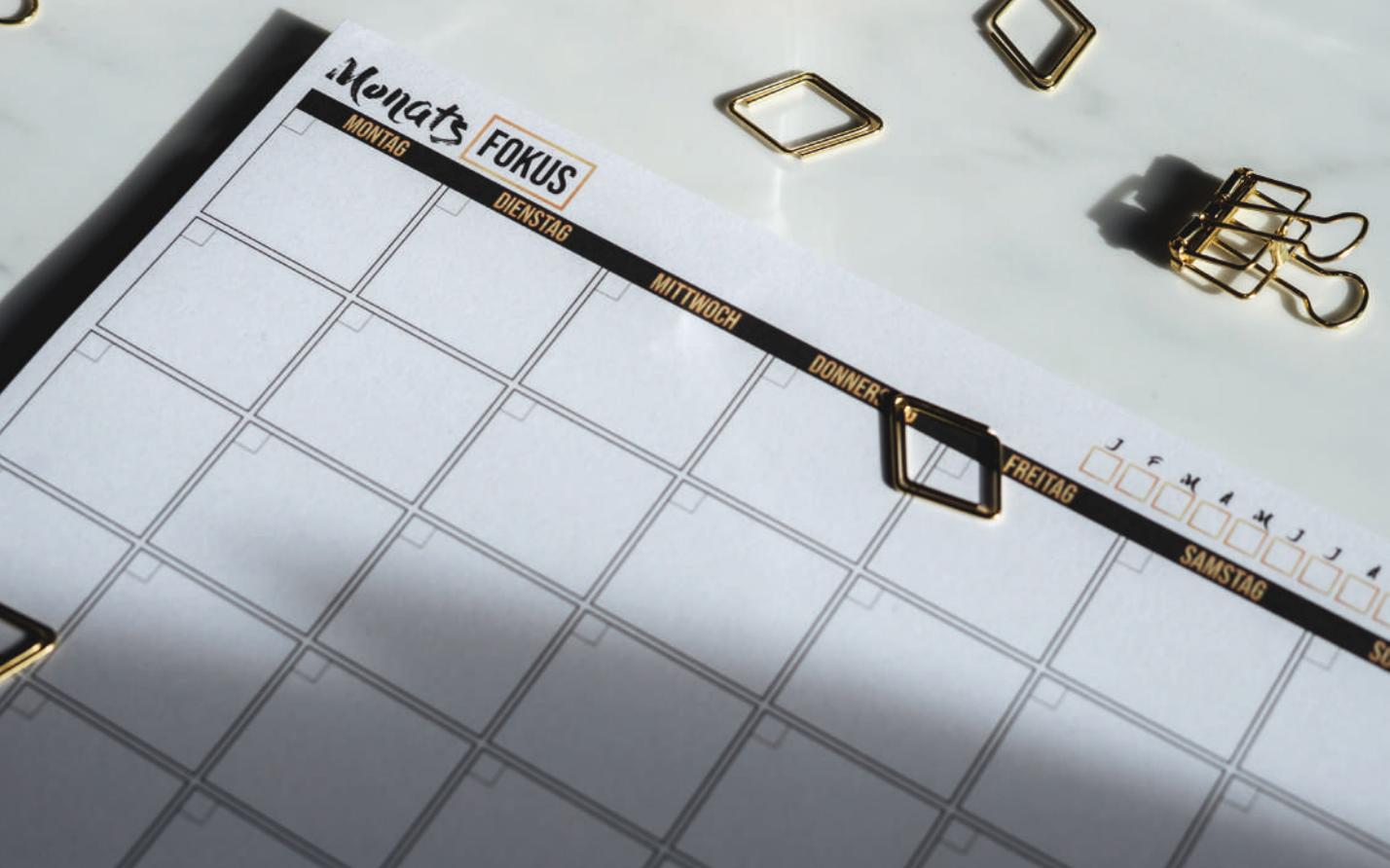
Nel design CMF è quindi fondamentale trovare l'empatia che permetta di progettare seguendo quello che crea piacere ed emozione. Citando Ilse Crawford²⁷⁸, designer d'interni che si occupa di come "far star bene" le persone nei suoi interni, mettendo l'esperienza umana alla base del processo creativo: "Il design non è solo un fatto visivo, è un processo cognitivo, è una competenza. Essenzialmente il design è uno strumento per potenziare la nostra umanità. È una cornice per la vita."

278. *Ilse Crawford: Interior design* (2017). Episodio di *Abstract: The art of design*, una serie originale Netflix.

Fig. 119: moodboard per il trend book 2017 di Luxottica dello studio Baolab. Fonte: www.baolab.net/luxottica.html



PARTE II



INTRODUZIONE AL PROGETTO

A seguito della ricerca che ha consentito di esplorare il mondo della sostenibilità dal punto di vista dei materiali e l'aspetto della percezione, è stato possibile riflettere sul ruolo del designer e del materiale all'interno della progettazione in un'ottica di economia circolare.

In un mondo in cui la velocità dei cambiamenti coinvolge anche le aziende le cui richieste cambiano tanto rapidamente quanto la domanda dei consumatori, come il designer può aiutare nella transizione verso la circolarità?

Da quanto si è osservato nei capitoli precedenti l'identità dei materiali sostenibili non è ancora ben definita, ci si affida per lo più a luoghi comuni, non prestando attenzione a quello che ci sta dietro.

Considerato che per le plastiche ci sono voluti anni per trovare una propria identità, non si esclude che anche per le plastiche sostenibili serva lo stesso tempo; tuttavia esplorare e proporre diverse possibilità potrebbe essere un aiuto.

Fig. 120: planner. Fonte: foto di Mille Sanders on Unsplash. www.unsplash.com/photos/Bc6qPJ_-f-r0

Anche se ricerche e sperimentazioni in merito sono già state sviluppate²⁷⁹, ciò non toglie che uno strumento nelle mani di progettisti e studenti generi un dialogo costruttivo in grado di trovare possibili scenari per esprimere l'essenza sostenibile di un materiale. Per questo ci si appoggia al design CMF che, con i suoi strumenti, aiuta a definire nuove opportunità progettuali e svariate possibilità di intervento.

Lo scopo di questo progetto è quindi quello di offrire uno strumento che permetta il dialogo ed unisca gli strumenti del design CMF con la sostenibilità.

A questo proposito lo sviluppo del *tool/SMaPT (the Sustainability, Materials and Perception Tool)*, vuole offrire un dialogo che inizia con suggestioni e parole chiave con l'obiettivo di selezionare materiali sostenibili, proporre lavorazioni e possibili rese materiche.

279. Rognoli Valentina, Salvia Giuseppe, Levi Marinella (2011). *The aesthetic of interaction with materials for design: the bioplastics' identity*. Designing Pleasurable Products and Interfaces, Milano, 22-25 giugno 2011

Tonuk Damla (2016). *Making Bioplastics: an investigation of material-product relationship*. Department of Sociology, Lancaster University



CAPITOLO 7

RICERCA PROGETTUALE

Durante la fase di ricerca progettuale sono stati presi in considerazione gli strumenti di cui si poteva disporre per riuscire a raccogliere il maggior numero di dati utili e più vicini alla realtà, al fine di definire le linee guida del progetto finale.

7.1 Metodologia e raccolta dati

Una prima domanda che ci si è posti è stata proprio la modalità di raccolta di dati a livello di percezione. Questa infatti è soggettiva e, come visto nei capitoli precedenti, non è semplice riuscire a raccogliere dati riguardanti il comportamento umano.

Per analizzare la percezione di un determinato materiale ci possono essere due possibili strade: la metrologia oppure la raccolta di informazioni tramite *panel test*.

La metrologia è una scienza che si serve di dati fisici e meccanici e matematicamente consente di calcolare il valore di una determinata proprietà²⁸⁰. Questo è il caso del *Cambridge Engineering Selector*, già citato in precedenza. Questo strumento di selezione, ideato da Ashby, è stato implementato dal 2012 inserendo al suo interno dati riguardanti

280. Cfr. http://www.treccani.it/enciclopedia/metrologia_%28Enciclopedia-della-Scienza-e-della-Tecnica%29/

Fig. 121: raccolta dati. Fonte: immagine dell'autore.

l'estetica dei materiali. Nell'estensione *Product*, in particolare, è possibile avere un'idea di valori percettivi secondo calcoli derivanti dalle proprietà dei materiali²⁸¹ (Fig. 122). Come è possibile vedere dall'immagine, attraverso l'opzione "Designer's view" si visualizzano i valori di rugosità, suono ecc., mentre i corrispettivi valori numerici sono esplicitati nella parte di "Engineer's view".

Questo metodo molto preciso ed analitico permette di "misurare" proprietà non sempre intuibili rendendo possibile un raffronto fra di essi e, nel caso del *Cambridge Engineering Selector*, anche di poter selezionare i materiali grazie a parametri sensoriali.

Tuttavia, non essendo presenti nel sistema un numero sufficiente di materiali e avendone di nuovi con dati non omogenei, si è dovuto ricorrere alla seconda strada: la raccolta dati tramite *panel test*.

Questa tipologia di test prevede la valutazione di determinate caratteristiche da parte di un campione di persone. Il metodo è utilizzato soprattutto in ambito alimentare per valutare cibi, bevande, vini, ecc. Il campione di persone selezionato può essere "formato" o "non formato"²⁸². Nel primo caso i partecipanti, detti *panelist*, sono definiti *naïve*, ossia ingenui e procedono all'analisi basandosi principalmente sulle proprie conoscenze, esperienze abilità ed impressioni. Il *panelist* "formato" invece conosce il campo in cui si muove, le terminologie ed i comportamenti

281. Figuerola Magda, Lai Qiuying, Ashby Mike (2016). *The CES EduPack Products, Materials and Processes Database - a White Paper*. Granta Design Limited, Teaching Resources
Ashby, M. & Reci, A. (2012). *The CES EduPack: Product Design Database, White Paper November 2012*. Granta Design Teaching Resources.

282. D'Olivo Patrizia, Del Curto Barbara, Faucheu Jenny, Lafon Dominique, Bassereau Jean-François, Lê Sébastien, Delafosse David (2013). *Sensory Metrology: when emotions and experiences contribute to Design*. International Conference on Engineering Design, Seoul, 19-22 agosto 2013

Layout: **Engineer's View**
Show/Hide

Polymers and elastomers > Elastomers >

Description

Image



Caption
 (1) Rubber trees in Kerala, India © M.arunprasad at en.wikipedia (CC BY-SA 3.0) (2) Rubber colors © Bill Ebbesen at en.wikipedia (CC BY-SA 3.0)

The material
 Natural Rubber was known to the natives of Peru many centuries ago, and is now one of the most widely used of all elastomers - it is produced.

Composition (summary) ⓘ
 $(CH_2-C(CH_3)-CH-CH_2)_n$

General properties

Density	ⓘ	920	-	930
Price	ⓘ	* 4.14	-	4.55
Date first used	ⓘ	1751		

Aesthetic Properties

Tactile Warmth (Warm to Cool)	ⓘ	1.6	-	1.8
Touch (Soft to Hard)	ⓘ	0		
Pitch (Low to High)	ⓘ	0.2		
Tone (Muffled to Ringing)	ⓘ	0.1		
Flex (Bendy to Stiff)	ⓘ	0.4	-	0.5
Resiliency (Brittle to Tough)	ⓘ	6.3	-	6.9

Layout: **Designer's View**
Show/Hide

Polymers and elastomers > Elastomers >

General Information

Image



Caption
 (1) Rubber trees in Kerala, India © M.arunprasad at en.wikipedia (CC BY-SA 3.0) (2) Rubber colors © Bill Ebbesen at en.wikipedia (CC BY-SA 3.0)

The material
 Natural Rubber was known to the natives of Peru many centuries ago, and is now one of the most widely used of all elastomers - it is produced.

Composition (summary) ⓘ
 $(CH_2-C(CH_3)-CH-CH_2)_n$

General Properties

Density	ⓘ	920	-	930
Price	ⓘ	* 4.14	-	4.55
Date first used	ⓘ	1751		

Aesthetic Attributes

Tactile Warmth (Warm 0 - Cool 10) ⓘ

0 10

Touch (Soft 0 to Hard 10) ⓘ

0 10

Pitch (Low 0 to High 10) ⓘ

0 10

Fig. 122: pagina d'esempio del CES Product. Fonte: Figuerola Magda, Lai Qiuying, Ashby Mike (2016). *The CES EduPack Products, Materials and Processes Database - a White Paper*. Granta Design Limited, Teaching Resources

sono più consoni. Per ottenere dei risultati più attendibili e precisi è necessario avere un campione di persone formate per la valutazione di uno specifico prodotto, anche se, per una formazione efficace, ci vogliono mesi. Nell'ambito del design, le sperimentazioni con utenti utilizzano quasi sempre *panelist* del settore²⁸³ in modo da avere un risultato attendibile senza una vera e propria formazione. Scegliendo designer infatti, si selezionano persone con una sensibilità già sviluppata.

Zuo ha condotto con questa metodologia vari studi, da quello già citato nel capitolo 4 con gli asciugacapelli²⁸⁴, ad un altro in cui valuta l'interazione sensoriale su 29 materiali²⁸⁵.

Applicazioni vere e proprie di questo metodo, invece, si materializzano nel tool Ma2E4 di Karana²⁸⁶ (già esposto come caso studio nel capitolo 4). Attraverso questo strumento i designer, più sensibili all'aspetto materico, sono in grado di valutare un materiale secondo diverse caratteristiche (Fig. 123-124).

Dunque, essendo sorta la necessità di capire quali caratteristiche venivano

283. Baxter Weston L., Aurisicchio Marco, Childs Peter R.N. (2016). *Materials, use and contaminated interaction*. *Materials and Design*, 90, pp. 1218–1227

Zuo Hengfeng, Jones Mark, Hope Tony, Jones Robin (2016). *Sensory Perception of Material Texture in Consumer Products*. *The Design Journal*, 19, pp. 405-427

Camere Serena, Karana Elvin (2018). *Experiential characterization of materials: Toward a toolkit*. Design Research Society 2018 Catalyst, University of Limerick, 25-28 giugno 2018

284. Zuo Hengfeng, Jones Mark, Hope Tony, Jones Robin (2016). *Sensory Perception of Material Texture in Consumer Products*. *The Design Journal*, 19, pp. 405-427

285. Zuo H., Hope T., Castle P., and Jones M. (2001). *An Investigation into the Sensory Properties of Materials*. In Martin G. Helander, Halimahtun M. Khalid, and Tham Ming Po. *Proceedings of the international conference on affective human factors design*. Londra: Asean Academic Press, pp. 500-507

286. Camere Serena, Karana Elvin (2018). *Experiential characterization of materials: Toward a toolkit*. Design Research Society 2018 Catalyst, University of Limerick, 25-28 giugno 2018



Fig. 123-124: primo e secondo workshop per testare il toolkit. Fonte: Camere Serena, Karana Elvin (2018). *Experiential characterization of materials: Toward a toolkit*. Design Research Society 2018 Catalyst, University of Limerick, 25-28 giugno 2018

percepiti dagli utenti riguardo ai materiali sostenibili ed i relativi aspetti sensoriali la raccolta dei dati è stata divisa in due parti principali: *form online* e *panel test*.

7.1.1 Analisi dati form online

Il *form online*, completamente anonimo, è stato costruito tramite i fogli di Google Form, diviso in 4 sezioni principali, per una durata complessiva di circa 5 minuti (allegato I). Il link al *form* è stato condiviso tramite mail e chat online, cercando di arrivare ad un pubblico più eterogeneo possibile. Dopo essere stato disponibile per una settimana, si è chiuso con 133 risposte, di seguito analizzate.

Attraverso la profilazione delle persone intervistate è stato possibile verificare come il campione di intervistati, nonostante fosse prevalentemente femminile (Fig. 125), avesse coperto abbastanza eterogeneamente le fasce d'età (Fig. 126), rendendo i risultati più veritieri.

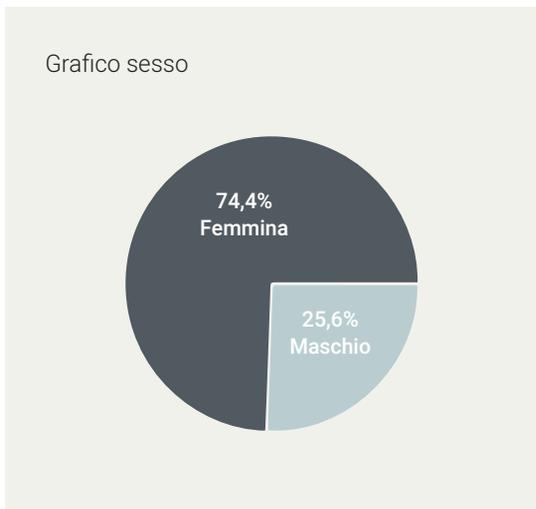


Fig. 125: grafico riguardante il sesso del campione di intervistati.
Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

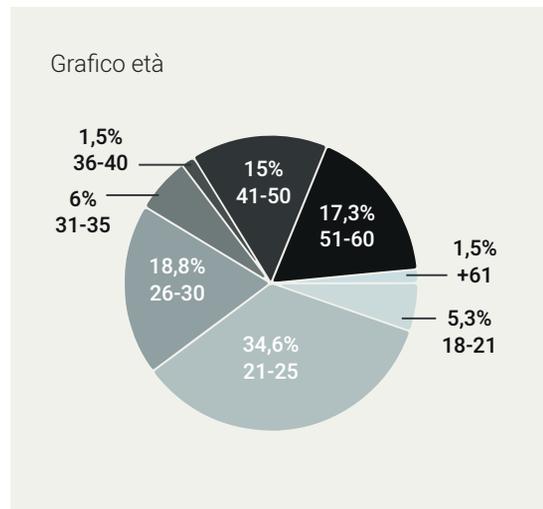


Fig. 126: grafico riguardante l'età del campione di intervistati.
Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

In seguito l'analisi si è spostata nel comprendere l'inclinazione degli intervistati verso l'aspetto della sostenibilità, per comprendere il livello di interesse e di attenzione che prestavano a ciò che si trovavano davanti. Il risultato dell'autovalutazione riguardo alla propria sensibilità ambientale si rivela essere buono con un livello medio alto (Fig. 127). Allo stesso moto si è riscontrata "un'onesta" risposta nel dichiarare di non badare sempre all'origine dei prodotti che si acquistano (Fig. 128). In merito a questo aspetto possiamo affermare che i generi per cui si dimostra maggiore attenzione all'origine, durante la fase di scelta, sono gli alimenti e gli indumenti (scarpe, tessuti); un po' più distanti da questi troviamo in ordine: oggettistica varia, cosmetici, beni di lunga durata, tutto ciò che risulta fatto in plastica, detersivi e prodotti per la pulizia, arredamento, elettrodomestici, packaging del prodotto e materiali edili (Fig. 129).

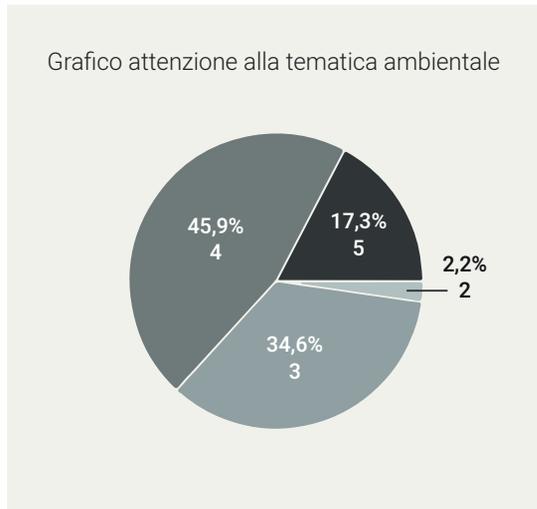


Fig. 127: grafico riguardante l'attenzione alla tematica ambientale.
Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

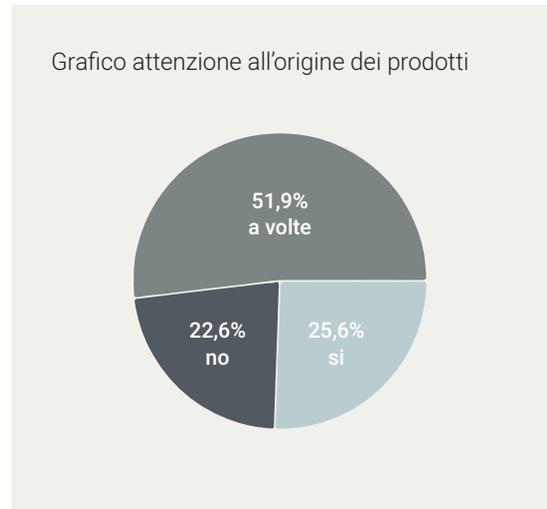


Fig. 128: grafico riguardante l'attenzione all'origine dei prodotti.
Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

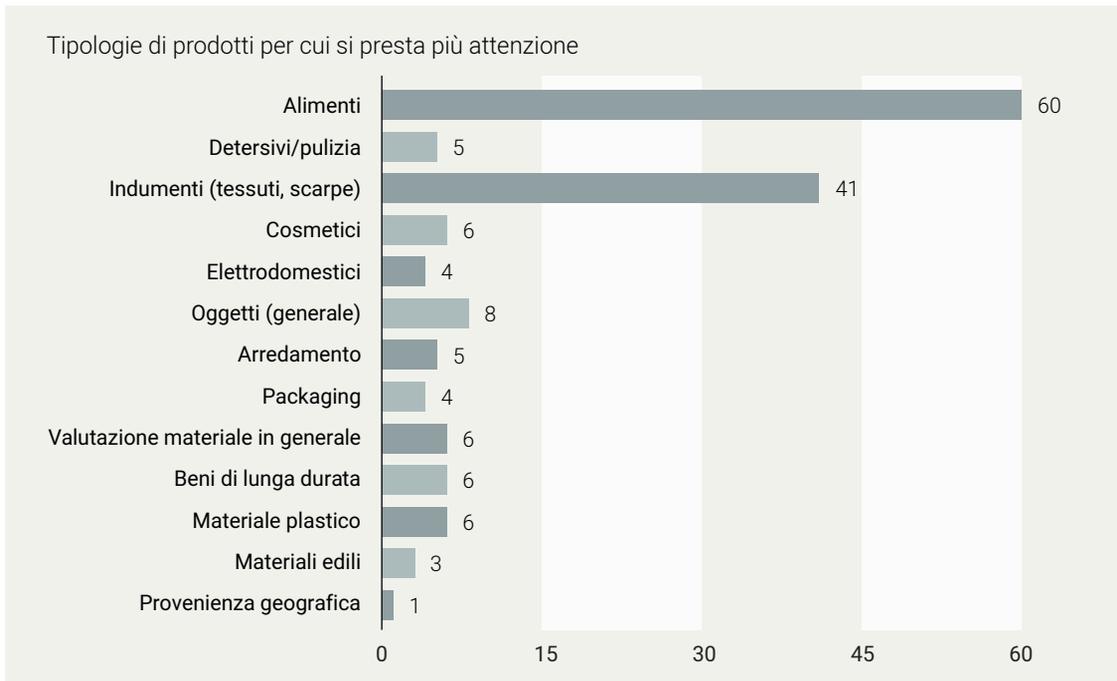


Fig. 129: grafico riguardante le tipologie di prodotti per cui si presta attenzione. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

Successivamente è stato chiesto cosa significasse per loro “naturale” (Fig. 130) e “sostenibile” (Fig. 131). Questo perché era necessario comprendere in che modo un campione di persone con vari *background* reagisse di fronte ad una domanda di questo genere, essendo nella maggior parte dei casi, del tutto fuori dal settore.

Dalle risposte è emerso che, come previsto, la distinzione tra i due termini non è del tutto netta e sempre chiara. Nel caso della richiesta di cosa significasse materiale naturale l'attenzione è stata posta principalmente su 3 temi principali: sulla lavorazione e la non contaminazione con agenti chimici-sintetici-nocivi, sull'origine e la provenienza da fonti rinnovabili, sullo smaltimento e l'impatto a fine vita. Poco più della metà degli intervistati ha posto l'attenzione sul fatto che un materiale naturale non utilizzi per la sua produzione elementi dannosi per l'ambiente.



Fig. 130: grafico riguardante il significato di materiale naturale. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

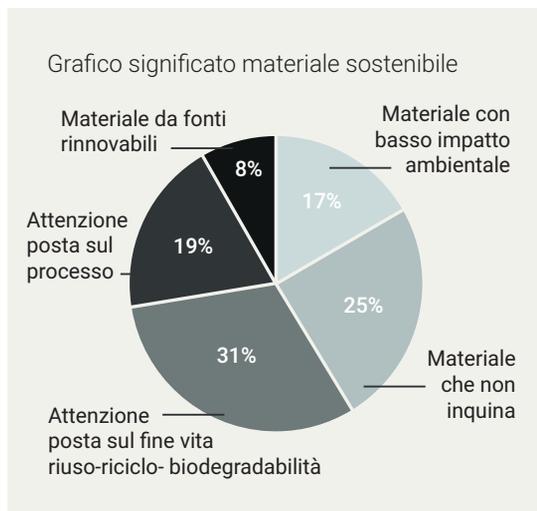


Fig. 131: grafico riguardante il significato di materiale sostenibile. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

La domanda riguardante il significato di “materiale sostenibile” ha diviso gli intervistati su vari livelli, focalizzati principalmente su: fine vita riuso-riciclo-biodegradabilità, non inquinante o nocivo, il processo produttivo nella sua completezza, un generale basso impatto ambientale, origine da fonti rinnovabili.

Successivamente è stata posta una domanda più diretta allo scopo finale, ovvero quella di capire quali caratteristiche dovessero avere i materiali sostenibili ad un primo sguardo. Il confronto verrà poi fatto con le risposte guidate al termine del test per capire se ci sia consapevolezza fin dall’inizio oppure solo dopo essersi posti il problema nell’effettiva analisi di materiali. Nella seconda sezione si propone, quindi, di ordinare dal più sostenibile al meno sostenibile 9 materiali, senza specificarne nome o origine. In realtà le immagini rappresentano tutte lo stesso materiale, PLA, ma con diverse texture, finiture, colorazioni ed inclusioni (Fig. 132). Dall’analisi delle risposte (Fig. 133), abbastanza varie, è emerso che il materiale che sembra essere più sostenibile sia il numero 8, seguito dal 7, 6, 1, 2, 5, 4, 3, 9. Dall’analisi della media dei dati tuttavia emergono valori abbastanza omogenei per quanto riguarda le prime scelte (Tab. 9), ma se la *standard deviation* è all’incirca superiore a 2 per tutti i materiali, per il numero 8 il valore è inferiore a 2: ciò dimostra che rimane comunque quello più scelto. Il materiale si presenta grezzo e lattiginoso, con inclusioni che rendono



Fig. 132: campioni di PLA presi in considerazione nella seconda sezione del Form. Fonte: rielaborazione dell'autore da foto di Romina Santi.

la superficie ruvida, i campioni che lo seguono presentano prima di tutto segni o effettive inclusioni, colori neutri o trasparenze poco definite, fino ad arrivare ad un materiale liscio e palesemente colorato artificialmente.

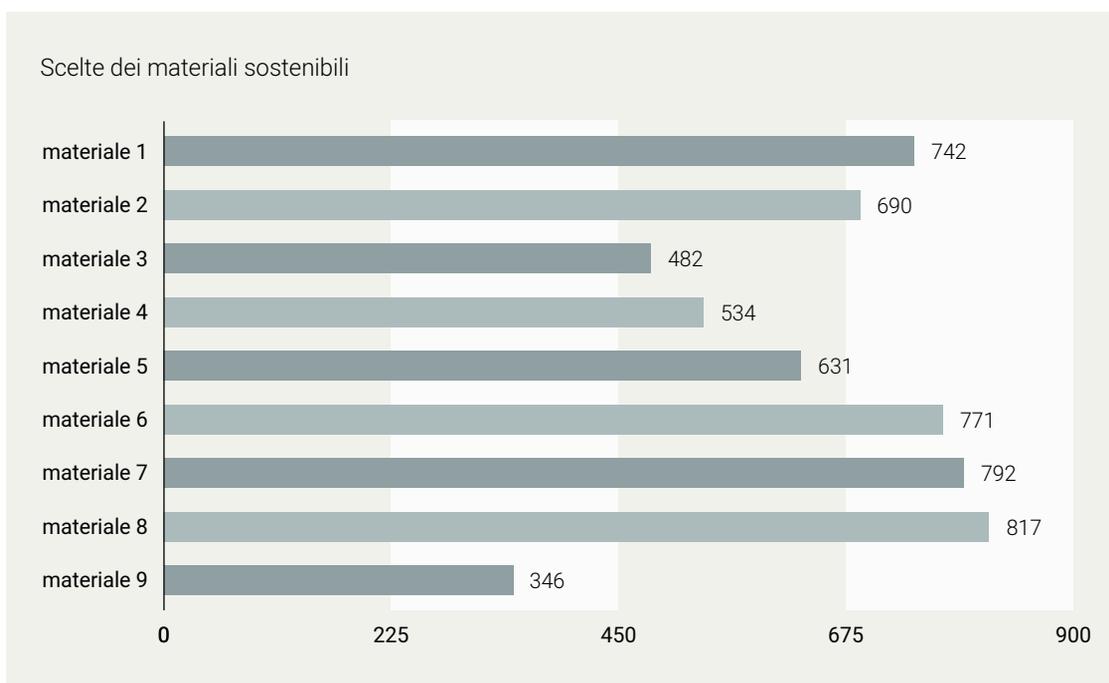


Fig. 133: sono stati assegnati punteggi dalla prima alla nona scelta in modo da capire quale materiale avesse ricevuto maggiori votazioni. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

	mat. 1	mat. 2	mat. 3	mat. 4	mat. 5	mat. 6	mat. 7	mat. 8	mat. 9
media	5,75	5,35	3,74	4,14	4,89	5,98	6,14	6,33	2,68
dev. standard	2,18	2,03	2,41	2,12	2,44	2,44	2,94	1,76	2,25

Tab. 9: tabella dei voti medi e della standard deviation. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

Riguardo agli stessi materiali è stato successivamente chiesto di fare un'analisi a livello applicativo riguardante packaging di lusso (Fig. 134), prodotto usa e getta (Fig. 135) e applicazioni durevoli nel tempo (Fig. 136). Per quanto riguarda il primo caso il materiale più scelto è il numero 5, in quanto si presenta con un colore neutro, una superficie liscia ed uniforme. Per la seconda applicazione, il vincitore è il materiale 7 perché con la trasparenza e l'inclusione irregolare può dare l'impressione di materiale di basso livello, questo è seguito dal materiale 8 che ricorda la carta, dal 6 e da quelli trasparenti. Per la terza applicazione, invece, le scelte si invertono e "vincono" i materiali meno irregolari nella superficie e nella colorazione come il 4, il 9 ed il 5.

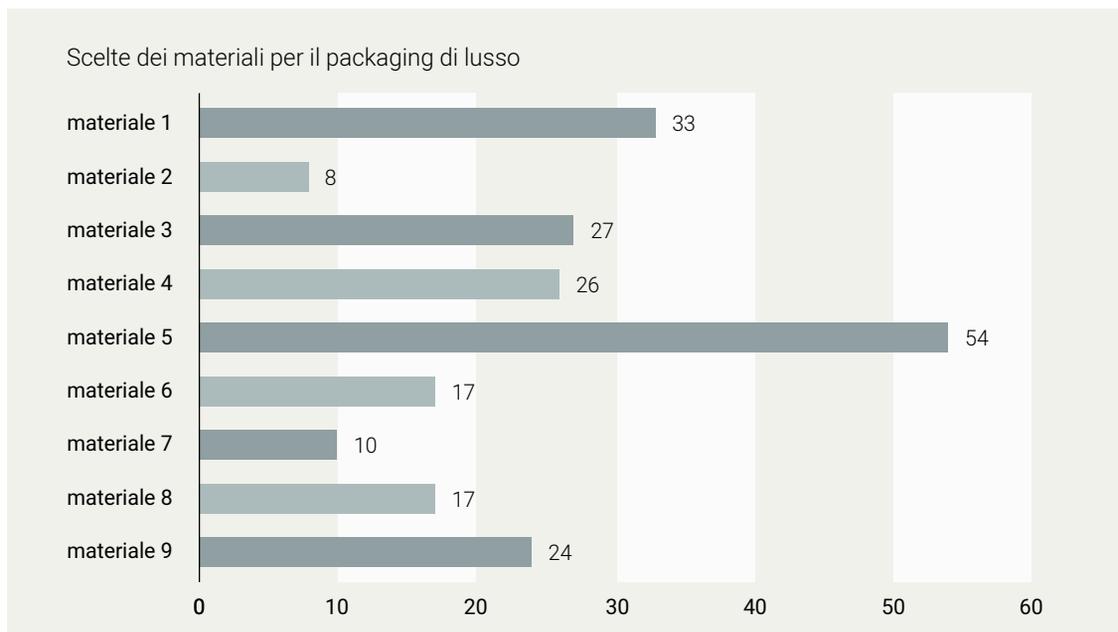


Fig. 134: materiali scelti per un packaging di lusso. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

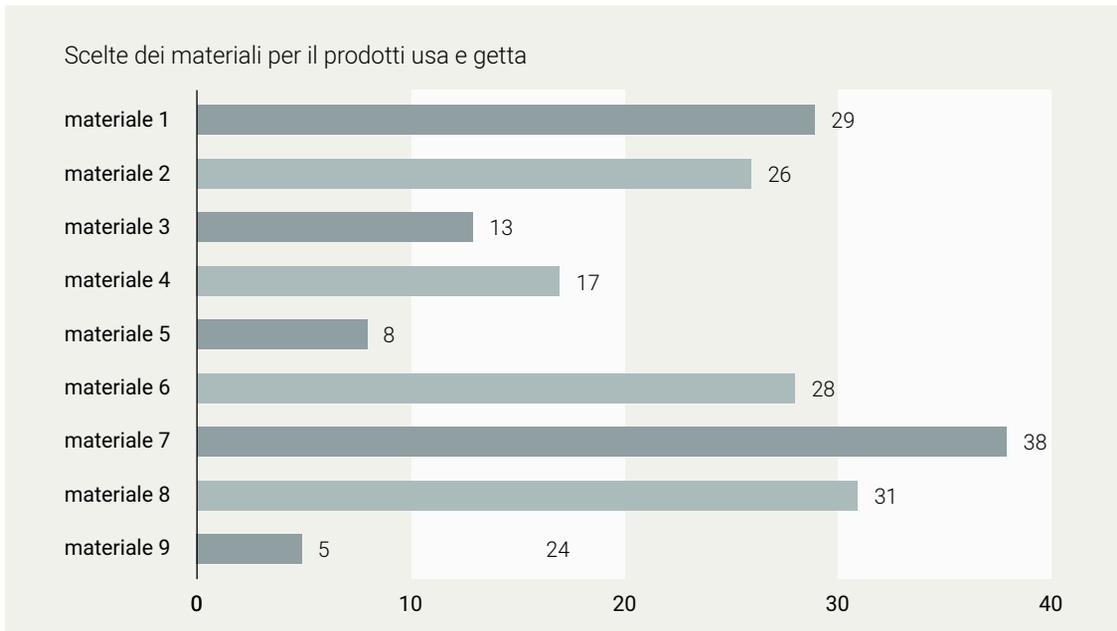


Fig. 135: materiali scelti per prodotti usa e getta. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

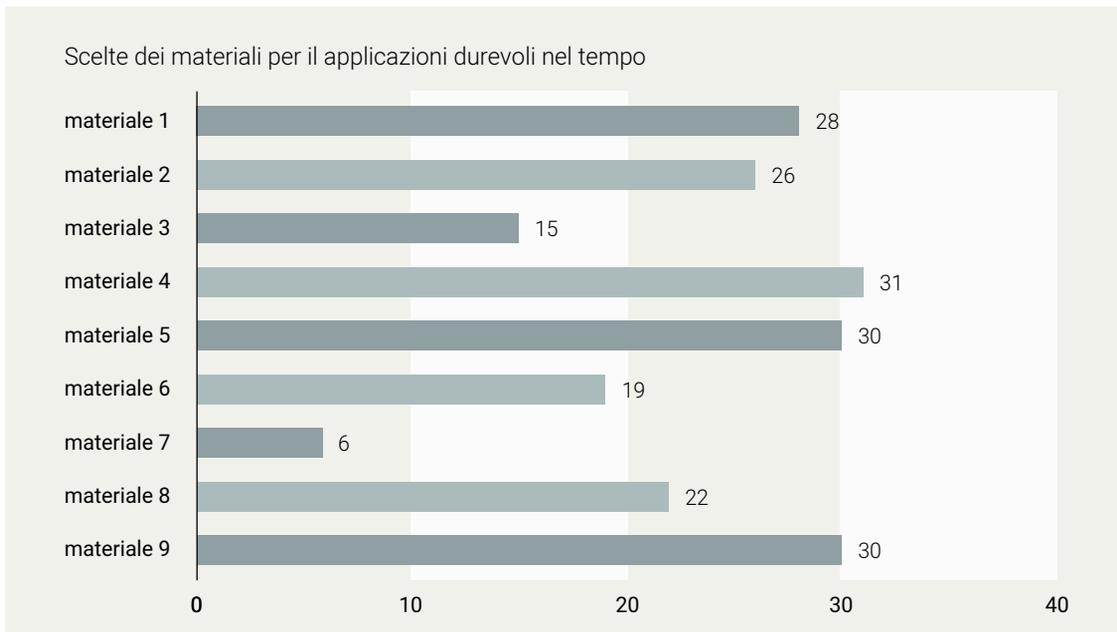


Fig. 136: materiali scelti per prodotti durevoli nel tempo. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

Nella quarta sezione veniva chiesto di valutare prodotti e materiali più eterogenei, dal momento in cui erano focalizzati sugli aspetti chiesti precedentemente.

I prodotti scelti (Fig. 137), così come i successivi materiali, sono tutti sostenibili: bioplastiche, riciclati, compositi con resine bio-based.

Dalla valutazione visiva sono stati selezionati quelli che si ritenevano più sostenibili: i risultati sono molto chiari (Fig. 138), le due sedie realizzate

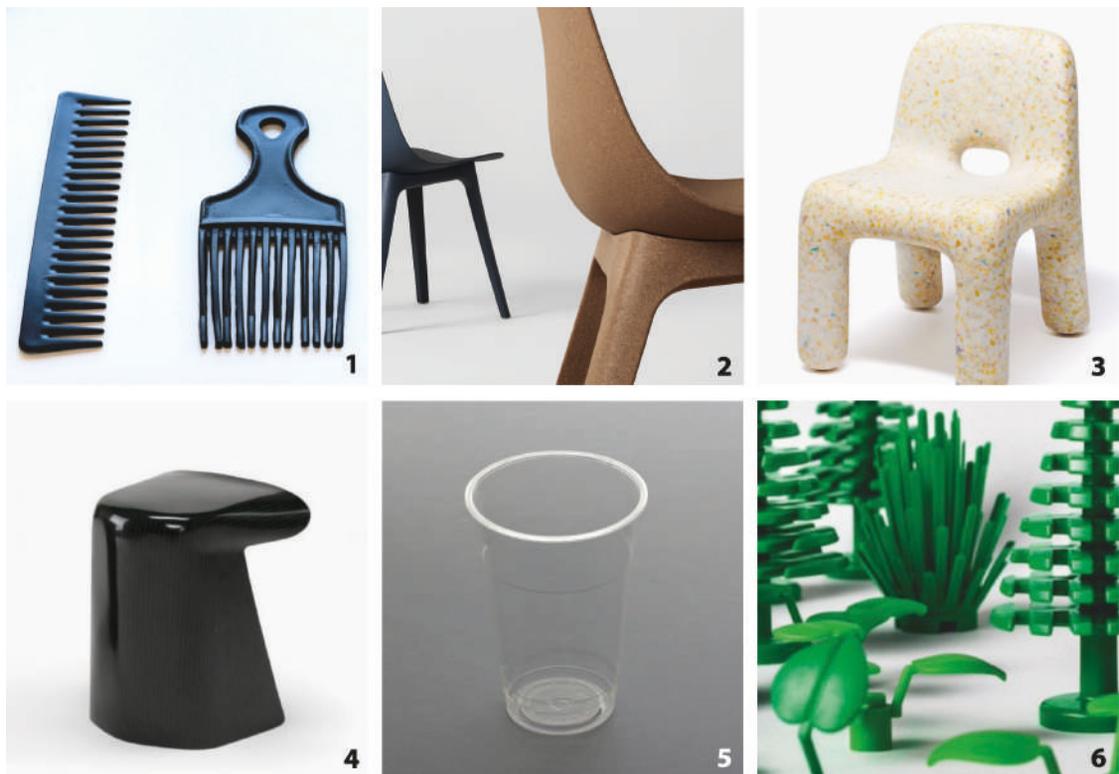


Fig. 137: prodotti. Fonte: vedi indice immagini.

con materiali riciclati (2 e 3) sono considerate le più sostenibili mentre i prodotti costituiti da bioplastiche non sono percepiti come tali.

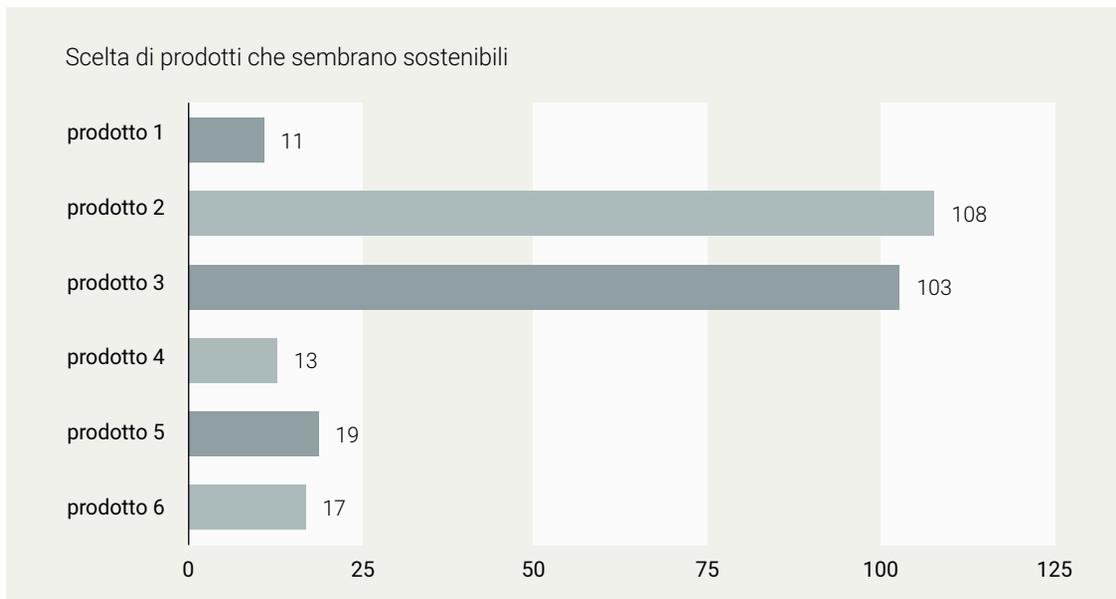


Fig. 138: scelta dei prodotti. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

Nella seconda parte invece, facendo uno “zoom” su materiali sostenibili, è stato chiesto di effettuare sempre lo stesso scelta. I materiali in questo caso, a parte il numero 3 erano tutte bioplastiche o resine bio-based con fibre (Fig. 139).

In questo caso non c'è stato un netto distacco (Fig. 140): il più scelto non è più il riciclato con inclusioni, ma il materiale 4, una superficie rugosa, irregolare anche nella colorazione. Segue il materiale 5, composito con

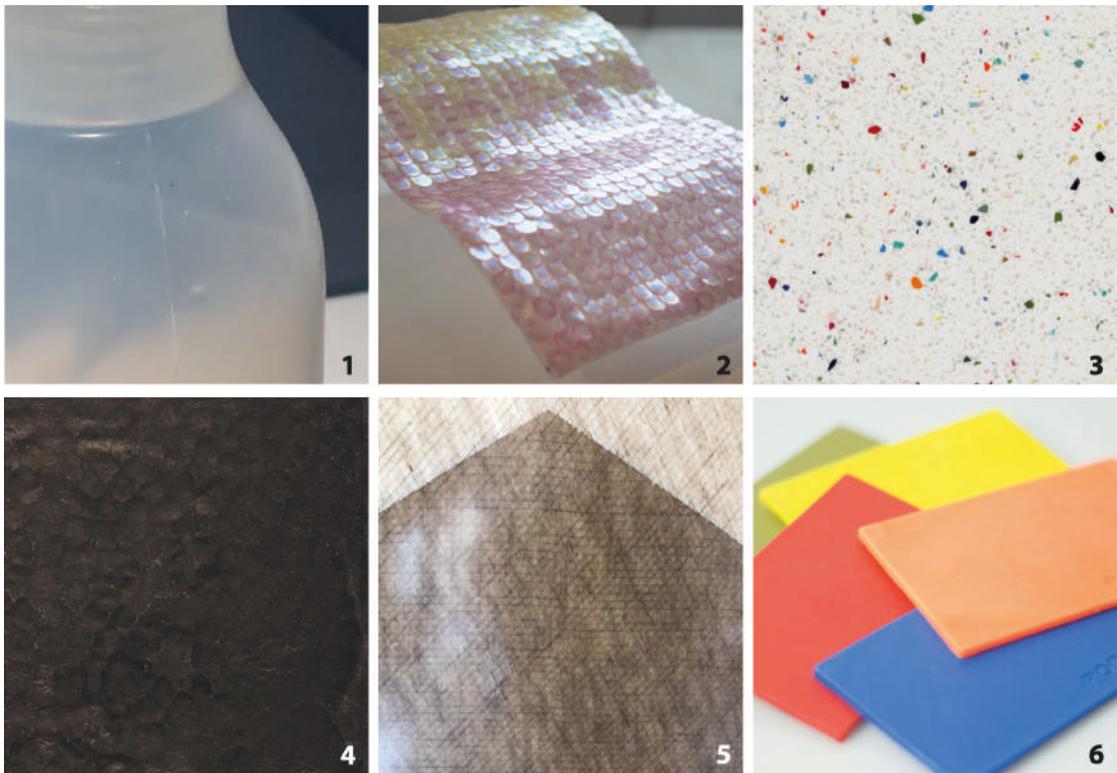


Fig. 139: materiali. Fonte: vedi indice immagini.

fibre, il 3, l'1, il 6 ed infine il 2 che per la sua brillantezza e l'essere cangiante non può essere certamente collegato ad un materiale come la cellulosa, di cui è effettivamente costituito.

Infine, nell'ultima sezione, al termine del test e dopo aver affrontato l'argomento, viene valutato ciò che caratterizza un materiale sostenibile "a prima vista". Per una migliore lettura di come sono cambiate le riflessioni degli intervistati, si propone l'esito delle domande in due grafici affiancati (Fig. 141-142).

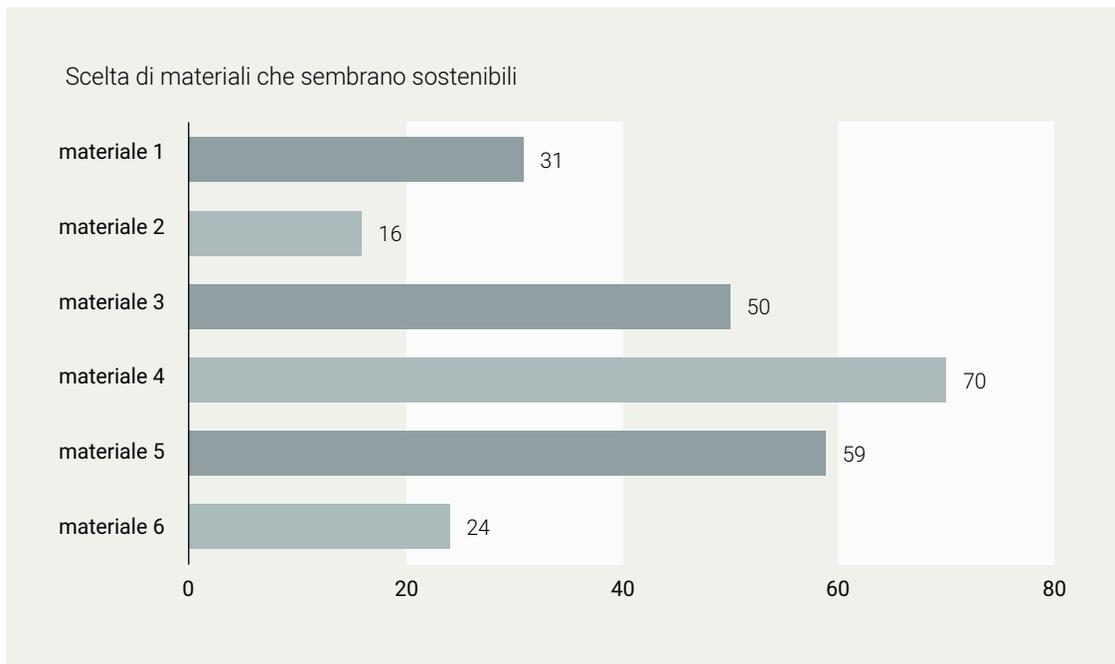


Fig. 140: Scelta dei materiali. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

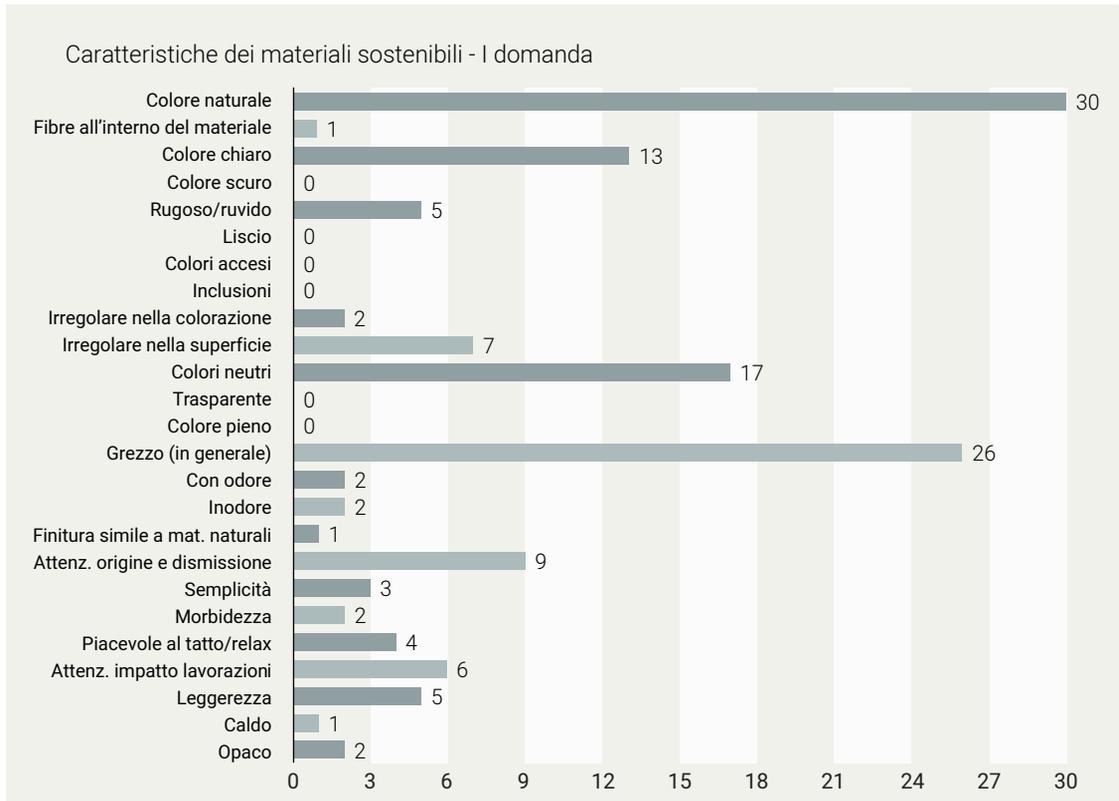


Fig. 141: Caratteristiche materiali sostenibili - I domanda. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.



Fig. 142: Caratteristiche materiali sostenibili - II domanda. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

La prima osservazione è come il “colore naturale” in entrambi i casi si posizioni al primo posto nelle scelte del campione di persone considerato. Tuttavia, mentre nella seconda domanda le caratteristiche si distribuiscono più uniformemente, nella prima il secondo termine per descrivere un materiale naturale è la parola “grezzo” che racchiude in sé un significato di irregolarità dal punto di vista della superficie, del colore, ma indica anche la presenza di imperfezioni. L’attenzione nella domanda iniziale è posta poi sui colori, sull’irregolarità più specificatamente descritta del colore e della superficie e sulla dismissione. Inoltre, diversamente da quanto avviene nella seconda domanda si dà più importanza all’esperienza del tatto, descrivendo caratteristiche quali morbidezza, piacevolezza e calore oppure leggerezza. Nella domanda posta alla fine del sondaggio, avendo la possibilità di scegliere tra caratteristiche già date, gli intervistati hanno potuto riflettere maggiormente sulle caratteristiche analizzate nelle immagini precedenti. Le fibre e le inclusioni all’interno del materiale hanno assunto maggiore importanza, mentre si riconfermano la rugosità, l’irregolarità del colore e della superficie, i colori neutri e chiari, caratteristiche che rendono un materiale “apparentemente” più sostenibile.

Dunque dal test è emerso come le caratteristiche che vengono percepite come sostenibili al primo sguardo siano: colori definiti come naturali,

chiari e neutri, irregolarità e presenza di fibre o inclusioni.

Il *form online* è risultato essere una verifica delle considerazioni fatte da Karana nello studio di valutazione di "naturalità" e "alta qualità"²⁸⁷, dove, come è emerso anche da questa indagine, si legano le caratteristiche di regolarità e irregolarità così come la colorazione e la presenza di fibre.

Nonostante sia cambiato il campione di popolazione, la zona geografica, la cultura e la diversa sensibilità, rispetto a designer preparati, i risultati della percezione si rivelano essere in linea con verifiche a livello accademico.

Considerato questo *form* di valutazione generale delle caratteristiche dei materiali sostenibili, si passa quindi all'analisi materica e sensoriale dei campioni raccolti.

287. Karana Elvin (2012). *Characterization of 'natural' and 'high-quality' materials to improve perception of bio-plastics*. *Journal of Cleaner Production*, 37, pp. 316-325

7.1.2 Raccolta dati con panel test

Per riuscire a raccogliere dati sulla percezione di materiali sostenibili è stato creato un test online da sottoporre a designer, persone più sensibili all'aspetto materico e con un *background* nel settore.

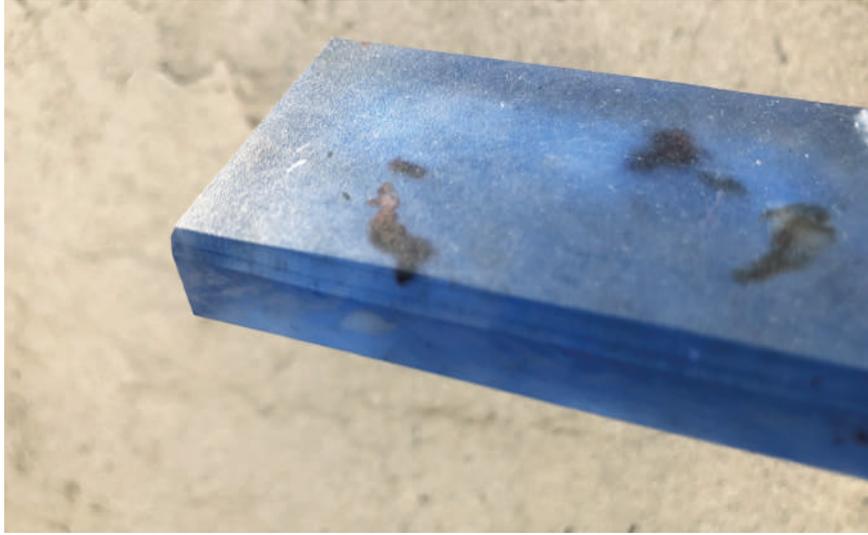
I 28 panelist, di diverse nazionalità e con diversi *background*, sono stati contattati tramite mail e, dopo aver accordato la propria disponibilità, sono stati divisi in 4 gruppi. A ciascun gruppo è stato inviato un link ad un Google Form (allegato II), il materiale necessario per svolgere il test ed un foglio con le istruzioni. Il materiale fornito a ciascun gruppo prevedeva 3 elementi principali: una cartella contenente 7 tavole che corrispondevano a 7 campioni diversi (allegato III); un foglio con degli aggettivi da poter attribuire ai campioni (allegato IV); delle tavole di immagini da associare agli aggettivi in una sezione del test (allegato V). Per quanto riguarda le tavole dei campioni è necessario precisare che queste sono state costituite con foto relative al materiale oppure a oggetti simili in modo da descriverne al meglio le caratteristiche (Fig. 143).

L'analisi vera e propria prevede l'utilizzo di un Google form per la compilazione dei dati relativi ai campioni assegnati.

Il test si divide in 5 parti principali:

1. Profilazione. Nonostante l'analisi sia del tutto anonima, vengono richieste alcune informazioni come età, sesso genere, *background*, nazionalità e personale sensibilità alla tematica ambientale.

Sample 20



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Fig. 143: esempio di scheda materiale utilizzata per analizzare il campione. Fonte: immagine dell'autore.

2. Prima valutazione. Dopo aver indicato il numero del campione preso in considerazione, si chiede di individuare di che materiale si tratti ed il suo possibile utilizzo.

3. Descrizione. Si chiede di attribuire 4 aggettivi significativi per il materiale considerato: questi possono essere scelti da una lista fornita all'inizio del test, oppure proposti dal soggetto-compiler. Gli aggettivi possono riguardare qualità fisiche (ruvido, morbido, opaco, ecc.) oppure anche di carattere (moderno, naturale, antico, ecc.). In un secondo tempo i 4 aggettivi vanno associati a 4 immagini che descrivano al meglio le sensazioni percepite. Le immagini, proposte su tavole fornite nella cartella inviata, sono identificate da un codice che sarà da riportare nello spazio apposito (Fig.144). In alternativa i partecipanti possono scegliere autonomamente le immagini allegando il link nella risposta.

4. Valutazione sostenibilità. In questa sezione si chiede di dare un punteggio al valore di naturalezza e sostenibilità percepita, dando una scala da 0 a 10.

5. Valutazione sensoriale. In questa parte si chiede di valutare varie caratteristiche sensoriali concernenti la vista dando una scala da 0 a 10.

Dai risultati ci si aspetta che la tendenza, riscontrata nel sondaggio precedente, a percepire come sostenibili materiali con inclusioni, venga

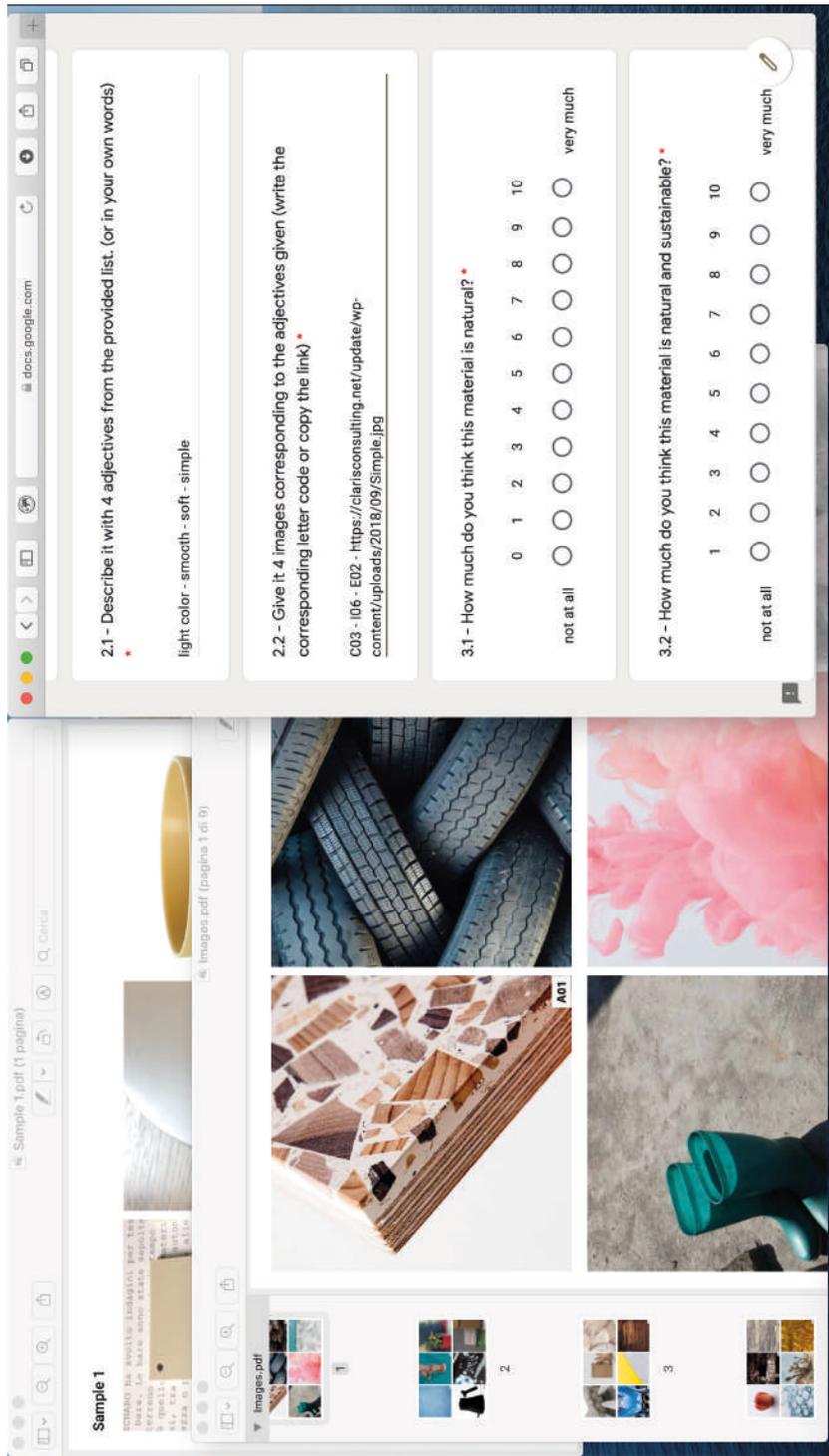


Fig. 144: esempio di completamento del. Fonte: immagine dell'autore.

riconfermata anche se con qualche cautela in più. L'esitazione potrebbe essere dovuta alla maggior consapevolezza delle criticità della dismissione di materiali con fibre. Proprio per il gruppo formato di persone selezionate, ci si aspettano dei risultati più o meno omogenei con possibili variazioni ed alterazioni dovute alla fruizione di informazioni relative ai materiali solamente visivamente.

Per la creazione di questo test sono stati prese come riferimento tre ricerche principali, quella di Karana, di Zuo e di van Kesteren. Per quanto riguarda l'attribuzione e l'associazione di caratteri e immagini il riferimento è stato quello del Mips²⁸⁸ di van Kesteren e dello studio di Karana relativo all'attribuzione degli aggettivi²⁸⁹ di "naturale" e "alta qualità". Mentre per l'analisi sensoriale sono stati presi alcuni riferimenti dal Ma2E4 tool²⁹⁰ di Karana e la ricerca relativa alla percezione dei caratteri di un materiale di Zuo²⁹¹.

Per quanto riguarda i campioni di materiali è stato deciso di procedere con una schematizzazione a partire dalla ricerca di Barhudin *et al.*²⁹².

La sua sistematizzazione (Fig. 145) è stata creata per mappare casi studio di prodotti sostenibili secondo rinnovabilità ed origine delle risorse. Lo schema (Fig. 146) è stato quindi applicato alle sole plastiche sostenibili. I campioni raccolti hanno portato ad un'integrazione dello schema di

288. van Kesteren I. E. H., Stappers P. J., de Bruijn J. C. M. (2007). *Materials in Products Selection: Tools for Including User-Interaction in Materials Selection*. International journal of design, 1, 3

289. Karana Elvin (2012). *Characterization of 'natural' and 'high-quality' materials to improve perception of bio-plastics*. Journal of Cleaner Production, 37, pp. 316-325

290. Camere Serena, Karana Elvin (2018). *Experiential characterization of materials: Toward a toolkit*. Design Research Society 2018 Catalyst, University of Limerick, 25-28 giugno 2018

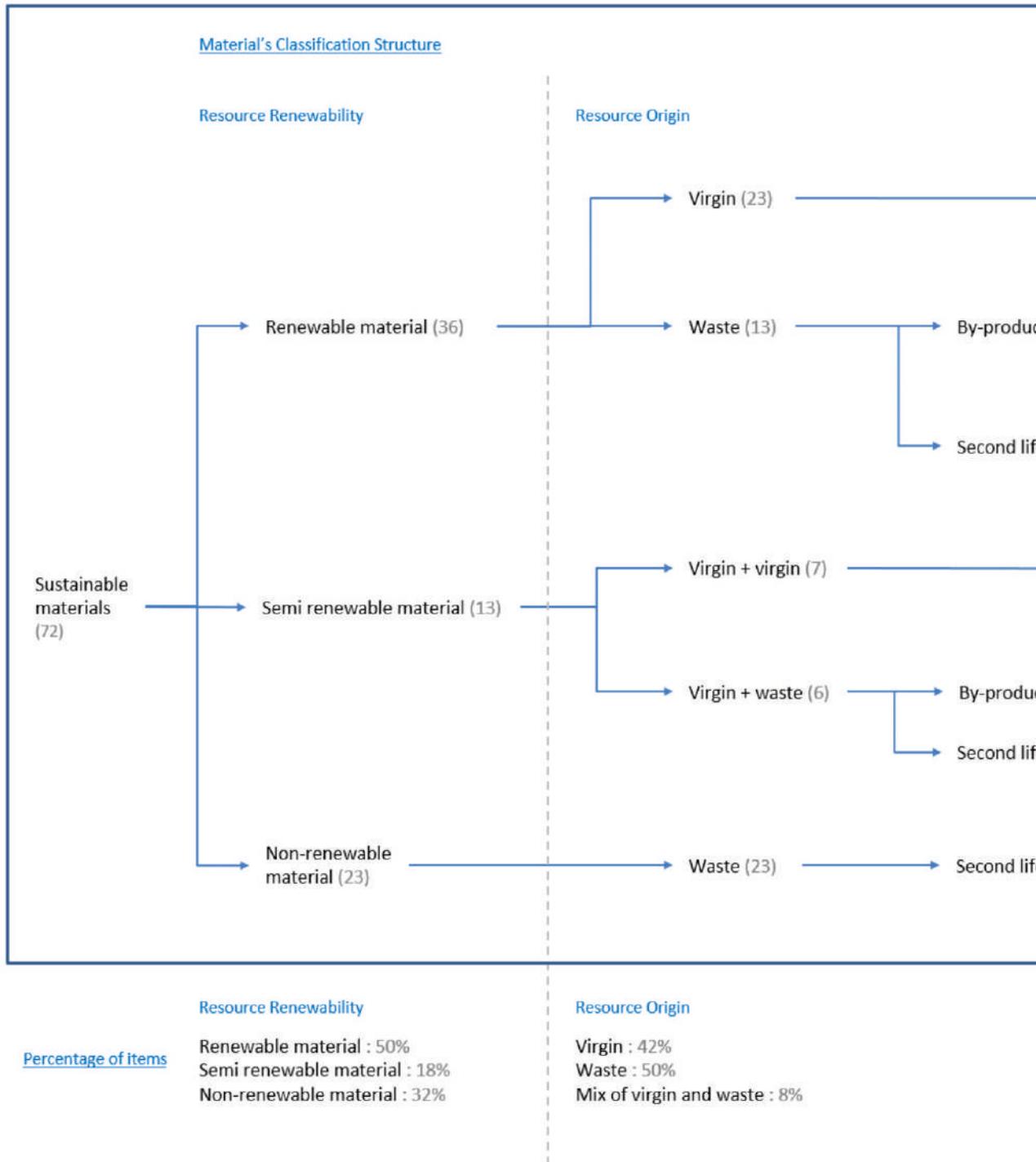
291. Zuo H., Hope T., Castle P., and Jones M. (2001). *An Investigation into the Sensory*

Barhudin poiché si è presa in considerazione anche la loro dismissione. Le prime tre categorie, relative alla rinnovabilità, sono state mantenute: materiali rinnovabili (intesi anche come bio-based); materiali semi-rinnovabili, come nel caso di compositi oppure dove è presente una parte fossile; materiali non rinnovabili, di origine fossile. Il secondo *step* prende in considerazione l'origine, il materiale può essere quindi vergine oppure da scarto. Per quanto riguarda lo scarto viene considerato: scarto da filiera (qualità e purezza superiore) oppure da seconda vita. Infine per quanto riguarda la dismissione sono state prese in considerazione solo le opzioni di riciclabilità e biodegradabilità. Questo perché la termovalorizzazione e la dismissione in discarica possono valere per tutti i materiali e, nel secondo caso, non era considerabile in modo vantaggioso una "perdita" del potenziale del materiale. Nella mappa vengono illustrati i possibili percorsi e i materiali disponibili che verranno presi in esame per l'analisi sensoriale. Per quanto riguarda i campioni, sono state scelte principalmente bioplastiche, selezionate per origine (bio-based 100% fino ad un minimo di 60% bio-based), e plastiche sostenibili da materiali riciclati 100% oppure misti tra queste due categorie. Seguono la mappa di Barhudin, la mappa delle plastiche sostenibili e le schede illustrative di ciascun campione.

Properties of Materials. In Martin G. Helander, Halimahtun M. Khalid, and Tham Ming Po. *Proceedings of the international conference on affective human factors design.* Londra: Asean Academic Press, pp. 500-507

Zuo Hengfeng, Jones Mark, Hope Tony, Jones Robin (2016). *Sensory Perception of Material Texture in Consumer Products.* The Design Journal, 19, pp. 405-427

292. Barhudin F. I., Aurisicchio M., Baxter Weston L. (2017). *Sustainable materials in design project.* Alive. Active. Adaptive: Proceedings of International Conference on Experiential Knowledge and Engineering Materials (EKSIG 2017), 194-207



	Material Types	Examples of Primary Material	Product Class for the Material Example
ct (7)	Organic material (9)	Cork leather	Furniture
	Bio-polymer (4)	Cassava root	Packaging
	Natural-composite (10)	Hemp, flax fibre + bio-resin	Clothing & accessories
ct (7)	Organic material (3)	Fibre of pineapple leaves	Clothing & accessories
	Natural-Composite (4)	Wood shave + bio resin	Furniture
e (6)	Organic material (2)	Expired meat	Household objects
	Natural-composite (3)	Coffee waste + natural binder	Household objects
	Bio-polymer (1)	Spoiled milk	Furniture
	Natural-composite (7)	Eco cement + hemp fibre	Furniture
ct (2)	Synthetic composite (2)	Denim offcut from manufacturer + resin	Clothing & accessories
e (4)	Natural-composite (4)	Bacteria + urea + sand + calcium	Furniture
e (23)	Synthetics polymer (21)	Weaved plastic bag	Household objects
	Synthetic composite (2)	Discarded fabric + resin	Household objects

Material Types

Organic material : 18%
 Bio-polymer : 11%
 Natural composite: 35%
 Synthetic polymer : 29%
 Synthetic composite : 7%

Fig. 145: schema di Barhudin per i prodotti sostenibili. Fonte: Bahrudin F. I., Aurisicchio M., Baxter Weston L. (2017). *Sustainable materials in design project*. Alive. Active. Adaptive: Proceedings of International Conference on Experiential Knowledge and Engineering Materials (EKSIG 2017), 194-207

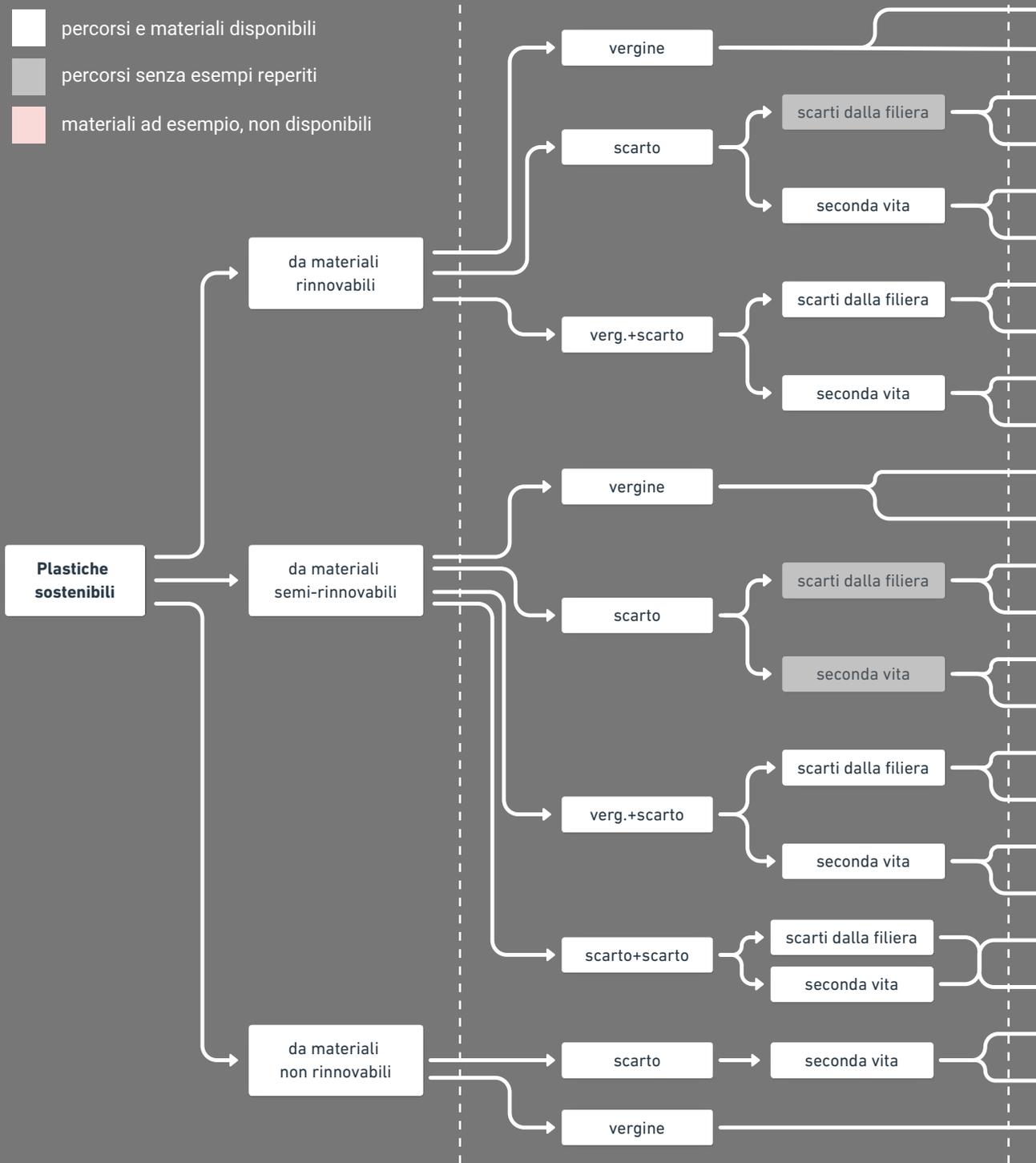


Rinnovabilità risorse



Origine risorse

- percorsi e materiali disponibili
- percorsi senza esempi reperiti
- materiali ad esempio, non disponibili



* riciclabile meccanicamente nelle filiere tradizionali

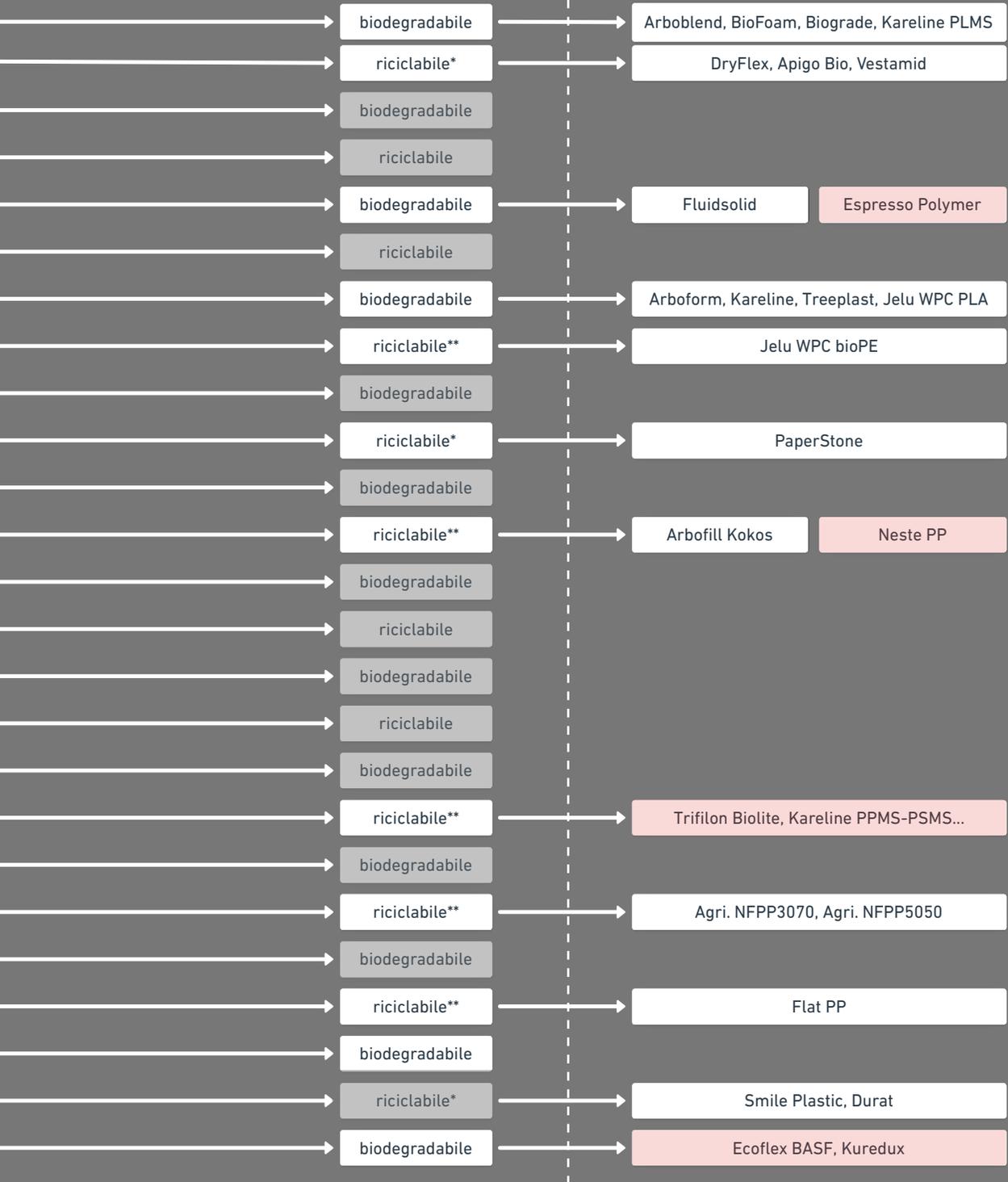
** riciclabile potenzialmente, la presenza di fibre impone la creazione di una filiera



Dismissione



Materiali





ARBOBLEND 3180X

TECNARO

Campione n° 1



ARBOBLEND è un materiale che offre, partendo sempre da fonti 100% bio-based, una vasta gamma di combinazioni e proprietà. In base alle diverse esigenze possono infatti contenere: PHA, PCL, Bio-PET, PLA, Bio-PE, lignina, additivi organici, cellulosa e resine, cere, oli, acidi grassi e fibre di rinforzo tutti di origine naturale. Tutti i materiali ARBOBLEND sono pensati per garantire la biodegradabilità a fine vita. Le applicazioni sono svariate e ci sono tipologie adatte al contatto alimentare.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Vergine



Dismissione
Biodegradabile

Fonte

blend di biopolimeri
100% bio-based

Applicazioni

packaging, film, giochi, accessori sportivi, articoli casalinghi, vasi, profili semilavorati

Materiali sostituiti

PET, PE, PA, PP

Colori e finiture

buona colorabilità usando masterbatch standard; per mantenere le caratteristiche di biodegradabilità e origine bio-based necessità di masterbatch compatibili. Possibilità di trasparenza

Processabilità

Stampaggio iniezione, Termoformatura, Estrusione, Soffiaggio, Stampaggio 3D. In generale buona stampabilità e saldabilità.

References

www.tecnaro.de/en/

prodotto: www.ecco-verde.co.uk/hydrophil/toothbrush-tumbler

Dati tecnici

Densità - 1,10 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a rottura - 7%

Modulo elastico in trazione - 1900 MPa

Resistenza a trazione - 24 MPa

Note: Rigidità e viscosità regolabili all'interno di un ampio *range*. Forza d'impatto da moderata a molto alta; resistenza termica da moderata a elevata.



ARBOBLEND 3196V

TECNARO

Campione n° 2



ARBOBLEND è un materiale che offre, partendo sempre da fonti 100% bio-based, una vasta gamma di combinazioni e proprietà. In base alle diverse esigenze possono infatti contenere: PHA, PCL, Bio-PET, PLA, Bio-PE, lignina, additivi organici, cellulosa e resine, cere, oli, acidi grassi e fibre di rinforzo tutti di origine naturale. Tutti i materiali ARBOBLEND sono pensati per garantire la biodegradabilità a fine vita. Le applicazioni sono svariate e ci sono tipologie adatte al contatto alimentare.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Vergine



Dismissione
Biodegradabile

Fonte

blend di biopolimeri
100% bio-based

Applicazioni

packaging, film, giochi, accessori sportivi, articoli casalinghi, vasi, profili semilavorati

Materiali sostituiti

PET, PE, PA, PP

Colori e finiture

buona colorabilità usando masterbatch standard; per mantenere le caratteristiche di biodegradabilità e origine bio-based necessità di masterbatch compatibili. Possibilità di trasparenza

Processabilità

Stampaggio iniezione, Termoformatura, Estrusione, Soffiaggio, Stampaggio 3D. In generale buona stampabilità e saldabilità.

References

www.tecnaro.de/en/

prodotto: <https://woodywood.altervista.org/arboblend/>

Dati tecnici

Densità - 1,50 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a rottura - 24%

Modulo elastico in trazione - 130 MPa

Resistenza a trazione - 7,2 MPa

Note: Rigidità e viscosità regolabili all'interno di un ampio *range*. Forza d'impatto da moderata a molto alta; resistenza termica da moderata a elevata.



BIOFOAM

SYNBRA - SULPOL

Campione n° 3



BioFoam è una schiuma realizzata con PLA Synterra, della stessa azienda produttrice del materiale. L'aspetto e le proprietà sono molto simili a quello del classico polistirene espanso. La sostanziale differenza è che BioFoam risulta biodegradabile e può essere compostato industrialmente ad alte temperature sotto l'influenza di umidità e batteri. Questo materiale è già utilizzato per il trasporto refrigerato, l'imballaggio protettivo e come alternativa sostenibile per applicazioni nel mercato dell'edilizia e dell'isolamento.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Vergine



Dismissione
Biodegradabile

Fonte

schiuma PLA
100% bio-based

Applicazioni

packaging, isolante, pezzi sagomati

Materiali sostituiti

EPS

Colori e finiture

bianco, beige, verde chiaro

Processabilità

Stampaggio di blocchi, Taglio di lastre,
Stampaggio continuo, Fresatura

References

www.biofoam.it

Dati tecnici

Densità - 0,66 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a rottura - /

Modulo elastico in trazione - /

Resistenza a trazione - /

Note: Senza l'aggiunta di un ritardante di fiamma soddisfa lo standard antincendio Euro classe E.



BIOGRADE C 5509 CL

FKUR

Campione n° 4



Biograde è una famiglia costituita da bioplastiche a base di acetato di cellulosa. Il materiale si presenta trasparente, completamente biodegradabile e adatto alla produzione in larga scala. Le caratteristiche che offre permettono di paragonarle alle termoplastiche tecniche.

Biograde è idoneo ad essere usato per giocattoli e per applicazioni destinati al contatto con gli alimenti.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Vergine



Dismissione
Biodegradabile

Fonte

bioplastica da cellulosa
60% bio-based

Applicazioni

componenti tecnici, elettronica,
elettrodomestici, beni di consumo

Materiali sostituiti

ABS, PS

Colori e finiture

trasparente

Processabilità

Stampaggio ad iniezione

References

www.fkur.com/it/marchi/biograde-3/
prodotto: www.bioplasticsmagazine.com/en/news/meldungen/20170418-FKuR-expands-Biograde-portfolio.php

Dati tecnici

Densità - 1,27 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a rottura - 13%

Modulo elastico - 2320 MPa

Resistenza a trazione - 48 MPa

Note: superficie antigraffio, resistente all'usura; elevata stabilità dimensionale al calore



KARELINE PLMS 6040

PLASTHILL OY

Campione n° 5



Kareline costituisce una vasta gamma di prodotti che hanno come comun denominatore la presenza di fibre naturali come rinforzi. Le basi possono essere PP, POM, ABS, PS e come in questo caso PLA. I materiali presentano in ogni caso un aspetto unico e una sensazione tattile particolare. La fibra naturale utilizzata è la polpa di legno tenero vergine, non un sottoprodotto dell'industria del legno. Con fibre naturali pure, tecniche ed omogenee si garantiscono *performance* maggiori rispetto ai compositi con fibre di legno classici.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Verg.+ Scarto - filiera



Dismissione
Biodegradabile

Fonte

PLA (rinforzato) con 40% fibra di cellulosa
100% bio-based

Applicazioni

packaging, prodotti usa e getta, beni di consumo

Materiali sostituiti

PE, PET, PP

Colori e finiture

possibilità di colorazioni, ma con difficoltà nella resa dei colori chiari; le trasparenze non sono possibili. Nonostante le colorazioni, le superfici mantengono la finitura irregolare caratteristica.

Processabilità

Stampaggio iniezione

References

www.plasthill.fi/en/kareline/materials
prodotto: www.smy.fi/en/products-services/kareline-natural-fibre-composite/

Dati tecnici

Densità - 1,36 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a rottura - 1,3 %

Modulo elastico in trazione - 7400 Mpa

Resistenza a trazione - 75 MPa

Note: eccellente resistenza. Applicazioni a temperature più elevate rispetto al PLA e tempo ciclo dello stampaggio ridotto

DRYFLEX SC 50A82G1N A

HEXPOL

Campione n° 6



I compositi DryFlex Green sono una famiglia di elastomeri termoplastici bio-based che utilizzano materie prime da fonti rinnovabili, fino ad un contenuto bio-based oltre il 90%. Inoltre viene offerto un alto livello di personalizzazione delle proprietà per specifiche applicazioni.

In generale le caratteristiche offerte sono comparabili al TPE a base fossile e un buon comportamento di legame con PE e PP, anche se potrebbe complicare le cose il livello di dismissione.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Vergine



Dismissione
Riciclabile

Fonte

TPE da fonti vegetali
80% bio-based

Applicazioni

impugnature soft-touch, per sigillature
in chiusure, settore automobilistico,
beni di consumo, attrezzature sportive,
giocattoli

Materiali sostituiti

TPE da fonti fossili

Colori e finiture

facilmente colorabile con nessuna
limitazione

Processabilità

Stampaggio iniezione, Termoformatura,
Estrusione

References

[www.hexpoltpe.com/en/dryflex-green.
htm](http://www.hexpoltpe.com/en/dryflex-green.htm)

Dati tecnici

Densità - 0,90 g/cm³

Durezza - 50 (Shore A)

Allungamento a rottura - >600%

Modulo elastico in trazione - /

Resistenza a trazione - 4,5 MPa

Note: stabilità ai raggi UV ed al calore.



APIGO BIO

TRINSEO – API PLAST

Campione n° 7



Apigo Bio è una famiglia di termoplastiche a base di olefine contenenti materie prime da risorse rinnovabili. Queste bioplastiche garantiscono le stesse proprietà fisico-meccaniche e lavorabilità dei tradizionali TPO a base fossile. Garantiscono una buona processabilità ed assicurano una svariata gamma di proprietà. Alcuni gradi sono approvati per il contatto alimentare.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Vergine



Dismissione
Riciclabile

Fonte

TPO
68% bio-based

Applicazioni

beni di consumo

Materiali sostituiti

TPO da fonti fossili

Colori e finiture

facilmente colorabile con nessuna
limitazione

Processabilità

Stampaggio iniezione, Estrusione,
Sovrastampaggio, Soffiaggio, Estrusione
di film

References

[www.trinseo.com/Products/Plastics/
Products/Bioplastics/APIGO-BIO](http://www.trinseo.com/Products/Plastics/Products/Bioplastics/APIGO-BIO)
prodotto: [www.industriavicentina.it/idv.
nsf/codici/1565](http://www.industriavicentina.it/idv.nsf/codici/1565)

Dati tecnici

Densità - 0,92 g/cm³

Durezza - 48 (Shore D)

Allungamento a rottura - 160%

Modulo elastico in trazione - /

Resistenza a trazione - 13 MPa

Note: resistenza alle basse temperature



VESTAMID TERRA DS22

EVONIK

Campione n° 8



Vestamid Terra è una gamma di poliammidi 100% bio-based che offre caratteristiche simili a quelle delle poliammidi tradizionali. Presenta una buona lavorabilità e stabilità dimensionale anche in presenza dell'umidità. Grazie alle sue proprietà può essere impiegato per applicazioni che richiedono trasparenza sui bassi spessori, ad esempio film.

La materia prima che costituisce gran parte di questo materiale è l'olio di ricino, proveniente da colture che non privano di terreno e risorse per l'alimentazione umana e animale.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Vergine



Dismissione
Riciclabile

Fonte

poliammide da materie prime di origine vegetale, tra cui olio di ricino
100% bio-based

Applicazioni

beni di consumo, film

Materiali sostituiti

PA 12, PA 1212

Colori e finiture

trasparente, ma con possibilità di colorazione

Processabilità

Stampaggio iniezione, Estrusione

References

www.vestamid.com/product/vestamid/en/products-services/vestamid-terra/

Dati tecnici

Densità - 1,05 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a snervamento - 5%

Modulo elastico in trazione - 1700 MPa

Resistenza a trazione - 54 MPa

Note: elevata resistenza meccanica, buona resistenza ai raggi UV ed agli agenti chimici. Adatto all'uso ad alte temperature.



FLUIDSOLIDS

FLUIDSOLIDS

Campione n° 9



FluidSolids è un materiale frutto di una tecnologia innovativa sviluppata per produrre materiali compositi biodegradabili. Come materie prime utilizza residui e materiali di scarto, con un conseguente impatto ambientale minimo. I componenti dei biocompositi provengono da rifiuti industriali costituiti da materie prime rinnovabili, come gusci di noci, fibre di legno o di canapa, pannocchie di mais o cartone e carta. I biocompositi presentano eccezionali proprietà meccaniche, che li rendono adatti a innumerevoli applicazioni.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Scarto - seconda vita



Dismissione
Biodegradabile

Fonte

biopolimero da scarti organici e fibre
100% bio-based

Applicazioni

componentistica elettronica, beni di
consumo, arredo, accessori

Materiali sostituiti

polimeri a base fossile

Colori e finiture

possibilità di colorazioni e di inserti di
fibre variabili

Processabilità

Stampaggio iniezione, ma con alcune
limitazioni sulle dimensioni dei pezzi
stampati

References

www.fluidsolids.com/en/homepage/
prodotto: [www.designhub.it/
smartdesign/2017/09/23/fluidsolids_
group10/](http://www.designhub.it/smartdesign/2017/09/23/fluidsolids_group10/)

Dati tecnici

Densità - 0,9-1,18 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a snervamento - 0,5-3%

Modulo elastico - 5000-11000 Mpa

Resistenza a trazione - /

Note: eccellenti proprietà meccaniche



ARBOFORM L V4

TECNARO

Campione n° 10



ARBOFORM è considerato del tutto simile al cosiddetto Liquidwood. La base del materiale infatti è la lignina, sottoprodotto dell'industria del legno, insieme a fibre ed additivi naturali. Il composito ottenuto può essere lavorato ad alte temperature e pressioni significative consentendo l'utilizzo di macchinari per lo stampaggio ad iniezione.

Il materiale presenta eccellenti proprietà acustiche, il che lo rende adatto all'utilizzo nella produzione di strumenti musicali.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Verg.+ Scarto - filiera



Dismissione
Biodegradabile

Fonte

composito lignina e fibre lino o canapa
100% bio-based

Applicazioni

altoparlanti, studenti musicali, giocattoli,
sette automobilistico, attrezzature
sportive, beni di consumo

Materiali sostituiti

polimeri a base fossile, multistrato di
legno

Colori e finiture

effetto legno, con o senza fibre; può
presentarsi con o senza il caratteristico
odore

Processabilità

Stampaggio iniezione, estrusione di
profili

References

www.tecnaro.de/en/
prodotto: www.researchgate.net/figure/AudioQuestR-NightHawk-headphones-with-earcups-made-of-ARBOFORMR_fig16_316445076

Dati tecnici

Densità - 1,27 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a rottura - 1%

Modulo elastico in trazione - 6200 MPa

Resistenza a trazione - 44 MPa

Note: presenta un'alta rigidità, basso livello di *shrinkage* ed una moderata resistenza termica



TREEPLAST

PE DESIGN & ENGINEERING B.V.

Campione n° 11



Treeplast è un composito a base di legno, da fonti rinnovabili e biodegradabile. La sua composizione, permette una facile lavorazione e lo stampaggio a iniezione. La lavorazione garantisce in questo modo una totale libertà nella scelta della forma del manufatto. Il materiale può essere paragonato per alcune proprietà ad un pannello di fibra a media densità (MDF). L'aspetto ed il calore che trasmette il materiale è simile al legno anche per la presenza di fibre al suo interno.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Verg.+ Scarto - filiera



Dismissione
Biodegradabile

Fonte

PLA con 30-50% fibre di cellulosa e lignite. Originariamente composito trucioli di legno (cellulosa 30-50%), lignite, amido di mais e resine naturali
100% bio-based

Applicazioni

beni di consumo, giocattoli, imballaggi, imballaggi acustici, televisori, maniglie di spazzole

Materiali sostituiti

ABS

Colori e finiture

colorazioni possibili ma con limitazioni a determinate masterbatch per garantire le proprietà di bio-based e biodegradabile. Presenza di fibre.

Processabilità

Stampaggio ad iniezione, considerato molto lavorabile ad una temperatura inferiore rispetto alle plastiche convenzionali con maggiori tempi di raffreddamento.

References

www.treeplast.com/index.html

prodotto: www.materialdistrict.com/material/treeplast/#moved

Dati tecnici

Densità - 1,4 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a rottura - 1,25 %

Modulo elastico in trazione - 6400 MPa

Resistenza a trazione - 50-60 MPa

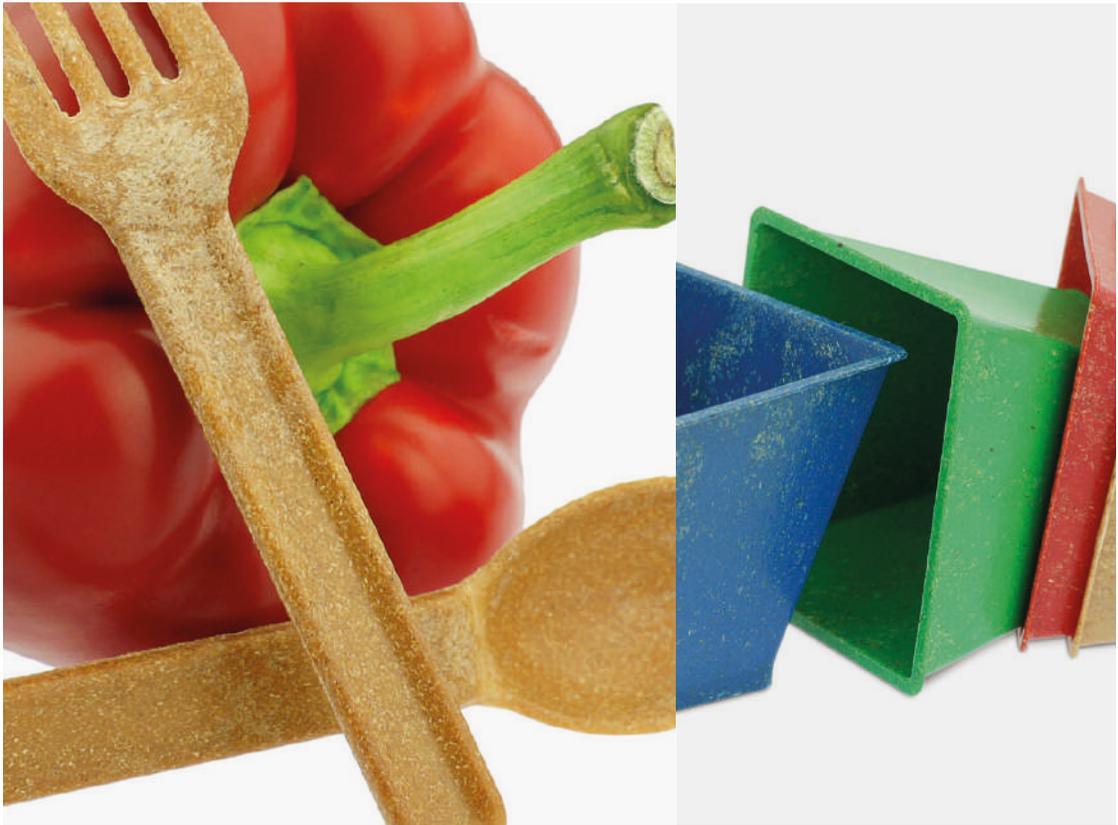
Note: non elettrostatico, leggero e buona capacità di assorbire gli urti.



WPC BIO PLA

JELU PLAST

Campione n° 12



Il composito a base di legno (WPC) e PLA di Jelu Plast fa parte di una famiglia di prodotti con fibre di legno e diverse basi polimeriche. Questo composito è particolarmente consigliato per utilizzi in prodotti usa e getta con contatto alimentare. Il PLA costituisce la matrice in cui sono incorporate le fibre di legno, una composizione tipica del WPC PLA è generalmente 50% da fibre di legno e per il 47% da PLA, il restante 3% è costituito da additivi che migliorano le proprietà del biopolimero.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Verg.+ Scarto - filiera



Dismissione
Biodegradabile

Fonte

composito fibre di legno e PLA
100% bio-based

Applicazioni

prodotti usa e getta, giocattoli, beni di consumo

Materiali sostituiti

polimeri a base fossile

Colori e finiture

colorazioni possibili ma con limitazioni a determinate masterbatch per garantire le proprietà di bio-based e biodegradabile. Presenza di fibre.

Processabilità

Stampaggio ad iniezione

References

www.jeluplast.com/en/

Dati tecnici

Densità - 1,21 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a rottura - 1,2 %

Modulo elastico - 4380 MPa

Resistenza a trazione - 26 MPa

Note: durezza comparabile a quella del legno.
Non conduttivo elettricamente.



WPC BIO PE

JELU PLAST

Campione n° 13



Il composito a base di legno (WPC) e Bio PE di Jelu Plast fa parte di una famiglia di prodotti con fibre di legno e diverse basi polimeriche. Questo garantisce ottime performances senza rinunciare ad un'alta lavorabilità. Le materie prime inoltre offrono un costo contenuto paragonabile a quello della plastica convenzionale.

Le sue proprietà permettono di soddisfare tutti gli standard per l'impiego dei WPC di Jelu per giocattoli e prodotti a contatto con gli alimenti.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Verg.+ Scarto - filiera



Dismissione
Riciclabile

Fonte

composito fibre di legno e PE da canna
da zucchero
100% bio-based

Applicazioni

prodotti usa e getta, giocattoli, beni di
consumo

Materiali sostituiti

PE

Colori e finiture

colorazioni possibili ma con limitazioni a
determinate masterbatch per garantire le
proprietà di bio-based e biodegradabile.
Presenza di fibre con maggiori o minori
percentuali.

Processabilità

Stampaggio ad iniezione

References

www.jeluplast.com/en/

Dati tecnici

Densità - 1,05 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a rottura - 1,2 %

Modulo elastico - 4850 MPa

Resistenza a trazione - 39 MPa

Note: durezza comparabile a quella del legno.
Non conduttivo elettricamente.



PAPERSTONE

EVOSTONE

Campione n° 14



I pannelli PaperStone vengono prodotti con carta e cartone riciclati. Dopo aver ottenuto strati sovrapposti di carta, questi vengono successivamente impregnati con un resina denominata PetroFree, proveniente dagli anacardi. Per la colorazione vengono impiegati pigmenti naturali al posto dei coloranti tradizionali, assicurando una maggiore resistenza ai raggi UV, colori stabili e una distribuzione omogenea del colore. PaperStone può essere facilmente riparato, pulito e mantenuto grazie a oli naturali, come il legno.



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Verg.+ Scarto - seconda vita



Dismissione
Riciclabile

Fonte

fibre di cellulosa e resina bio-based
100% bio-based

Applicazioni

piani di lavoro, arredo, beni di consumo

Materiali sostituiti

pannelli multistrato

Colori e finiture

nessuna limitazione, ma presenza di
irregolarità dovute alle fibre

Processabilità

Fresatura, foratura, lavorazioni classiche
di falegnameria

References

www.evostone-europe.com

Dati tecnici

Densità - 1,33 g/cm³

Durezza - 91 (Shore D)

Allungamento a rottura - 1,2 %

Modulo elastico - 7467 MPa

Resistenza a trazione - 71 MPa

Note: idrorepellente, resistente ai graffi,
atossico e resistente alle alte temperature.



ARBOFILL KOKOS

TECNARO

Campione n° 15



ARBOFILL è una famiglia di composti di realizzati con materiali rinnovabili e materie plastiche. La finitura offerta è quella naturale con presenza di fibre e la lavorabilità del materiale lo rende adatto allo stampaggio ad iniezione. Come per tutti i materiali Tecnar, anche qui le materie prime fossili vengono sostituite in una percentuale significativa da fonti rinnovabili, conservando così risorse limitate. Le applicazioni sono svariate e ci sono tipologie adatte al contatto alimentare e lavabile in lavastoviglie.



Rinnovabilità risorse
Materiali semi-rinnovabili



Origine risorse
Vergine



Dismissione
Riciclabile

Fonte

composito materiali rinnovabili e
polimeri classici
80% bio-based

Applicazioni

articoli casalinghi, packaging, sedie,
profili, appendiabiti

Materiali sostituiti

polimeri a base fossile

Colori e finiture

colore naturale con fibre visibili in abete,
faggio o cocco

Processabilità

stampaggio ad iniezione, estrusione di
profili, soffiaggio

References

<https://www.tecnaro.de/en/>

prodotto: www.woodywood.altervista.org/arbofill/

Dati tecnici

Densità - 1,00 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a rottura - 3 %

Modulo elastico in trazione - 2300 MPa

Resistenza a trazione - 27 MPa

Note: forza d'impatto da moderata a elevata;
resistenza termica da moderata a elevata.



AGRIPLAST NFPP 3070

BIOWERT

Campione n° 16



AgriPlast NFPP è un composito di fibre di cellulosa ottenuta da erba di prato e polipropilene in diverse percentuali, in questo caso 30% di fibre e 70% di polipropilene. Il polipropilene utilizzato in questo caso è riciclato, ma la base potrebbe essere anche PE o PCL sempre riciclati oppure PLA. Grazie alle fibre utilizzate presenta ottime caratteristiche superiori a quelle delle plastiche convenzionali. Questo è facilmente osservabile nell'utilizzo di questo tipo di materiale nel packaging.



Rinnovabilità risorse
Materiali semi-rinnovabili



Origine risorse
Verg.+ Scarto - seconda vita



Dismissione
Riciclabile

Fonte

30% fibre di cellulosa
70% polipropilene riciclato

Applicazioni

beni di consumo, settore cosmetico,
gadget

Materiali sostituiti

polimeri a base fossile

Colori e finiture

nessuna limitazione, ma presenza di
fibre

Processabilità

stampaggio ad iniezione, considerato
molto lavorabile

References

www.biowert.com

Dati tecnici

Densità - 0,98 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a rottura - 4,1 %

Modulo elastico in trazione - 1762 MPa

Resistenza a trazione - 25,8 MPa

Note: leggero rispetto agli altri compositi rinforzati con fibre. Stabile dimensionalmente, resistente ad alte temperature e alle abrasioni.



AGRIPLAST NFPP 5050

BIOWERT

Campione n° 17



AgriPlast NFPP è un composito di fibre di cellulosa ottenuta da erba di prato e polipropilene in diverse percentuali, in questo caso 30% di fibre e 70% di polipropilene. Il polipropilene utilizzato in questo caso è riciclato, ma la base potrebbe essere anche PE o PCL sempre riciclati oppure PLA. Grazie alle fibre utilizzate presenta ottime caratteristiche superiori a quelle delle plastiche convenzionali. Diversamente dal NFPP3070, presenta alcuni valori migliori, soprattutto nel modulo elastico, ma un minor allungamento a rottura, dovuto alla maggior presenza di fibre.



Rinnovabilità risorse
Materiali semi-rinnovabili



Origine risorse
Verg.+ Scarto - seconda vita



Dismissione
Riciclabile

Fonte

50% fibre di cellulosa
50% polipropilene riciclato

Applicazioni

beni di consumo, settore cosmetico,
gadget

Materiali sostituiti

polimeri a base fossile

Colori e finiture

nessuna limitazione, ma presenza di
fibre

Processabilità

stampaggio ad iniezione, considerato
molto lavorabile

References

www.biowert.com

Dati tecnici

Densità - 1,00 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a rottura - 2 %

Modulo elastico in trazione - >3500 MPa

Resistenza a trazione - /

Note: leggero rispetto agli altri compositi rinforzati con fibre. Stabile dimensionalmente, resistente ad alte temperature e alle abrasioni.



FLAT PP

BIOWERT

Campione n° 18



Flax PP è un materiale per lo stampaggio ad iniezione con fibre di lino e polipropilene. Entrambi i materiali sono residui non trasformati dell'industria automobilistica e soddisfano gli standard qualitativi del settore. Il materiale può essere trasformato con macchinari convenzionali per lo stampaggio ad iniezione. I prodotti realizzati FlaxPP mantengono un aspetto ed una sensazione al tatto molto naturale.



Rinnovabilità risorse
Materiali semi-rinnovabili



Origine risorse
Scarto + Scarto - filiera



Dismissione
Riciclabile

Fonte

50% fibre di lino
50% polipropilene riciclato
100% da riciclato

Applicazioni

settore automobilistico, beni di consumo, settore cosmetico, gadget

Materiali sostituiti

PP, ABS

Colori e finiture

nessuna limitazione, ma presenza di fibre

Processabilità

stampaggio ad iniezione

References

www.biowert.com

Dati tecnici

Densità - 1,00 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a rottura - 2,5 %

Modulo elastico in trazione - >5000 MPa

Resistenza a trazione - /

Note: elevate proprietà meccaniche. Stabile dimensionalmente.



PET/PETCOPOLYESTER

SMILE

Campioni n° 19-20-21



I prodotti Smile Plastic sono molto versatili e si adattano ad una vasta gamma di applicazioni, anche a larga scala. Ogni pannello è unico e costituito da materiale 100% riciclato e 100% riciclabile. Il materiale è facile da lavorare, da pulire e da mantenere nel tempo.

Non sono state riscontrate emissioni di VOC, tutta la gamma di pannelli è realizzata con rifiuti di plastica riciclata chimicamente inerte.

Fanno parte di questa categoria: Charcoal, Kaleido, Ocean, Grey Mist.



Rinnovabilità risorse
Materiali non rinnovabili



Origine risorse
Scarto - seconda vita



Dismissione
Riciclabile

Fonte

Riciclato da packaging - PET/
PETCOPOLYESTER
100% riciclato

Applicazioni

piani di lavoro, arredo, gioielli, beni di
consumo, interni

Materiali sostituiti

pannelli multistrato

Colori e finiture

colori da collezione; finitura opaca /
piallata e lucidabile

Processabilità

lavorazione a macchina, formatura a
caldo, foratura, taglio (router, CNC),
taglio ad acqua e fissato con adesivi e
viti

References

www.smile-plastics.com

Dati tecnici

Densità - 1,27 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a snervamento - /

Modulo elastico - 1540 Mpa

Resistenza a trazione - 37,1 MPa

Note: resistente all'acqua e ai raggi UV.
Resistenza moderata ai graffi.



HIPS

SMILE

Campione n° 22



I prodotti Smile Plastic sono molto versatili e si adattano ad una vasta gamma di applicazioni, anche a larga scala. Ogni pannello è unico e costituito da materiale 100% riciclato e 100% riciclabile. Il materiale è facile da lavorare, da pulire e da mantenere nel tempo.

Non sono state riscontrate emissioni di VOC, tutta la gamma di pannelli è realizzata con rifiuti di plastica riciclata chimicamente inerte.

Fa parte di questa categoria la finitura Alba.



Rinnovabilità risorse
Materiali non rinnovabili



Origine risorse
Scarto - seconda vita



Dismissione
Riciclabile

Fonte

Riciclato da barattoli di yogurt - HIPS
100% riciclato

Applicazioni

piani di lavoro, arredo, gioielli, beni di
consumo, interni

Materiali sostituiti

pannelli multistrato

Colori e finiture

colori da collezione; finitura opaca /
piallata e lucidabile

Processabilità

lavorazione a macchina, formatura a
caldo, foratura, taglio (router, CNC),
taglio ad acqua e fissato con adesivi e
viti

References

www.smile-plastics.com

Dati tecnici

Densità - 1,05 g/cm³

Durezza - /

Allungamento a snervamento - /

Modulo elastico - /

Resistenza a trazione - 20 MPa

Note: resistente all'acqua; Resistenza
moderata ai graffi; bassa resistenza ai raggi
UV



HDPE

SMILE

Campioni n° 23-24



I prodotti Smile Plastic sono molto versatili e si adattano ad una vasta gamma di applicazioni, anche a larga scala. Ogni pannello è unico e costituito da materiale 100% riciclato e 100% riciclabile. Il materiale è facile da lavorare, da pulire e da mantenere nel tempo.

Non sono state riscontrate emissioni di VOC, tutta la gamma di pannelli è realizzata con rifiuti di plastica riciclata chimicamente inerte.

Fa parte di questa categoria la finitura Blue Dapple, Black Dapple.



Rinnovabilità risorse
Materiali non rinnovabili



Origine risorse
Scarto - seconda vita



Dismissione
Riciclabile

Fonte

Riciclato da packaging - HDPE
100% riciclato

Applicazioni

piani di lavoro, arredo, gioielli, beni di
consumo, interni

Materiali sostituiti

pannelli multistrato

Colori e finiture

colori da collezione; finitura opaca /
piallata e lucidabile

Processabilità

lavorazione a macchina, formatura a
caldo, foratura, taglio (router, CNC),
taglio ad acqua e fissato con adesivi e
viti

References

www.smile-plastics.com

Dati tecnici

Densità - 0,95 g/cm³

Durezza - 62 (Shore D)

Allungamento a snervamento - /

Modulo elastico - 700 MPa

Resistenza a trazione - 17 MPa

Note: resistente all'acqua; Resistenza
moderata ai graffi; bassa resistenza ai raggi
UV



DURAT RAL

DURAT

Campione n° 25



Durat offre un'ampia gamma di colori e possibilità di poliestere riciclato. Il materiale riciclato viene ridotto in piccoli granuli che conferiscono l'aspetto caratteristico di questo materiale. La produzione offre differenti opzioni di pannelli e arredo bagno. Durat è sicuro per quanto riguarda le emissioni di VOC e adatto al contatto alimentare.

Il materiale è resistente all'usura e può essere facilmente rinnovato con una carteggiatura.



Rinnovabilità risorse
Materiali non rinnovabili



Origine risorse
Scarto - seconda vita



Dismissione
Riciclabile

Fonte

Poliestere riciclato
fino al 50% riciclato

Applicazioni

piani di lavoro, arredo, interni

Materiali sostituiti

pannelli multistrato

Colori e finiture

colori da collezione; finitura opaca /
piallata e lucidabile

Processabilità

fresatura, foratura, lavorazioni da
falegnameria

References

www.durat.com/home/

Dati tecnici

Densità - 1,41 g/cm³

Durezza - 62 (Shore D)

Allungamento a rottura - 0,3 %

Modulo elastico in trazione - 4780 MPa

Resistenza a trazione - 16,1 MPa

Note: resistente ai graffi, agli agenti chimici e
all'umidità.

Il tempo a disposizione per completare il test è stato di 3 giorni, dopodiché è stato possibile analizzare i dati. Da una prima valutazione si è rilevato che le risposte sono state abbastanza omogenee e in linea con le aspettative precedentemente illustrate.

Il passo successivo è stato quello di organizzare i dati per materiale, calcolare le medie e la *standard deviation* relativa alle valutazioni numeriche e unire la parte degli aggettivi e delle immagini.

Per quanto riguarda la parte di valutazione numerica, emergono divergenze, osservabili dalla *standard deviation* soprattutto quando i materiali risultano ambigui. Questo è avvenuto sia nella parte di percezione di naturalezza e sostenibilità, sia nella parte di analisi sensoriale: il motivo è dovuto dall'impossibilità di osservare direttamente il campione ed avere una conoscenza più approfondita del materiale.

Nella parte più interattiva, dove sono stati attribuiti aggettivi ed immagini è stato possibile capire quali fossero le tipologie caratteristiche più osservate e le immagini maggiormente associate.

Si è potuto così procedere ad una divisione degli attributi secondo le categorie descrittive elaborate da Karana e riprese da Barhudin²⁹³ (Tab. 10). Sono state considerate le scelte più numerose tra le varie categorie per ciascun materiale; ad esse è stato assegnato un punteggio da 6 a 1 corrispondente alla prima e ultima scelta (0 nel caso non fossero stati

293. Bahrudin F. I., Aurisicchio M. (2018). *The appraisal of sustainable materials*. International Design Conference, pp. 2575–2584 in riferimento a Karana E. (2009). *Meanings of Materials*. PhD thesis, Delft University of Technology.

Valutazione delle categorie descrittive

descrizione dell'uso - si riferisce a un prodotto specifico o ad un ambiente unico in cui un materiale viene impiegato per uno scopo particolare. Es. maniglia di forma organica

processo di fabbricazione - esprime le tecniche di produzione o trattamento applicate per il prodotto valutato. Es. smaltato

descrizione tecnica - si riferisce a proprietà tecniche quantificabili, che derivano principalmente dalla struttura chimica del materiale. Es. forza

descrizione sensoriale - facendo riferimento alle interazioni tra materiali e utenti attraverso i cinque sensi, vista, tatto, olfatto, gusto e udito. Es. liscio

descrizione emotiva - i sentimenti soggettivi delle persone verso un materiale, spesso automatici ed inconsci. Es. sorpresa

descrizione associativa - associazione a un altro elemento o contesto che richiede il recupero dalla memoria e dall'esperienza passata. Es. come il formaggio

descrizione semantica espressiva - i caratteri che attribuiamo ai materiali dopo l'input sensoriale iniziale. Es. moderno

*Tab. 10: le categorie descrittive di valutazione e le loro definizioni. Fonte: Bahrudin F. I., Aurisicchio M. (2018). *The appraisal of sustainable materials*. International Design Conference, pp. 2575–2584 in riferimento a Karana E. (2009). *Meanings of Materials*. PhD thesis, Delft University of Technology.*

utilizzati gli attributi di una determinata categoria). Dalla somma dei punteggi emerge che le caratteristiche utilizzate per descrivere i materiali sono per lo più tecniche (Fig. 147), dato confermato anche dall'analisi della *standard deviation* (Tab. 11); queste sono seguite dalle caratteristiche sensoriali, semantiche espressive, emotive, associative e di fabbricazione. Nel complesso è stato osservato che, per quanto riguarda l'analisi di materiali particolari, si predilige una descrizione di tipo tecnico, mentre per materiali, come gli ultimi 6, con caratteri abbastanza marcati si fa leva sull'aspetto sensoriale.

Parallelamente le immagini selezionate sono coerenti con l'attributo a cui corrispondono e anche abbastanza in linea con il materiale a cui si riferiscono. A questo proposito c'è da precisare che le relazioni attributo-immagine possono variare di campione in campione perché portatrici di impressioni e significati diversi in base a ciò che si sta analizzando.

Infine c'è da sottolineare che nonostante alcuni materiali abbiano ricevuto più valutazioni, dal momento che sono stati proposti per più gruppi di designer per questioni logistiche, i risultati e l'omogeneità delle valutazioni sono comparabili con quelli con la metà delle valutazioni (7 a fronte delle possibili 14).

Seguono le schede con i risultati per ciascun campione. Ogni scheda riporta i valori percettivi con relativa *standard deviation*, il grafico relativo

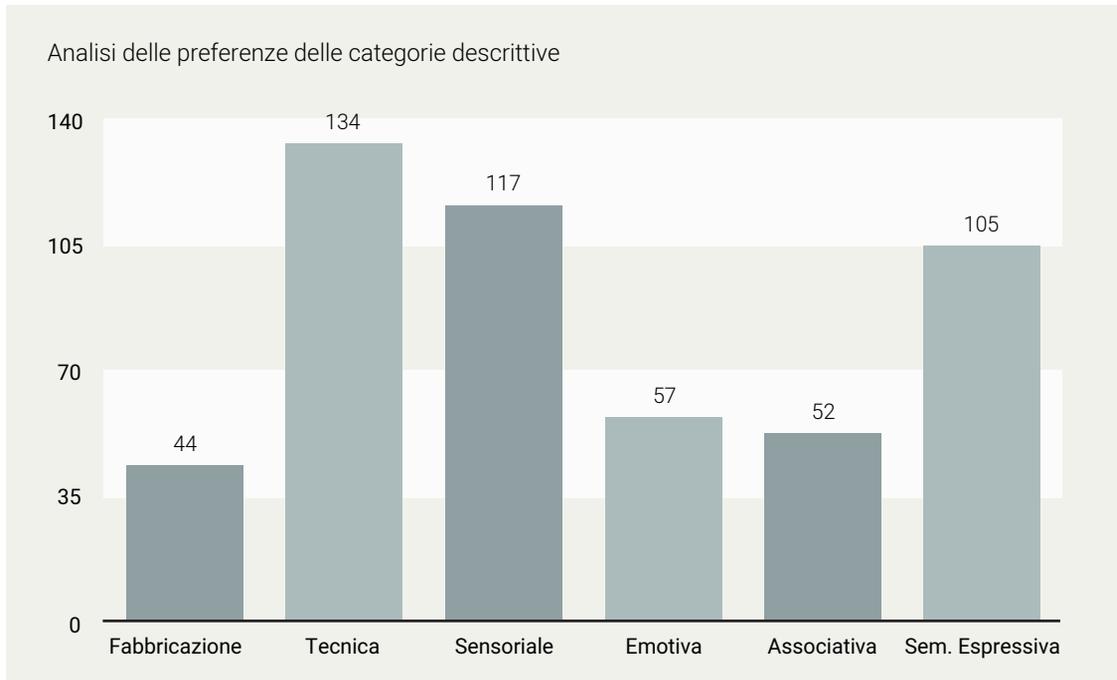


Fig. 147: grafico riguardante le preferenze delle categorie descrittive. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

	Fabbricazione	Tecnica	Sensoriale	Emotiva	Associativa	Sem. Espress.
Somma	44	134	117	57	52	105
Media	1,76	5,36	4,68	2,28	2,08	4,2
Dev. standard	1,33	0,81	1,35	1,49	1,35	1,19

Tab. 11: somma, media e standard deviation riguardante le preferenze delle categorie descrittive. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.

agli attributi ed una tavola con le immagini che hanno ricevuto un maggior numero di scelte oppure, se a pari merito, sono state ritenute più appropriate.

Grazie all'organizzazione di questi dati e alla definizione di valori verificati per quanto riguarda le valutazioni richieste, è stato possibile implementare le schede prodotto con le caratteristiche percettive, sensoriali e di significato.

ARBOBLEND 3180X

Campione n° 1



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



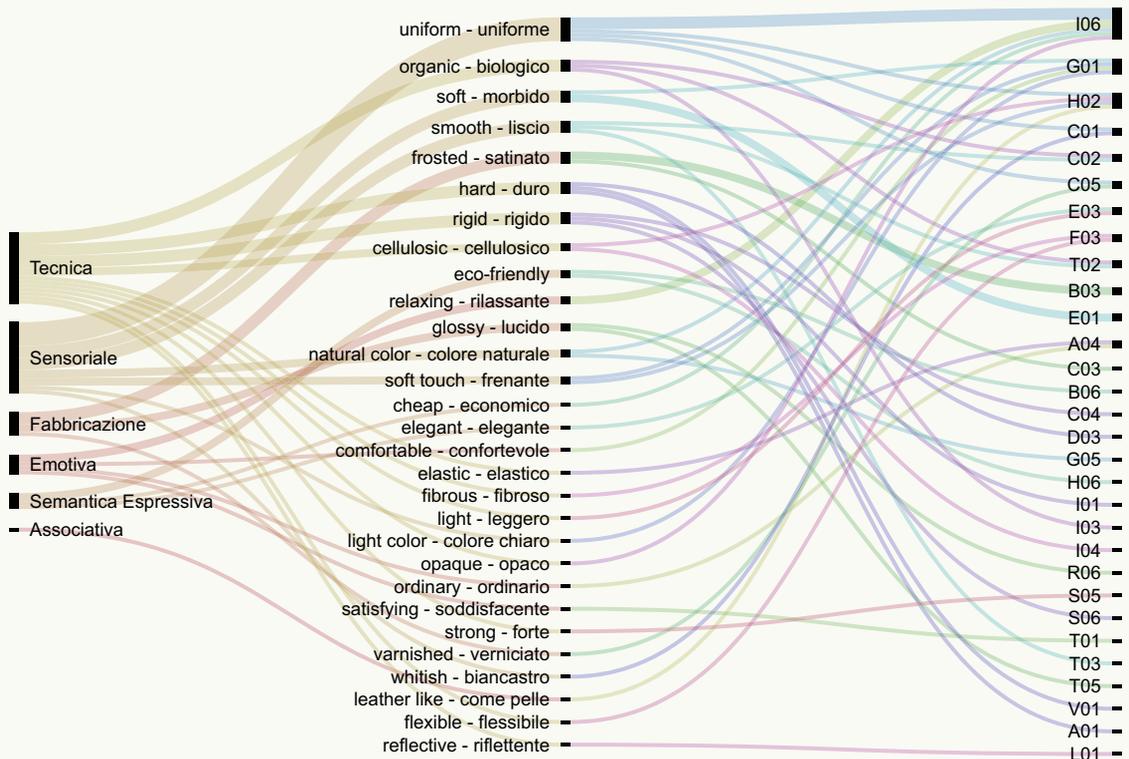
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





biologico - liscio

C02



duro

V01



uniforme - rilassante - naturale - economico - opaco

I06



liscio - biologico

T02



satinato

C03



lucido

R06



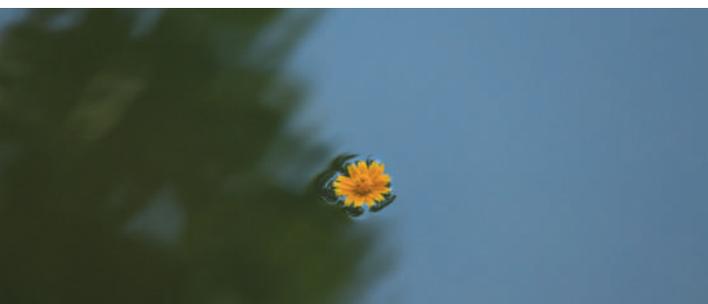
confortevole - morbido - frenante - colore chiaro

G01



soddisfacente

T01



eco-friendly

H06



come pelle

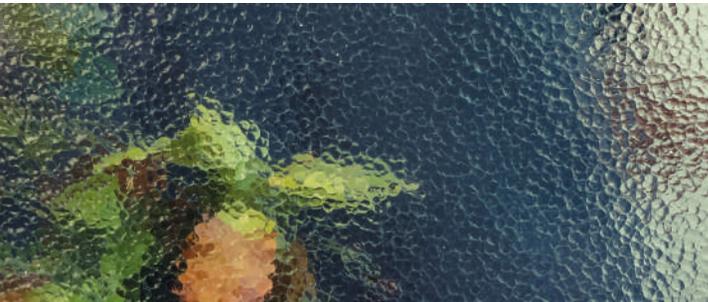
H02



lattiginoso - flessibile - leggero - femminile **E04**



liscio **U04**



traslucento - satinato - plasticoso - nostalgico **B03**



leggero - morbido **G01**



semplice **C05**



industriale **T04**



attraente - traslucento - flessibile - ambiguo **A05**



confortevole **U05**



plasticoso - moderno **T03**



satinato - traslucento - lattiginoso - ruvido **C03**

BIOFOAM

Campione n° 3



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



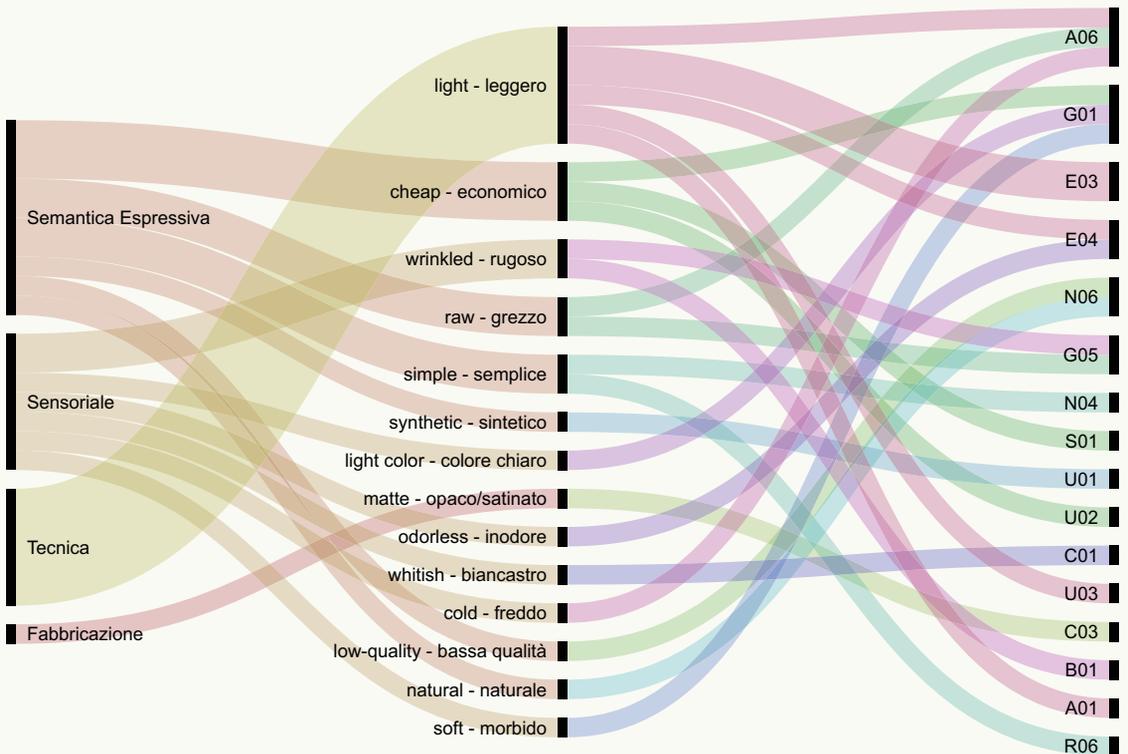
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





economico

S01



grezzo - rugoso

G05



semplice

R06



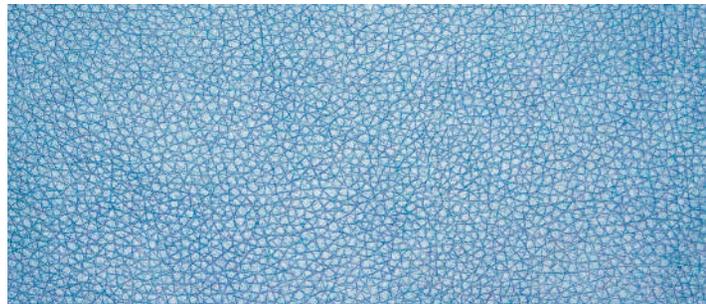
naturale - bassa qualità

N06



biancastro

C01



rugoso

B01



freddo - leggero - grezzo

A06



inodore - leggero

E04



leggero

E03

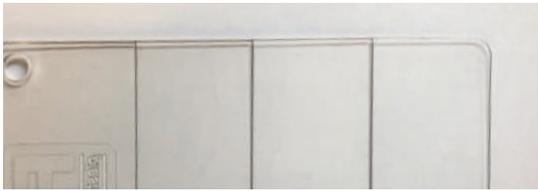


opaco/satinato

C03

BIOGRADE C 5509 CL

Campione n° 4



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



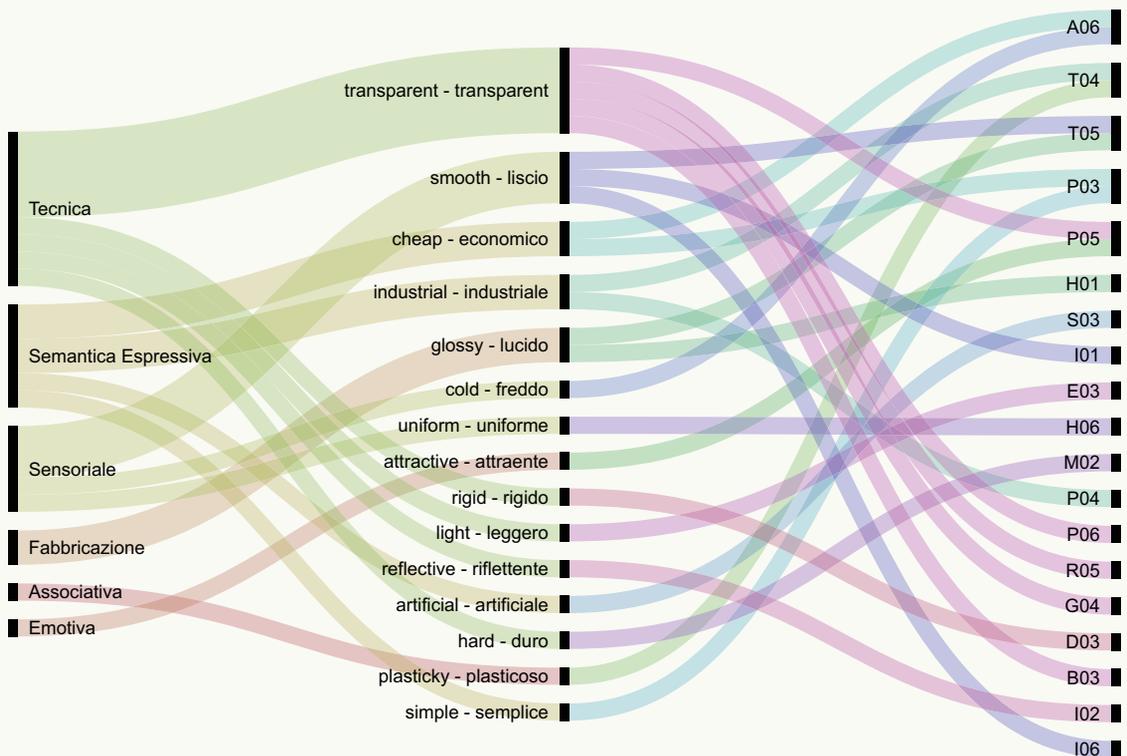
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





trasparente

P06



leggero

E03



riflettente

I02



industriale

P04



semplice - economico

P03



liscio

I01



freddo - economico

A06



lucido - liscio

T05



plasticoso - industriale

T04



attraente - trasparente

P05

KARELINE PLMS 6040

Campione n° 5



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



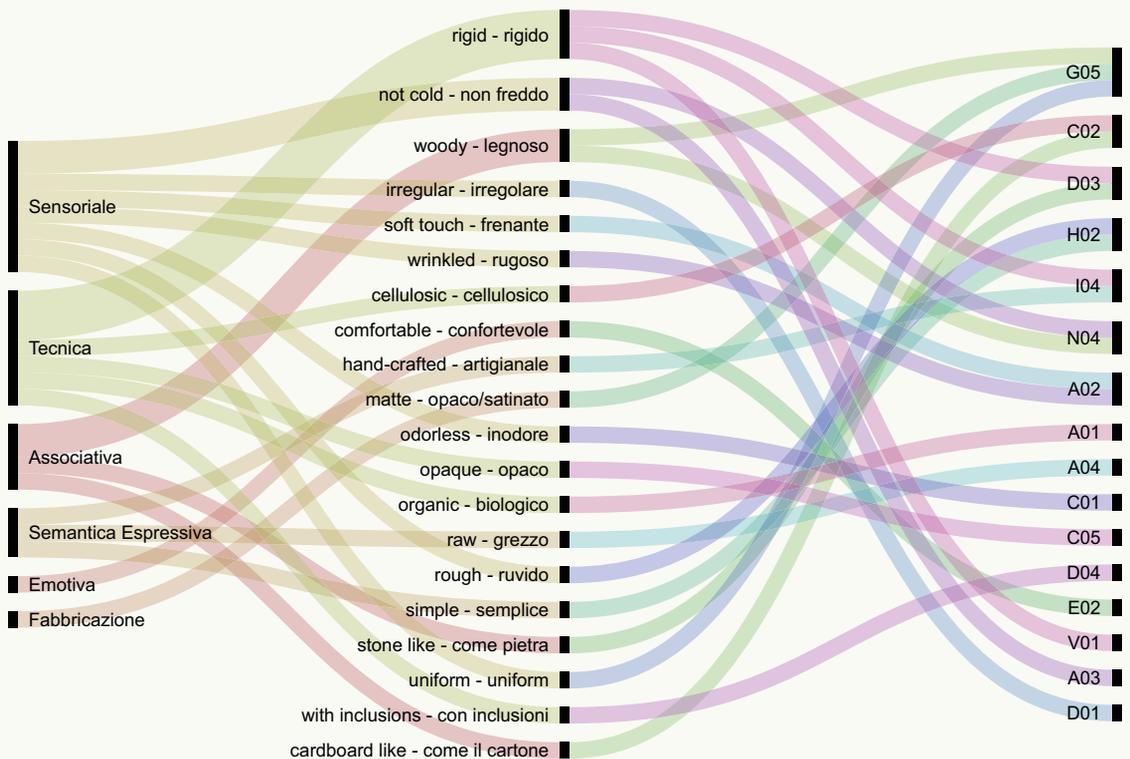
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





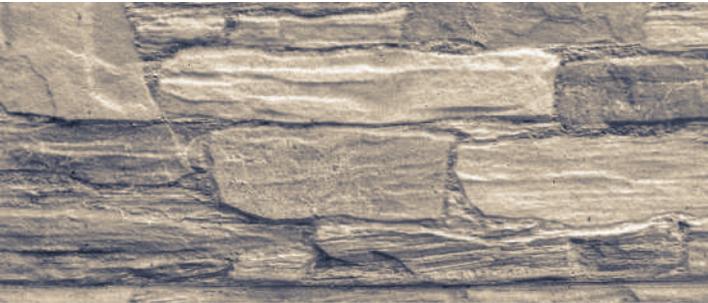
non freddo

A03



frenante - rugoso

A02



rigido - come pietra

D03



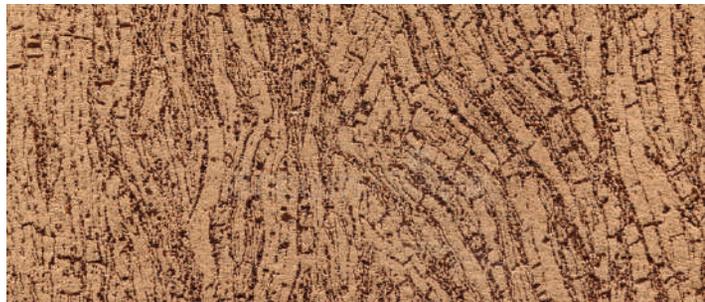
biologico

A01



come il cartone - celluloso

C02



legnoso - non freddo

N04



artigianale - rigido

I04



grezzo

A04



confortevole

E02



opaco/satinato - legnoso - uniforme

G05

DRYFLEX SC 50A82G1N A

Campione n° 6



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



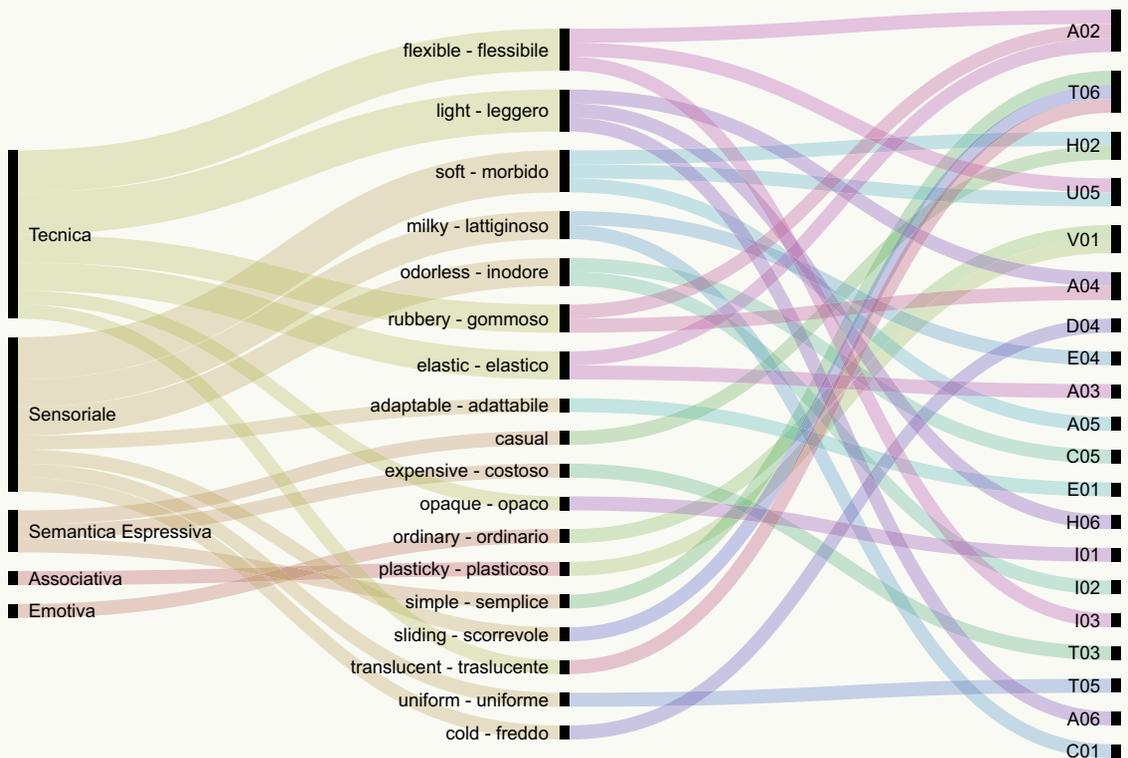
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





flessibile - gommoso - elastico

A02



gommoso - leggero

A04



leggero

A06



traslucente - semplice - scorrevole

T06



lattiginoso

E04



morbido - flessibile

U05



inodore

C05



casual - morbido

H02



costoso

T03



plasticoso - ordinario

V01

APIGO BIO

Campione n° 7



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



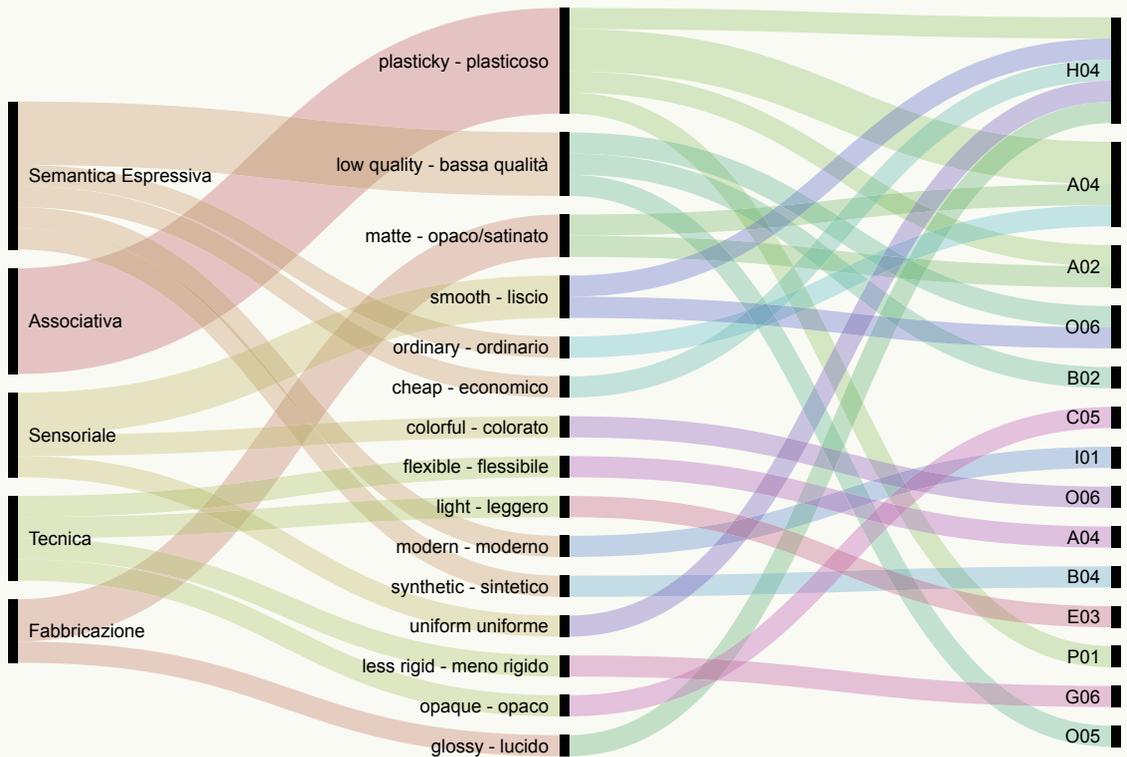
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





bassa qualità

O05



moderno

I01



sintetico

B04



plasticoso - opaco/satinato

A02



liscio - bassa qualità - colorato

O06



meno rigido

G06



leggero

E03



opaco

C05



lucido - plasticoso - liscio - economico - uniforme

H04



opaco/satinato - plasticoso - ordinario - flessibile

A04

VESTAMID TERRA DS22

Campione n° 8



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



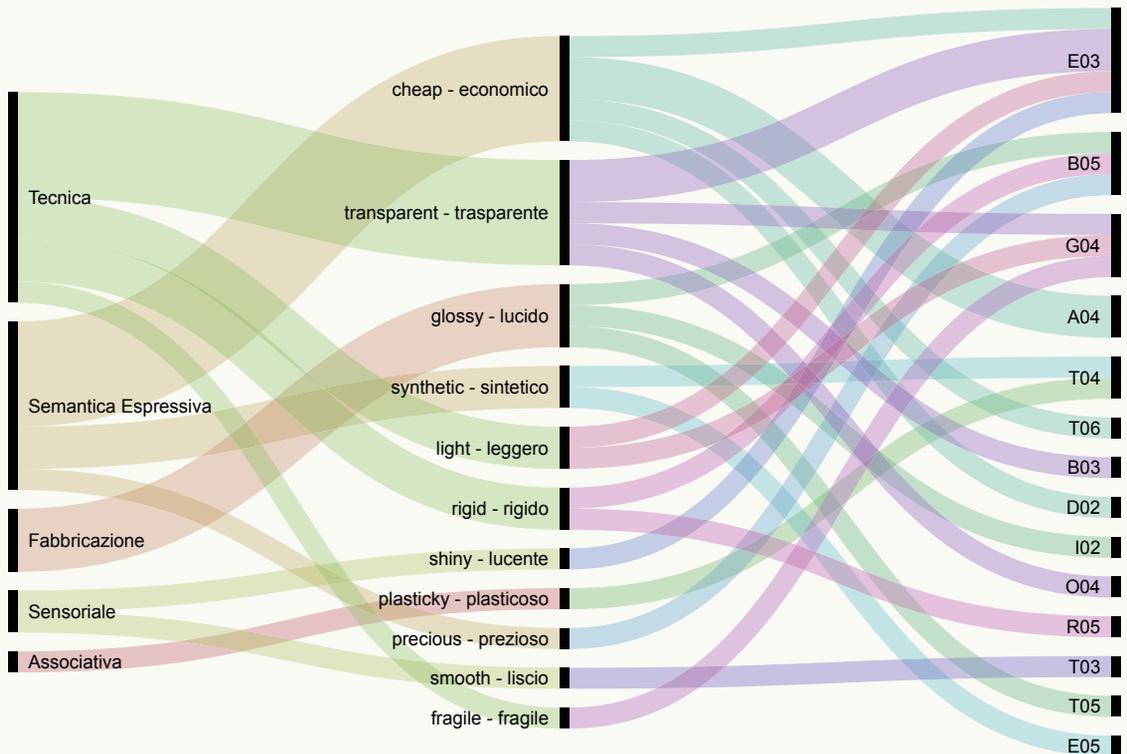
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





trasparente

O04



leggero - trasparente - economico - lucente

E03



fragile - trasparente - leggero

G04



rigido

R05



economico

T06



sintetico

E05



prezioso - lucente - rigido

B05



lucido

I02



liscio

T03



sintetico - plasticoso

T04

FLUIDSOLIDS

Campione n° 9



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



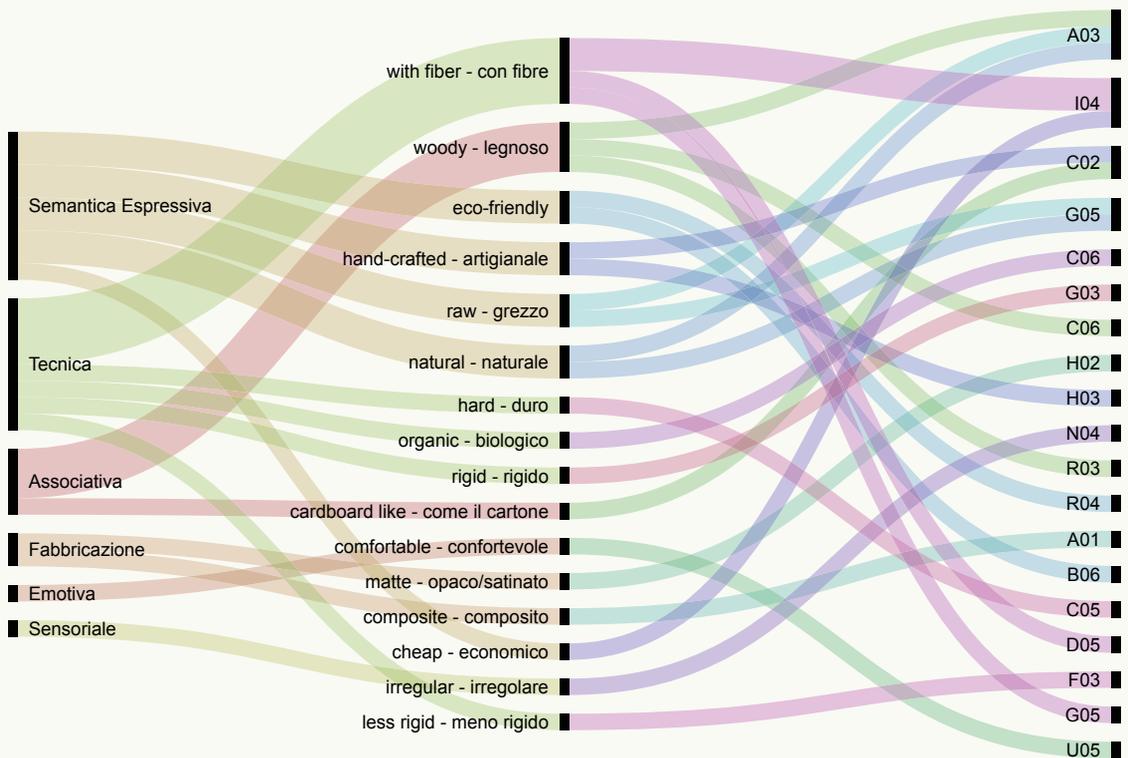
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





eco-friendly

B06



grezzo - naturale

G05



con fibre - economico

I04



biologico

C06



legnoso - grezzo - naturale

A03



come il cartone - artigianale

C02



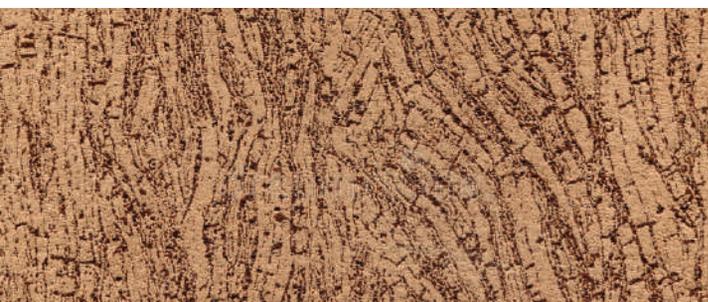
composito

A01



opaco/satinato

H02



irregolare

N04



confortevole

U05

ARBOFORM LV4

Campione n° 10



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



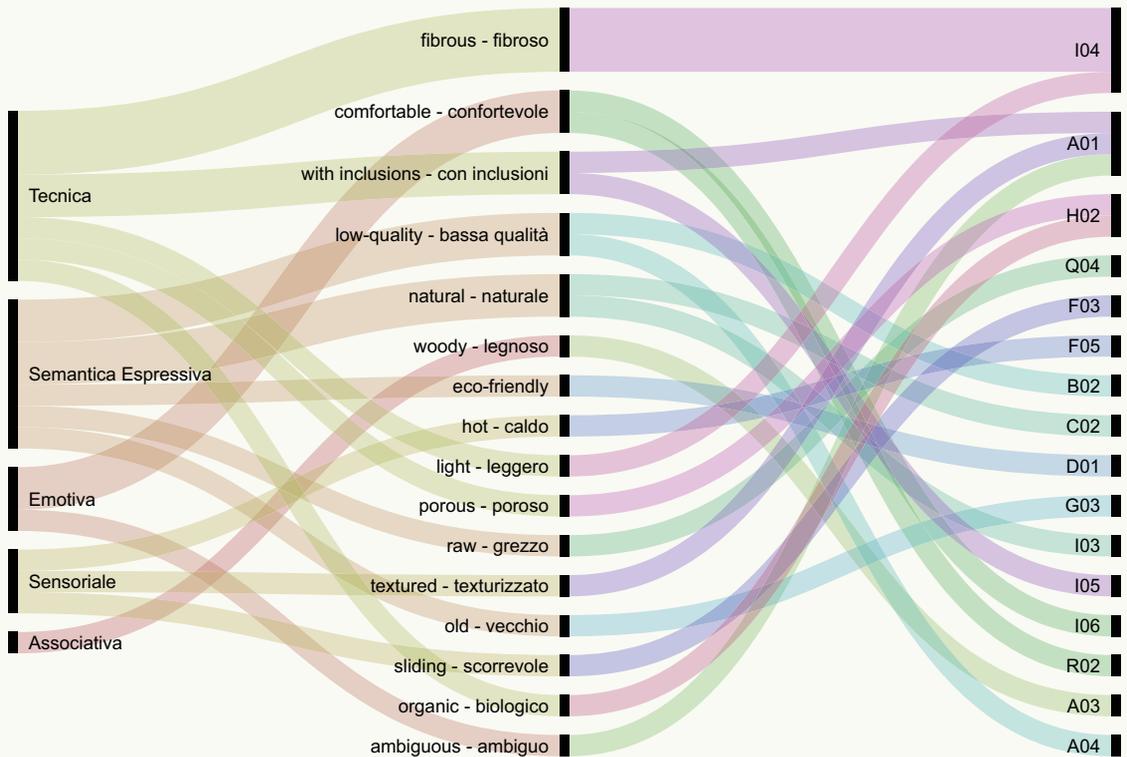
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





fibroso - leggero

I04



con inclusioni

I05



bassa qualità

B02



naturale

I03



grezzo

Q04



comfortevole

R02



ambiguo - texturizzato - con inclusioni

A01



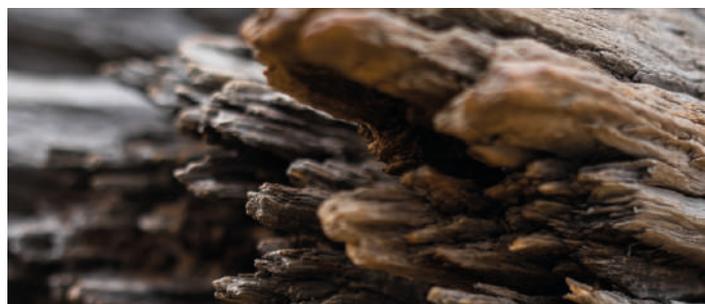
caldo

F05



scorrevole

F03



legnoso

A03

TREEPLAST

Campione n° 11



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



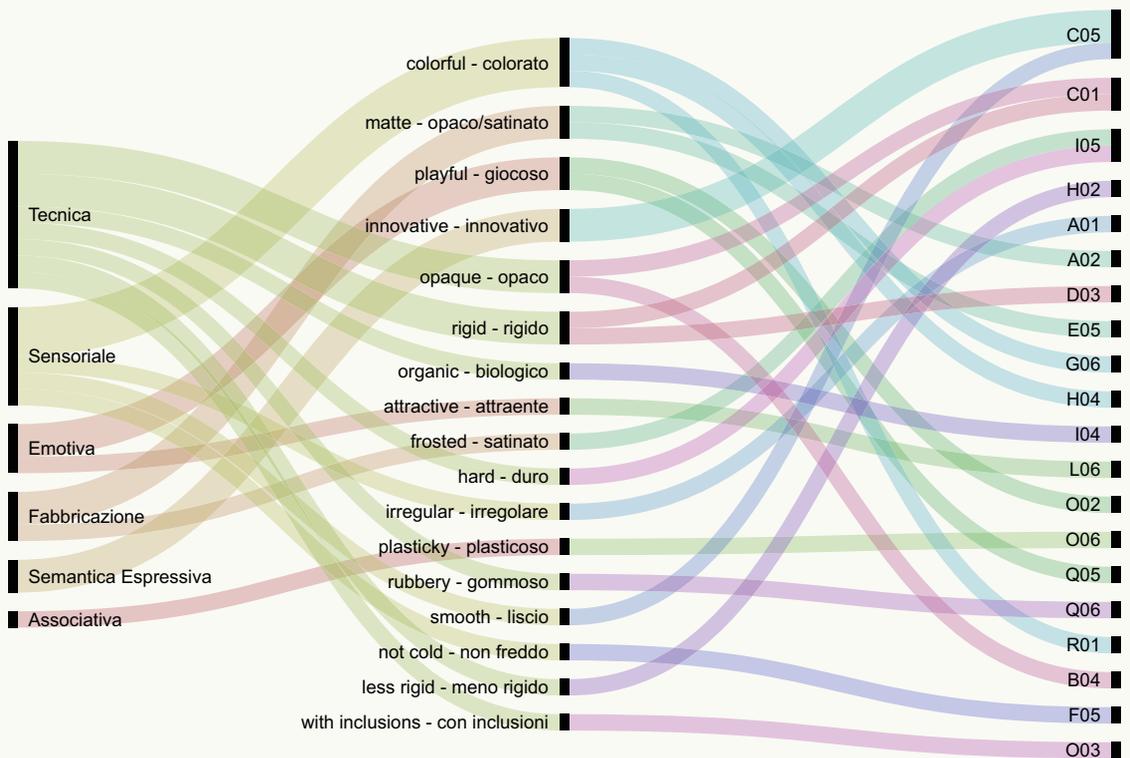
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



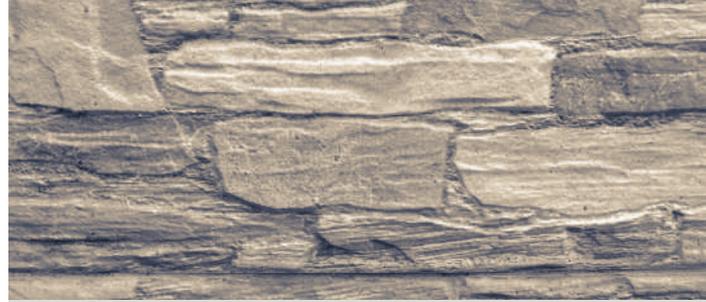
Percezione: satinato - lucido





opaco - rigido

C01



rigido

D03



colorato

R01



irregolare

A01



giocoso

O02



attraente

L06



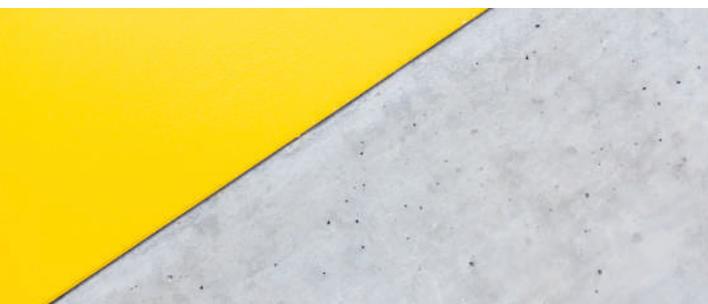
satinato - duro

I05



opaco/satinato

A02



innovativo - liscio

C05



plasticoso

O06

WPC BIO PLA

Campione n° 12



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



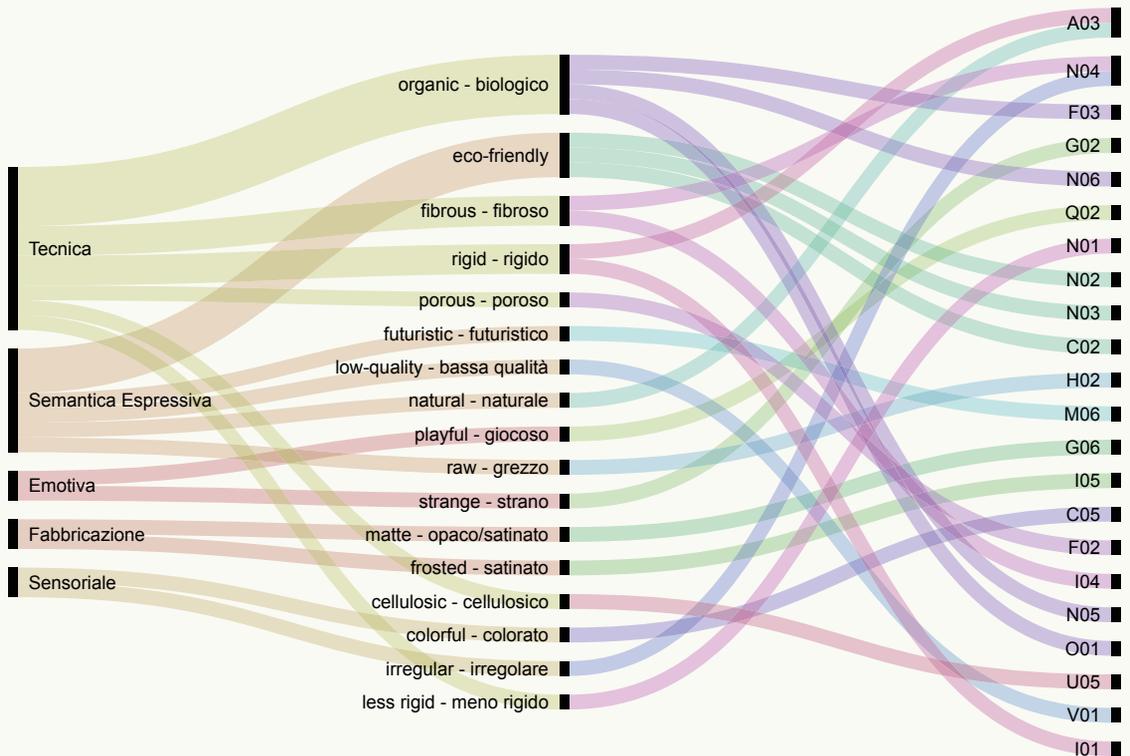
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





biologico

N06



fibroso

104



naturale - rigido

A03



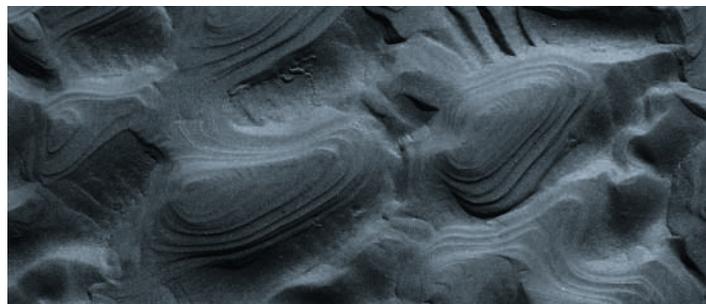
eco-friendly

N03



giocoso

Q02



strano

G02



opaco/satinato

G06



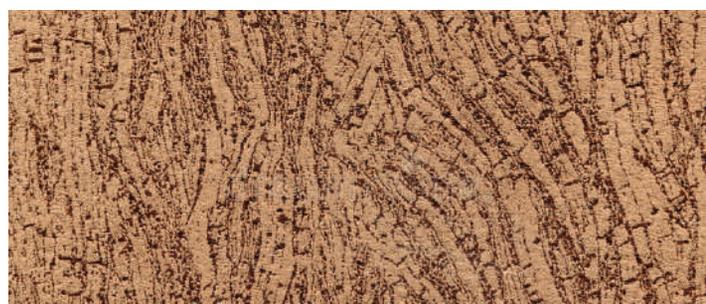
satinato

105



colorato

C05



irregolare - fibroso

N04

WPC BIO PE

Campione n° 13



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



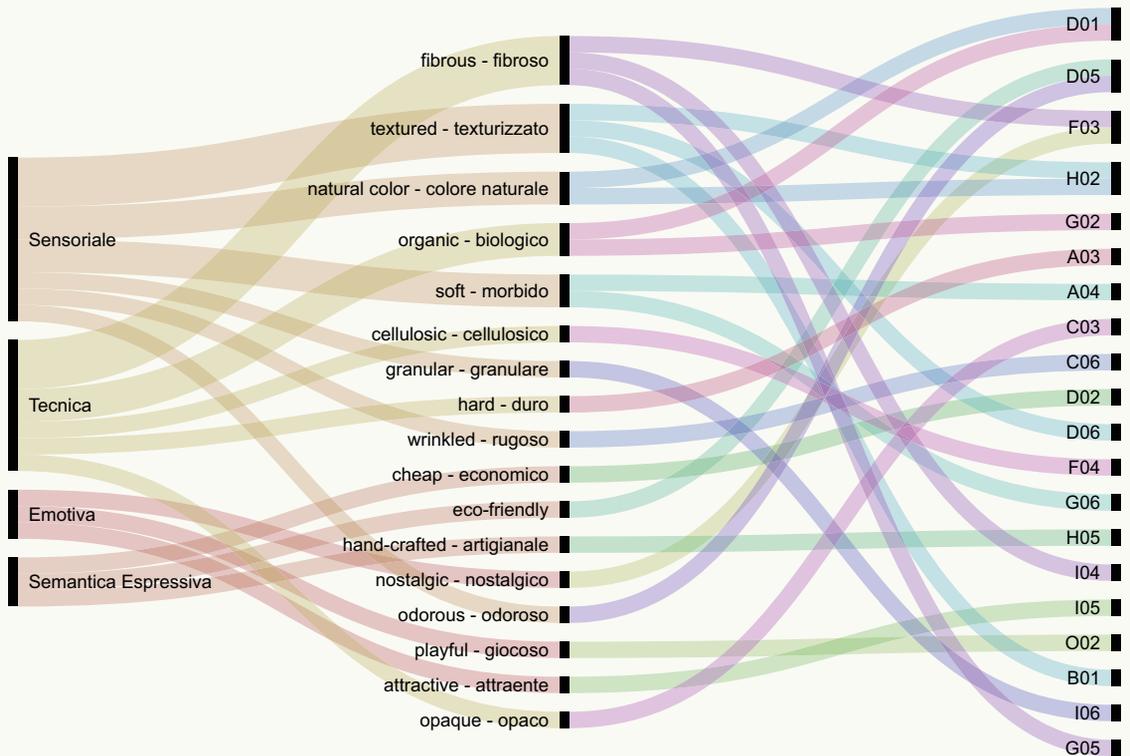
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





texturizzato - colore naturale

H02



granulare

I06



odoroso - eco-friendly

D05



opaco

C03



biologico - colore naturale

D01



fibroso

G05



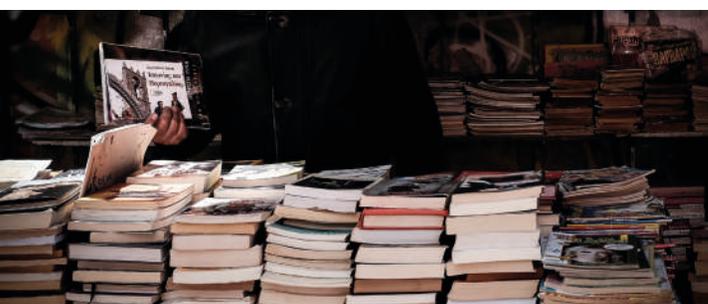
nostalgico - fibroso

F03



attraente

I05



economico

D02



artigianale

H05

PAPERSTONE

Campione n° 14



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



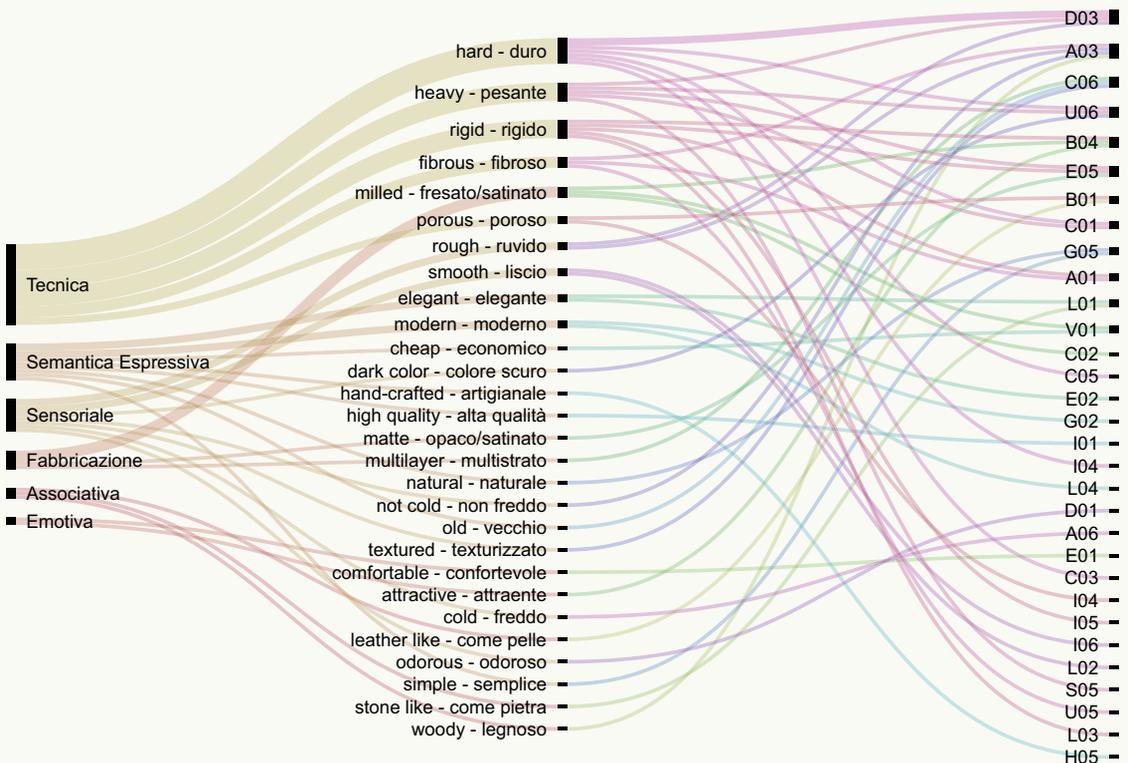
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





duro - pesante - ruvido

D03



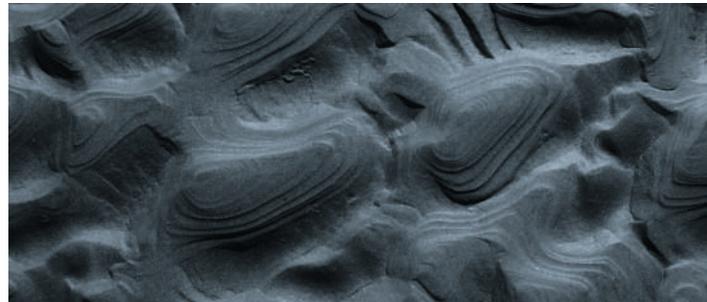
rigido - fresato/satinato - attraente

B04



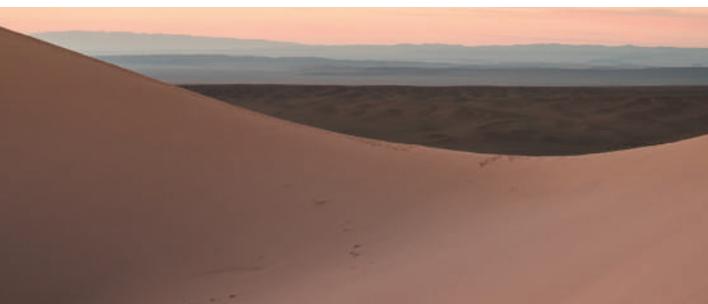
elegante - come pietra

L01



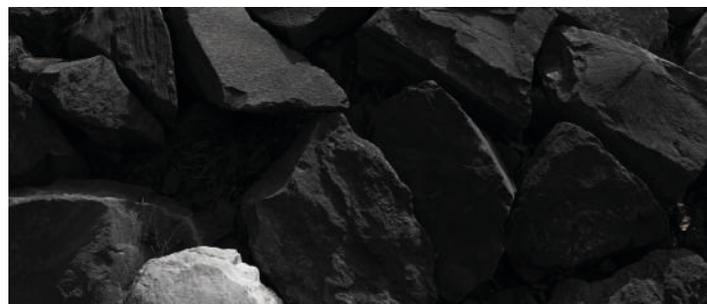
moderno

G02



liscio

I06



colore scuro - duro - pesante

U06



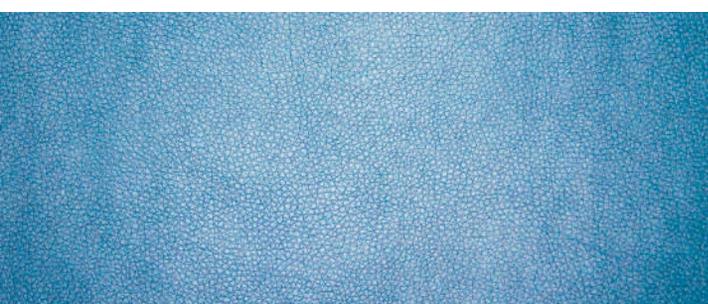
legnoso - ruvido - non freddo - fibroso

A03



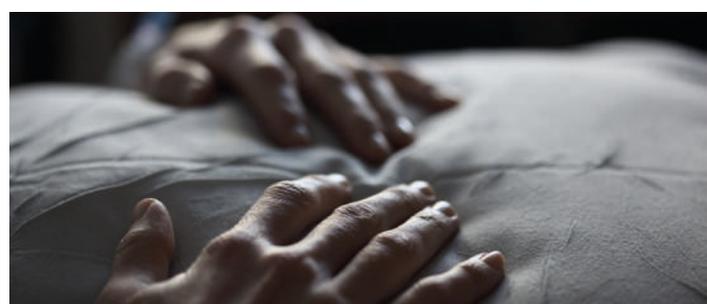
fresato/satinato - economico

V01



come pelle - poroso

B01



confortevole

E01

ARBOFILL KOKOS

Campione n° 15



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



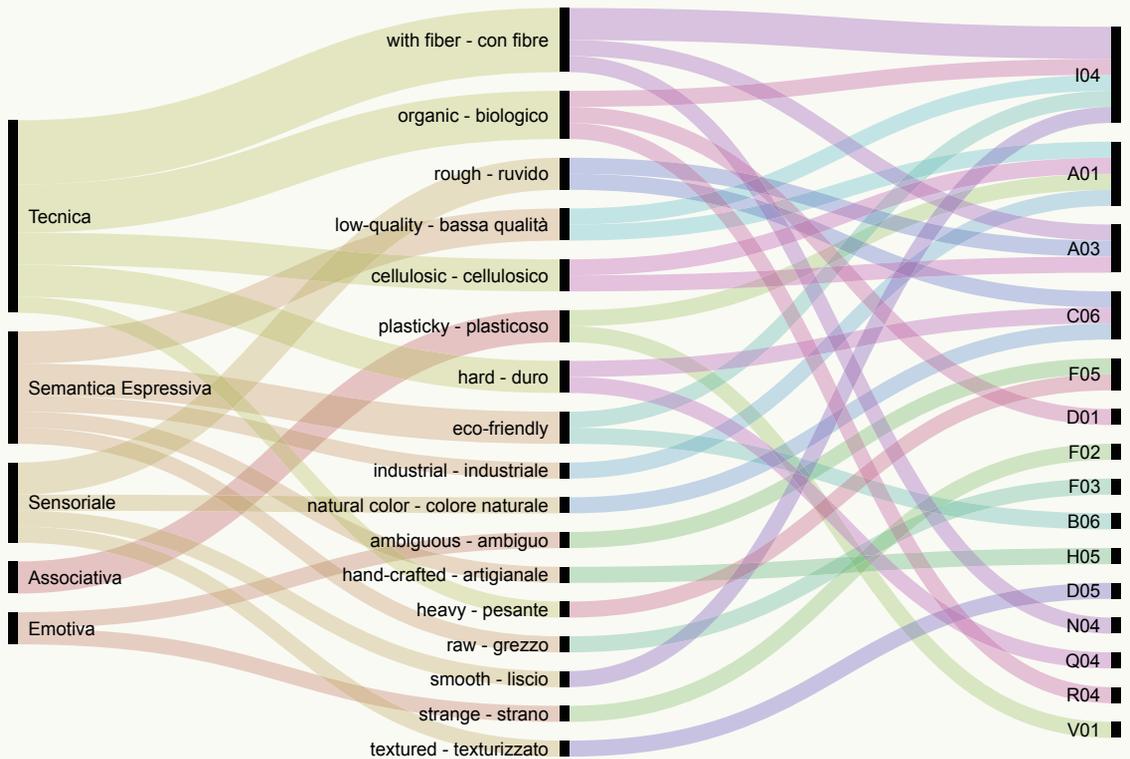
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





con fibre - biologico - bassa qualità - eco-friendly - liscio 104



cellulosico - con fibre - ruvido A03



duro Q04



bassa qualità - cellulosico - plasticoso - industriale A01



eco-friendly B06



grezzo F03



ruvido - duro - colore naturale C06



texturizzato D05



plasticoso V01



ambiguo F05

AGRIPLAST NFPP 3070

Campione n° 16



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



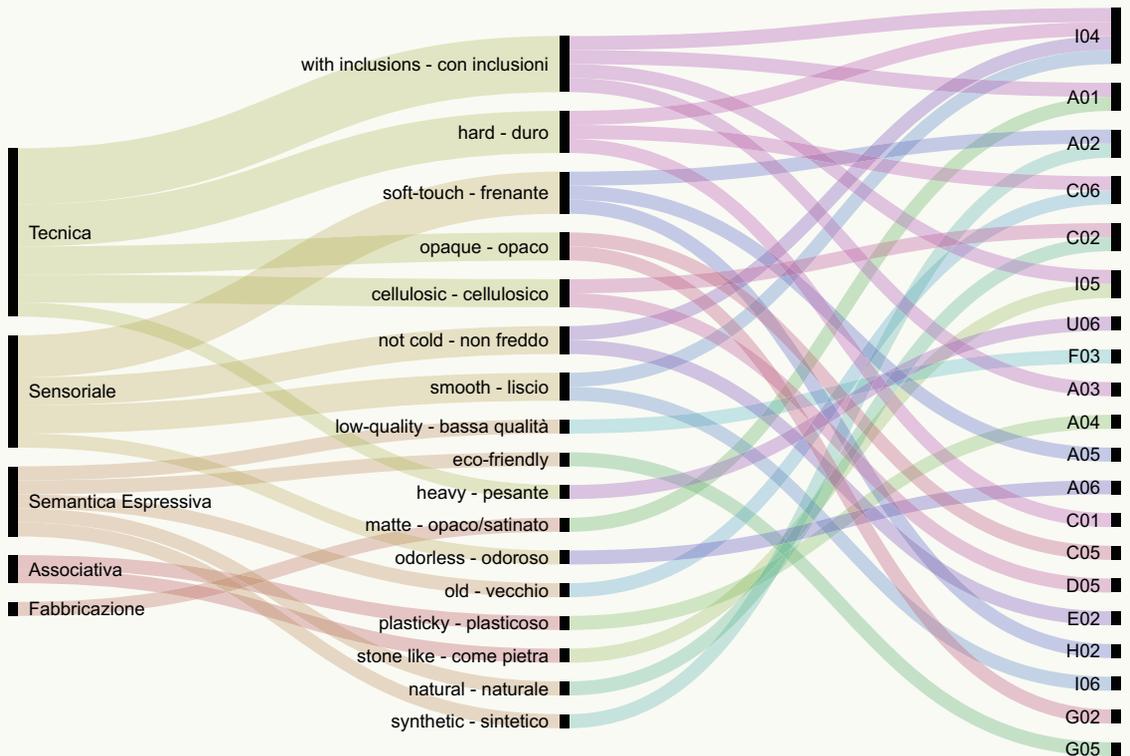
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





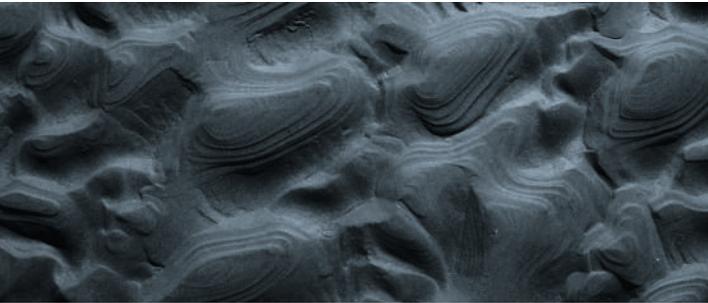
con inclusioni - duro - non freddo - liscio

I04



duro - vecchio

C06



opaco

G02



frenante - sintetico

A02



non freddo

H02



naturale - cellulosico

C02



eco-friendly

G05



plasticoso

A04



come pietra - con inclusioni

I05



opaco/satinato - con inclusioni

A01

AGRIPLAST NFPP 5050

Campione n° 17



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



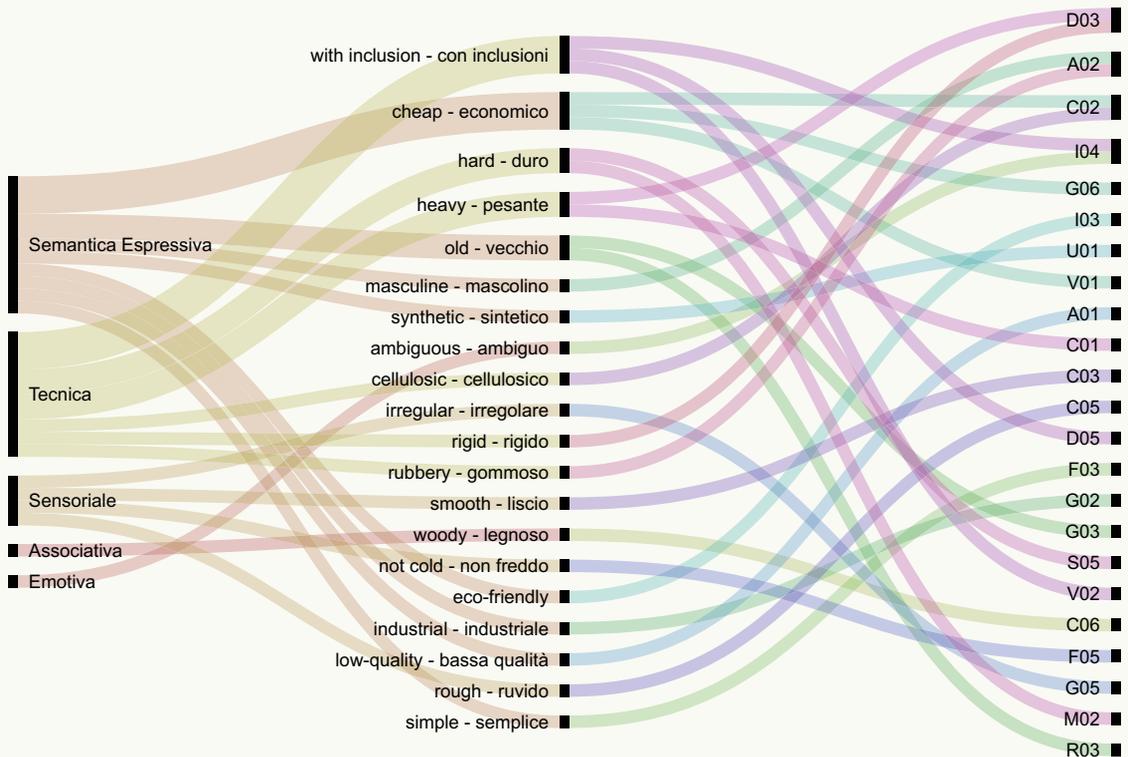
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





vecchio

G03



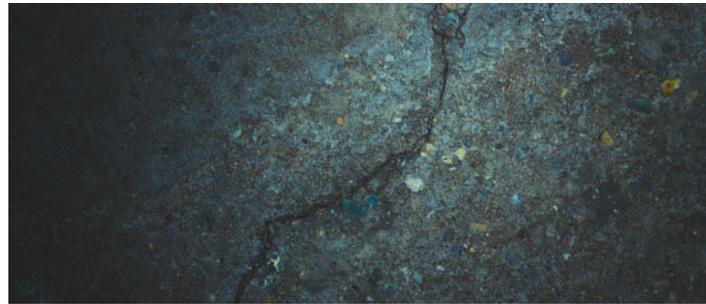
economico

V01



semplice

F03



con inclusioni

V02



cellulosico - economico

C02



gommoso - mascolino

A02



irregolare

G05



liscio

C03



legnoso

D05



ambiguo - con inclusioni

I04

FLAT PP

Campione n° 18



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



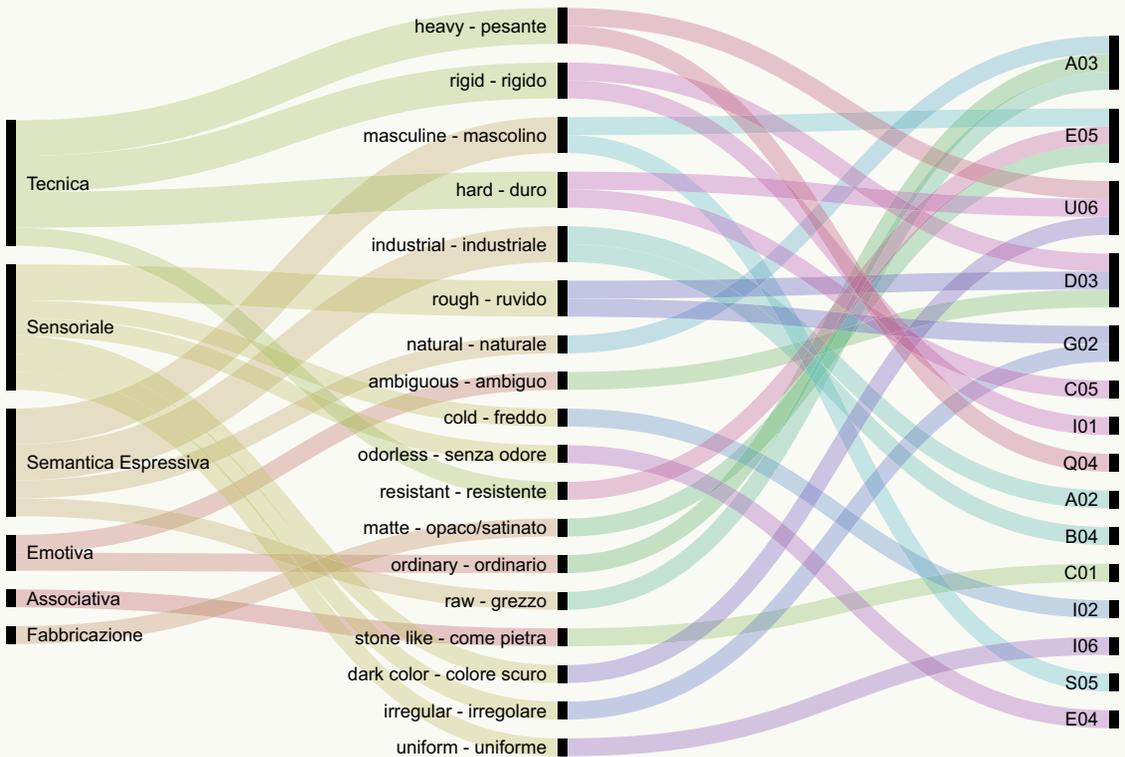
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





pesante

Q04



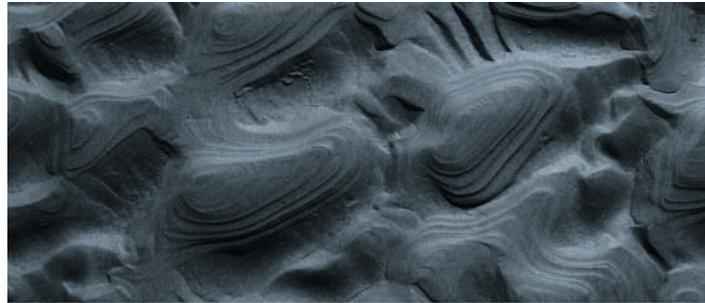
duro

C05



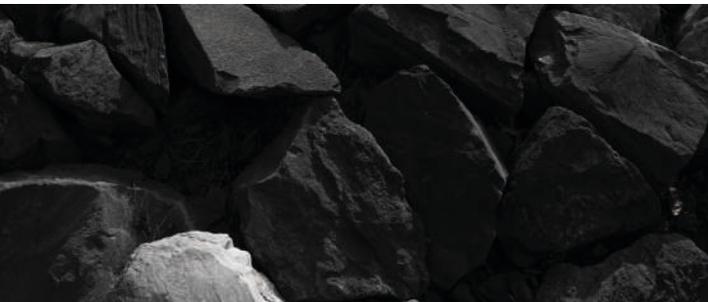
rigido

I01



irregolare - ruvido

G02



colore scuro - pesante - duro

U06



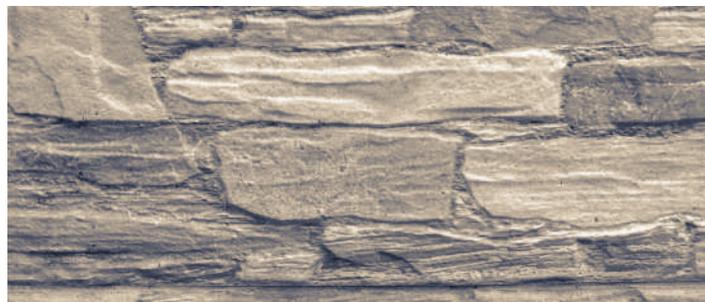
industriale

A02



grezzo - naturale - ordinario

A03



ambiguo - pesante - ruvido

D03



come pietra

C01



opaco/satinato - resistente - mascolino

E05

PET/PETCOPOLYESTER - KALEIDO

Campione n° 19



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



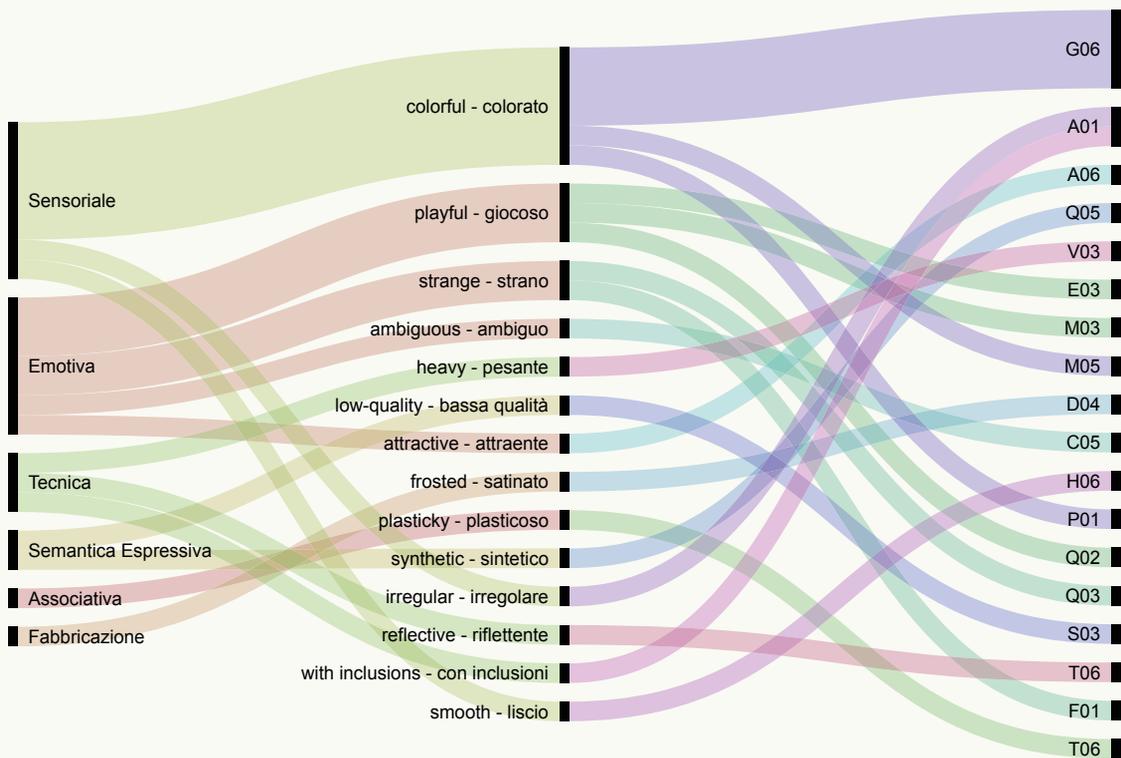
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





colorato

G06



lisico

H06



giocosso

Q02



strano

Q03



ambiguo

C05



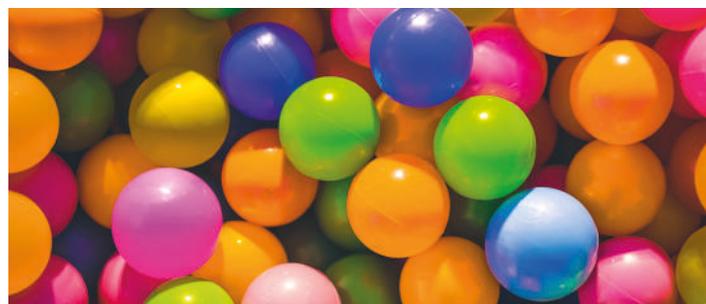
pesante

V03



con inclusioni - irregolare

A01



sintetico

Q05



satinato

D04



plasticoso - riflettente

T06

PET/PETCOPOLYESTER - OCEAN

Campione n° 20



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



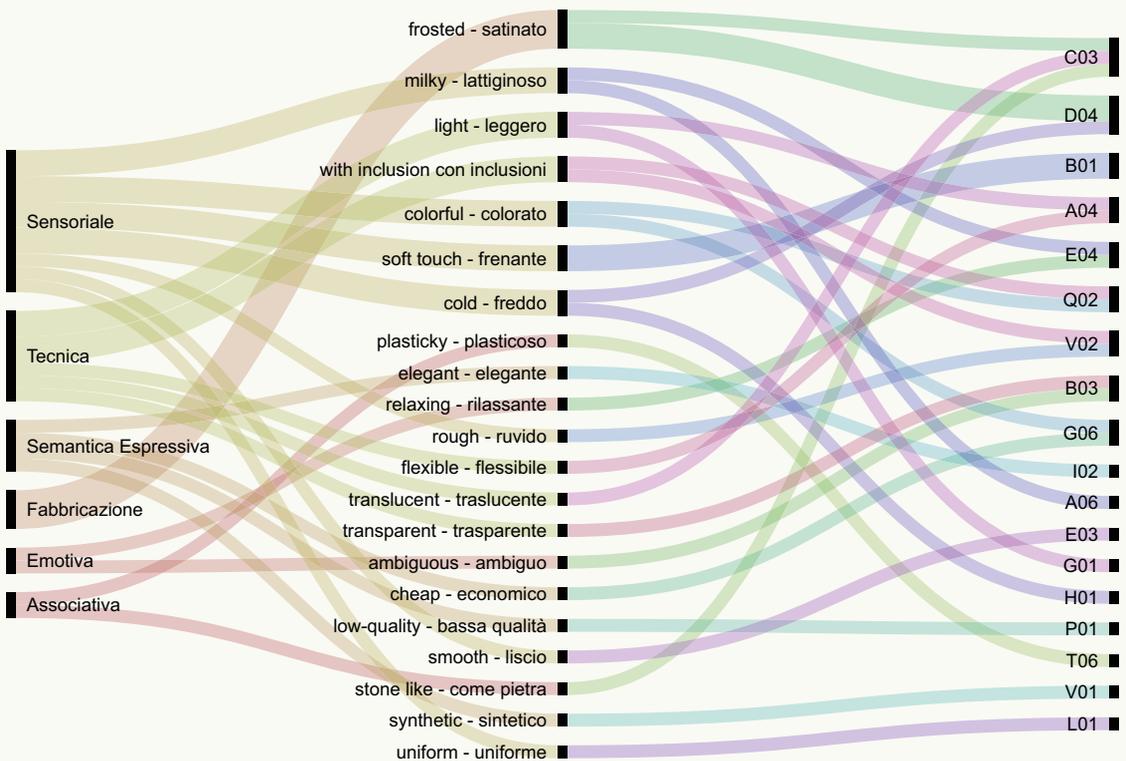
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





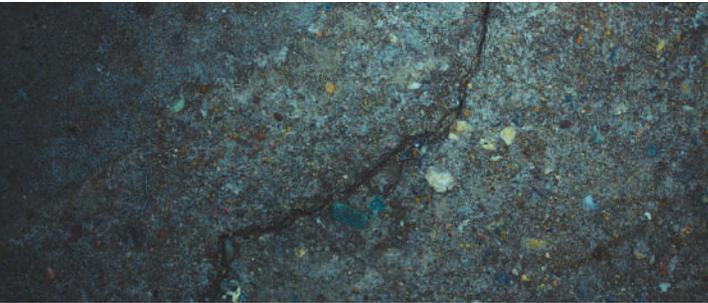
colorato - con inclusioni

Q02



frenante

B01



con inclusioni - ruvido

V02



leggero - flessibile

A04



elegante

I02



sintetico

V01



satinato - freddo

D04



plasticoso

T06



come pietra - satinato - traslucente

C03



rilassante - lattiginoso

E04

PET/PETCOPOLYESTER - GREY MIST

Campione n° 21



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



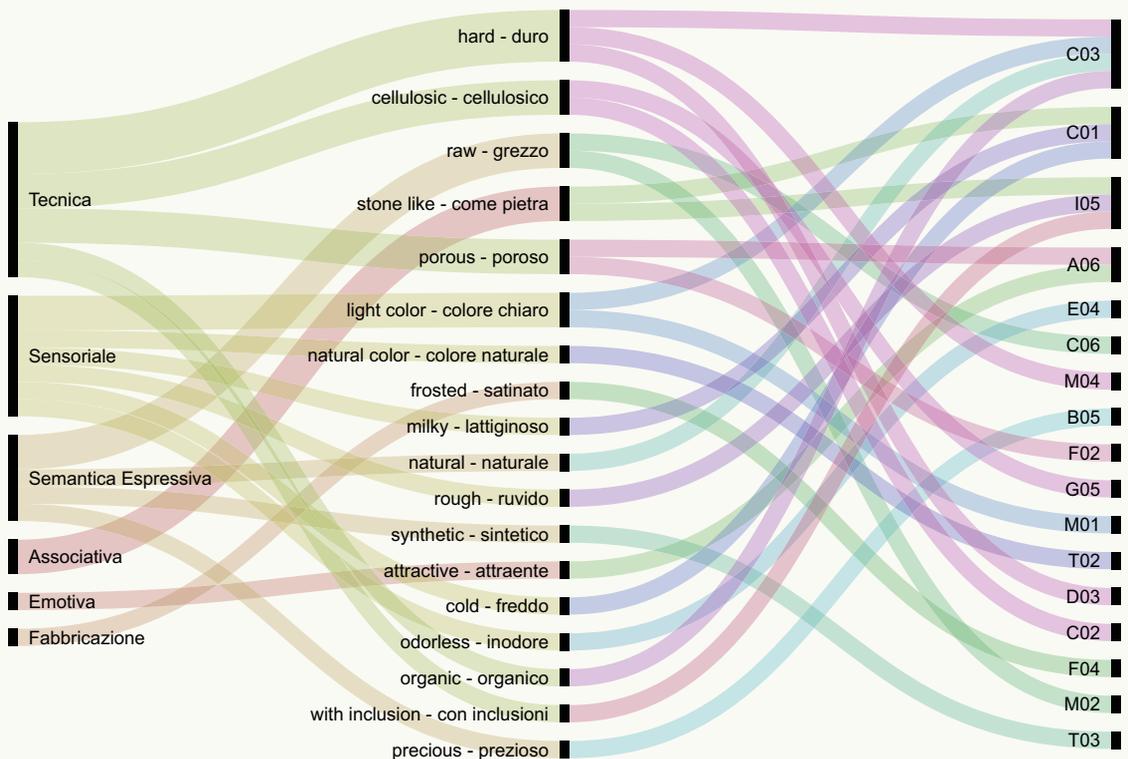
Percezione: pattern/fibre - colore pieno

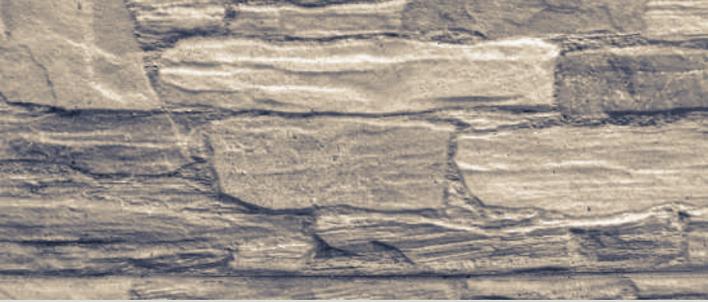


Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





duro

D03



con inclusioni - come pietra - ruvido

I05



cellulosico

G05



colore chiaro - duro - naturale - organico

C03



inodore

E04



grezzo

M02



sintetico

T03



come pietra - lattiginoso - freddo

C01



attraente - poroso

A06



satinato

F04



colore naturale - costoso - duro

C01



freddo - con inclusioni

D04



liscio - colore naturale

T02



rigido - liscio - come la pietra

C03



con inclusioni

A01



elegante

R06



alta qualità - naturale

G02



moderno - liscio - rigido

I01



come pietra

D03

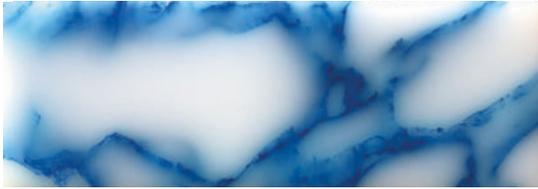


attraente

T05

HDPE - BLUE DAPPLE

Campione n° 23



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



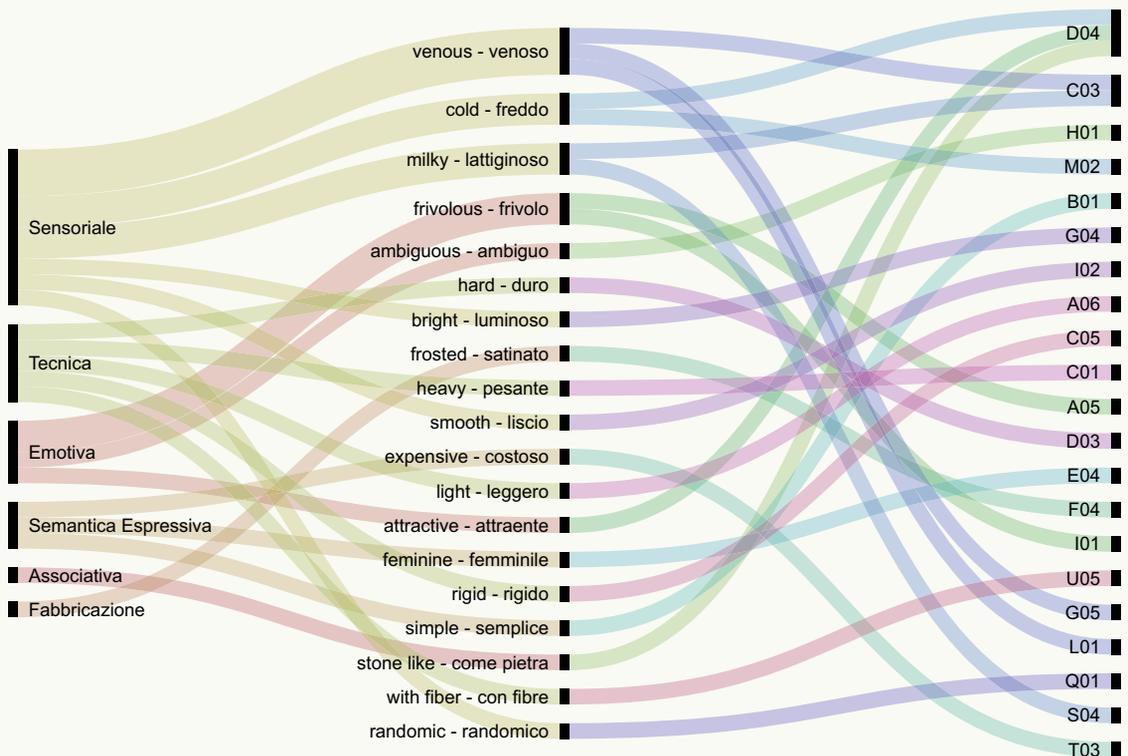
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





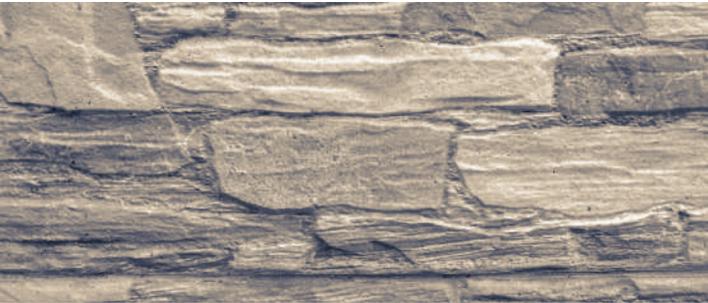
venoso - lattiginoso

C03



randomico

Q01



duro

D03



con fibre

U05



frivolo

A05



ambiguo

H01



costoso

T03



femminile

E04



come pietra - freddo - attraente

D04



attraente

F04

HDPE - BLACK DAPPLE

Campione n° 24



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



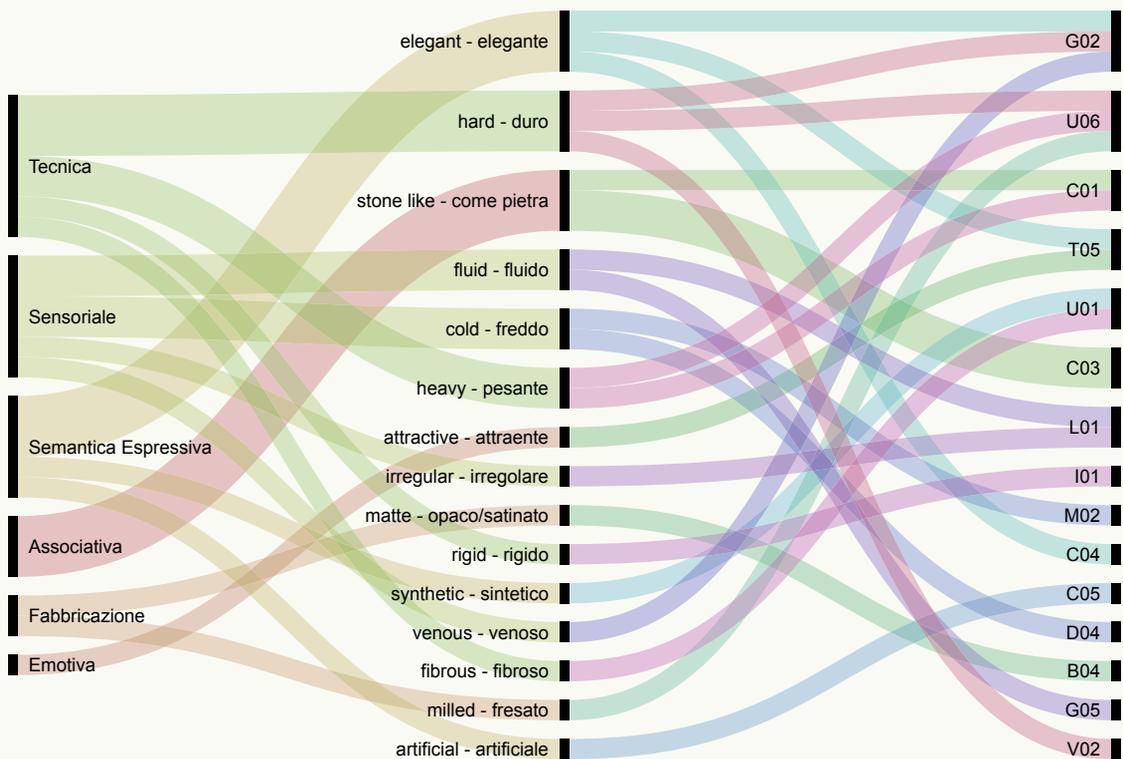
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





duro - pesante - fresato

U06



pesante - come pietra

C01



fibroso - sintetico

U01



fluido - irregolare

L01



freddo

M02



elegante - duro - venoso

G02



artificiale

C05



come pietra

C03



opaco/satinato

B04



attraente - elegante

T05

DURAT RAL

Campione n° 25



Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione: opaco - trasparente



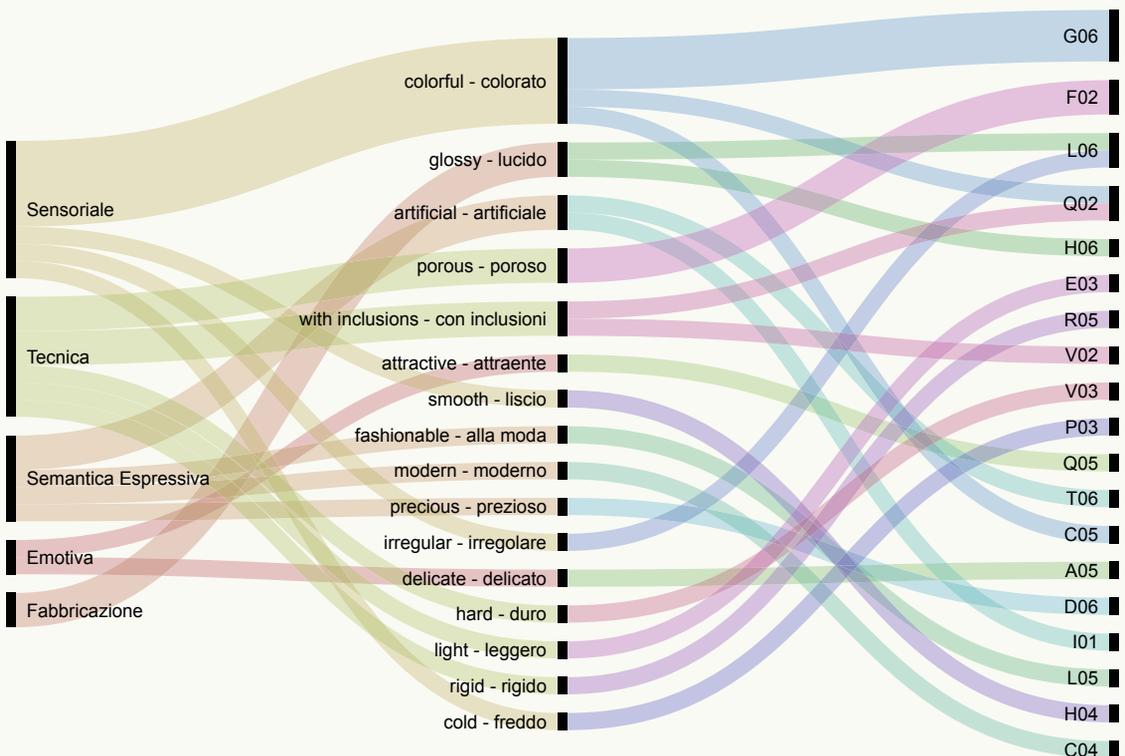
Percezione: pattern/fibre - colore pieno



Percezione: non riflettente - riflettente



Percezione: satinato - lucido





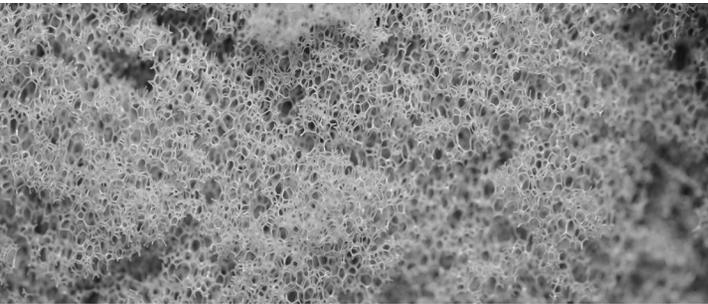
colorato

G06



irregolare - lucido

L06



poroso

F02



con inclusioni - colorato

Q02



rigido

R05



artificiale

T06



prezioso

D06



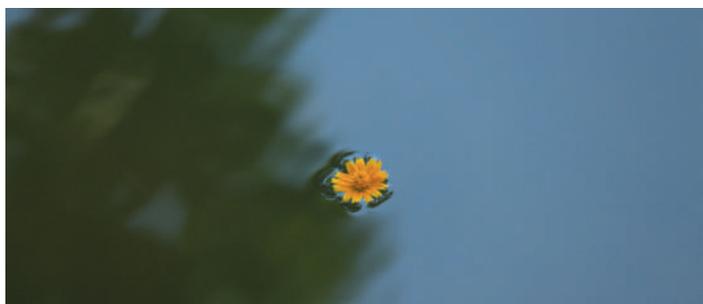
attraente

Q05



delicato

A05



lucido

H06

7.2 Considerazioni analisi percorso Dalla raccolta dei dati di entrambi i test è stato possibile avere una panoramica sul mondo delle plastiche sostenibili. Con il primo sondaggio sono emersi i punti fondamentali e le caratteristiche che vengono identificate dal consumatore medio quando si parla di materiali sostenibili e naturali. Attraverso il secondo test, che ha preso in considerazione i punti emersi dal primo, è stato possibile analizzare più approfonditamente la percezione materiali sostenibili di varia origine già presenti sul mercato. Grazie alla partecipazione di un un gruppo di persone del settore, consapevoli delle variabili in gioco, l'esito finale risulta omogeneo ed abbastanza allineato con le aspettative.

In particolare da entrambi i test è emerso che, per materiali dall'aspetto "ordinario" e più vicino all'aspetto delle materie plastiche a cui si è abituati, è più difficile dare una valutazione di sostenibilità, così come spaziare nell'attribuzione di caratteristiche. Diversamente avviene per materiali con un carattere più forte e soprattutto in presenza di fibre o inclusioni, il linguaggio dell'irregolarità nella superficie così come della texture si riconferma comunicatore di sostenibilità e naturalezza.

Unendo i risultati percettivi del primo test e le schede con immagini e parole chiave del secondo sondaggio sarà possibile delineare lo SMaPT (*the Sustainability, Materials and Perception Tool*) tool, utile per la progettazione con plastiche sostenibili. Attraverso le immagini e le parole

chiave raccolte sarà possibile intraprendere un percorso di selezione partendo da suggestioni e impressioni. La selezione porterà a schedature che, unendo i dati tecnici di cui si è già in possesso con quelli derivanti dal test con i designer, proporrà una nuova visione del materiale. All'interno della scheda del materiale sarà poi possibile esplorare le possibilità di finiture e colori, emerse dalla percezione analizzata nel primo test, per avere un quadro esaustivo su come intervenire nel progetto con il materiale scelto.

Naturalmente in un'ottica di ampliamento ed aggiornamento della libreria dei materiali, il test è replicabile su nuovi campioni rendendo così il *database* implementabile.

T organic - biologico

A01

A03

B05

FRAGILE

T with fiber - con fibre

B06

T fibrous texture - texture fibrosa

T cellulosic - celluloso

C02

T fibrous - fibroso

C06

T flexible - flessibile

T heavy - pesante

R01

T fragile

E06

F01

T rubbery - gommoso

T strong - forte

T porous - poroso

T elastic - elastico

F05

G03

T opaque - opaco

T less rigid - meno rigido

Q05

Q05

103



CAPITOLO 8

SMAPT, PROGETTARE PER LA SOSTENIBILITÀ

Il progetto SMaPT nasce dall'esigenza di dare ai designer la possibilità di orientarsi nel mondo dei materiali sostenibili ed allo stesso tempo cerca di fornire un metodo di selezione basato principalmente sulla percezione estetica e sensoriale. Anche se non completi nella loro offerta sostenibile, infatti, come esposto nel capitolo 5, esistono vari metodi e strumenti di selezione basati sulla ricerca attraverso dati tecnici, primo tra tutti il *Cambridge Engineering Selector*²⁹⁴.

Tuttavia il nuovo strumento proposto offre un dialogo costruttivo e permette ai designer di esplorare nuove possibilità ed avere svariati spunti per la progettazione.

La sfida nasce infatti dalla decisione di schedare plastiche sostenibili che, non avendo ancora una vera e propria identità all'interno del pensiero comune, necessitano di essere viste con una diversa prospettiva per poter esprimere al massimo il loro potenziale.

In questo senso, le raccolte dati illustrate nel capitolo 7 sono state fondamentali per la buona riuscita di questo tool che permette di

294. Cfr. www.grantadesign.com

Fig. 148: immagini e parole chiave utilizzate nel progetto. Fonte: immagine dell'autore.

consigliare ed offrire linee guida nella progettazione con i vari materiali selezionati.

8.1 SMaPT SMaPT è l'acronimo di *Sustainable Material and Perception Tool*, uno strumento che aiuta i designer, ma anche i committenti ad orientarsi nella scelta di materiali sostenibili per la progettazione. È pensato principalmente per facilitare il dialogo tra studio-committente, ma anche per designer che hanno bisogno di ispirazione o di esplorare le possibilità che si presentano loro. Attraverso una selezione veloce, che cerca di seguire il flusso dei pensieri, viene data la possibilità di valutare ciascun materiale attraverso schede in grado di fornire una panoramica del materiale. Nelle schede vengono infatti presentate non solo informazioni relative alla percezione, ma anche sull'origine, sulla dismissione, riguardanti le possibili applicazioni, le lavorazioni ed alcuni dati tecnici.

L'output finale del *tool* è una tavola di immagini e parole chiave create *ad hoc* relativamente al progetto ed al materiale scelto.

Fino a questo momento i materiali analizzati e schedati sono 25, selezionati dall'autore per la loro diversa origine e composizione. Si pensa però che questo database di materiali, così come di immagini e parole chiave, possa essere ampliato e aggiornato continuamente per garantire affidabilità e sicurezza. I dati, infatti, sono stati raccolti tramite *form online*,

mirati a *panelist* scelti, che non hanno dovuto interfacciarsi direttamente con il materiale in un determinato luogo. Questo implica certamente un margine di errore, sotto alcuni aspetti, ma dà anche il vantaggio di poter inserire più facilmente nuovi materiali all'interno del *database*.

8.2 Layout e funzionamento

SMaPT è pensato come una piattaforma online con possibilità di disporre anche di una app collegata solo per iPad, questo perché, con uno schermo troppo piccolo, non sarebbero apprezzate le immagini, parte fondamentale del tool. Per riuscire a rendere meglio l'idea ed il funzionamento è stato creato un prototipo digitale con tutti i passaggi ed anche un validatore del progetto, illustrato nel paragrafo successivo 8.3.

La struttura del programma e dei vari passaggi è mostrata nello schema in Figura 149.

Per prima cosa, come piattaforma online, è prevista una registrazione per accedere alla selezione vera e propria. Nella pagina principale verranno fornite tutte le informazioni relative al programma ma anche riguardanti l'ampliamento del database (Fig. 150).

Successivamente, prima di iniziare la selezione, viene offerta la possibilità di cambiare lingua, nel caso il team sia eterogeneo e, dopo una prima spiegazione del funzionamento di SMaPT, viene data la possibilità di stampare le carte del *tool*. Questo perché, nell'ottica di un lavoro di gruppo, per l'iniziale scelta e selezione delle immagini e delle parole chiave, il dialogo risulta più facile e fluente se si dà la possibilità di spostare le varie carte, raggrupparle, unirle e creare moodboard fisici. Dietro ciascuna carta di aggettivi verranno poi riportati i codici delle immagini e viceversa, dietro le immagini gli aggettivi corrispondenti. In questo modo sarà possibile garantire la stessa funzione di esplorazione offerta dal *tool* (Fig. 151). In

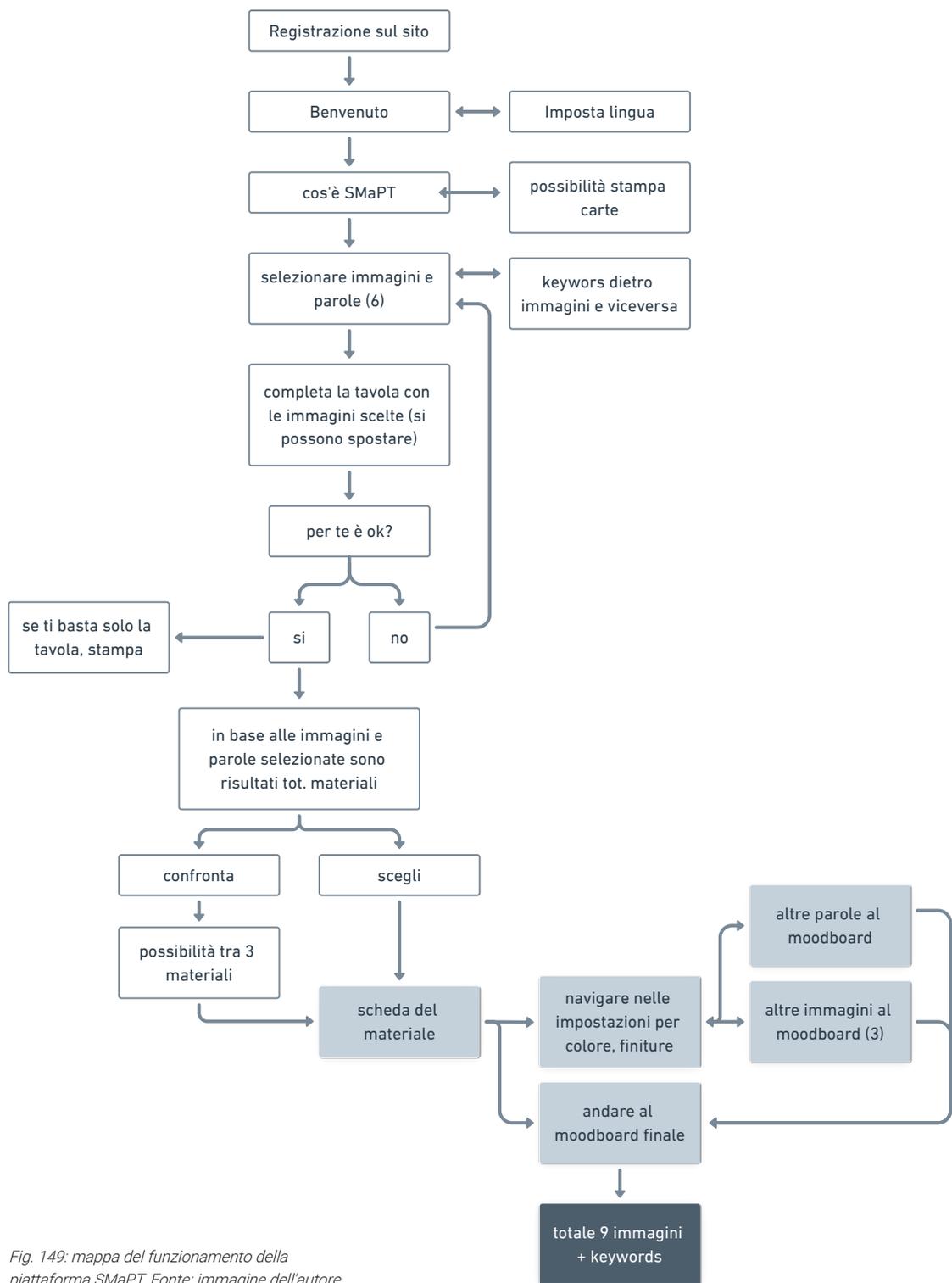


Fig. 149: mappa del funzionamento della piattaforma SMaPT. Fonte: immagine dell'autore.

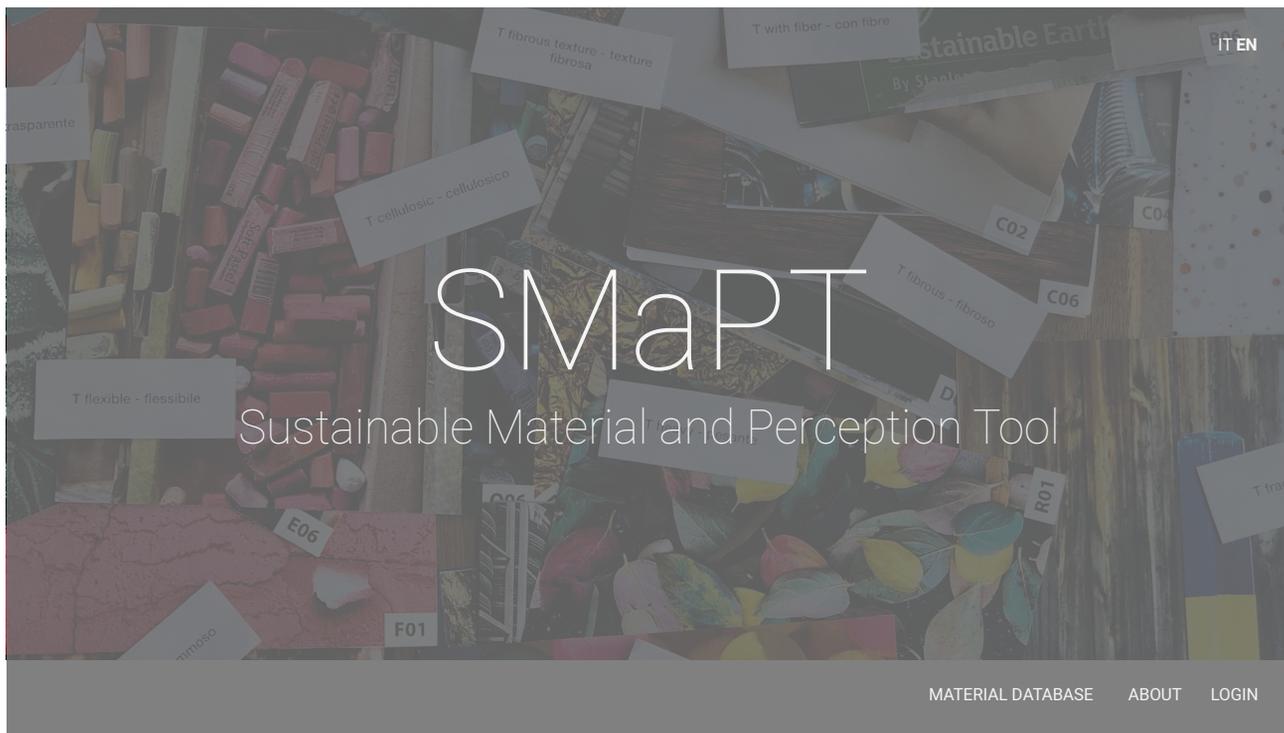


Fig. 150: schermata della homepage di SMaPT. Fonte: immagine dell'autore.

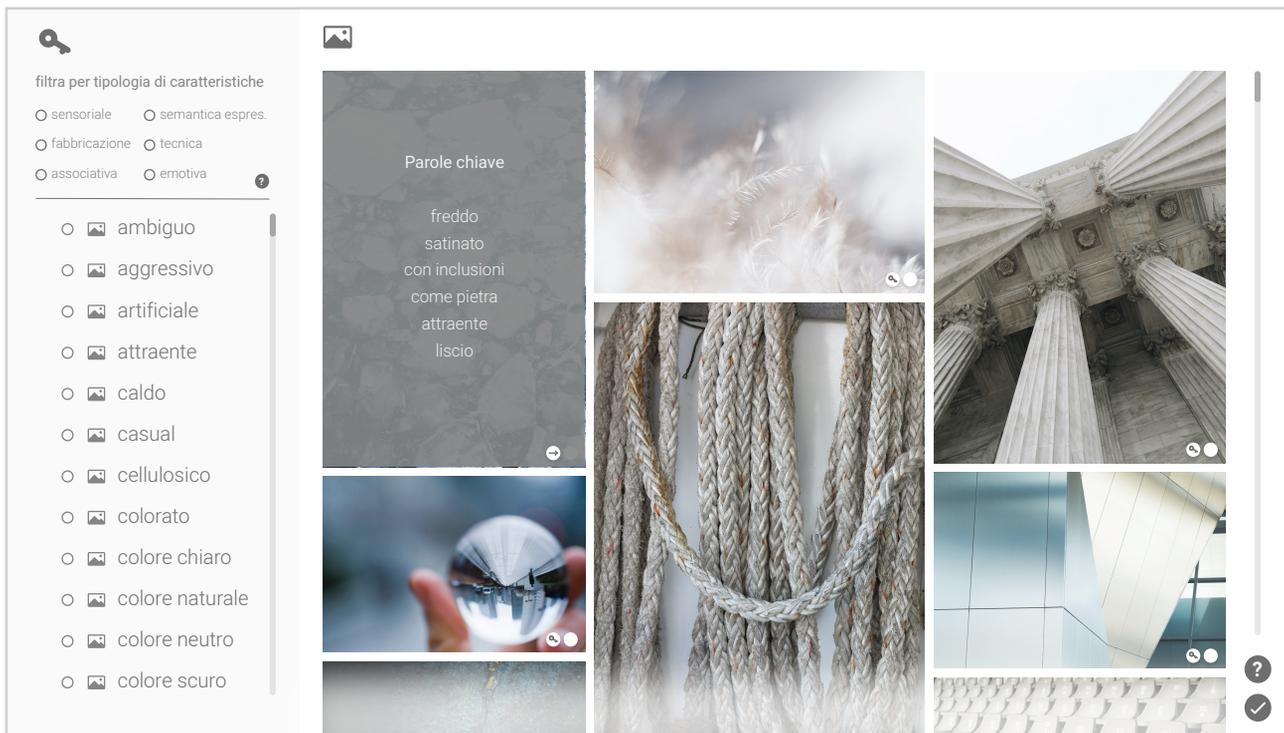


Fig. 151: fase di scelta delle immagini e parole chiave, con confronto. Fonte: immagine dell'autore.

entrambi i casi però, sia che si proceda con le carte o online, dovranno essere selezionate le scelte dalla piattaforma in modo che questa possa procedere nella selezione. Una piccola precisazione va fatta relativamente alla parte degli attributi: questi, nella fase sperimentale di selezione e poi di raccolta dati, sono stati divisi in categorie descrittive, per meglio identificare le diverse sfere di significato. All'interno della piattaforma viene data la possibilità di selezionare e filtrare per le diverse categorie (maggiori informazioni nel paragrafo 7.1.2).

Una volta effettuate le scelte, che si ritiene rispecchino al meglio il progetto o l'idea che si ha di esso, viene creata una tavola che racchiude i 6 aggettivi e le 6 immagini (Fig 152). A questo punto, si offre la possibilità di spostare le immagini nella griglia, si può continuare con la selezione oppure, se il tool è servito solo per creare un moodboard, si dà la possibilità di stampare la tavola.

Nel caso si scelga di continuare, per sfruttare pienamente le potenzialità di SMaPT, la schermata successiva offre il risultato della selezione dei materiali. A ciascun materiale infatti, corrispondono immagini e parole chiave, una volta effettuate le scelte, passano la selezione quelli con almeno due immagini e contemporaneamente due parole selezionate (maggiori informazioni nel paragrafo successivo, 8.3). Per i primi tre materiali (Fig. 153), quelli con più preferenze, oltre a poter essere scelti, possono anche

Sostenibilità per tutti



composito - con fibre - confortevole - economico - grezzo - opaco/satinato



Fig. 152: prima tavola con 6 immagini e 6 parole chiave. Fonte: immagine dell'autore.

Dalla tua selezione di immagini e parole chiave sono risultati 9 materiali scelti, i primi 3 sono:



Kareline ✓



Fluidsolids ✓



Paperstone ✓



Fig. 153: i risultati ed i primi 3 materiali che passano la selezione. Fonte: immagine dell'autore.

essere paragonati tra di loro per confrontare le varie proprietà.

Una volta selezionato il materiale che più si addice alle proprie necessità, si accede alla specifica scheda. Questa, divisa in sezioni, dà informazioni relative a: origine, dismissione, materiali che vengono sostituiti, sostenibilità, percezione sensoriale (vista), parole chiave ed immagini associate, dati tecnici, applicazioni, processabilità e note relative ai colori ed alle finiture (Fig 154).

Nelle sezione relativa ad immagini e parole chiave è possibile aggiungere nuovi attributi per caratterizzare il progetto anche in base al materiale selezionato. Nella parte dedicata ai colori e finiture, invece, vengono offerti dei consigli su come enfatizzare più o meno la sostenibilità. I consigli ed i suggerimenti derivano soprattutto dall'elaborazione dei risultati del test percettivo, illustrato nel paragrafo 7.1.1, sottoposto ad un campione di persone di diversa formazione. Seguendo i consigli oppure a proprio piacimento, in questa parte della scheda viene data la possibilità di aggiungere altre 3 immagini alla propria tavola (Fig. 155).

Una volta completati i campi, si può accedere al moodboard finale che racchiude in sé un percorso e un'idea, oltre che uno spunto per l'applicazione di un materiale sostenibile.

Il layout della piattaforma è stato pensato basico e con colori neutri per non influenzare troppo il colore delle immagini e le scelte in generale. Si cerca di lasciare spazio ai pensieri rendendo minima l'influenza dell'estetica del programma.

Fluidsolids



azienda: Fluidsolids (Germania)



Rinnovabilità risorse
Materiali rinnovabili



Origine risorse
Scarto seconda vita



Dismissione
Biodegradabile



FluidSolids è un materiale frutto di una tecnologia innovativa sviluppata per produrre materiali compositi biodegradabili. Come materie prime utilizza residui e materiali di scarto, con un conseguente impatto ambientale minimo. +

Fonte

biopolimero da scarti
organici e fibre
100% bio-based

Materiali sostituiti

polimeri a base fossile



references : www.fluidsolids.com/en/homepage/

Sostenibilità

Percezione naturale



Percezione sostenibile



Percezione sensoriale

opaco - trasparente



pattern/fibre - colore pieno



non riflettente - riflettente



satinato - lucido



Parole chiave ed immagini as

grezzo

con fibre

composito

opaco/satinato

confortevole

economico

legnoso

eco-friendly

biologico

come il cartone

+ aggiungi altre parole

Dati tecnici

Densità - 0,9-1,18 g/cm3
 Durezza - /
 Allungamento a snervamento - 0,5-3%
 Modulo elastico - 5000-11000 Mpa
 Resistenza a trazione - /

Note: eccellenti proprietà meccaniche

Applicazioni

componentistica elettronica, beni di consumo, arredo, accessori

Processabilità

Stampaggio iniezione, ma con alcune limitazioni sulle dimensioni dei pezzi stampati

Colori e finiture

Possibilità di colorazioni e di inserti di fibre variabili

Quanto vuoi che attraverso la colorazione e la finitura il materiale sia percepito come sostenibile?

Fig. 154: la scheda interattiva del materiale. Fonte: immagine dell'autore.



Sostenibilità per tutti





grezzo
con fibre
composito
opaco/satinato
confortevole
economico
legnoso
eco-friendly
biologico

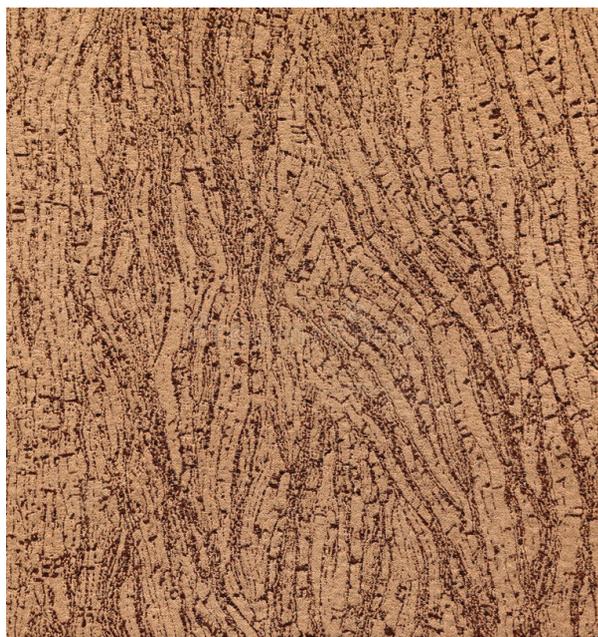
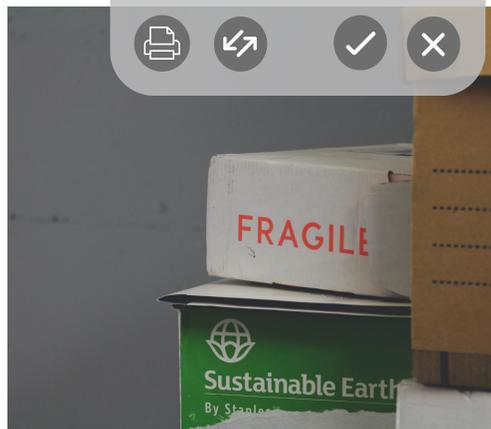


Fig. 155: Il moodboard finale di SMaPT. Fonte: immagine dell'autore.

8.3 La verifica del progetto

Per riuscire a rendersi conto dei passaggi, della selezione e dell'effettiva fattibilità di questo percorso, si è realizzato un validatore. Sono state stampate le immagini e dei tesserini con gli aggettivi, dietro ciascuno di questi supporti sono stati riportati rispettivamente gli aggettivi e i codici delle immagini, oltre ai numeri dei campioni a cui corrispondono.

Si è ottenuto in questo modo, manualmente, il cuore della selezione della piattaforma. Sono state quindi effettuate delle scelte casuali di immagini ed aggettivi, ricalcando il percorso di SMaPT illustrato nel paragrafo precedente. Dopo varie prove e tentativi, sorgeva però il problema del criterio con cui far passare alcuni materiali e altri no, nelle prime 6 scelte. Analizzando i risultati ottenuti, dopo aver esplorato le diverse possibilità, è stato deciso di fare passare la selezione solo i materiali con almeno due scelte sia per le immagini che per le parole chiave. Questo perché è necessario che entrambe le categorie abbiano uguale importanza. Perciò è stato verificato che con 1/3 delle immagini e 1/3 delle parole il risultato è affidabile. Dal numero dei materiali che hanno passato la selezione, vengono poi scelti i 3 con maggiori preferenze in entrambe le categorie (più di 2 immagini e contemporaneamente più di 2 parole chiave).

Disponendo solo del prototipo e non avendo ancora la possibilità di verificare il percorso attraverso un programma vero e proprio, l'utilizzo di questo strumento è stato fondamentale per capire al meglio le dinamiche di SMaPT, correggere eventuali mancanze e capire le variabili che entravano in gioco.

Fig. 156: due delle carte del validatore. Fonte: immagine dell'autore.

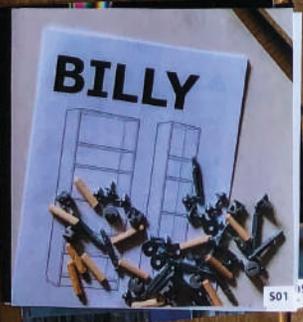


SE feminine - femminile

CAMP. 1 HARD - DURO
CAMP. 3 LIGHT
CAMP. 5 ORGANIC
CAMP. 9 COMPOSITE WITH INCLUS
CAMP. 10 IRREGULAR
CAMP. 11 FIBROUS, RIG
CAMP. 14 LOW - QUALITY
CAMP. 15 INDUSTRIAL INCLUSION, MATTE
CAMP. 16 WITH INCLUSION
CAMP. 17 LOW QUALITY
CAMP. 19 WITH INCLUSION, IRREGULAR
CAMP. 22 WITH INCLUSION

AMBIGUOUS, TEXTURED
STICKY,

CAMP 2 TOH ° CAMP 4 TOH, PO4
CAMP 15 A01 ° CAMP 17 G02
CAMP 18 504, A02



8.4 Opportunità e sviluppi futuri La ricerca e la raccolta dati effettuata per SMaPT è pensata come replicabile ed implementabile. Perciò si può pensare all'aggiunta di nuovi materiali, allargando a compositi e materiali sostenibili di diversa origine e utilizzo.

Si può ipotizzare anche un'analisi più completa della percezione sensoriale, comprendendo tatto e olfatto. I problemi che potrebbero sorgere sarebbero come rendere la raccolta di dati ripetibile e più oggettiva possibile. Si potrebbero immaginare nuove modalità per rendere fruibili i dati relativi tatto e olfatto grazie ad immagini o supporti che permettano una comunicazione via schermo.

Da qui quindi si apre anche un'altra parentesi, a cui questa tesi si collega, ovvero quella della fruizione sensoriale online, di come materiali e sensazioni possano essere rese al meglio, non solo per i progettisti, ma anche per le aziende nella comunicazione dei loro prodotti. Con l'avvento dello *smart working*, soprattutto in questo particolare periodo storico, nascono riflessioni sul lavoro a distanza e, in questo caso, di come si possa analizzare e percepire un materiale non presente fisicamente. A tal proposito, con l'intento di collegare immagini e parole chiave attraverso un test sufficientemente oggettivo, la ricerca per SMaPT può essere considerata un piccolo passo avanti. Avendo un riscontro tra parole chiave ed immagini, si riesce ad offrire un nuovo metodo per la resa di percezioni le sensazioni e associarle a prodotti e materiali.

Fig. 157: le carte delle immagini e le tessere degli aggettivi del validatore. Fonte: immagine dell'autore.





CONCLUSIONI

Più si va avanti più è evidente quanto il nostro stile di vita necessiti di un cambiamento. Questa tesi ha trovato alcuni intoppi nella sua realizzazione e non da ultimo questa pandemia globale che rimarrà nella storia. In queste occasioni l'uomo comprende quanto sia piccolo di fronte alla Natura e quanto il suo stile di vita risulti inadeguato davanti a fenomeni che si rivelano più grandi di lui. Non a caso, con la diffusione del Covid-19, si stanno mettendo in discussione non solo i nostri stili di vita, ma anche le conseguenze di un mondo globalizzato e guidato da una logica e da una economia lineare. A tutto ciò si lega anche la questione ambientale, un disastro poco visibile, come un virus, ma che è dietro l'angolo e sarà molto più disastroso e pesante di questa pandemia. Riportando le parole di Ljungberg²⁹⁵, il consumo eccessivo, l'utilizzo delle risorse, l'inquinamento e la sovrappopolazione sono esempi dei problemi forse più elementari per l'ambiente in futuro. Un futuro più sostenibile può essere raggiunto producendo prodotti che causano un minore impatto ambientale. Materiali e design sono e saranno sempre ambiti molto importanti quando si tratta di prodotti sostenibili.

In questa tesi è stato analizzato il problema della plastica che è una

295. Ljungberg Lennart Y. (2005). *Material selection and design for development of sustainable products*. *Materials and Design*, 28, pp. 466-479

Fig. 158: la fine di un percorso. Fonte: foto di Suzy Turbenson su Unsplash. www.unsplash.com/photos/CxVnaXHd2SY

piccolissima parte di un problema ben più grande e complesso: l'impatto della vita dell'uomo sulla Terra. Si è cercato di chiarire quali sono le varie posizioni in merito e quali le variabili che entrano in gioco.

Non solo, dopo un *excursus* sul tema della percezione e di come questa possa essere controllata e progettata tramite il design CMF, si è arrivati ad analizzare le possibili alternative ai polimeri convenzionali, cioè le plastiche riciclate e bioplastiche presenti sul mercato. Cercando di unire la parte legata alla sostenibilità a quella legata alla percezione, il risultato è stato un *tool* di supporto alla progettazione. In un momento di transizione per i designer, che scelgono di fare la differenza e contribuire alla circolarità di una rinnovata economia, SMaPT offre la possibilità di trovare nuove ispirazioni per una progettazione sostenibile.

E se l'innovazione vera sta nel cambiare l'ordine prestabilito delle cose per fare cose nuove²⁹⁶, forse potrebbe essere il caso di fermarsi per poi ripartire sulle parole di Manzini, che descrive così la nuova relazione tra innovazione tecnica e cultura del progetto degli anni '80²⁹⁷:

“Una volta affermato con forza che la forma si poteva ormai staccare dai vincoli della materia, il problema era quello di non essere travolti da questa inaspettata libertà. Così, dopo aver dichiarato che tutto è possibile, ci si cominciò a chiedere cosa di questo tutto-possibile valesse davvero la pena

296. Riferimento da: www.linkiesta.it/2019/08/innovazione-tecnologia-sostenibilita/

297. Manzini, E. (1996). *Design dei materiali*. In Branzi, A. *Il design italiano 1964-2000*. Milano: Mondadori Electa. In Ceppi Giulio (2014). *Il Design dei materiali in Italia. Il contributo del Centro Ricerche Domus Academy 1990-1998*. <http://www.aisdesign.org/aisd/nascita-del-design-dei-materiali-in-italia-il-contributo-specifico-del-centro-ricerche-domus-academy-dal-1990-al-1998>

di fare. Liberato dai vincoli della materia e delle convenzioni linguistiche, il progettista doveva trovare altri terreni su cui legittimare le proprie scelte, altri criteri con cui dare senso alle proprie proposte.”

BIBLIOGRAFIA GENERALE

Libri

Ashby Mike, Johnson (2010). *Materiali e design : l'arte e la scienza della selezione dei materiali per il progetto*. Rozzano: Casa Editrice Ambrosiana

Becerra Liliana (2016). *CMF Design: The Fundamentals Principles of Colour, Material and Finish Design*. Amsterdam: Frame Publishers

Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l'economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente

Carson Rachel, (1966). *Primavera silenziosa*. Milano: Feltrinelli

Del Curto Barbara, Fiorani Eleonora, Passaro Caterina (2010). *La pelle del design. Progettare la sensorialità*. Milano: Lupetti

Elkington John (1994). *Cannibals with Forks. The Triple Bottom Line of Twenty-First Century Business*. Oxford: Capstone Publishing

Ercolini Rossano (2018). *Rifiuti zero: I dieci passi per la rivoluzione ecologica da Premio Nobel per l'ambiente*. Milano: Baldini&Castoldi

Gauzin-Müller Dominique (2006). *Case ecologiche: i principi, le tendenze, gli esempi*. Milano: Edizioni ambiente

Greene Joseph P. (2014). *Sustainable Plastics: Environmental Assessments of Biobased, Biodegradable, and Recycled Plastics*. Hoboken: John Wiley & Sons

Hawaken Paul, Lovins Amory, Lovins L. Hunter (2007). *Capitalismo naturale*. Milano: Edizioni ambiente

Lucibello Sabrina (2005). *Materiali@design*. Roma: Editrice librerie Dedalo

Massarutto Antonio (2019). *Un mondo senza rifiuti? Viaggio nell'economia circolare*. Bologna: il Mulino

McDonough William, Braungart Michael (2003). *Cradle to cradle: remaking the Way We Make Things*. North Point Pr

Meadows Donatella H., Meadows Dennis L., Randers Jorgen, Behrens III William W. (1972). *I limiti dello sviluppo*. Segrate: Mondadori

Pauli Gunter (2010). *Blue Economy - 10 Years, 100 Innovations, 100 Million Jobs*. Redwing Book Company

Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente

Roscam Abbing Michel (2019). *Atlante mondiale della zuppa di plastica*. Milano: Edizioni Ambiente

Thackara John (2017). *Progettare oggi il mondo di domani*. Milano: Postmedia

Thompson Rob (2012). *Il manuale per il design dei prodotti industriali*. Bologna: Zanichelli

Toffler Alvin (1980). *The third wave*. New York: Bantam Books

Tolinski, M. (2015). *Additives for polyolefins: getting the most out of polypropylene, polyethylene and TPO*. William Andrew

Articoli di giornale

Ceppi Giulio (2014). *Il Design dei materiali in Italia. Il contributo del Centro Ricerche Domus Academy 1990-1998*. <http://www.aisdesign.org/aisd/nascita-del-design-dei-materiali-in-italia-il-contributo-specifico-del-centro-ricerche-domus-academy-dal-1990-al-1998>

Magnolini Andrea (2019). *Dal chicco di riso alla casa ecologica*. Terra Nuova, giugno

Polizzi Daniela (2019). *Il "black out" dei big data*. Corriere Innovazione in Corriere della sera, 26 luglio, pp. 9

Schöning, D. (2014). *Sustainable solution for coloration of bioplastics*. Riferimento da: www.kunststoffe-international.com/881895

Articoli scientifici

Ashby, M. & Reci, A. (2012). *The CES EduPack: Product Design Database, White Paper November 2012*. Granta Design Teaching Resources.

Balaji M.S., Raghavan Srividya, Jha Subhash (2011). *Role of tactile and visual inputs in product evaluation: a multisensory perspective*. Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics, 23, pp.513-530

Brand R., & Rocchi (2011). *Rethinking value in a changing landscape: A model for strategic reflection and business transformation*. Eindhoven, the Netherlands: Philips Design

Baxter Weston L., Aurisicchio Marco, Childs Peter R.N. (2016). *Materials, use and contaminated interaction*. Materials and Design, 90, pp. 1218–1227

Bahrudin F. I., Aurisicchio M., Baxter Weston L. (2017). *Sustainable materials in design project. Alive. Active. Adaptive: Proceedings of International Conference on Experiential Knowledge and Engineering Materials (EKSIG 2017)*, 194-207

Devasahayam Sheila, Singh Raman R. K., Chennakesavulu K., Bhattacharya Sankar (2019). *Plastics - Villain or Hero? Polymers and Recycled Polymers in Mineral and Metallurgical Processing - A Review*. Materials, 12, 655

Eriksen M.K., Christiansen J.D., Daugaard A.E., Astrup T.F. (2019). *Closing the loop for PET, PE and PP waste from households: Influence of material properties and product design for plastic*

recycling. Waste Management, 96, pp. 75–85

Figuerola Magda, Lai Qiuying, Ashby Mike (2016). *The CES EduPack Products, Materials and Processes Database - a White Paper*. Granta Design Limited, Teaching Resources

Fleming Roland W. (2014). *Visual perception of materials and their properties*. Vision Research, 94, pp. 62–75

Gardien Paul, Djajadiningrat Tom, Hummels Caroline, Brombacher Aarnout (2014). *Changing your hammer: The implications of paradigmatic innovation for design practice*. International Journal of Design, 8(2), pp. 119-139

Hendrik N. J. Schifferstein, Pieter M. A. Desmet (2008). *Tools Facilitating Multi-sensory Product Desig*. The Design Journal, 11, pp. 137-158

Hermann B.G., Debeer L., De Wilde B., Blok K., Patel M.K. (2011). *To compost or not to compost: Carbon and energy footprints of biodegradable materials' waste treatment*. Polymer Degradation and Stability, 96, pp. 1159-1171

Hoyer Wayne D., Stokburger-Sauer Nicola E. (2012). *The role of aesthetic taste in consumer behavior*. J. of the Acad. Mark. Sci., 40, pp. 167–180

Kale Gaurav, Kijchavengkul Thitisilp, Auras Rafael, Rubino Maria, Selke Susan E., Singh Sher Paul (2007). *Compostability of Bioplastic Packaging Materials: An Overview*. Macromol. Biosci., 7, pp. 255–277

Karana Elvin (2012). *Characterization of 'natural' and 'high-quality' materials to improve perception of bio-plastics*. Journal of Cleaner Production, 37, pp. 316-325

Koronis Georgios, Silva Arlindo, Fontul Mihail (2013). *Green composites: A review of adequate materials for automotive applications*. Composites: Part B, 44, pp. 120–127

Ljungberg Lennart Y. (2005). *Material selection and design for development of sustainable*

products. Materials and Design, 28, pp. 466-479

Locher Paul, Overbeeke Kees, Wensveen Stephan (2010). *Aesthetic Interaction: A Framework*. Design issue, 26, 2, pp. 70-79

Luchs Michael G., Brower Jacob, Chitturi Ravindra (2012). *Product Choice and the Importance of Aesthetic Design Given the Emotion-laden Trade-off between Sustainability and Functional Performance*. J. Prod. Innov. Manag., 29 (6), pp. 903–916

Magnier Lise, Schoormans Jan, Mugge Ruth (2016). *Judging a product by its cover: Packaging sustainability and perceptions of quality in food products*. Food Quality and Preference, 53, pp. 132–142

Murali M. Reddy, Singaravelu Vivekanandhana, Manjusri Misra, Sujata K. Bhatia, Amar K. Mohanty (2013). *Biobased plastics and bionanocomposites: Current status and future opportunities*. Progress in Polymer Science, 38, pp. 1653–1689

Peck David, Kandachar Prabhu, Tempelman Erik (2015). *Critical materials from a product design perspective*. Materials and Design, 65, pp. 147–159

Peelman Nanou, Ragaert Peter, De Meulenaer Bruno, Adons Dimitri, Peeters Roos, Cardon Ludwig, Van Impe Filip, Devlieghere Frank (2013). *Application of bioplastics for food packaging*. Trends in Food Science & Technology, 32, pp. 128-141

Petersen Moritz, Brockhaus Sebastian (2017). *Dancing in the dark: Challenges for product developers to improve and communicate product sustainability*. Journal of Cleaner Production, 161, pp. 345-354

Piselli A., Baxter W., Simonato M., Del Curto B., Aurisicchio M. (2018). *Development and evaluation of a methodology to integrate technical and sensorial properties in materials selection*. Materials and Design, 153, pp. 259-272

Reimann Martin, Zaichkowsky Judith, Neuhaus Carolin, Bender Thomas, Weber Bernd (2010).

Aesthetic package design: A behavioral, neural, and psychological investigation. Journal of Consumer Psychology, 20, pp. 431–441

Rognoli Valentina, Bianchini Massimo, Maffei Stefano, Karana Elvin (2015). *DIY materials.* Materials and Design, 86, pp. 692–702

Rossi Federico (2017). *Marketing e comunicazione della sostenibilità.* In Fasan Marco, Bianchi Stefano. *L'azienda sostenibile - Trend, strumenti e case study.* Venezia: Edizioni Ca' Foscari, pp. 79-102

Rossi Vincent, Cleeve-Edwards Nina, Lundquist Lars, Schenker Urs, Dubois Carole, Humbert Sebastien, Jolliet Olivier (2014). *Life cycle assessment of end-of-life options for two biodegradable packaging materials: sound application of the European waste hierarchy.* Journal of Cleaner Production, 86, pp. 132-145

Sauerwein Marita, Karana Elvin, Rognoli Valentina (2017). *Revived Beauty: Research into Aesthetic Appreciation of Materials to Valorise Materials from Waste.* Sustainability, 9, 529

Schifferstein Hendrik N. J., Desmet Pieter M. A. (2008). *Tools Facilitating Multi-sensory Product Design.* The Design Journal, 11, pp. 137-158

Spence Charles, Gallace Alberto (2011). *Multisensory Design: Reaching Out to Touch the Consumer.* Psychology & Marketing, 28, pp. 267–308

Tonuk Damla (2016). *Making Materials: The Case of Elaborating Qualities of Bioplastics.* DesignIssues, 32, pp. 64-75

van Kesteren I. E. H., Stappers P. J., de Bruijn J. C. M. (2007). *Materials in Products Selection: Tools for Including User-Interaction in Materials Selection.* International journal of design, 1, 3

Wilkes Sarah, Wongsriruksa Supinya, Howes Philip, Gamester Richard, Witchel Harry, Conreen Martin, Laughlin Zoe, Miodownik Mark (2016). *Design tools for interdisciplinary translation of material experiences.* Materials and Design, 90, pp. 1228–1237

Zuo H., Hope T., Castle P., and Jones M. (2001). *An Investigation into the Sensory Properties of Materials*. In Martin G. Helander, Halimahtun M. Khalid, and Tham Ming Po. *Proceedings of the international conference on affective human factors design*. Londra: Asean Academic Press, pp. 500-507

Zuo Hengfeng, Jones Mark, Hope Tony, Jones Robin (2016). *Sensory Perception of Material Texture in Consumer Products*. *The Design Journal*, 19, pp. 405-427

Articoli di conferenze

Bahrudin F. I., Aurisicchio M. (2018). *The appraisal of sustainable materials*. International Design Conference, pp. 2575–2584

Camere Serena, Karana Elvin (2018). *Experiential characterization of materials: Toward a toolkit*. Design Research Society 2018 Catalyst, University of Limerick, 25-28 giugno 2018

D’Olivo Patrizia, Del Curto Barbara, Faucheu Jenny, Lafon Dominique, Bassereau Jean-François, Lê Sébastien, Delafosse David (2013). *Sensory Metrology: when emotions and experiences contribute to Design*. International Conference on Engineering Design, Seoul, 19-22 agosto 2013

Piselli A., Simonato M., Del Curto B. (2016). *Holistic approach to materials selection in professional appliances industry*. International Design Conference, Dubrovnik, 16-19 maggio 2016.

Rognoli Valentina, Salvia Giuseppe, Levi Marinella (2011). *The aesthetic of interaction with materials for design: the bioplastics’ identity*. Designing Pleasurable Products and Interfaces, Milano, 22-25 giugno 2011

Tesi

D’Olivo Patrizia (2011/2012). *Sensorialist: la metrologia sensoriale al servizio del Design*. Politecnico di Milano, Milano

Tonuk Damla (2016). *Making Bioplastics: an investigation of material-product relationship*.

Department of Sociology, Lancaster University

SITOGRAFIA GENERALE

<http://www.ameliadesnoyers.com/Shaping-Sugar-1>

<https://atelier-luma.org/articles/algae-geographies-by-algae-platform-broken-nature-triennial-01-03-01-09>

https://www.barillacfn.com/it/divulgazione/doppia_piramide/

<https://www.behance.net/gallery/24878301/Invention-The-Polyfloss-Factory->

<http://www.breadedescalope.com/index.php/original-stool2>

<http://www.corepla.it>

<https://www.decafe.es>

<https://www.dezeen.com/2014/02/12/movie-biocouture-microbes-clothing-wearable-futures/>

<https://dictionary.cambridge.org>

<https://ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy-brochure.pdf>

<https://ecovatedesign.com>

<https://www.ellenmacarthurfoundation.org>

https://www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/ElleMacArthurFoundation_TheNewPlasticsEconomy_Pages.pdf

<https://www.european-bioplastics.org>

<https://www.formafantasma.com/autarchy>

<https://fruitleather.nl>

<http://www.gwilen.com>

<http://www.horizon2020news.it>

<http://www.iamlizziewright.com/gone>

<http://www.isprambiente.gov.it/it/certificazioni/ecolabel-ue>

<http://www.isprambiente.gov.it/it/certificazioni/emas>

https://issuu.com/giorgioghiringhelli/docs/la_raccolta_dei_rifiuti_organici_in
<https://it.fsc.org/it-it/chi-siamo>
<https://www.kosuke-araki.com/anima>
<https://www.linkiesta.it/2019/08/innovazione-tecnologia-sostenibilita/>
<https://www.mcgp-global.com/en/asia/products/product/biopbstm-general-properties/>
<https://www.moso.eu>
<http://orangefiber.it/about/>
<https://www.overshootday.org>
<https://www.pefc.it/about-pefc/introduzione>
<http://plasticoverde.braskem.com.br/site.aspx/Im-greenTM-Polyethylene>
[https://www.patagonia.com/stories/teaming-up-to-get-to-the-bottom-of-microfiber-pollution/
story-71999.html](https://www.patagonia.com/stories/teaming-up-to-get-to-the-bottom-of-microfiber-pollution/story-71999.html)
<https://www.ricehouse.it>
<http://sorona.com/our-story/>
<http://www.studioswine.com/work/can-city/>
<http://www.treccani.it/enciclopedia/>
<https://www.unenvironment.org>
<https://www.unicef.it/doc/6447/obiettivi-di-sviluppo-sostenibile-e-infanzia.htm>
<https://www.valerieriabko.com/hacasey>
https://www2.hm.com/it_it/donna/acquista-per-stile/16r-garment-collecting.html

INDICE DELLE IMMAGINI

INTRODUZIONE

Fig. 1: arrampicata sul ghiaccio. Fonte: www.triennale.org/xxii-triennale/ pag. 17

PARTE I

CAPITOLO 1

Fig. 2: albero caduto. Fonte: immagine dell'autore. pag. 21

Fig. 3: fiat 500 a Mirafiori. Fonte: www.panorama.it/societa/life/la-fiat-500-compie-60-anni-storia-dellutilitaria-che-motorizzo-litalia-foto/#gallery-0=slide-2 pag. 27

Fig. 4: supermercato Coop anni '50/'60. Fonte: www.memoriecooperative.it/varia/da-marx-ai-centri-commerciali-esplorando-il-mondo-del-consumo/ pag. 29

Fig. 5: il ciclo dell'economia circolare. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf pag. 34

Fig. 6: indice McKinsey dei prezzi e delle commodities. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf pag. 38

Fig. 7: le particelle dell'economia circolare. Rielaborazione grafica dell'autore da: Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l'economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente, pp. 87 pag. 41

Fig. 8: i quattro modelli di business. Rielaborazione grafica dell'autore da: Bompan Emanuele, Brambilla Ilaria N. (2016). *Che cosa è l'economia circolare*. Milano: Edizioni ambiente, pp. 110 pag. 43

Fig. 9: gli investimenti nell'economia circolare. Rielaborazione grafica dell'autore da: Polizzi Daniela (2019). *Il "black out" dei big data*. Corriere Innovazione in Corriere della sera, 26 luglio, pp. 9 pag. 44

Fig. 10: distributori di prodotti al dettaglio, potrebbero aiutare a ridurre sensibilmente il consumo di packaging di ogni genere. Fonte: *foto di Laura Mitulla su Unsplash*. www.unsplash.com/photos/AvLyTUGW9Ug pag. 49

Fig. 11: la doppia piramide alimentare e ambientale mostra la relazione tra il valore nutrizionale e l'impatto ambientale. Fonte: www.barillacfn.com/it/divulgazione/doppia_piramide/ pag. 51

Fig. 12: linea Conscious Exclusive di H&M. Fonte: www2.hm.com pag. 53

CAPITOLO 2

- Fig. 13:** installazione nell'Università degli Studi di Milano in occasione del Fuori Salone 2019. Fonte: immagine dell'autore. pag. 56
- Fig. 14:** Subak balinesi per la coltivazione del riso. Fonte: foto di Radoslav Bali su Unsplash. www.unsplash.com/photos/jN9JnZ-SyVc pag. 59
- Fig. 15:** la mercedes Classe E del 1996, una delle prime con parti in compositi con fibre naturali. Fonte: www.globalhemp.com/2011/02automotive-composites.html pag. 62
- Fig. 16:** compositi con fibre di cotone, canapa e iuta. Fonte: www.archive.fabacademy.org/archives/2017/woma/students/238assignment14.html pag. 62
- Fig. 17:** Toyota Raum 2003. Fonte: www.favcars.com/photos-toyota-raum-ncz20-203-06-120597.htm pag. 64
- Fig. 18:** l'interno della Toyota Raum 2003. Fonte: www.zimcart.com/vehiclescars/2003toyotaraumbeigei3821 pag. 64
- Fig. 19:** schiuma a base di soia. Fonte: google images pag. 65
- Fig. 20:** composito rinforzato con fibre di canapa. Fonte: www.hashmuseum.com/nl/de-plant/industrial-hemp/hemp-based-plastic pag. 65
- Fig. 21:** esempio di come la sostenibilità e l'essere biologico attraggono il consumatore verso prodotti "di migliore qualità". Fonte: foto di Anne Preble su Unsplash. www.unsplash.com/photos/SAPvKo12dQE pag. 73
- Fig. 22:** cuffie audio e sacchi della spazzatura presi in esame. Fonte: Petersen Moritz, Brockhaus Sebastian (2017). *Dancing in the dark: Challenges for product developers to improve and communicate product sustainability*. Journal of Cleaner Production, 161, pp. 345-354 pag. 75
- Fig. 23:** i due telefoni cellulari considerati nello studio percettivo con i relativi "punteggi". Rielaborazione grafica dell'autore da: Luchs Michael G., Brower Jacob, Chitturi Ravindra (2012). Product Choice and the Importance of Aesthetic Design Given the Emotion-laden Trade-off between Sustainability and Functional Performance. J. Prod. Innov. Manag., 29 (6), pp. 903-916 pag. 75
- Fig. 24:** esempio di packaging sostenibile nel mondo dell'elettronica. Fonte: www.designspiration.com/save/14560527932599/ pag. 77
- Fig. 25:** confezioni di uvetta e cioccolato prese in esame. Fonte: Magnier Lise, Schoormans Jan, Mugge Ruth (2016). *Judging a product by its cover: Packaging sustainability and perceptions of quality in food products*. Food Quality and Preference, 53, pp. 132-142 pag. 77
- Fig. 26:** confezioni di caffè prese in esame. Fonte: Magnier Lise, Schoormans Jan, Mugge Ruth (2016). *Judging a product by its cover: Packaging sustainability and perceptions of quality in*

<i>food products</i> . Food Quality and Preference, 53, pp. 132–142	pag. 77
Fig. 27-28: i risultati dello studio relativo alla percezione dei packaging di caffè. Rielaborazione grafica dell'autore da: Magnier Lise, Schoormans Jan, Mugge Ruth (2016). <i>Judging a product by its cover: Packaging sustainability and perceptions of quality in food products</i> . Food Quality and Preference, 53, pp. 132–142	pag. 78
Fig. 29: un packaging per una comunicazione semplice. Fonte: foto di Boxed Water Is Better su Unsplash, www.unsplash.com/photos/LWagu5WepHU	pag. 79
Fig. 30: il caso studio di uno spazzolino sostenibile prodotto con alluminio riciclato e con una testina sostituibile e riciclabile. Fonte: Kickstarter www.kickstarter.com/projects/tooth/tooth-eco-friendly-oral-care/description	pag. 80
Fig. 31: la materia prima ed il risultato dopo la trasformazione in Polyfloss. Fonte: www.thenestway.com/2012/07/the-polyfloss-factory/	pag. 83
Fig. 32: gli unici Original Stool che ricalcano la rotazione durante la loro produzione. Fonte: www.theculturetrip.com/north-america/usa/new-york/articles/austrian-designers-made-the-worlds-most-intimate-bar-and-a-clock-that-stops-time/	pag. 84
Fig. 33: i diversi tipi di terra e le relative colorazioni del progetto Haca'sey. Fonte: www.valerieri-abko.com/journey	pag. 86
Fig. 34: Plastic Stone Tiles. Fonte: www.materialdistrict.com/material/plastic-stone-tiles/	pag. 88
Fig. 35: tessuto Mixtape. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 88
Fig. 36: pannello Totomoxtle. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 89
Fig. 37: ciotole in Decafé. Fonte: www.decafe.es/coleccion-lamparas-y-accesorios/alika/	pag. 91
Fig. 38: bicchieri Shaping Sugar. Fonte: www.domusweb.it/en/design/2013/09/18/now_le_off_ama_liadesnoyershenridejeant.html	pag. 92
Fig. 39: l'installazione Autarchy Vessels di Formafantasma. Fonte: www.pinterest.it/pin/6614730673933623?lp=true	pag. 94
Fig. 40: il tessuto Biocouture. Fonte: www.io9.gizmodo.com/a-jacket-made-from-bacteria-5585340	pag. 95
Fig. 41: oggetti nel materiale del progetto Cooking new materials. Fonte: www.designfarmberlin.com/portfolio-item/cooking-materials/	pag. 95
Fig. 42: oggetti del progetto Anima. Fonte: www.kosuke-araki.com/anima	pag. 97
Fig. 43: piastrelle Gwilen. Fonte: www.gwilen.com	pag. 98
Fig. 44: la produzione dei vasi del progetto di Algae Geographies. Fonte: www.atelier-luma.org/articles/propos-dune-poudre-bleu	pag. 100

- Fig. 45:** la decomposizione della bottiglia di Ari Jonsson. Fonte: www.dezeen.com pag. 102
- Fig. 46:** il progetto Gone, confezione biodegradabile per lo sport. Fonte: www.iamlizziewright.com/gone pag. 102
- Fig. 47:** campioni della pelle Fruit leather. Fonte: www.architetturaxtutti.com/2017/02/lagom-just-the-right-amount/ pag. 106
- Fig. 48:** il micelio di Ecovative. Fonte: www.ecovatedesign.com pag. 106
- Fig. 49:** la collezione di Ferragamo con Orange Fiber. Fonte: <http://orangefiber.it/collections/> pag. 108
- Fig. 50:** intonaco di fondo di RiceHouse. Fonte: www.ricehouse.it/rh-100 pag. 110
- Fig. 51:** installazione "Under Super Cover" firmata Studio Modulo durante il Fuori Salone 2018. Fonte: immagine dell'autore. pag. 112
- Fig. 52:** processo di selezione dei materiali. Rielaborazione grafica dell'autore da: Piselli A., Baxter W., Simonato M., Del Curto B., Aurisicchio M. (2018). *Development and evaluation of a methodology to integrate technical and sensorial properties in materials selection*. *Materials and Design*, 153, pp. 259-272 pag. 115
- Fig. 53:** schema dell'economia circolare della Ellen McArthur Foundation, focus sulle materie da fonti non rinnovabili. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf pag. 117
- Fig. 54:** EMP Museum, Seattle Stati Uniti. Fonte: foto di Scott Webb su Unsplash, www.unsplash.com/s/photos/emp-museum%2C-seattle%2C-united-states pag. 119
- Fig. 55:** installazione in occasione della 71° Fiera di Orzinuovi dello studio 3Hub, per sensibilizzare allo spreco delle bottiglie di plastica. Fonte: immagine dell'autore. pag. 121
- Fig. 56:** schema dell'economia circolare della Ellen McArthur Foundation, focus sulle materie da fonti rinnovabili. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/publications/Ellen-MacArthur-Foundation-Towards-the-Circular-Economy-vol.1.pdf pag. 123
- Fig. 57:** schema fonti materiali rinnovabili. Rielaborazione grafica dell'autore da: Pellizzari Anna, Genovesi Emilio (2017). *Neomateriali nell'economia circolare*. Milano: Edizioni Ambiente, pp. 50-51 pag. 124
- Fig. 58:** il bamboo MOSO è stato utilizzato per gli interni del centro commerciale di City Life, Milano. Fonte: www.ifdm.design/2017/11/30/citylife-shopping-district-opens-in-milan-designed-by-zaha-hadid-architects/?lang=en pag. 127
- Fig. 59:** Piñatex è un tessuto simile alla pelle proveniente dalle foglie della pianta di ananas.

Fonte: www.ananas-anam.com	pag. 131
Fig. 60: Silicestone è un materiale ceramico proveniente per il 98% da materia di scarto. Fonte: www.alusid.co.uk/journal/springsummer-2019-trends-sustainable-tiles-and-sur/	pag. 133
 CAPITOLO 3	
Fig 61: installazione “Conifera” di Cos in occasione del Fuori Salone 2019. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 136
Fig 62: previsione del volume di crescita della plastica, conseguenze e consumo di petrolio in uno scenario usuale. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EllenMacArthurFoundation_TheNewPlasticsEconomy_Pages.pdf	pag. 139
Fig 63: distribuzione globale dei principali produttori, della produzione e della dispersione di materie plastiche. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.ellenmacarthurfoundation.org/assets/downloads/EllenMacArthurFoundation_TheNewPlasticsEconomy_Pages.pdf	pag. 140
Fig 64: grafico che illustra il destino della plastica utilizzata dal 1950 al 2015. Fonte: www.graphics.reuters.com/ENVIRONMENT-PLASTIC/0100B275155/index.html	pag. 142
Fig. 65: montagna di bottiglie di plastica alta quanto il Cristo Redentore di Rio de Janeiro (38 m). Fonte: www.graphics.reuters.com/ENVIRONMENT-PLASTIC/0100B275155/index.html	pag. 143
Fig. 66: montagna di bottiglie di plastica alta quanto metà della Tour Eiffel (324 m). Fonte: www.graphics.reuters.com/ENVIRONMENT-PLASTIC/0100B275155/index.html	pag. 144
Fig. 67: montagna di bottiglie di plastica che sovrasta la Tour Eiffel (324 m). Fonte: www.graphics.reuters.com/ENVIRONMENT-PLASTIC/0100B275155/index.html	pag. 145
Fig. 68: montagna di bottiglie di plastica che copre una porzione di New York, alta circa 2,4 km. Fonte: www.graphics.reuters.com/ENVIRONMENT-PLASTIC/0100B275155/index.html	pag. 146
Fig. 69: consumo di plastica in Europa. Rielaborazione grafica dell'autore da: mostra deplastic., durante la fiera “Fa la cosa giusta” a fieramilanocity, 8-10 marzo 2019.	pag. 148
Fig. 70: la piramide di gestione dei rifiuti. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.progettarericiclo.com/docs/linee-guida-la-facilitazione-delle-attivita-di-riciclo-degli-imballaggi-plastica	pag.150
Fig. 71: un cavalluccio marino che stringe un cotton fioc in plastica; fotografia di Justin Hofman per “Wildlife Photographer of the Year 2017”. Fonte: www.green.it/abolizione-dei-cotton-fioc-non-biodegradabili-dal-2019-lo-stop-definitivo/	pag. 151
Fig. 72: i simboli delle plastiche riciclabili. Fonte: www.perlambiente.it/raccolta-differenziata-plastica/	pag. 153

- Fig. 73:** lo schema delle fasi del riciclaggio meccanico della plastica. Rielaborazione grafica dell'autore da: Mostra deplastic., durante la fiera "Fa la cosa giusta" a fieramilanocity, 8-10 marzo 2019. pag. 156
- Fig. 74:** la raccolta di bottiglie in PET. Fonte: www.resource-recycling.com/plastics/2019/07/31/ihs-recycled-pet-demand-will-outpace-supply/ pag. 158
- Fig. 75:** fotografia dal progetto "7 days of garbage" del fotografo Gregg Segal. Fonte: www.greggsegal.com/P-Projects/7-Days-of-Garbage/4/thumbs pag. 163
- Fig. 76:** la classificazione delle bioplastiche. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.european-bioplastics.org pag. 165
- Fig. 77:** stima dell'utilizzo dei terreni per le bioplastiche per il 2018 e 2023. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.european-bioplastics.org pag. 167
- Fig. 78:** produzione globale delle bioplastiche 2018. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.european-bioplastics.org pag. 170
- Fig. 79:** principali impieghi delle bioplastiche 2018. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.european-bioplastics.org pag. 173
- Fig. 80:** lo schema confronta l'impatto a fine vita di PLA e TPS. Fonte: Rossi Vincent, Cleeve-Edwards Nina, Lundquist Lars, Schenker Urs, Dubois Carole, Humbert Sebastien, Jolliet Olivier (2014). *Life cycle assessment of end-of-life options for two biodegradable packaging materials: sound application of the European waste hierarchy*. Journal of Cleaner Production, 86, pp. 132-145 pag. 191
- Fig. 81:** lo schema della possibilità di dimissione delle bioplastiche. Rielaborazione grafica dell'autore da: www.european-bioplastics.org pag. 193

CAPITOLO 4

- Fig. 82:** installazione "Crochet" di Melissa al Fuori Salone 2019 a Brera. Fonte: www.vogue.it/news/article/salone-del-mobile-il-meglio-del-design-brasiliano-a-milano pag. 199
- Fig. 83:** schema del processo generale di percezione. Rielaborazione dell'autore dalla fonte: Hendrik N. J. Schifferstein, Pieter M. A. Desmet (2008). *Tools Facilitating Multi-sensory Product Design*. The Design Journal, 11, pp. 137-158 pag. 200
- Fig. 84:** schema del flusso esperienziale della percezione. Fonte: Locher Paul, Overbeeke Kees, Wensveen Stephan (2010). *Aesthetic Interaction: A Framework*. Design issue, 26, 2, pp. 70-79 pag. 203
- Fig. 85:** esempio di superfici visivamente e tattilmente stimolanti. Fonte: www.andreaphilippon.com/ pag. 205

- Fig. 86:** packaging che riprende in modo visivo e tattile il succo al suo interno. Fonte: www.naotofukasawa.com/projects/349/ pag. 207
- Fig. 87:** lampade di Simon Schmitz esposte al Salone Satellite 2019. Fonte: immagine dell'autore. pag. 208
- Fig. 88:** due sfere di materiali diversi in sue diversi contesti. Fonte: Fleming Roland W. (2014). *Visual perception of materials and their properties*. Vision Research, 94, pp. 62–75 pag. 211
- Fig. 89:** i quattro cilindri. Fonte: Fleming Roland W. (2014). *Visual perception of materials and their properties*. Vision Research, 94, pp. 62–75 pag. 213
- Fig. 90:** cuffie Sony. Fonte: www.lemanoosh.com/tagged/sony/ pag. 215
- Fig. 91:** schema utilizzato per raccogliere le principali caratteristiche delle impugnature dei phon analizzati. Fonte: Zuo Hengfeng, Jones Mark, Hope Tony, Jones Robin (2016). *Sensory Perception of Material Texture in Consumer Products*. The Design Journal, 19, pp. 405-427 pag. 218
- Fig. 92:** Nike, nella sua continua ricerca per il miglioramento delle performance, non perde di vista l'aspetto estetico, arricchendo i suoi prodotti con dettagli. Fonte: www.nike.com/gb/joyride pag. 222
- Fig. 93:** texture. Fonte: foto di Jason Leung su Unsplash www.unsplash.com/photos/UMncYEf09-U pag. 225
- Fig. 94:** i packaging considerati nell'esperimento del team di Reimann. Fonte: Reimann Martin, Zaichkowsky Judith, Neuhaus Carolin, Bender Thomas, Weber Bernd (2010). *Aesthetic package design: A behavioral, neural, and psychological investigation*. Journal of Consumer Psychology, 20, pp. 431–441 pag. 229
- Fig. 95:** la materioteca raccoglie campioni di materiali non solo tecnici, ma anche ispirazionali. Fonte: immagine dell'autore. pag. 230
- Fig. 96:** l'interazione. Fonte: foto Caleb Angel su Unsplash, www.unsplash.com/photos/Hq32VUY0xMg pag. 236
- Fig. 97:** campioni di colore Pantone. Fonte: foto di Copper and Wild su Unsplash www.unsplash.com/photos/x5fjOL3kums pag. 238
- Fig. 98:** schema del processo MiPS. Rielaborazione grafica dell'autore da: van Kesteren Ilse (2010). *A user-centred materials selection approach for product designers*. METU JFA, 2, pp. 321-338 pag. 240
- Fig. 99:** scheda risultante dall'analisi di un materiale attraverso il processo Ma2E4. Fonte: Camere Serena, Karana Elvin (2018). *Experiential characterization of materials: Toward a toolkit*. Design Research Society 2018 Catalyst, University of Limerick, 25-28 giugno 2018 pag. 242
- Fig. 100:** schema del processo di selezione dei materiali. Rielaborazione grafica dell'autore da: Piselli A., Baxter W., Simonato M., Del Curto B., Aurisicchio M. (2018). *Development and*

evaluation of a methodology to integrate technical and sensorial properties in materials selection. Materials and Design, 153, pp. 259-272 pag. 244

CAPITOLO 5

Fig. 101: il progetto BioScreen della designer Anya Muangkote, esposto al Fuorisalone 2019. Fonte: immagine dell'autore. pag. 246

Fig. 102: lego in polietilene prodotto dalla canna da zucchero. Fonte: www.tulipanorosa.blogspot.com/2018/03/mattoncini-lego-da-questanno-inizia-la.html pag. 249

Fig. 103: Baux ha realizzato una serie di nove pannelli fonoassorbenti 100% bio-based, biodegradabili e riciclabili. Fonte: www.designboom.com/design/form-us-with-love-baux-bio-based-acoustic-pulp-panel-02-07-2019 pag. 251

Fig. 104: composizione di alcune foto simili a quelle utilizzate da Karana nel suo esperimento, 10 foto riprendono il concetto di "naturale", 10 di "alta qualità". Fonte:

Carta igienica: <https://www.bol.com/nl/p/toiletpapier-go-comfort-big-pack-3l-96-rl-250-vel/920000087065560/>

Vaso: <https://www.zarahome.com/gb/living-room/decoration/vases-c1089525.html>

Marmo: <https://pixabay.com/photos/marble-texture-white-pattern-2362262/>

Tagliere: <https://www.belk.com/p/biltmore-wood-round-chopping-board/76009888281161.html>

Confezione uova: <https://www.whattopack.com/packing-tips/how-to-pack-jewelry/>

Sacchi Juta: <http://www.cgcostruzioni.it/5pezzi-sacco-sacchi-60cm-x-110cm-sacco-di-patate-cereali-iuta-sacco-50kg-fassend-b01ddpikwi.html>

Parquet: <https://www.bauhaus.ch/it/parquet-tavolato-in-noce-americano-66814717>

Sedia: <https://www.insaraf.com/products/solid-wood-charlie-chair>

Sella: <https://www.lekkerbikes.com.au/product-category/accessories/saddles/>

Cesta: <https://www.pinterest.it/amp/pin/306315212144645658/>

Camicia: <https://www.amazon.com/slp/silver-blouses-womens/wfnz7gc9ec97mq>

Cavatappi: <https://www.connox.com/categories/kitchenware/wine-accessories/georg-jensen-wine-bar-corkscrew.html>

Coltello: <https://cangshancutlery.com/en/cangshan-tn1-series-1020908-8-inch-swedish-sandvik-14c28n-chef-knife>

Computer: <https://www.eglobalcentral.co.it/apple-macbook-pro-2019-con-touch-bar-13-inch-2.4ghz-i5-256gb-argento-mv992.html>

- Sedia: <https://www.theofficestation.net/black-leather-visitor-chair-p/tos-309gb.htm>
- Cerchione: <https://www.summitracing.com/parts/crr-08750-spec>
- Perle: <https://www.thenational.ae/arts-culture/the-qatar-pearl-legacy-aims-to-revive-the-gulf-s-pearl-farming-tradition-1.96570>
- Iphone: <https://gizmodo.uol.com.br/apple-e-obrigada-na-justica-a-desbloquear-iphon-e-comprado-nos-eua/>
- Bicchiere: <https://photos.com/featured/white-wine-pouring-into-a-glass-ts-photography.html>
- Tappeto: <https://www.aliexpress.com/i/32950916070.html> pag. 255
- Fig. 105:** Flow, sedia di MDF Italia. Fonte: www.mditalia.com/it/prodotti/sedie/flow-eco pag. 256
- Fig. 106:** legno di nuova generazione di origine sostenibile. Fonte: www.rotterdam.materialdistrict.nl/sectoren/sector-architecture/ pag. 259
- Fig. 107:** PLA trasparente stampato 3D. Fonte: <https://www.filamentworld.de/shop/pla-filament-3d-drucker/pla-filament-1-75-mm-crystal-clear-iceland-blue-1-75mm/> pag. 260
- Fig. 108:** il Componibile di Kartell in bioplastica. Fonte: www.archistudio.su/fabric/kartell/ pag. 263
- Fig. 109:** l'insalatiera dell'azienda Zuperzozial. Fonte: www.kidly.co.uk/products/zuperzozial/mini-bowls-set-of-6/8639 pag. 266
- Fig. 110:** il progetto Grön del designer Mira Nameth, esposto al Fuorisalone 2019. Fonte: immagine dell'autore. pag. 269
- Fig. 111:** la sedia Jin di OFFECCT. Fonte: www.offecct.com/product/jin-chair/ pag. 270
- Fig. 112:** il materiale Arboform di Tecnar. Fonte: www.en.wikipedia.org/wiki/Arboform pag. 273

CAPITOLO 6

- Fig. 113:** colori. Fonte: foto di Andrew Ridley su Unsplash. www.unsplash.com/photos/jR4ZfriEjl pag. 274
- Fig. 114:** moodboard. Fonte: foto di Toa Heftiba su Unsplash. www.unsplash.com/photos/HqnwMF8E92A pag. 277
- Fig. 115:** tavola materica creata dall'autore. Fonte: immagine dell'autore. pag. 280
- Fig. 116:** palette di colori. Fonte: foto di Jan Kolar / VUI Designer su Unsplash. www.unsplash.com/photos/-LTn1nqAfDw pag. 285
- Fig. 117:** moodboard. Fonte: www.pinterest.it/pin/157977899414156021/?lp=true pag. 289
- Fig. 118:** particolare di una finitura superficiale. Fonte: www.anniversary-magazine.com/all/2017/12/13/baroquisme-collection-by-architect-vincenzo-de-cotiis pag. 292

Fig. 119: moodboard per il trend book 2017 di Luxottica dello studio Baolab. Fonte: www.baolab.net/luxottica.html pag. 295

PARTE II

Fig. 120: planner. Fonte: foto di Mille Sanders on Unsplash. www.unsplash.com/photos/Bc6qPj_f-r0 pag. 299

CAPITOLO 7

Fig. 121: raccolta dati. Fonte: immagine dell'autore. pag. 302

Fig. 122: pagina d'esempio del CES Product. Fonte: Figuerola Magda, Lai Qiuying, Ashby Mike (2016). *The CES EduPack Products, Materials and Processes Database - a White Paper*. Granta Design Limited, Teaching Resources pag. 305

Fig. 123-124: primo e secondo workshop per testare il toolkit. Fonte: Camere Serena, Karana Elvin (2018). *Experiential characterization of materials: Toward a toolkit*. Design Research Society 2018 Catalyst, University of Limerick, 25-28 giugno 2018 pag. 307

Fig. 125: grafico riguardante il sesso del campione di intervistati. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore. pag. 308

Fig. 126: grafico riguardante l'età del campione di intervistati. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore. pag. 308

Fig. 127: grafico riguardante l'attenzione alla tematica ambientale. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore. pag. 309

Fig. 128: grafico riguardante l'attenzione all'origine dei prodotti. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore. pag. 309

Fig. 129: grafico riguardante le tipologie di prodotti per cui si presta attenzione. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore. pag. 310

Fig. 130: grafico riguardante il significato di materiale naturale. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore. pag. 311

Fig. 131: grafico riguardante il significato di materiale sostenibile. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore. pag. 311

Fig. 132: campioni di PLA presi in considerazione nella seconda sezione del Form. Fonte: rielaborazione dell'autore da foto di Romina Santi. pag. 313

Fig. 133: sono stati assegnati punteggi dalla prima alla nona scelta in modo da capire quale materiale avesse ricevuto maggiori votazioni. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati

dell'autore.	pag. 314
Fig. 134: materiali scelti per un packaging di lusso. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.	pag. 315
Fig. 135: materiali scelti per prodotti usa e getta. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.	pag. 316
Fig. 136: materiali scelti per prodotti durevoli nel tempo. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.	pag. 316
Fig. 137: prodotti. Fonte:	
1. immagine dell'autore del progetto Hidden Beauty di Clemence Grouin-Rigaux, Fuorisalone 2019.	
2. www.materialjourneys.com/2019/05/31/recycled-plastic-design-chairs-that-make-a-difference/	
3. www.afilii.com/en/product/play-and-childrens-furniture/luisa-charlie-kids-play-table-chair-for-children-made-of-recycled-plastic-toys-by-ecobirdy/	
4. www.saintluc.fr/it/tool/	
5. www.ecobioshopping.it/it/bicchieri-bioplastica/44-bicchiere-professional-pla-500-ml.html	
6. www.tulipanorosa.blogspot.com/2018/03/mattoncini-lego-da-questanno-inizia-la.html	pag. 317
Fig. 138: Scelta dei prodotti. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.	pag. 318
Fig. 139: prodotti. Fonte:	
1. immagine dell'autore del progetto The Agary Project di Ari Jónsson, mostra Broken Nature.	
2. immagine dell'autore del progetto Future Sequin di Elissa Brunato, Fuorisalone 2019.	
3. www.durat.com/colours/	
4. immagine dell'autore del progetto BioScreen di Anya Muangkote, Fuorisalone 2019.	
5. immagine dell'autore del progetto Sinum Surfboards di Philippe Martens, Fuorisalone 2019.	
6. www.abitare.it/it/gallery/design/concept/card-bioplastica-aggiustatutto-gallery/?foto=4	pag. 319
Fig. 140: scelta dei materiali. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.	pag. 320
Fig. 141: caratteristiche materiali sostenibili - I domanda. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.	pag. 321
Fig. 142: caratteristiche materiali sostenibili - II domanda. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.	pag. 321
Fig. 143: esempio di scheda materiale utilizzata per analizzare il campione. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 325
Fig. 144: esempio di completamento del. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 327

Fig. 145: schema di Barhudin per i prodotti sostenibili. Fonte: Bahrudin F. I., Aurisicchio M., Baxter Weston L. (2017). <i>Sustainable materials in design project</i> . Alive. Active. Adaptive: Proceedings of International Conference on Experiential Knowledge and Engineering Materials (EKSIG 2017), 194-207	pag. 330
Fig. 146: schema plastiche sostenibili. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 332
Fig. 147: grafico riguardante le preferenze delle categorie descrittive. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.	pag. 381

CAPITOLO 8

Fig. 148: immagini e parole chiave utilizzate nel progetto. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 436
Fig. 149: mappa del funzionamento della piattaforma SMaPT. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 441
Fig. 150: schermata della homepage di SMaPT. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 442
Fig. 151: fase di scelta delle immagini e parole chiave, con confronto. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 442
Fig. 152: prima tavola con 6 immagini e 6 parole chiave. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 444
Fig. 153: i risultati ed i primi 3 materiali che passano la selezione. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 444
Fig. 154: la scheda interattiva del materiale. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 446
Fig. 155: il moodboard finale di SMaPT. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 448
Fig. 156: due delle carte del verificatore. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 450
Fig. 157: le carte delle immagini e le tessere degli aggettivi del verificatore. Fonte: immagine dell'autore.	pag. 452
Fig. 158: la fine di un percorso. Fonte: foto di Suzy Turbenson su Unsplash. www.unsplash.com/photos/CxVnaXHd2SY	pag. 454

INDICE DELLE TABELLE

- Tab. 1:** i quattro paradigmi con le loro caratteristiche. Rielaborazione grafica dell'autore da: Gardien Paul, Djajadiningrat Tom, Hummels Caroline, Brombacher Aarnout (2014). *Changing your hammer: The implications of paradigmatic innovation for design practice*. International Journal of Design, 8(2), pp. 119-139 pag. 68
- Tab. 2:** tabella che esprime i valori di LCA per la produzione di PET e HDPE vergini e riciclati. Fonte: Greene Joseph P. (2014). *Sustainable Plastics: Environmental Assessments of Biobased, Biodegradable, and Recycled Plastics*. Hoboken: John Wiley & Sons pag. 154
- Tab. 3:** tabella riassuntiva delle principali proprietà di alcune bioplastiche. Fonte: Peelman Nanou, Ragaert Peter, De Meulenaer Bruno, Adons Dimitri, Peeters Roos, Cardon Ludwig, Van Impe Filip, Devlieghere Frank (2013). *Application of bioplastics for food packaging*. Trends in Food Science & Technology, 32, pp. 128-141 pag. 184
- Tab. 4:** la biodegradazione di alcuni in quattro diversi tipi di trattamento dei rifiuti. Fonte: Hermann B.G., Debeer L., De Wilde B., Blok K., Patel M.K. (2011). *To compost or not to compost: Carbon and energy footprints of biodegradable materials' waste treatment*. Polymer Degradation and Stability, 96, pp. 1159-1171 pag. 187
- Tab. 5:** la tabella mostra gli le emissioni di alcune sostanze per diversi metodi di dismissione. Fonte: Hermann B.G., Debeer L., De Wilde B., Blok K., Patel M.K. (2011). *To compost or not to compost: Carbon and energy footprints of biodegradable materials' waste treatment*. Polymer Degradation and Stability, 96, pp. 1159-1171 pag. 195
- Tab. 6:** le caratteristiche prese in considerazione dai vari metodi di selezione. Rielaborazione grafica dell'autore da: Karana Elvin, Hekkert Paul, Kandachar Prabhu (2007). *Material considerations in product design: A survey on crucial material aspects used by product designers*. Materials and Design, 29, pp. 1081-1089 pag. 233
- Tab. 7:** i quattro strumenti per migliorare la sensibilità del progettista. Fonte: Schifferstein Hendrik N. J., Desmet Pieter M. A. (2008). *Tools Facilitating Multi-sensory Product Design*. The Design Journal, 11, pp. 137-158 pag. 235
- Tab. 8:** le categorie descrittive di valutazione e le loro definizioni. Fonte: Bahrudin F. I., Aurisicchio M. (2018). *The appraisal of sustainable materials*. International Design Conference, pp. 2575–2584 in riferimento a Karana E. (2009). *Meanings of Materials*. PhD thesis, Delft University of Technology. pag. 253

Tab. 9: tabella dei voti medi e della standard deviation. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.	pag. 314
Tab. 10: le categorie descrittive di valutazione e le loro definizioni. Fonte: Bahrudin F. I., Aurisicchio M. (2018). <i>The appraisal of sustainable materials</i> . International Design Conference, pp. 2575–2584 in riferimento a Karana E. (2009). <i>Meanings of Materials</i> . PhD thesis, Delft University of Technology.	pag. 379
Tab. 11: somma, media e standard deviation riguardante le preferenze delle categorie descrittive. Fonte: Google Form, rielaborazione grafica dei dati dell'autore.	pag. 381

ic - cellulosico

A01
T fibrous - fibroso

T fibrous -

T heavy - pesante

T strong - forte

T with fiber - con fibre

RINGRAZIAMENTI

Questa tesi è nata e cresciuta in un anno molto complicato. Al termine di questo percorso desidero ringraziare prima di tutto i miei genitori, gli sponsor principali, la mia famiglia, le mie coinquiline e tutti gli amici che mi sono stati vicini.

Ringrazio i miei principali compagni di viaggio in questi due anni: Daniel, Angela, Eleonora, Roberta, Rosi e Lucrezia.

Anche se da galateo non andrebbe fatto, ringrazio la prof. Barbara Del Curto e Romina, non solo per tutto quello che mi hanno insegnato, ma anche per la pazienza e la comprensione. Un grazie va anche a Flavia e Andrea che mi hanno aiutata nella fase finale e nella mia permanenza in ufficio mentre ordinavo campioni.

Sarò sempre riconoscente a tutti i 28 compagni e *panelist* che si sono prestati per il test e mi hanno aiutata in un passaggio fondamentale del progetto.

Infine, un grande grazie va a BTS design innovation, dove ho svolto il mio tirocinio e a tutte le aziende che con gentilezza e disponibilità mi hanno offerto informazioni e campioni dei loro materiali.

ALLEGATO I

Segue il test effettuato per raccogliere informazioni riguardanti la percezione delle plastiche sostenibili, sottoposto ad un campione di persone generico ed esposto nel capitolo 7.1.1.

Quanta sostenibilità senti? - How much sustainability do you feel?

5 minuti per aiutarmi a raccogliere informazioni per una ricerca di tesi relativa alla percezione di materiali sostenibili. / 5 minutes to help me gather information for a thesis research related to the perception of sustainable materials.

***Campo obbligatorio**

1. Sesso *

Contrassegna solo un ovale.

- Maschio/male
 Femmina/female

2. Quanti anni hai? / How old are you? *

Contrassegna solo un ovale.

- 18 - 20
 21 - 25
 26 - 30
 31 - 35
 36 - 40
 41 - 50
 51 - 60
 61+

3. Che lavoro fai?/What is your job? *

4. Sei attento/a all'origine dei materiali nei prodotti che compri? / Do you pay attention to the origin of the materials in the products you buy? *

Contrassegna solo un ovale.

Si / Yes

No

A volte / Sometimes

5. Se la tua risposta "sì" o "a volte", per quali tipologie di prodotti presti attenzione? / If your answer "yes" or "sometimes", for which types of products do you pay attention?

6. Quanto sei sensibile alla tematica ambientale? / How sensitive are you to environmental issues? *

Contrassegna solo un ovale.

1 (per niente / not at all)

2

3

4

5 (moltissimo / very much)

7. Cosa vuol dire per te materiale naturale? / What does natural material mean for you? *

8. Cosa vuol dire per te materiale sostenibile? / What does sustainable material mean for you? *

9. Secondo te, quali caratteristiche ha, al primo sguardo, un materiale sostenibile? (colore, finitura, sensazione...) / In your opinion, what features does a sustainable material have at first glance? (color, finish, feel ...) *

Ordina i
materiali / Sort
the materials

Non c'è giusto o sbagliato, fatti guidare dalla tua percezione! (se hai il telefono fai lo zoom) / There is no right or wrong, let your perception guide you! (if you have the phone zoom)

Opzioni materiali / Materials options



10. Ordina i materiali dal più sostenibile al meno sostenibile. Scrivi i numeri / Order materials from most sustainable to the least sustainable. Write the numbers *

11. Quali materiali sceglieresti per un packaging di lusso? / What materials would you choose for a luxury packaging? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

12. Quali materiali sceglieresti per prodotti usa e getta? / What materials would you choose for disposable products? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

13. Quali materiali sceglieresti per applicazioni durevoli nel tempo? / Which materials would you choose for long lasting applications? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6
- 7
- 8
- 9

Prodotti
sostenibili /
Sustainable
products

Non c'è giusto o sbagliato, fatti guidare dalla tua percezione! (se hai il telefono fai lo zoom) / There is no right or wrong, let your perception guide you! (if you have the phone zoom)

Opzioni prodotti / products options

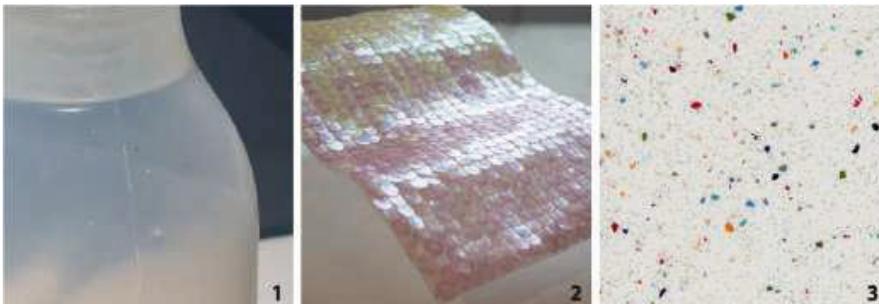


14. Seleziona i prodotti che secondo te sono costituiti da materiali sostenibili. / Select the products you think are made of sustainable materials. *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

Opzioni materiali / materials options





15. Quali materiali secondo te sono più sostenibili? / Which materials do you think are more sustainable? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5
- 6

16. Secondo te, quali caratteristiche ha, al primo sguardo, un materiale sostenibile? / In your opinion, what features does a sustainable material have at first glance? *

Seleziona tutte le voci applicabili.

- Colore naturale - natural color
- Fibre naturali all'interno del materiale - Natural fibers within the material
- Colore chiaro - light color
- Colore scuro - dark color
- Rugoso - wrinkled
- Liscio - smooth
- Colori accesi - bright colors
- Inclusioni (piccoli elementi di altri materiali, visibili, ma non fibre) - Inclusions (small elements of other materials, visible, but not fibers)
- Irregolare nella colorazione - Irregular in coloring
- Irregolare nella superficie - Irregular in the surfaces
- Colori neutri - neutral colors
- Trasparente - transparent
- Colore pieno - full color

Altro: _____

ALLEGATO II

Segue il test effettuato con i *panelist* per analizzare a livello sensoriale i 25 campioni di materiale selezionati, esposto nel capitolo 7.1.2.

The perception of materials

In this test you will be asked to evaluate, in a completely anonymous way, the perception of some samples of materials selected for a thesis research that focuses on the theme CMF (colors, materials, finishes) and polymeric materials of different origins.

**Campo obbligatorio*

1. Gender *

Contrassegna solo un ovale.

Male

Female

Prefer not to say

2. Age *

3. Nationality *

4. Background (previous studies) *

5. Are you aware to the origin of the materials in the product you buy? *

Contrassegna solo un ovale.

Yes

No

Sometimes

6. How sensitive are you to environmental issues? *

Contrassegna solo un ovale.

	1	2	3	4	5	
not at all	<input type="radio"/>	very much				

Sensorial analysis _____ Questa parte si è ripetuta per 7 campioni ogni persona

7. 1.1 - Write the number the sample *

8. 1.2 - What material do you think it is made of? *

9. 1.3 What would you see it applied to? *

10. 2.1 - Describe it with 4 adjectives from the provided list. (or in your own words) *

11. 2.2 - Give it 4 images corresponding to the adjectives given (write the corresponding letter code or copy the link) *

12. 3.1 - How much do you think this material is natural? *

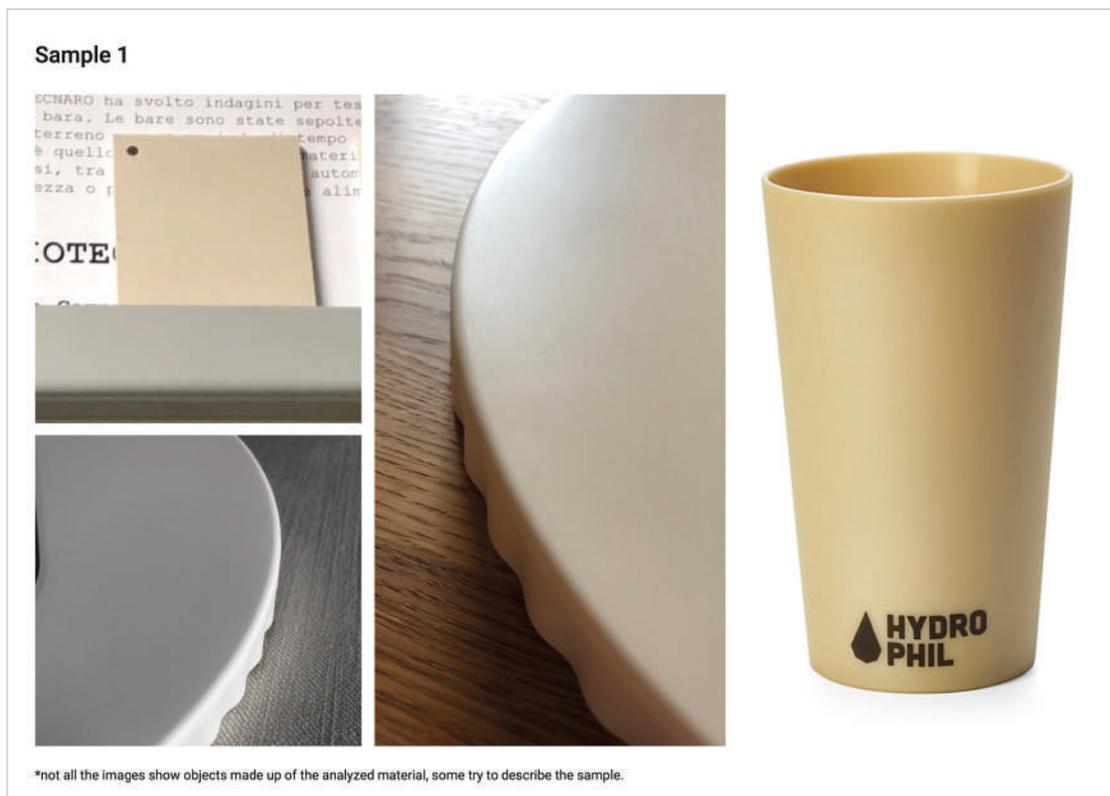
Contrassegna solo un ovale.

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
not at all	<input type="radio"/>	very much										

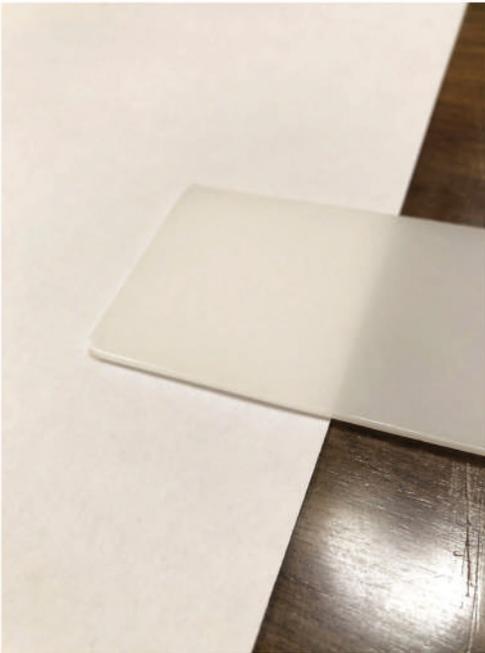
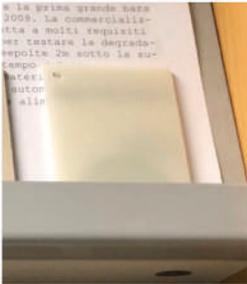
13. 3.1 Why? (facultative)

ALLEGATO III

Seguono le tavole utilizzate per sottoporre i campioni dei materiali scelti all'analisi dei *panelist*.

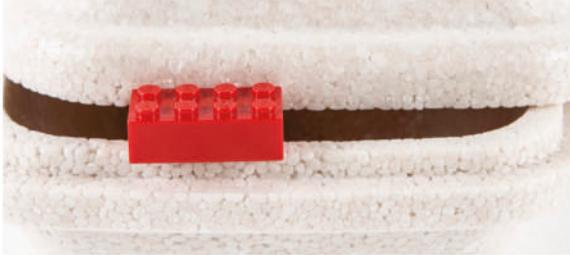


Sample 2



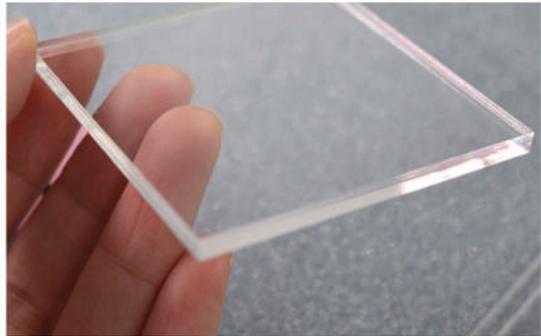
*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 3



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 4



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 5



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 6



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 7



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 8



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 9



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 10



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 11



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 12



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 13



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 14



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 15



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 16



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 17



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 18



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 19



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 20



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 21



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 22



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 23



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 24



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

Sample 25



*not all the images show objects made up of the analyzed material, some try to describe the sample.

ALLEGATO IV

Segue la tavola degli aggettivi utilizzati dai *panelist* nell'analisi dei campioni dei materiali.

ADJECTIVES - AGGETTIVI

*If you can, choose adjectives from the list of physical characteristics and at least one from the list of expressive characteristics (those with the *)*

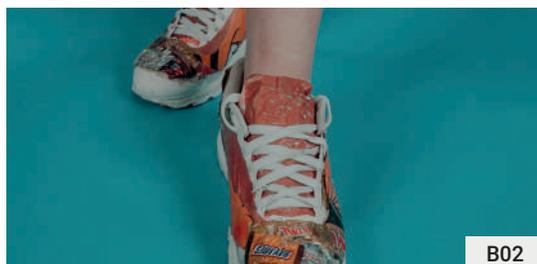
ambiguous - ambiguo
organic - biologico
cardboard like - come cartone
cellulosic - celluloso
cold - freddo
colorful - colorato
dark color - colore scuro
elastic - elastico
fibrous - fibroso
fibrous texture - texture fibrosa
flexible - flessibile
frosted - satinato
glossy - lucido
hard - duro
heavy - pesante
hot - caldo
irregular - irregolare
leather like - come pelle
less rigid - meno rigido
light - leggero
light color - colore chiaro
matte - opaco/satinato
milled - fresato
milky - lattiginoso
multilayer - multistrato
natural color - colore naturale
not cold - non freddo
odorless - senza odore
odorous - odoroso
opaque - opaco
plasticky - plasticoso
porous - poroso
reflective - riflettente
rigid - rigido
rough - ruvido
rubbery - gommoso
sliding - scorrevole
shiny - lucente
smooth - liscio
soft - morbido
soft touch - frenante
soft foam - schiuma morbida
sticky - appiccicoso
stone like - come la pietra
synthetic - sintetico
textured - texturizzato

transparent - trasparente
translucent - traslucido
uniform - uniforme
venous - venoso
varnished - verniciato
whitish - biancastro
with fiber - con fibre
with inclusions - con inclusioni
with natural inserts - con inserti naturali
wrinkled - rugoso
woody - legnoso

*aggressive - aggressivo
*amazing - sorprendente
*artificial - artificiale
*attractive - attraente
*casual - casual
*cozy - confortevole
*eco-friendly
*economico - economico
*elegant - elegante
*expensive - costoso
*feminine - femminile
*frivolous - frivolo
*futuristic - futuristico
*fashionable - alla moda
*hand-creafed - artigianale
*high-quality - alta qualità
*high-tech - tecnologico
*industrial - industriale
*innovative - innovativo
*low-quality - bassa qualità
*masculine - mascolino
*modern - moderno
*natural - naturale
*nostalgic - nostalgico
*old - vecchio
*ordinary - ordinario
*playful - giocoso
*precious - prezioso
*raw - grezzo
*relaxing - rilassante
*simple - semplice
*sporty - sportivo
*strange - strano
*traditional - tradizionale

ALLEGATO V

Seguono le immagini utilizzate dai *panelist* nell'analisi dei campioni dei materiali.





B03



B04



B05



B06



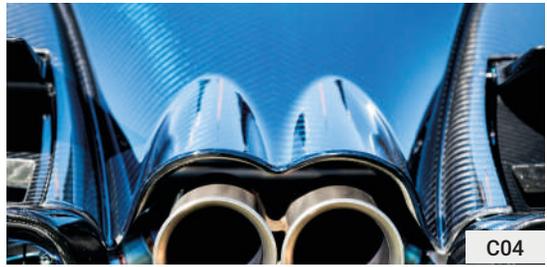
C01



C02



C03



C04



C05



C06



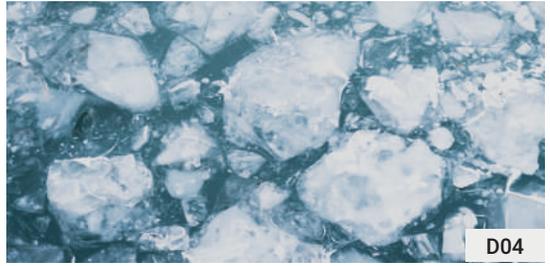
D01



D02



D03



D04



D05



D06



E01



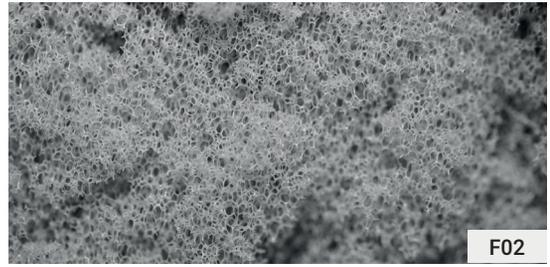
E02



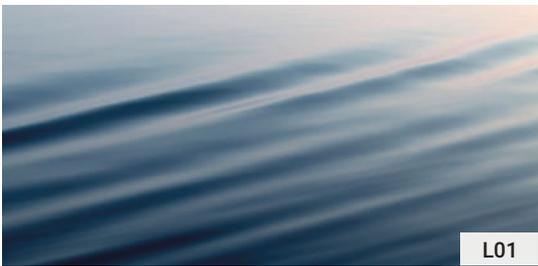
E03

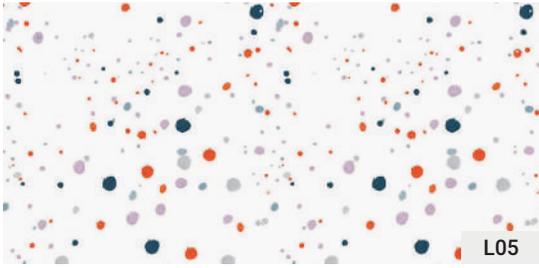


E04









L05



L06



M01



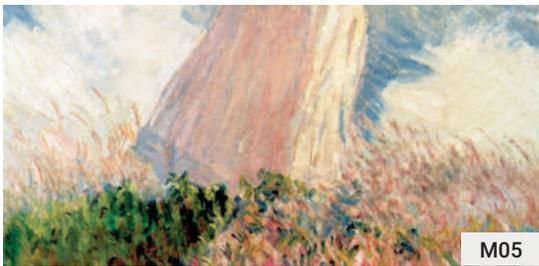
M02



M03



M04



M05



M06



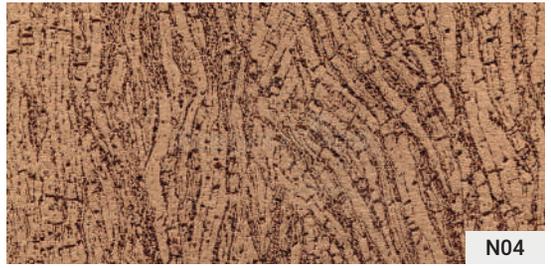
N01



N02



N03



N04



N05



N06



001



002



003



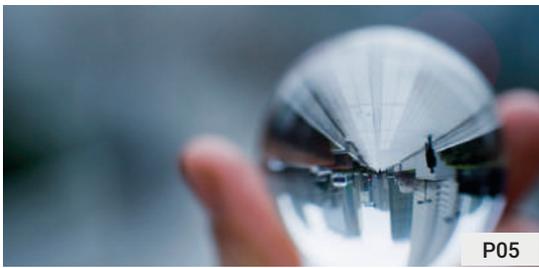
004



005



006





Q05



Q06



R01



R02



R03



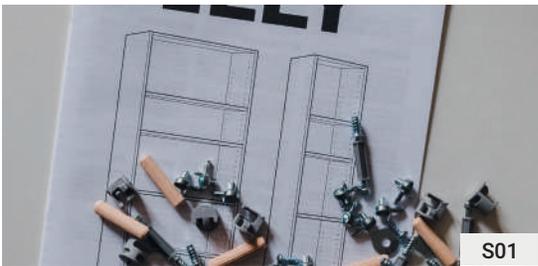
R04



R05



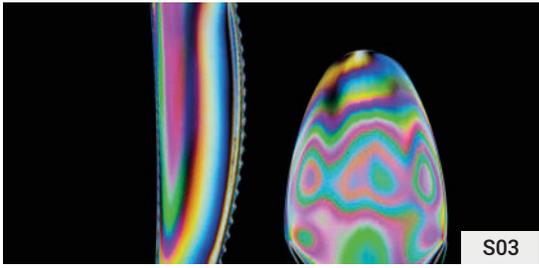
R06



S01



S02



S03



S04



S05



S06



T01



T02



T03



T04



T05



T06

