



MELTING
POINT



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Dipartimento di Architettura e Design
Corso di Laurea in Design e Comunicazione Visiva

A.A. 2021-2022

MELTING POINT

La plastica riciclata nel design e le sue potenzialità nel
contesto produttivo di *Plastiz*

Relatore: Lerma Beatrice

Candidato: Chelin Giulia s259710

Azienda partner: Plastiz S.R.L.

Tutor aziendale: Vinci Giuseppe

abstract

La tesi ha origine nel contesto del tirocinio curricolare svolto nello studio torinese Izmade, specializzato nella produzione di arredi in legno e ferro e impresa fondatrice di Plastiz, progetto spin-off e start-up a vocazione sociale che si occupa di valorizzare i polimeri termoplastici derivanti da scarti e rifiuti, riciclandoli attraverso la realizzazione di semilavorati e prodotti.

Inizialmente, si è svolta una ricerca atta a comprendere e dipingere le conseguenze della produzione e dell'utilizzo della materia plastica, nella storia sino ad oggi, con un particolare focus sul ruolo del design nel trattare questo materiale e nel proporre, successivamente, soluzioni all'abbandono di rifiuti plastici nell'ambiente.

Segue la collocazione di Plastiz all'interno di tale contesto e il confronto con realtà simili atto a delineare un iter progettuale basato sulla conoscenza dei limiti e delle potenzialità di questa realtà produttiva, oltre alla proposta di ambiti applicativi risultanti dal lavoro di ricerca e analisi precedente.

Lo scopo principale della tesi è, quindi, quello di fornire le informazioni necessarie al designer che intende progettare con i pannelli in plastica riciclata prodotti da Plastiz e incentivare la sperimentazione e lo sviluppo delle tecniche produttive in modo da andare incontro all'evoluzione della start-up.

INDICE

CAPITOLO 1

LA PLASTICA E LA SUA STORIA

CAPITOLO 2

L'IMPATTO AMBIENTALE

CAPITOLO 3

UNA NUOVA ECONOMIA
PER LA PLASTICA

Introduzione	9
<hr/>	
1.1 Cenni di chimica	12
1.2 L'evoluzione della plastica	17
1.2.1 La nascita delle plastiche	19
1.2.2 Le plastiche sintetiche prima, durante e dopo la Guerra	23
1.2.3 L'affermazione del Made in Italy e il design Radical	32
1.2.4 I tecnopolimeri, l'opulenza e l'usa-e-getta	35
<hr/>	
2.1 Metodo di valutazione	40
2.2 Produzione	42
2.3 Lavorazione	47
2.4 Uso e consumo	55
2.5 Gestione del fine-vita	58
2.5.1 La gestione dei rifiuti plastici in Europa e in Italia	67
<hr/>	
3.1 Dal modello lineare al modello circolare	72
3.2 La centralità dei materiali	79
3.2.1 Bioplastiche	81
3.3 Obiettivo SOSTENIBILITÀ. Tra progettazione e business model	87
3.3.1 La startup come archetipo	93

CAPITOLO 4

LA PLASTICA CIRCOLARE NEL DESIGN

CAPITOLO 5

LA REALTÀ TORINESE DI PLASTIZ

CAPITOLO 6

APPUNTI PROPEDEUTICI AL PROGETTO

CAPITOLO 7

PROPOSTE APPLICATIVE

4.1 I pionieri	96
4.2 La realtà di Precious Plastic	103
4.3 Stato dell'arte	112
4.3.1 Community di Precious Plastic	113
4.3.2 Progetti indipendenti	127
4.3.3 Attività di progettazione con rifiuti plastici	141
4.4 Considerazioni	153

5.1 La scelta di Plastiz	160
5.2 Origini e sviluppi	161
5.3 Know-how, materiali e produzione	165
5.4 Panorama competitivo	185
5.5 Considerazioni	197

6.1 Osservazioni sui polimeri	203
6.2 Osservazioni sulla produzione dei pannelli	205
6.3 Osservazioni sulla lavorazione dei pannelli	207
6.4 Considerazioni riassuntive	209

7.1 Dalle linee guida al concept	214
7.1.1 Il pannello come tramite per la luce	217
7.1.2 Il pannello come packaging riutilizzabile	223

Lettura critica	231
Bibliografia	233
Sitografia	235
Ringraziamenti	239

INTRODUZIONE

La tesi è espressione di un percorso ibrido e iterativo di ricerca e analisi sviluppatosi dalla lettura critica del “problema plastica” e arricchito dall’esperienza sul campo nel laboratorio di Plastiz.

Di fatto, la prima motivazione dietro la scelta di dedicarsi a questo tema si può identificare nell’imprinting estetico che ho avuto con i pannelli in plastica riciclata, proprio grazie alla vicinanza con la start-up durante lo svolgimento del tirocinio curricolare.

Dal conseguente approfondimento del materiale plastico riciclato e delle sue tecniche produttive e di lavorazione, si è accresciuto anche l’interesse nel trattare tematiche ambientali, unendo così due approcci tipicamente diversi con l’intento di superare la demonizzazione della materia plastica.

Il lavoro di ricerca si è inizialmente concentrato sull’evoluzione del materiale nel tempo, in modo da comprendere ed esplicitare il potere rivoluzionario che la plastica ha dimostrato di avere sin dalla produzione dei primi polimeri, in particolar modo nel mondo del design. La relazione tra design e sostenibilità ambientale costituisce, infatti, il leit motiv della tesi e il contesto da cui si è originata la realtà di Plastiz.

Da qui, la ricerca ha adottato un approccio più tecnico rivolto prima all’analisi del ciclo di vita della plastica, evidenziando le problematiche di un sistema produttivo lineare e si è, quindi, rivolta allo studio del modello circolare, base teorica da cui elaborare soluzioni efficaci all’inquinamento da plastica.

Guardando all’insieme di informazioni raccolte, queste si sono tradotte nell’individuazione della start-up come realtà archetipica in grado di concretizzare un sistema di riciclo e produzione alternativi per la plastica. A questo punto, il campo di ricerca si è ristretto alla raccolta di casi studio riguardanti realtà di riciclo alternativo della plastica nel design, la cui analisi ha prodotto diverse considerazioni utili al confronto con Plastiz e il suo sistema produttivo.

Di fatto, la conoscenza di Plastiz è avvenuta in maniera progressiva e parallela all'attività di ricerca ed è stata fortemente influenzata dalla fase emergente che la start-up sta attraversando, caratterizzata da attività di sperimentazione costante.

È in questo contesto che ho avuto modo di osservare il processo produttivo dei pannelli insieme alle particolarità dei macchinari e dei polimeri in relazione gli uni agli altri e di comprendere la necessità di elaborare un iter progettuale basato principalmente sui limiti e sulle possibilità del sistema di riciclo della plastica proprio della start-up.

Per questo motivo, gli ultimi capitoli della tesi uniscono le informazioni tratte dalla fase di ricerca iniziale alle osservazioni risultate dalla mia permanenza nel laboratorio di Plastiz e dal confronto con il suo team progettuale ed esecutivo nella stesura di una serie di linee guida da poter fornire a qualsiasi designer interessato alla realizzazione di un progetto con i pannelli prodotti da Plastiz.

In seguito ho avanzato due proposte applicative col fine di mostrare la declinazione delle linee guida di cui sopra nella progettazione di prodotti specifici che possano incentivare la diffusione e lo sviluppo della plastica riciclata come materia prima-seconda dall'alto valore estetico.

LA PLASTICA E LA SUA STORIA

1.1 Cenni di chimica

Il termine **“plastica”** è utilizzato in maniera generica per raggruppare una moltitudine di materiali accumulati da proprietà simili, ma, analizzandolo da un punto di vista etimologico, esso deriva dalle parole greche **“plastiké”** (τέχνη), ovvero *“arte che riguarda il modellare”* e **“plastikos”**, che significa *“adatto per essere plasmato”* e ancora da **“plastos”**, malleabile.¹

¹ *Plastiche e design*, Augusto Morello, Anna Castelli Ferrieri, Arcadia, Milano, 1984

Da queste definizioni si può cogliere l'aspetto intrinsecamente tecnico del termine, che di fatto esprime la peculiare lavorabilità delle materie plastiche.

In chimica, le materie plastiche vengono definite **“polimeri”**, anch'essa parola greca composta da **“polýs”** (molti) e **“méros”** (unità) coniata dal chimico Jöns Jacob Berzelius², ma utilizzata per indicare due sostanze di cui la formula empirica di una era un multiplo intero della formula dell'altra.

² Articolo, *The Origin of the Polymer Concept*, Journal of Chemical Education, William B. Jensen, maggio 2008

La definizione attuale di polimeri è data dallo IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) come *“sostanze composte da macromolecole, molecole molto grandi con pesi molecolari che vanno da poche migliaia a milioni di grammi/mole”*.³

³ Sito internet <https://iupac.org/polymer-edu/what-are-polymers/>

Le macromolecole di cui si parla sono, a loro volta, composte da unità ripetitive di natura organica - atomi di carbonio legati principalmente ad atomi di idrogeno, ossigeno e azoto - dette monomeri i cui legami interatomici sono di tipo covalente, perciò molto forti. Al contrario le macromolecole si aggregano fra loro con legami deboli formando delle catene, pertanto anche sollecitazioni meccaniche di modesta entità sono in grado di scindere questi legami e di far slittare le catene le une sulle altre; è in funzione della loro struttura che le materie plastiche risultano facilmente deformabili.

Perciò, rispetto alla composizione chimica del monomero, alla lunghezza delle catene e al loro peso molecolare e all'architettura delle catene stesse, si possono distinguere varie tipologie di polimeri.

Le principali categorie⁴ sono le seguenti:

TERMOPLASTICI

Sono caratterizzati da una **struttura amorfa o semicristallina**, nelle quali le catene sono disposte relativamente in maniera disordinata e casuale o presentano zone in cui la disposizione assume una configurazione ordinata. A temperatura ambiente, le **zone cristalline** contribuiscono alla **resistenza meccanica** del polimero, in quanto l'allineamento delle catene, aumentando il numero dei punti di contatto, favorisce la formazione dei legami. Mentre alle **zone disordinate**, più deformabili, è dovuto il requisito della **plasticità**, infatti le proprietà di questi polimeri sono controllabili tramite la lunghezza della catena macromolecolare e il grado di cristallinità: all'aumentare del peso molecolare, il materiale diventa più rigido, a volte più tenace e più resistente agli agenti chimici, ma diviene al contempo più difficile da lavorare.

Generalmente la **struttura delle catene** è **lineare**, ovvero esse sono allineate fra loro e possono compattarsi dando forma ad un polimero ad alta densità; questa struttura può essere **ramificata** per creare la versione dello stesso polimero a bassa densità (come nel caso di HDPE e LDPE).

Ad alta temperatura i termoplastici acquistano **malleabilità** perché **l'azione del calore** fa allontanare le catene e, quindi, diminuisce il numero delle zone cristalline. In questo modo il polimero rammollisce e può essere lavorato e modellato fino a raffreddamento, per cui torna ad essere rigido. La particolarità dei termoplastici risiede nella **ripetibilità** di questo processo.

I polimeri termoplastici sono quelli maggiormente impiegati nella produzione di oggetti di uso comune e tra i più utilizzati vi sono il polietilene (PE), il polipropilene (PP), il polistirene (PS) e le poliammidi (Nylon).

ELASTOMERI

Sono quasi completamente amorfi a temperatura ambiente e sono particolarmente deformabili; per trazione possono allungarsi più del 100%, e spesso anche fino al 1.000%, ma riprendono la forma e le dimensioni iniziali al cessare della sollecitazione. Questa loro proprietà è permessa dalle loro catene macromolecolari, che sono raggomitolate, ma unite in alcuni punti da legami forti covalenti (ponti di atomi).

Nella trazione le catene si distendono, come nel caso dei polimeri termoplastici, ma si comportano poi come

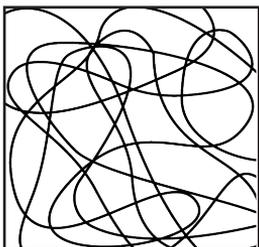
molle in tensione, perché i “**ponti atomici**”, al cessare dello sforzo, le riportano nelle posizioni originarie e il materiale **riassume la forma primitiva**. A temperature molto basse le catene si avvicinano e possono formare delle regioni ordinate, per cui diminuisce l'elasticità e il materiale diventa fragile.

TERMOINDURENTI

In questi polimeri le catene macromolecolari, in seguito a riscaldamento o, eventualmente, per azione di specifici reattivi, possono legarsi fra loro con legami primari, molto più numerosi di quelli che agiscono negli elastomeri. Si forma un **reticolo tridimensionale disordinato** e il materiale risulta **amorfo e rigido**, come un vetro inorganico; siccome la **rigidità** è conseguita con il **riscaldamento**, queste sostanze a struttura reticolata sono dette resine termoindurenti.

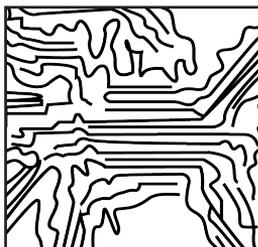
I materiali di questo tipo, se vengono riscaldati, non passano allo stato plastico perché le catene, bloccate dai legami forti che le uniscono, non possono muoversi o scorrere le une rispetto alle altre come nei polimeri termoplastici; a più alte temperature si rompono non solo i legami fra le catene, ma anche quelli che costituiscono le macromolecole lineari e il materiale **degrada irreversibilmente**.

amorfi



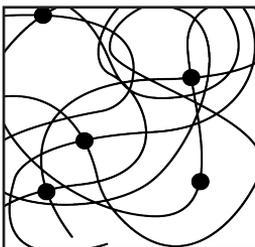
trasparenti e vetrosi

semi-cristallini



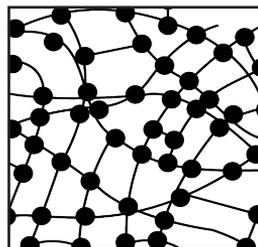
opachi e densi

scarsamente reticolari



gommosi/elastici

altamente reticolati



rigidi e resistenti

In generale, tutti i materiali polimerici sono contraddistinti da una grande facilità di lavorazione, l'economicità, la colorabilità, l'isolamento acustico, termico, elettrico, meccanico (dalle vibrazioni), la resistenza alla corrosione e l'inerzia chimica, nonché l'idrorepellenza e l'inattaccabilità da parte di muffe, funghi e batteri. Sebbene ciascun tipo di plastica possieda delle **caratteristiche specifiche**, queste **possono essere modificate durante il processo produttivo** a seconda delle esigenze. La modifica avviene tramite mescolamento con altri polimeri, o con l'aggiunta di additivi.

⁵ *Plastic Additives Handbook*,
Cfr. H. Zweifel,
R.D. Maier, M.
Schiller,
Hanser, Monaco
2009.

Gli **additivi**⁵ sono sostanze che vengono unite ai polimeri durante il processo di trasformazione da resina a semilavorato al fine di conferire loro alcune proprietà chimico-fisiche che altrimenti non avrebbero o migliorarne alcune caratteristiche rispetto alla destinazione d'uso. Tra essi vi sono:

Le sostanze rinforzanti

Migliorano la resistenza meccanica di molti manufatti plastici. Si tratta di riempitivi di varia natura usati sotto forma di fibra, come il vetro.

Le cariche inerti

Servono come riempitivo con lo scopo di ridurre i costi di produzione. In qualche caso possono migliorare talune caratteristiche del materiale.

I plastificanti: addizionati ad una resina rigida la trasformano in un materiale elastico dotato di flessibilità e relativa morbidezza.

I lubrificanti

Hanno la funzione di migliorare la lavorabilità dei polimeri soprattutto per quanto concerne le operazioni di formatura a caldo (estrusione, stampaggio, ecc.).

I pigmenti e i coloranti

Esplicano una funzione estetica, in quanto i polimeri non sono naturalmente colorati.

Gli agenti rigonfianti o porofori

Usati per la produzione di materiale espanso.

Gli stabilizzanti

Migliorano la resistenza delle resine alle radiazioni luminose, al calore, alla ossidazione, ecc., fattori che

esplicano azioni di degradazione della molecola del polimero o alterazione chimica vera e propria.

Gli induttori

Aumentano la velocità delle reazioni che portano al consolidamento ed indurimento del prodotto.

Gli inibitori

Rallentano la reazione di polimerizzazione.

Perciò l'azione combinata delle proprietà intrinseche dei polimeri e degli additivi li rende sostanze estremamente malleabili e versatili.

Un certo numero di **sostanze** impiegate sono **oggetto di preoccupazione sul fronte salute e impatto ambientale**. Oggi si considerano particolarmente problematici alcuni ftalati (plastificanti), il bisfenolo A, e diversi ritardanti di fiamma. Molte di queste sostanze sono ormai vietate, mentre altre sono oggetto di verifiche nel quadro della regolamentazione *REACH*⁶ (registrazione, valutazione, autorizzazione dei prodotti chimici, conformemente al principio “senza dato nessun mercato”), entrata in vigore nel 2007.

Come detto sopra, i polimeri sono sì composti organici, ma non sono naturali, in quanto sintetizzati dall'essere umano e questa caratteristica costituisce la principale differenza dagli altri materiali, dalla quale deriva anche la loro particolare predisposizione alla trasformabilità e, al contempo, la loro qualità più controversa, ovvero l'infinità. Non essendo frutto di processi determinati dalla natura, la materia plastica viene introdotta nel pianeta, ma non trova sistemi in grado di smaltirla e reintrodurla in nuovi cicli, da cui la sua estrema resistenza e il suo forte potenziale inquinante.

⁶ *REACH* è un regolamento dell'Unione Europea, adottato al fine di tutelare la salute umana e l'ambiente contro i rischi potenziali dei prodotti chimici e rafforzare la competitività dell'industria chimica europea. Questo regolamento promuove l'adozione di metodi alternativi che permettano di valutare la pericolosità di alcune sostanze, con l'intento di ridurre i test sugli animali.

Sito internet
https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/chemicals/registering-chemicals-reach/index_it.htm

1.2 L'evoluzione della plastica

Le materie plastiche non possono essere trattate solo in quanto composti chimici, bensì la loro sintesi e le loro applicazioni nel passato sono strettamente legate ad **importanti cambiamenti**, sia dal punto di vista tecnologico che storico e sociale.

Proprio per questo motivo, il racconto delle plastiche è stato più volte narrato col fine di periodizzare questi materiali ed evidenziare la portata delle scoperte scientifiche che li hanno accompagnati. Diversi sono anche i testi che intendono analizzare i polimeri trattando, in primo luogo, degli oggetti che sono stati creati con essi, descrivendone così anche l'**aspetto produttivo e consumistico**.

Se da un lato questo tipo di analisi si lega alle **tematiche ambientali** aiutando a comprendere l'entità del "problema plastica" attuale, dall'altro si rivela estremamente utile ai fini progettuali. Il designer interessato a progettare con la plastica necessita, quindi, di guardare a questo materiale con occhi diversi: conoscere le sperimentazioni del passato, le metodologie produttive, le tecniche di lavorazione, le principali applicazioni e come queste si siano tradotte in oggetti iconici, ma anche di uso comune.

Una delle narrazioni della storia delle plastiche che più incontra la metodologia tipica del mondo progettuale è stata fatta dalla *Fondazione Plart* di Napoli, che, attraverso la collaborazione di diversi professionisti, ha organizzato una collezione permanente in grado di delineare l'evoluzione del gusto "popolare" e, allo stesso tempo, ha stabilito delle relazioni tra l'arte e l'artigianato e la produzione industriale. Proprio tra queste sfere si inseriscono le descrizioni critiche di Renato De Fusco⁷ e successivamente di Cecilia Cecchini, Marco Petroni e Alba Cappellieri⁸.

A creare un'ulteriore relazione tra l'analisi storica dell'avvento della plastica e il disegno industriale è Sergio Antonio Salvi⁹, il quale tratta anche le problematiche socio-ambientali che ne sono derivate.

Per quanto riguarda il territorio piemontese, il museo Cannon-Sandretto a Pont Canavese presenta una

collezione di oggetti in plastica organizzata in modo da evidenziare le differenze storiche e culturali dei vari periodi che caratterizzano l'evoluzione del materiale. I paragrafi che seguono fanno infatti riferimento al catalogo^{10,11} della mostra fornito dalla curatrice, la dottoressa Lara Carbonatto.

Con l'intento di considerare la storia della plastica attraverso un punto di vista internazionale, si sono prese come ulteriore riferimento le parole della giornalista Sylvia Katz¹², particolarmente orientata al mondo del design.

L'insieme delle informazioni raccolte è stato elaborato nelle pagine seguenti parallelamente alle immagini di oggetti in plastica del passato particolarmente significativi e funzionali a dare una fotografia del periodo a cui appartengono e dell'evoluzione estetica della plastica, così da considerare anche la percezione e i valori comunicativi che il materiale ha assunto nel tempo.

⁷ *Fondazione Plart. Plastica, arte, artigianato e design.*, Renato De Fusco, Quodlibert S.R.L., Macerata, 2014

⁸ *Plastic Days. Materiali e design*, Cecilia Cecchini, Marco Petroni, Alba Cappellieri, Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo, 2015

⁹ *Plastica tecnologia design: le materie plastiche, i loro compositi, le tecnologie trasformative: dal petrolio al progetto attraverso la storia del disegno industriale italiano.*, Sergio Antonio Salvi, Hoepli, Milano 1992

¹⁰ *Pensieri di plastica*, Luca Scacchi Gracco, Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1986

¹¹ *Civiltà della plastica*, Renzo Marchelli, Museo Cannon-Sandretto, Pont Canavese, 1996

¹² *Classic Plastics. From Bakelite to High-Tech*, Sylvia Katz, Thames and Hutson, Londra, 1984

1.2.1 La nascita delle plastiche

Come accennato nel paragrafo precedente, i materiali plastici sono derivati dalla lavorazione del petrolio. Questo è solo in parte vero, in quanto si riferisce alle plastiche sintetiche di comune utilizzo attualmente; le prime plastiche prodotte nel corso dell'Ottocento consistono in una serie di materiali derivati dalla **mescola di sostanze naturali trattate con processi fisici**, talvolta quasi alchemici. Gli sviluppi di queste plastiche sono, infatti, guidati dalla volontà di sperimentare ma soprattutto dalla necessità di imitare e sostituire le materie prime naturali, più costose e più difficilmente reperibili. Dato il loro scopo, le **plastiche pre-sintetiche** non conquistarono fin da subito la loro identità, bensì costituirono i **materiali di "passaggio"** che hanno aperto la strada alle plastiche sintetiche.

La prima materia plastica semi-sintetica di cui si può parlare è la **gomma vulcanizzata**. Creata dall'americano **Charles Goodyear**, che dopo anni di tentativi effettuati con sostanze diverse, ebbe l'intuizione nel **1839** di miscelare la gomma naturale (lattice vegetale estratto dalla pianta sudamericana *Hevea Brasiliensis*) e polvere di zolfo, di scaldarli e poi raffreddarli rapidamente: la sostanza risultante era elastica, resistente agli sbalzi di temperatura, impermeabile all'acqua e facilmente lavorabile. Questo processo venne brevettato nel **1843** col termine "**vulcanizzazione**" e, a partire da esso, Nelson Goodyear e T. Hancock svilupparono l'**Ebanite** (o vulcanite). I chimici aumentarono la percentuale di zolfo e prolungarono i tempi di vulcanizzazione, quindi ottennero un materiale sempre più **rigido, fragile, scuro, lucente** e simile all'ebano, da cui il nome.

Simile alla gomma naturale, negli stessi anni veniva usata la **Gutta-percha**, un polimero termoplastico il cui nome deriva dal malese *getah percha* (albero della gomma) messo a punto da **William Montgomerie** e ottenuto partendo dal lattice della specie *Palaquium Gutta*, ma usato in Oriente già in epoche remote. Fu particolarmente usata per i primi cavi sottomarini per le telecomunicazioni, in quanto impermeabile ed elastica, ma iniziò presto a scarseggiare.

Data l'esigenza di trovare materiali surrogati di quelli

naturali, studiando il **nitrato di cellulosa** ottenuto nel **1845** dallo svizzero **Christian Friedrich Schönbein**, il chimico di Birmingham **Alexander Parkes** isola e brevetta il **primo materiale plastico semisintetico** (poi conosciuto come **Parkesina** e Xylonite) addizionando naftalina e canfora. Si tratta, di fatto, di un **primo tipo di celluloidi** utilizzato per la produzione di manici e scatole, ma anche di manufatti flessibili come i polsini e i colletti delle camicie. Essendo un composto molto versatile, poteva essere lavorato come i metalli, stampato a compressione, colorato e laminato. Un importante evento accompagna questa scoperta, ovvero **L'Esposizione Universale di Londra del 1862**, nella quale furono esposti i primi campioni di Parkesina.

Parallelamente, negli Stati Uniti, la ditta *Phelan & Collander* di New York indice un concorso per realizzare un materiale alternativo all'avorio per la produzione di palle da biliardo, promettendo \$10.000 a chi fosse riuscito nello scopo. Di conseguenza, a partire dal 1863, il tipografo **John Westley Hyatt** sperimenta diverse mescole per creare l'"**avorio artificiale**" finché, nel **1869**, ottiene un composto a base di nitrato di cellulosa (acetato di cellulosa), proprio come nel caso di Parkes, e come lui Hyatt incontrò gli stessi problemi di **infiammabilità** una volta avviata la produzione industriale del materiale, ma riuscì a risolverli individuando l'azione solvente della **canfora** sul nitrato di cellulosa. Nasceva così la **Celluloide** vera e propria, con un brevetto depositato nel 1870. Proprio grazie agli sforzi di Hyatt, questo materiale fu prodotto in tutto il mondo negli anni a venire raggiungendo una produzione totale di 40mila tonnellate nel 1929.

Una delle applicazioni più riuscite della celluloidi riguarda la produzione di pellicole fotografiche e cinematografiche da parte della **Eastman Kodak** nel **1889**, le quali indussero a radicali rivoluzioni nel settore, anche per quanto riguarda le macchine da presa. Un'altra importante sperimentazione sulla cellulosa fu condotta da **Charles Frederick Cross** e **Edward Bevan**, i quali riuscirono a scioglierla in una soluzione di idrato di sodio e solfuro di carbonio nel **1892**; in questo modo la materia ottenuta poteva essere estrusa in sottili fili

adatti alla tessitura. Il tessuto ricavato viene ancora oggi definito **Rayon-Viscosa** a causa della viscosità della soluzione.

Perciò, tra il finire dell'Ottocento e i primi del Novecento, la **Celluloide** e l'**Ebanite** rappresentano i materiali più utilizzati nella produzione di oggetti di qualsiasi tipo; la prima viene impiegata soprattutto per imitare il tartarugato nelle montature di occhiali, nelle trousse, nei bottoni e la seconda acquista grande successo nella produzione di penne stilografiche per cui aziende quali *Waterman*, *Montblanc* e *Aurora* ne fanno uso. Grazie al suo potere isolante, l'ebanite venne usata anche per produrre scocche di dispositivi elettrici, come interruttori e separatori di batterie.

A seguire il successo di questi due polimeri, viene messa a punto la **Galatite** a partire dalla caseina (proteina del siero del latte vaccino) fatta reagire con la formaldeide, dai tedeschi **Friedrich Adolph Spitteler** e **Wilhem Krichke** nel **1897**. Il suo aspetto risultava molto simile alla Celluloide, così come al corno, per cui definita spesso "corno artificiale" ed era un materiale decisamente poroso e facilmente colorabile per immersione, quindi utilizzata spesso per produrre bottoni, fibbie, manici di ombrelli e gioielli; ma igroscopico, quindi più soggetto a deformazioni nel tempo.

¹ Spilla vittoriana in Gutta-percha, fine IX secolo.

² Replica del 1860 di una medaglia da esposizione del 1862, con il profilo del principe Alberto su una faccia, realizzata in Parkesine (nitrate di cellulosa) stampata a compressione.

³ Collana Art Deco geometrica bicolore in galatite, Auguste Bonaz, 1925.

⁴ Pipa "*Non canta la raganella*" DAC, bocchino in ebanite, primi del '900.

⁵ Pellicola fotografica in celluloide, Kodak, 1890.

⁶ Colletto per camicie flessibile, Xylonite, anni '30 del Novecento.

⁷ Abito da donna stampato, rayon-viscosa, anni '40 del Novecento.

⁸ Contenitore in celluloide, imitazione del pattern del guscio di tartaruga, anni '30 del Novecento.

⁹ Palla da biliardo in celluloide.

1.



2.



4.



3.



5.



7.



6.



8.



9.



1.2.2 Le plastiche sintetiche prima, durante e dopo la Guerra

Il successo delle prime materie plastiche artificiali fu grande, ma destinato ad essere oscurato dalla comparsa delle plastiche totalmente sintetiche e da **nuove scoperte nella chimica dei polimeri**.

La storia dei polimeri sintetici inizia con **Leo Baekeland**, chimico di origine belga poi trasferitosi negli Stati Uniti durante gli ultimi anni dell'Ottocento. Dopo la sua esperienza con l'industria di materiale fotografico, Baekeland si interessa alla chimica del fenolo e della formaldeide, che da tempo metteva in difficoltà molti altri scienziati. Così, dopo una serie di esperimenti, nel **1907** riesce ad ottenere un prodotto resinoso dalla condensazione dei due composti, chiamato appunto Bachelite. Un polimero termoindurente stampabile per compressione, ma anche trasformato in lastre lavorabili con utensili meccanici, iniziò col sostituire il metallo e il vetro in una infinità di applicazioni, specialmente nel crescente settore elettrico, grazie alle sue discrete proprietà di resistenza al calore. Sulla scia del successo di questa resina, che però si presentava sempre nera, marrone o rossastra, si scatenò la ricerca di alternative capaci di ottenere prodotti più chiari, da cui lo sviluppo di altre tipologie di resine quali le **resine melamminiche** e le **resine ureiche** con le quali si produssero stoviglie e utensili domestici dai colori brillanti che caratterizzarono le case degli **anni '30**.

Ancora derivato dalla cellulosa, nel **1913** viene sintetizzato il **Cellophane** dallo svizzero **Jacques Edwin Brandenberger**. Trasparente, impermeabile e prodotto in fogli sottilissimi e flessibili trova, per questi motivi, un immediato impiego negli imballaggi.

È con gli **anni '20** che la direzione nella scoperta di nuovi materiali polimerici cambia grazie alle constatazioni del **professor Hermann Staudinger** dell'università di Friburgo. Nel 1920 egli avviò gli studi teorici sulla struttura e le proprietà dei polimeri naturali e sintetici e dimostrò che, contrariamente a quanto si era pensato fino a quel momento, entrambi sono costituiti da lunghe catene di migliaia di molecole legate fra loro

(quelli sintetici presentano catene molto più lunghe), perciò introdusse il **concetto di macromolecola**. Questi concetti non furono subito accolti dalla comunità scientifica, la quale necessitò di ulteriori dimostrazioni effettuate da **W.H. Carothers** attraverso l'osservazione della struttura lineare delle macromolecole ai raggi X. Tale chiarimento pose le basi per lo sviluppo della **chimica macromolecolare** in termini scientifici, per cui i polimeri non furono più sintetizzati in maniera casuale come successo in passato.

In questi stessi anni, proprio grazie all'acquisizione di una nuova visione della materia plastica, **l'arte, l'artigianato e la produzione industriale** si affacciano alla necessità di trovare un **compromesso**; alla scuola del **Bauhaus** fondata da Gropius nel 1919 va il merito di aver impostato una nuova pedagogia artistica fondata su un **approccio rivoluzionario nei confronti dei materiali**, gettando le basi dell' Industrial Design. Perciò negli **anni '30** le materie plastiche vengono considerate dai progettisti sia per le loro caratteristiche formali ed estetiche, che per la loro lavorabilità da un punto di vista industriale, quindi diversi prodotti di questo periodo presentano un **elevato contenuto tecnologico**.

Negli anni a seguire vengono lanciati sul mercato tre importanti polimeri termoplastici: il polietilene a bassa densità, il polistirene, il polimetilmetacrilato e il polivinilcloruro.

Il **polietilene a bassa densità (LDPE)** è il polimero termoplastico più diffuso al mondo e fu scoperto grazie alla creazione di circostanze accidentali nei **laboratori della ICI nel 1933**. I chimici **Eric Fawcett** e **Reginald Gibson**, applicando una pressione a diverse centinaia di atmosfere in un contenitore pieno di etilene e benzaldeide con tracce di ossigeno, innescarono una reazione che diede vita al polimero. Il suo sviluppo industriale venne accelerato dalla sua applicazione nella posa di un cavo per le telecomunicazioni telefoniche della *Telegraph Construction and Maintenance Company*. Durante la Guerra, la necessità di produrne

8.



9.



10.



11.



⁸ Rasoio elettrico *Remington*, 1960 ca., scocca in urea formaleide color crema stampata a compressione e copertura in acetato di cellulosa stampata a iniezione.

⁹ Radio *AD-65 EKCO*, Wells Coates per *E. K. Cole Ltd* 1932, scocca in Bakelite stampata. Design geometrico e privo di decorazioni, forma tonda caratteristica.

¹⁰ Coppa *Bandalasta*, *Brookes & Adams*, Bakelite, 1927 ca. Il classico effetto marmo *Bandalasta* è stato prodotto manualmente spargendo granuli di modanatura colorati su granuli del colore di base, generalmente crema, prima di chiudere lo stampo.

¹¹ Radio *Phonola 547*, L. Caccia Dominioni, P.G. e L. Castiglioni, Bakelite, 1937-41. Realizzata per la settima Triennale di Milano, vinse la medaglia d'oro.

¹² Radio *Catalin 50XC-1*, *Motorola*, 1940, resina fenolica di colore rosso anguria e dettagli in giallo ocra, in stile Art Deco.

12.



in grandi quantità spinse a condividere le informazioni tecniche per la sua produzione con la **DuPont** per la fabbricazione di cavi radar. L'importanza che assunse il polietilene ne ha incentivato gli sviluppi, tant'è che nel **1940 H.Pichler** e **Buffleb** sintetizzano la sua **versione ad alta densità (HDPE)**, poi realizzato industrialmente nello stesso periodo sia in Germania che negli USA.

Il **polistirene (PS)** subì un secolo di incubazione prima di trovare applicazione, questo perché il suo processo di polimerizzazione venne modificato: la materia prima originaria era naturale, ma venne sostituita con materiali sintetizzati in laboratorio, in modo da garantirne la produzione industriale. Il polimero incominciò ad avere un suo modesto mercato solo **dopo il 1935 e dopo il 1942**, quando i giapponesi occuparono la Malesia e le Indie olandesi, Stati Uniti e Gran Bretagna si trovarono improvvisamente tagliati fuori dall'approvvigionamento di gomma naturale, per cui fu necessario sostituirla con il polistirene.

Anche il **polimetilmetacrilato (PMMA)** subì un processo di sintesi protratto negli anni finché, nel 1928, non fu creata la società **Röhm and Haas** che iniziò a polimerizzare il metacrilato sotto forma di una pasta vetrosa pensata solamente come adesivo. Fu nel **1934** che due ricercatori dell'ICI, **Rowland Hill** e **John Crawford**, riuscirono ad ottenere il PMMA sotto forma di materiale rigido, consistente e trasparente, poi commercializzato come **Plexiglas** dal **1936**. Nel **1937** anche la DuPont produsse PMMA venduto come **Lucite**. Le lastre di Plexiglas vennero utilizzate per realizzare le fusoliere degli aerei, ma dopo la Guerra il PMMA fece anche da sostituto a materiali trasparenti più preziosi quali il cristallo di rocca.

Il **polivinilcloruro (PVC)** fu invece sintetizzato casualmente da **Henri-Victor Regnault** nel 1835 lasciando il composto al sole e poi da **Eugen Baumann**, che ne studiò il processo di polimerizzazione nel 1872, ma la produzione controllata di questo polimero avvenne a partire **dal 1936** quando **Waldo Semon** scoprì che, aggiungendo dei plastificanti idonei, il PVC poteva diventare flessibile ed elastico. Il primo impiego massivo riguardò la produzione di tendine per la doccia, ma si diffuse preso in tutti i settori, dai tubi per l'irrigazione alle bambole.

Durante la guerra, il Regno Unito si trovò sprovvisto di gomma naturale (la quale arrivava dalle colonie della Malesia) a causa delle intercettazioni effettuate dai sommergibili tedeschi. I britannici necessitavano di realizzare giganteschi palloni frenanti per proteggere le loro città dagli attacchi aerei, perciò la **ICI** fu stimolata a creare un **sostituto del lattice**. Mediante la poliaddizione di un isocianato e un poliolo opportunamente studiato, i chimici ottennero un **poliuretano elastico**, compatto, adatto a produrre un rivestimento impermeabile all'acqua e all'aria. Ma piccole tracce di umidità rimaste nel poliolo generavano, per reazione chimica con l'isocianato, microscopiche bolle di anidride carbonica che rovinavano la superficie compatta del rivestimento dei palloni, facendo perdere loro l'impermeabilità e costringendo a lunghe e costose ricerche dei fori e alla loro riparazione. Nei medesimi anni (attorno al **1937**), nei laboratori tedeschi di **Otto Bayer** - dipendente della fabbrica chimica *Bayer* e parente del fondatore Friedrich Bayer - alla **IG Farben**, la ricerca era orientata in una direzione diametralmente opposta: un po' d'acqua nel poliolo creava delle interessanti bollicine di anidride carbonica, che se venivano controllate in tempo potevano far espandere in maniera uniforme il polimero in fase di formazione, creando una **schiuma espansa** rivelatasi ottima per l'isolamento termico degli edifici, per i materassi e per le **imbottiture** (soprattutto durante gli **anni '50**).

Di questo gli inglesi si accorsero subito dopo la resa della Germania, quando i chimici della *Imperial Chemical* vennero inviati dai governi Alleati a visitare i laboratori degli sconfitti ex nemici tedeschi, e si resero conto dei risultati ottimi ottenuti da entrambe le parti, pur partendo dalle stesse materie prime, ma provando approcci diversi di sviluppo.

Un altro materiale protagonista della Guerra fu il **Nylon**. La sua storia comincia nel **1938**, quando **Wallace Hume Carothers** sintetizza le resine poliammidiche alle quali la *DuPont* (per cui il chimico lavorava) darà il nome commerciale di *Nylon*. Carothers condivise gli sviluppi del materiale con altri quattro ricercatori, per cui si decise che le iniziali dei nomi delle loro mogli avrebbero formato il nome del polimero: **N**ancy, **Y**vonne, **L**onella, **O**livia e **N**ina. Oltre a dovere il suo nome a quattro donne, il Nylon diviene **strumento di rivoluzione per la comunità femminile**; per la sua somiglianza con la seta

e per la possibilità di essere prodotto in **fibre tessili**, viene utilizzato per produrre sottovesti, biancheria e **collant**, i quali spostarono l'attenzione della moda dei tempi proprio sulle gambe femminili. Nel **1942**, però, il governo statunitense, appena attaccato dai giapponesi a **Pearl Harbour**, stabilisce un embargo per cui il *Nylon* sarebbe dovuto essere sfruttato solo per scopi bellici e presto i **paracadute** prendono il posto delle calze. In questo periodo si utilizzano le resine poliammidiche anche come materiali da stampaggio, quindi vengono prodotti ingranaggi, ruote dentate, cuscinetti volventi e altri pezzi per l'industria della guerra e il nome "*Nylon*" diviene l'acronimo di "*Now You Lose Old Nippon!*". Nonostante le applicazioni belliche di estrema rilevanza, il *Nylon* acquisirà più importanza proprio grazie alle sue riprese applicazioni civili nel dopoguerra.

Sulla scia del lavoro di Carothers, nel **1941** viene inventato il **polietilene tereftalato (PET)** da **Rex Whinfield** e **James Tennant Dickson**, insieme con la **Calico Printers' Association** di Manchester. Questo polimero ottiene maggior successo nel dopoguerra nella produzione di **fibre tessili** artificiali (**Terylene**, la prima fibra poliestere), settore nel quale è largamente impiegato tuttora per produrre il "pile". Sarà nel **1973** che **Nathaniel Wyeth** della *DuPont* brevetta la **prima bottiglietta per bevande gassate in PET**, dando il via alla rivoluzione degli imballaggi.

Questa fase dello sviluppo delle plastiche risulta, quindi, colma di rilevanti innovazioni che, seppur spinte dalle necessità della guerra, troveranno le loro più popolari applicazioni civili una volta cessato il conflitto.

Negli **anni '40** le resine melamminiche videro la loro diffusione con la produzione di laminati colorati, tra cui la **Formica** che sostituì il legno nei piani delle cucine americane. Furono questi gli anni in cui il **PVC** entrava di prepotenza sul mercato come articolo **stampato** (le *Barbie* della *Mattel*, o i *Long Playing* dei primi cantautori, o le zeppe delle scarpe da donna) o **laminato** (gli impermeabili e gli stivaloni da pesca) o **estruso** (i tubi rigidi da edilizia) o **in emulsione** (i guanti per lavare i piatti, più economici di quelli in lattice di gomma) e nel **1949** si vede la nascita dei blocchetti **LEGO**, prima prodotti in celluloidi e poi, dal 1963 in ABS.

13.



14.



15.



16.

17.



18.



19.



20.



21.



22.



23.



24.



25.

¹³ Borsetta in *Lucite*, anni '50 del Novecento

¹⁴ Scarpe per bambole Barbie, PVC verde trasparente, 1996.

¹⁵ Bicchieri in polietilene dai colori pastello, Earl S. Tupper, *Tupperware*, 1954.

¹⁶ Scrivania in mogano rivestito con laminati colorati in *Formica*, Gio Ponti, anni '50 del Novecento.

¹⁷ Juke-box in metacrilati trasparenti e policromi, *Wurlitzer*, 1938.

¹⁸ Ironrite Health Chair, seduta e schienale continui in *Plexiglas* sostenuti da una struttura in acciaio inossidabile, Gilbert Rohde, 1938.

¹⁹ Mattoncini LEGO, ABS, 1972.

²⁰ Timor, calendario perpetuo, tessere in PVC e struttura in ABS, Enzo Mari per Danese, 1967.

²¹ Cappello anti-pioggia in PVC, anni '60 del Novecento.

²² Una delle prime bottiglie per bevande in PET, 1973 ca.

²³ Calze da donna in Nylon, anni '40 del Novecento.

²⁴ Poltrona *Lady*, imbottitura in schiuma di poliuretano espanso, M. Zanuso per *Arflex*, 1951.

²⁵ Mixer in polistirene, Gerd Alfred Muller per *Braun*, 1957. Incarna la filosofia di design purista di *Braun*, non ha viti e bulloni.

Al cessare dei conflitti nel **1945**, PS, PE, PVC, Nylon, PMMA subiscono, quindi, un trasferimento tecnologico ed **entrano nelle case di tutti**, indipendentemente dalla condizione sociale. Si avviavano gli anni della **Ricostruzione** e le acciaierie scarseggiavano perché distrutte dai bombardamenti, mentre il **petrolio** cominciava ad arrivare in abbondanza sia dal Texas che dall'Arabia a **prezzi contenuti**. Incomincia allora un fenomeno (mai verificatosi prima in queste proporzioni e a questa velocità) di sostituzione progressiva dei materiali tradizionali con le nuove sostanze sintetiche e quindi, di ripensamento formale delle strutture e delle forme ergonomiche degli attrezzi, delle suppellettili e degli oggetti di cui l'essere umano si circonda e si serve quotidianamente. Tutto ciò ha significato un **arricchimento** e una **disponibilità di beni** mai verificatasi in precedenza, che ha gettato le basi di un cambiamento nelle abitudini di consumo di tutta l'umanità; lo stesso oggetto con le stesse caratteristiche poteva essere venduto e comprato in tutti i luoghi del mondo e il **desiderio di possesso** di quello stesso oggetto supera la sua capacità di svolgere una determinata funzione per lungo tempo, da cui lo sviluppo estremo di questo comportamento nel **consumismo**.

Di conseguenza, gli enormi vantaggi apportati dalle materie plastiche alla società (quali l'innalzamento delle condizioni igieniche, nuove abitudini alimentari grazie all'imballaggio, l'emancipazione della donna favorita da elettrodomestici a buon mercato, una nuova mobilità con veicoli sicuri ed economici) danno inizio al periodo del **"Boom economico"**.

1.2.3 L'affermazione del *Made in Italy* e il design Radical

In questo contesto di **euforia produttiva**, l'approfondimento delle conoscenze sui meccanismi di polimerizzazione avviato da H. Staudinger negli anni '20, si esprime in una delle più importanti scoperte della seconda metà del XX secolo.

Dalle evoluzioni del PE attuate da **Karl Ziegler**, il professore di chimica del Politecnico di Milano **Giulio Natta** si propone di utilizzare gli stessi catalizzatori con lo scopo di creare un polimero dalla **regolarità** ancora non raggiunta. Fu così che, l'**11 marzo del 1954**, Natta afferma di aver fatto il **polipropilene isotattico (PP)**, un polimero dalle proprietà di resistenza chimica eccellenti e producibile sia in laminati che in oggetti stampati. Messo in commercio dall'azienda **Montecatini** di Ferrara a partire dal **1957** col nome di **Moplen**, il polipropilene diede inizio ad una splendida relazione tra il design italiano e la produzione di oggetti in plastica, oltre a valere un **premio Nobel per la Chimica nel 1963**, sia per Ziegler che per Natta. Il polipropilene segna, quindi, il passaggio all'era moderna e dà inizio ad una vera e propria **"Età delle plastiche"**.

Oltre alla Montecatini, altre aziende italiane, quali **Pirelli, Anic** e **Eni**, si dimostrano sempre più interessate alle possibilità offerte dalla considerazione delle nuove plastiche da parte del disegno industriale. Proprio grazie a questa visione innovativa che vede assieme plastica e progettazione, durante gli **anni '60** diviene il materiale di riferimento del design italiano, sia per i vantaggi di carattere tecnico, ma anche per la sua **carica innovativa, simbolica e comunicativa** che va a costituire una vera e propria **ideologia delle plastiche**.

Il design di questi anni è, quindi, caratterizzato dalla grande capacità dei suoi progettisti di valorizzare la plastica in quanto materiale simbolo dell'estetica del tempo. Rimanendo in Italia, il **movimento Radical**, nato e sviluppato dal **contesto rivoluzionario** degli anni '60 e '70, si pone l'obiettivo di tradurre le esigenze di un nuovo stile di vita attraverso l'impiego delle plastiche nella produzione dei suoi pezzi iconici.

26.



¹³ “Le plastiche sembrarono rispondere spontaneamente a una nuova scioltezza nelle relazioni umane e nell’arredamento.”

A. Branzi, *Il Design italiano 1964-1990*, Electa, Firenze 1966

27.



28.



29.

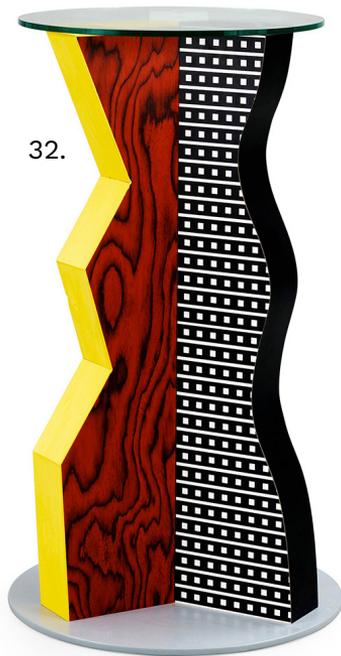


30.



31.

Proprio il Radical design e lo stile Made in Italy andatosi a definire in questo periodo, vedono la loro gloria in occasione dell’esposizione organizzata da **Emilio Ambasz** nel **1972** al **MoMA** di New York “**Italy, The New Domestic Landscape**”. Nomi quali **Ettore Sottsass**, **Gaetano Pesce**, **Ugo LaPietra**, **Gae Aulenti**, **Andrea Bellini** e molti altri costellano la mostra con i loro prodotti in plastica e le loro visioni innovative e provocative, evidenziando la capacità del **design italiano** di farsi **interprete delle trasformazioni sociali e culturali** di quegli anni attraverso il **protagonismo delle plastiche**.



32.



33.



34.



35.



36.

²⁶ Sedia per bambini smontabile "K4999", polipropilene, M. Zanuso e R. Sapper per Kartell, commissionata dal Comune di Milano, 1959.

²⁷ Lampada da tavolo *Gherpe*, diffusori in *Perspex®* (PMMA) tagliato e termoformato e pomelli in *Nylon* tornito, *Superstudio* per *Poltronova*, 1968.

²⁸ *Tanica* per benzina, polietilene, R. Menghi per *Pirelli*, 1958.

²⁹ Specchio *Quaderna* della serie *Misura*, cornice in legno rivestito con laminato plastico stampato a quadri, *Superstudio* per *Zanotta*, 1970.

³⁰ Macchina da scrivere *Valentine*, scocca in ABS rosso, Ettore Sottsass per *Olivetti*, 1969.

³³ Poltrona gonfiabile *Blow*, PVC, Jonathan De Pas, Donato D'Urbino e Paolo Lomazzi per *Zanotta*, 1967.

³⁴ Lampada *Passiflora*, plastica opalina e *Plexiglas* giallo, *Superstudio* per *Poltronova*, 1966.

³⁵ Specchio/lampada *Ultrafragola* della serie *Mobili Grigi*, PETG opalino termoformato per ottenere le linee sinuose, colore rosa dato dalla luce LED. Ettore Sottsass jr. per *Poltronova*, 1970.

³⁶ Serie *UP*, poltrona gonfiabile con palla, poliuretano espanso, Gaetano Pesce per *B&B Italia* (spin-off *Cassina*), 1969. Poi esposta nel 1972 al MoMA di New York.

1.2.4 I tecnopolimeri, l'opulenza e l'usa-e-getta

Dagli anni '60 agli anni '90, le materie plastiche subiscono evoluzioni sempre più tecnologicamente avanzate, fino alla sintesi di tecnopolimeri utilizzati per applicazioni particolarmente sofisticate, avendo caratteristiche di resistenza sia termica che meccanica (peraltro ancora in parte inesplorate) da renderli spesso superiori ai metalli speciali o alla ceramica. Dalla correzione della struttura originaria del **policarbonato (PC)** nel **1959**, alla nascita delle resine acetaliche nello stesso anno, fino all'individuazione del **polimetilpentene (TPX)** da parte di Giulio Natta, poi sviluppato dall'ICI e utilizzato soprattutto per la produzione di articoli per i laboratori clinici, resistente alla sterilizzazione e con una perfetta trasparenza.

E poi ancora il **polibutilentereftalato (PBTF)** che, con il PC, fu utilizzato nella produzione di componenti delle navicelle spaziali e contribuì a questo grande passo in avanti per l'umanità.

Un evento segnante di questi anni è rappresentato dalla **crisi energetica** sfociata il 6 ottobre **1973** con la **Guerra dello Yom Kippur**. Ormai da anni gli Stati Uniti dichiaravano che la domanda di energia era così cresciuta da superare le risorse disponibili. Allo stesso tempo, i Paesi mediorientali che ospitavano immensi giacimenti di petrolio iniziarono a rivendicare maggiori proventi dal sistema delle concessioni, retaggio dei periodi coloniali; per cui scoppiò una guerra che condusse tutto il mondo civilizzato ad una drastica riduzione dei consumi (**austerità**). Un esempio furono le **"domeniche a piedi"** istituite in Italia a partire dal 22 novembre del 1973 ¹³.

In contrapposizione reazionale alla situazione di emergenza, e come critica alla società dei consumi e all'esagerazione, si avvia l'**era postmoderna**, per cui il prodotto (così come l'individuo) comunica attraverso la sua estetica, la sua apparenza andando oltre il banale oggetto di consumo che rappresenta. La plastica risponde perfettamente a tali esigenze espressive permettendo di realizzare **oggetti "fuori scala", decontestualizzati, esaltati nei loro particolari**

¹⁴ *La crisi energetica del 1973. Le multinazionali del petrolio e la fine dell'età dell'oro (nero)*, Francesco Petrini Il Mulino, Bologna, 2012

che, in questo modo, assumono una nuova identità, rafforzano il legame tra la società dei consumi, l'arte e il design appropriandosi del **linguaggio pop**.

L'insieme di tutti questi fenomeni accelerati dallo sviluppo delle plastiche, inizia a suscitare l'attenzione alle problematiche ambientali andatesi a creare negli anni. In particolare, la consapevolezza riguardo la pericolosità dei rifiuti plastici viene mossa nel **1977**, quando l'oceanografo **Charles Moore** naviga in una zona poco frequentata dell'Oceano Pacifico (fra California e Giappone) e si imbatte in un immenso ammasso di rifiuti plastici, poi definito il **Great Pacific Garbage Patch** o "sesto continente" per via delle sue dimensioni. Successivamente si è scoperto che questa "isola" ha avuto origine negli anni '50, ovvero il momento in cui le plastiche hanno vissuto la loro più importante diffusione. Molti anni dopo, nel **2013**, l'artista **Maria Cristina Finucci** ha definito e ufficializzato il **Garbage Patch State** (un vero e proprio stato dotato di bandiera e statuto composto dai rifiuti plastici fino a quel momento prodotti) nella sede dell'Unesco di Parigi. Con la sua installazione artistica si ha la dimostrazione del mutato rapporto tra la vita delle cose e la vita delle persone.

Ciò che più impressiona è che questo stato ha avuto origine grazie ad una caratteristica prestazionale dei materiali plastici: la **resistenza alla biodegradabilità**. Ma proprio questa "qualità" costituisce la causa centrale del loro potenziale inquinante. Oltre a questo paradosso, è importante notare che la natura malleabile della plastica ha segnato il rapporto fra materiali e cultura del progetto. Questo perché, fino alla sua introduzione, i materiali hanno sempre dato indizio della forma che avrebbero assunto, proprio per le loro caratteristiche e i loro limiti. Ma le proprietà della plastica dipendono dalla sua struttura molecolare, che è sintetizzabile e modificabile, perciò a servizio completo della funzione che dovrà svolgere. Di conseguenza, quando sceglie la plastica, il progettista sceglie di ideare con molta più libertà che con altri materiali.

Quanto detto dimostra che **le proprietà eccellenti di questo materiale abbiano prevalso sulle sue conseguenze negative** in termini di sostenibilità e il protendersi e l'evolversi della cultura della plastica si sono tradotti nella produzione di **oggetti sempre più effimeri**, per cui essi divengono protesi con cui svolgere una determinata funzione nel modo più semplice e rapido, di cui i **prodotti usa-e getta** si fanno espressione, soprattutto nella produzione degli **imballaggi**. In questo modo ogni prodotto viene consumato per la sua funzione, e subito dopo considerato rifiuto.



37.



38.



39.



40.



41.



42.

³⁷ Confezione monouso del burger McDonald's in EPS color arancio, 1973.

³⁸ Tucano Lamp, plastica colorata, Huo-Tu Huang, anni '80.

³⁹ Cavatappi Anna G., corpo in resina termoplastica e parti restanti in zama cromata, A.Mendini per Alessi, 1994.

⁴⁰ Tavolino Kristall, legno rivestito in laminato plastico e gambe in metallo, M.De Lucchi per Memphis Milano, 1981.

⁴¹ Sedia-scultura Pratt Chair n.3, resina, Gaetano Pesce, 1984. Questa

seduta fa parte di una serie (da 1 a 9) nella quale la densità della resina aumenta da un modello all'altro determinando l'usabilità e la natura del prodotto (scultura o seduta). Quella proposta qui, la n.3, permette appena di sorreggere il peso di un bambino.

⁴² Computer iMac G3 color fragola, scocca in ABS trasparente e traslucido, prodotto da Apple dal 1998 al 2003. Primo computer proposto in diverse varianti colore vivaci.

⁴³ Orologio da polso Fandango

SLR100 in PVC, della serie Time for Design, A. Mendini per Swatch, 1994.

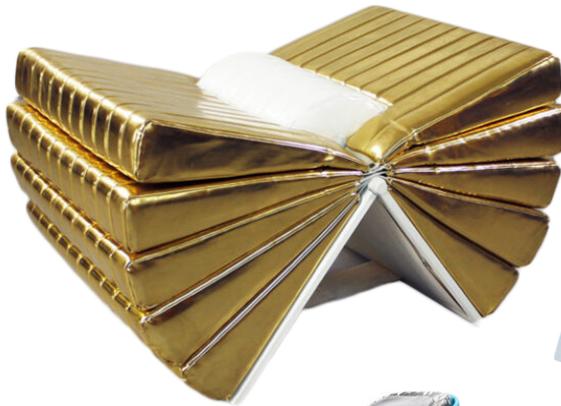
⁴⁴ Poltrona Libro, cuscini sfogliabili con imbottitura in schiuma di PU e rivestimento in PVC oro. Gruppo DAM, edizione speciale degli anni 2000.

⁴⁵ Cassettiera Pyramid, struttura in PMMA trasparente e cassette in PMMA nero, Shiro Kuramata per Cappellini, 1968.

43.



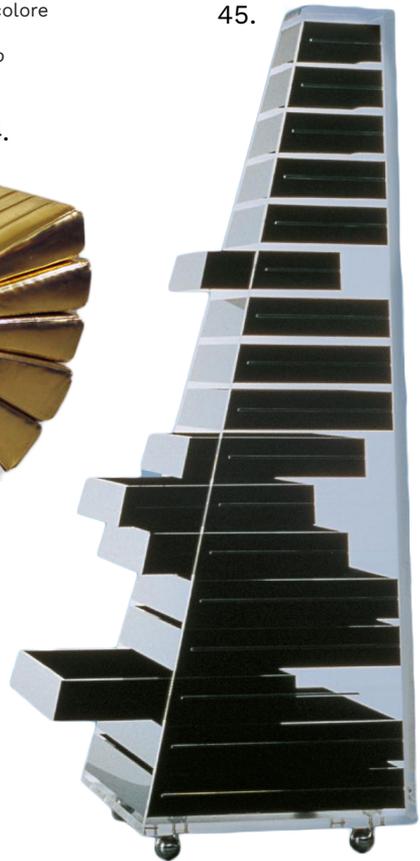
44.



46.



45.



¹⁵“Ogni cosa viene prodotta per essere consumata e non per restare come duraturo monumento di un mondo [...]. Molte cose sono usate solamente una volta [...] i corpi morti degli oggetti si accumulano nella necropoli delle cose [...]. La natura sputa i corpi morti degli oggetti. Gli scheletri consunti di materiale sintetico sono disgustose vestigia di un mondo inorganico. Poiché la natura non può riprenderli indietro, è meglio distruggerli, se possibile. Queste cose diventano morte senza morire; non sono mortali perchè non hanno mai vissuto. E tuttavia, non sono nemmeno fatte per durare; per quanto indistruttibili, non possono durare”

A.Heller, *Cose di questo mondo*, La Nuova Ecologia, Roma, 1991

L'IMPATTO AMBIENTALE

2.1 Metodo di valutazione

Guardando al “problema plastica” e alle gravi conseguenze che continua ad avere, il mondo della progettazione elabora da anni metodologie volte a minimizzare l’impatto ambientale di nuovi prodotti e sistemi produttivi. Dal punto di vista metodologico esistevano già nel 1962 indicazioni precise sul ruolo della variabile “ambiente” nei brief di progetto. Morris Asimov fu tra i primi a introdurre il concetto di **influenza socio-ecologica della progettazione tecnica**¹⁶, parlando dell’importanza di recuperare il prodotto alla fine della sua vita utile e dell’importanza della manutenibilità dei prodotti complessi al fine di prolungarne l’usabilità e il riutilizzo delle parti. Ciononostante, solo negli anni ’90 si vedono le prime vere applicazioni di queste teorie supportate dall’interesse politico, industriale e dall’opinione pubblica.

Oggi, per quanto concerne il disegno industriale, si sono sviluppate numerose metodologie che riguardano la progettazione di prodotti a minore impatto ambientale, le quali assumono nomi diversi come “Green Design”, “Eco-Design”, “Environmental Design”, ma risultano tutte accomunate dall’approccio del **Lyfe Cycle Thinking** (LCT). Per affrontare il tema della compatibilità e della sostenibilità ambientale è, infatti, necessario considerare il prodotto o il materiale in relazione al suo intero sistema produttivo, distributivo e di consumo nel contesto in cui viene impiegato e il LCT ha proprio l’obiettivo di **ottimizzare le risorse utilizzate, ridurre le emissioni e migliorare le prestazioni socio-economiche di un prodotto/sistema** con un **approccio olistico** al suo ciclo di vita, per cui si avvale di diversi strumenti analitici. Tra questi il **Life Cycle Assessment** (LCA) è lo strumento che consente la valutazione degli impatti ambientali associati alla vita di un prodotto o di un servizio identificando e quantificando l’energia e i materiali utilizzati e i rifiuti rilasciati nell’ambiente. Questa metodologia analizza le pressioni ambientali (ovvero emissioni, occupazione e trasformazione del suolo, consumo di acqua e risorse) associate alle fasi della vita del prodotto prese in considerazione e ne quantifica l’impatto tramite l’utilizzo di determinati indicatori (riscaldamento climatico, eutrofizzazione, scarsità d’acqua, incidenza delle malattie da polveri sottili, tossicità umana, eco-tossicità, ecc).

¹⁶ *Introduction to Design*,
Morris Asimov,
Englewood
Cliffs, N.J.,
Prentice-Hall,
1962

¹⁷ *Design, Plastica, Ambiente, progettare per il ciclo di vita dei polimeri*, Barbara Casati, Ezio Manzini, Maggioli Editore, Rimini, 1997

Obiettivo dell’LCA è quello di delineare la totalità delle interazioni di un prodotto o di un servizio con l’ambiente, al fine di valutare gli impatti direttamente o indirettamente causati nella sua vita. In questo modo **possono essere portati alla luce i “punti deboli”** di un sistema **sui quali la progettazione può intervenire**.¹⁷

Perciò come può essere definito e il ciclo di vita della plastica e come può essere valutato il suo impatto ambientale?

Prendendo a modello l’impostazione tipica dell’LCA si può suddividere il ciclo di vita della materia plastica in quattro fasi principali, quali la **produzione**, la **lavorazione**, l’**uso e consumo** e il **fine vita**. Andando a descriverne le modalità è possibile, quindi, conoscere l’impatto ambientale di ogni fase e condurre le conseguenti scelte progettuali.

2.2 Produzione

La prima fase del ciclo di vita della plastica è la sua produzione, ovvero l'estrazione della materia prima, la sua raffinazione e la sintesi del polimero.

ESTRAZIONE

La produzione ha inizio con l'estrazione del **petrolio**, del **gas** o del **carbone**, ovvero sostanze composte principalmente da **idrogeno e carbonio**, essenziali alla sintesi dei polimeri.

Il solo fatto che la principale materia prima per la produzione di plastica sia di **origine fossile**, determina il primo grande aspetto negativo da considerare. Trattandosi della principale fonte di energia, la maggior parte del materiale fossile viene lavorato per diventare combustibile e solo un'altra parte viene destinata all'industria chimica e alla produzione di materie plastiche. A dimostrazione del legame strettissimo fra i processi di produzione dei combustibili fossili e delle materie plastiche vi è il fatto che, originariamente, la vendita dei prodotti di scarto derivanti dal processo di raffinazione del petrolio hanno costituito per le aziende produttrici di combustibili fossili un ulteriore e ingente guadagno. Tuttavia, quando i combustibili fossili non potranno più essere utilizzati per produrre energia (in un futuro non troppo lontano), i produttori di materie plastiche dovranno adeguare la loro offerta a questa lacuna nella supply chain. Inoltre, la costruzione stessa di pozzi petroliferi prevede lo sfruttamento di grandi spazi, spesso soggetti a deforestazioni e ad altri tipi di disturbo del terreno e il tutto provoca importanti emissioni di gas serra, sommati alla quantità di energia che l'estrazione richiede e al trasporto della materia prima dai pozzi alle raffinerie.¹⁷

RAFFINAZIONE

Il petrolio, e i gas ad esso associati, sono costituiti da una miscela di centinaia di idrocarburi diversi, contenenti un numero qualsiasi di atomi di carbonio, da uno a oltre cento. La maggior parte di questi sono costituiti da idrocarburi saturi a catena lineare che, ad eccezione della combustione, sono scarsamente utilizzati se non nell'industria chimica o come carburante per le automobili. Pertanto le varie frazioni ottenute dalla distillazione del petrolio greggio e dei gas associati

¹⁸ Report *Plastic & Climate. The hidden cost of a plastic planet*, CIEL (Center for International Environmental Law), 2019

Sito internet <https://www.ciel.org/plasticand-climate/>

devono essere ulteriormente trattate nelle raffinerie di petrolio per renderle disponibili all'uso. Le frazioni più preziose per l'industria chimica e per la produzione di benzina sono il **gas di petrolio liquefatto (GPL)**, **la nafta**, **il cherosene** e **il gasolio**. Questi vengono trattati secondo diversi processi, tra cui il cracking per la sintesi dei polimeri.

¹⁹ Sito internet <https://www.chimicaindustrialeessenziale.org/processi-industriali/cracking-e-relativi-processi-di-raffinazione/>

Nello specifico il **cracking**¹⁹, come suggerisce il nome, è un processo in cui **le grandi molecole di idrocarburi vengono scomposte in molecole più piccole e più utili come il carbonio e l'idrogeno**, ovvero i monomeri utili a costituire i polimeri. Questo processo è condotto mediante due metodi differenti:

Steam cracking

I moderni impianti di steam cracking sono molto grandi, di solito producono 1-2 milioni di tonnellate di prodotti all'anno, e di recente ne sono stati costruiti diversi che possono avere una produzione di quasi 3 milioni di tonnellate all'anno la cui costruzione prevede un costo di circa 1 miliardo di dollari.

I reagenti gassosi (etano, propano o butano) o liquidi (nafta o gasolio) utilizzati vengono preriscaldati e vaporizzati, successivamente vengono miscelati con vapore e riscaldati a 1050-1150 K in un reattore tubolare. Infine, vengono convertiti in alcheni²⁰ con una massa molecolare relativa bassa (più i sottoprodotti).

²⁰ La prima classe di idrocarburi insaturi è quella degli alcheni, detti anche olefine, che presentano lungo la catena uno o più doppi legami carbonio-carbonio.

Sito internet <https://www.chimicaindustrialeessenziale.org/processi-industriali/cracking-e-relativi-processi-di-raffinazione/>

Cracking catalitico

Nel cracking catalitico a letto fluido, il gasolio, che rappresenta la materia prima, viene vaporizzato e fatto passare attraverso una zeolite, prodotta come un polvere fine e riscaldata nel reattore a circa 700-800 K. La zeolite è così fine che si comporta come un fluido scorrendo continuamente fuori dal forno e trasportando con sé i prodotti di cracking. La temperatura, il tempo di permanenza e il catalizzatore determinano le percentuali relative del prodotto. Dopo il cracking, il catalizzatore viene recuperato dai prodotti, rigenerato attraverso la combustione del carbonio, depositato nell'aria (900 K) e successivamente riutilizzato.

I prodotti ottenuti sono:

- Un gas di cui etene e propene sono i principali costituenti.
- Un liquido che viene utilizzato per la benzina e

contiene alcani a catena ramificata, cicloalcani e idrocarburi aromatici.

- Un residuo altobollente utilizzato come olio combustibile.

Una variante del processo è nota come **idrocracking**. In questo caso il cracking viene effettuato con idrogeno alla pressione di 80 atm usando un catalizzatore di platino, finemente suddiviso, su un supporto di silice o allumina. La presenza di un eccesso di idrogeno ostacola la formazione di alcheni mentre favorisce la produzione di elevate percentuali di alcani ramificati, cicloalcani e aromatici che sono essenziali nella formulazione della benzina “verde” di alta qualità. La presenza di idrogeno diminuisce anche la tendenza degli idrocarburi a formare carbonio finemente suddiviso depositato sulla superficie del catalizzatore. I prodotti di reazione vengono successivamente separati per frazionamento.

L'idrocracking viene utilizzato anche per ridurre i gasoli pesanti (formati da molecole di idrocarburi con oltre 20 atomi di carbonio) in molecole a catena più corta simili a quelle della nafta, che possono quindi subire lo steam cracking per formare alcheni.

L'entità dell'**impatto di tutti i processi di cracking dipende soprattutto dalle alte temperature** a cui vengono condotti. Queste sono necessarie a scaldare i forni, così come ad attuare l'intero processo e contribuiscono alle emissioni di gas serra (in particolare lo steam cracking); per questo motivo il cracking catalitico risulta essere meno impattante proprio grazie alla presenza di un catalizzatore che permette di utilizzare temperature inferiori. In ogni caso **i prodotti della raffinazione sono destinati per la maggior parte alla produzione di combustibile** (solo il 4% del petrolio e del gas estratti sono destinati alla produzione di plastica) e diversi polimeri necessitano di altre materie prime per essere sintetizzati (es. il PVC è costituito per il 57% del suo peso da cloro); perciò la filiera necessita di altre sottofasi che contribuiscono ad aumentarne i costi e l'impatto ambientale.

POLIMERIZZAZIONE

La fase seguente consiste proprio nella polimerizzazione, la quale **avviene in maniere differenti a seconda della tipologia di polimero** che si vuole ottenere.

Per addizione

(PE, PP, PVC, PS, gran parte dei copolimeri)

Detta anche polimerizzazione per reazione a catena, è un processo per il quale i monomeri sono aggregati uno alla volta in modo simile ad una catena per formare una macromolecola lineare. La composizione della molecola prodotta risulta un esatto multiplo del monomero reagente.

Si distinguono 3 stadi:

1. Iniziazione

Si verifica una reazione tra un iniziatore (catalizzatore) e il monomero che dà origine ad un centro attivo in grado di propagarsi successivamente.

2. Propagazione

Nello stadio successivo la molecola cresce in modo lineare, mediante addizioni successive di unità monomeriche alla catena molecolare attiva. L'accrescimento della catena è relativamente rapido: il tempo necessario per realizzare una molecola composta da circa 1000 unità ripetitive è dell'ordine di 10^{-2} – 10^{-3} s.

3. Terminazione

La propagazione può avvenire in diversi modi:

Nel primo caso le estremità attive di due catene in fase di propagazione reagiscono e si legano tra loro formando una molecola.

Nel secondo caso due catene in crescita reagiscono per formare due "catene morte".

Il peso molecolare è determinato dalle velocità relative di iniziazione, propagazione e terminazione. Di norma queste vengono accuratamente controllate in modo da assicurare la produzione di un polimero con il grado di polimerizzazione desiderato.

Per condensazione

(PET, PC, PA, termoindurenti)

Detta anche reazione a stadi, porta alla formazione di polimeri mediante reazioni chimiche intermolecolari in fasi successive, che possono interessare più di un tipo di monomero. Con questo processo generalmente si ottiene un prodotto di reazione secondario a basso peso molecolare (ad es. acqua) che viene poi eliminato (condensato).²¹

Un'ulteriore distinzione precedentemente operata nel capitolo 1 è quella fra tipologie di polimero. Infatti, a seconda delle molecole di cui sono composti, dei legami chimici che si vanno a creare e degli additivi utilizzati, si possono ottenere **polimeri termoplastici, termoindurenti o elastomeri**.

La maggior parte dei prodotti che utilizziamo quotidianamente sono realizzati con polimeri termoplastici; questo perché a differenza di quelli termoindurenti, hanno una struttura non reticolare e quindi le loro molecole formano una catena poco ramificata che rende il termoplastico meno rigido del termoindurente. La principale conseguenza della loro struttura chimica consiste nella possibilità di riscaldare il termoplastico per renderlo malleabile e per fargli assumere la forma desiderata, aprendo la strada ad una serie di possibili tecniche di lavorazione e la ancora più importante possibilità di **rifondere il polimero** dopo il suo primo utilizzo ed estruderlo nuovamente per produrre un altro manufatto. Questo processo è, di fatto, **alla base del riciclo dei termoplastici**; ma è da tener presente che ad ogni riscaldamento del termoplastico, questo perde una parte delle proprietà che ne caratterizzano la resistenza e la qualità.

Concentrando, quindi, l'attenzione sui polimeri termoplastici, si può proseguire nel processo produttivo elencando e descrivendo le principali tecniche di lavorazione.

²¹ Sito internet
[https://www.chimica-online.it/
download/polimerizzazione.htm](https://www.chimica-online.it/download/polimerizzazione.htm)

2.3 Lavorazione

Il processo di produzione di un manufatto in plastica è la fase del ciclo di vita in cui **i pellet del materiale ottenuti precedentemente vengono fusi e subiscono lavorazioni** che permettono di **imprimere la forma desiderata** al polimero.

I polimeri termoplastici possono essere lavorati tramite processi di formatura, stampaggio e laminazione o calandratura e la tecnica scelta dipende da fattori quali la forma che si desidera ottenere, la proporzione fra i volumi da produrre e il costo della produzione e i tempi necessari ad ottenere il prodotto finito.²²

²² Sito internet <https://formlabs.com/it/blog/processi-produzione-plastiche/>

TERMOFORMATURA

La formatura dei termoplastici avviene sempre **riscaldando il materiale** e inserendolo, successivamente, in **stampi** che possano imprimergli la forma desiderata.

Quindi la formatura può avvenire per:

Immersione

Impiegata soprattutto per realizzare il **rivestimento protettivo di superfici metalliche**; avviene immergendo l'oggetto da rivestire nella resina fusa a 60÷120 °C;

Colata

La resina fluida viene colata **all'interno di stampi metallici** che, dopo il raffreddamento, vengono aperti per estrarre gli oggetti finiti;

Spalmatura

Consiste nello **spalmare** con appositi rulli **la resina fluida sulle superfici di materiali di supporto** (come carta o tessuti); si ottengono così finte pelli, nastri trasportatori ecc.;

Soffiatura

Utilizzata per produrre **corpi cavi** (come bottiglie, fustini, bombole) consiste nel dilatare una certa porzione di resina di forma cilindrica con un getto d'aria sotto pressione, fino a farla aderire alle pareti di uno stampo; la produzione di oggetti cilindrici è realizzata facendo **precedere la fase di soffiatura da**

una fase di estrusione per la realizzazione del tubo di alimentazione alla soffiatura;

Per decompressione

Si usa per ricavare **elementi** (lastre e fogli) **di forma complessa**; si riscalda il foglio di plastica aspirando l'aria attraverso minuscoli fori praticati sul fondo dello stampo fino a ottenere la completa adesione del foglio alla superficie dello stampo;

Per estrusione

Consiste nel far passare attraverso una filiera dotata di fori sagomati secondo il profilo che si vuole ottenere la resina riscaldata, per renderla sufficientemente fluida; con questa tecnica vengono realizzati **tubi e barre**;

Formatura rotazionale

È un processo tecnologico che permette di produrre **corpi cavi in un solo pezzo** senza necessità di saldature. Con questa lavorazione si ottengono pezzi privi di tensioni interne e con spessore uniforme. La particolarità di questa tecnica consiste nel fatto che **lo stampo ruota secondo due assi**: uno primario, a direzione fissa, e uno secondario, a direzione variabile. Grazie ai due movimenti, il polimero investe tutte le superfici interne dello stampo, le quali, una volta scaldate in forno, fondono il polimero che vi aderisce sopra ricoprendole. Possono così essere stampati **oggetti anche di grosse dimensioni con contorni molto complicati**.

STAMPAGGIO

Lo stampaggio a iniezione è, tra tutte le lavorazioni delle materie plastiche, il processo di trasformazione dei polimeri più importante, versatile e complesso. Esso è particolarmente adatto alla **produzione in grande serie** di oggetti di **ogni forma e dimensione**, ha **costi contenuti**, fornisce un ottimo aspetto estetico. Questo processo utilizza macchine dette **presse a iniezione**, che fondono (plastificazione) il polimero in granuli in una massa fluida, per la successiva iniezione in uno stampo. Può avvenire con diverse tecniche:

Iniezione monomateria: iniezione di un solo polimero nello stampo.

Iniezione bimatéria: iniezione di due diversi polimeri in un unico stampo; il primo polimero forma la superficie del pezzo, il secondo la sua parte centrale. Questa tecnica viene utilizzata quando le **caratteristiche meccaniche ed estetiche** del prodotto **richiedono l'impiego di due materiali**.

Iniezione bicolore o multicolore: iniezione di due polimeri uguali, ma di colore differente in stampi in grado di tenere separati i flussi grazie a **punti di iniezione differenti**.

Iniezione in materiale alleggerito: si tratta della plasticazione di un polimero termoplastico e di un **agente gonfiante**, che decomponendosi libera un gas che forma una **struttura alveolare** nella massa del pezzo iniettato. Questa tecnica permette di fabbricare **pezzi leggeri**, ma privi di alveolature superficiali, dotati di buona **stabilità dimensionale e molto rigidi**.

Costampaggio: permette di realizzare pezzi in materiale plastico con **elementi estranei** (per esempio inserti metallici, come viti o boccole), che rimangono parzialmente **annegati nel materiale plastico**.

Iniezione a gas: consiste nell'iniettare nello stampo, dopo aver introdotto il materiale plastico, un **gas ad alta pressione** (generalmente azoto), in modo da ottenere una **cavità interna**. Questa tecnica permette di ottenere, con **stampi relativamente semplici**, manufatti cavi, anche di grandi dimensioni, privi di imperfezioni superficiali per ritiri differenziati nelle zone di diverso spessore.

Oltre alla tecnica dello stampaggio a iniezione, negli anni si è sviluppata la tecnica della **STAMPA 3D** derivante dall'**Additive Manufacturing**.

L'AM è l'insieme di tutte le tecnologie che utilizzano un processo di produzione di oggetti solidi tridimensionali di qualsiasi forma **partendo da un modello digitale** (CAD). Come indicato dal nome, l'AM usa un **processo additivo**, in cui i materiali sono depositati in strati successivi (layer by layer) ed è ortogonale, quindi, alla produzione tradizionale sottrattiva che utilizza macchine di lavorazione che rimuovono il materiale dal pieno (taglio, fresatura, etc.) Fra le tecniche di AM, vi è la **FDM** (Fused Deposition Modelling) che consiste nella produzione di un estruso molto fine (un filo appunto), il quale solidifica un istante dopo essere stato deposi-

tato sul piano d'appoggio (che è riscaldato ad una temperatura che è circa la metà della temperatura di rammolimento del polimero utilizzato); tutto il processo **procede per strati**. Può avvenire a materiale singolo o a materiale doppio o multiplo nel caso in cui il secondo materiale si debba poi dissolvere creando precedentemente dei vuoti nel materiale principale.

LAMINAZIONE o CALANDRATURA

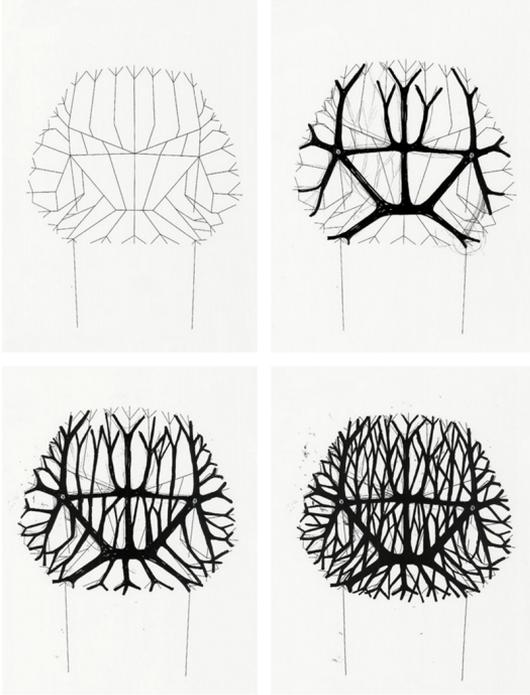
È il sistema adottato per ottenere **fogli e lastre sottili continue**; consiste nel far passare il materiale attraverso una serie di rulli caldi, che pressano la resina fino a raggiungere lo spessore voluto dei fogli finiti. Con il processo di laminazione si ottengono lastre piane, con il processo di calandratura lastre ondulate.



Sparkling Chair, Marcel Wanders per Magis, 2018. Questa seduta disassemblabile è realizzata con il PET formato per soffiatura; imita infatti la tecnologia produttiva delle bottiglie in plastica, per il colore e il meccanismo di smontaggio.



UAU Project, studio di Varsavia che produce vasi molto colorati e dalle forme particolari in bioplastica (principalmente PLA) stampata 3D.



Vegatal Chair, E. e R. Boroullec,
Studi delle disposizioni dei rami principali e secondari,
2005



Vegatal Chair, E. e R. Boroullec per Vitra
Seduta definitiva in poliammide stampata ad iniezione,
2008



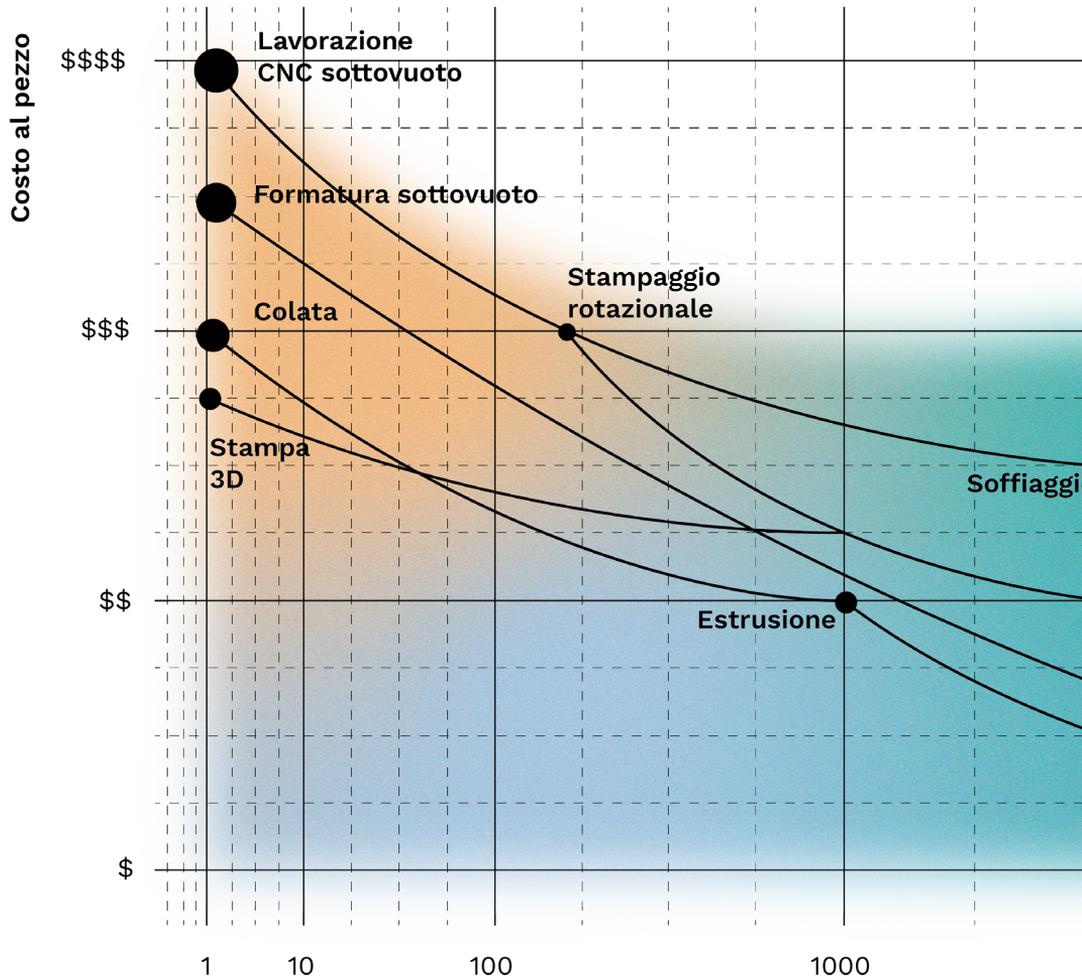
The Royal Family, serie di arredi (armadi in legno e seduta in metallo).
Adam Nathaniel Furman in collaborazione con Abet Laminati, 2019



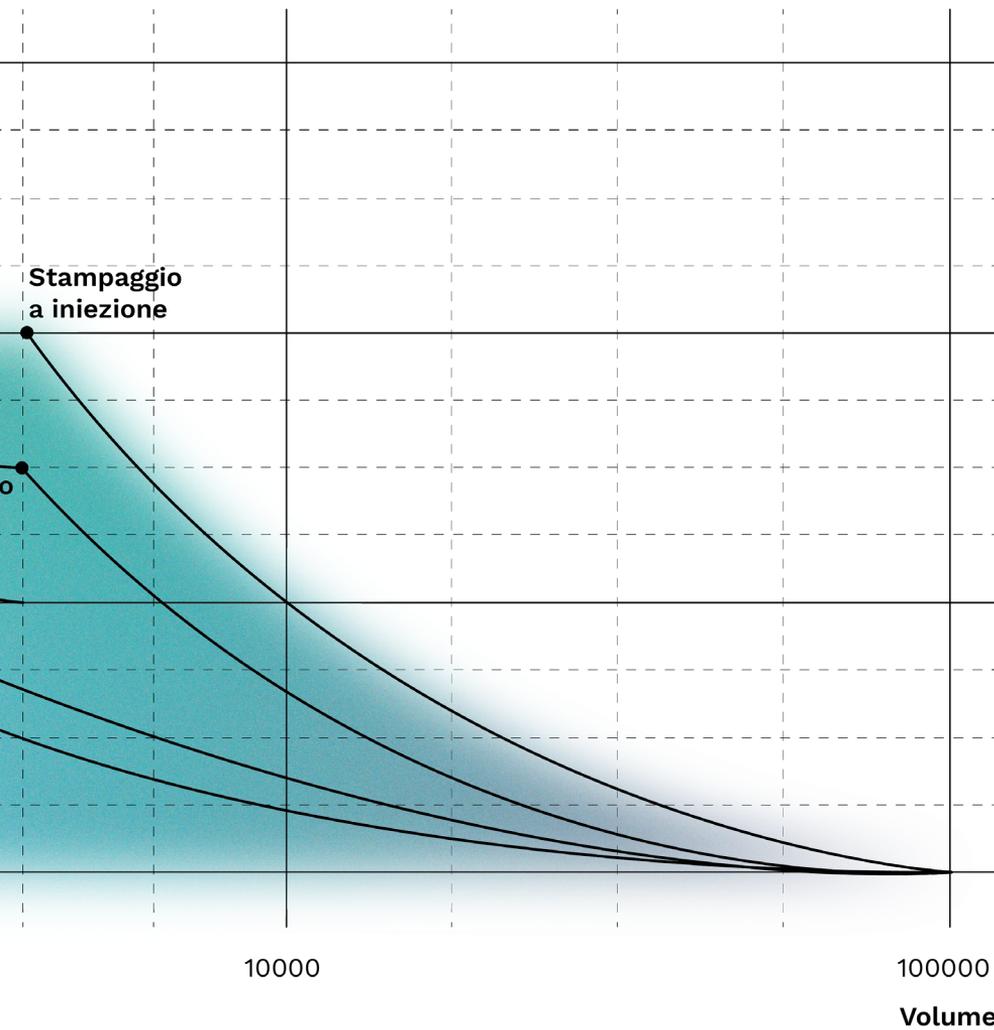
Per quanto riguarda l'**impatto della fase di lavorazione** dei polimeri termoplastici - includendo tutte le operazioni che partono dalle materie prime pronte per l'uso sino al materiale semilavorato oppure ad un manufatto plastico - questo **deriverà dall'energia di processo consumata, gli eventuali effluenti, la quantità di scarti e sfridi di lavorazione e la loro riciclabilità.**

Generalmente si può dire che questa fase del ciclo di vita della plastica ha un **basso impatto ambientale** relativamente alle altre, ma esso dipende soprattutto dalla tecnica di lavorazione utilizzata: l'estrusione necessita della minore quantità di energia di processo, al contrario dell'iniezione e del soffiaggio, e la stampa 3D, basandosi su un processo additivo, risulta essere meno impattante dal punto di vista della produzione di sfridi, ma la stampa a iniezione viene spesso preferita in quanto la tecnica più economica e in grado di garantire una produzione in serie. Un'ulteriore considerazione riguarda la produzione di **scarti e sfridi** di lavorazione. Questi variano dal 3% fino al 15% nei casi di stampaggi con materozze molto grosse, ma la quasi totalità di essi **vengono oggi già riciclati in fase di lavorazione o utilizzati in altri cicli produttivi come materia prima.** ²¹

Perciò, la scelta della tecnologia di produzione in fase di progettazione dipenderà dal risultato finale che si vuole ottenere (quindi anche dalla morfologia del prodotto) e dalla necessità di ottenerlo nel modo più semplice, rapido e sostenibile. Dallo studio delle varie tecnologie disponibili possono, quindi, nascere nuove soluzioni di lavorazione alternative che possano garantire il più efficiente sfruttamento delle risorse disponibili.



	STAMPA 3D	LAVORAZIONE CNC	COLATA	STAMPAGGIO ROTAZIONALE
Complessità delle forme	●●●●●	●●●●○	●●●●○	●●○○○
Tempi di	12-36 ore	24 ore -	24 ore - 1	4-6



	FORMATURA SOTTOVUOTO	STAMPAGGIO A INIEZIONE	ESTRUSIONE	SOFFIAGGIO
	●○○○○	●●●○○	●○○○○	●○○○○
	4-6	8-10 settimane	2-4	4-6

* Schema di confronto tra le principali tecniche di lavorazione dei polimeri termoplastici in relazione alla complessità delle forme da ottenere, i volumi di produzione, i tempi necessari e il costo unitario.
 Fonte: formlabs.com/mfgprocesses

2.4 Uso e consumo

Questa fase del ciclo di vita della plastica consiste proprio in ciò che viene definita la sua vita utile, ovvero il periodo di tempo per cui il prodotto può essere utilizzato per la sua funzione originaria.

In generale, i consumi energetici dei prodotti durante a loro vita utile dipendono dalla fase della loro distribuzione, ovvero dal loro trasporto e stoccaggio, e dalla fase del loro uso o consumo, in quanto alcuni prodotti richiedono energia per il loro funzionamento.

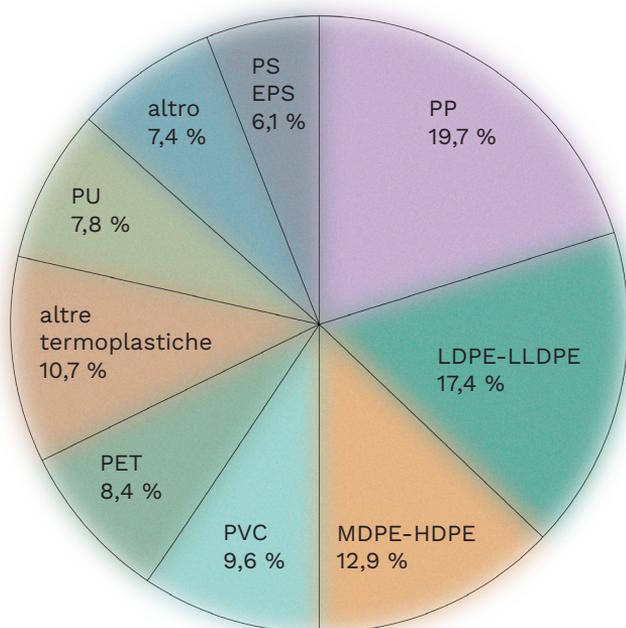
Per quanto riguarda il trasporto, le caratteristiche del prodotto più rilevanti sono il **peso e il volume** e, per quanto riguarda anche lo stoccaggio, l'**imballaggio** gioca un ruolo fondamentale. Andare ad intervenire progettualmente su questi aspetti del prodotto, può determinare una forte diminuzione del suo impatto in questa fase della sua vita.

Al di là di ciò che riguarda la distribuzione del prodotto intesa come il suo spostamento per la vendita, è opportuno guardare alla distribuzione delle principali tipologie di polimeri termoplastici rispetto ai vari settori industriali in modo da comprendere quali siano prodotti in maggiori quantità e, quindi, quali hanno un potenziale impatto ambientale maggiore.

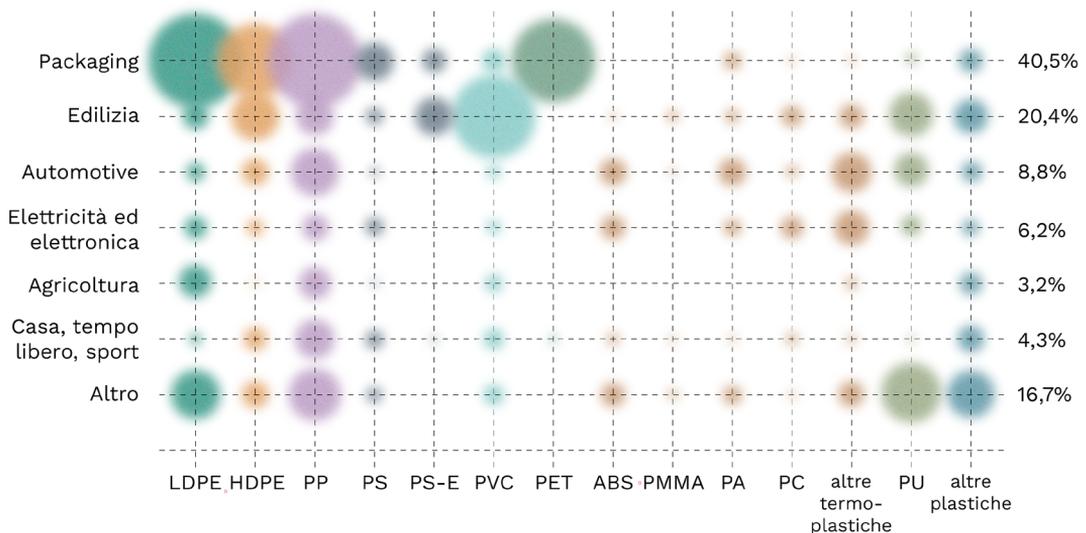
La maggior parte della plastica prodotta a livello mondiale appartiene proprio al gruppo dei **termoplastici** e, in particolare, i termoplastici più utilizzati sono il PE, PP, PET, PVC e PS, i quali costituiscono l'85% del peso di tutta la plastica prodotta.

- Il **PE** rappresenta il 30,3% di tutta la plastica prodotta. È distinto in polietilene ad alta densità (HDPE) e a bassa densità (LDPE), nonché talvolta polietilene lineare a bassa densità (LLDPE), che hanno diverse applicazioni. L'HDPE viene utilizzato per i prodotti come bottiglie di latte e shampoo, tubi e articoli per la casa, mentre l'LDPE viene utilizzato per realizzare prodotti come sacchetti di plastica, pellicole per imballaggio alimentare e vari tipi di vassoi e contenitori. In entrambi i casi, l'imballaggio costituisce la categoria di prodotti usa e getta in cui il PE è più utilizzato.

- Il **PP** rappresenta il 19,7% della plastica prodotta. Viene utilizzato principalmente per imballaggi alimentari, e contenitori per microonde. Simile al PE, l'imballaggio rappresenta la più ampia categoria di prodotti usa e getta per cui il PP viene impiegato.
- Il **PVC** rappresenta il 9,6% della plastica prodotta. Oltre ad essere utilizzato negli imballaggi, il PVC è utilizzato principalmente come materiale edile e da costruzione e si trova in tubi, infissi, e rivestimenti per pavimenti e pareti.
- Il **PET** rappresenta l'8,4% della plastica prodotta. Viene utilizzato quasi esclusivamente per il packaging, in particolare la produzione di bottiglie d'acqua, bibite e prodotti per la pulizia.
- Infine, il **PS** rappresenta il 6,1% della plastica prodotta. Il polistirene viene utilizzato per prodotti come le montature per occhiali e bicchieri di plastica. È più comune nella sua forma espansa, polistirene espanso (EPS), il quale viene utilizzato per produrre bicchieri, vassoi per alimenti e materiale da imbottitura.



* Distribuzione della produzione dei principali polimeri termoplastici. Fonte: report Plastic. The Facts UE, 2021



* Distribuzione delle applicazioni dei principali polimeri termoplastici.
Fonte: report *Plastic. The Facts* UE, 2021

¹⁸ Report *Plastic & Climate. The hidden cost of a plastic planet*, CIEL (Center for International Environmental Law), 2019

Sito internet
<https://www.ciel.org/plasticand-climate/>

²³ Report *Plastic. The Facts* UE, 2021

Sito internet
<https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2021/>

Questi grafici di “*Plastic. The Facts*”²² mettono in evidenza che il PE è il polimero maggiormente utilizzato per il packaging assieme al PET (questo per flaconi e bottiglie) e al PP, infatti le classiche bottigliette di plastica sono realizzate proprio in PET e il tappo in HDPE. Coerentemente con quanto detto nel report “*Plastic & Climate*”¹⁸, il PVC viene impiegato nella produzione di materiali e pezzi per l’edilizia (soprattutto tubi, profili e cavi di diverse dimensioni).

Analizzando questi dati, si può quindi affermare che **il packaging è la categoria che impiega maggiormente la plastica**, subito seguita dal settore dell’edilizia, poi da quello automotive e della produzione di dispositivi tecnologici. Unendo questa considerazione a quanto detto sopra sulla vita utile dei prodotti in plastica, è interessante notare che questo materiale viene utilizzato soprattutto per la produzione di imballaggi e contenitori, perciò prodotti con una **vita utile molto breve**.

2.5 Gestione del fine vita

Consequente all'utilizzo dei prodotti in plastica, vi è l'ultima fase del loro ciclo di vita, ovvero la dismissione o il riciclo. In realtà, non si tratta di un vero e proprio "fine-vita", bensì solo della fine della vita utile del prodotto, in quanto questo continuerà ad esistere e, perciò, ad inquinare come già specificato nei paragrafi precedenti.

Ormai è nota l'importanza del riciclo della materia plastica (da quando è stata inventata, ne sono state prodotte circa 9 bilioni di tonnellate) ma **solamente una piccola parte di tutta la plastica riciclabile viene effettivamente riciclata** (meno del 10% a livello mondiale), perciò la restante parte è destinata alla discarica, alla termovalorizzazione, o nel peggior scenario, al deposito sui fondali marini o in altri ambienti naturali.

Gli effetti della cattiva o mancante gestione dei rifiuti plastici possono essere classificati in tre categorie principali:

1. EFFETTI SULL'INQUINAMENTO AMBIENTALE

I danni all'ambiente sono principalmente causati dal deposito dei rifiuti sul suolo, i quali, a causa della loro composizione organica, rilasciano diverse sostanze nocive durante il loro processo di degradazione andando a contribuire all'emissione di gas serra. Ma, ancora più pericolosa, è la permanenza di questi rifiuti e il loro continuo rilascio di **microplastiche**^{24,25}.

Di fatto, le microplastiche sono state ritrovate in acqua, cibo, e altri prodotti che utilizziamo comunemente e la preoccupazione a riguardo è crescente.

Le microplastiche sono dei minuscoli pezzi di materiale plastico, solitamente inferiori ai 5 millimetri. In base alla loro origine, possono essere suddivise in due categorie principali:

Microplastiche primarie

Rilasciate direttamente nell'ambiente sotto forma di piccole particelle. Si stima che questa categoria di microplastiche rappresenti il 15-31% delle microplastiche presenti nell'oceano. Le principali fonti sono rappresentate dal lavaggio di capi sintetici (35% delle

²⁴ Sito internet <https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20181116STO19217/microplastiche-origini-effetti-e-soluzioni>

²⁵ Sito internet <https://www.plasticgarbageproject.org/it/vita-della-plastica>

plastiche primarie), abrasione degli pneumatici durante la guida (28%), microplastiche aggiunte intenzionalmente nei prodotti per la cura del corpo - per esempio, le micro-particelle dello scrub facciale - (2%).

Microplastiche secondarie:

Prodotte dalla degradazione degli oggetti di plastica più grandi, come buste di plastica, bottiglie o reti da pesca. Rappresentano circa il 68-81% delle microplastiche presenti nell'oceano.

Effetti delle microplastiche

Le quantità di microplastiche presenti negli oceani sono in aumento. Nel 2017 l'ONU ha dichiarato che ci sono 51mila miliardi di particelle di microplastica nei mari, 500 volte più numerose di tutte le stelle della nostra galassia. Le microplastiche presenti in mare possono essere inghiottite dagli animali marini. Attraverso la catena alimentare, la plastica ingerita dai pesci può così arrivare direttamente nel nostro cibo. Sono state trovate negli alimenti e nelle bevande, compresi birra, miele e acqua del rubinetto.

Gli effetti sulla salute sono ancora ignoti, ma spesso la plastica contiene degli additivi, come agenti stabilizzatori o ignifughi, e altre possibili sostanze chimiche tossiche che possono essere dannosi per gli animali o gli umani che li ingeriscono.

2. EFFETTI SULLA SALUTE DELL'UOMO

Oltre alle microplastiche, altre sostanze contenute nelle plastiche, come ritardanti di fiamma bromurati, ftalati e bisfenolo A costituiscono degli agenti patogeni per il sistema endocrino umano ed è stata dimostrata la correlazione tra la presenza di queste sostanze e l'insorgere di diverse patologie. Allo stesso modo, tali sostanze intaccano anche la salute degli animali.

3. EFFETTI SUGLI ANIMALI

Principalmente causati dalla presenza di rifiuti plastici nei loro ecosistemi. Infatti gli animali rischiano di ingerirli e, conseguentemente di soffocare (es. tartarughe e sacchetti di plastica).

Un caso eclatante è quello per cui l'enorme deposito di rifiuti plastici nei pressi della Barriera Corallina ha dato vita ad un nuovo ecosistema nel quale la vita marina si è andata a stabilire proprio all'interno dei rifiuti, quasi come fossero un rifugio naturale²⁶.

²⁶Articolo online
It's Raining Plastic,
Researchers Say,
Satviki Sanjay,
Vice IN,
giugno 2020

Sito internet
<https://www.vice.com/en/article/ep4z9e/its-raining-plastic-researchers-say>

Perciò i rifiuti plastici possono evitare di rimanere nell'ambiente in quanto tali?



Nel 2020, la Cina ha prodotto circa 60 milioni di tonnellate di rifiuti di plastica, ma solo 16 milioni di tonnellate sono state riciclate, secondo la *China National Resources Recycling Association*. Inoltre, questo Paese importa grosse quantità di rifiuti plastici dal resto del mondo e ospita impianti di produzione di plastica vergine appartenenti a società estere.

Di fatto, per essere riciclato, un polimero necessita di un'apposita filiera del riciclo e questa può essere costruita solo in seguito ad una valutazione della fattibilità; infatti diversi polimeri presentano troppe criticità per poter essere riciclati. Al momento, le filiere più sviluppate (in Italia) riguardano il riciclo di PE e PET, le quali risultano essere le più economicamente vantaggiose.

Ma il riciclo delle materie plastiche è suddiviso in diversi livelli in base alla qualità del materiale riciclato e alla sua nuova funzione ²⁷:

²⁷ Report
Plastic, the circular economy and global trade, WEF, 2020

Sito internet
<https://www.weforum.org/whitepapers/plastics-the-circular-economy-and-global-trade/>

RICICLO PRIMARIO (o pre-consumo)

Le materie plastiche di scarto (spesso recuperate da pezzi difettosi o dalle materozze degli oggetti stampati) vengono reimpiegate nella produzione di nuovi prodotti senza cambiare il loro stato fisico e chimico. Questa tipologia di riciclo viene anche definita “closed-loop” proprio perché il materiale viene reimmesso nello stesso o in un altro ciclo produttivo ancora prima che il prodotto venga utilizzato, **senza perderne il valore originario**.

RICICLO SECONDARIO (o post-consumo)

La plastica recuperata viene triturrata in frammenti più piccoli, poi trattati termicamente e nuovamente sminuzzati. Spesso la plastica così riciclata e la plastica vergine vengono miscelate nella produzione di nuovi oggetti, a seconda del livello di qualità desiderata.

Il materiale è utilizzato per la realizzazione di manufatti che spesso richiedono **minori proprietà rispetto a quelle del materiale di partenza** (ad esempio per vasi per piante, arredi urbani, sacchi per immondizie, ...). La qualità dei rifiuti selezionati è determinante per la qualità del prodotto che se ne ricava, motivo per cui il processo di selezione è sempre più accurato. Perciò anche la raccolta dei rifiuti influisce fortemente sul tipo di prodotto riciclato che si otterrà.

Definendo questo processo riciclo meccanico, lo si può schematizzare nelle seguenti fasi:

1. Raccolta

Può prevedere la raccolta differenziata di un singolo materiale, di una famiglia di materiali o la raccolta indifferenziata di più materiali.

La tipologia di raccolta determina se il riciclo sarà:

Eterogeneo

Ovvero effettuato attraverso la lavorazione di un materiale misto contenente PE, PP, PS, PVC (film in PE alta e bassa densità, film in PP, taniche, vaschette, big bags, barattoli, reggette e retine). In questo materiale eterogeneo può essere presente, anche se in quantità minime, PET (contenitori per liquidi), inerti, altri imballaggi, metalli. In questo processo vi è una prima separazione morfologica e dimensionale seguita da una magnetica per separare eventuali frazioni estranee che potrebbero creare problemi in fase di lavorazione. Queste separazioni vengono eseguite in base alla lavorazione e al prodotto che si vuole realizzare.

Successivamente il riciclo procede secondo tre fasi: triturazione, densificazione ed estrusione. In base alla lavorazione e al prodotto che si vuole ottenere, si potranno eseguire tutte le fasi o solamente in parte: ad esempio si potrà tritare il materiale e successivamente densificarlo oppure, una volta tritato il materiale può essere direttamente estruso.

Le **difficoltà** presenti nel riciclo eterogeneo sono legate alle **differenti temperature di lavorazione dei polimeri miscelati**. Questo problema esclude la possibilità d'impiego di plastiche eterogenee per la realizzazione di prodotti di forma complessa e che presentano spessori minimi.

Omogeneo

Il processo di selezione è determinante e permette di separare le diverse componenti del materiale da riciclare: vengono eliminati materiali non plastici, come alluminio o carta e questo processo può avvenire a mano o tramite macchinari. Nel primo caso il materiale viene fatto scorrere su dei nastri per agevolare il lavoro degli operatori. Il secondo caso è più complesso e si serve di più tecnologie quali:

Magneti industriali e separatori galvanici a corrente parassita, che vengono usati per eliminare eventuali residui ferromagnetici. Tali processi sfruttano le leggi sull'elettromagnetismo per cui un materiale ferromagnetico investito da un campo magnetico viene attratto e respinto;

Vagli a tamburo, vagli a disco o vibrovagli: consentono di dividere il materiale in base alla propria grandezza grazie a dei filtri opportunamente dimensionati;

- Sistemi ottico-elettronici in grado di riconoscere i diversi materiali;
- Separatori balistici: si sfrutta il principio per cui i diversi materiali, se lanciati ad alta velocità grazie ad un rotore, compiono diverse traiettorie. Così facendo i materiali più leggeri saranno raccolti in tramogge vicine, quelli più pesanti invece in tramogge lontane.

2. Triturazione

È la prima operazione prevista nel riciclaggio meccanico. Il livello tecnologico raggiunto in questa fase ha permesso di poter disporre sul mercato di una vasta gamma di mulini che consentono di macinare pressoché tutti i tipi di manufatti, dal film, alle bottiglie, a pezzi stampati di grosse dimensioni. L'operazione della triturazione produce la frantumazione grossolana del materiale, portando lo stesso ad assumere dimensioni di pezzatura omogenea, anche se irregolare. Il sistema di caricamento è in genere costituito da un ragno prensile oppure da un nastro trasportatore. A seguito della frantumazione **il materiale subisce una considerevole riduzione del volume iniziale**; questo è particolarmente evidente trattando corpi cavi, a profilo sia chiuso che aperto, in cui la riduzione del rapporto del volume è molto elevata. Ai fini della processabilità del materiale trattato è importante **garantire una certa omogeneità della pezzatura** del prodotto. Questo si traduce in una un facile lavorabilità nelle macchine che stanno a valle dell'impianto. I problemi che si possono trovare in questa fase riguardano essenzialmente l'alimentazione. Trattando materiali morbidi ed elastici, quali ad esempio film e teloni, l'alimentazione, ovvero la produttività del trituratore, risulta pressoché costante. Diversamente, la **triturazione di materiali rigidi**, può a volte comportare **problemi in fase di alimentazione**, in quanto **gli uncini del gruppo macinante non riescono ad "agganciare" il manufatto**.

3. Lavaggio

Viene effettuato per **eliminare le parti** che potrebbero essere **dannose** alle successive lavorazioni. Il processo di lavaggio più utilizzato è costituito da un canale di acqua che scorre a velocità sostenuta, nel quale viene inserito il materiale da lavare. Il diverso peso dei componenti fa sì che i più pesanti si depositino sul fondo mentre i più leggeri proseguano la loro corsa lungo il

canale e quindi si abbina al processo di lavaggio anche quello di separazione.

Un'altra tecnica di lavaggio è quella rappresentata dall'**eliminazione delle etichette e della colla** nelle bottigliette o nei componenti stampati. In questo caso si ricorre all'utilizzo di soluzioni chimiche basiche.

4. Macinazione

Il prodotto proveniente dall'operazione di lavaggio viene convogliato in un mulino macinatore che ha lo scopo di **ridurre ulteriormente la pezzatura del materiale**. Questa operazione viene eseguita di solito per i manufatti rigidi (stampati). Per manufatti morbidi quali film e foglie la macinatura avviene dopo l'operazione di essiccamento.

È importante che il prodotto proveniente dal lavaggio non contenga parti metalliche o altro materiale che possa compromettere l'efficacia del mulino.

5. Essiccamento

Dopo l'eventuale lavaggio il materiale plastico viene fatto essiccare. Un primo passaggio consiste nel centrifugare il materiale, poi lo si fa passare attraverso un getto di aria calda che permette di **abbassare il grado di umidità al 2-3%**. Una volta essiccato, il materiale viene portato in silos, muniti di agitatori che hanno il compito di omogeneizzare il prodotto.

6. Granulazione

È questa la parte finale dell'impianto nel corso della quale si ottiene il granulo che verrà utilizzato per le successive applicazioni. **Il materiale** proveniente dal silos di stoccaggio **viene alimentato in un estrusore** munito di una piastra forata con fori del **diametro finale di 2-4 mm**. Il polimero fuso uscente dalla filiera può essere tagliato a distanza da una taglierina trasversale, dopo raffreddamento degli "spaghetti" (fili estrusi) in vasca ad acqua (taglio a freddo) o da un sistema di coltelli rotanti a contatto della filiera stessa, in ambiente ad acqua nebulizzata (taglio a caldo).

RICICLO TERZIARIO (o feedstock recycling):

I **rifiuti** plastici vengono **convertiti in materie prime** (monomeri e oligomeri) che possono, quindi, essere reimmesse nel ciclo produttivo per la **sintesi di nuovi polimeri** o per la produzione di **combustibile**.

Questo tipo di riciclo è definito chimico, in quanto consiste in un processo di **depolimerizzazione** mirato a

ottenere combustibili alternativi a quelli di origine fossile, con vantaggi considerevoli per l'ambiente, quali, ad esempio il **risparmio di fonti non rinnovabili** in via di esaurimento e la riduzione delle emissioni di CO₂.

Alcune plastiche (polimeri di policondensazione), per loro natura chimica, si prestano meglio a questo genere di trattamento, come il PET, ma anche termoindurenti quali le Poliammidi PA ed i Poliuretani PUR.

I processi di decomposizione chimica mutano a seconda del reattore o del metodo utilizzato per la depolimerizzazione. Si può operare:

- Una **purificazione a base di solventi**, che decompone la plastica riportandola allo stadio di polimero.
- **Depolimerizzazione chimica**, che trasforma la plastica nei suoi monomeri tramite una reazione chimica.
- Una **depolimerizzazione termica** (pirolisi e gassificazione), processo ad alta intensità energetica che trasforma i polimeri in molecole più semplici.

Nonostante i vantaggi sopra citati, il riciclo chimico necessita di economie di scala a causa dei suoi **costi elevati e non può essere utilizzato con tutti i polimeri**. Di fatto rappresenta un'alternativa al riciclo meccanico nei casi in cui il polimero è eccessivamente degradato o è molto difficile da separare adeguatamente.

RICICLO QUATERNARIO (o energetico):

Si recupera energia attraverso la **combustione dei rifiuti plastici** in appositi impianti di incenerimento. Questo sistema di recupero energetico sfrutta solo in parte il grande contenuto di energia dei rifiuti costituiti da materiali plastici, ma è in grado di **ridurre al minimo il volume dei rifiuti**.

In questo caso i rifiuti plastici sostituiscono i combustibili fossili nelle produzioni industriali o nelle stazioni di produzione di energia, per la generazione di elettricità e/o calore, ma, in condizioni non correttamente controllate **si possono produrre diossine e altre sostanze fortemente tossiche**.

Le cadenze produttive dei forni inceneritori più efficienti sono molto elevate, infatti negli impianti più estesi si può arrivare a bruciare fino a 1000 tonnellate al giorno di materiale, con una potenza elettrica che arriva anche a 450 KWh per ogni tonnellata incenerita. Le scorie,

che rappresentano il 10-12% in volume e il 15-20% in peso dei materiali pre-combustione, vengono portate in discarica oppure, se rese inerti - come avviene in alcuni Paesi - vengono riutilizzate per usi civili come, per esempio, i fondi delle strade.

Trattandosi di un metodo ad **alto impatto ambientale** e spesso nocivo, non viene considerato un vero e proprio processo di riciclaggio.

Per quanto riguarda la scelta di utilizzare plastica riciclata per un prodotto, si devono quindi considerare :

- L' **aspetto estetico** che avrà (la texture e il colore non totalmente omogenei);
- La **resistenza meccanica** che, nel caso di miscela di più polimeri, risulta meno prevedibile;
- La **processabilità**, quindi comprendere quali tecnologie di trasformazione può ancora subire il materiale riciclato.

2.5.1 La gestione dei rifiuti plastici in Europa e in Italia

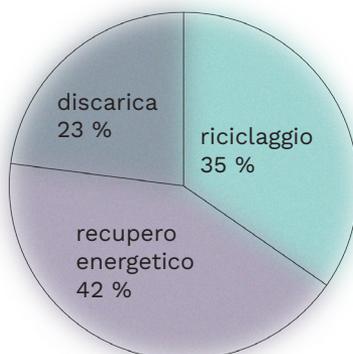
²³ Report:
Plastic. The
Facts
Plastic Europe,
2021

Sito internet
<https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2021/>

²⁸ Sito internet
<https://www.openpolis.it/in-italia-aumenta-il-riciclo-e-il-recupero-di-plastica/>

Guardando ai numeri della produzione sia mondiale che europea di plastica, è rilevante evidenziare che la situazione di emergenza causata dal Covid-19 ne ha comportato una generale diminuzione - in EU si è passati da 60 Mt nel 2016 a 55 Mt nel 2020 - ²³ .

Ciononostante, in EU si sono raccolte **29 Mt di plastica post-consumo** di cui il **94%** è costituito da **imballaggi**; un dato preoccupante, che ha spinto sia l'UE che l'Italia a mettere in atto misure volte sia a promuovere un riutilizzo eco-sostenibile di questo materiale, che a ridurre la produzione. A livello europeo nel **2018** è stato promosso il **pacchetto sull'economia circolare** attraverso il quale si stabiliscono obiettivi molto ambiziosi per il riciclaggio e il riutilizzo di diversi materiali. Tra i vari target proposti dal piano, uno prevede di **conseguire il riciclo del 50% degli imballaggi di plastica entro il 2025 e del 55% entro il 2030**. A livello nazionale, il nostro Paese ha recepito le direttive UE incluse nel pacchetto sull'economia circolare, attraverso il **decreto legislativo 116/2020**: le misure introdotte dal decreto sono volte a prevenire la produzione di rifiuti provenienti da involucri sia di plastica che di altri materiali, a incentivarne il riutilizzo e il riciclaggio e, conseguentemente, la **riduzione dello smaltimento finale** di questi rifiuti. In particolare, vengono stabiliti dei criteri che le aziende produttrici devono rispettare. In primis sulla **composizione del packaging**, che deve essere idonea a tutelare la salute dell'uomo, a ridurre l'impatto ecologico e a proteggere il prodotto senza inquinarlo ²⁸ .

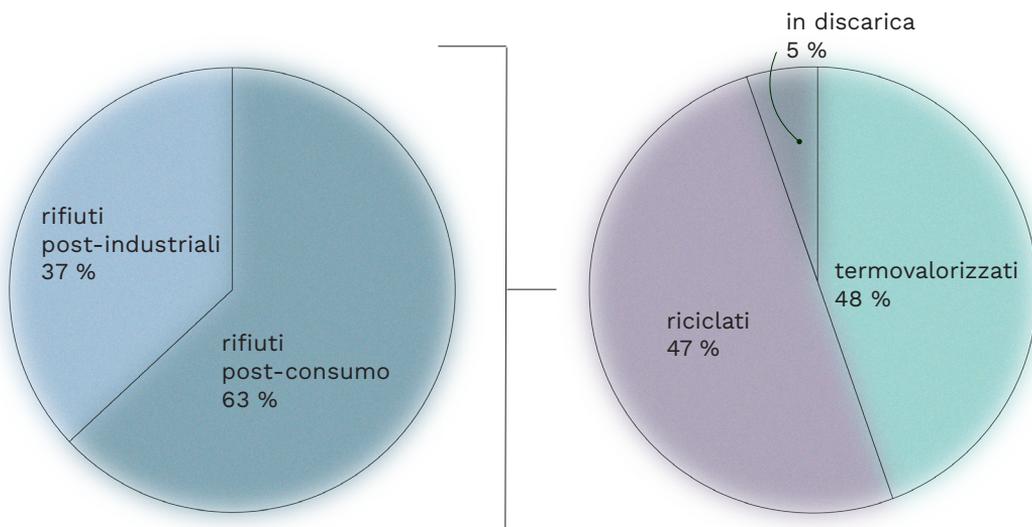


* Destini a fine vita dei rifiuti plastici in Europa nel 2020.
Fonte: Plastic the Facts, 2021

Considerando, quindi, la **gestione degli imballaggi** a fine-vita, l'**Italia** ha immesso al consumo **1.913.914 tonnellate di imballaggi in plastica nel 2020** e ne sono state **recuperate** 1.820.270 tonnellate, pari al **95%**. Rimane opportuno specificare che, nonostante l'alta percentuale di recupero, ancora il 48% di questi rifiuti viene termovalorizzato e il 5% non viene recuperato, per cui è comunque necessario **aumentare ulteriormente i tassi di riciclo** per raggiungere i target Europei. Questa soluzione potrebbe essere ad oggi la più vantaggiosa dal punto di vista ecologico, ma **si scontra con i vantaggi economici del recupero energetico**. Inoltre, in alcuni casi **il riciclo è limitato da problemi tecnologici** (in particolare legati all'eterogeneità dei rifiuti raccolti), in altri casi da limiti **economici ed ideologici** che portano a preferire ancora il recupero energetico. La priorità resta indiscutibilmente la diminuzione dello smaltimento in discarica, l'opzione che comporta i maggiori costi ambientali.²⁹

²⁹ Rapporto di sostenibilità Corepla, 2020

Sito internet <https://www.corepla.it/rapporto-di-sostenibilita>



Totale degli imballaggi plastici messi a consumo e gettati nel 2020 (1.913.914 tonnellate) in Italia

Destini a fine vita degli imballaggi plastici gettati via nel 2020 in Italia

³⁰ Report:
*Il riciclo
delle materie
plastiche: filiera
e infrastrutture*
Polieco, 2020

Sito internet
https://www.senato.it/applicazione/xmanager/projects/leg18/attachments/documento_evento_procedura_commissione/files/000/308/101/

Quindi come avviene la **procedura di raccolta** dei rifiuti plastici in Italia?

Si possono identificare **più filiere** della plastica riciclata in quanto le **fonti di materia prima** per l'industria del riciclo sono riconducibili a diverse categorie ³⁰ :

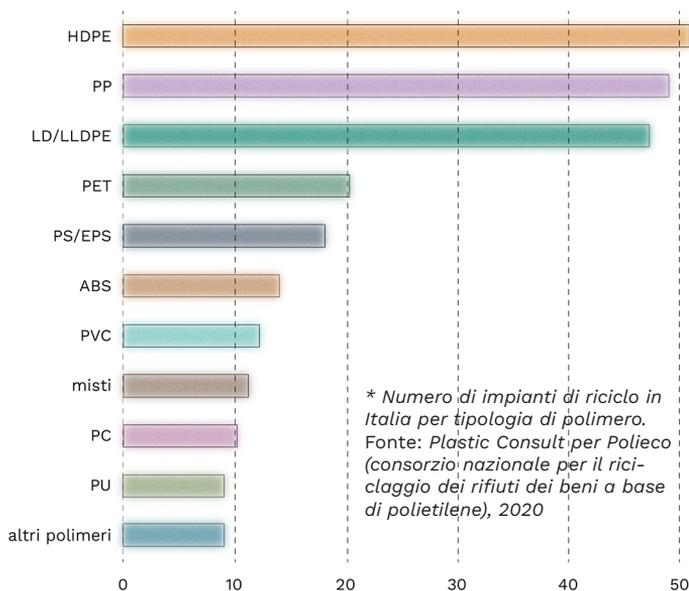
1. La prima è quella relativa ai cosiddetti **scarti industriali**, ovvero rifiuti plastici derivanti dalle lavorazioni di **trasformazione delle materie plastiche** (es. derivanti da sfridi di film o di lastra, o da cambi produzione) e da lavorazioni successive (es. taglio a misura di tubi, profilati, ecc.)
2. Rifiuti da **raccolta differenziata urbana** e canale C&I limitata ad oggi, sostanzialmente, alle diverse categorie di **imballaggi** (film per pallettizzazione, bottiglie, flaconi, vaschette, film per packaging alimentare).
3. Rifiuti di **beni in polietilene**, gestiti dal **Consorzio PolieCo**, provenienti dall'agricoltura (es. teli per serre, tubi e manichette per irrigazione) e da altre filiere tra cui igiene e arredo urbano, costruzioni e demolizioni.
4. Altre tipologie di rifiuti in materie plastiche o **contenenti materie plastiche** provenienti da altre filiere, (es. elettrodomestici, autotrasporti, industria tessile, ecc.). Questi sono **maggiormente difficili da smaltire**, in quanto prodotti generalmente **polimerici** e dall'architettura complessa.

In ogni caso si possono identificare i principali ruoli che determinano l'attuazione del sistema di recupero o riciclaggio, rivestiti dai seguenti attori:

- I **macinatori**, che triturano il rifiuto selezionato,
- I **riciclatori convenzionati**, che si occupano di selezionare, pulire e tritare in granuli il polimero da rifiuti prevalentemente post-consumo
- I **compoundatori**, che riducono i rifiuti pre-consumo in granuli da reimmettere nel ciclo produttivo
- I **trasformatori**, ovvero utilizzatori dei granuli, anche per la termovalorizzazione.

Oltre all'origine della materia prima, le filiere si distinguono anche sulla base dei **polimeri** da riciclare, in quanto presentano **diverse proprietà** e quindi necessitano di diversi metodi di lavorazione.

In Italia sono presenti filiere per riciclare la maggior parte dei polimeri termoplastici:



Anche in ragione della maggiore disponibilità, tanto di manufatti a fine vita che di scarti industriali, **la maggior parte degli impianti di riciclo lavora poliolefine (PE e PP)**. Seguono, come numerosità, gli impianti (tendenzialmente dedicati) di PET, stireniche e PVC. Oltre una decina di impianti ricicla plastiche miste, tipicamente misti poliolefinici. Chiudono gli altri polimeri tra cui si evidenziano nel grafico PC e PU.

Il consorzio che si occupa maggiormente del riciclo della plastica in Italia è **Corepla**²⁹, che di fatto raccoglie e ricicla solamente imballaggi (sebbene siano il settore più interessato dalla produzione di plastica). Corepla riceve la **raccolta differenziata dei rifiuti d'imballaggio in plastica effettuata dai Comuni**, riconoscendo loro o agli operatori da essi delegati, corrispettivi in base alla quantità e qualità del materiale conferito. Di conseguenza attua anche la **selezione** dei rifiuti ricevuti e la **riconversione** in materiale riciclato da poter riutilizzare in altri flussi produttivi, agendo tramite un sistema di stakeholder gerarchico ed efficiente.

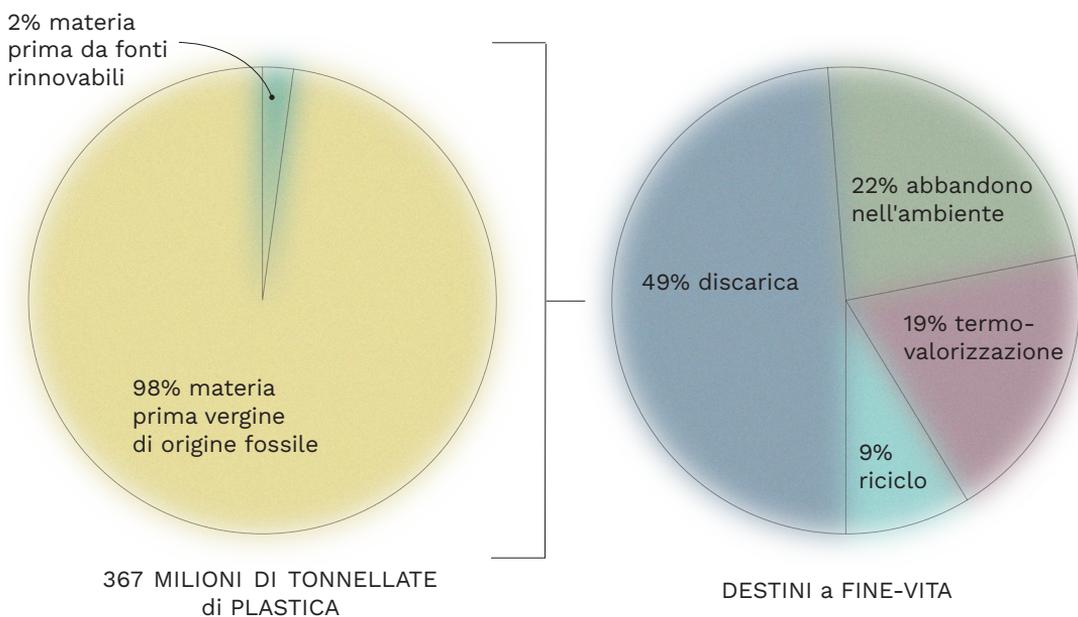
²⁹ Rapporto di sostenibilità Corepla, 2020

Sito internet <https://www.corepla.it/rapporto-di-sostenibilita>

UNA NUOVA ECONOMIA PER LA PLASTICA

3.1 Dal modello lineare al modello circolare

Per quanto riguarda la plastica, il modello che ha determinato la sua produzione nel tempo è di tipo lineare e si esplica attraverso le fasi analizzate nel capitolo 2. Secondo i dati raccolti da OECD, nel 2020 la maggior parte della plastica vergine prodotta non è stata destinata al riciclo, bensì alla discarica, alla permanenza non controllata nell'ambiente o all'incenerimento. Questi sono, quindi, i fine-vita più plausibili per la plastica prodotta secondo il modello lineare.



* Produzione globale di plastica vergine nel 2020 e relativi destini a fine vita.

Fonte: *Global Plastics Outlook. Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options*, OECD, 2022.

https://www.oecd-ilibrary.org/environment/global-plastics-outlook_de747aef-en

Così come la plastica, moltissimi altri materiali sono stati prodotti e sono creati tutt'ora secondo un modello di produzione lineare; ma come può essere definito esattamente?

Il **modello economico lineare** si basa sul concetto **“take-make-dispose”**, ovvero sul procurarsi la materia prima, trasformarla in un oggetto utile e gettarlo via nel momento in cui non svolge più la funzione per cui è stato creato. Affinché questo sistema abbia successo a lungo, è necessario disporre di **grandi quantità di risorse ed energia** e, col tempo, si rivela sempre più difficile realizzarlo.

Nel caso particolare delle plastiche, il principale problema è rappresentato dal fatto che le materie prime con cui vengono prodotte sono di origine fossile, perciò **non rinnovabili** in tempi proporzionali alla vita umana. E il problema che consegue alla loro produzione riguarda la loro **difficoltà di smaltimento**, in quanto materiali sintetici.

Per questi motivi, si è andato a delineare un modello economico e produttivo alternativo a quello lineare, che potesse proporre soluzioni fattibili allo spreco di risorse e di energia e alla cattiva gestione dei rifiuti, definito **modello economico circolare**³¹.

³¹ Sito internet <https://www.sfridoo.com/economia-circolare/>

Il dibattito scientifico sui problemi ambientali avvenne per la prima volta tra la fine degli anni Sessanta e l'inizio degli anni Settanta, per cui il concetto di economia circolare si è modificato da quel periodo fino ad ora. Bisogna risalire al **1966**, quando l'economista **Kenneth Boulding** introdusse nel *“The Economics of the Coming Spaceship Earth”* l'idea della **Terra come una navicella spaziale** che ha a disposizione un **quantitativo limitato di risorse** e di possibilità di smaltimento dei rifiuti. Nel documento, Boulding dichiara che la sopravvivenza della specie umana è legata in maniera indissolubile alla capacità di usare un bene e custodire con cura quello che abbiamo a disposizione, rigenerando i materiali che utilizziamo quotidianamente. Dall'economia del cowboy che dispone di spazi sconfinati a quella dell'astronauta, segnata dal limite delle disponibilità. Successivamente, in occasione del **Club di Roma**³² del **1972**, il dibattito si concentra proprio sulla scarsità delle risorse e sul consumismo e il MIT (Massachusetts Institute of Technology) conduce uno studio pubblicato come *“The Limits to Growth”*, il quale ebbe un impatto potentissimo perché, in pieno boom economico, per la prima volta si ipotizzò la fine delle risorse naturali nei successivi 100 anni e un improvviso, ma incontrollabile, declino del livello di popolazione e del sistema industriale. A conferma della progressiva internazionalizzazione del dibattito, che vedeva come protagoni-

³² Associazione civile senza scopo di lucro, fondata (1968) e presieduta (fino alla morte, 1984) da A. Pecei e poi dallo scienziato scozzese A. King, con sede a Parigi. Ha lo scopo di analizzare in un contesto globale

sti l'ambiente e lo sviluppo economico e industriale, nel **1987** la World Commission on Environment and Development (WCED) pubblicò **“Our Common Future”** (altrimenti conosciuto come Rapporto Brundtland). Questo rapporto definiva lo **sviluppo sostenibile** - necessario alla salvaguardia dell'ambiente, della popolazione e dei processi produttivi - come **uno sviluppo che potesse soddisfare le necessità attuali di sviluppo, senza però compromettere la possibilità, per le generazioni future, di soddisfare le proprie.**

È nel **2002** che il modello circolare viene delineato in maniera significativa da **William McDonough** e **Michael Braungart** nel libro **“Cradle-to-cradle”**, nel quale gli autori paragonano i processi naturali degli alberi a quelli industriali, evidenziando così una **stretta relazione tra la sfera biologica e quella artificiale.**

Il concetto di economia circolare attuale si può identificare attraverso le seguenti definizioni.

Secondo il World Economic Forum³³ :

*“Un'economia circolare è un **sistema industriale** che è **riparativo o rigenerativo** per intenzione e design. Sostituisce il concetto di fine vita con il restauro, si sposta verso l'uso di energia rinnovabile, elimina l'uso di sostanze chimiche tossiche, che compromettono il riutilizzo e il ritorno alla biosfera, e mira all'**eliminazione dei rifiuti** attraverso la **progettazione a valle** dei materiali, prodotti, sistemi e modelli di business.”*

E ancora secondo la Fondazione Ellen McArthur³⁴ :

*“Guardando oltre l'attuale modello industriale estrattivo **“take-make-dispose”**, un'economia circolare mira a **ridefinire la crescita**, concentrandosi su benefici positivi a livello di società. Implica il disaccoppiamento graduale dell'attività economica dal consumo di risorse limitate e la progettazione dei rifiuti fuori dal sistema. Sostenuto da una transizione verso le fonti di energia rinnovabili, il modello circolare **crea capitale economico, naturale e sociale.** Si basa su tre principi: progettare i rifiuti e l'inquinamento; mantenere prodotti e materiali in uso; rigenerare i sistemi naturali”.*

In queste parole si possono già individuare i punti fondamentali dell'economia circolare, così come le strutture necessarie a realizzarla, ma più superficialmente

i principali problemi dell'umanità, cercando soluzioni idonee. Noti soprattutto i primi tre rapporti: *I limiti dello sviluppo* (1972), *Strategie per sopravvivere* (1974) e *Progetto RIO* (1977).

Sito internet:
<https://www.treccani.it/enciclopedia/club-di-roma/>

³³ Report
Towards Circular Economy, WEF, 2014

Sito internet
<https://reports.weforum.org/toward-the-circular-economy-accelerated/>

³⁴ Sito internet
<https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/explore/plas->

si può notare la generale **ricerca di un equilibrio**.

Si pone quindi come necessaria la **transizione** quella dal modello economico lineare a quello circolare, che nella considerazione di tutte le fasi – dalla progettazione, alla produzione, al consumo, fino alla destinazione a fine vita – sappia cogliere ogni opportunità per limitare il dispendio di materia ed energia in ingresso e di minimizzare scarti e perdite, ponendo attenzione alla prevenzione delle esternalità ambientali negative e alla realizzazione di nuovo valore sociale e territoriale.

Per comprendere meglio come l'economia circolare ricerca e crea questo equilibrio, è necessario definire il sistema di risorse nel quale opera.

Facendo riferimento al **naturale sistema della Terra**, le principali sostanze che le permettono di funzionare sono il carbonio, l'idrogeno, l'ossigeno e l'azoto. Questi elementi sono, di fatto, i suoi più importanti nutrienti e sono soggetti a cicli che permettono loro di distribuirsi in tutto il pianeta andando a costituire un sistema biologico ciclico nel quale ogni scarto rappresenta un nutrimento per un altro sottosistema. Fino a tempi molto recenti della storia della Terra, questo è stato l'unico sistema esistente, ogni forma di vita gli è appartenuto e ha permesso la creazione di maggiore diversità ed ecosistemi più complessi e resilienti. L'avvento dell'industria, però, ha alterato il naturale equilibrio dei materiali sul pianeta. Gli esseri umani hanno preso sostanze dalla crosta terrestre e hanno concentrato, modificato e sintetizzato queste ultime in una vasta quantità di materiali che non possono ritornare al suolo in maniera sicura (esattamente come la plastica). Per questo motivo oggi l'economia circolare distingue i flussi di materiale in **due tipologie di cicli**: i cicli biologici e i cicli tecnici, ovvero industriali³⁵.

I **cicli biologici** consistono in flussi di nutrienti biologici, ossia prodotti agricoli, materie prime e rifiuti organici non tossici che **possono essere restituiti alla biosfera**, producendo in alcuni casi anche energia, attraverso una serie di processi come il compostaggio, la digestione anaerobica e la conversione biochimica.

I **cicli tecnologici** consistono in flussi di nutrienti tecnologici, ovvero risorse che costituiscono molti beni durevoli, come le apparecchiature elettriche ed elettroniche, utili al sistema di processi industriali

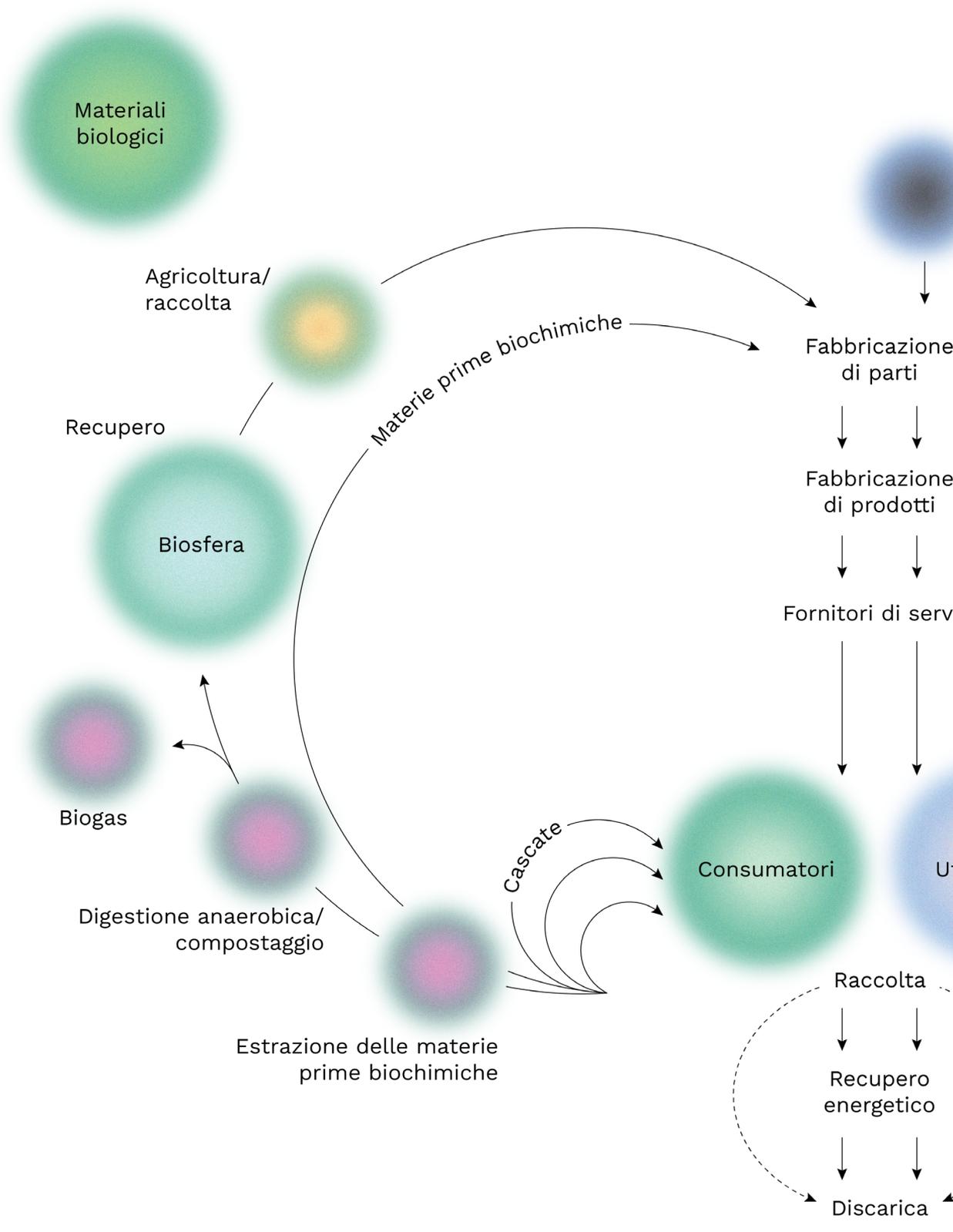
³⁵ *Cradle-to-Cradle*, William McDonough, Michael Braungart, North Point Press, New York, 2002

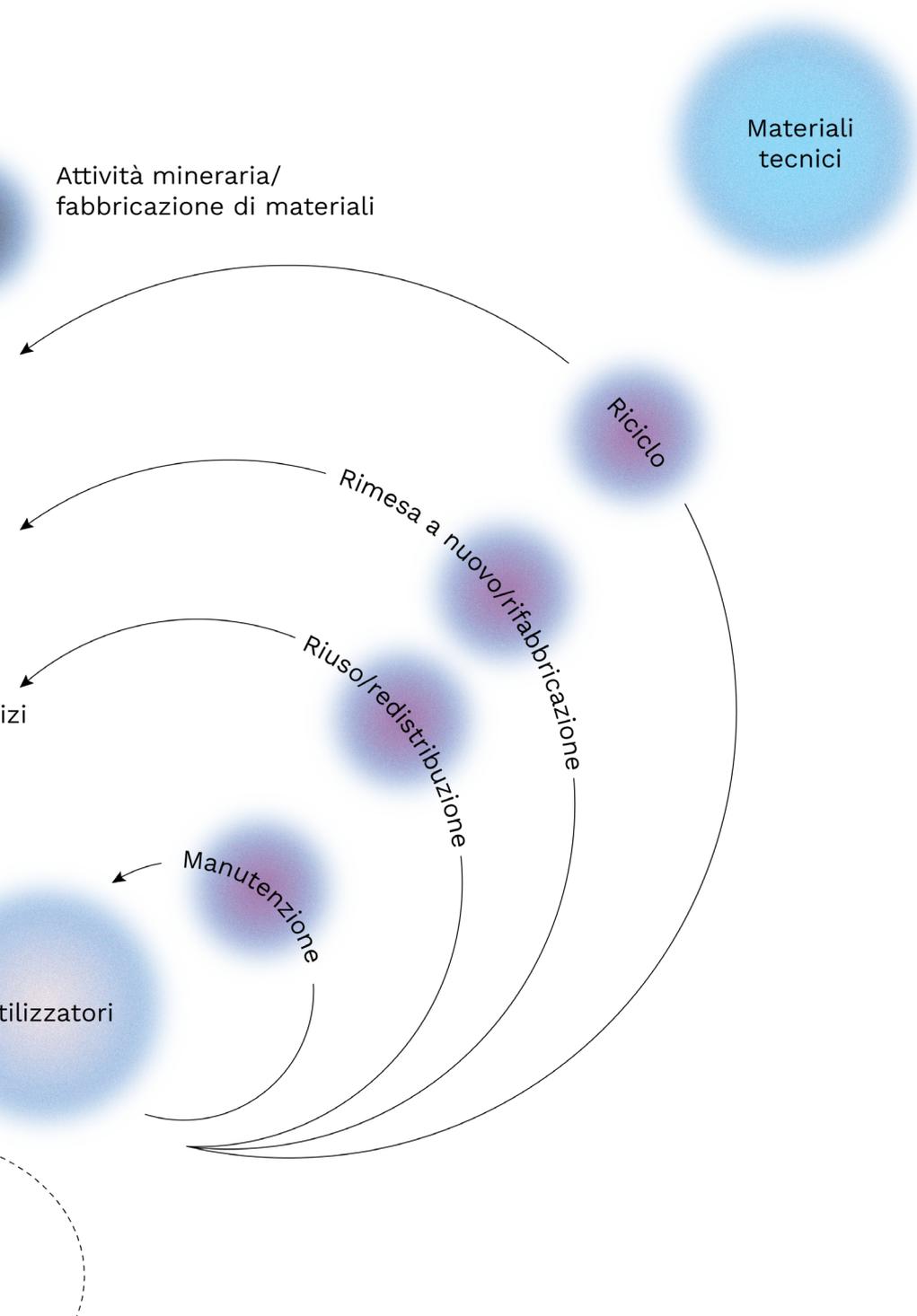
(tecnosfera). Ne fanno parte i metalli, le plastiche e altri materiali non biodegradabili, che **non possono** quindi **essere assorbiti dalla biosfera** ma sono destinati a essere rivalorizzati trasformandoli in risorse preziose da riutilizzare, mantenendo inalterato il loro valore.

Riprendendo le parole di William McDonough e Michael Braungart in *Cradle-to-Cradle*, i **prodotti “Frankenstein”** sono quelli che consistono in un **mix di materiali tecnici e biologici** che non possono essere separati alla fine della loro vita attuale, perciò la cui forma, composizione e dismissione non sono state progettate consapevolmente a valle. E così come questi “ibridi mostruosi”, anche i prodotti riciclabili non sono sempre adatti a subire più cicli di vita senza subire anche un processo di impoverimento (downcycling), per cui il loro riciclaggio impiegherà molta energia e diversi processi per rendere il materiale nuovamente utilizzabile, sfidando anche la sostenibilità economica del sistema. Al fine di mantenere l’alta qualità di un prodotto in un loop industriale (upcycling), i nutrienti tecnologici devono essere isolati da quelli biologici, sia per quanto riguarda la progettazione e la conformazione del prodotto stesso, sia per quanto riguarda la sua gestione a fine vita. È proprio di questo che si occupa l’economia circolare, ovvero fornire una strategia che superi lo schema lineare *“take-make-dispose”* attraverso un modello che punta a **reimmettere nel ciclo produttivo la massima quantità possibile di risorse** (tendenzialmente tutte) – laddove per “risorsa” non si intende solo la materia fisica che compone il prodotto, bensì anche i collaterali che entrano nel processo di trasformazione, quali aria, acqua o energie impiegate nella produzione di un prodotto, sia esso derivante da fonti fossili o rinnovabili³⁶.

Perciò, **ogni ciclo è composto di elementi che** in qualche modo **sono fonte di nutrimento** e, in quanto, tali, non divengono rifiuti. Nonostante questo, in passato non abbiamo portato avanti un sistema che tenesse conto di un qualsiasi tipo di nutriente, riempiendo il mondo di prodotti *“Frankenstein”* e, quindi, di rifiuti.

³⁶ *Neomateriali nell’economia circolare*, Anna Pellizzari, Emilio Genovesi, Edizioni Ambiente, Milano, 2017





* Schema dei flussi di risorse nei cicli biologici e tecnologici
 Fonte: World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation, McKinsey & Company. A New Plastic Economy: Rethinking the future of plastics, 2016, ellenmacarthurfoundation.org/publications

3.2 La centralità dei materiali

Nello spazio aperto che l'economia circolare crea attraverso i suoi obiettivi, si può dunque sviluppare una grande ricchezza di opportunità tecnologiche e produttive, anche e soprattutto grazie al design, in cui **il materiale diventa il protagonista fisico della produzione industriale**. La centralità del materiale deriva proprio dal fatto intrinseco per cui esso è sia elemento costituente dei prodotti di consumo, sia a sua volta prodotto e risorsa. Perciò un **materiale è circolare quando è rinnovato e rinnovabile**, ovvero quando proviene da risorse rinnovabili per loro stessa natura (perché di coltura) e quando sono prodotti a partire da materia reimmessa nel ciclo produttivo, che sia essa proveniente da filiera omogenea o diversa.

Tutti i materiali prodotti in questo modo si offrono, quindi, sia come materie prime sostenibili sostituibili a quelle tradizionali, ma anche come alternative dal punto di vista tecnico-prestazionale ed estetico.

In base alla loro origine, si possono suddividere in materiali³⁶ :

NEOCLASSICI

Provenienti dalle "miniere urbane o industriali", considerati fino ad oggi rifiuti, ma **sottratti alle discariche** tramite le filiere industriali consolidate per divenire **nuove materie prime**. Fra questi materiali troviamo carta, vetro, alluminio, acciaio, legno e più recentemente, anche le materie plastiche, le gomme e i rifiuti elettronici.



Piastrella "Terrazzo" realizzata con bottiglie di vetro riciclate, successivamente frantumate e compattate. Diamik Glass, Leeds (Yorkshire).

EX-NOVO

Materiali tradizionalmente **considerati irrecuperabili** e destinati alla discarica o all'incenerimento, quali scarti industriali alimentari, polveri, reflui gassosi, rifiuti urbani e mix plastico. Questi materiali, inizialmente dati per "terminali", possono essere invece **trasformati in nuovi materiali grazie allo sviluppo di nuovi processi** e nuove filiere.



Tessuto non tessuto in fibra di basalto tritata realizzato senza leganti.
Vulkan Europe, Olanda

BIO-BASED

Materiali di origine genericamente biologica, quindi **costituiti in tutto o in parte da componenti organiche** considerate **rinnovabili** in quanto soggette ai processi di riproduzione della vita biologica secondo i suoi ritmi. Tra i materiali bio-based più importanti le bio-plastiche, le quali possono avere diversa origine (anche fossile), ma riducono notevolmente il loro impatto rispetto alle plastiche tradizionali.



Berriestex è una finta pella vegana a base di fragole e altre bacche troppo mature, steli e foglie. Luckynelly, Berlino.

3.2.1 Bioplastiche

ORIGINI E CLASSIFICAZIONE

Le prime materie plastiche utilizzate a livello industriale dall'uomo erano di origine naturale, infatti, prima di utilizzare i monomeri derivati dalla raffinazione del petrolio, molti degli oggetti della vita quotidiana erano prodotti con polimeri bio-based (come visto nel capitolo 1 con la gomma naturale, la cellulosa e la caseina). È nel **1947** che viene sintetizzato il **Rilsan** (o poliammide 11), la **prima bioplastica tecnica** introdotta sul mercato proprio per le sue eccellenti proprietà meccaniche e di resistenza chimica. Poi, a partire dagli **anni Novanta**, fu la volta delle bioplastiche che sono ancora oggi tra le più comuni, come il **PLA** (acido polilattico), i **PHA** (poliidrossialcanoati) o ancora gli amidi plastificati che hanno potuto sfruttare i rapidi progressi dei settori della green e della white chemistry nella valorizzazione della biomassa (amidi, zuccheri, cellulosa, ecc.).

Oltre ai polimeri bio-based e/o biodegradabili di ultima formulazione, come il **PEF** (polietilene furanoato), i principali sviluppi riguardano la **diversificazione delle fonti utilizzate** per produrre questi materiali, che si concentrano principalmente sulla **valorizzazione dei co-prodotti o dei rifiuti di diverse biomasse**.

Al giorno d'oggi esistono molte tipologie di bioplastiche, differenziate proprio in base alla loro origine, la quale ne influenza anche i processi di sintesi e di gestione a "fine" vita. La maggior parte delle bioplastiche proviene dalla biomassa, per questo vengono chiamate bio-based, ma alcuni polimeri biodegradabili vengono ancora ottenuti a partire da risorse fossili, nonostante il loro numero sia molto basso (principalmente PBAT e PCL)³⁷.

La biomassa utilizzata per la fabbricazione dei polimeri bio-based è principalmente rinnovabile e proviene da diverse attività quali l'agricoltura o l'industria agroalimentare. Il processo centrale per la produzione di bioplastiche consiste nella fermentazione batterica degli zuccheri di diversa origine.

È infatti mediante questi procedimenti che si ottengono le molecole piattaforma della green chemistry che possono essere utilizzate come monomeri per la produzione di polimeri bio-based.

³⁷ Sito internet <http://natu-replast.eu/it/il-mercato-delle-bioplastiche/storia-delle-bioplastiche/>

Perciò l'origine della materia prima con cui vengono prodotte le bioplastiche si può distinguere in:

Alimentare (di prima generazione)

Derivante da oli vegetali, amido (contenuto, ad esempio in mais, grano, patata, tapioca) e dal glucosio (contenuto nella canna da zucchero e nella barbabietola).

Non alimentare (di seconda generazione)

Derivante dalla biomassa lignocellulosica come legno, co-prodotti o rifiuti dell'agricoltura o del legno (cascami di canne da zucchero, pacciamatura, ecc.) e dai rifiuti urbani (rifiuti organici, acque reflue).

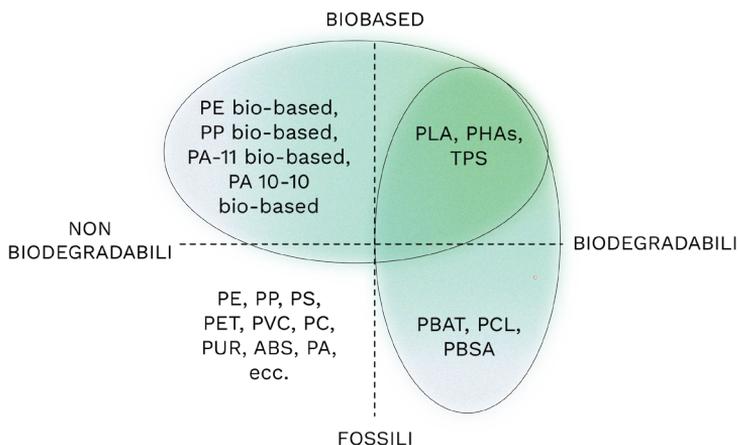
Non alimentare, coltivabile fuori terreno

(di terza generazione)

Ovvero derivante dall'attività di microorganismi, come microalghe, funghi, lieviti e batteri.

Altre bioplastiche, di fatto, non derivano da fonti rinnovabili, bensì anch'esse da fonti fossili, proprio come le plastiche tradizionali, ma rispetto a queste ultime, sono biodegradabili.

Altre bioplastiche, di fatto, non derivano da fonti rinnovabili, bensì anch'esse da fonti fossili, proprio come le plastiche tradizionali, ma rispetto a queste ultime, sono biodegradabili³⁸.



³⁸ Report *What are bioplastics? Material types, terminology, and labels – an introduction.* European Bioplastics, 2018

Sito internet <https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/>

PRINCIPALI APPLICAZIONI

Per quanto riguarda le applicazioni a livello di produzione industriale, il primo settore a sfruttare le bioplastiche è stato quello dei prodotti monouso (si può ricordare la totale sostituzione delle tradizionali buste di plastica dei supermercati con buste in PLA), in quanto l'utilizzo di polimeri biodegradabili e compostabili rappresentava un importante **vantaggio tecnico** in grado di attutire l'impatto ambientale dell'usa-e-getta. Nonostante, al giorno d'oggi, le bioplastiche vengano utilizzate in un numero crescente di mercati, il settore del **packaging** detiene ancora il segmento maggiore con il 48% (1,15 milioni di tonnellate) del mercato totale delle bioplastiche nel 2021. Altre applicazioni che stanno acquistando importanza riguardano il settore dell'**agricoltura** e dell'orticoltura, che sfrutta le sue risorse per la produzione stessa delle bioplastiche, e il settore **tessile**, che sperimenta la possibilità di produrre nuove fibre sostenibili³⁹.

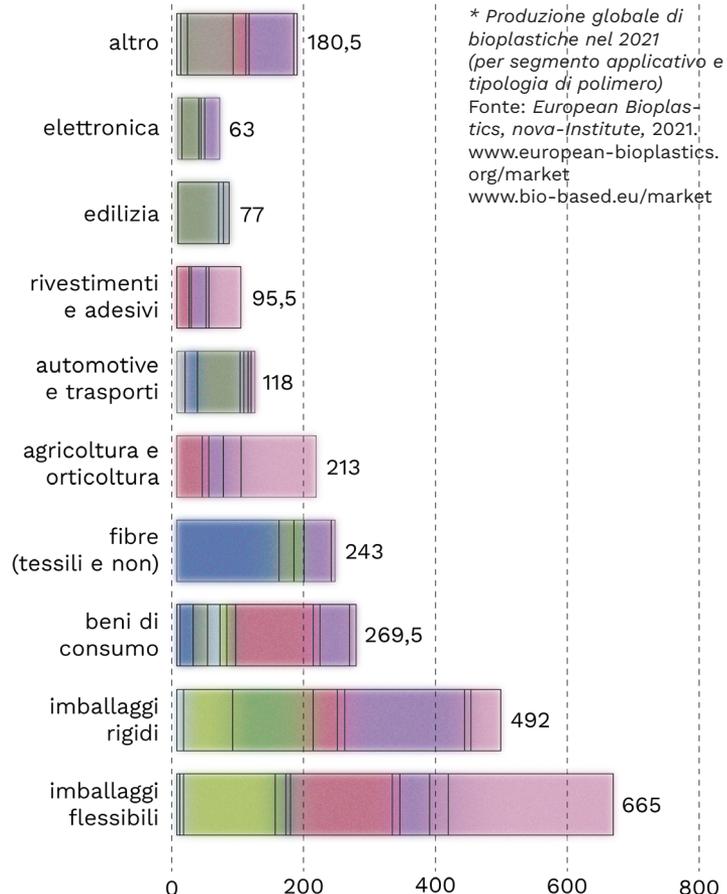
³⁹ Sito internet <http://natu-replast.eu/it/applicazioni-industriali-delle-bioplastiche/>

Bio-based/
Non biodegradabili

- PET
- PE
- PA
- PP
- PTT
- altro

Biodegradabili

- PBAT
- PLS
- PLA
- PHA
- mix di amidi
- film di cellulosa
- altro



BIODEGRADABILITÀ e SMALTIMENTO

La categorizzazione delle bioplastiche è da tenere a mente anche per quanto riguarda il loro fine vita.

Quelle **strutturalmente simili a polimeri esistenti** (PET o PE bio-based, ad esempio) avranno, a fine vita, le **stesse possibilità di valorizzazione mediante riciclaggio dei loro equivalenti derivati dal petrolio**. Nel caso, invece, del riciclaggio di imballaggi domestici in plastica (oggi principalmente corpi cavi), la distinzione non è tecnicamente possibile con i mezzi attualmente utilizzati per la loro cernita dopo la raccolta. Queste versioni bio-based devono quindi poter essere riciclate esattamente come i materiali convenzionali, senza compromettere la qualità della plastica riciclata così ottenuta. Al contrario, le **bioplastiche caratterizzate da strutture chimiche nuove** devono poter essere considerate caso per caso come nuovi materiali, alcuni dei quali contraddistinti in più dalla possibilità di essere **biodegradabili**. Questo permette, ad esempio, di ipotizzare nuove metodologie di valorizzazione a fine vita, nello specifico mediante **compostaggio** o **metanizzazione** (ottenimento di biogas). Consentendo una **riduzione del volume di rifiuti plastici abbandonati** in natura, questa proprietà può inoltre essere vista come una funzionalità di cui è possibile approfittare a seconda delle applicazioni e degli utilizzi dei materiali.

Perciò la **biodegradabilità di un polimero** è una proprietà che **dipende dalla sua struttura chimica** e, come definisce l'ADEME⁴⁰: *"Un materiale è detto biodegradabile se può essere decomposto grazie all'azione di microrganismi (batteri, funghi, alghe...). Il risultato è la formazione di acqua, CO² e/o metano ed eventualmente di sottoprodotti (residui, nuova biomassa) non tossici per l'ambiente."*

⁴⁰ Sito internet
<https://www.ademe.fr/>

Il processo di degradazione necessario a smaltire le bioplastiche biodegradabili è, quindi, il **compostaggio**. Un procedimento di trasformazione di materie fermentescibili in compost che permette di ammendare il terreno migliorando la sua fertilità.

Nel settore delle plastiche compostabili, ne vengono spesso menzionati due importanti tipi:

1. Il **compostaggio domestico** (chiamato anche Home Compost), può essere realizzato da privati in condizioni di controllo limitato o totalmente assente.

2. Il **compostaggio industriale**, che viene invece realizzato su piattaforme dedicate in condizioni regolamentate.

Queste due possibilità differiscono principalmente per la temperatura di realizzazione della biodegradazione del prodotto, che induce dinamiche di decomposizione diverse a seconda dei polimeri, e per la presenza o assenza di microrganismi che permettono la loro assimilazione. Una biodegradazione realizzata in condizioni anaerobiche (senza ossigeno) è all'origine del procedimento di metanizzazione che permette la produzione di biogas.

Considerando, quindi, le **particolari condizioni di temperatura e umidità necessarie alla degradazione**, come le plastiche tradizionali anche i rifiuti bioplastici devono essere raccolti e differenziati.

All'interno del territorio europeo, lo smaltimento industriale delle bioplastiche è stato operato per la prima volta da **Biorepack**⁴¹, il primo sistema di responsabilità estesa del produttore (EPR) dedicato agli imballaggi in plastica biodegradabile e compostabile certificati UNI EN 13432 ⁴². Di fatto si tratta un **consorzio di filiera del sistema CONAI** ⁴³ che opera su tutto il territorio nazionale e garantisce **il ritiro, la raccolta, il recupero e il riciclo organico dei rifiuti di imballaggio in plastica biodegradabile e compostabile assieme alla frazione organica umida dei rifiuti urbani**.

Nell'ambito di competenza di Biorepack rientrano gli **imballaggi e i rifiuti di imballaggi in bioplastica**, le cui principali applicazioni sono le seguenti:

- borse per il trasporto merci (shopper);
- sacchetti per frutta e verdura o altri alimenti venduti sfusi (reparti del fresco);
- piatti, bicchieri e vassoi;
- pellicole estensibili, buste IV gamma, vaschette, retine, sacchi;
- capsule per bevande e caffè;
- bottiglie, flaconi, vaschette in espanso per gelati, ecc.

⁴¹ Sito internet <https://biorepack.org/>

⁴² La UNI EN 13432 | 2002 è una norma tecnica italiana che si armonizza con quelle europee e definisce in particolare i requisiti che gli imballaggi devono possedere per poter essere recuperabili mediante compostaggio e biodegradazione. Contiene inoltre i criteri di valutazione per l'accettazione finale degli imballaggi. Questa norma si pone quindi come riferimento definendo lo standard da rispettare per la certificazione dei manufatti in bioplastica e in cellulosa/carta.

⁴² Sito internet https://www.consulenza-qualita.com/norma-uni-en-13432_2002/

⁴³ CONAI è un Consorzio privato senza fini di lucro che costituisce in Italia lo strumento attraverso il quale i produttori e gli utilizzatori di imballaggi garantiscono il raggiungimento degli obiettivi di riciclo e recupero dei rifiuti di imballaggio previsti dalla legge.

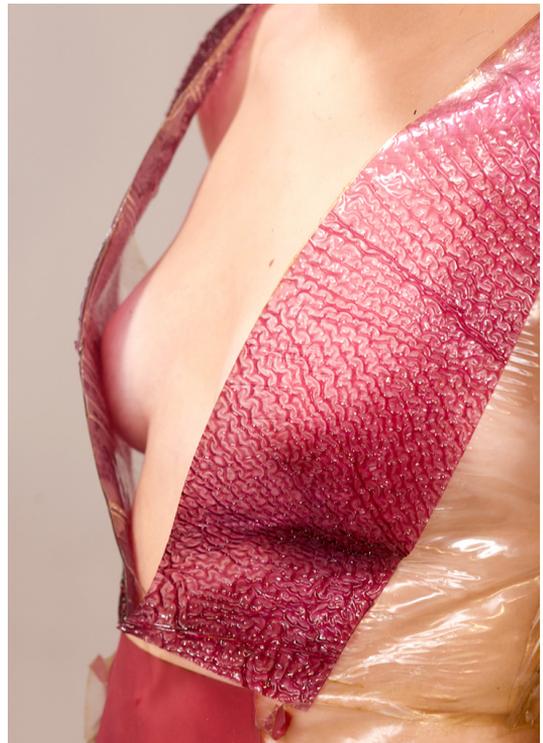
Sito internet <https://www.conai.org/>



Piatti, ciotole e bicchieri realizzati in bioplastica a base di alghe stampata 3D. Progetto sperimentale di Eric Klarenbeek e Maartje Dros, Germania, 2017.



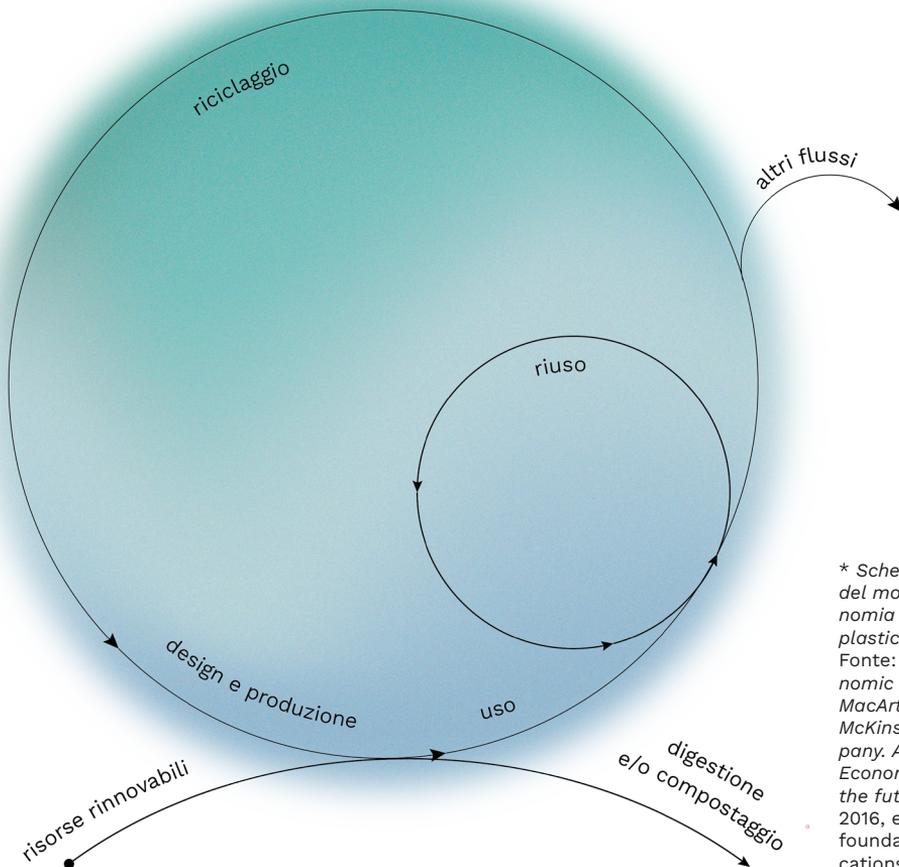
Packaging *Desintegra.me* per pasta in bioplastica derivata dalle alghe, progettata per decomporsi in circa 3 mesi. Margarita Talep, Cile, 2017.



Collezione di abiti in bioplastica a base di amido di mais e colorante naturale (cocciniglia). Cristina Muñoz, DLab USFQ, Ecuador, 2019.

3.3 Obiettivo SOSTENIBILITÀ. Tra progettazione e business model

Essendo la plastica di origine fossile un materiale appartenente alla tecnosfera, il modo migliore per risolvere il problema dell'inquinamento è determinato dalla costruzione di un sistema circolare, il quale prevede la seguente configurazione:



* Schema archetipico del modello di economia lineare della plastica
Fonte: World Economic Forum, Ellen MacArthur Foundation, McKinsey & Company. A New Plastic Economy: Rethinking the future of plastics, 2016, ellenmacarthurfoundation.org/publications

Di fatto, questo sistema si propone di agire secondo una gerarchia di principi da seguire, ovvero:

1. **Eliminare** la plastica dalla produzione del prodotto, sostituendola con altri materiali più sostenibili (es. bioplastiche) o progettando prodotti che non necessitano di contenitori e/o imballaggi solitamente prodotti in plastica.
2. **Innovare** la materia plastica in modo che sia riutilizzabile, riciclabile o compostabile.
3. **Rimettere in circolo** gli oggetti in plastica esistenti che utilizziamo, così da mantenerli all'interno del sistema e fuori dall'ambiente ed evitare lo sfruttamento di risorse non rinnovabili.

Nonostante il modello circolare fornisca di per sé le indicazioni necessarie al raggiungimento della sostenibilità, il design assume un ruolo decisivo nella realizzazione di questo obiettivo, in quanto principale strumento che incorpora i principi sopra citati nella metodologia progettuale.

*“I designer possono contribuire a rallentare il degrado dell'ambiente più degli economisti, dei politici, delle imprese e degli ambientalisti poiché hanno il ruolo di catalizzatori.”*⁴⁴

Questo non significa che i principi dell'economia circolare dettino le loro modalità di raggiungimento, ma lasciano la porta aperta a innumerevoli **strategie e approcci**, tra le quali⁴⁵ :

PROGETTAZIONE entro i LOOP INTERNI

Nel diagramma del sistema dell'economia circolare, più il ciclo è vicino al centro del diagramma, più valido è l'approccio. Non sorprende, quindi, che molti degli esempi di maggior successo di progettazione circolare siano quelli che danno la priorità a questi anelli interni progettando prodotti che **possono essere facilmente riparati, rigenerati o condivisi**.

⁴⁴ *Eco-Design, Progetti per un futuro sostenibile*, Alastair Fuad-Luke, Thames & Hudson Ltd., Londra, 2002

⁴⁵ Report *Circular Advantage. Innovative business models and technologies to create value in a world without limits to growth*, Accenture Strategy, 2014

Sito internet <https://www.accenture.com/it-it/about/events/the-circular-economy-handbook>

DEMATERIALIZZAZIONE

Al centro del concetto di economia circolare c'è la **transizione dalla proprietà all'accesso**; comprendere che i clienti spesso richiedono l'accesso a un prodotto solo per un breve periodo di tempo, dopodiché possono restituirlo al fornitore di servizi o passarlo a un nuovo utente. Questa strategia è resa possibile tramite noleggio, abbonamento, condivisione o leasing, in alternativa al vendere un oggetto che verrà posseduto per sempre. Ma la dematerializzazione può essere intesa anche come **massima riduzione possibile di materiale utilizzato**, come la decisione di creare prodotti che non necessitano di packaging o che presentano un packaging riutilizzabile o utile alla funzione del prodotto stesso.

ESTENSIONE della VITA del PRODOTTO

Allungare la vita di un prodotto permette di mantenerlo in uso il più a lungo possibile, rispettando alla lettera uno dei tre principi cardine dell'economia circolare. Progettare per la durabilità può prevedere sia un approccio fisico, che intende creare prodotti che resistono a danni e usura; sia un approccio emotivo ed estetico per cui il fascino dei prodotti permette loro di essere utilizzati e riutilizzati più volte, potenzialmente da molti utenti diversi. In alcuni casi, gli oggetti possono diventare ancora più preziosi attraverso la riparazione, come nel caso dell'arte giapponese del *Kintsugi*.

SCELTA di MATERIALI SICURI e CIRCOLARI

La scelta dei materiali in fase progettuale è determinante in quanto questi, se contengono sostanze tossiche o additivi, possono inficiare totalmente l'intento di realizzare un prodotto sostenibile. Da qui la centralità dei materiali come elementi che influenzano tutto il processo ideativo e produttivo.

PROGETTARE per AGGIORNAMENTO e MANUTENZIONE

Il design modulare è una strategia utile per semplificare la riparazione, la rigenerazione e l'aggiornamento dei prodotti. Semplificando la rimozione solo di una parte di un prodotto, si semplifica anche lo smontaggio, riducendo i costi e gli sforzi per sostituire i componenti quando sono danneggiati. Inoltre, i sistemi modulari sono più facili da personalizzare e quindi si adattano alle esigenze variabili degli utenti, evitando che i prodotti diventino obsoleti e garantendone l'uso per lunghi periodi di tempo.

Tutte queste strategie possono, quindi, essere utilizzate anche per la progettazione del **ciclo di vita di un prodotto in plastica**; in particolare ci si concentrerà sulla **possibilità di riciclarlo** e/o sulla **valorizzazione della plastica riciclata**.

Per far sì che l'azione della progettazione sostenibile abbia luogo e venga applicata su larga scala, è necessario preoccuparsi di come realizzare lo sviluppo sostenibile e come accoppiarlo ad un modello di business coerente allo scopo in modo da incorporare obiettivi circolari in nuovi sistemi produttivi. Da un punto di vista di una concreta attuabilità, i modelli di business che prevedono la creazione di un sistema produttivo circolare devono tenere conto di tutti gli aspetti che caratterizzano la sostenibilità, ovvero l'aspetto ambientale, l'aspetto sociale e l'aspetto economico. Trattandosi il **business model** di una struttura che permette di considerare olisticamente i fattori che determinano e apportano **valore** ad un'organizzazione attraverso lo sfruttamento di opportunità, questo si occuperà di **associare la necessità di un continuo sviluppo economico alla corretta gestione** – e al corretto impiego – **delle risorse a nostra disposizione**.

Di conseguenza, ognuna delle strategie di progettazione del design circolare potrà essere più o meno adatta alla configurazione di un **determinato tipo di attività economica**:

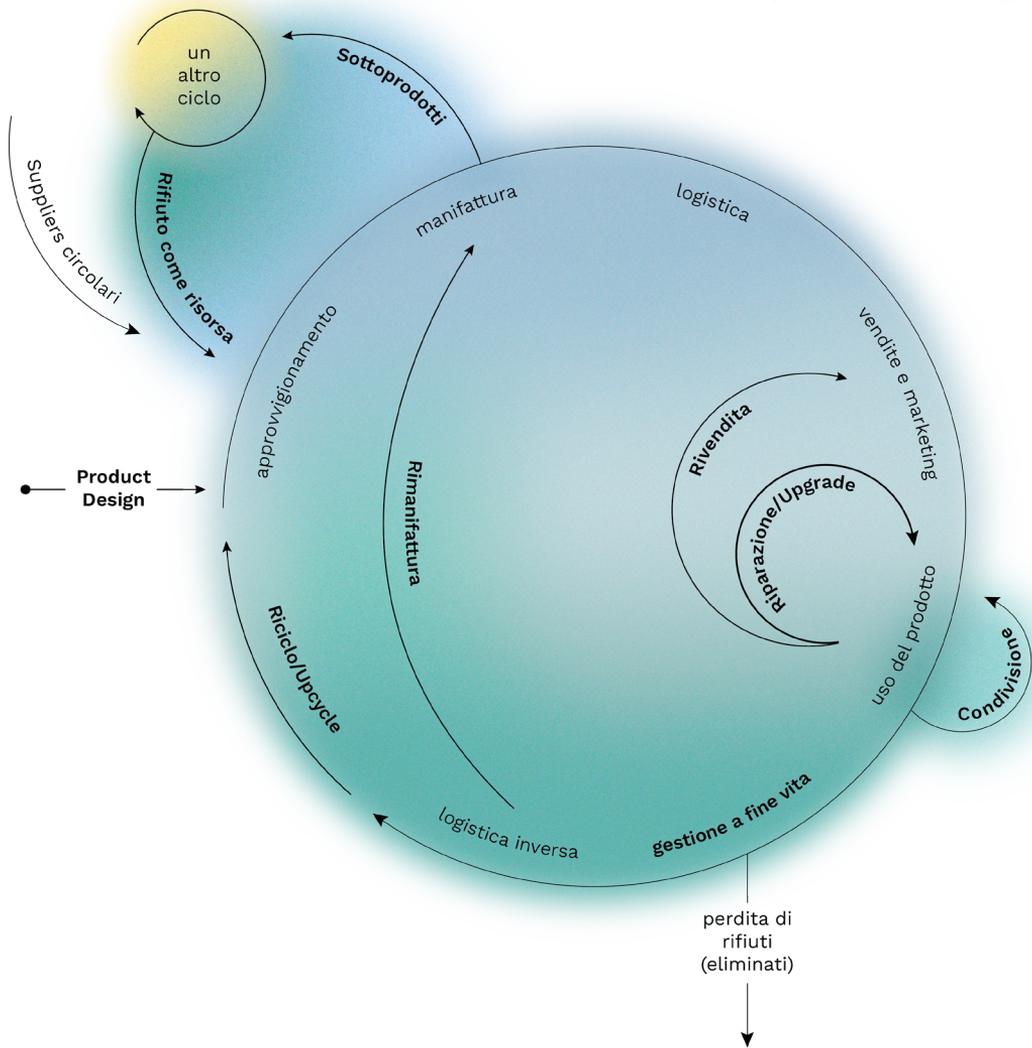
- Per **aziende che devono scontrarsi con la carenza di merci**, o per quelle che hanno una **maggiore impronta ecologica**, sarà opportuno pensare al totale rimpiazzo di fonti di energia e risorse non rinnovabili, tentando di fare affidamento ad una supply chain circolare.
- **Aziende che producono un grande volume di scarti** dovranno preoccuparsi di recuperare risorse/energia utili da prodotti o sottoprodotti destinati allo smaltimento, in modo da eliminare la mancanza di materiale e massimizzare il valore economico dei flussi di ritorno del prodotto.
- **Segmenti B2B ad alta intensità di capitale** (come il settore delle apparecchiature industriali) e **aziende B2C che servono mercati in cui i prodotti usati sono comuni** o le cui nuove versioni generano solo

parzialmente ulteriori vantaggi in termini di prestazioni per i clienti rispetto alla versione precedente, possono puntare sulla strategia di estensione della vita del prodotto, oltre che sulla condivisione e sul prestito del prodotto stesso.

- **Aziende le cui quote di condivisione di operazione dei prodotti sono alte** e che detengono il vantaggio competitivo nel gestire il mantenimento dei prodotti possono pensare di transitare dall'offerta del prodotto stesso all'offerta di un servizio. Attraverso l'applicazione di questa strategia, le caratteristiche di longevità, riusabilità e condivisione del prodotto non vengono più considerate rischi di cannibalizzazione interna, bensì catalizzatori di entrate e di riduzione dei costi.

Di conseguenza, ogni azienda interessata a produrre attraverso un sistema circolare potrà decidere quale modello di business applicare o elaborare uno ad hoc, ma il concetto alla base della conversione al modello circolare e il **potenziale innovativo e dirompente** che apporta alla nuova organizzazione dell'attività. Di fatto, è necessario sapere e considerare che ogni modello di business circolare andrà a **decostruire il modello lineare** precedentemente utilizzato, e, quindi, la sua architettura e i suoi attori.

* Schema delle dinamiche circolari all'interno delle strategie che caratterizzano i vari business model.
 Fonte: Circular Advantage. Innovative business models and technologies to create value in a world without limits to growth, Accenture Strategy, 2014



3.3.1 La start-up come archetipo

Parlando di **innovazione “necessaria”** relativa al cambiamento di modello di business, ne consegue che l'**archetipo** di attività economica **del modello circolare** è rappresentato dalla **start-up**⁴⁶.

Per comprendere meglio le motivazioni dietro questa affermazione, è opportuno descrivere le caratteristiche che definiscono una start-up. Esse sono⁴⁷ :

⁴⁶ Fase iniziale di avvio delle attività di una nuova impresa, di un'impresa appena costituita o di un'impresa che si è appena quotata in borsa. Il termine di derivazione anglosassone significa «partire, mettersi in moto».

Dizionario online https://www.treccani.it/enciclopedia/startup_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza

⁴⁷ È un test usato dai programmatori informatici al fine di valutare l'efficacia delle funzioni base di un software, ma nel contesto di una start-up, serve a valutare l'efficacia evitando di sprecare risorse.

Sito internet <https://sumup.it/fatture/dizionario/start-up/>

SCALABILITÀ

Ovvero la capacità della start-up di **crescere in maniera esponenziale utilizzando le poche risorse disponibili**. Generalmente le start-up sono caratterizzate da una quantità limitata di risorse, tanto da far uso di diversi *smoke test*⁴⁷ prima di avviare la produzione del prodotto, e una delle ragioni principali per cui le start-up falliscono è quella di non riuscire a raggiungere un ampio numero di utenti a causa dell'esaurimento delle risorse.

REPLICABILITÀ

Si intende la capacità del **modello di business** di essere **ripetibile nei suoi processi**, una volta validato sul mercato in piccola scala, e replicato in diversi archi temporali e in diverse aree geografiche.

TEMPORANEITÀ

L'obiettivo principale della start-up è quello di crescere rapidamente e di **trasformarsi velocemente in una grande impresa** grazie al suo prodotto innovativo. Di conseguenza, lo status di start-up, con le conseguenti limitate risorse, è non solo un punto di partenza, ma una fase transitoria e pertanto non definitiva. Questa “temporaneità” è uno dei principali elementi che contraddistingue una start-up con **grandi ambizioni di crescita** da una piccola neo-impresa.

INNOVAZIONE

L'innovazione si trova **al centro del modello di business** della start-up, che nascono per **soddisfare un bisogno, latente o manifesto, non ancora soddisfatto dal mercato**; infatti, per loro natura nascono per creare un nuovo mercato con nuove proposte.

Ma cosa si intende con **innovazione**⁴⁸ ?

Il termine "innovazione" può assumere diversi significati, per cui è opportuno definire prima il termine "**invenzione**", ovvero l'atto di escogitare una **soluzione ad un problema** e la generazione della tecnologia annessa. Di fatto, un'innovazione consiste in **un'invenzione che ha trovato adozione** tramite il suo **sfruttamento economico** e, affinché ciò avvenga, gli utenti devono percepire l'**utilità** ad essa associata, quindi il suo **valore**.

In ogni caso, rimane necessario operare un **confronto tra vantaggi e svantaggi** di un'impresa affermata da tempo e una start-up.

Un *incumbent*⁴⁸ possiede generalmente una maggiore quantità di risorse, ha maggiore potere contrattuale e ha sviluppato capacità e conoscenze specifiche che ne determinano il vantaggio competitivo negli anni; la start-up vanta, invece, una **maggiore flessibilità**, l'**assenza di inerzia organizzativa** e la spinta data dalla volontà di realizzare una **mission idealistica**.

Quindi, proprio grazie alla sua **natura plasmabile**, rivolta alla crescita e all'evoluzione costante e galla sua libertà da modelli tradizionali, la start-up si pone come modello ideale per mettere in atto sistemi circolari per cui **l'innovazione fa da background**.

⁴⁸ *Management of Innovation and Product Development: Integrating Business and Technological Perspectives*, M. Cantamessa, F. Montagna, Springer London Ltd, Londra, 2015

⁴⁹ Impresa, solitamente di grandi dimensioni, che è monopolista di uno specifico mercato e tenta di bloccare l'entrata di altre imprese, definite come entranti.

Dizionario online https://www.treccani.it/enciclopedia/incumbent_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/

LA PLASTICA CIRCOLARE NEL DESIGN

4.1 I pionieri

Sulla scia della **crescente consapevolezza della questione ambientale** e dell'inquinamento causato dai rifiuti plastici, tra gli anni '90 e i primi anni 2000, alcuni studi di progettazione e alcuni designer decidono di concentrare i loro intenti e la loro produzione attorno a questo tema. Proprio per quanto riguarda il riutilizzo dei rifiuti plastici, si possono identificare i “pionieri” delle plastiche riciclate, i quali hanno saputo sfruttare le potenzialità e che hanno gettato le basi delle odierne tecniche di riciclo alternativo.

Tra i primi esempi di creazione di un materiale a partire dai rifiuti plastici il **Syndecrete**⁵⁰ nei primi anni '80.

⁵⁰ Sito internet
<https://davidhertzfaia.com/material-development>



Il designer **David Hertz**, affondando il suo background nella produzione di arredi in cemento, unisce la volontà di creare un materiale leggero a quella di raggiungere un maggior livello di sostenibilità e, nel **1983**, crea *Syndecrete*. Si tratta di un materiale chimicamente inerte composto da cemento e fino al 41% di materiali riciclati, rifiuti industriali o post-consumo. I rifiuti tipicamente usati includono HDPE, vetro riciclato frantumato, trucioli di legno e trucioli di vite in ottone. La cenere volante polverizzata (PFA, ovvero Pulverized Fly Ash), un residuo di scarto delle centrali elettriche a carbone, viene aggiunta per ridurre la quantità necessaria di cemento fino al 5% e gli scarti di fibra di polipropilene recuperati forniscono una matrice 3D per aumentare la resistenza alla trazione di questo “**calcestruzzo riciclato composito**” (il mix permette

di ottenere **il doppio della resistenza a compressione del calcestruzzo alla metà del suo peso**). Le varianti di colore e pattern del materiale sono rese possibili dall'integrazione di altri materiali di scarto, spesso prodotti dal cliente stesso (dischi in vinile, CD e cassette audio sono stati salvati dalla discarica per essere utilizzati per il pavimento della Rhino Records. Allo stesso modo, Patagonia ha incorporato cerniere e bottoni rotti nel piano *Syndecrete* del suo store a Tokyo) ^{51,52}.

⁵¹ *The Eco-Design handbook. A complete source for the home and office.*, A. Fuad-Luke, Thames & Hudson, 2002

⁵² *Catalogo Panta Rhei - Tutto scorre. 100 Prodotti in materiali riciclati*, A. Garlandini in collaborazione con MATREC

⁵³ Sito internet <https://www.durat.com>

⁵⁴ Sito internet <https://www.duratpalace.com/>

Sulla stessa scia di inclusione di materiale riciclato in matrici vergini, **Durat** ^{53,54} crea la sua collezione.

L'azienda privata (originariamente Tonester Oy Ltd) è stata fondata nel **1990** e i suoi impianti di produzione si trovano oggi nel sud-ovest della **Finlandia** vicino a Turku, a Rymättylä. Durat si è affermato nel mercato dei più vecchi produttori di materiali per superfici solide in Europa, con un'esperienza di 17 anni.

Per produrre il materiale, l'azienda raccoglie direttamente i rifiuti di plastica dai suoi partner aziendali, per poi selezionarli, tritarli e creare **pannelli e forme finite** (soprattutto superfici per il bagno e lavelli). Si tratta, quindi, di un **materiale per interni composto per il 30% da plastica riciclata che può essere fuso e riutilizzato** dopo molatura o sagomatura, o ancora granulato e colato nuovamente.

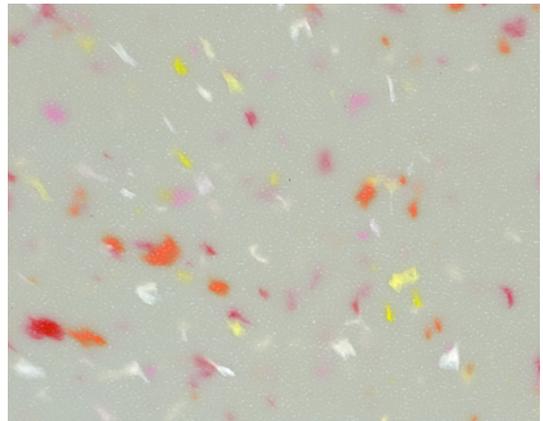
Uno dei prodotti più conosciuti realizzati in Durat è la *Raita Bench* di Eeva Lithovius, la quale è composta da listelli di diverso colore accoppiati gli uni agli altri per creare la superficie di seduta.

Nel 2018, l'azienda collabora con MOST Collective nella realizzazione della collezione *Palace* ⁴⁹, caratterizzata da un pattern Terrazzo e da colori brillanti e saturi resi possibili dall'**utilizzo di pigmenti naturali**.



Oltreoceano viene fondato lo studio di progettazione fondato dai designer **Stephen Hart** e **Deborah Yemm**, che lancia il suo primo materiale plastico ecologico nel **1989**. Prodotto **a partire da bottiglie di latte e flaconi di detersivi** triturati e termoformati in pannelli, questo materiale venne chiamato "**Origins**"^{51,52,55} proprio perché rendeva riconoscibile la sua origine da materiale di rifiuto. I pannelli prodotti a partire da *Origins* contengono principalmente **HDPE riciclato post-consumo, ma anche LDPE, PP e HDPE vergine**, i quali risultano essere tutti compatibili con il primo. Questi rifiuti vengono triturati e selezionati per colore, per poi essere trasformati in **pannelli** attraverso un processo di stampaggio a compressione. I **pattern** e i **colori** risultanti sono **riproducibili**, nonostante sia impossibile produrre due pannelli identici a causa delle variabili causate dal processo di fusione dei pellet di plastica, i quali si mischiano gli uni agli altri in maniera randomica; la variante monocolora viene realizzata con lo stesso tipo di polimero dello stesso colore in modo da ottenere la gamma *Origins Solids*.

⁵⁵ Sito internet
<https://yemmhart.com/wordpress/>



⁵⁶ Sito internet http://www.janeatfield.com/02pages/03furniture_d/01furniture_index.html

⁵⁷ Sito internet <https://collections.vam.ac.uk/item/O114267/rcp2-chair-chair-atfield-jane/>

⁵⁸ Sito internet <https://www.dezeen.com/2022/04/08/jane-atfield-recycled-chairs-emma-scully-gallery-new-york/>

Durante la ricerca condotta nel **1992** riguardo modi innovativi per collegare i mobili alle tematiche ambientali, l'architetto **Jane Atfield**⁵⁶ si imbatte nel materiale in HDPE riciclato creato da Yemm & Hart e trova subito interessante la possibilità di utilizzare i rifiuti domestici come materia prima. Di lì a poco, Atfield **importa i pannelli di Yemm & Hart e sperimenta la realizzazione di mobili** con essi. La sua prima sedia in plastica riciclata, prodotta mentre era ancora al college, è basata su uno dei primi modelli Rietveld.

Segue la sedia **RCP2**^{51,52,57,58} il cui design semplice celebrava il carattere evocativo del materiale.

L'agenzia **MADE OF WASTE** viene fondata nel **1993** proprio da Jane Atfield con l'obiettivo di sviluppare le possibilità di riciclo della plastica del **Regno Unito** e rendere i pannelli prodotti disponibili ad architetti e designer. In questo contesto, Jane Atfield produce una sua collezione che la condurrà all'incontro con **Colin Williamson**, con cui condividerà la guida dello studio fino al 1998 e con cui avrà la possibilità di instaurare una rete di raccolta di rifiuti plastici post-consumo sul territorio. Purtroppo, la loro **divergenza sul futuro** di MADE OF WASTE e la scarsità di sovvenzioni pubbliche, hanno condotto al fallimento e alla fondazione di un'azienda di **produzione di pannelli in plastica riciclata maggiormente orientata al profitto** da parte di Williamson, ovvero **Smile Plastics**⁵⁹.



Smile Plastics **viene chiusa con il ritiro di Collins** all'inizio del nuovo millennio. Fortunatamente i suoi soci **Adam Fairweather e Rosalie McMillan rifondano la società nel 2014**, avviando un sistema produttivo in grado di dare vita ad una gamma di pannelli in plastica riciclata sempre più ampia e con un livello di qualità crescente. Ad oggi, Smile Plastics si definisce una **microfabbrica** capace di **produrre pannelli in larga scala**; di fatto l'azienda costituisce **una delle attività** di progettazione e produzione di semilavorati in plastica riciclata **più sviluppate e affermate**, soprattutto in Europa.

⁵⁹ Sito internet
<https://smile-plastics.com/>



⁶⁰ Sito internet
<https://www.cncraft.co.uk/furniture/>

Rimanendo in territorio britannico, nei primi anni del 2000, il designer **Aaron More** intende portare avanti un tipo di produzione il più possibile environmentally friendly e si preoccupa di **utilizzare solo legni certificati e materiali riciclati**. Mette in pratica le sue intenzioni con il progetto della sedia **Re-Form**⁶⁰, preferendo il **materiale Bottle di Smile Plastics** al compensato e ai laminati.

I pannelli, ottenuti da **bottiglie e flaconi in HDPE** raccolti nel Regno Unito, hanno permesso a More di realizzare una seduta robusta e impilabile con la struttura in legno assemblabile con **raccordo smontabile** alle parti in plastica, in modo da garantire la **facile riparazione** e il **facile riciclaggio**.



Contemporaneamente in **Germania** Gerhard e Beata Bar con Hartmut Knell iniziano a realizzare oggetti in plastica riciclata nel **1992**, poco dopo l'istituzione del simbolo *Green Point*. Il primo output della loro nuova direzione progettuale è la **Maggi Chair**, seduta realizzata a partire da rifiuti di imballaggi in plastica successivamente ricoperti con sacchetti di plastica della Maggi⁶¹. È **fatta a mano** e ne esistono pochi esemplari, ognuno diverso (versioni Der Spiegel, Pampers, Marlboro, The Simpsons).

Di fatto **Bar e Knell**^{51,52,62} avevano l'obiettivo di **mantenere riconoscibile ed espressiva la fonte della materia plastica**, ovvero l'attuale **rifiuto di un prodotto di consumo**. Per questo motivo, i loro arredi presentano ancora i marchi originali dei prodotti (sebbene siano deformati) in quanto critica alla cultura consumista creatasi attorno alla plastica e "registrazione" delle mode susseguitesi nel tempo. Oltre alla **critica** vi è, però, l'intento di **sperimentare col riciclo dei rifiuti plastici** in modo da conservarne la storia, ma dare loro una nuova vita. Alcuni arredi riportano pattern molto colorati e randomici che fanno intuire che i rifiuti sono stati precedentemente triturati, ma le sedute e i tavoli sembrano essere creati facendo **adagiare la plastica riscaldata su un arredo pre-esistente**.

⁶¹ La ditta Maggi si occupa sin dal 1886 di produrre e vendere cibi precotti. Ha aperto la sua prima filiale a Singen, in Germania e nel 1964 è stata acquistata da Nestlé.

Sito internet
<https://www.maggiitalia.it/>

⁶² Sito internet
<http://baer-knell.de/neue-licht-saeulen/>



4.2 La realtà di Precious Plastic

In seguito alle sperimentazioni degli anni '90 e ai tentativi da parte dei designer sopra citati di dare forma alla plastica riciclata in maniera nuova e appetibile, gli sviluppi nel campo avvengono per lo più in ambito accademico e universitario, in particolar modo all'interno della **Design Academy di Eindhoven**⁶³, la quale adotta un approccio didattico orientato agli aspetti sociali, ambientali e innovativi della progettazione.

⁶³ Sito internet
<https://www.designacademy.nl/p/about-dae>

Il caso più rilevante di cui si intende parlare consiste nel progetto di tesi di **Dave Hakkens**, il quale nel **2012** ha deciso di concentrare la sua ricerca sulla realtà del riciclo della plastica, tentando di comprenderne e di risolverne le problematiche a partire da alcune conclusioni tratte dalla visita a centri di produzione di manufatti in plastica e centri di riciclo locali.

L'aspetto che cattura la sua attenzione in maniera particolare è **la progettazione delle macchine, il loro funzionamento, il loro costo, i loro limiti e il modo in cui influenzano tutto il processo produttivo dei prodotti in plastica**. Hakkens scopre che il costo medio di un macchinario di questo tipo raggiunge il costo di una casa e che la complessità del loro funzionamento è davvero alta. Nonostante permettano volumi di produzione industriali, **necessitano di plastica di alta qualità** e con determinate proprietà per non danneggiarsi e ostruirsi; motivo per cui **la plastica riciclata viene spesso scartata come materia prima** in questo tipo di produzioni.

Legando queste osservazioni alla piccola percentuale di plastica riciclata nel mondo (meno del 9% di quella gettata), il designer si preoccupa di proporre una soluzione a partire proprio da **una rivoluzione e un'innovazione del processo di riciclo tradizionale**.

Con questo intento, Hakkens inizia a testare il metodo da lui ideato in un **contesto domestico**, per cui raccoglie rifiuti plastici da amici e parenti, li seleziona e li separa e li tritura tramite un vecchio trita-documenti. Procedendo col fine di rendere il riciclo praticabile in maniera più semplice e autonoma, Hakkens costruisce, successivamente, **tre macchine per fondere la plastica e fabbricare nuovi prodotti** con essa, utilizzando una combinazione di nuovi componenti su misura e parti di

recupero come un vecchio forno trovato in una discarica. Dopo aver perfezionato i sistemi in modo che potessero gestire le incongruenze nella plastica riciclata, progetta una **piccola gamma di prodotti da realizzare e vendere**. I prodotti realizzati con queste macchine in “versione beta” vengono esposti nel 2013 alla graduation exposition della Design Academy di Eindhoven, dimostrando le potenzialità dell’idea di Hakkens.

Dave Hakkens pensa, quindi, di **applicare il sistema** da lui ideato **alla realtà locale e artigianale**, spiegando che, mentre i produttori industriali disdegnano la plastica riciclata perché necessitano di efficienza e precisione ottimali, un artigiano locale, che produce lotti limitati di prodotti, potrebbe permettersi di lavorare più lentamente e tenere conto delle incongruenze del materiale riciclato.

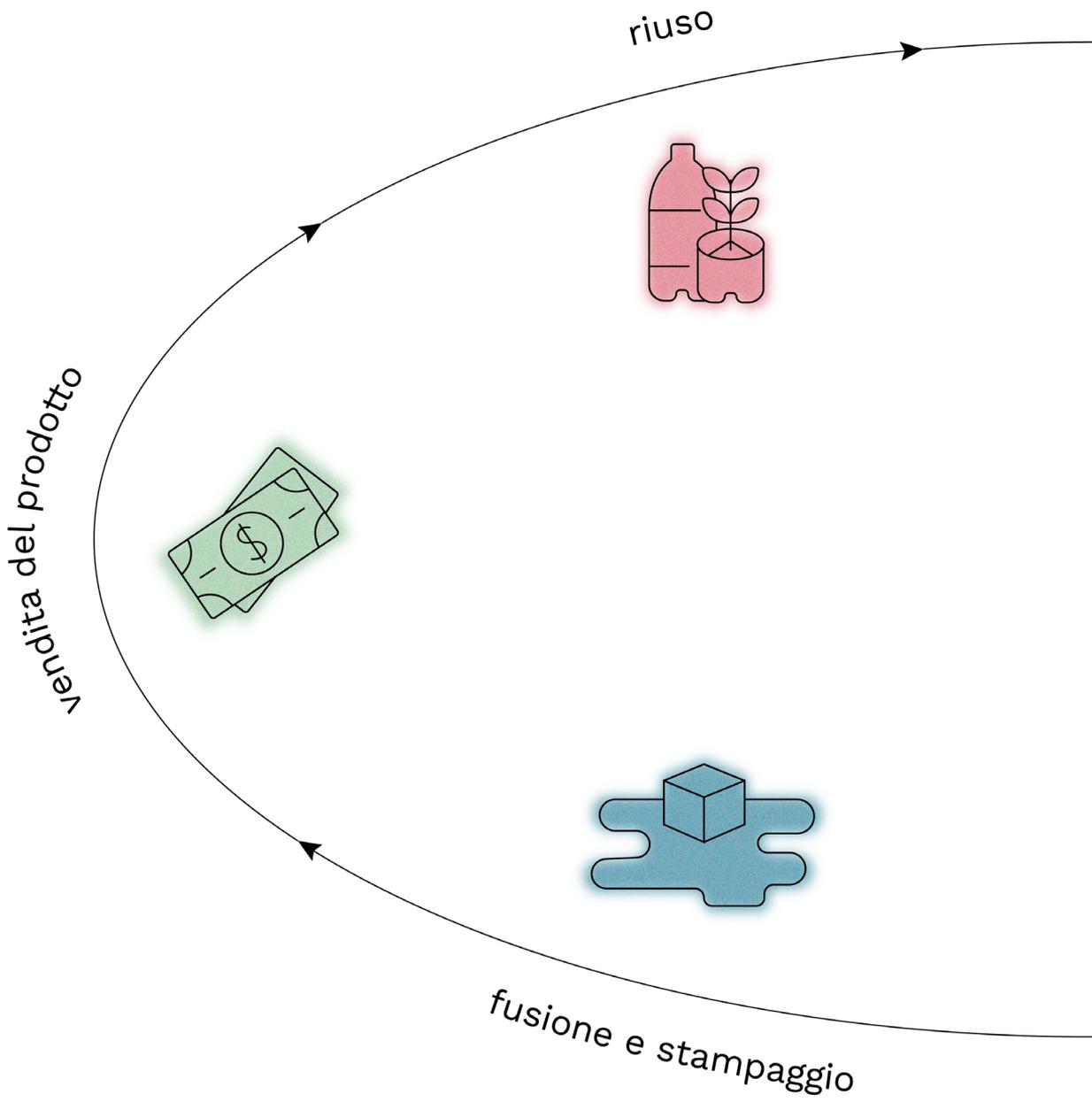
Altro intento di Hakkens era quello di **rendere la costruzione del suo sistema produttivo completamente accessibile e migliorabile da chiunque** seguendo una filosofia progettuale **Open source**, oltre a rendere il materiale prodotto adatto alla stampa 3D.

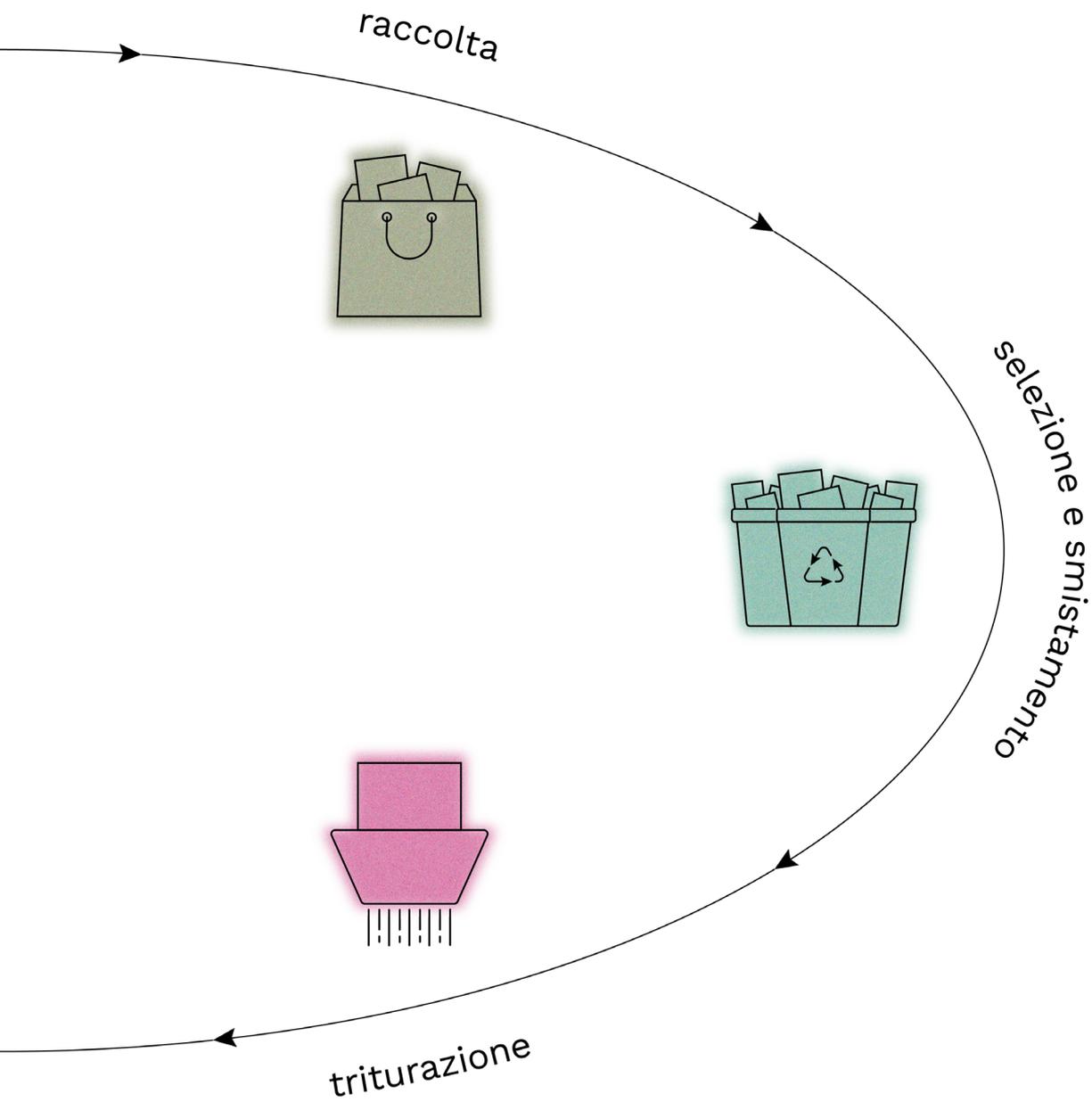
Prima del coinvolgimento di “esperti del settore”, il sistema prevede **l’azione in primo luogo degli stessi cittadini impegnati nella raccolta dei rifiuti e nella consegna nei centri di riciclaggio locali**.

Tra il 2014 e il 2018 Precious Plastic prende forma come **start-up** e viene realizzata in tre versioni fino alla creazione di una vera e propria **comunità globale** che costruisce spazi adibiti al riciclo, contribuisce allo sviluppo tecnologico dei macchinari e si occupa di sensibilizzare le persone alle tematiche ambientali. Proprio col fine di offrire un’alternativa alle tradizionali macchine per la lavorazione e il riciclo della plastica, Precious Plastic rende **totalmente accessibili i disegni tecnici** dei vari modelli delle macchine suddividendole in base alla tipologia di produzione che si vuole attuare e di costi che si vogliono affrontare, ovvero macchine **Basic, Pro e Community**. Inoltre, vengono forniti diversi **video tutorial** che permettono di costruire le macchine e di comprendere come realizzare la propria attività di riciclo della plastica locale, **promuovendo e incentivando l’adozione** di questo sistema innovativo^{64,65}.

⁶⁴ Sito internet <https://precious-plastic.com/>

⁶⁵ Sito internet <https://www.dezeen.com/2013/10/21/precious-plastic-open-source-local-recycling-workshop-dave-hakkens/>





** Schema che riassume le principali fasi del sistema di riciclo della plastica ideato da Dave Hakkens*



Trituratore versione BASIC

Il trituratore permette di ridurre grossi manufatti e pezzi di plastica in trucioli di dimensione inferiore che verranno successivamente fusi e riformati dalle altre macchine.

La principale differenza tra le due versioni consiste nella **quantità di materiale che si può triturare nello stesso periodo di tempo**; di fatto il trituratore PRO lavora su due assi.

Per quanto riguarda la grana del tritato, la versione BASIC permette di ottenere degli ottimi granuli, a differenza della PRO, più adatta alla produzione di "fiocchi" (più fini e piccoli).



Trituratore versione PRO



Estrusore versione BASIC

L'estrusore viene alimentato con la plastica triturata, la quale viene sciolta nel serbatoio e fuoriesce sotto forma di un filo di plastica fusa.

Con questa tecnica **si possono produrre manufatti in maniera istantanea** arrotolando l'estruso su uno stampo della forma desiderata o riempiendo gli stampi. Rispetto alla versione BASIC, la versione PRO si presta a grandi produzioni, in quanto permette di utilizzare e lavorare una maggiore quantità di plastica.

Da notare che l'estrusione consiste in una tecnica relativamente rapida che non richiede lavorazioni postume di finitura. Inoltre, fondendo plastica di diverso colore, si può ottenere un filato estruso dai colori sfumati.

D'altro canto, non permette di ottenere pezzi totalmente regolari e privi di imperfezioni.



Estrusore versione PRO



Macchina per stampaggio a iniezione versione BASIC

Si tratta di una **macchina semplice da costruire e da usare.**

La plastica triturata viene inserita e sciolta nel serbatoio e, successivamente, schiacciata in uno stampo. Con questa tecnica di stampaggio a iniezione si possono realizzare **oggetti molto semplici, ma anche dettagliati.** Tutto dipende dallo stampo e dalla lavorabilità del polimero utilizzato.

Questa macchina si presta a produzioni in piccola serie e all'utilizzo didattico (workshop e sensibilizzazione).



Forno a compressione versione BASIC

Le due versioni presentano sostanziali differenze. La prima risiede nella natura della macchina: la **versione BASIC** è un **forno** all'interno del quale si può fondere la plastica ad una precisa temperatura mentre un pistone girevole permette di comprimerla e creare un pannello; la **versione PRO** è una **pressa riscaldata** che ricrea lo stesso funzionamento in **scala più ampia**. La seconda differenza consiste proprio nella grandezza, infatti la prima versione permette di produrre pannelli piccoli molto più adatti alla sperimentazione e alla prototipazione; la seconda versione produce pannelli molto più grandi, riciclando, quindi, maggiori quantità di plastica. Ciononostante è una **macchina relativamente nuova che richiede ulteriori perfezionamenti** e sviluppi per ottenere pannelli con il minor numero di difetti possibile.



Termocompressore versione PRO

Date le diverse funzioni e caratteristiche delle macchine elaborate da Precious Plastic, si possono fare alcuni ragionamenti riguardo alle loro possibilità e ai loro limiti tecnici in funzione del manufatto che si intende produrre.

Innanzitutto, si può notare che queste macchine **riprendono il funzionamento delle macchine tradizionalmente utilizzate per lavorare le materie plastiche, ma sono costruite in modo tale da renderle decisamente più economiche e adatte a trattare il materiale riciclato** (con proprietà inferiori a quello vergine) senza subire danni irreversibili. Ciò premesso, ogni macchina - ad eccezione del trituratore - agisce secondo lo stesso principio, ovvero il **riscaldamento del polimero fino alla sua deformabilità**, ma non sono tutte adatte alla produzione degli stessi oggetti.

La pressa, così come il forno, produce pannelli che presentano dimensioni determinate dai frame in cui viene depositata la plastica e necessitano di lavorazioni postume quali la compressione a freddo (per ottenere la complanarità), la piallatura o la lucidatura e il taglio. Nonostante la laboriosità del processo, si riescono ad ottenere dei pattern variegati e di pregio, molto adatti al rivestimento di superfici.

A differenza della pressa, **l'estrusore è in grado di produrre direttamente oggetti finiti che non necessitano di ulteriori lavorazioni**, ma il risultato non si presenta particolarmente accurato e regolare, per cui questa tecnica è adatta a **oggetti che non necessitano di una grande precisione** o alla realizzazione di barre e profilati semplici. Dal punto di vista estetico, però, **si può ottenere un effetto gradiente** alimentando l'estrusore con plastica di diverso colore. Infine, la macchina per **stampaggio a iniezione** si presenta come quella dall'**utilizzo più semplice** e permette di produrre **oggetti dalla complessità variabile**, in quanto la qualità e la buona riuscita del pezzo finale dipendono dallo stampo (quindi dalla sua morfologia) in cui viene iniettata la plastica fusa. In questo caso si possono creare facilmente pezzi molto simili tra loro nella maniera più rapida e **la riproducibilità è agevolata**.

4.3 Stato dell'arte

L'impatto decisamente innovativo di Precious Plastic ha dato il via alla nascita di diversi progetti, iniziative e realtà produttive che hanno preso ad esempio il suo sistema per occuparsi di progettare con la plastica in maniera sostenibile.

Di fatto, questo insieme di attività diverse costituiscono il panorama tecnologico e progettuale della plastica riciclata nel design ed è opportuno descriverle al fine di comprendere in quali ambiti si sono sviluppate maggiormente e quali siano le caratteristiche che le rendono particolari e importanti dal punto di vista dell'offerta e della qualità estetica e produttiva.

Per questo motivo, di seguito vengono schedati 34 casi studio così categorizzati:

- 1. Community di Precious Plastic**
- 2. Progetti indipendenti**
- 3. Attività di progettazione con rifiuti plastici**

Di seguito, ognuno di queste tre categorie viene descritta e affiancata al template con cui è stata analizzata tramite la schedatura dei casi studio.

4.3.1 Community di Precious Plastic

La categoria in esame è stata definita "Community di Precious Plastic" in quanto i casi studio che vi rientrano si riferiscono a realtà produttive che fanno ufficialmente parte di tale community e **utilizzano direttamente i modelli dei macchinari forniti da Precious Plastic** per costruire i propri laboratori e sistemi produttivi in base al manufatto che intendono creare.

La scelta di analizzare i casi studio che seguono deriva dalla volontà di comprendere meglio l'entità della **diffusione del modello produttivo di Precious Plastic** e come questo venga declinato e adattato al riciclo di diversi polimeri e alla produzione di diversi oggetti.

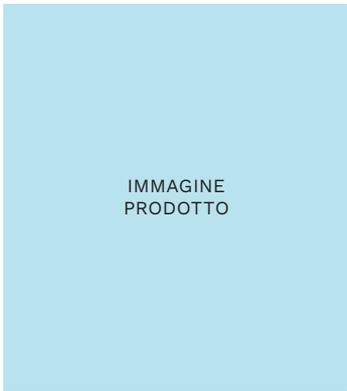
Per questo motivo, i parametri di confronto selezionati per la schedatura riguardano proprio la tipologia di prodotti da cui l'attività in esame trae profitto, i macchinari di Precious Plastic che sono stati riprodotti, le relative tecniche di lavorazione, la gamma di polimeri riciclati e la loro origine, il loro aspetto estetico in merito ai pattern e ai colori ottenuti e le caratteristiche peculiari che la differenziano rispetto alle altre e che influiscono sul processo produttivo, quanto sul prodotto venduto.

Per la ricerca e la selezione dei casi studio, si è fatto riferimento principalmente al sito web di Precious Plastic⁶³, in particolare alla sua sezione "*Community*", e al suo profilo Instagram, nel quale vengono postati e brevemente descritti diversi progetti in fase emergente. Di fatto, tutti i casi studio raccolti (12) sono accomunati dall'essere **realtà relativamente piccole** e orientate a risolvere il "problema plastica" ponendo al centro del loro sistema il **coinvolgimento della comunità locale**, in particolar modo con l'**organizzazione di iniziative e attività a scopo educativo** (come i workshop).

Nome progetto

Tipologia di progetto/attività
Progettisti/fondatori,
luogo,
anno

link al sito internet di riferimento



Breve descrizione introduttiva

PRODOTTI

POLIMERI TRATTATI

PECULIARITÀ

MACCHINARI di PP UTILIZZATI

ORIGINE della MATERIA PRIMA

LAVORAZIONE

PATTERN e COLORI

Mandin

<https://www.mandin.earth/about>

Team di designer e artisti,
7 progettisti*,
UK, Scandinavia, Russia e Sud America,
2018



Mandin è uno studio di progettazione fondato e guidato da **7 giovani professionisti*** (Aleksi, Hook, Jason, Luis, Richard e Raul, di cui non vengono indicati i cognomi) uniti dal desiderio di mettere in comune le proprie conoscenze e progettare **soluzioni innovative e sostenibili**. I loro progetti spaziano in diversi ambiti, dalla pura ricerca e **sperimentazione con nuovi materiali** all'applicazione di questi in progetti di strutture effimere per festival, exhibit e retail e arredi.

PRODOTTI

Deck per skateboard, sviluppi di sci e tavole da snowboard.
Espositori e allestimenti in altri materiali sostenibili.

MACCHINARI di PP UTILIZZATI

Pressa a caldo per pannelli,
Macchinario per stampaggio a iniezione e stampi ad hoc.

LAVORAZIONE

I pezzi stampati vengono estratti e rifiniti. Nel caso degli skateboard, il deck in plastica riciclata viene assemblato tramite viti alle altre parti, esattamente come per i deck in legno.

POLIMERI TRATTATI

HDPE, PS, PP, PET

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici post-consumo da sedie rotte, packaging per cibo usa-e-getta, posateria, bottigliette e tappi, cannucce, confezioni dei DVD

PATTERN e COLORI

Negli skateboard, prodotti più conosciuti, i colori sono accessi (verde, blu e viola) e i pattern abbastanza omogenei.

PECULIARITÀ

Uno dei designer (Jason Knight) è stato parte del team di creazione e sviluppo dei macchinari di Precious Plastic, in particolare ha collaborato alla realizzazione della pressa a caldo nella versione PRO.

I deck degli skateboard sono stati utilizzati direttamente da alcuni skaters per testarne le caratteristiche di resistenza agli urti e all'usura.

I disegni degli stampi, così come dello skateboard sono open source, quindi scaricabili gratuitamente dal sito dello studio.

Plastic Stone Tiles

<http://cargocollective.com/enisakiev/PLASTIC-STONE-TILES>

Progetto di tesi, studio percettivo,
Enis Akiev,
Kazakhstan e Paesi Bassi,
2019



La designer Enis Akiev ha studiato **il comportamento della plastica abbandonata in natura** e ha scoperto che forma un conglomerato sotto determinate influenze atmosferiche. Combinando le componenti geologiche con un materiale artificiale, si crea un nuovo tipo di roccia, da lei definito *Plastiglomerate*. Nella sua tesi svolta alla Köln International School of Design, Akiev ha voluto anche **ragionare sulla percezione dei rifiuti** e mostrarne l'estetica unica, aumentando così il loro valore rendendoli accessibili come **materiale esteticamente gradevole e durevole**.

PRODOTTI

Piastrelle di *Plastiglomerate*

POLIMERI TRATTATI

Di diversi tipi, non noti

PECULIARITÀ

La designer ha svolto 3 mesi di volontariato da Precious Plastic lavorando allo sviluppo della termopressa per pannelli. L'ultima versione (versione 4) è stata creata da lei stessa con Jason Knight (Mandin), Michael Macris e Tom Kochtitzky.

MACCHINARI di PP UTILIZZATI

Pressa a caldo per pannelli

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti da plastica post-consumo usa-e-getta

Il processo per imitare gli effetti di cambiamenti geologici si rivela un'ottima tecnica per creare pattern esteticamente interessanti.

LAVORAZIONE

Durante la fusione della plastica nella pressa a caldo, si interviene sul materiale, ripiegandolo su sè stesso, per modificarne il pattern. Per esempio creando un motivo marmoreo o stratificato.

PATTERN e COLORI

I pattern emulano molto fedelmente quelli delle rocce naturali. In molti esempi anche i colori sono naturali, in altri più accesi o acidi. In ogni caso dipendono dal tipo di rifiuto plastico riciclato.

Plastplan

<https://bjornsteinar.com/Plastplan>
<https://plastplan.is/>

Studio di progettazione e laboratorio,
Björn Steinar,
Reykjavík (Islanda),
2019



Plastplan consiste nel progetto spin-off di riciclo di rifiuti plastici dello studio di progettazione di Björn Steinar, progettista islandese che ha **collaborato con i laboratori di Precious Plastic a Eindhoven** e interessato alla realizzazione di progetti politicamente schierati per un tipo di **produzione socialmente e ambientalmente sostenibile**. Nel particolare, Plastplan **collabora con aziende locali** orientate al progresso nel campo della produzione sostenibile e si occupa di progettare e produrre i manufatti all'interno del suo laboratorio a Reykjavík.

PRODOTTI

Arredo per interni e arredo urbano.
Tavoli, sedute, lampade, scaffali,
specchi, arredo per ristorante, oasi
urbana.

MACCHINARI di PP UTILIZZATI

Pressa a caldo,
Macchinario per stampaggio ad
iniezione

NON PP

Stampante 3D

LAVORAZIONE

Nel caso dei pannelli, questi vengono tagliati in laboratorio e successivamente rifiniti. Si procede poi con l'assemblaggio dei prodotti.

POLIMERI TRATTATI

PP, PET (?)

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Plastica raccolta da rifiuti post-consumo locali

PATTERN e COLORI

I pattern sono per lo più a macchie sfumate e i colori sono tenui e sui toni pastello. Nel caso degli oggetti stampati 3D, questi presentano un colore gradiente o traslucido.

PECULIARITÀ

Progetto spin-off realizzato nel 2019 ma iniziato nel 2017 con la costruzione dei primi macchinari.

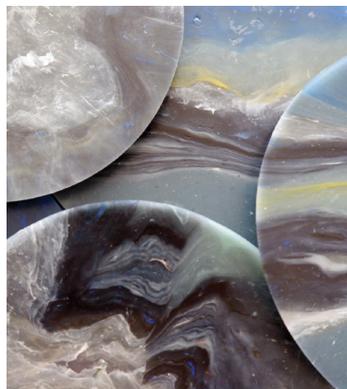
Raggiungimento di un alto livello di qualità nelle lavorazioni e nei prodotti finiti.

Collaborazione con brand quali A4, Byko, Blush, Icelandair, IKEA, Íslenska Gámafélagið, Krónan, Maul, 66 Norður.

Weez & Merl

<https://www.weezandmerl.com/>

Studio di progettazione e laboratorio,
Louise Thilly, Merl Thilly,
Hove e Brighton (UK),
2020



Le produttrici britanniche Weez & Merl gestiscono un **programma di raccolta gratuito** per i rifiuti di polietilene delle **imprese locali** nelle loro città balneari di Brighton e Hove, sulla costa meridionale del Regno Unito, e collaborano con aziende lungimiranti su soluzioni sostenibili. Il progetto nasce e si sviluppa a partire dalle loro **abilità nella lavorazione del legno** e alla disponibilità di un laboratorio dedicato nel quale hanno potuto far incontrare i loro **obiettivi sostenibili** e la **passione per l'artigianato**.

PRODOTTI

Ripiani per tavoli, lampade, sottobicchieri, gioielli, accessori per tavole da surf, tavole decorative e piatti, accessori per la casa.

MACCHINARI di PP UTILIZZATI

Macchinario per lo stampaggio a compressione (pressa a caldo con stampi appositi)

LAVORAZIONE

Dopo la termoformatura in presse idrauliche, la plastica può essere tagliata utilizzando seghe a nastro e seghe da banco per ottenere la forma richiesta e si finiscono i prodotti utilizzando levigatrici o pialle manuali.

POLIMERI TRATTATI

LDPE, MDPE

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Plastica raccolta da rifiuti post-consumo locali, principalmente borse per la spesa, pluriball e packaging in polietilene.

PATTERN e COLORI

I pattern prodotti ricordano e imitano molto bene le venature del marmo. I colori prevalenti sono simili a quelli naturali di questa pietra, ovvero rosso, bianco, verde scuro, nero e grigio.

PECULIARITÀ

Le designer sono sorelle e di origini svedesi, da cui il loro interesse radicato nelle tematiche ambientali e la capacità di lavorare il legno.

L'LDPE viene utilizzato per la produzione di pezzi piccoli e l'MDPE viene preferito per lastre e piani di tavoli o rivestimenti per bagno e cucina.

Il processo per creare il pattern marmoreo è simile a quello per la produzione delle caramelle: la plastica di diversi colori ancora calda viene mescolata a mano prima di essere termoformata definitivamente. Questa tecnica richiede molta manualità e padronanza del materiale.

Still Life

<https://www.stilllife.earth/about>

Design workshop
Will Jenkinson, Aaron Ziggy,
Glasgow (UK),
2014



Still Life è un laboratorio di design all'interno del quale vengono lavorati sia il **legno massello** proveniente dalla Scozia, sia la **plastica recuperata dai rifiuti post-consumo locali**. Ciò che più caratterizza questa attività è la sua offerta, infatti si organizzano dei **workshop** per realizzare i suoi prodotti in plastica riciclata e gli oggetti prodotti vengono successivamente messi in vendita sull' e-shop dedicato. Il fatto di possedere dei **macchinari per la lavorazione del legno** avvantaggia sicuramente il laboratorio, sia per le possibilità produttive che per le competenze degli artigiani.

PRODOTTI

Sedute per sgabelli, impugnature di spatole, vassoi, sottobicchieri.

MACCHINARI di PP UTILIZZATI

Pressa a caldo, ma con utilizzo di stampi su misura in cui vengono fusi i rifiuti plastici.

LAVORAZIONE

I pezzi stampati in stampi appositi vengono rifiniti e assemblati con i pezzi in legno torniti all'interno dello stesso laboratorio.

POLIMERI TRATTATI

LDPE, HDPE e altri.

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici locali di diverso tipo. Principalmente tappi di bottiglie di bibite e coperchi, bottiglie del latte,

PATTERN e COLORI

Pattern di qualsiasi tipo, ma non ripetibili. Possono essere più marmorati o più maculati, spesso randomici, ma molto colorati. Anche i colori scelti sono casuali e dipendono dal rifiuto riciclato.

PECULIARITÀ

Still Life si occupa di vendere un'attività, piuttosto che un prodotto finito. Organizzando workshop, coinvolge attivamente l'utente, che diventa anche co-produttore.

Il laboratorio si occupa principalmente della lavorazione del legno, per cui gli stessi macchinari vengono utilizzati anche per la lavorazione della plastica e vengono prodotti oggetti che presentano entrambi i materiali.

Sembra che i tappi non vengano tritati, ma direttamente fusi negli stampi.

Vengono realizzate 4 collezioni ogni anno, una per ogni stagione.

Samji

Studio di progettazione e laboratorio
T. Tostivint, A. De Chalonge, E. Baylet, J. Pouletty,
San Denis (Francia),
2019

<https://ateliersamji.com/materiaux-eco-responsables/sur-mesure/>



Samji è uno studio di progettazione costruito attorno all'obiettivo di riciclare i rifiuti plastici attraverso un **processo di upcycling** e valorizzazione delle loro proprietà di lavorabilità. Avviando la produzione di pannelli grazie alla costruzione dei macchinari ideati da Precious Plastic, Samji si è specializzato nel fornire **ottimi servizi di lavorazione** che permettono di realizzare prodotti e **arredi dall'alto valore estetico**.

PRODOTTI

Pannelli per rivestimenti, product, retail

POLIMERI TRATTATI

PS, PP, PE

PECULIARITÀ

I prodotti e i pannelli possono essere utilizzati all'aperto.

MACCHINARI di PP UTILIZZATI

Pressa a caldo per pannelli, Macchinario per stampaggio a iniezione

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici post-industriali e da elettrodomestici e posate usa-e-getta (da Belgio e Olanda).

Lo studio stesso si occupa di realizzare stampi su misura.

Si organizzano workshop per sperimentare le tecniche produttive.

LAVORAZIONE

I pannelli vengono tagliati con la fresatrice CNC e si offrono diverse modalità di sagomatura degli spigoli. L'assemblaggio e l'unione dei pannelli avviene tramite biscottature e clamex.

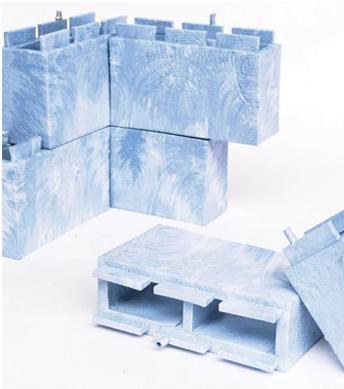
PATTERN e COLORI

2 collezioni (Poly-S, Poly-E) con 3 varianti (maculato, marmo, traslucido).

Recycled Rebuild

<https://www.recyclerebuild.org/>

Organizzazione senza scopo di lucro,
Rory Dickens,
North Berwick (Scozia),
2019



Recycle Rebuild mira a creare posti di lavoro, aiutare l'ambiente, responsabilizzare le comunità e risolvere problemi di domanda/offerta per materiali e prodotti da costruzione specifici. L'organizzazione si occupa di **formare i membri della comunità per aiutarli a riciclare il 100% dei loro rifiuti in materiale edile**. Questi materiali possono quindi essere venduti a un prezzo accessibile e i profitti reinvestiti nella nuova micro-impresa, creando un'attività autosufficiente che può crescere per soddisfare le più ampie esigenze della regione a lungo termine.

PRODOTTI

Mattoni da costruzione edile.

MACCHINARI di PP UTILIZZATI

Estrusore,
Macchinario per stampaggio a
iniezione

LAVORAZIONE

I mattoni prodotti dagli stampi non richiedono ulteriori lavorazioni. Per costruire delle strutture è sufficiente incastrarli.

POLIMERI TRATTATI

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici, talvolta mix con legno per maggiore resistenza all'esterno.

PATTERN e COLORI

Non vi sono dei pattern, bensì la plastica si fonde abbastanza omogeneamente in un unico colore. I colori sono molto vari, dai pastello ai colori accesi o più neutri.

PECULIARITÀ

Il design dei mattoni permette di unirli fra loro come dei LEGO (senza leganti) e incastrandoli facilmente con un martello.

Il processo di design ha subito diverse iterazioni e fallimenti, fino ad arrivare alla forma producibile nella maniera più economica e resistente.

Il mattone mira a fungere da alternativa economica, accessibile e duratura per le nazioni a basso reddito e i paesi colpiti da disastri naturali.

Ogni mattone viene prodotto con 1,5 kg di rifiuti plastici.

Il progetto è open source e in fase di sviluppo dal 2020.

Lang Leve Plastic

Produttore di materiale per costruzioni,
Nikki Hes,
Den Haag (Paesi Bassi),
2019

<https://langleveplastic.nl/>



Lang Leve Plastic si ispira e utilizza i modelli open source forniti da Precious Plastic per produrre **estrusi da poter utilizzare per la costruzione di arredi** adatti all'esterno e per le costruzioni. L'idea di rendere gli estrusi modulari permette, quindi, di utilizzare pochi stampi e di attuare sempre gli stessi tipi di lavorazione, spostando la libertà progettuale sull'assemblaggio di strutture e oggetti, quali sedie, tavolini, scaffali e altri arredi.

PRODOTTI

Travi estruse e modulari, prodotti e arredi modulari, anche per esterni.

POLIMERI TRATTATI

Non noti

PECULIARITÀ

L'unione dell'utilizzo di un sistema di riciclo su stampo di Precious Plastic e l'ideazione di pezzi modulari enfatizza gli obiettivi sostenibili dell'azienda.

MACCHINARI di PP UTILIZZATI

Estrusore costruito su modello dei bluesprint di Precious Plastic.

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Cappucci di plastica riciclati (??)

I pezzi prodotti possono essere venduti separatamente o già assemblati in un prodotto finito.

Tutti i pezzi sono pensati per poter essere giunti tramite viti e bulloni in maniera totalmente reversibile.

LAVORAZIONE

I pezzi estrusi vengono forati con fori equidistanti e assemblati nel caso di produzione di un arredo finito.

PATTERN e COLORI

Pattern molto omogenei e colori accesi: rosso, giallo, blu, verde.

No Plastic Sunday

Studio di progettazione e laboratorio,
Progettisti/fondatori (n.d.),
Seul (Corea del Sud),
2016

<https://noplasticsunday.com/>



No Plastic Sunday, su modello di Precious Plastic, collabora con istituzioni di salvaguardia dell'ambiente sul territorio e organizza **iniziative di raccolta di rifiuti plastici** da poter riciclare. Il suo team si è impegnato a **sviluppare una versione dei macchinari di Hakken più adatta al loro tipo di produzione**, contribuendo così all'insieme di conoscenze nella Community open source di Precious Plastic.

PRODOTTI

Prodotti di vario genere in piccola scala e piccola serie e stampi su misura.

MACCHINARI di PP UTILIZZATI

Sviluppo di una macchina per stampaggio a iniezione pneumatica e ventilatori portatili.

LAVORAZIONE

Non vengono fornite informazioni sulle lavorazioni dei pezzi stampati.

POLIMERI TRATTATI

PP, PE

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici raccolti da Plastic Mill

PATTERN e COLORI

I pattern sono quasi tutti marmorei e monocromi. I colori sono principalmente azzurro, bianco, verde, arancio e viola. Tutti sui toni accesi.

PECULIARITÀ

Tutti i costi dei materiali per lo stampaggio a iniezione di No Plastic Sunday vengono donati alla Seoul Environmental Movement Association, aiutando le persone a continuare i loro sforzi per risolvere il problema dei rifiuti di plastica.

Waltic

<https://walticway.com/>

Compagnia produttrice di orologi,
Federico Baroni e Melisa Monti,
Cordoba (Argentina) e Paesi Bassi,
2020



Waltic è una compagnia che si occupa di **riciclare rifiuti plastici producendo orologi** da polso. A causa delle politiche corrotte e dello scarso interesse nelle questioni ambientali in Argentina, l'azienda ha dovuto creare un ponte con l'Europa per ricevere i finanziamenti necessari ad iniziare l'attività. Ad oggi, il laboratorio in cui avviene il processo produttivo risiede a Cordoba, dove avviene anche la raccolta dei rifiuti che rappresentano la materia prima-seconda degli orologi.

PRODOTTI

Orologi da polso analogici e iWatch

POLIMERI TRATTATI

Le buste in plastica sono generalmente in PE, ma non viene reso noto

PECULIARITÀ

Waltic è una compagnia guidata da imprenditori olandesi e argentini, quindi la sede produttiva si trova a Cordoba e la sede amministrativa in Olanda. Il fondatore ha solo 23 anni.

MACCHINARI di PP UTILIZZATI

Macchinario per stampaggio ad iniezione

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Plastica raccolta dai fiumi in Argentina tramite l'iniziativa *Voluntad Verde*. Si tratta prevalentemente di buste di plastica gettate nell'ambiente.

Ogni orologio venduto corrisponde ad un nuovo albero piantato in Amazonia per compensare le emissioni di CO₂ prodotte durante la fabbricazione. Questo grazie alla collaborazione con *Voluntad Verde*, partner che garantisce la raccolta dei rifiuti plastici da riciclare.

LAVORAZIONE

Si progettano e realizzando degli stampi in alluminio ad hoc nei quali verrà fusa la plastica raccolta. I pezzi così prodotti vengono poi assemblati per formare i vari modelli di orologi da polso.

PATTERN e COLORI

Pattern quasi marmoreo.
4 colori: Nero, rosa, giallo e azzurro.

Tutti i pezzi che compongono l'orologio, ad eccezione delle lancette, sono realizzati in plastica riciclata al 100%.

Esistono 4 varianti colore dello stesso modello: nero, rosa, giallo e azzurro.

TRS

<https://www.trsr.cr/>

Studio di progettazione e laboratorio,
Olivia Grosvenor e Oliver Wakile,
San José (Costa Rica),
2020



In quanto consulenti di Costas Circulares, un progetto biennale implementato dal Programma di sviluppo delle Nazioni Unite (PNUD) e dall'Institución Costarricense de Puertos del Pacífico (INCOP) a Puntarenas che mira a **potenziare i gruppi locali con la conoscenza dell'upcycling**, TRS (The Recycle Studio) si pone l'obiettivo di incorporare il più possibile la plastica raccolta dalle **iniziative di pulizia delle spiagge** in Costa Rica e di utilizzare i rifiuti raccolti come materia prima per la produzione di pannelli da vendere al B2B.

PRODOTTI

Semilavorati (pannelli) e prodotti di vario genere (non disponibili sul sito),

MACCHINARI di PP UTILIZZATI

Pressa a caldo per pannelli

LAVORAZIONE

Si presume una rifinitura dei pannelli, ovvero processi di lucidatura o piallatura della superficie e rifinitura degli spigoli,

POLIMERI TRATTATI

PP, HDPE, PS, HIPS, GPPS

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici locali e da iniziative di ocean cleanups.

PATTERN e COLORI

Pattern particolari, eterogenei, ma dai colori pastello o neutri, generalmente sobri. Ci sono circa 10 varianti sempre disponibili.

PECULIARITÀ

I designer lavoravano nel settore delle ONG prima di imbattersi in Precious Plastic.

I pattern dei pannelli possono essere customizzati e dipendono molto dalle forniture di polimeri del momento.

Utilizzo di energia rinnovabile al 99% per la produzione.

Produzione di pannelli molto grandi

Samsara

<https://www.youtube.com/watch?v=oQF0zrqZJhI>

Studio di progettazione e laboratorio
Paul Riley,
Chennai, Tamil Nadu, (India),
anno (??)



Samsara è uno studio di progettazione nato dalla volontà di alcuni giovani designer indiani di **riutilizzare i rifiuti plastici ancora permanenti nell'ambiente.**

Guardando al sistema ideato da Precious Plastic, lo studio lo ha preso a modello rendendosi capace di produrre semilavorati e **pannelli da poter vendere al mercato B2B** e da poter lavorare per **offrire prodotti finiti al mercato B2C.**

PRODOTTI

Pannelli, pannelli custom, prodotti su misura, applicazioni in hospitality, residential, retail, office.

MACCHINARI di PP UTILIZZATI

Pressa a caldo per la creazione dei pannelli

LAVORAZIONE

Dopo la termoformatura dei pannelli, si procede al taglio delle forme desiderate e in alcuni casi alla curvatura dei pezzi (es. per schienali).

POLIMERI TRATTATI

PS, HDPE

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Da riciclatori convenzionati

PATTERN e COLORI

5 pattern, più o meno tutti Terrazzo. I colori variano molto, dai più accesi ai neutri. Possibilità di richiedere pattern customizzati.

PECULIARITÀ

Viene offerto un servizio aggiuntivo di riparazione dei prodotti venduti.

Non operano direttamente la raccolta e la triturazione ma acquistano la plastica riciclata da fornitori specializzati.

Per ottenere i pattern Terrazzo, si utilizza un mix di pellet e trucioli di plastica di diverse dimensioni e colori, fusi insieme.

4.3.2 Progetti indipendenti

Per la seconda categoria definita "Progetti indipendenti" si sono presi in esame alcuni progetti elaborati da **studi e designer orientati alla tematica della sostenibilità ambientale** e che si sono occupati del riciclo alternativo della plastica solamente per il caso studio considerato o per l'iniziativa messa in atto.

Si tratta, infatti, di **progetti eterogenei** che spaziano dalla costruzione di strumenti alternativi per il riciclo, alla produzione industrializzata di arredi e ancora a opere che si avvicinano molto al mondo dell'arte.

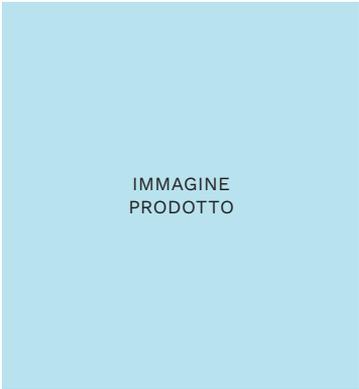
Questi casi studio (12) sono stati analizzati con lo scopo di raccontare metodi produttivi alternativi a Precious Plastic che hanno dato risultati diversi e originali e che sono spesso frutto di **sperimentazioni progettuali e artistiche** particolarmente estrose e dal forte carattere espressivo. Per schedarli, si è innanzitutto considerato l'obiettivo alla base del progetto, in modo da comprenderne l'effetto dal punto di vista della sostenibilità. Come per la categoria precedente, si sono poi elencati i polimeri trattati, le loro origini, il loro aspetto, il processo produttivo e le peculiarità, ma si è voluto evidenziare anche l'eventuale coinvolgimento di altri artigiani, produttori o comunità locali nella realizzazione del progetto.

PROGETTI INDIPENDENTI

Nome progetto

Ambito di progetto
Designer
luogo,
anno

Link al sito internet di riferimento



Breve descrizione introduttiva

OBIETTIVO SOSTENIBILE

POLIMERI TRATTATI

PECULIARITÀ

ALTRI ARTIGIANI/PRODUTTORI e
PERSONE COINVOLTI

ORIGINE della MATERIA PRIMA

PROCESSO PRODUTTIVO

PATTERN e COLORI

Black Beauties

Arredo per bambini,
Ineke Hans,
Arnhem (Olanda) e Berlino (Germania),
2002

<https://www.inekehans.com/studio/work/black-beauties-furniture>



Si tratta di una collezione di arredi per bambini ampliata negli anni che presenta un caratteristico colore nero. La scelta della designer di progettare oggetti per bambini di questo colore deriva dall'idea di realizzare una sorta di "pittogramma 3D", dall'intenzione di **riciclare rifiuti plastici post-consumo di colore nero** e dalla volontà di dimostrare che **l'interazione tra l'oggetto e il bambino** non è data solo dal colore, bensì dalle forme e dalle opportunità di gioco che offrono.

OBIETTIVO SOSTENIBILE

Realizzare arredi per bambini in materiale riciclato, riducendo la quantità di rifiuti plastici.

ALTRI ARTIGIANI/PRODUTTORI e PERSONE COINVOLTI

Produttori degli estrusi in plastica riciclata.

PROCESSO PRODUTTIVO

La plastica viene tritata, fusa ed estrusa in profili dalla sezione quadrata o rettangolare. I pezzi ottenuti vengono poi assemblati con viti in prodotti finiti.

POLIMERI TRATTATI

Non noti

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici post consumo di colore nero.

Non sono presenti informazioni riguardanti il processo di selezione per colore di tali rifiuti.

PATTERN e COLORI

La particolarità del progetto risiede proprio nel colore nero degli arredi.

PECULIARITÀ

La scelta della designer di progettare oggetti per bambini di colore nero deriva anche dall'idea di realizzare una sorta di "pittogramma 3D", tipico del suo stile personale.

The Plastic Mine

<http://thiervandaalen.com/the-plastic-mine-accessories/>

Sviluppo di un progetto di tesi,
Studio Thier & van Daalen,
Eindhoven (Paesi Bassi),
dal 2010 al 2016



Dal **progetto di tesi** presentato alla Design Academy di Eindhoven da uno dei fondatori dello studio nel 2010, nasce nel 2016 The Plastic Mine, ovvero un sistema di **recupero degli scarti di produzione industriale** di manufatti in plastica e la loro rivalorizzazione trasformandoli in **arredi e prodotti dalle forme insolite**, organiche e spesso casuali; le forme dei grumi di plastica ispirano la loro futura funzione.

OBIETTIVO SOSTENIBILE

Realizzare progetti sostenibili che siano spunti di conversazione.

POLIMERI TRATTATI

PE

PECULIARITÀ

Si tratta di un sistema di recupero, ma non di riciclo vero e proprio. Perciò la valorizzazione dello scarto è al centro del progetto.

ALTRI ARTIGIANI/PRODUTTORI e PERSONE COINVOLTI

Fabbriche di produzione di manufatti in plastica che forniscono gli scarti di plastica fusa.

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Grumi di plastica fusa dalla produzione industriale di prodotti in plastica.

PROCESSO PRODUTTIVO

I grumi di plastica fusa vengono prelevati dalle macchine e successivamente rifiniti e/o tagliati per poter diventare arredi.

PATTERN e COLORI

Non si possono identificare dei pattern ed è tutto influenzato dal tipo di scarto che viene recuperato, quindi i colori sono molto vari.

Meltdown chairs

<http://www.tom-price.com/>

<https://www.designboom.com/design/tom-price-pe-stripe-meltdown-chair-at-design-miami-basel-2011/>

**Sedute sperimentali,
Tom Price,
UK,
2011**



La serie "Meltdown" del designer britannico Tom price è un'opera tipica del suo uso di materiali e metodi non convenzionali. Si tratta, infatti, di una collezione di **sedute tutte diverse tra loro** e realizzate **riscaldando la plastica derivante da diversi oggetti** fino a termoforमारla in una vera e propria sedia. Il processo ideato dal designer è frutto di diverse sperimentazioni e così anche la collezione, che registra **diversi approcci allo stesso materiale**.

OBIETTIVO SOSTENIBILE

Sperimentare con la fusione della plastica in maniera artigianale.

POLIMERI TRATTATI

PE, PP

PECULIARITÀ

Il processo produttivo ideato dal designer può essere operato da una sola persona ed è totalmente artigianale.

ALTRI ARTIGIANI/PRODUTTORI e PERSONE COINVOLTI

//

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Corde, tubi e fogli in plastica

Il risultato ottenuto è a metà tra l'opera d'arte e un pezzo unico di design.

Qualsiasi sia l'oggetto in plastica di partenza, il principio dietro al processo produttivo è sempre la fusione del materiale e la sua termoformatura.

PROCESSO PRODUTTIVO

Nel caso della corda in PP, questa viene avvolta attorno ad un pallone fino a raggiungere il volume desiderato. Il pallone viene sgonfiato e rimosso e il "gomitolo" viene scaldato sullo stampo della seduta, fino a fondersi e prenderne la forma.

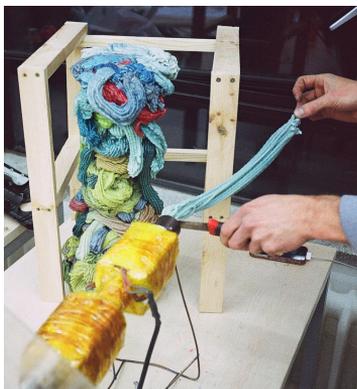
PATTERN e COLORI

Il colore delle sedute dipende dal materiale di partenza che viene fuso. Possono, quindi, essere monocrome o policrome e i colori sono generalmente vivaci.

Plastic Extruding Gun

<https://jamesmichaelshaw.co.uk/>

Tool per il riciclo,
James Shaw,
UK,
2013



James Shaw è un designer e un creatore che esplora il paesaggio materiale in modo pratico, tramite un **approccio quasi artistico**. Con il suo lavoro, egli indaga gli approcci materiali, sistemici e formali alla creazione di oggetti, spesso considerando l'uso dei **rifiuti come materia prima da rivalorizzare**. Per rendere possibile tutto ciò, ha realizzato una serie di **strumenti per il riciclo** di alcuni materiali, tra cui la pistola per estrudere la plastica oggetto di questa analisi.

OBIETTIVO SOSTENIBILE

Rendere il riciclo della plastica semplice e praticabile in ambiente domestico, in contrasto con i metodi industriali tradizionali.

ALTRI ARTIGIANI/PRODUTTORI e PERSONE COINVOLTI

//

PROCESSO PRODUTTIVO

Il tritato di plastica viene inserito nel serbatoio della pistola e riscaldato fino a fusione. L'estrusione è simile al funzionamento delle pistole della colla a caldo e, sovrapponendo diversi strati di estruso, si possono creare oggetti e arredi.

POLIMERI TRATTATI

HDPE

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Scarti post- industriali e rifiuti plastici post-consumo.

PATTERN e COLORI

L'uso della pistola, in quanto estrusore, miscchia in maniera abbastanza omogenea la plastica fusa, senza produrre pattern. Può, però, creare gradienti di colori diversi, a seconda del colore della plastica che alimenta la macchina.

PECULIARITÀ

La pistola è parte di una collezione di strumenti autocostruiti per riutilizzare altri materiali (come la carta).

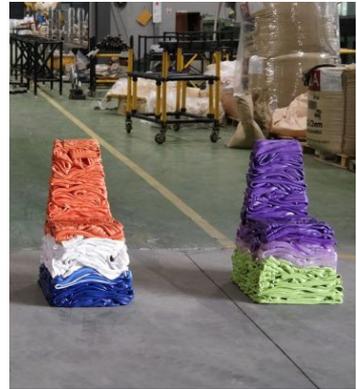
È una vera e propria macchina per l'estrusione della plastica dalle dimensioni maneggevoli.

Permette la realizzazione di una serie di arredi.

AFF Collection

<https://www.behance.net/gallery/98051989/AFF-COLLECTION>

Arredo sperimentale,
Youngmin Kang,
Corea del Sud,
2020



In questo particolare progetto, il designer Youngmin cerca di **esplorare i confini tra design industriale e arte** contribuendo anche alla sostenibilità ambientale. Per farlo, pensa ad una soluzione a cavallo tra arte e produzione di massa, elaborando una **tecnica produttiva relativamente semplice** da realizzare, ma dai risultati estetici di particolare impatto visivo. Di fatto, la tecnica industriale dell'**estrusione diviene strumento artistico** per creare una collezione di arredi in piccola serie.

OBIETTIVO SOSTENIBILE

Sperimentazione con la fusione e la texture della plastica riciclata, tra industrializzazione, arte e design.

ALTRI ARTIGIANI/PRODUTTORI e PERSONE COINVOLTI

//

POLIMERI TRATTATI

Non noti

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici post-industriali e post-consumo.

PECULIARITÀ

La tecnica produttiva è molto particolare perchè composta da due fasi principali: la prima è la fusione della plastica e la seconda consiste nella stratificazione dell'estruso in cassette costruiti appositamente.

Il progetto, in quanto sperimentale, offre diversi spunti per l'affinamento di nuove tecniche di riciclo alternativo.

PROCESSO PRODUTTIVO

La plastica viene estrusa in più colori fuoriuscendo a "tubi", i quali vengono stratificati in stampi di determinate forme per creare le sedute.

PATTERN e COLORI

L'estrusione permette di creare dei gradienti di colori diversi, i quali sono vari e accesi (giallo, blu, viola, verde, arancio).

Pong

<https://www.designboom.com/design/pressec-ping-pong-paddle-terrazzo-like-recycled-plastic-07-22-2021/>

Prototipazione di una racchetta da ping pong,
Préssec,
Sydney (Australia),
2021



Il duo di progettisti australiani, Préssec, trascorrendo la maggior parte del loro tempo in **lockdown a giocare a ping pong**, hanno deciso di ragionare sul tema unendolo alle tematiche ambientali e alle possibilità di riciclare i rifiuti plastici. Dai loro disegni è stata prototipata la racchetta Pong, prodotta in un **pezzo unico** e interamente realizzata con materiale riciclato.

OBIETTIVO SOSTENIBILE

Challenge durante il lockdown per ragionare sul riutilizzo dei rifiuti plastici.

POLIMERI TRATTATI

HDPE

PECULIARITÀ

Ripensamento dell'intero design della racchetta in modo da poterla produrre in un pezzo unico e con maggiore ergonomia.

ALTRI ARTIGIANI/PRODUTTORI e PERSONE COINVOLTI

//

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici post-consumo.

PROCESSO PRODUTTIVO

Produzione di pannelli, successivamente tagliati e scavati con la fresatrice CNC.

PATTERN e COLORI

Pattern Terrazzo prevalentemente bianco con particelle multicolore.

Sea Chair

<https://studioswine.com/>

<https://www.dezeen.com/2013/02/16/open-source-sea-chair-by-studio-swine/>

Iniziativa di riciclo e produzione di arredi,
Studio Swine,
Londra (UK),
2012



Studio Swine (Super Wide Interdisciplinary New Explorers) è un collettivo di progettazione fondato nel 2011 da Azusa Murakami (Giappone) e Alexander Groves (Regno Unito). Lo studio si occupa di **mettere in contatto più discipline**, quali l'arte, la scultura e il cinema, infatti *Sea Chair* è sia iniziativa di riciclo della plastica proveniente dagli oceani, sia soggetto di un cortometraggio che racconta il processo produttivo e la storia dei pescatori coinvolti.

OBIETTIVO SOSTENIBILE

Ridurre i rifiuti plastici nell'oceano

ALTRI ARTIGIANI/PRODUTTORI e PERSONE COINVOLTI

Pescatori coinvolti nella raccolta dei rifiuti plastici dal mare e per la produzione dello sgabello.

PROCESSO PRODUTTIVO

Selezione per colore della plastica, realizzazione di un forno per fonderla e compressione della plastica fusa tra due piastre per creare la seduta e stampo ad hoc per le gambe. Rifinitura con coltelli e assemblaggio della parti con viti.

POLIMERI TRATTATI

Creazione di mix di polimeri compatibili (PET; HDPE, LDPE; PP; PS e PVC)

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici nel mare

PATTERN e COLORI

Il pattern è ricco di irregolarità, ma i colori vengono selezionati in modo da produrre 3 varianti: nero, blu e rosso.

PECULIARITÀ

Progetto open source.

Coinvolgimento della comunità locale dei pescatori.

Produzione dislocata su una barca e totalmente artigianale, a partire dagli utensili.

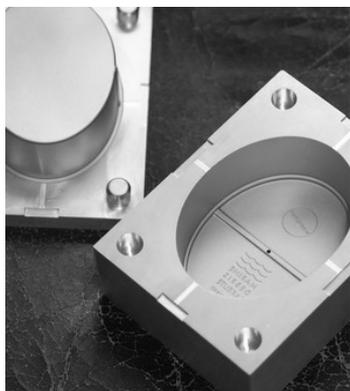
Imperfezioni e origine del materiale evidenti.

Ogni sgabello riporta un'etichetta (anch'essa in plastica riciclata) con su scritte le coordinate del luogo in cui è stato prodotto.

Marine Debris

<http://www.vertdesign.com.au/>

Oggetti vari,
Vert Design, Andrew Simpson,
Sydney (Australia),
2015-2018



Marine Debris è un macro-progetto ideato da Vert Design, studio di **progettazione multidisciplinare** che ha coinvolto diversi designer e professionisti nella realizzazione di **4 diverse collezioni**. La prima è *Marine Debris Plastic Bento Box*, lanciata in occasione della Tokyo Design Week nel 2015, per passare ai bracciali in ottone sovrastampato e plastica riciclata della *Ocean Collection* realizzata con Emma Swan e i gioielli creati collaborando con il brand fashion Country Road, terminando con una serie di pomelli progettati con Spark & Burnish, studio di architettura e interni.

OBIETTIVO SOSTENIBILE

Ridurre l'inquinamento da plastica nell'Oceano Pacifico.

POLIMERI TRATTATI

Non noti

PECULIARITÀ

Le tecniche di realizzazione del materiale non vengono rese note, ma sono sviluppate dai designer di Vert Design. Perciò il materiale che ne risulta è frutto di diverse sperimentazioni.

ALTRI ARTIGIANI/PRODUTTORI e PERSONE COINVOLTI

Produttori degli stampi in alluminio per i vari tipi di prodotti realizzati. Collaborazione con altri designer quali Emma Swann (Recreational Studio), Country Road (fashion brand), Spark & Burnish.

ORIGINE della MATERIA PRIMA

I rifiuti sono stati raccolti da *Eco Barge Clean Sea* nel Queensland settentrionale e dall'organizzazione *Sea Shepherd Australia* per la conservazione degli oceani.

L'idea di collaborare con altri studi di progettazione o altre attività ha permesso di diffondere un tipo di produzione di manufatti sostenibile.

PROCESSO PRODUTTIVO

Sviluppo del materiale internamente allo studio e stampaggio a iniezione a bassa pressione in stampi realizzati ad hoc.

PATTERN e COLORI

Aspetto marmoreo simile alla prima Bachelite e diversi colori tutti sui toni tenui, quali rosa, azzurro, grigio, verde acqua.

H-bench

<https://www.studiosegers.be/nl/product/d/detail/h-bench-1>

Arredo outdoor,
Studio Segers,
Maaseik (Belgio),
2018



Lo Studio Segers si è occupato di escogitare un modo per trasformare i rifiuti di plastica domestici in posti a sedere all'aperto in collaborazione con ECO-oh!, azienda specializzata nella valorizzazione di scarti plastici attraverso al produzione di arredo urbano e prodotti per esterni.

La **panca modulare** realizzata presenta una forma ad H ed è composta da due pezzi – con e senza schienali – che si collegano tra loro in vari modi dando vita a **infinite configurazioni**, permettendo alle persone di spostarle nella maniera più comoda e funzionale per loro.

OBIETTIVO SOSTENIBILE

Creare arredo urbano con materiali riciclati.

POLIMERI TRATTATI

Poliolefine (non noti i polimeri specifici).

PECULIARITÀ

La panca è composta da due tipi di moduli, uno basic e uno con schienale, che possono essere affiancati in configurazioni personalizzate, anche facendoli ruotare nella direzione desiderata.

ALTRI ARTIGIANI/PRODUTTORI e PERSONE COINVOLTI

ECO-oh! è il produttore del progetto.

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Vasetti di yogurt e sacchetti di plastica.

È un arredo molto flessibile e facilmente integrabile nel paesaggio urbano.

PROCESSO PRODUTTIVO

La plastica derivata dai rifiuti viene triturrata e rifusa in sta

PATTERN e COLORI

Pattern omogeneo con lievi irregolarità date dal materiale riciclato e colori tenui, naturali, simili alla pietra.

L'utilizzo delle poliolefine rende la panca molto resistente all'ambiente esterno.

Substantial Collection

<http://alexanderschul.com/>

Arredi per *Guiltless Plastic*,
Alexander Schul,
Germania,
2019



Il designer tedesco Alexander Schul ha partecipato al **concorso Guiltless Plastic** indetto nel 2019, vincendo un premio per il suo progetto della Substantial Collection. Il concorso è stato istituito da Rossana Orlandi proprio nel 2019 e mira a trovare soluzioni al problema dei rifiuti plastici attraverso soluzioni innovative proposte dai partecipanti. Questo progetto è stato premiato da un lato per l'utilizzo di semilavorati in plastica 100% riciclata e riciclabile, dall'altra per il **design che facilita l'assemblaggio e il disassemblaggio** di ogni pezzo della collezione.

OBIETTIVO SOSTENIBILE

Aumentare la percentuale di plastica riciclata in Europa.

ALTRI ARTIGIANI/PRODUTTORI e PERSONE COINVOLTI

Probabilmente i pannelli sono stati prodotti da un'azienda esterna specializzata.

PROCESSO PRODUTTIVO

Produzione dei pannelli che, sono stati successivamente tagliati e curvati, poi assemblati fra loro con viti, in maniera reversibile.

POLIMERI TRATTATI

HIPS: polistirene ad alto impatto

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici di vario genere.

PATTERN e COLORI

Il pattern è un simil Terrazzo molto sobrio e delicato, infatti il colore prevalente è il bianco leggermente macchiato da alcune particelle più scure.

PECULIARITÀ

Il design della collezione risulta sofisticato e la produzione di qualità.

Tutti gli arredi sono progettati per essere producibili industrialmente e disassemblabili facilmente per un futuro riciclaggio.

S-1500 Chair

<https://ncp.no/en/products/>

Seduta,
Snøhetta e NCP,
Norvegia,
2019



Questa seduta è il frutto della collaborazione dello studio di progettazione Snøhetta e NCP, produttore di arredo sostenibile. Il modello è stato lanciato nel febbraio 2019 in occasione della fiera dell'arredamento di Stoccolma ed è stata esposta alla mostra **Ocean Plastics**, tenutasi a Göteborg nello stesso anno. La mostra presentava una selezione di progetti di design concettuale che affrontano l'**inquinamento da plastica mettendo in discussione il nostro rapporto con il mare**, presentando strategie per ripulire gli oceani, riciclare la plastica esistente ed esplorare i meriti delle bioplastiche.

OBIETTIVO SOSTENIBILE

Riutilizzare un rifiuto plastico locale.

ALTRI ARTIGIANI/PRODUTTORI e PERSONE COINVOLTI

//

PROCESSO PRODUTTIVO

Triturazione e fusione delle reti in stampi appositi con la tecnica dello stampaggio a compressione.

POLIMERI TRATTATI

Probabilmente Nylon (reti)

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti di plastica riciclata da reti da pesca degli allevamenti ittici sulla costa dell'Helgeland

PATTERN e COLORI

La seduta non presenta un pattern, bensì colori omogenei. Le varianti sono 8 (anche per il frame metallico) e prendono le nuances del verde, del rosso e del blu.

PECULIARITÀ

La seduta è prodotta con un unico stampo e si incastra con la struttura metallica in maniera reversibile.

Anche la struttura metallica che sorregge la seduta è in parte riciclata (20% alluminio riciclato).

Questa sedia è progettata per essere prodotta industrialmente.

Gomi Speaker

<https://www.gomi.design/>

Device portatile per *Guiltless Plastic*,
Gomi Design,
Brighton (UK),
2021



Il progetto di questa cassa Bluetooth portatile è vincitore della penultima edizione del concorso **Guiltless Plastic** per la sezione "Responsible innovation". Lo studio di progettazione è il produttore è Gomi Design, che di fatto ha sviluppato sia la tecnica di produzione del materiale che gli stampi per produrre le scocche delle casse.

OBIETTIVO SOSTENIBILE

Ridurre e riutilizzare i rifiuti plastici.

POLIMERI TRATTATI

LDPE, HDPE

PECULIARITÀ

Si tratta di uno dei pochi esempi di device portatile con componenti elettroniche a suo interno prodotto in plastica riciclata.

ALTRI ARTIGIANI/PRODUTTORI e PERSONE COINVOLTI

//

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Sacchetti di plastica e batterie per e-bike.

PROCESSO PRODUTTIVO

Produzione del materiale mischiando la plastica sotto l'azione del calore, stampaggio a iniezione in stampi appositi, rifinitura dei pezzi e assemblaggio delle componenti elettroniche e della scocca con viti.

PATTERN e COLORI

Il pattern è marmoreo e sono state prodotte 4 varianti colore: blu, bianco, verde e nero.

4.3.3 Attività di progettazione con rifiuti plastici

La terza categoria di casi studio è stata definita "*Attività di progettazione con rifiuti plastici*" per le quali si intende una generale indipendenza dal sistema di Precious Plastic, perciò **l'auto-definizione di un proprio sistema produttivo e l'auto-progettazione dei macchinari** che lo compongono o casi per cui **lo studio considerato si appoggia ad altre realtà produttive** per la realizzazione dei suoi progetti in plastica riciclata.

Perciò, i parametri di confronto tra i vari casi studio tengono conto in modo particolare del **background progettuale** e di competenze proprie dello studio di design o del designer analizzato, in modo da comprendere se e in quale modo siano state sfruttate per trattare un materiale particolare quale la plastica riciclata. Gli altri parametri riguardano ancora i polimeri trattati, le loro origini e i processi di lavorazione, ma non essendo realtà open source, le informazioni relative alla descrizione degli step produttivi non sono dettagliate.

Tra queste realtà si possono inserire anche Plastiz e i suoi competitors, che però vengono ulteriormente distinti e descritti nel capitolo successivo in relazione alle caratteristiche della start-up torinese.

Nome progetto

Tipologia di attività
Progettisti/fondatori,
luogo,
anno

Link al sito internet di riferimento



Breve descrizione introduttiva

AMBITI PROGETTUALI

POLIMERI TRATTATI

PECULIARITÀ

PRODOTTI con PLASTICA RICICLATA

ORIGINE della MATERIA PRIMA

COMPETENZE TANGENZIALI

PRODUZIONE e LAVORAZIONE del
MATERIALE RICICLATO

Kooij

<https://dirkvanderkooij.com/>

Studio di progettazione e laboratorio
Dirk van der Kooij,
Amsterdam (Paesi Bassi),
2009



Il designer Dirk van der Kooij, spinto dalla volontà di progettare con materiali durevoli e alternativi, ha costruito il primo laboratorio di Kooij nel 2009, proprio negli spazi della Design Academy di **Eindhoven**. Con la realizzazione di **forni, presse ed estrusori completamente artigianali**, ha iniziato a creare i suoi primi arredi fino a realizzare progetti che oggi vengono esposti in musei quali il MoMA sdi New York e il Vitra Design Museum.

AMBITI PROGETTUALI

Design di prodotti e arredi.

PRODOTTI con PLASTICA RICICLATA

Sedute, lampade, tavoli e altri oggetti per la casa.

COMPETENZE TANGENZIALI

Progettazione di prodotti e arredi, collaborazione con diversi artigiani tra cui falegnami e carpentieri.

POLIMERI TRATTATI

Non noti.

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti post-industriali come cornici di finestre, interni di frigoriferi, occhiali protettivi e stampi per cioccolato.

PRODUZIONE e LAVORAZIONE del MATERIALE RICICLATO

La plastica recuperata viene fusa ed estrusa in filamento per la stampa 3D o termo formata in stampi appositi.

PECULIARITÀ

Il primo laboratorio di Kooij è nato nel seminterrato della Design Academy di Eindhoven nel 2009.

Alcuni arredi vengono realizzati con gli scarti prodotti dal laboratorio stesso.

La stampa 3D, così come le altre tecniche, vengono condotte a bassa qualità, proprio per sfruttare le imperfezioni del pezzo prodotto come suo carattere espressivo.

Pretty Plastic

<https://www.prettyplastic.nl/>

Progetto spin-off,
H. van Dijk, R. Bakker, P. van Assche,
Amsterdam (Paesi Bassi),
2015



Pretty Plastic nasce dalla volontà di alcuni architetti e designer olandesi di **ripensare al settore edile in maniera circolare**, proprio a partire dai materiali utilizzati per le costruzioni e al modo in cui vengono posati. Per questo motivo, al centro della produzione vi sono delle **tegole modulari** progettate per poter essere **smontate in maniera reversibile e riutilizzate** per altre strutture.

AMBITI PROGETTUALI

Progettazione per l'architettura e l'edilizia.

PRODOTTI con PLASTICA RICICLATA

Piastrelle e tegole per esterni, materiale da costruzione.

COMPETENZE TANGENZIALI

Progettazione di strutture effimere e architettura pubblica. Progettazione circolare.

POLIMERI TRATTATI

PVC

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti e scarti edilizi (vecchi infissi e grondaie), rifiuti di plastica nei container.

PRODUZIONE e LAVORAZIONE del MATERIALE RICICLATO

Non nota (Si presume triturazione, fusione e stampaggio della plastica raccolta in stampi ad hoc).

PECULIARITÀ

L'impianto produttivo è stato costruito dai designer stessi che hanno fondato il progetto.

Si tratta di un progetto spin-off frutto degli studi olandesi bureau SLA e Overtreders W.

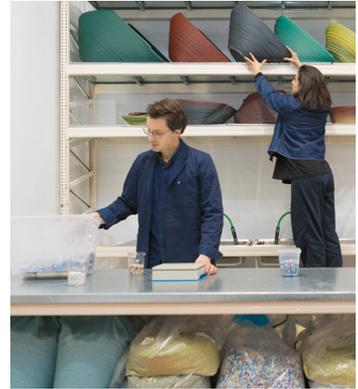
Pretty Plastic offre anche il servizio di posa del materiale.

L'uso del PVC rende il materiale adatto all'uso esterno.

The New Raw

<https://thenewraw.org/>

Studio di progettazione e laboratorio,
Panos Sakkas, Foteini Setaki,
Rotterdam (Paesi Bassi) e Grecia,
2015



The New Raw è uno studio di ricerca e design nato dall'ambizione di dare nuova vita ai materiali di scarto attraverso **il design, i robot e l'artigianato**. Il laboratorio sviluppa le proprie tecniche artigianali e digitali attraverso un linguaggio formale e tecnico che mette in risalto la trama "**layer by layer**" del suo processo di **stampa 3D**. In primo luogo, The New Raw **si rivolge alle città e a grandi brand** per proporre collaborazioni atte a riciclare i loro stessi rifiuti plastici in prodotti per la comunità dall'alto valore estetico e funzionale.

AMBITI PROGETTUALI

Manifattura digitale,
Arredo e arredo urbano.

PRODOTTI con PLASTICA RICICLATA

Sedute, panchine e arredo urbano polifunzionale.

COMPETENZE TANGENZIALI

Progettazione di arredi e prodotto, conoscenza delle tecniche e dei macchinari per la stampa 3D.

POLIMERI TRATTATI

PP, PET

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici locali

PRODUZIONE e LAVORAZIONE del MATERIALE RICICLATO

Selezione dei rifiuti per tipologia e colore, triturazione, fusione ed estrusione con stampante 3D.

PECULIARITÀ

Tecnica di stampa 3D che permette di produrre grandi oggetti e forme organiche, oltre che forme custom.

Possibilità di creare colori gradienti grazie all'estrusione.

Pattern caratteristico a "layers".

Processo di selezione e lavaggio dei rifiuti operato internamente.

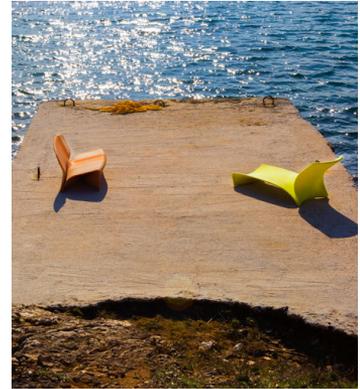
Il materiale danneggiato può essere ritirato e riutilizzato.

Collaborazioni con Comune di Amsterdam, Coca-Cola in Grecia, Ogilvy Grecia, Adidas, Unilever, Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solution, TU Delft, Comune di Salonicco, Revive, BlueCycle, S+T+ARTS, IBM, Climate-KIC.

BlueCycle

<https://bluecycle.com/en/>

Studio di progettazione e laboratorio,
Aikaterini Laskaridis Foundation,
Piraeus (Grecia),
2017



BlueCycle è un'iniziativa di **economia blu e circolare** che mira a riutilizzare i rifiuti di plastica marini generati dalle attività di navigazione e pesca. Il suo obiettivo è creare nuovo materiale di alta qualità adatto alla reintegrazione nell'industria e esplorare e promuovere un **approccio olistico al problema dei rifiuti marini**.

AMBITI PROGETTUALI

Design di arredi

PRODOTTI con PLASTICA RICICLATA

Sedute, tavolini, progetti per l'arredo urbano.

COMPETENZE TANGENZIALI

Organizzazione di iniziative di raccolta dei rifiuti e coinvolgimento delle comunità locali.

POLIMERI TRATTATI

Nylon, Nylon 66, PES, PP, PE, HDPE, UHMPE (Ultra high molecular weight polyethylene).

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Reti da pesca e materiale plastico per il trasporto di merci.

PRODUZIONE e LAVORAZIONE del MATERIALE RICICLATO

Raccolta e triturazione della plastica riciclata con successiva stampa 3D con macchine di The New Raw.

PECULIARITÀ

Partner con The New Raw.

La plastica utilizzata proviene solo dal mare e Blue Cycle si occupa della raccolta in oltre 30 località greche.

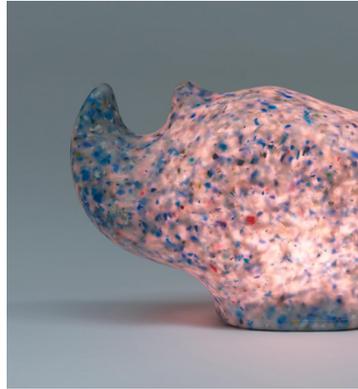
Si offrono servizi di co-progettazione e customizzazione.

Vengono organizzate iniziative educative e di sensibilizzazione all'inquinamento da plastica negli oceani.

Ecobirdy

<https://www.ecobirdy.com/>

**Azienda circolare,
Vanessa Yuan e Joris Vanbriel,
Anversa (Belgio),
2018**



ecoBirdy è un brand che crea arredamento di design ecologico. Il materiale prodotto si chiama **ecothylene** e presenta un **pattern "terrazzo"**, realizzato con piccoli pezzi colorati di giocattoli di plastica riciclata. I designer, con sede ad Anversa, Belgio, non hanno solo ideato i mobili, ma un **intero sistema che va dalla raccolta e riciclaggio** dei giocattoli di plastica al design e **alla produzione dei mobili**. Con lo sviluppo di un libro e un programma scolastico, ecoBirdy vuole **introdurre i giovani all'idea dell'economia circolare** e suscitare la volontà di contribuire ad un futuro più sostenibile.

AMBITI PROGETTUALI

Arredo per bambini

POLIMERI TRATTATI

LDPE, HDPE

PECULIARITÀ

ecoBirdy propone attività di sensibilizzazione al "problema plastica" nelle scuole.

PRODOTTI con PLASTICA RICICLATA

Sedie e tavoli per bambini

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Giocattoli gettati via, danneggiati o inutilizzati.

Il processo produttivo permette di ottenere pezzi unici, mai uguali l'uno all'altro.

Non si utilizzano pigmenti aggiuntivi nei prodotti *ecothylene*, soprattutto per garantire la riciclabilità al 100%, ma le varianti colore sono 6.

COMPETENZE TANGENZIALI

Progettazione di arredi, sperimentazione e creazione di nuovi materiali.

PRODUZIONE e LAVORAZIONE del MATERIALE RICICLATO

I giocattoli in plastica raccolti vengono tritati, selezionati e fusi in uno stampo ad hoc per lo stampaggio rotazionale.

Luken

<https://www.lukenfurniture.com/>

Piccola azienda,
Paola Calzada,
Città del Messico (Messico),
anno (n.d.)



Luken è una piccola azienda che ha origine dalla volontà di valorizzare i rifiuti plastici attraverso il loro riciclaggio. Per farlo, la plastica raccolta viene trasformata in arredi dalle **forme semplici** e utilizzabili sia in spazi esterni che interni. Oltre a introdurre i rifiuti plastici in un **processo di upcycling**, Luken si preoccupa di progettare garantendo la **massima compattezza degli arredi**, in modo da trasportarli facilmente e imballarli in una leggera scatola di cartone.

AMBITI PROGETTUALI

Progettazione di arredi per interni ed esterni e arredi per bambini.

POLIMERI TRATTATI

PET, HDPE

PECULIARITÀ

Tutti gli arredi sono progettati per essere flat-pack, assemblabili e disassemblabili facilmente.

PRODOTTI con PLASTICA RICICLATA

Sedute da giardino, sedie a dondolo, tavolini.

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Bottiglie di plastica

Si offre il servizio di affitto degli arredi per occasioni speciali.

COMPETENZE TANGENZIALI

Progettazione di interni e retail.

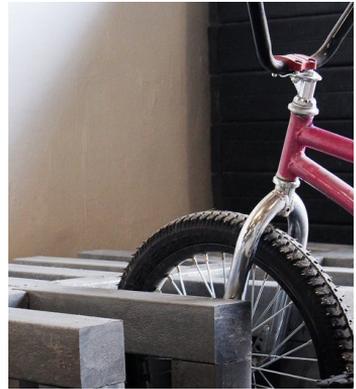
PRODUZIONE e LAVORAZIONE del MATERIALE RICICLATO

La plastica viene riciclata tramite la produzione di pannelli per termocompressione, i quali vengono poi tagliati e assemblati a seconda delle esigenze.

The Plaf

<https://www.theplaf.com/>

Impresa sociale e studio di progettazione,
Progettisti/fondatori,
Filippine,
2018



The Plaf, nota anche come The Plastic Flamingo, è un'impresa sociale con sede nelle Filippine che raccoglie e trasforma i rifiuti di plastica in una gamma di **materiali da costruzione sostenibili** che possono essere utilizzati per costruire nuove scuole, alloggi e rifugi per contribuire a rendere questo paese più resiliente contro i suoi numerosi rischi naturali. È stata fondata da una coppia di architetti francesi interessati a ridurre la quantità di rifiuti plastici e a creare un **sistema di riciclaggio efficiente e a beneficio della comunità**.

AMBITI PROGETTUALI

Progettazione di materiali per l'edilizia e costruzione di abitazioni.

PRODOTTI con PLASTICA RICICLATA

Estrusi, pannelli, arredo urbano, materiali da costruzione che possano rendere le abitazioni più resilienti alle catastrofi naturali a cui è soggetto il territorio.

COMPETENZE TANGENZIALI

Progettazione architettonica e sistemica.

POLIMERI TRATTATI

LDPE, HDPE, PP, PET

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici locali

PRODUZIONE e LAVORAZIONE del MATERIALE RICICLATO

Raccolta e selezione dei rifiuti, triturazione, estrusione e/o termocompressione (a seconda del pezzo da produrre).

PECULIARITÀ

Realizzazione di un vero e proprio sistema di riciclo completo e integrato nel territorio che ha creato molti nuovi posti di lavoro.

Servizio di costruzione di abitazioni antisismiche.

Attività educative e workshop.

Supernovas

<https://supernovas.world/studio/>

Studio di progettazione,
Nic Gorini, Massimiliano Rossi,
Londra (UK) e Milano (Italia),
2019



Supernovas è uno studio di progettazione di prodotti e arredi che intende realizzare i suoi progetti in maniera sostenibile ed entro un sistema produttivo circolare. **Collaborando con altri studi e designer**, oltre che con corporazioni e comuni, Supernovas realizza prodotti dal **design moderno, funzionale e flessibile**.

AMBITI PROGETTUALI

Progettazione di prodotti e arredi

POLIMERI TRATTATI

rPET, PET, rPETG, LDPE

PECULIARITÀ

Gli arredi danneggiati possono essere riportati allo studio e ulteriormente riciclati, secondo un BuyBack Scheme.

PRODOTTI con PLASTICA RICICLATA

Vasi stampati 3D, mensole, arredi impilabili e modulari, prodotti per la casa.

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Scarti post-industriali e rifiuti plastici post-consumo come packaging, bottiglie e giocattoli.

Lo studio si occupa della sola progettazione e collabora con altre realtà circolari, ma non produce direttamente i suoi arredi.

COMPETENZE TANGENZIALI

Collaborazione con realtà produttive circolari e riciclatori di plastica.

PRODUZIONE e LAVORAZIONE del MATERIALE RICICLATO

La produzione è a carico di Ecopixel, azienda di Varese affermata nel settore di arredi in plastica riciclata.

Spared

<https://volumecreative.co.uk/>
<https://www.spared.eco/>

Start-up
Volume Creative,
Brighton (UK),
2019



Spared è una start-up fondata da Volume Creative e nata dalla volontà di **supportare i brand nel riutilizzo dei propri rifiuti**. Sfruttando, quindi, le capacità dello studio nella progettazione di arredi e prodotti per la casa, Spared realizza anche alcuni progetti con i suoi materiali derivanti da scarti riciclati. **Plarix** è la collezione realizzata con scarti e rifiuti plastici e i materiali che ne derivano possono essere trasformati in pannelli o stampati in altri prodotti finiti.

AMBITI PROGETTUALI

Servizio di riciclo per le aziende, design di prodotto, arredi e interni, produzione di pannelli.

PRODOTTI con PLASTICA RICICLATA

Pannelli della serie *Plarix* o pannelli custom.

COMPETENZE TANGENZIALI

Progettazione di prodotto e interni, riciclo di scarti alimentari e altri materiali, come conchiglie, cavi elettrici, reti da pesca.

POLIMERI TRATTATI

HDPE e altri

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Tappi di bottiglia, custodie per CD, attaccapanni, vasi per piante, rifiuti raccolti dall'oceano e sperimentazioni con qualsiasi altro rifiuto plastico.

PRODUZIONE e LAVORAZIONE del MATERIALE RICICLATO

La plastica recuperata viene tritata da aziende esterne e Spared si occupa della produzione di pannelli per termocompressione.

PECULIARITÀ

I pattern creati ricordano molto il Terrazzo e il marmo.

Spared si occupa di produrre i pannelli utilizzati da altri studi di progettazione, tra cui Space Available.

Parte della plastica riciclata raccolta viene utilizzata per la produzione di filamenti per stampa 3D.

La start-up può creare pannelli customizzati di ogni colore si desidera e si interessa al riciclaggio di ogni tipo di scarto.

Space Available

<https://spaceavailable.tv/>

progettazione ed esplorazione circolare
Daniel Mitchel,
Bali (Indonesia),
2020



Space Available è una piattaforma creativa guidata da diversi artisti, designer, scienziati e ambientalisti, i quali condividono le loro conoscenze applicando un **approccio olistico** alla realizzazione dei progetti. Il metodo dello studio si basa principalmente sull'affrontare una specifica sfida ambientale attraverso la proposta di una soluzione che **considera tutte le sfere della progettazione** di spazi, prodotti e comunicazione come componenti in dialogo. Si nota, infatti, **particolare attenzione alla rappresentazione dei progetti**, dall'estetica attuale e rivolta ad esprimere la sostenibilità dei progetti in maniera non convenzionale.

AMBITI PROGETTUALI

Design di prodotto
Design di arredi
Architettura urbana

PRODOTTI con PLASTICA RICICLATA

Sedia porta-vinili, giradischi portatili, borraccia,

COMPETENZE TANGENZIALI

Riutilizzo e riciclo di materiale tessile, comunicazione visiva, coinvolgimento delle persone con attività di sensibilizzazione e workshop.

POLIMERI TRATTATI

PET, HDPE, PVC

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Rifiuti plastici post-consumo

PRODUZIONE e LAVORAZIONE del MATERIALE RICICLATO

Produzione dei pannelli per termocompressione a carico di Spared (Volume Creative) e lavorazioni di taglio e assemblaggio a carico di esterni.

PECULIARITÀ

Collaborazione con la dj coreana Peggy Gou nella realizzazione di una seduta porta-vinili.

Studio nato durante l'emergenza sanitaria provocata dal Covid-19 nel 2020.

Il pattern marmoreo dei pannelli viene creato quando la plastica è ancora calda, in maniera artigianale.

4.4 Considerazioni

La schedatura e il confronto dei casi studio, sia all'interno della loro categoria che fra una categoria e l'altra, ha permesso di dipingere a grosso modo lo stato dell'arte relativo alle attività e ai progetti che si occupano di riciclare plastica realizzando principalmente prodotti d'arredo o semilavorati, evidenziando le loro similitudini e differenze.

ANNO di FONDAZIONE

Osservandole complessivamente, si può notare che **tutte le realtà considerate sono molto giovani**, infatti non se ne sono registrate prima del 2002 e molte di esse si sono sviluppate dal 2010 in poi, fino a **progetti nati negli ultimi 3 anni o nel pieno della pandemia** di Covid-19. Nonostante non si possa dimostrare una reale correlazione tra lo stato di emergenza e il sorgere di realtà orientate alla sostenibilità ambientale, si può presumere che, in questo periodo, il **mondo della progettazione** si sia **preoccupato maggiormente di trovare soluzioni all'inquinamento**, in particolar modo al "problema plastica".

TIPOLOGIE di ATTIVITÀ

Oltre a notare la recente nascita di queste realtà e considerando l'efficacia della start-up come modello di business adatto ad intraprendere un progetto di riciclo di rifiuti plastici, si può vedere che quasi tutte le attività considerate operano una **produzione artigianale o in piccola serie** e rispecchiano maggiormente le tipiche caratteristiche di un laboratorio artigianale piuttosto che di una vera e propria azienda.

I casi studio riguardano, quindi, **attività generalmente emergenti o in fase di sviluppo costante**, nonostante poche si dichiarino start-up, bensì **progetti spin-off** di alcuni studi di progettazione circolare o **laboratori gestiti da designer-maker**⁶⁶. Questo a dimostrazione che il background nella progettazione pura si sposa molto bene con il background nella produzione artigianale in questo campo in cui **lo sviluppo, la costruzione e l'utilizzo dei macchinari seguono e influenzano al tempo stesso il design dei prodotti**.

⁶⁶ Questo termine è generalmente usato per descrivere coloro che progettano e realizzano i propri prodotti, inclusi i produttori di mobili, i designer di gioielli e altri che riuniscono le loro idee creative e abilità nella produzione individuale dei loro progetti.

Dizionario online
<https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authori->

GEOGRAFIA

Per quanto riguarda l'origine geografica dei vari casi considerati, la maggior parte di essi è nata in territorio europeo e, dato il **centro nevralgico** creato da Dave Hakkens e dalla **Design Academy a Eindhoven**, la città stessa e i **Paesi Bassi** ospitano gran parte delle realtà prese in esame, subito seguiti dal **Regno Unito**, paese in cui si sono sviluppati diversi progetti pionieri quali Made of Waste^{57,58} e Smile Plastics⁵⁹.

Guardando alla community di Precious Plastic, in **Italia** sono stati creati diversi **fablab** che ne fanno parte, ma poco rilevanti ai fini dell'analisi in quanto laboratori molto piccoli e che forniscono poche informazioni sui loro sistemi produttivi.

Di fatto le **reattà di riciclo della plastica** secondo queste modalità sono **ancora rare e non sviluppate quanto nel resto d'Europa** (ad eccezione di Ecopixel⁶⁶, di cui si tratta nel capitolo successivo in relazione alla realtà torinese di Plastiz). L'istituzione del concorso **Guiltless Plastic**⁶⁷ da parte di Rossana Orlandi attira, però, diversi progettisti in territorio italiano grazie allo stretto legame con il Salone del Mobile*. In territorio extra-europeo, si rilevano diversi casi in **Sud America, Sud- Est asiatico e Oceania** (in particolare in **Australia**), maggiormente orientati al riciclo dei **rifiuti plastici provenienti dall'oceano** o dai corsi d'acqua locali e raccolti grazie alla partnership con alcune iniziative di raccolta che coinvolgono anche le comunità di cittadini. Si nota, quindi, una propensione alla **componente sociale** del riciclo della plastica e alla volontà di utilizzare i rifiuti come materia prima per la produzione di semilavorati da applicare nelle **costruzioni in territori particolarmente soggetti a catastrofi naturali**.

APPROCCIO alla MATERIA PLASTICA RICICLATA

Considerando le osservazioni precedenti, risulta necessario evidenziare le differenze nei vari approcci ai rifiuti plastici. In molti casi, la scelta di trattare questo materiale deriva da una generale **curiosità nel lavorare materiali alternativi** e nello sperimentare nuove tecniche produttive in maniera autonoma; perciò la **plastica riciclata** viene utilizzata **come "campo di prova"** e le sue proprietà (soprattutto il suo comportamento al calore) costituiscono le possibilità e i limiti, sia proget-

⁵⁷ Sito internet <https://collections.vam.ac.uk/item/O114267/rcp2-chair-chair-atfield-jane/>

⁵⁸ Sito internet <https://www.dezeen.com/2022/04/05/jane-atfield-recycled-chairs-emma-scully-gallery-new-york/>

⁵⁹ Sito internet <https://smile-plastics.com/>

⁶⁷ Sito internet <http://www.ecopixel.eu>

⁶⁸ **Guiltless Plastic** è un progetto internazionale fondato e curato da Rossana Orlandi e Nicoletta Orlandi Brugnoli. Intende coinvolgere designer e comunità creative per dare nuova vita ai rifiuti plastici e a tutti gli altri rifiuti esplorando le infinite possibilità per la loro trasformazione.

Sito internet <https://www.guiltlessplastic.com/>

tuali che produttivi, da cui il designer elabora le sue soluzioni. Questo stesso approccio si riscontra nei **progetti di stampo artistico**, particolarmente orientati alla **valorizzazione delle proprietà espressive ed estetiche del materiale**, per cui l'**efficacia del risultato** ottenuto non risiede nella funzionalità del prodotto, quanto nel fatto che **il materiale "registra" e racconta le lavorazioni subite**. Da qui si può notare un particolare interesse nello studio del **rapporto tra l'industria, l'arte e l'artigianato** e la volontà di trovare un **compromesso tra queste aree** attraverso la modifica di processi industriali in funzione di una produzione sperimentale e artistica, dal forte carattere espressivo. In altri casi, l'utilizzo dei **rifiuti plastici come materia prima** costituisce la **diretta conseguenza** alla volontà di trovare una soluzione al relativo **problema di inquinamento**; quindi il design si fa strumento con cui raggiungere l'obiettivo di ridurre i rifiuti plastici e guida l'ideazione di processi di riciclo alternativi. Generalmente, le attività inclini a questo approccio considerano parte della soluzione la **sensibilizzazione delle persone al "problema plastica"** e la conseguente organizzazione di attività educative che permettano di avvicinarsi al materiale e sperimentare con le tecniche di riciclo alternativo offerte. Per questo, i **workshop** e le **campagne di raccolta dei rifiuti** rappresentano le tipologie di iniziativa sociale che più sono in grado di coinvolgere la comunità.

POLIMERI e TECNICHE PRODUTTIVE

Guardando alle tipologie di polimeri utilizzati dalle varie attività prese in esame, si può notare che, indipendentemente dalla categoria dei casi studio, l'**HDPE** risulta essere **il polimero più lavorato**.

Questo fatto dipende innanzitutto dall'**origine dei rifiuti** riciclati, infatti in molti casi si tratta di rifiuti **post-consumo** in maggior parte costituiti da **packaging** di vario tipo, per cui l'**HDPE** rappresenta la principale materia prima (come evidenziato nel capitolo 2). Per lo stesso motivo seguono **PP e PS**.

La grande **disponibilità** di questi polimeri in qualità di rifiuti non è, però, l'unico motivo alla base del loro riciclo alternativo, bensì anche **le loro proprietà e il loro grado di lavorabilità** tramite i macchinari forniti da Precious Plastic e quelli sviluppati a loro imitazione. L'**HDPE** presenta, infatti, le migliori caratteristiche di lavorabilità, sia per quanto riguarda la termocompressione, l'estrusione e lo stampaggio a iniezione, sia per

le tecniche di lavorazione possibili, quali il taglio, l'incisione, la levigatura con diverse macchine.

Una particolare osservazione riguarda i polimeri derivanti dai **rifiuti plastici presenti negli oceani**, in quanto molto spesso si tratta di **Nylon** (dalle reti da pesca) e **PET** (dalle bottigliette in plastica gettate sulle spiagge). Diverse attività basano la loro mission sostenibile proprio sul riciclo dei rifiuti provenienti dal mare, ma è opportuno esplicitare che molti di essi **permangono in questo ecosistema da moltissimi anni**, alcuni addirittura dagli anni '50, quando le **sostanze** utilizzate per la loro produzione **non erano controllate** come oggi e, quindi risultano spesso **tossiche** se fuse e difficili da riciclare⁶⁹. Nonostante le problematiche produttive del caso, le tecniche e i macchinari di Precious Plastic risultano efficaci al riciclo di tutti i polimeri termoplastici più utilizzati e alcune attività riescono anche a produrre estrusi adatti alla **stampa 3D**, aumentando le possibilità creative offerte dal sistema. Se con la produzione di **pannelli e altri semilavorati con la termocompressione** si possono ottenere **pattern variopinti** e particolari, con l'**estrusione** e la **stampa 3D** si possono creare oggetti che presentano **colori gradienti e forme organiche**. Invece, tra le **tecniche più sperimentali**, ma caratterizzate da una **manodopera esperta**, spicca la creazione di **pattern marmorei**, per cui un mix di plastica di diverso colore viene fuso e impastato a mano quando ancora caldo fino al raggiungimento della texture desiderata e alla successiva compressione in pannelli o altre forme. Un'altra considerazione può essere fatta proprio in merito al **background del designer, del produttore o dello studio di progettazione** preso in esame. Si può, infatti, notare che molti designer-maker possiedono un laboratorio per la **lavorazione del legno** e hanno abilità nell'utilizzo dei macchinari, i quali si prestano anche alla lavorazione della plastica riciclata. In ogni caso, ciò che accomuna tutte le tecniche considerate è l'obiettivo di **riciclare ogni polimero separatamente** in modo da rendere il **manufatto 100% riciclabile** una volta raggiunto il fine-vita.

AMBITI PROGETTUALI e MERCATO di RIFERIMENTO

Le **tecniche sperimentate** e sviluppate da ogni realtà **dipendono**, quindi, **per lo più dalle capacità manuali** e dal tipo di oggetto che si intende produrre. Di fatto, ogni designer e studio considerato si occupa di progettare e creare oggetti diversi, ma più in generale si può affermare che il **macro-ambito** a cui appartengono è

⁶⁹ Paper
Estimating the Mass of Chemicals Associated with Ocean Plastic Pollution to Inform Mitigation Efforts,
Hannah L. De Frond, Erik van Sebille, J. Mark Parnis, Miriam L. Diamond, Nicholas Mallos, Tony Kingsbury, Chelsea M. Rochman,
Environment Department,
University of York, York, UK,
22 marzo 2019

Sito internet
<https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ieam.4147>

quello **del design di prodotto**, con particolare focus sul **design di arredi**. Questo dipende, molto probabilmente dalla lavorabilità della plastica riciclata, la quale può essere tagliata, levigata, piallata proprio come il legno, materiale prediletto per la produzione artigianale di mobili.

Tra gli **oggetti più prodotti** si possono notare le **sedute**, sia composte da moduli o pezzi tagliati e assemblati, sia create con un'unica forma stampata. Seguono **ri-piani, tavoli e lampade**, per cui la plastica può essere supporto della fonte luminosa o tramite stesso della luce, diffondendola e colorandola a seconda della sua texture e della sua trasparenza. Sempre nella macro-categoria del design di arredi rientra la progettazione di **mobili per bambini**, per cui i colori e i pattern del materiale possono rappresentare gli elementi centrali del progetto, oltre alle forme e alla scala dell'arredo, che devono incentivare e agevolare l'interazione. In generale, una soluzione applicata in molti casi consiste nella progettazione di **arredo "flat-pack"** ovvero composto da pannelli tagliati delle forme desiderate e incastrati fra loro a comporre l'oggetto da utilizzare; questa tipologia concede diversi vantaggi quali la facile produzione, l'assemblaggio e il disassemblaggio semplificati e la compattazione massimizzata del prodotto quando inutilizzato o quando lo si deve trasportare. Un'ulteriore categoria di prodotti risultata dall'analisi dei casi studio riguarda la progettazione di **prodotti per l'edilizia e le costruzioni**, in quanto questo settore necessita di diminuire il suo impatto ambientale e l'utilizzo della plastica riciclata può rappresentare un'efficace soluzione. La creazione di **mattoni, piastrelle, estrusi, rivestimenti per interni ed esterni** caratterizza la produzione di alcune realtà esaminate, ma è importante notare che la scelta della tipologia di polimero è più impattante, in quanto è necessario che abbia sufficiente resistenza agli agenti atmosferici e alle sollecitazioni a cui può essere soggetta una struttura edile. Inoltre, utilizzare la plastica riciclata in questo ambito permette di riciclarne in quantità maggiori, in quanto la scala di progetto è maggiore rispetto a quella dell'arredo.

Sempre in merito alle **applicazioni in ambienti esterni**, alcuni progettisti si sono concentrati sulla produzione di **arredo urbano**, il quale spesso è frutto di iniziative atte a coinvolgere i cittadini e a sensibilizzarli riguardo

il riciclo della plastica, ma si pone anche come sfida progettuale per la realizzazione di un prodotto resistente e, allo stesso tempo, accessibile a tutti.

Nonostante siano stati trovati pochi casi, la plastica viene riciclata anche attraverso la produzione di oggetti più piccoli e destinati ad un uso più frequente e intenso, quali tavole per skateboard, orologi da polso, casse bluetooth portatili, racchette da ping-pong. Si tratta, quindi, di **oggetti che vengono tradizionalmente prodotti con materiali più pregiati ma che acquistano un particolare valore estetico e sostenibile nel momento in cui vengono prodotti in plastica riciclata.**

Ragionare sulle varie differenze fra gli ambiti in cui la plastica riciclata viene applicata non è, però, un esercizio fine a sé stesso, bensì può aiutare a comprendere meglio il sistema produttivo e il mercato a cui si rivolge una determinata attività. Dall'analisi dei casi studio si è, quindi, potuto evincere che le **realità** che producono solo pannelli e non offrono servizi di lavorazione e assemblaggio di arredi **si rivolgono prevalentemente al mercato B2B** (business to business), quindi concentrano la ricerca e lo **sviluppo tecnologico nella creazione di semilavorati con polimeri differenti** e basano il loro **vantaggio sulla varietà dell'offerta e sulla qualità del prodotto** in termini di prestazioni. Le **realità che si concentrano sulla produzione di una piccola collezione di prodotti o su una sola tipologia di prodotti**, investono invece nella **costruzione di più macchinari** e nella **progettazione di oggetti che possano incontrare maggiormente i bisogni degli utenti** sia per le loro qualità estetiche che per il fatto che costituiscono un'**alternativa sostenibile da poter scegliere consapevolmente** proprio per questa caratteristica. Di conseguenza, la maggior parte delle attività opera in tal senso e si rivolge al mercato **B2C** (business to customer), **confrontandosi con il mercato tradizionale della stessa tipologia di prodotti.**

LA REALTÀ
TORINESE
DI *PLASTIZ*

5.1 La scelta di *Plastiz*

L'attenzione si rivolge al nostro territorio, in particolare alla **città di Torino**, dove una giovane realtà è nata prendendo a modello Precious Plastic. Si tratta di **Plastiz**⁷⁰, una **start-up ad impatto sociale** che intende perseguire diversi obiettivi dell'economia circolare attraverso il riciclo della plastica con la produzione di semilavorati, prodotti e arredi sostenibili e con alto valore estetico. Non si tratta dell'unica realtà figlia del progetto di Dave Hakkens in Italia, infatti sono stati costruiti alcuni centri di raccolta domestica di rifiuti plastici e altri piccoli laboratori che hanno ricreato i macchinari utili al loro riciclo. Ciononostante, Plastiz emerge nel panorama in quanto **realtà in costante sviluppo** grazie alle **attività di ricerca e sperimentazione** con le materie plastiche.

⁷⁰ Ho conosciuto Plastiz durante lo svolgimento del tirocinio curricolare presso Izmade, lo studio di progettazione che ha fondato la start-up di cui sopra. In questo contesto ho avuto modo di conoscere da vicino la sua realtà produttiva.

È in questo **contesto**, ancora **in parte inesplorato**, che un designer può cogliere in maniera particolare l'**opportunità di conoscere approfonditamente la plastica** in chiave atipica, ovvero non più come materiale da demonizzare ed evitare il più possibile, bensì **in qualità di materia prima-seconda** in grado di subire un processo di **upcycling** le cui modalità e dinamiche lasciano spazio all'**ideazione di nuove tecniche di riciclo e produzione** di manufatti.

Di fatto, dal punto di vista progettuale, l'intento di utilizzare la plastica riciclata rappresenta una **sfida** che obbliga il designer a **considerare diversi limiti produttivi e tecnici**, portando il **materiale** ad assumere il ruolo di **protagonista attorno a cui sviluppare nuove soluzioni** che incontrino gli standard qualitativi ed estetici a cui siamo abituati.

In questo modo **il ruolo della plastica** nel design cambia e, da materiale che permette di realizzare ogni forma e oggetto immaginati, diviene elemento da studiare e utilizzare sapientemente **in funzione delle sue qualità, così come dei suoi difetti**.

Per queste ragioni, le pagine seguenti trattano nel dettaglio l'evoluzione di Plastiz, la sua configurazione, le sue conoscenze e il suo background, le sue particolarità e il suo approccio produttivo e progettuale all'utilizzo della plastica riciclata.

5.2 Origini e sviluppi

Come detto in precedenza, Plastiz nasce dal modello definito da Precious Plastic in qualità di membro della sua comunità, ma ancor prima di definirsi in quanto tale, ha origine dall'iniziativa dei soci di **Izmade**, per cui è opportuno darne una breve descrizione.

⁷¹ Sito internet <https://www.izmade.com/>

Izmade⁷¹ è uno studio di progettazione con sede nel quartiere Barriera di Milano a Torino e si occupa della realizzazione di arredi su misura e allestimenti personalizzati di alta qualità in **ferro e legno** prodotti in maniera sostenibile. Il suo fulcro risiede nel **laboratorio**, l'Izlab Maker Space, nel quale falegnami e carpentieri lavorano sinergicamente con i designer nella realizzazione dei progetti, dando vita ad un'**attività ibrida**, che oscilla **tra la progettazione e l'artigianato**. La società, inoltre, si definisce un' **impresa sociale**, in quanto impegnata nella creazione e nella collaborazione con attività culturali ed entri pubblici che operano per il territorio e il bene dell'ambiente e della comunità.

⁷² Sito internet <http://www.torinosocialinnovation.it/axto-il-bando-per-sperimentare-linnovazione-sociale-nelle-periferie-torinesi/>

Tra le varie iniziative a cui ha preso parte, Izmade decide di partecipare al bando AxTo⁷² presentando il progetto **Beautiful Precious Plastic**⁷³ il 23 febbraio del 2019, il quale aveva obiettivo di **portare il riciclaggio della plastica su scala locale** nel quartiere in cui ha sede lo studio, proponendo una primordiale versione di Plastiz come **makerspace di Precious Plastic**.

⁷³ Sito internet <https://www.izmade.com/ricerca-e-sviluppo/beautiful-precious-plastic-2/>

La conseguente vincita del bando permette, quindi, di costruire alcuni macchinari e di testare l'efficacia dell'idea attraverso l'organizzazione di un **workshop** tenutosi ad aprile dello stesso anno. Al fine di ricreare il sistema di Precious Plastic, si coinvolgono due case del quartiere quali i *Bagni pubblici di via Agliè e Via Baltea e Laboratori di Barriera* per la raccolta della plastica usata, oltre alla partnership con *Plartwo*⁷⁴, (il Centro di Arte, Innovazione e Ricerca dedicato al design e alla cultura della plastica), che permette l'esposizione dei prodotti e l'organizzazione di laboratori sul riciclo della plastica. Includendo, quindi, sia cittadini che attori locali, Beautiful Precious Plastic si conferma **proficua dal punto di vista sociale ed educativo** e, al tempo stesso, **fallimentare dal punto di vista della sostenibilità economica** del sistema.

⁷⁴ *Plartwo* è il progetto della *Fondazione Plart* di Napoli di realizzare un suo museo della plastica a Torino, ma è stato interrotto durante la pandemia Covid-19 del 2020.

Dati gli esiti dell'iniziativa, risulta necessaria una **nuova soluzione differente dal sistema Precious Plastic** e in **grado di fornire i finanziamenti e gli introiti** per l'avvio di una vera e propria attività produttiva.

Pertanto il team partecipa al **bando Accenture**⁷⁵ indetto nel 2020. Si tratta di un concorso che intende premiare e supportare i migliori progetti di welfare di comunità promossi da Enti in grado di produrre benefici in termini di sviluppo locale, in settori quali: cultura, valorizzazione del patrimonio e del paesaggio; sostenibilità ambientale e circular economy; smart cities e mobilità; welfare territoriale, servizi di cura e welfare aziendale; agricoltura sociale; rigenerazione e restituzione alla fruizione collettiva di beni pubblici inutilizzati o di beni confiscati.

Il progetto di Plastiz si propone come risposta all'emergenza ambientale e sociale derivante dalla crescente invasione di rifiuti plastici e raggiunge il 50esimo posto vincendo, quindi, il **servizio di accompagnamento e scaling per l'industria** offerto dal progetto portoghese **Impacton Venture**⁷⁶ fondato da Meg Pagani, giovane imprenditrice nell'ambito dell'innovazione e membro del World Economic Forum dal 2016.

L'output di questo progetto si traduce nella **definizione del modello di business** che darà il via a **Plastiz come vera e propria start-up** in grado di auto finanziarsi. Per l'appunto, il premio ottenuto permette di elaborare una sorta di "tool-kit" comprensivo di alcune **linee guida e obiettivi da perseguire**, ovvero:

- Raccogliere plastica pulita e riciclabile.
- Costruire e usare macchine per riciclare la plastica e creare nuovi prodotti da vendere.
- Organizzare corsi per conoscere il riciclaggio e il riutilizzo creativo dei rifiuti di plastica.

Grazie a questo periodo di avviamento sostenuto da Impacton, Plastiz acquisisce una configurazione sempre più simile a quella attuale, ma si allontana del tutto dal progetto proseguendo in maniera indipendente negli sviluppi successivi dell'attività.

⁷⁴ Sito internet <https://www.tribune.com/progettazione/architettura/2019/01/nuove-anticipazioni-su-plar-two-la-se-de-a-torino-della-fondazione-plar-di-napoli/>

⁷⁵ Sito internet <https://fondazioneaccenture.it/stic4crafts/>

⁷⁶ Sito internet <https://impacton.org/portfolio/tic4craft/>

L'anno 2020 trascorre tra le prime vere sperimentazioni con il materiale e con i macchinari fino a quel momento costruiti, per giungere al **lancio ufficiale della start-up nell'aprile del 2021** e, di conseguenza, all'inizio della sua attività commerciale.

Il suo nome "Plastiz" esprime appieno la sua natura di progetto spin-off, in quanto unione delle parole "plastica" e "Izmade".



Spazio che ospita i principali macchinari di Plastiz e nel quale vengono esposti molti dei pannelli realizzati e alcuni risultati delle sperimentazioni.

Parte del laboratorio in cui vengono esposti alcuni degli oggetti prodotti fin'ora con i pannelli in plastica riciclata. Questo spazio è aperto al pubblico ed è visitabile.



Oggi Plastiz è una **start-up innovativa a vocazione sociale**, in quanto persegue e realizza gli obiettivi di riciclo della plastica e di sensibilizzazione al "problema plastica" prefissatasi in origine, oltre a proseguire la ricerca e la sperimentazione di soluzioni per la lavorazione dei polimeri riciclati **tenendo conto del panorama competitivo e collaborando con realtà simili**, fornitori e artigiani e privati attirati dalle sue potenzialità, costituendo un rilevante **esempio di imprenditorialità sostenibile sul territorio piemontese**.

Nonostante la decisione di abbandonare il modello open source proposto da Precious Plastic, **Plastiz si dichiara trasparente**, in quanto disponibile ad organizzare visite al suo laboratorio per raccontare il suo processo di riciclo e le funzioni dei macchinari.

A questo si somma l'organizzazione di **workshop**, dedicati sia a bambini che adulti, nei quali **i partecipanti replicano e imparano i procedimenti** per la produzione di pannelli o manufatti più semplici, quali piccole ciotole e tovagliette.

La sede in cui risiedono l'ufficio e parte del laboratorio di Plastiz è l'**Open Incet⁷⁷, centro di innovazione della Città di Torino** che offre programmi di formazione, consulenza e advisory sui temi dell'innovazione sociale, delle nuove economie urbane e dell'avvio di nuova impresa ad impatto, oltre a fornire gli spazi e la possibilità di **produrre ad impatto zero utilizzando solo energia rinnovabile**.

⁷⁷ Sito internet
<http://openincet.it/>

5.3 Know-how, materiali e produzione

Una caratteristica che influenza enormemente il workflow e le possibilità produttive di Plastiz è rappresentata dalla **stretta vicinanza**, sia fisica che settoriale, allo studio e **all'Izlab**.

Con esso condivide, in primo luogo, i soci fondatori e il suo assetto societario si compone di altri tre membri con competenze di ingegneria dei materiali e manageriali. Ma ancora più influenti sono le **competenze variegate del team** di lavoro, composto appunto da una product designer, una business manager e una social media manager affiancate da diversi tirocinanti e dagli artigiani addetti alla costruzione dei macchinari e alla produzione dei semilavorati in plastica riciclata. Le conoscenze di Plastiz risultano, quindi, ampie e diversificate, oltre che **condivise con Izmade** e come quest'ultimo, spaziano da competenze di progettazione pura ad abilità e sapienza nell'utilizzo dei macchinari e nella produzione artigianale.

Per l'appunto, i **macchinari dell'Izlab** - utilizzati per lavorare principalmente il legno - vengono utilizzati anche per la **lavorazione dei pannelli** di Plastiz, in particolare per la rifinitura e il taglio.

Per ottenere una **finitura lucida**, il pannello viene levigato con una **levigatrice orbitale**, la quale può avere grane diverse e permettere anche la **satina**.

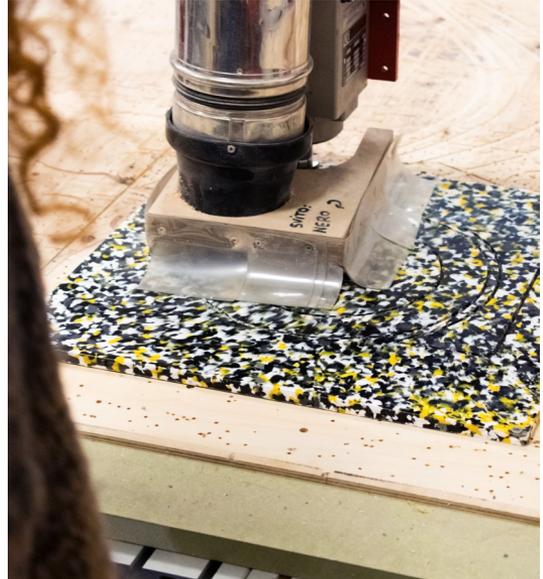
Per ottenere, invece, una finitura opaca e "soft touch", il pannello può essere piattato (se di dimensioni ridotte) o può subire una lavorazione di **rettifica**⁷⁸ effettuata con la fresatrice a controllo numerico (CNC).

Inoltre, la **fresatrice CNC** viene utilizzata per operazioni di taglio e incisione del pannello che richiedono particolare **precisione** e prevedono **tracciati curvilinei o forme scavate e incisioni**. Adoperare questo macchinario prevede **costi molto alti** da tenere in considerazione in fase di progettazione. Prodotti più semplici possono, infatti, essere ottenuti con altri macchinari quali la squadratrice, la fresatrice da banco e la troncatrice.

⁷⁸ La rettifica consiste nell'asportazione di un sottilissimo strato superficiale del pannello attraverso l'uso di una fresa apposita.



Lucidatura del pannello con levigatrice orbitale



Operazione di taglio con la fresatrice CNC



Taglio del pannello con la squadratrice



Operazione di rettifica con la fresatrice CNC



Esempi di pannelli tagliati e incisi con la fresatrice CNC

Ancor prima di trattare più nel dettaglio la produzione e la lavorazione dei pannelli, è necessario parlare dell'**origine della materia prima**.

In realtà, si tratta di **materia prima-seconda**, perciò derivante da scarti di produzione e da rifiuti plastici. Proprio in relazione ai rifiuti, Plastiz se li procura secondo diverse modalità:

- **Acquisto di materia plastica riciclata industrialmente da riciclatori convenzionati** (imprese specializzate dotate di processi industriali finalizzati a trasformare un rifiuto in plastica in materia da reintegrare in nuovi sistemi produttivi). In questo caso, il **materiale** giunge in laboratorio **pronto all'uso**, ovvero precedentemente selezionato (per polimero e colore), triturato e lavato.
- **Fabbriche e aziende che lavorano le materie plastiche producendo scarti industriali che non riescono a reintrodurre nei loro processi, donano** questi ultimi a Plastiz in modo che possa **sperimentare e appurare se le loro caratteristiche si prestano** alla sua tecnica di riciclo alternativa. In questo caso, il materiale viene consegnato ancora nella sua forma originaria; **necessita quindi di essere triturato** nella maggior parte dei casi, ma la tipologia di polimero viene resa nota in precedenza, evitando così di operare una selezione manuale.
- **Raccolta di rifiuti plastici post-consumo, ovvero imballaggi e altri tipi di oggetti in plastica precedentemente utilizzati** per la loro funzione primaria e destinati ad essere gettati dai loro consumatori. Questa tipologia di materiale **non può** però, **essere definito "rifiuto"** e, per questo motivo, **non può essere acquistato**; per cui la sua procedura di acquisizione prevede una **donazione da parte dei singoli consumatori o dalle associazioni** che si occupano della raccolta domestica. Spesso è **la stessa Plastiz** ad impegnarsi nel collezionare contenitori, flaconi, bottigliette e tappi in maniera autonoma e, una volta raggiunta una certa quantità, **seleziona e tritura il materiale** in modo da poterlo lavorare nuovamente. Di fatto, la maggior parte di questo materiale deriva da packaging in plastica, quindi **molto spesso si tratta di HDPE, LDPE e PET**.

Questa ultima **modalità** riprende il sistema di approvvigionamento di Precious Plastic, ma risulta anche essere la **più complessa** da realizzare. Le cause riguardano principalmente l'eterogeneità del materiale che viene donato, il quale richiede sempre di essere controllato, pulito e selezionato; tutte operazioni da compiere manualmente e che richiedono una grande quantità di tempo e personale che se ne occupa. Data l'eterogeneità dei rifiuti, anche materiale appartenente alla stessa tipologia di polimero potrebbe presentare diverse caratteristiche a causa degli eventuali additivi che contiene e che ne modificano il comportamento.

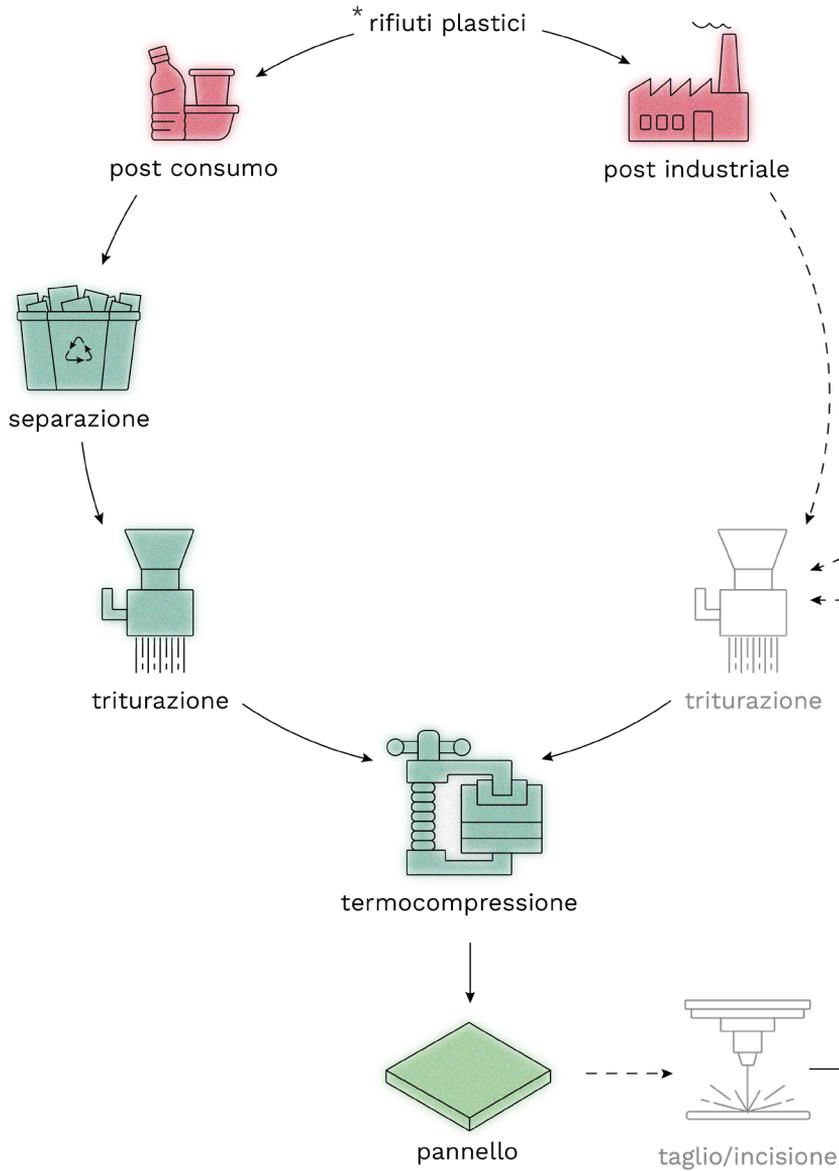
Da queste considerazioni si può, quindi, comprendere quanta **influenza** possa avere l'origine **del materiale sulla qualità del semilavorato** che lo conterrà.

Inoltre, Plastiz persegue severamente la volontà di riciclare i vari polimeri separatamente e, perciò, di produrre **semilavorati monopolimerici 100% riciclati e 100% riciclabili**. In questo modo ogni manufatto potrà essere riconsegnato alla start-up una volta terminato il suo utilizzo a causa del danneggiamento eccessivo e potrà essere nuovamente triturato e utilizzato per la produzione di nuovi pannelli.

Così come il materiale, anche **i macchinari** incidono fortemente sulla buona riuscita dei semilavorati e **rivestono un ruolo centrale all'interno del sistema produttivo di Plastiz**. Per quanto riguarda la loro realizzazione, i modelli open source forniti da Precious Plastic sono stati essenziali, soprattutto per l'iniziativa Beautiful Precious Plastic, la quale ha dato inizio all'attività; per questa occasione sono stati, infatti, realizzati i primi macchinari per la prototipazione e i workshop mostrati nel paragrafo precedente.

Da quel momento ad oggi, si è deciso di **abbandonare lo sviluppo dei macchinari per l'estrusione** e si sono indirizzati tutti gli sforzi alla **realizzazione di una pressa a caldo** capace di produrre pannelli **di grandi dimensioni** (250 x 125 cm) che si prestano ad un maggior numero di applicazioni. Esattamente come la pressa a caldo in versione PRO di Precious Plastic, anche quella di Plastiz è di recente creazione e **presenta ancora diverse problematiche**; tra queste la difficoltà nel raggiungere e mantenere la stessa temperatura in ogni punto della lastra riscaldata e la mancanza di una pressa a freddo che obbliga ad attuare il raffreddamento all'interno della stessa pressa a caldo, dilatandone i tempi.

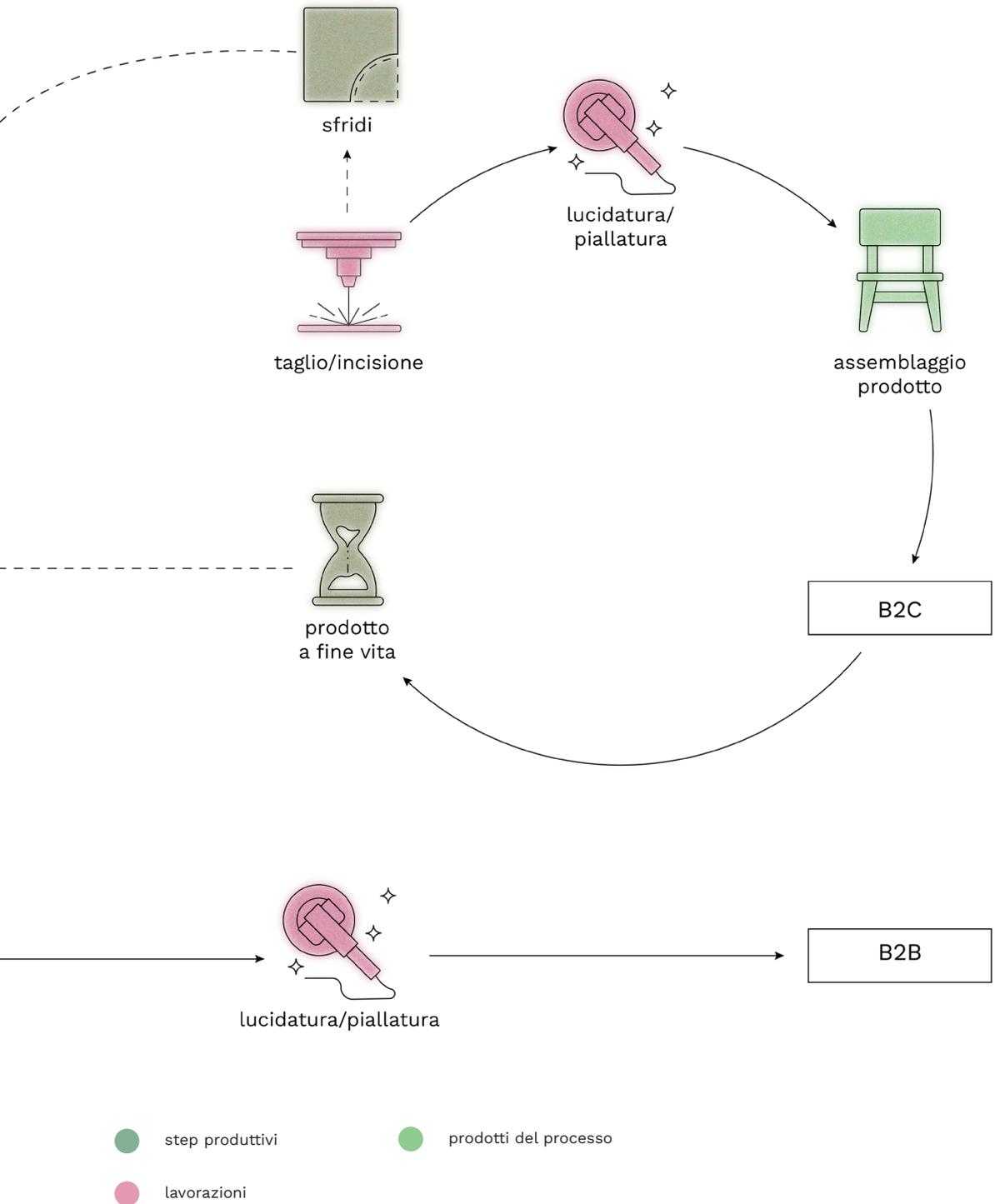
* Il quantitativo totale di plastica acquistata e riciclata in un anno da Plastiz è pari a 6000 kg, di cui 5000 kg sono stati acquistati come materiale obsoleto direttamente dalle aziende produttrici.



- > collegamenti tra le fasi produttive principali e necessarie
- - -> collegamenti con le fasi produttive secondarie, non sempre necessarie

- fonti di approvvigionamento
- fonti di recupero materiale

* Schema del sistema produttivo di Plastiz



a. TRITURAZIONE

Si tratta della prima fase del processo di produzione del pannello, ma non risulta sempre necessario (come raffigurato nello schema precedente). Di fatto, la plastica pervenuta da Plastiz deve essere tritata solo se arriva ancora sotto forma del prodotto che costituisce. Questo avviene sempre nel caso di **plastica post-consumo** e talvolta anche quando si tratta di **scarti post-industriali**; questi possono essere consegnati alla start-up ancora come **prodotti integri**, soprattutto quando si tratta di **lotti invenduti o invendibili** e, in generale, prodotti non trattati da riciclatori.

Al contrario, il materiale che arriva già sotto forma di **focchi o pellet** è stato precedentemente **tritato e ri-estruso dall'azienda produttrice o da impianti di riciclo**.

Per macinare la plastica, Plastiz utilizza due tritatori: **il primo ("a pedali")** viene utilizzato per lo più a **scopo educativo** durante workshop e dimostrazioni, il secondo è un **mulino per la macinazione della plastica simile a quelli industriali, ma in scala ridotta** e in grado di tritare plastiche più rigide e pezzi di dimensioni maggiori, per cui viene utilizzato per la **normale produzione del tritato** con cui formare i pannelli.



Tritatore "a pedali" in funzione



Esempio di mulino per tritare la plastica simile a quello di Plastiz (quello reale non si può essere fotografato).

b. TERMOCOMPRESSIONE

Questa fase consiste nel versare la giusta quantità di tritato all'interno del frame selezionato per la produzione del pannello, in base alla grandezza e allo spessore desiderati. In seguito, il tritato all'interno del frame viene inserito tra due lastre metalliche antiaderenti e il tutto viene "informato" nella pressa a caldo portata a temperatura (varia in base al polimero e viene controllata da un monitor programmato). Al suo interno, il **"sandwich lastra-tritato-frame-lastra"** viene compresso con una leva e, man mano, che il polimero fonde, il volume del tritato diminuisce fino ad entrare completamente nel frame. Di fatto la leva comprime il pannello fino allo spessore desiderato definito dallo spessore del frame metallico.

Una volta che il tritato è completamente fuso, il "sandwich" viene estratto dal forno e inserito nella pressa a freddo fino a che non risulta maneggevole a mani nude.

Con questa pressa a caldo è possibile produrre pannelli della **dimensione massima di 40x40 cm.**



Il tritato viene versato nel frame metallico.



La compressione del pannello nella pressa a caldo viene monitorata da una dipendente.

c. COMPRESSIONE a FREDDO

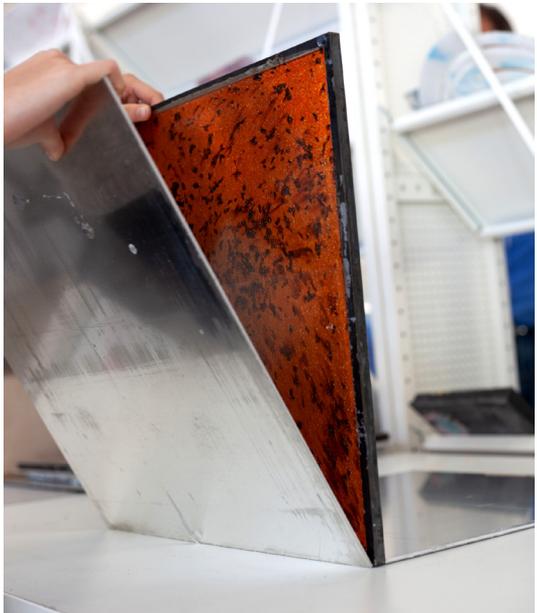
Il pannello, in seguito a termocompressione, viene inserito nella pressa a freddo in modo da **mantenere la complanarità**. Il suo funzionamento è semplice e simile a quello della pressa a caldo, infatti vi è una leva che permette di **comprimere il pannello tra due superfici fino a completo raffreddamento**.

Trascorso il **tempo necessario (circa 60 minuti)**, il sandwich viene estratto e le lastre metalliche in cui è contenuto il pannello vengono rimosse con l'aiuto di piccole spatole, così come il frame.

Il semilavorato presenta quasi sempre delle bave di plastica fusa e **alcune piccole irregolarità rimovibili con un taglierino o con le lavorazioni di rifinitura** quali lucidatura, piattatura o taglio.



Pressa a freddo in cui viene inserito il pannello dopo la cottura nella pressa a caldo piccola.



Estrazione del pannello dalle lastre e dal frame metallico

d. PRODUZIONE dei PANNELLI da 250 x 125 cm

I pannelli più grandi di 40 x 40 cm devono essere prodotti tramite la termocompressione nella **pressa a caldo recentemente progettata e costruita ad hoc dal team esecutivo di Plastiz**.

Il suo funzionamento riflette quello della pressa a caldo più piccola, ma **il tritato viene versato direttamente nella piastra inferiore** del macchinario, **così da non dover spostare un frame di grandi dimensioni** che richiederebbe la manodopera di due persone.

Non esiste ancora una pressa a freddo di dimensione 250 x 125 cm, **perciò i pannelli grandi vengono fatti raffreddare all'interno della pressa a caldo**. Considerando le temperature raggiunte durante la fusione, **bisogna considerare anche il tempo di raffreddamento del macchinario insieme a quello del pannello**.



Pressa a caldo per la realizzazione di pannelli grandi (250 x 125 cm)



Preparazione di un pannello direttamente sulla lastra riscaldata della pressa a caldo grande.

Utilizzando i macchinari sopra descritti, Plastiz riesce, quindi, a realizzare una gamma di pannelli di diverse dimensioni e spessori.

La pressa a caldo più piccola ha prodotto la maggior parte dei pannelli realizzati fin'ora, i quali possono avere **dimensioni standard: 29x21 cm e 40x40 cm con spessori da 0,5 a 3 cm**. Lo spessore dipende dai frame metallici nel quale vengono adagiati i trucioli di plastica prima di essere fusi. Lo stesso avviene per la produzione dei pannelli di dimensioni **250x125 cm nella pressa a caldo grande**.

Da qui la proposta di **tre diverse collezioni di pannelli**:

Premium

Prodotta a partire dai **polimeri termoplastici più comuni**, ovvero HDPE, PS, SAN, PMMA e PET-G. Per questo motivo, la collezione è **sempre disponibile** per essere ordinata in differenti spessori e garantita in termini di qualità. Nonostante la replicabilità del pattern, **ogni pannello risulterà unico** a causa delle tecniche produttive artigianali e delle differenze nelle varie forniture.

Custom

Superfici dedicate ai **progetti di collaborazione con partner e clienti**, realizzate a partire dai loro materiali o per soddisfare specifiche esigenze estetiche.

Insane

Sono frutto dell'**attività di ricerca** svolta da Plastiz, condotta testando nuovi materiali, processi produttivi e sperimentando la termocompressione su plastiche nuove.

Di seguito una presentazione dei vari **pannelli prodotti fin'ora** distinti nelle categorie sopra elencate e per tipologia di polimero, accoppiato ad una sintetica scheda tecnica delle sue principali proprietà rilevanti per la produzione del semilavorato e per le sue eventuali future applicazioni.

Seguono alcune immagini dei **prodotti** che Plastiz ha realizzato per testare le possibilità dei pannelli e per offrire una linea di oggetti finiti e creati in collaborazione con Izmade, in modo da poterli **proporre al B2C in parallelo alla vendita dei semilavorati al B2B**.

PREMIUM - HDPE

Il polietilene ad alta densità utilizzato da Plastiz proviene principalmente da materiale plastico post-consumo, in particolare tappi di bottiglie e flaconi di vario tipo. Un'altra fonte deriva dagli scarti industriali della produzione di tubature.

PROPRIETÀ FISICHE

Densità [g/cc].....0.937-1.06

PROPRIETÀ TERMICHE

Temperatura di rammollimento (C°).....74.0-134

Conducibilità termica (W/m-K).....0.288-0.480

PROPRIETÀ MECCANICHE

Durezza, Rockwell R.....60.0-70.0

Modulo elastico [GPa].....0.655-1.10

Resistenza ad impatto, Notched [J/cm].....5.30-7.50

Carnevale



Punti di vari colori immersi in un background bianco creano un pattern vivace e giocoso.

Sanremo



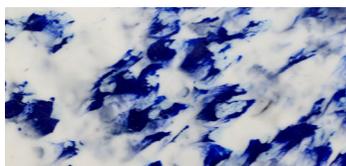
HDPE nero, bianco, giallo, verde e rosso accostati in diverse quantità, creano un pattern floreale.

Pongo



Dei pois neri macchiano il pannello bianco come il manto di un cane dalmata, da cui il nome.

Esempi di pattern CUSTOM - HDPE



PREMIUM - PS

Il polistirene utilizzato da Plastiz proviene da produzioni industriali o prodotti di consumo. Alcuni pannelli della collezione sono creati dalle posate usa e getta, dagli stand di dolci e dalle bobine.

PROPRIETÀ FISICHE

Densità [g/cc].....0.0130-118

PROPRIETÀ TERMICHE

Temperatura di rammollimento (C°).....70.0-108

Conducibilità termica (W/m-K).....0.17

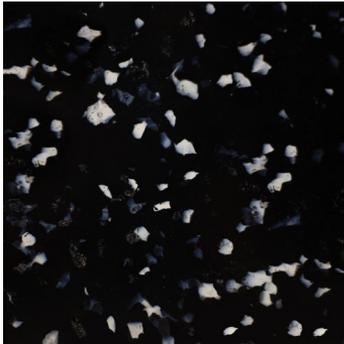
PROPRIETÀ MECCANICHE

Durezza, Rockwell R.....71.0-120

Modulo elastico [GPa].....0.303-3.55

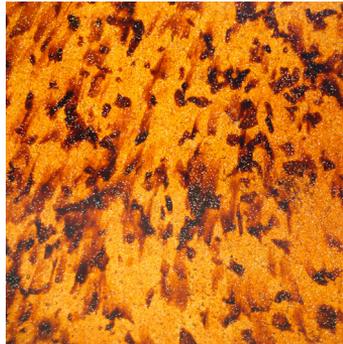
Resistenza ad impatto, Notched [J/cm].....0.107-2.14

Marquinia



Un pattern simil Terrazzo bicolore dato dal mix di PS nero (in maggiore quantità) e bianco opaco.

Caretta



Dalle confezioni di *Ferrero Rocher* nasce un tritato eterogeneo di PS arancio, marrone, trasparente e glitterato che ricorda il tartarugato tipico degli oggetti in celluloido.

Pop Corn



Il tritato di posate e bicchieri in PS bianco opaco e trasparente dà vita a questo pattern monocromo e sobrio.

Ribes



Al PS trasparente vengono aggiunti dei trucioli rosso acceso che ricordano le bacche di ribes.

Girino



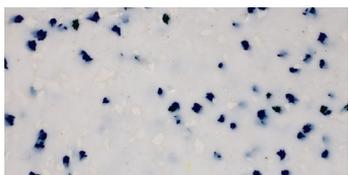
Molto simile a Ribes, ma con trucioli neri che sembrano girini che nuotano in uno stagno.

Etna



Aumentano la percentuale di PS nero rispetto al trasparente si ottiene questo pattern "scavato", simile ad una roccia lavica.

Esempi di pattern CUSTOM - PS



PREMIUM - PMMA

Il PMMA riciclato da Plastiz deriva dagli scarti di produzione dei fanali dei veicoli; essendo questi di colori diversi che spaziano tra il giallo e il rosso, l'unico pannello prodotto con questo materiale presenta nuance diverse a seconda della fornitura.

PROPRIETÀ FISICHE

Densità [g/cc].....0.700-1.30

PROPRIETÀ TERMICHE

Temperatura di rammollimento (C°).....58.3-119

Conducibilità termica (W/m-K).....0.187-0.216

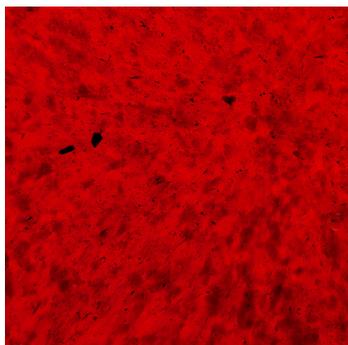
PROPRIETÀ MECCANICHE

Durezza, Rockwell R.....69

Modulo elastico [GPa].....0.950-3.79

Resistenza ad impatto, Notched [J/cm].....0.118-1.47

Crash



PMMA rosso e trasparente con particelle più scure che conferiscono al pannello un aspetto elegante, nonostante il colore acceso.

PREMIUM - SAN

Lo StiroloAcriloNitrile è il copolimero acrilonitrile-stirene, anche noto come SAN. È largamente utilizzato come sostituto del Polistirene quando è necessaria una migliore resistenza termica.

Il SAN utilizzato da Plastiz proviene dagli scarti di un processo di stampaggio ad iniezione, dove il polimero è impiegato per la produzione di contenitori trasparenti.

PROPRIETÀ FISICHE

Densità [g/cc].....1.07-1.08

PROPRIETÀ TERMICHE

Temperatura di rammollimento (C°).....99.0-111

Conducibilità termica (W/m-K).....0.17

PROPRIETÀ MECCANICHE

Durezza, Rockwell R.....70.0-125

Modulo elastico [GPa].....3.17-4.71

Resistenza ad impatto, Notched [J/cm].....0.107-0.294

Fumè



Trasparente e grigio, questo pannello ricorda il vetro fumè molto utilizzato negli arredi tipici degli anni '70.

PREMIUM - PET-G

Il poliestere modificato con glicole (G), è una termoplastica che può essere riciclata al 100%, con la stessa composizione chimica del polietilene tereftalato (PET). Il glicole viene aggiunto per rendere la plastica più resistente e durevole. Plastiz utilizza PET-G comunemente impiegato nella produzione di contenitori trasparenti e unisce del master * colorato per dare l'effetto impressionista del pannello che realizza.

PROPRIETÀ FISICHE

Densità [g/cc].....118-133

PROPRIETÀ TERMICHE

Temperatura di rammollimento (C°).....70.0-85.0

Conducibilità termica (W/m-K).....0.162-0.255

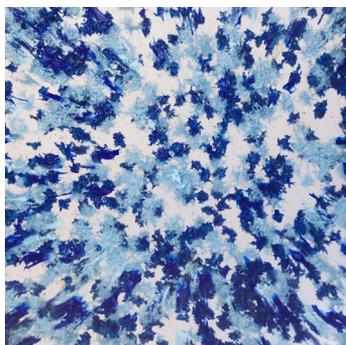
PROPRIETÀ MECCANICHE

Durezza, Rockwell R.....104-119

Modulo elastico [GPa].....110-20.3

Resistenza ad impatto, Notched [J/cm].....0.267-5340

Monet



I colori azzurro e blu immersi nel PET-G trasparente si deformano leggermente dando forma ad un pattern che ricorda gli specchi d'acqua nei dipinti impressionisti.

* Il **master** consiste in piccoli granuli di mix polimerico che contiene una **percentuale di pigmento di molto superiore a quella di un polimero**. Di fatto, tutti i polimeri termoplastici hanno una pigmentazione naturale simile al color latte, perciò devono sempre essere colorati con coloranti durante il loro processo di produzione (prima dell'estrusione). Di conseguenza, il master è un vero e proprio **additivo quasi sempre necessario**; in alcuni casi viene utilizzato solo come colorante, in altri casi solo additivo e in altri ancora come entrambi.

Si tratta di **materiale vergine** che non può in alcun modo derivare da processi di recupero e riciclaggio, ma Plastiz lo utilizza in quanto **non influente sulla riciclabilità del semilavorato**, perciò solo come colorante.

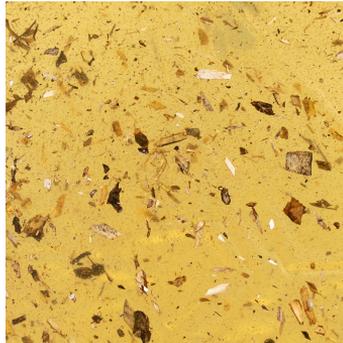
BIOPLASTICA

I seguenti pannelli in bioplastica realizzati da Plastiz sono composti di PLA prodotto dall'azienda EarthBi a partire da scarti di canna da zucchero e scarti derivanti dalla lavorazione del legno all'interno dell'Izlab di Izmade.

I due pannelli presentanti qui sotto sono frutto di un processo di collaborazione e sperimentazione, ma sono già stati utilizzati nella realizzazione di alcuni arredi.



La matrice polimerica è in PLA ricavato da scarti di canna da zucchero in cui vengono immersi frammenti di legni recuperati da Izmade.



Le materie prime di questo pannello sono bioplastica mischiata a cippato artigianale proveniente da rifiuti delle attività di giardinaggio.

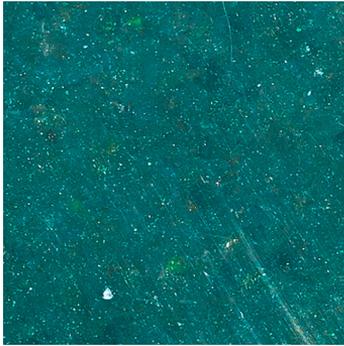


Tavoli *Autunno* con top realizzato con pannelli grandi (250 x 125 cm) in bioplastica tagliati, lucidati e fissati ad una struttura in ferro verniciato. L'operazione di lucidatura di questo pannello è sperimentale e prevede di passare velocemente la fiamma ossidrica sulla superficie, in modo da fonderla leggermente ed eliminare le imperfezioni.

INSANE - Sperimentazioni con plastiche di varie origini

I pannelli presentati sono solo alcuni output della serie di sperimentazioni effettuate con materiale proposto a Plastiz da aziende ed esterni.

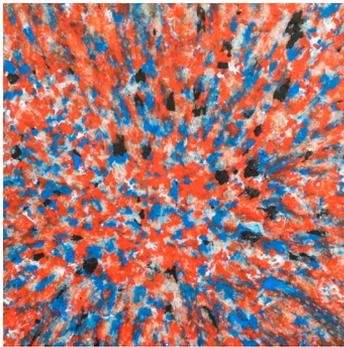
È proprio questa collezione a guidare la ricerca interna alla start-up e a stimolare l'ideazione e la realizzazione di nuovi pannelli e prodotti dalle caratteristiche estetiche e applicative diverse e nuove.



Da un progetto di tesi nasce questo pannello realizzato con reti da pesca in Nylon verde smeraldo.



Le venature aranciate di questo finito marmo sono date da frammenti di ciotole per microonde usa-e-getta utilizzate dal personale.



Questo pannello è realizzato TPU (poliuretano termoplastico) derivante da tubi per l'irrigazione. Molto particolare in quanto flessibile.



Pannello realizzato con vecchi CD tritati. La texture brillante è in grado di riflettere la luce come uno specchio.



Sedia Donostia realizzata con il pannello Girino leggermente curvato a caldo per lo schienale.



Lampadario UFO realizzato con il pannello Sanremo. Paralume ricavato semplicemente tagliando un cerchio.



Serie di sei lightbox componibili create con pannelli realizzati su misura per l'evento TODays Festival. I pannelli sono stati tagliati a CNC per ricavare le lettere e assemblati in scatole di legno prodotte da Izmade.





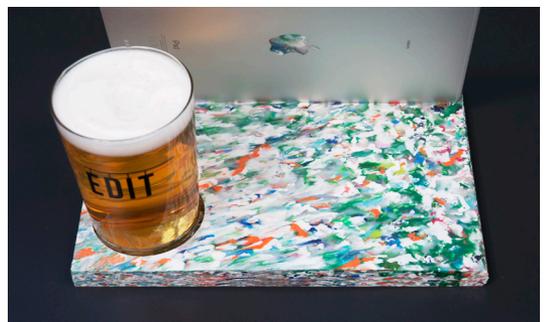
Montatura per occhiali ricavata tagliando il pannello a CNC e successivamente assemblata con viti.



Vaso portafiori realizzato scavando un foro non passante in un pannello spesso 5 cm.



Tavolino da caffè con ripiano-vassoio realizzato con il pannello Monet. La struttura è in ferro verniciato bianco.



Supporto per tablet e porta-bevande realizzato con un pannello custom in HDPE.

5.4 Panorama competitivo

Trattandosi Plastiz di una start-up, quindi di un'**attività in uno stato di sviluppo crescente**, è importante collocarla all'interno del panorama competitivo.

Con panorama competitivo si intende l'insieme di realtà che, come Plastiz, intendono trarre profitto dalla produzione di semilavorati e prodotti in plastica riciclata e riciclabile nell'ambito della progettazione di prodotti di vario genere e arredi, rivolgendosi al B2B e al B2C e attuando collaborazioni con altri brand.

Le attività che è opportuno considerare sono quelle che Plastiz osserva da tempo come competitors in territorio Europeo. Data la natura innovativa e relativamente recente di queste realtà, quelle che Plastiz definisce suoi competitors sono solo quattro:

- **Smile Plastics**
Micro-fabbrica britannica citata nel capitolo precedente in qualità di pioniere nel settore.
- **The Good Plastic Company**
Attività di produzione di pannelli con sede principale ad Amsterdam, ma avente filiali in altri Paesi europei.
- **Le Pavé**
Impresa francese specializzata nel recupero e riciclo di plastica da scarti e rifiuti dell'edilizia.
- **Plasticiet**
Realtà ancora emergente e di piccola estensione, ma con grandi potenzialità e sviluppi tecnici da osservare attentamente.

Al di fuori della categoria dei competitors, ma molto vicina a Plastiz, vi è **Ecopixel**, azienda lombarda attiva da diversi anni e che rappresenta una delle attività di riciclo di rifiuti plastici nel design più importanti in Italia. Esistono diversi motivi per cui questa azienda **non viene considerata diretta rivale**, primo fra tutti il fatto che **non vende pannelli** e altri semilavorati, ma solo prodotti finiti e, in secondo luogo, è una **realtà più grande e affermata di Plastiz**.

Per quanto concerne i competitors, anche queste realtà presentano un modello di business e un sistema produttivo che fa riferimento a quello proposto da Precious Plastic -o nel caso di Smile Plastics, lo precede -; tutte si occupano di raccogliere o ottenere materia plastica da rifiuti, riciclata o End of Waste per poterla tritare e lavorare con macchinari auto-prodotti che rappresentano la conoscenza e le abilità specifiche alla base del loro vantaggio competitivo. Esistono però delle sostanziali differenze fra l'una e l'altra che è possibile indagare in maniera più dettagliata nelle pagine che seguono.

È stata, infatti, realizzata una sorta di schedatura dei competitors di Plastiz in modo da poter operare un confronto su più livelli e **comprendere quali e di che tipo siano le zone grigie** che Plastiz necessita ancora di sviluppare o esplorare per crescere.

Trattandosi di Plastiz di una startup che produce e vende prevalentemente pannelli, il primo parametro di confronto tra i competitors riguarda le **caratteristiche e le peculiarità dei pannelli**, per cui si possono notare differenze nelle tipologie di polimero utilizzate, nelle loro origini e nel modo in cui vengono lavorati. A seguire gli ambiti di progettazione ed eventuali sperimentazioni particolari rilevanti dal punto di vista tecnico.

È stato anche possibile **visionare e toccare alcuni samples** dei pannelli prodotti da Smile Plastics, The Good Plastic Company e Le Pavé, il che ha permesso di ottenere maggiori informazioni sulle caratteristiche estetiche dei semilavorati.

Noti questi elementi, è possibile iniziare a definire la posizione di Plastiz all'interno del panorama competitivo, sebbene non si tratti di dati quantitativi da poter confrontare matematicamente. Di fatto, la seguente analisi è finalizzata ad approfondire le caratteristiche e la conoscenza di Plastiz tramite il paragone con altre attività simili in modo da **raccogliere informazioni propedeutiche alla progettazione** con i suoi pannelli.

CATALOGO PANNELLI

Alba



Charcoal



Kaleido



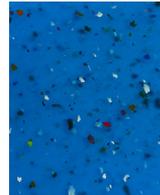
Spectra



Cosmos



Ocean



Grey Mist



Black Dapple



Blue Dapple



Esempi di pannelli CUSTOM



SISTEMA di RICICLO e PRODUZIONE

Smile Plastics è nel settore dagli anni '90, perciò ha avuto il tempo di sviluppare macchinari e metodologie produttive in grado di produrre pannelli di **ottima qualità**, nonostante la volontà di mantenere una **piccola produzione** e l'**artigianalità** (nella creazione dei pattern), per cui **ogni pannello risulta unico**. Non vengono resi noti i macchinari utilizzati, ma si presume che il funzionamento di base sia simile a quello dei macchinari di Precious Plastic.

PATTERN

I pattern proposti nella collezione Classic (ovvero ripetibili) sono 9, tutti molto vari sia nei colori che nell'opacità e nella texture. I pannelli trasparenti (Spectra e Ocean) presentano delle particelle di colore che sembrano fluttuare e creano un effetto tridimensionale. L'effetto dei Dapple ricorda invece il marmo, sia inversione blu, sia nera.

POLIMERI TRATTATI

rHDPE, rHIPS, rPET, PS

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Vasetti di yogurt, altre confezioni per il cibo usa-e-getta, bottiglie di plastica riciclate, taglieri e packaging di diverso tipo. Perciò i rifiuti sono quasi interamente post-consumo

DIMENSIONI

Supersize: 300cm x 120cm
Large: 200cm x 100cm
Mid: 120cm x 100cm
Tavole: 100cm x 20cm and 200cm x 20cm
Small: 50cm x 50cm

Spessori: 5mm, 12mm, 20mm

Anche **pannelli su misura**

LAVORAZIONI e SERVIZI

Taglio/foratura con fresa CNC 3 assi
Taglio a sega circolare
Finitura e assemblaggio di parti
Finitura spigoli a mano

Sconsigliato il taglio laser

Servizio di **Buy-Back** per cui si possono riportare in laboratorio i prodotti comprati e danneggiati o non più utilizzabili e riusarli come materia prima da tritare, in un'ottica **zero waste**.

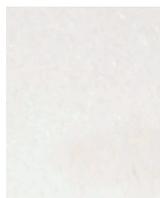
APPLICAZIONI e COLLABORAZIONI

L'attività include anche servizi di progettazione per il prodotto, gli interni, il retail e l'hospitality.



CATALOGO PANNELLI

Vintage Pearl



Timeless duo



Dark Knight



Maldives



Emerald Ghost



Sapphire Terrazzo



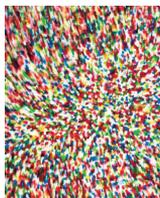
Pure Gray



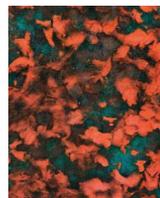
Salt Dune



Juicy Lollipop



Esempi di pannelli CUSTOM



SISTEMA di RICICLO e PRODUZIONE

I **macchinari** utilizzati sono stati **ideati e realizzati internamente** da un team di ingegneri, per cui protetti da brevetto. Considerando la presenza di più filiali, si presume che i macchinari siano stati sviluppati per garantire una **produzione medio-grande**.

POLIMERI TRATTATI

PS/HIPS, PP, PC, LDPE, HDPE, PETG, PMMA, ABS, PE e PP mischiati (riciclo compatibile).

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Il **materiale** deriva nella maggior parte dei casi da frigoriferi, elettrodomestici e oggetti elettronici con scocche in plastica, posateria e bobine colorate; perciò l'origine è **post-consumo e post-industriale**.

LAVORAZIONI e SERVIZI

Non vengono offerti servizi di taglio, incisione, assemblaggio di prodotti finiti. Si garantisce però la lavorabilità dei pannelli con la fresatrice CNC e altri utensili e macchinari per la lavorazione del legno.

PATTERN

I **pattern** ripetibili sono 9, generalmente **monocromi e sobri**, che ricordano **texture naturali e dense** come il Terrazzo e la pietra, ad eccezione di Juicy Lollipop. Non ci sono pannelli completamente trasparenti e hanno una finitura generalmente opaca. Vengono anche prodotti **pannelli con pattern custom**, spesso frutto di collaborazioni e molto più vari nei colori e nelle texture.

DIMENSIONI

Standard: 100x100 cm

Spessori:

10mm, 15mm, 20mm
da 5 a 40mm su richiesta

APPLICAZIONI e COLLABORAZIONI

Design del prodotto, produzione di mobili, interior design, architettura e edilizia, oltre a progetti di retail per store Adidas e Nike.



CATALOGO PANNELLI

White



Mineral



Flake



SISTEMA di RICICLO e PRODUZIONE

Le Pavé si occupa di identificare dei depositi di rifiuti plastici in Francia e di raccogliarli per poterli tritare e lavorare per formare dei pannelli con i macchinari sviluppati internamente all'azienda.

PATTERN

Vengono offerti **solo 3 pattern**, **tutti con base bianca** e piccole particelle che possono essere trasparenti, nere o multicolor. La produzione è, quindi, molto concentrata, ma garantisce un'alta qualità e la possibilità per il cliente di **customizzare la texture** nella maniera che preferisce.

POLIMERI TRATTATI solo HDPE

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Post-industriale, nel caso di materiali di scarto derivanti dalla produzione di cosmetici e **post-consumo** nel caso di tappi di bottiglie e alcuni contenitori e involucri. In entrambi i casi, i rifiuti provengono dal territorio francese.

DIMENSIONI

90 x 90cm
140 x 140 cm

Spessori:
8mm, 12mm, 15mm, 19mm

LAVORAZIONI e SERVIZI

Non vengono offerti servizi di taglio, incisione, assemblaggio di prodotti finiti. Si garantisce però la lavorabilità dei pannelli con la fresatrice CNC e altri utensili e macchinari per la lavorazione del legno.

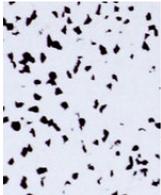
APPLICAZIONI e COLLABORAZIONI

Il materiale Le Pavé risulta ideale per rivestimenti, anche verticali, e creazione di piani per arredi come tavoli, armadi e banconi. Le applicazioni per l'arredo sono comunque molto varie e la stessa azienda ha realizzato progetti di product design, interior design, arredo urbano e per il pubblico. L'impermeabilità dei pannelli li rende adatti ad applicazioni in ambienti umidi quali i bagni e le docce, per il loro rivestimento.

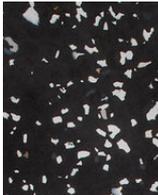


CATALOGO PANNELLI

Blizzard 2.0



Black Rock



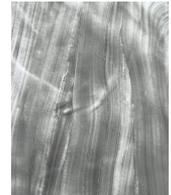
Chocolate Factory Ivory



Rhinestone



Mother Pearl



SISTEMA di RICICLO e PRODUZIONE

Plasticiet, fondato da due designer interessati alla produzione sostenibile, è un laboratorio con macchinari da loro progettati in modo da riciclare grosse quantità di rifiuti plastici. Si ipotizza che il processo di riciclo sia simile a quello operato dalle realtà sopra elencate.

PATTERN

I pattern disponibili per essere ripetuti sono 5, molto diversi tra loro e tutti colorati o simil Terrazzo. In particolare il *Rhinestone* presenta un pattern a grana molto grossa, differenziandosi in maniera particolare dagli altri. Viene offerta la possibilità di creare un pattern in collaborazione col cliente.

POLIMERI TRATTATI

PS e PC.

Il PC viene utilizzato per creare un pattern molto particolare che imita la madreperla, ottenuto ripiegando su sé stesso il materiale quando ancora caldo e modellabile.

ORIGINE della MATERIA PRIMA

Diversi rifiuti provengono dal Belgio. Alcuni pannelli vengono creati a partire da vecchi frigoriferi, altri da scarti di produzione, rifiuti domestici post-consumo e stampi per la produzione di cioccolatini.

DIMENSIONI

Standard: 80x80 cm

Gli spessori non vengono resi noti

LAVORAZIONI e SERVIZI

Non vengono offerti servizi di taglio, incisione, assemblaggio di prodotti finiti. Si garantisce però la lavorabilità dei pannelli con la fresatrice CNC e altri utensili e macchinari per la lavorazione del legno e del ferro, ponendo attenzione nella velocità di rotazione delle lame.

Il materiale madreperla risulta più suscettibile alle lavorazioni invasive come la lucidatura, per cui viene sconsigliata.

APPLICAZIONI e COLLABORAZIONI

I pannelli di Plasticiet sono stati spesso utilizzati per ambienti rivolti al pubblico quali store di accessori e abbigliamento e ristoranti o bar. Segue l'applicazione nell'arredo, in particolare nella produzione di sedute.

Le collaborazioni riguardano per lo più la progettazione condivisa con altri studi e designer, quali Bock Studio, Binnenbrand, Stooff, Reddeer, Studio Verter.



Ecopixel

<http://www.ecopixel.eu/index.html>

SISTEMA di RICICLO e PRODUZIONE

Stampaggio rotazionale dell'LDPE a 120°C.

Tecnologia pressurizzata: durante il suo processo di fusione, il materiale triturato viene pressato contro le pareti di un utensile cavo (molto simile al processo di soffiaggio) con un sistema di sovrappressione all'interno del prodotto. La pressione interna mantiene il materiale "come una forma gonfiata" pressato all'interno dell'utensile verso i lati fino a quando l'oggetto non si è completamente raffreddato.

POLIMERI TRATTATI

solo LDPE

APPLICAZIONI e COLLABORAZIONI

Chaise Longue con Alessandro Mendini, sgabelli, sedicchielli per spumante, lampade, portaoggetti, casse bluetooth, arredi per il bagno.

Diverse collaborazioni con Normann Copenhagen, Citadium, Supernovas e Odd Matter, Bloom, Wertevree, Tommy Hilfiger, Rossana Orlandi, WET Italia.



Azienda,
Claudio Milioto e Jan Puylaert,
Porto Valtravaglia (Varese, Italia),
2017

PATTERN

Ecopixel produce molti pattern diversi divisi in collezioni. Generalmente sono tutti molto colorati e caratterizzati da particelle di plastica che rimangono definite anche dopo la fusione e sembrano, appunto, dei pixel.

Per quanto riguarda i colori, la collezione *Pigmented Waste* viene colorata secondo le esigenze grazie all'u-

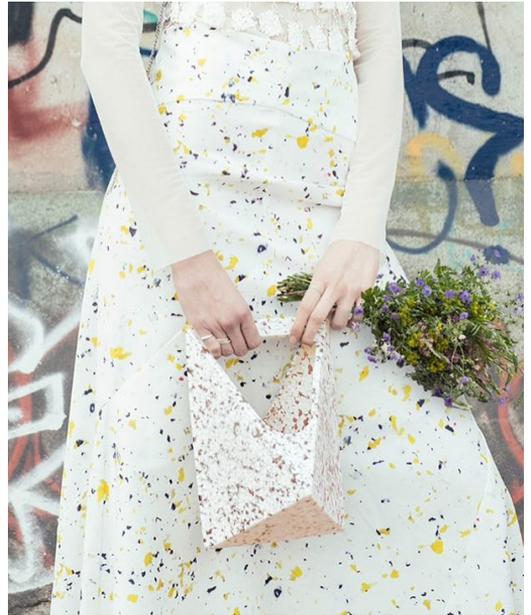
ORIGINE della MATERIA PRIMA

Generalmente si tratta di rifiuti e scarti plastici post-consumo e post-industriali, come buste della spesa, tappi di plastica, bottiglie.

PECULIARITÀ

Oltre al diverso **sistema di produzione basato sullo stampaggio rotazionale**, Ecopixel si differenzia dalle attività competitors di Plastiz perchè **non vende pannelli e altri semilavorati, bensì solo prodotti già finiti per il B2C**; motivo per cui **non attua ulteriori lavorazioni e non offre altri tipi di servizi aggiuntivi**.





5.5 Considerazioni

"ANZIANITÀ" e BACKGROUND

Le prime osservazioni riguardano l'entità delle imprese considerate e la loro esperienza nel settore, in termini temporali. **Smile Plastics**, come detto nei capitoli precedenti, ha iniziato a produrre pannelli in plastica riciclata nei **primi anni '90**, perciò risulta essere una realtà affermata che fonda le sue capacità attuali su diversi anni di ricerca e **sviluppo e affinamento delle tecniche di riciclo**. Le altre attività sono tutte nate fra il 2017 e il 2019, precedendo in ogni caso la nascita di Plastiz nel 2020. Riguardo il background di conoscenze e competenze, in tutti i casi si tratta di architetti, designer e designer-maker particolarmente orientati alla **sperimentazione di nuovi tipi di produzione sostenibile** nell'ambito della **progettazione di prodotti, arredi, edifici**.

POLIMERI e PANNELLI

Tenendo, quindi, a mente la maggiore anzianità ed esperienza di **Smile Plastics**, si può ragionare sull'insieme dei polimeri che ricicla e si può notare che, oltre all'HDPE e al PS più o meno trattati da tutti, l'impresa è **l'unica a lavorare** anche il **PET**, il quale necessita di temperature molto più alte degli altri polimeri termoplastici per essere fuso e formato. Dal punto di vista estetico e percettivo, i suoi pannelli presentano **pattern e finiture molto diverse** tra loro (opachi, traslucidi, trasparenti, marmorei, terrazzo) e risultano **particolarmente densi** rispetto ai pannelli competitors.

Al contrario, i pannelli di **The Good Plastic Company** sembrano essere i **più leggeri** a parità di dimensioni e spessori, infatti presentano **piccoli pori e bolle d'aria** al loro interno. Sono generalmente tutti **lisci e opachi** e i **pattern** sono **simili a quelli di materiali naturali** come la pietra e la sabbia. Per quanto riguarda l'assortimento di **polimeri utilizzati**, l'impresa ne tratta **molti diversi**, tra cui l'**ABS**, anch'esso particolarmente **difficile da riciclare**.

In maniera opposta, invece, **Le Pavé** si occupa di riciclare **solamente HDPE** e di produrre unicamente **3 varianti di pannello con pattern standard**, tutti opachi e prevalentemente bianchi con qualche accenno di colore. Probabilmente, queste scelte permettono all'azienda di **migliorare la qualità prestazionali dei semilavorati** in maniera più puntuale e accurata rispetto

ai competitors che trattano una vasta gamma di polimeri; infatti Le Pavé produce pannelli di **dimensioni standard più grandi**, adatti ad **applicazioni edili** e ad **ambienti esterni**. Inoltre sono molto densi e privi di porosità, il che li rende più resistenti. Anche la **finitura superficiale** sembra essere frutto di particolari attenzioni, infatti risulta particolarmente **piacevole al tatto**, come fosse soft-touch.

Anche **Ecopixel** si occupa solamente di riciclare **LDPE**, e nonostante non produca pannelli, si cimenta nella creazione di **moltissimi pattern e varianti colore diverse** (anche utilizzando il master), ma la particolare tecnica produttiva accomuna visivamente tutti i prodotti, in quanto caratterizzati da un motivo a **pois che rimangono definiti** anche dopo la fusione.

Infine **Plasticiet**, realtà molto piccola e giovane, tratta PS e PC producendo 5 varianti di pannello standard, tra cui il **pattern madreperla realizzato in PC** color argento **ripiegato più volte su sè stesso** quando riscaldato, in modo da creare le venature simili a quelle del materiale naturale. **Ciò che accomuna tutti i casi** è la **possibilità** che si concede a clienti e collaboratori **di richiedere** la creazione di **un pattern personalizzato**, il che incentiva le attività di ricerca e sviluppo interne.

AMBITI PROGETTUALI e DETTAGLI PRODUTTIVI

Come accennato precedentemente, tutte le imprese considerate si occupano prevalentemente di progettare e produrre oggetti per la casa, arredi per interni ed esterni, arredi per il retail, l'hospitality e arredo urbano, coerentemente all'analisi effettuata sullo stato dell'arte. Proprio per questo motivo risulta più utile ai fini progettuali guardare alle forme realizzate e alle tecniche produttive. Tutti, di fatto, utilizzano i pannelli come **rivestimenti** di superfici, dal **bagno**, alla **cucina** agli **esterni**; questo significa che il semilavorato deve essere in grado di **resistere all'umidità, agli agenti atmosferici e al calore di pentole e piatti caldi**. Lo stesso vale per i ripiani dei tavoli per ristoranti o per cucine domestiche. Dal punto di vista produttivo, molti sono gli oggetti creati proprio **a partire dal pannello, successivamente sagomato** per assumere la forma desiderata. Di questa categoria fa parte l'**arredo flat-pack**, che dimostra di essere un'**ottima soluzione**

progettuale, sia dal punto di vista della fattibilità, sia da quello della sostenibilità ambientale. Questa tipologia di soluzione tecnica si riscontra in alcuni arredi di **Le Pavè e Plasticiet**, relativamente **una sedia e uno sgabello composte da pezzi ricavati dal solo taglio del pannello e incastrate tra loro** per creare l'arredo.

Oltre al flat-pack, anche la **progettazione di sistemi modulari** (come le piastrelle autobloccanti) costituisce un'ottima via per realizzare **prodotti più complessi**, ma allo stesso tempo **adattabili ad diversi ambienti ed esigenze**. Così vengono realizzati separatori di ambienti, arredo urbano, espositori per il retail.

In genere per creare forme curve si utilizza la **fresa-trice CNC**, ma per tagli più semplici la **squadratrice** potrebbe essere sufficiente. Vengono, però, realizzati anche prodotti più complessi che richiedono l'utilizzo di stampi e, quindi, tecniche diverse rispetto a quella della termocompressione di Plastiz. **Ecopixel**, specializzato nella realizzazione di prodotti di diverso tipo, riesce appunto a **stampare molte forme diverse**, creando così lampade, casse bluetooth, **arredi continui che non necessitano di essere assemblati**. Nonostante lo stampaggio apra la strada ad una serie di forme molto più vasta, anche le lavorazioni effettuate sul pannello possono renderlo deformabile; questo si può curvare sottoponendolo nuovamente ad una fonte di calore e utilizzando una dima apposita oppure si **possono sperimentare tecniche tradizionalmente utilizzate per il legno**, come fa Le Pavé **intagliando il pannello** con tacche profonde 2/3 del suo spessore, in modo da mantenerlo integro ma **curvabile**.

Ritornando sulle proprietà estetiche del materiale ottenuto dalla plastica riciclata e dai semilavorati, risultano interessanti le applicazioni nell'**illuminazione**. I **pannelli trasparenti e traslucidi**, contenendo spesso piccoli frammenti che vanno a "sporcare" la texture, possono dare effetti ottici particolari se attraversati dalla luce e possono, perciò, colorarla e creare ombre che vanno a caratterizzare l'ambiente. In questo caso, la lavorazione del pannello deve **tenere conto del tipo di fonte luminosa** che si intende utilizzare e dell'eventuale **cablaggio**.

Oltre ad andare a formare prodotti monomaterici in plastica riciclata, i pannelli sono spesso **integrati in**

strutture di altri materiali (quali ferro e legno) in oggetti come tavoli, librerie, scaffali nei quali **il pannello costituisce il piano d'appoggio e l'altro materiale la struttura portante**. Per garantire la facile divisione dei due o più materiali è opportuno **progettare delle giunzioni o degli incastri reversibili**.

COLLABORAZIONI con ALTRI BRAND

La realizzazione di progetti in collaborazione con altri studi di design e altri brand appartenenti anche ad ambiti lontani caratterizza la possibilità di acquisire visibilità tramite la realizzazione di prodotti diversi e, quindi, l'opportunità di essere conosciuti da più persone. Dall'altro lato, **il brand che collabora** o che richiede il progetto **si mostra** come interessato e attivamente **impegnato nella produzione sostenibile**, stabilendo così la sua posizione riguardo le tematiche ambientali. Grandi brand quali **Adidas** e **Nike** hanno richiesto la realizzazione degli interni di alcuni store o anche centri sportivi e trofei, ma le collaborazioni possono essere fruttuose anche con realtà più piccole ed emergenti che intendono fin da subito essere rappresentati da store realizzati in maniera sostenibile. Perciò le collaborazioni riguardano spesso **l'ambito del retail**, ma anche **progetti per il pubblico e arredo urbano** che vedono **coinvolti comuni e città**.

La nascita di una collaborazione costituisce, quindi, un **buon metodo per acquisire visibilità** e, al tempo stesso, avere la possibilità di **sperimentare la creazione di nuovi prodotti** ed, eventualmente, aumentare la propria offerta. Particolarmente **vantaggiose** sono **collaborazioni fra laboratorio di riciclo e azienda dello stesso territorio**, che possono creare un **circolo virtuoso** riciclando una i rifiuti dell'altra attraverso un processo di **upcycling**.

APPUNTI PROPEDEUTICI AL PROGETTO

Nei capitoli precedenti si è svolta un'**indagine sul problema dell'inquinamento da rifiuti plastici volta a considerare l'approccio e il ruolo della progettazione** nella riduzione e nella risoluzione di tale problema.

Proseguendo nella ricerca, la **raccolta di casi studio** riguardanti sistemi di riciclo e produzione di oggetti in plastica riciclata alternativi alle modalità tradizionali ha condotto alla **comprensione**, man mano più approfondita, **delle opportunità offerte** da queste proposte innovative, così come l'evidenziazione di problematiche comuni riguardanti soprattutto i limiti tecnici dei polimeri e dei macchinari sviluppati per lavorarli.

Lo stretto contatto con Plastiz e le informazioni fornite dal **dialogo con il team** ed estrapolate dall'**osservazione diretta del workflow di produzione** dei pannelli hanno ulteriormente contribuito ad elaborare una serie di **ragionamenti propedeutici alla progettazione**.

Di fatto, Plastiz si rivolge al B2B con la vendita dei pannelli, ma anche al B2C con la vendita di prodotti e arredi lavorati e assemblati in laboratorio. Per il secondo caso è necessario tenere conto di diversi fattori in fase di progettazione, i quali vengono elencati e descritti nel dettaglio nelle pagine che seguono.

L'organizzazione delle informazioni tiene, infatti, conto dell'ordine con cui si succedono normalmente le fasi di sviluppo di un progetto, a partire dalla scelta dei materiali da impiegare per finire con il disegno delle forme e l'elaborazione di proposte di concept.

Concentrandosi, la tesi, sul sistema produttivo di Plastiz, i ragionamenti effettuati e le conclusioni tratte risultano essere una sorta di **manuale per l'utilizzo consapevole dei polimeri da riciclare e dei macchinari per produrre e lavorare i pannelli**, in modo da ottimizzare i risultati e guidare il processo progettuale attraverso i limiti e le possibilità del sistema. Dunque, le istruzioni riguardano in primo luogo **la scelta del polimero in funzione** delle forme che si vogliono ottenere e **della tipologia di oggetto** che si intende disegnare, rapportandole successivamente al **funzionamento delle presse a caldo e a freddo e dei macchinari utilizzati per il taglio e la rifinitura dei pannelli**, in modo da comprendere in quali casi sia più opportuno utilizzarli e come evitare un numero eccessivo di step produttivi.

6.1 Osservazioni sui polimeri

Trattandosi di una start-up che intende ridurre la quantità di rifiuti plastici, la fase di **scelta del materiale** è in qualche modo **determinata dalla disponibilità di un certo polimero** derivante dal consumo di beni o da scarti della produzione industriale. Per questo motivo, **i polimeri più disponibili** a livello di fornitura sono principalmente l'**HDPE** e il **PS**, non a caso i più utilizzati nella produzione di contenitori e imballaggi.

Proprio per la loro maggiore presenza nel laboratorio di Plastiz, **più della metà dei pannelli riproducibili vengono creati riciclando questi due polimeri**. Ne consegue che anche le sperimentazioni siano state fatte per lo più su questi pannelli, sviluppando così una serie di accorgimenti da operare in fase di produzione, così come nel caso di taglio, incisione o rifinitura con i macchinari.

Operando un primo confronto sulle proprietà estetiche, si può notare che l'**HDPE** esiste in moltissimi colori, ma **non può essere trasparente**, quindi tutti i pannelli prodotti con questo polimero non otterranno mai questa proprietà ottica. È vero, però, che diversi tappi di bottiglia vengono prodotti con **HDPE traslucido** (color "latte"), per cui si può ipotizzare di creare un pannello semitrasparente anche con questo polimero. Al contrario, il **PS** viene prodotto **sia opaco che trasparente**, il che permette di creare pannelli che presentino entrambe le versioni al loro interno. La maggior parte dei pannelli in PS che Plastiz produce giocano proprio su questo contrasto e diverse forniture di tritato di PS giungono in laboratorio come mix di fiocchi di plastica opaca, colorata e trasparente.

Gli altri polimeri che Plastiz ricicla, ovvero **PMMA, PET-G e SAN**, esistono invece **solo trasparenti**.

Dal punto di vista produttivo, la natura opaca o trasparente del polimero influisce sulla presenza di uno step aggiuntivo. Infatti, nel caso dei **polimeri trasparenti**, il loro tritato deve subire un **processo di essiccazione** precedente alla termocompressione. L'essiccazione consiste nell'**inserire la quantità di tritato** necessaria alla produzione del pannello **nel forno o in un essiccatore** mantenuto ad una temperatura di **almeno 100°C, in modo che tutta l'acqua contenuta evapori**. I tempi di essiccazione dipendono dal polimero, ma si aggirano intorno alle **2 ore** e costituiscono sempre un **aumen-**

to influente dei tempi di produzione. Si tratta, infatti, di un **procedimento necessario**, in quanto nei pannelli che contengono polimeri trasparenti **non essiccati** si formano moltissime **bolle d'aria** durante la termocompressione, il che li rende troppo **fragili**, quindi inutilizzabili e ne rovina la trasparenza.

Come scritto nel capitolo 1, **l'aspetto trasparente o opaco di un polimero è anche indice della sua struttura chimica** e, quindi delle sue proprietà e del suo comportamento alle sollecitazioni.

L'**HDPE**, essendo opaco, presenta una **resistenza maggiore al calore e al taglio** rispetto al **PS**, il quale è un polimero **vetroso** e risulta più **rigido** e più **suscettibile alle variazioni di temperatura**.

Il **PMMA**, nonostante la sua trasparenza, è **molto resistente** (come dimostrato dalla sua applicazione per i finestrini degli aerei durante la Seconda Guerra Mondiale), nonostante sia più soggetto a graffi e ingiallimento rispetto al vetro. Possiede anche **ottime proprietà ottiche**, quindi si presta ad essere utilizzato per l'**illuminazione**; nel caso in cui sia colorato, può anche produrre delle ombre colorate di grande effetto.

Il **PET-G**, anch'esso trasparente, presenta caratteristiche molto simili a quelle del PET, quindi un'alta temperatura di fusione che lo rende molto resistente al calore. Inoltre, in seguito a prove di taglio con i macchinari del laboratorio, si è dimostrato **facilmente lavorabile** rispetto agli altri polimeri.

	resistenza a graffi e abrasioni	resistenza ai solventi	resistenza ai raggi UV	resistenza al calore
HDPE	●●●●○	●●●●●	●●●●○	●●●●○
PS	●●●●○	●●●●●	●●●●○	●●○○○
PET-G	●●●●●	●●●●●	●●●●○	●●●●●
SAN	●●○○○	●●●●●	●●●●○	●●●●○
PMMA	●●○○○	●●●●●	●●●●●	●●●●○

** Proprietà dei polimeri utilizzati da Plastiz a confronto. I dati sono stati ottenuti tramite test effettuati sul materiale all'interno del laboratorio.*

6.2 Osservazioni sulla produzione dei pannelli

Successivamente alla scelta del polimero da utilizzare in funzione delle caratteristiche estetiche e formali che si vogliono riscontrare nel pannello, si procede con la considerazione delle modalità e degli aspetti tecnici riguardo l'utilizzo dei macchinari per la produzione.

TRITURATORE

In primo luogo si può operare un distinguo tra le prestazioni del **tritatore a bicicletta** e il tritatore a motore. Il primo possiede il vantaggio di funzionare con la sola **forza cinetica della pedalata** e, per questo, risulta coerente con un'ottica di produzione a **zero emissioni**; ciononostante è un macchinario la cui velocità dipende dalla velocità della pedalata, così come la forza di tritare diversi tipi di plastiche: per tritare pezzi di plastica molto duri e di grandi dimensioni si deve imprimere molta forza e **si rischia spesso l'inceppamento** del macchinario, perciò il suo utilizzo richiede tempi relativamente lunghi e si presta maggiormente a tritare **piccole quantità di plastica da utilizzare per prove e sperimentazioni**.

Il **tritatore a motore** va, invece, ad ovviare a tutte queste problematiche avendo **maggiore potenza** e funzionando grazie ad un motore che muove le lame. Permette, inoltre, di ottenere **tritati dalla grana più fine e regolare, in maggiori quantità e in tempi più brevi**. Il suo utilizzo è necessario nel caso di produzione di diversi pannelli dello stesso tipo che richiedono un certo quantitativo di materiale pronto all'uso.

FORNO, PRESSA a CALDO e PRESSA a FREDDO

Come specificato precedentemente, questo forno viene utilizzato per produrre samples, prove per le sperimentazioni (in frame da 19 x 19cm) e pannelli standard dai formati 40 x 40 cm e 29 x 21 cm.

Per utilizzarlo correttamente, è necessario portarlo a temperatura prima di inserirvi il frame con i trucioli di plastica. Questo significa **azionare il forno circa 15-20 minuti prima in modo tale che al suo interno si raggiunga la temperatura di fusione del polimero** che si intende riciclare. A questo proposito non si possono

rendere note le temperature esatte a cui vengono lavorati i polimeri all'interno di Plastiz, in quanto oggetto di vantaggio competitivo basato sulle sperimentazioni effettuate sul materiale. Di fatto, **si possono sperimentare diverse temperature in relazione al tempo in cui il polimero fonde e si deforma**, in quanto in alcuni casi il rapporto tra le due variabili produce bolle d'aria, rientranze e, quindi, irregolarità e porosità eccessive nei pannelli che dovranno essere rimosse (per quanto possibile) con la rettifica o la lucidatura/piallatura.

Un altro elemento che può rovinare la superficie del pannello è la **texture delle lastre metalliche** utilizzate per contenere i trucioli e per comprimerli. Sebbene sia molto fine e facilmente removibile, richiede comunque un'ulteriore lavorazione di finitura.

Oltre alle temperature di fusione dei polimeri, incide molto la quantità, quindi il peso, del tritato utilizzato per il pannello. Questo dipende dalla **densità del polimero** e da **dimensione e spessore del pannello**. In casi di spessori più elevati, il tritato - che contiene aria, quindi presenta un volume maggiore del pannello finito - raggiunge un volume che supera la capacità del frame, per cui si dovrà **controllare la compressione delle lastre in diversi momenti** per assicurarsi che i trucioli non fondano eccessivamente al di fuori dello stampo, creando rientranze nella superficie.

Termoformato **il pannello**, questo **deve raffreddare rimanendo pressato per non curvarsi**, quindi viene spostato (ancora all'interno del frame e delle lastre) nella pressa a freddo fino al raggiungimento della temperatura ambiente.

Nel caso della **pressa a caldo per pannelli da 250 x 125 cm**, gli accorgimenti da tenere sono simili, ma si aggiunge una particolare **attenzione ad ottenere la stessa temperatura su tutta la superficie della piastra riscaldata**, in modo da evitare zone del pannello con il pattern visibilmente diverso ed eccessivamente irregolare, oltre a veri e propri fori all'interno del pannello stesso.

6.3 Osservazioni sulla lavorazione dei pannelli

In seguito alla produzione e al raffreddamento del pannello, questo presenta sempre alcune bave di plastica fusa da eliminare a mano con il taglierino o, nel caso di pannelli di grandi dimensioni, tramite la rifinitura e il taglio con i macchinari da falegnameria.

Elencati e brevemente descritti nel capitolo 5, questi **macchinari** vengono utilizzati sia **per rifinire i pannelli**, sia **per lavorarli in modo da creare prodotti finiti**.

Nel primo caso non si devono fare particolari accorgimenti, in quanto **le operazioni di rettifica, lucidatura e piallatura possono essere fatte su tutti i pannelli**.

Nel secondo caso, invece, i macchinari vanno regolati e utilizzati con cautela a seconda della tipologia di polimero da lavorare. In generale si deve considerare che la **velocità delle lame** o delle punte della fresatrice CNC provoca un **attrito capace di fondere la plastica** e di ostruire il macchinario che si sta utilizzando; per questo motivo bisogna **tenere conto della resistenza al calore del polimero e fare delle prove** di taglio o incisione prima di lavorare il pezzo definitivo.

Dall'osservazione della lavorazione dei vari polimeri, si è potuto constatare che **i polimeri non vetrosi reagiscono meglio al taglio** producendo meno bave e risultando con profili più regolari. L' **HDPE** e il **PET-G** sono stati, infatti, tagliati con la squadratrice, la fresatrice da banco e la troncatrice (a seconda delle dimensioni dei pezzi desiderati) con relativa facilità, facendo appunto attenzione particolare alla velocità di taglio. Anche la fresatrice CNC ha prodotto ottimi risultati.

Il **PS**, il polimero più riciclato da Plastiz, ha dato **qualche difficoltà in più**, proprio perchè vetroso e più suscettibile al calore. Nonostante ciò, alcuni oggetti prodotti a partire da pannelli in PS hanno dimostrato che, **diminuendo ulteriormente le velocità di taglio e incisione e raffreddando la lama quando necessario**, si possono ottenere risultati di qualità pari all'HDPE.

Considerando l'assenza di macchinari per produrre

forme organiche e curvate finite (come il macchinario per lo stampaggio ad iniezione e l'estrusore), alcuni progetti richiedenti pezzi curvati sono stati oggetto di sperimentazione su questa tecnica.

Il procedimento testato prevedeva di posizionare il pannello sopra due o più listelli di legno dello spessore necessario e, successivamente, **riscaldare il pannello in forno aperto fino alla sua deformazione e curvatura controllata** dai listelli. Un procedimento simile consiste, invece, nell'**adagiare il pannello su una superficie in legno** della forma desiderata e riscaldarlo nel medesimo modo **finchè non aderisce allo stampo**. Così facendo, si possono ottenere anche forme più complesse. In entrambi i casi, **il risultato è imprevedibile** in quanto **la tecnica non è particolarmente precisa** e operata con stampi e dime realizzate ad hoc.



schienale curvato della seduta Donostia



plastico realizzato per il Planetario di Pino Torinese

Perciò, in fase di progettazione si possono preventivare le lavorazioni necessarie ad ottenere il prodotto finito e le relative sperimentazioni nel caso in cui la lavorazione in questione non sia mai stata fatta prima.

6.4 Considerazioni riassuntive

Volendo, quindi, relazionare gli accorgimenti da tenere in fase di produzione e lavorazione dei pannelli e le fasi che caratterizzano il processo progettuale, si possono così sintetizzare le informazioni raccolte e descritte nei paragrafi precedenti.

Ipotizzando che il primo step progettuale consista proprio nella scelta del materiale e considerando il limite imposto dalla gamma di polimeri disponibili in Plastiz e dal loro grado di riciclabilità e lavorabilità, Ponendo come prima fase progettuale la scelta del materiale, si può innanzitutto affermare il limite

MATERIALI, FORME, GIUNZIONI, QUANTITÀ

Come si sarà potuto osservare nei capitoli precedenti, il sistema di riciclo della plastica analizzato è, prima di tutto, caratterizzato da una serie di limiti. Fra questi, il primo e più importante limite da considerare a livello progettuale risiede nel **mantenere separate le varie tipologie di polimero** in modo che il pannello e l'oggetto con cui viene costruito siano riciclabili a loro volta. Per garantire che ciò avvenga, a livello progettuale si dovranno pensare **prodotti monomaterici** o composti da pezzi **facilmente disassemblabili** fra loro, soprattutto nei casi in cui sia necessario l'utilizzo di altri materiali. L'**architettura del prodotto** è, perciò, di importanza centrale, ed è seguita dalla progettazione dei **metodi di giunzione** e dalla morfologia delle componenti.

Di fatto, l'aspetto di progettazione delle forme deve essere considerato contemporaneamente con le lavorazioni necessarie alla loro produzione; per questi motivi pensare ad un'architettura modulare nella quale le varie componenti siano facilmente separabili tra loro può costituire una soluzione ottimale. La **modularità** può essere, quindi, intesa come sistema nel quale i vari pezzi possono assumere **diverse configurazioni per adempire a diverse funzioni** e rispondere a più esigenze o come struttura composta da un modulo ripetuto che permette di **creare diverse forme**. In questi modi si possono pensare oggetti che presentano anche pezzi costituiti da diversi polimeri, se questi si mantengono, appunto, separati e/o separabili. In particolare, le **giunzioni** preferibili sono quelle **ad incastro**, che quindi non prevedono l'utilizzo di colle o viti, e nel caso di unione fra pezzi in plastica riciclata e altri materiali,

le **giunzioni a scorrimento o per gravità** rappresentano la migliore soluzione tenendo conto del successivo disassemblaggio, ma anche del montaggio e nel trasporto, soprattutto nei casi di mobili e altri oggetti di grandi dimensioni. Come si è potuto notare dall'analisi dei casi studio nel capitolo 4, l'arredo costituisce una delle maggiori categorie di progettazione con la plastica riciclata e la **soluzione "flat-pack"** sembra essere la migliore in quanto permette di lavorare solamente sul taglio del pannello e di ottimizzare sia le sue dimensioni che quelle del prodotto finito.

In merito alle **dimensioni standard del pannello**, è importante considerarle in una fase iniziale del progetto in modo da pensare oggetti che sfruttino al massimo la superficie disponibile **evitando il più possibile la produzione di sfridi**, nonostante ogni scarto sia ulteriormente riciclabile. Per questo, la produzione di ripiani, mensole e top per cucine, bagni e tavoli si presta particolarmente, in quanto il pannello viene utilizzato nella sua interezza.

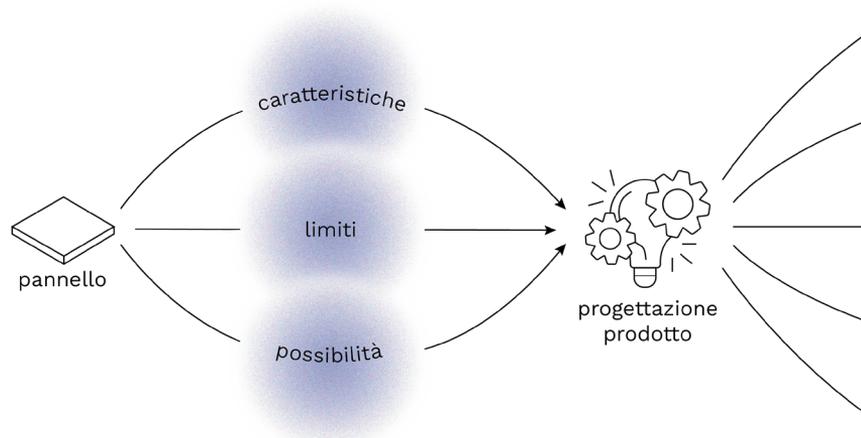
In relazione alla quantità di plastica utilizzata, questa deve essere proporzionata alla densità del polimero trattato, quindi varia da pannello a pannello ma è interessante notare che, a differenza degli altri materiali, utilizzarne in grandi quantità risulta più efficace dal punto di vista della sostenibilità proprio perchè la plastica che andrebbe gettata o rilasciata nell'ambiente viene, invece introdotta in un sistema di upcycling; perciò, a parità di superficie, lo spessore influisce sulla quantità di materiale utilizzato. I pannelli da 250 x 125 cm sono più difficili da produrre per i motivi indicati precedentemente, infatti raggiungere spessori oltre i 3 cm richiede una grossa quantità di materiale e si deve fare in modo che la plastica sia soggetta alla stessa temperatura in tutta la sua estensione.

LAVORAZIONI

In linea teorica tutte le lavorazioni possibili per i materiali lignei possono essere effettuate anche sui pannelli in plastica riciclata, ma, come osservato precedentemente, alcuni polimeri reagiscono meglio all'attrito delle lame e al calore, per cui è importante tenere conto del loro comportamento in fase di progettazio-

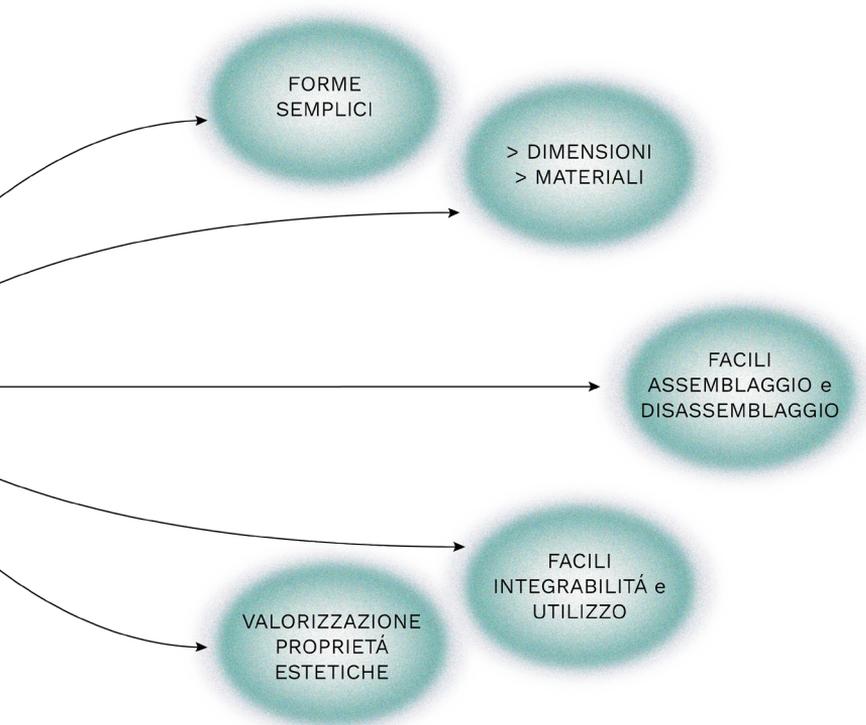
ne e **prevenire le lavorazioni che il pannello dovrà subire** per essere trasformato in prodotto. Per ottenere sagome dai profili curvi o articolati è necessario utilizzare la fresatrice CNC, per la quale la regolazione della velocità della punta è particolarmente influente sulla buona riuscita del taglio o dell'incisione del pannello. In ogni caso, indipendentemente dal polimero utilizzato, con i dovuti accorgimenti è possibile lavorarlo, ma è più conveniente pensare a forme semplici che richiedono il **minor numero di processi** per essere realizzate. Di fatto, curvare i pannelli è possibile, ma per farlo in maniera precisa e ripetibile conviene realizzare una dima ad hoc riutilizzabile per la produzione dello stesso pezzo e il pannello deve essere uniformemente riscaldato durante il processo di piegatura.

Con lo schema seguente si evidenziano, quindi, gli **elementi più importanti** da considerare in fase di progettazione, espressi sotto forma di **linee guida applicabili per ogni tipologia di prodotto** realizzabile



** Schema che sintetizza il processo di elaborazione delle linee guida per la progettazione con i pannelli in plastica riciclata di Plastiz.*

Seguendo tutte o la maggior parte di queste linee guida si può, quindi, raggiungere un livello di consapevolezza progettuale tale da ideare prodotti da un **grado di fattibilità relativamente elevato** e, al contrario, un **grado di complessità produttiva e formale minimizzato**.



PROPOSTE APPLICATIVE

7.1 Dalle linee guida al concept

In seguito all'elaborazione di alcune linee guida per la progettazione con l'utilizzo dei pannelli in plastica riciclata prodotti da Plastiz, l'iter concettuale del progetto è proseguito con il ragionamento rispetto ai **possibili ambiti di applicazione del semilavorato**, guardando soprattutto alle applicazioni già testate dalla start-up, a quelle emerse dall'analisi dello stato dell'arte e all'ipotesi di nuovi utilizzi.

Plastiz si rivolge prevalentemente al mercato B2B con la vendita dei soli pannelli, ma **la produzione di alcuni arredi e altri oggetti di dimensioni inferiori incentiva la sperimentazione** con il materiale e può condurre all'affinazione della metodologia produttiva o all'ideazione di nuove tecniche, oltre a rinforzare la collaborazione con il makerspace di Izmade, nel quale possono essere prodotti arredi per cui il cliente richiede alcune parti in plastica riciclata (come ante per armadi, top per tavoli, maniglie). Pensando, perciò, a **prodotti rivolti al mercato B2C** si possono sviluppare **progetti in grado di ampliare l'offerta di Plastiz**.

In un primo momento, il ragionamento si è rivolto all'**interazione con il materiale plastico riciclato**, pensando a soluzioni incentrate sulla creazione di un **contatto diretto tra utente e pannello** o tra **elementi naturali e pannello** (quali acqua, aria e luce).

Successivamente, il **concetto di interazione** è stato **declinato nell'ambito del gioco** e si è pensato di unire l'intento di sensibilizzazione ed **educazione al "problema plastica"** alla progettazione di **oggetti rivolti ai bambini**, da cui l'idea di realizzare **attrezzature per playground**. Nonostante le varie possibilità di progettazione offerte da questo ambito, si è deciso di abbandonarlo a causa delle difficoltà nel realizzare prodotti in ampia scala e regolati da normative di sicurezza e si è risultato più opportuno rivolgersi alla progettazione di **prodotti che possano condividere, almeno in parte, tecniche produttive e/o componenti che Plastiz è attualmente in grado di realizzare**.

Si è, tuttavia, mantenuto il tema dell'interazione, e si è volta particolare attenzione alla percezione del materiale, quindi alle sue caratteristiche estetiche. Inoltre,

conseguentemente alle osservazioni tratte dall'analisi dello stato dell'arte e all'individuazione di **due principali approcci alla materia plastica riciclata**, si sono volute avanzare due proposte di concept appartenenti a due diversi ambiti, per cui, **nel primo caso la plastica riciclata viene scelta per le sue proprietà** estetiche e tecniche peculiari e, **nel secondo caso, viene scelta in conformità alla volontà di realizzare un prodotto interamente sostenibile**.

Per questi motivi, gli ambiti applicativi descritti nelle pagine seguenti permettono, in parte, di sperimentare la **creazione di prodotti mai realizzati prima da Plastiz** e, al tempo stesso, di **applicare le linee guida precedentemente elaborate** anche in accordo con i principi di eco-design e design circolare. Gli obiettivi progettuali si spostano, quindi, sulla **valorizzazione del materiale per il suo aspetto estetico e l'utilizzo dei pannelli nel modo più semplice e funzionale possibile**.

In merito alle fasi che hanno segnato il processo di elaborazione delle proposte applicative, vi sono stati diversi **momenti di confronto con il team di Plastiz e Izmade** e altrettanti momenti in cui si è assistito o partecipato direttamente alle **sperimentazioni con i polimeri nella produzione di nuovi pannelli**.



Apprendimento dei meccanismi di funzionamento dei macchinari e delle dinamiche del sistema produttivo.



Attività di sketching condotta parallelamente all'approfondimento della conoscenza della plastica riciclata.



Esperienze dirette di partecipazione al processo produttivo in momenti dedicati alla sperimentazione.



Confronto e revisione di sketches e proposte con il team di Plastiz.



7.1.1 Il pannello come tramite per la luce

L'intenzione di utilizzare i pannelli come tramiti per la luce deriva, innanzitutto, dalla volontà di progettare un **prodotto** che Plastiz è in grado di produrre, ma al tempo stesso, **che spinga alla sperimentazione nella creazione di lampade e sistemi di illuminazione**, ancora poco esplorati.

Inoltre, producendo Plastiz diversi pannelli trasparenti (la collezione *Premium* presenta 15 tipologie di pattern, di cui 9 sono a matrice trasparente). Si può notare che quasi tutti presentano diverse particelle opache al loro interno disposte in maniera casuale e che conferiscono loro la texture peculiare. Questa caratteristica di **"irregolarità" cromatica** è, di fatto, spesso volontariamente creata **mischiando trucioli di plastica di diverso colore e, nel caso dei pannelli trasparenti, spesso il tritato contiene già parti opache e parti trasparenti in diverse quantità**; molti di questi pannelli vengono realizzati in **PS** proprio perchè **presente sia in forma opaca che trasparente** ed, essendo il polimero vetroso, l'effetto ottenuto è quello di particelle randomiche che fluttuano e si stratificano in una matrice cristallina.

Al fine di valorizzare le **irregolarità nei pattern** in quanto **espressione dell'artigianalità** e della **unicità di ogni semilavorato**, segue la decisione di ragionare su due fronti, ovvero **l'interazione del pannello con la luce naturale o con la luce artificiale**.

Nel primo caso, affinché si riescano a produrre ombre sufficientemente estese, è necessario pensare a prodotti di scala maggiore rispetto a lampade da interni e tenere conto dello **spostamento della fonte di luce durante il giorno**, quindi anche della futura ubicazione del prodotto. Di fatto, una volta scomparsa la fonte di luce naturale, il prodotto perderà momentaneamente le caratteristiche estetiche e le funzioni legate all'interazione con la luce stessa. Per quanto riguarda la scala, sarà opportuno utilizzare pannelli da 250x125 cm, ma, per garantirne la mobilità così come la giunzione si dovranno pensare **strutture metalliche** che li sostengano.

Nel secondo caso, ovvero di interazione con la luce artificiale, si può pensare alla creazione di un evidente **contrasto dimensionale tra la fonte di luce e le parti in plastica riciclata** e il rapporto tra parti che sostengono e parti che vengono sostenute, invertendone eventualmente i ruoli; un tubo LED di grandi dimensioni potrebbe, di fatto, sostenere uno o più pannelli o interseccarli creando una struttura autoportante. In ogni caso, la scala del prodotto può rimanere ridotta, sfruttando, quindi, il pannello 40x40 cm.

Il concetto di **interazione** può anche essere declinato rispetto al **movimento delle parti in plastica**, in modo tale che gli effetti ottici che producono possano essere **modificati a piacimento** o prolungati (nel caso di luce naturale).

Un'ulteriore osservazione si può fare riguardo l'origine del polimero utilizzato, in particolare il PMMA che Plastiz ricicla deriva dai fanali delle auto e inserire questi scarti in un processo di upcycling che prevede una **nuova applicazione** per l'illuminazione riflette la funzione precedente, ma **valorizza le proprietà che il materiale possiede dal momento che non è più vergine**.

PROCESSO di ELABORAZIONE del CONCEPT

a.

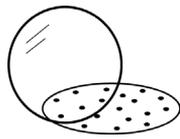
valorizzazione delle proprietà ottiche dei pannelli

interazione tra plastica riciclata e luce

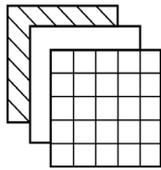
luce naturale o artificiale

b.

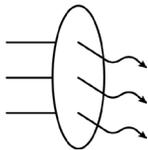
POSSIBILI EFFETTI OTTICI



ombre colorate e/o texturizzate

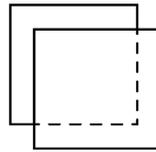


texture sovrapposte

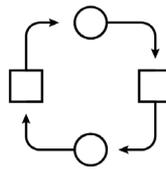


rifrazione della luce

LINEE GUIDA



TRASPARENZA



ADATTABILITÀ



SEMPLICITÀ

c.

TRADUZIONE delle LINEE GUIDA in REQUISITI del prodotto

movimento dei componenti in plastica riciclata

creazione di forme organiche con il solo taglio dei pannelli

configurazione personalizzata del prodotto

REFERENCES PROGETTUALI

SOVRAPPOSIZIONE di COLORI



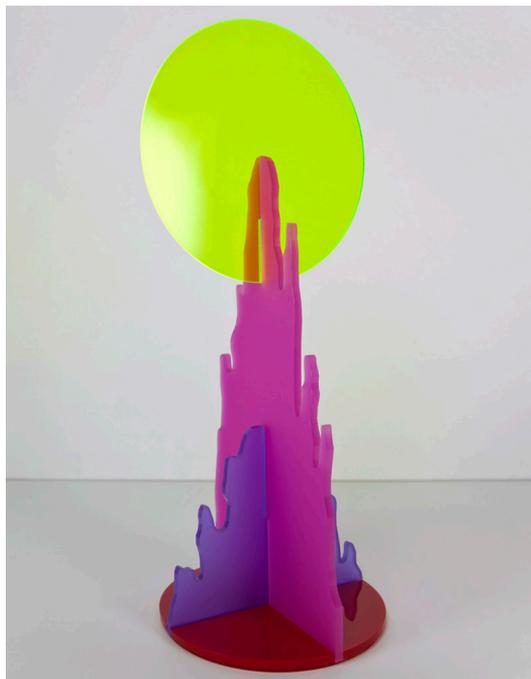
Sculptura cromatica ispirate a Josef Albers, Leonardoworx (Leonardo Betti), 2018

CAMBIAMENTO CROMATICO dal MOVIMENTO



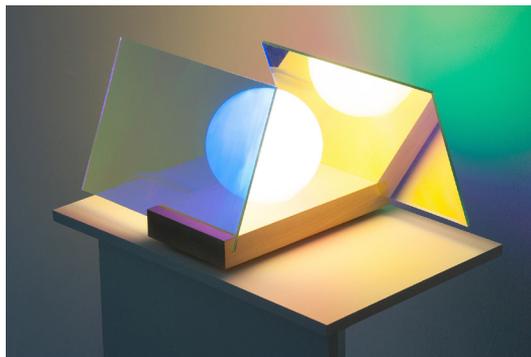
Sculptura cinetica "Subtractive Variability" per Case Study, Felipe Pantone, 2019

INCASTRI e INTERSEZIONI di PIANI



Sculptura "Mountain Sun", Tracy Saroff, 2014

PROIEZIONE di LUCE COLORATA



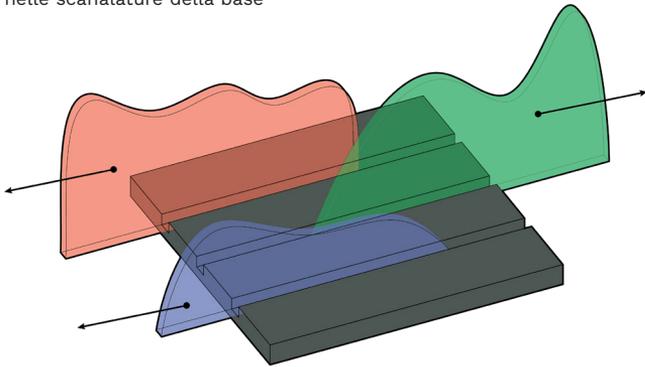
Prototipo di lampada "AO" per l'esposizione Objet Lumière, Jean-Charles Amey, 2014

DESCRIZIONE del CONCEPT ELABORATO

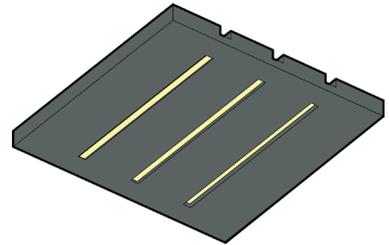
Si propone una **lampada da tavolo** composta di una **base scanalata che ospita assieme i tubi led e i pannelli sagomati**. Le scanalature permettono sia di inserire che di **togliere e spostare i pannelli a piacimento**, in modo da ottenere l'effetto di **sovrapposizione visiva tra texture del pannello e luce** che si preferisce. Si prevede che i pannelli vengano tagliati in modo da assumere **forme smussate e organiche**.

Concept 1 - LAMPADA-SCULTURA

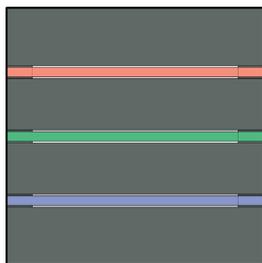
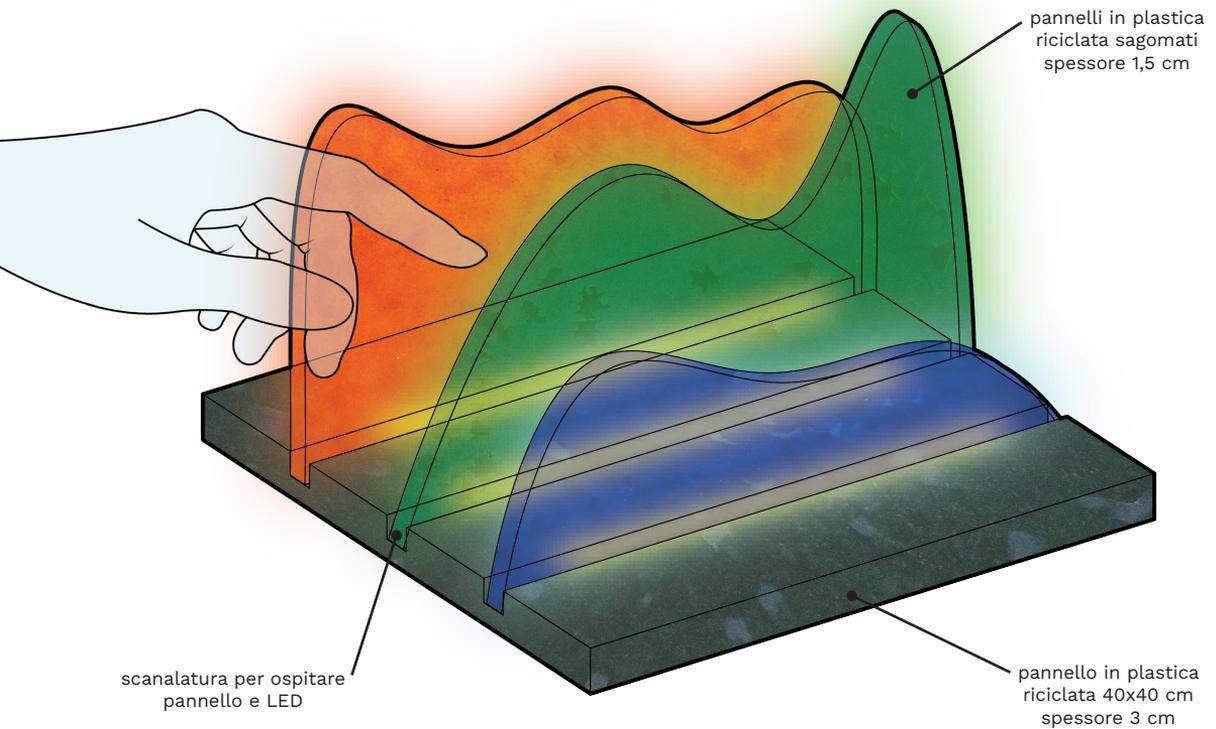
Le parti sagomate possono essere rimosse o scambiate tra di loro facendole scorrere nelle scanalature della base



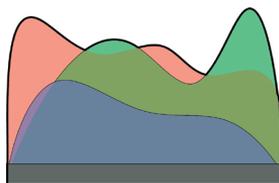
I tubi LED vengono inseriti da sotto nei fori del pannello



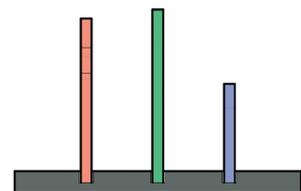
vista dal basso



vista dall'alto

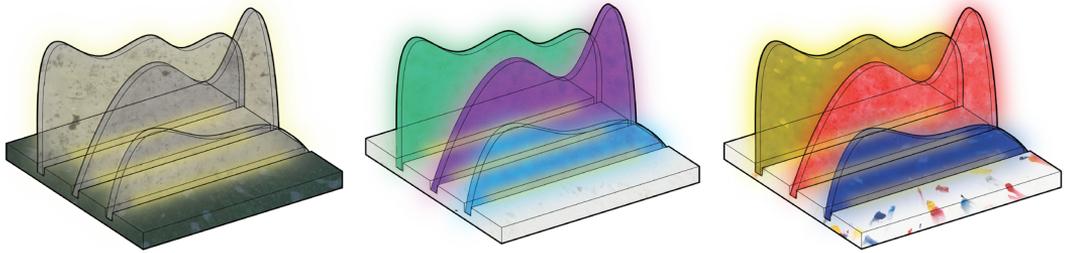


vista frontale



vista laterale

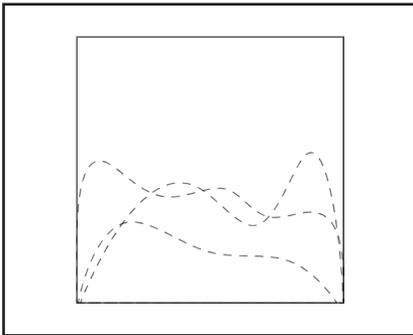
VARIANTI CROMATICHE e POLIMERI



Il **supporto** della lampada, in quanto **opaco**, può essere realizzato in **PS o HDPE** (più semplice da incidere con la fresatrice CNC per creare le **scanalature**, ma **anche in legno**). Le **parti sagomate e mobili** devono, invece, essere realizzate con polimeri **trasparenti** come **PS, PMMA, PET-G e SAN**, ma questi possono essere diversi, in quanto le parti rimangono separate.

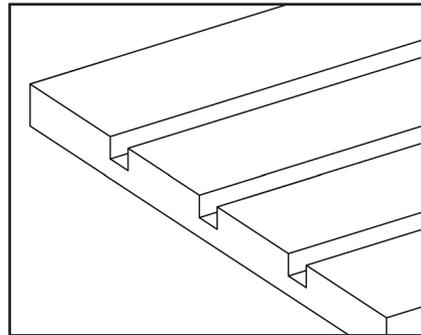
STEP PRODUTTIVI

1.



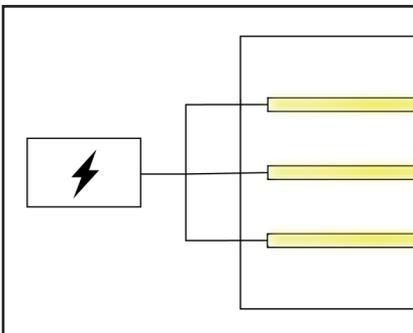
Taglio dei pannelli di diverso colore con la fresatrice CNC.

2.



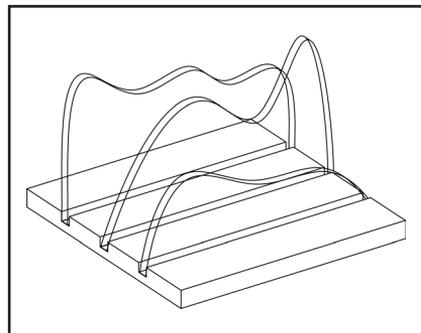
Incisione con fresatrice CNC per creare le scanalature nella base.

3.



Posizionamento e cabaggio dei tubi LED ad un alimentatore.

4.



Inserimento dei pezzi sagomati nelle scanalature e assemblaggio finale.

7.1.2 Il pannello come packaging riutilizzabile

Questa proposta di ambito applicativo deriva principalmente dalla volontà di **conferire un nuovo ruolo alla plastica, ovvero utilizzarla per produrre oggetti sostenibili e riutilizzabili.**

Come evidenziato nei capitoli precedenti, la maggior parte della plastica vergine prodotta è destinata a diventare packaging; per questo motivo è progettualmente stimolante pensare a **contenitori e imballaggi che possano avviare al loro ciclo di vita estremamente breve e lineare.** È importante, però, confrontare il costo generale di una tipologia di imballaggio usa-e-getta tradizionale e un ipotetico imballaggio realizzato con i pannelli prodotti da Plastiz. Il **valore** del secondo deve, appunto, essere creato a partire dal **prolungamento della sua vita utile.** Per far sì che ciò avvenga si possono pensare **prodotti multifunzionali**, i quali possono svolgere diverse funzioni fin da subito o acquisire una o più nuove funzioni al loro fine vita, prolungandone così l'utilizzo.

Integrare diverse funzioni nello stesso prodotto è sicuramente **complesso** dal punto di vista progettuale, ma è possibile farlo anche attraverso **piccoli interventi** e mantenendo una generale **semplicità delle forme**, evitando processi produttivi lunghi ed eccessivamente laboriosi. La forma stessa dell'oggetto da proteggere, contenere e trasportare influisce fortemente sulla forma del suo packaging, per cui è opportuno rivolgere attenzione anche all'**utilizzo del prodotto** e alle **sue affordances**, in modo da mantenerle o integrarle. Un oggetto che deve essere impugnato o trasportato a mano potrebbe essere contenuto in un packaging che presenta **fori per le dita o maniglie.** Altri oggetti potrebbero avere fori che permettono di appenderli o di inserirvi **corde per sospenderli.** Un'altra soluzione è rappresentata dalla possibilità di modificare la funzione dell'oggetto con la sua semplice **rotazione**; un contenitore diviene così **supporto** per l'oggetto stesso.

Così come la rotazione, anche altri tipi di movimenti possono essere integrati nell'utilizzo del prodotto.

Le parti che lo compongono potrebbero essere sovrapposte e successivamente dispiegate in maniera simile all'apertura di un libro, oppure una parte può rimanere fissa in modo da sostenere il movimento dell'altra, come fosse un perno.

In alternativa al movimento delle parti del prodotto, questo può, invece, essere composto di **diversi pezzi incastrati tra loro a costruire una struttura** che lo protegge (in quanto imballaggio) e che, se smontati, possono ridurre notevolmente il loro volume e permettono di essere facilmente trasportati.

Nonostante si tratti di una soluzione applicabile in linea teorica ad oggetti di grandi dimensioni, si è scelto di prestare maggiore attenzione al contenimento e all'**imballaggio di piccoli prodotti** con una significativa **fragilità**, che quindi necessitano di un contenitore sufficientemente in grado di proteggerli. Inoltre, oggetti più grandi non permettono di applicare agevolmente le soluzioni precedentemente descritte per integrare più funzioni nel loro packaging; oggetti più piccoli **possono**, invece **coesistere con il loro contenitore**.

Vasi di fiori possono essere, allo stesso tempo, contenuti e decorati dal pattern dei pannelli. Bottiglie di vino possono essere protette, trasportate e, successivamente, esposte nella stessa struttura. Di fatto, ogni oggetto che necessita di un imballaggio, può suggerire la progettazione di un packaging o di un contenitore realizzato con i pannelli di Plastiz.

Inoltre, da un **punto di vista percettivo**, l'utilizzo di un packaging in plastica riciclata esplicita la **volontà del brand produttore del prodotto contenuto di avvicinarsi alla progettazione e alla produzione sostenibile, comunicando così i suoi valori al consumatore**. Da qui, la **possibilità di collaborare** con tali brand.

PROCESSO di ELABORAZIONE del CONCEPT

a.

pannello come materiale
alternativo e conscious

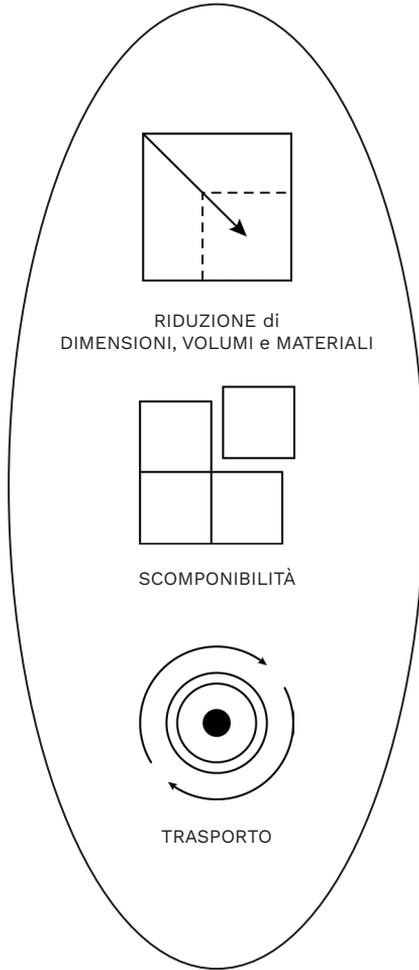
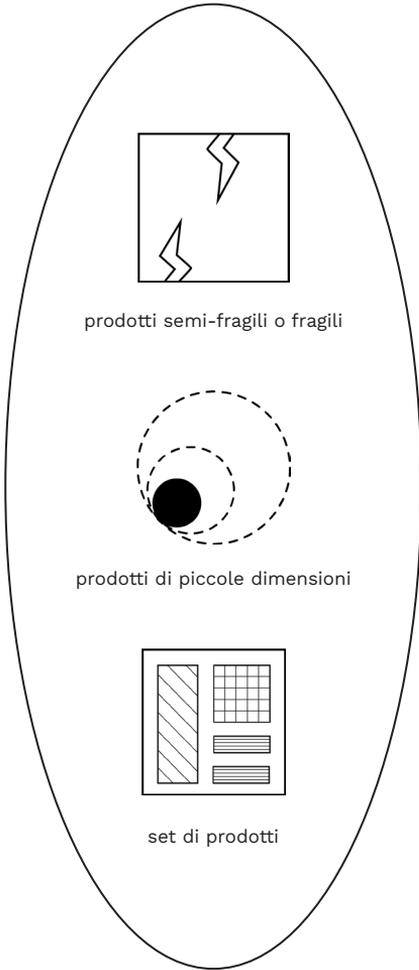
nuovo ruolo della plastica

da prodotto usa-e-getta
a prodotto durevole

b.

TIPOLOGIE di PRODOTTI da CONTENERE

REQUISITI



c.

TRADUZIONE delle LINEE GUIDA in REQUISITI del prodotto

utilizzo di un solo pannello
standard

prodotto composto da pochi pezzi
e possibilmente monomaterico

doppia funzione

REFERENCES PROGETTUALI

IMPILABILITÀ



Riprogettazione del packaging per *Houseplant* (brand distributore di cannabis), 2022. I contenitori si possono impilare come mattoncini LEGO e sono collezionabili.

CONTENITORE-APPLICATORE



Applicatore per deodorante *Wild* (brand di cosmesi sostenibile) ricaricabile in alluminio. Le ricariche sono compostabili e realizzate con polpa di bambù.

DESCRIZIONE del CONCEPT

Si propone un **sistema di imballaggio e stoccaggio di saponette di shampoo solido** consistente in moduli simili a mattoni che si possono impilare. Il modulo può essere **venduto con la saponetta** ed essere usato come **supporto su cui farla asciugare** dopo il lavaggio. Acquistando più saponette, **il consumatore può collezionare più moduli**, anche di diverso colore.

USO di MATERIALE di SCARTO



Proposte di packaging ricavati dalle fibre della pianta del giunco e vincitrici del concorso *Guiltless Plastic*, 2020. Designer: Don Kwaning

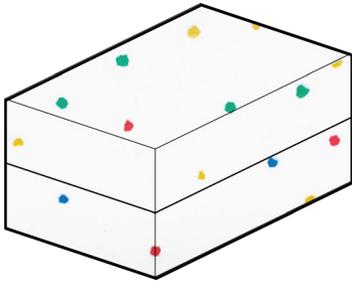
RIUTILIZZO



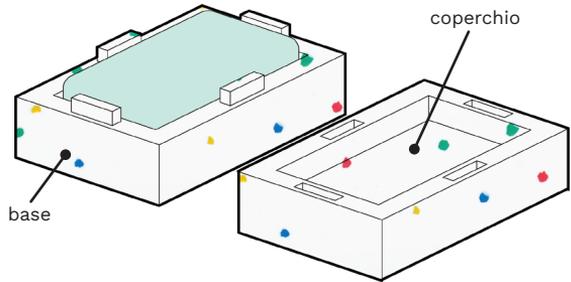
Proposta di contenitori per il food delivery riutilizzabili dai consumatori per il progetto *"Re-made"* lanciato da *Wallpaper Magazine*, 2019. Design: Priestman Goode

Concept 2 - PACKAGING IMPILABILE

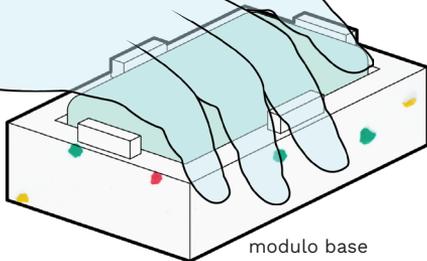
packaging chiuso



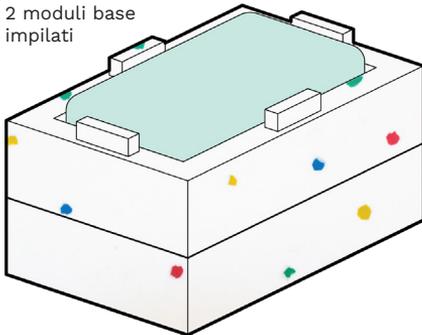
packaging aperto



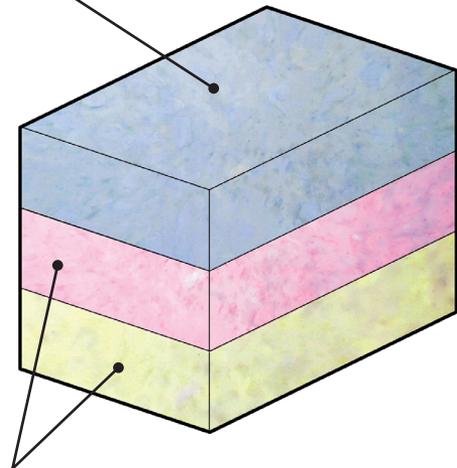
pannello di spessore 3 cm inciso per creare il vano per il prodotto solido e gli incastri



2 moduli base impilati



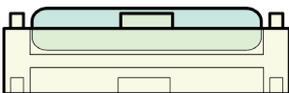
coperchio



2 moduli uguali impilati

i moduli possono essere di diverso colore

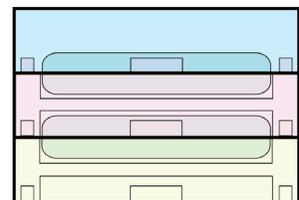
viste frontali in trasparenza delle possibili configurazioni dei moduli



modulo base

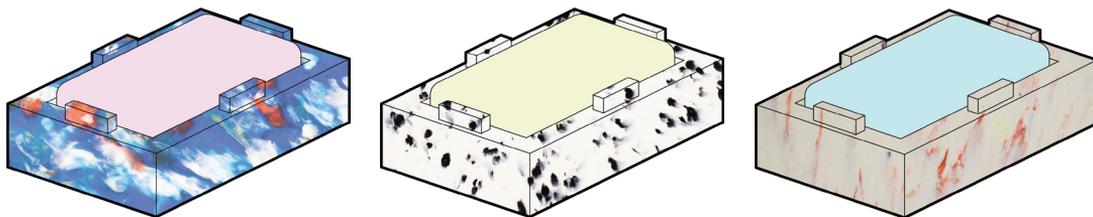


2 moduli impilati



2 moduli impilati con coperchio

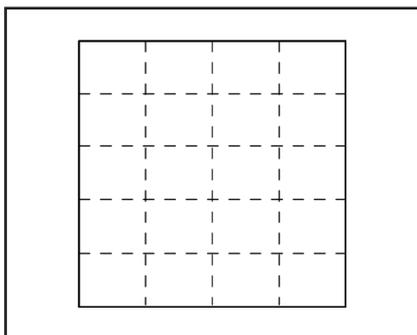
VARIANTI CROMATICHE e POLIMERI



Per produrre questo porta-saponetta si **possono utilizzare tutti i tipi di polimeri che Plastiz tratta**, in quanto **la texture è l'opacità non impattano sulla funzione del prodotto**. Considerando le **operazioni di incisione e asportazione di materiale** che deve subire il pannello e lo spessore richiesto di almeno 3 cm, risulta più opportuno utilizzare l'**HDPE** per il suo **ottimo comportamento al taglio**. Nel caso in cui si voglia ottenere un **packaging trasparente** per rendere visibile il prodotto, si potranno utilizzare **PS, PMMA, PET-G e SAN** (con i dovuti accorgimenti per il taglio), a seconda del colore e della texture che si desiderano. Questo packaging **può contenere diversi tipi di prodotti e cosmetici solidi**, oltre a poter essere declinato in altre forme adatte ad un **set di diversi prodotti venduti assieme**.

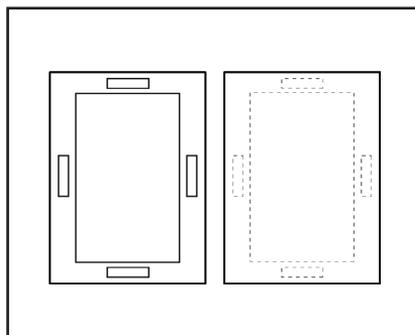
STEP PRODUTTIVI

1.



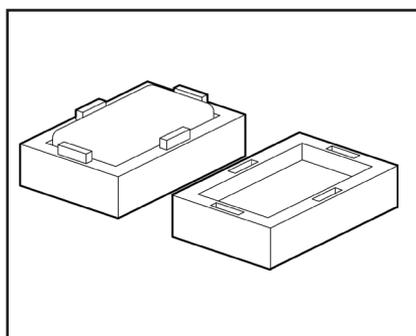
Taglio del pannello 40 x 40 cm in moduli rettangolari da cui ricavare il packaging.

2.



Incisione dei moduli rettangolari con fresatrice CNC per creare modulo base e coperchio (incastro maschio-femmina).

3.



Ottenimento dei pezzi finali da poter impilare o usare separatamente come porta-saponetta

LETTURA CRITICA

In seguito alla prima fase di ricerca direzionata alla comprensione del **“problema plastica”** con un particolare focus sulla sua trattazione in ambito progettuale, si sono potuti raccogliere gli **aspetti negativi** che caratterizzano la **materia plastica vergine** e si è compreso quanto **le possibilità produttive che offre si scontrino tutt’oggi con una progettazione non curante del suo fine-vita e della sua permanenza nell’ambiente.**

Perciò, si è successivamente rivolta l’attenzione alla ricerca di realtà che si occupano di minimizzare l’entità degli effetti negativi causati dalla produzione di plastica vergine, utilizzandone i rifiuti come materia prima-seconda.

Considerando **come principale riferimento la realtà di Precious Plastic**, sono stati, poi, individuati diversi progetti e attività oggetto dei casi studio presentati in tesi, la cui analisi ha prodotto **riflessioni in merito alle particolarità di questo sistema produttivo, individuando una relazione tra la scelta dei polimeri da riciclare, i macchinari utilizzati e i prodotti che ne risultano.**

Parallelamente, è stata condotta un’**analisi della start-up Plastiz**, in quanto **contesto produttivo che ho avuto modo di osservare da vicino.** Le informazioni tratte dalla scoperta graduale di questa realtà e il loro confronto con le considerazioni risultate dalle fasi precedenti, si sono unite e sintetizzate in **appunti propeutici al progetto, successivamente rielaborati ed espressi sotto forma di linee guida** in grado di dirigere l’attività del designer interessato alla materia plastica riciclata e alle sue potenzialità.

Da qui, la dimostrazione dell’applicazione di queste linee guida in **ambiti progettuali da me identificati in seguito allo scontro con i limiti del sistema produttivo e all’incontro con le sue possibilità.**

Le proposte avanzate sono derivate dalla **volontà di progettare qualcosa che Plastiz fosse attualmente in grado di produrre, ma che allo stesso tempo spingesse a sperimentare la creazione di nuovi oggetti in grado di ampliare la sua offerta**; per cui si è scelto di pensare all'applicazione del pannello nel contesto dell'illuminazione e nel contesto del packaging sostenibile; in questo caso con un particolare intento nel ribaltare il tradizionale ruolo della plastica come materiale impiegato in prodotti usa-e-getta.

Il **primo ambito**, espresso con il **concept di una lampada da tavolo**, è risultato meno efficace nella valorizzazione dell'aspetto sostenibile del materiale, ma **ha permesso di evidenziarne le qualità estetiche e ha aperto la possibilità di realizzare forme organiche e personalizzabili** a partire dai gusti dell'utente. In ogni caso, si è evidenziata l'**opportunità di progettare un prodotto funzionale ed esteticamente appetibile** senza utilizzare metodi di giunzione invasivi e irreversibili, bensì **sfruttando il taglio e l'incisione del pannello per creare incastri e guide** per lo scorrimento delle parti. In merito agli effetti ottici, **si è ulteriormente aperta la possibilità di sperimentare nella creazione di pattern diversi da quelli finora realizzati**, in particolare pattern dai colori sfumati, ma dalla texture trasparente.

Il **secondo ambito**, concettualmente più vicino agli obiettivi dell'eco-design, dimostra l'efficacia dell'applicazione di soluzioni progettuali semplici attraverso la **proposta di un supporto per lo stoccaggio di saponette di shampoo solido** (o qualsiasi altro prodotto di cosmesi solido) che **può essere venduto col prodotto stesso e riutilizzato dal consumatore come contenitore** in cui riporre la saponetta dopo l'uso. In questo modo si ovvia all'incoerenza tra la produzione di shampoo solido atta ad evitare l'utilizzo di contenitori in plastica e l'idea di realizzare un packaging proprio con questo materiale. Inoltre, **la modularità del packaging si esprime con la sua collezionabilità**, per cui l'utente può riceverne uno con ogni acquisto di una nuova saponetta.

Sotto l'**aspetto comunicativo**, questo concept apre la strada alla **collaborazione con brand che intendono avvicinarsi ad una produzione più rispettosa dell'ambiente** e che vogliono dichiarare tale volontà con la realizzazione di packaging in plastica riciclata.

Questi concept sono stati, quindi, proposti in qualità di **punti di partenza da cui sviluppare progetti più elaborati e migliorati anche dal punto di vista tecnico e realizzativo**. Tra le sperimentazioni ipotetiche: la produzione di pannelli che superino lo spessore di 3 cm, la creazione di diversi tipi di giunzioni reversibili testando l'attrito tra il pannello e altri materiali, la progettazione di oggetti di scala maggiore che incentivino la produzione di pannelli grandi da 250 x 125 cm e che esprimano la loro potenzialità in applicazioni per ambienti esterni.

In conclusione si può constatare che **il contesto produttivo di Plastiz rappresenta un terreno fertile in cui il designer** interessato allo studio e all'utilizzo di materiali sostenibili - quali la plastica riciclata -, e all'ideazione di tecniche e sistemi produttivi alternativi a quelli industriali **può mettere in pratica le considerazioni rispetto la produzione e la lavorazione dei pannelli risultate dal lavoro di tesi**.

BIBLIOGRAFIA

CAPITOLO 1

¹ *Plastiche e design*,
Augusto Morello, Anna Castelli Ferrieri,
Arcadia, Milano, 1984

² *The Origin of the Polymer Concept*,
Journal of Chemical Education,
William B. Jensen,
maggio 2008

⁴ *Materiali e Design. L'arte e la scienza della selezione dei materiali per il progetto.*,
Mike Ashby, Kara Johnson, Marinella Levi,
Casa Editrice Ambrosiana, Rozzano, 2010

⁵ *Plastic Additives Handbook*,
Cfr. H. Zweifel, R.D. Maier, M. Schiller,
Hanser, Monaco 2009.

⁷ *Fondazione Plart. Plastica, arte, artigianato e design.*,
Renato De Fusco,
Quodlibert S.R.L., Macerata, 2014

⁸ *Plastic Days. Materiali e design*,
Cecilia Cecchini, Marco Petroni, Alba Cappellieri,
Silvana Editoriale, Cinisello Balsamo, 2015

⁹ *Plastica tecnologia design: le materie plastiche, i loro compositi, le tecnologie trasformative: dal petrolio al progetto attraverso la storia del disegno industriale italiano.*,
Sergio Antonio Salvi,
Hoepli, Milano 1992

¹⁰ *Pensieri di plastica*,
Luca Scacchi Gracco,
Arnoldo Mondadori Editore, Milano, 1986

¹¹ *Civiltà della plastica*,
Renzo Marchelli,
Museo Cannon-Sandretto, Pont Canavese, 1996

¹² *Classic Plastics. From Bakelite to High-Tech*,
Sylvia Katz,
Thames and Hutson, Londra, 1984

¹³ *Il Design italiano 1964-1990. Plastica e Libertà*,
Andrea Branzi,
Electa, Firenze, 1966

¹⁴ *La crisi energetica del 1973. Le multinazionali del petrolio e la fine dell'età dell'oro (nero)*,
Francesco Petrini
Il Mulino, Bologna, 2012

¹⁵ *Cose di questo mondo*,
Agnes Heller,
La Nuova Ecologia, Roma, 1991

CAPITOLO 2

¹⁶ *Introduction to Design*,
Morris Asimow,
Englewood Cliffs, N.J., Prentice-Hall, 1962

¹⁷ *Design Plastica Ambiente, progettare per il ciclo di vita dei polimeri*,
Barbara Casati, Ezio Manzini,
Maggioli Editore, Rimini, 1997

¹⁸ Report
Plastic & Climate. The hidden cost of a plastic planet,
CIEL (Center for International Environmental Law),
2019

Fonte: <https://www.ciel.org/plasticandclimate/>
Ultima consultazione: 30.02.2022

²³ Report
Plastic. The Facts
UE, 2021

Fonte: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2021/>
Ultima consultazione: 07.03.2022

²⁷ Report
Plastic, the circular economy and global trade,
WEF, 2020

Fonte: <https://www.weforum.org/whitepapers/plastics-the-circular-economy-and-global-trade/>
Ultima consultazione: 09.03.2022

²⁹ Rapporto di sostenibilità,
Corepla, 2020

Fonte: <https://www.corepla.it/rapporto-di-sostenibilita>
Ultima consultazione: 09.03.2022

³⁰ Report
Il riciclo delle materie plastiche: filiera e infrastrutture
Polieco, 2020

Fonte: <https://www.senato.it>
Ultima consultazione: 09.03.2022

CAPITOLO 3

³³ Report
Towards Circular Economy,
WEF, 2014

Fonte:https://reports.weforum.org/toward-the-circular-economy-accelerating-the-scale-up-across-global-supply-chains/?doing_wp_cron=1656514721.9843559265136718750000
Ultima consultazione: 17.03.2022

³⁵ *Cradle-to-Cradle*,
William McDonough, Michael Braungart,
North Point Press, New York, 2002

³⁶ *Neomateriali nell'economia circolare*,
Anna Pellizzari, Emilio Genovesi
Edizioni Ambiente, Milano, 2017

³⁸ Report
What are bioplastics?. Material types, terminology, and labels – an introduction.
European Bioplastics, 2018

Fonte:<https://www.european-bioplastics.org/bioplastics/>
Ultima consultazione: 18.03.2022

⁴⁴ *Eco-Design, Progetti per un futuro sostenibile*,
Alastair Fuad-Luke,
Thames & Hudson Ltd., Londra, 2002

⁴⁵ Report
Circular Advantage. Innovative business models and technologies to create value in a world without limits to growth,
Accenture Strategy, 2014

Fonte: <https://www.accenture.com/it-it/about/events/the-circular-economy-handbook>
Ultima consultazione: 18.03.2022

⁴⁸ *Management of Innovation and Product Development: Integrating Business and Technological Perspectives*,
M. Cantamessa, F. Montagna,
Springer London Ltd, Londra, 2015

CAPITOLO 4

⁵¹ *The Eco-Design handbook. A complete source for the home and office.*,
A. Fuad-Luke,
Thames & Hudson, 2002

⁵² Catalogo
Panta Rhei - Tutto scorre. 100 Prodotti in materiali riciclati,
A. Garlandini in collaborazione con MATREC e Comieco, 2007

⁶⁹ *Estimating the Mass of Chemicals Associated with Ocean Plastic Pollution to Inform Mitigation Efforts.*, .
Hannah L De Frond,Erik van Seville,J Mark Parnis,Miriam L Diamond,Nicholas Mallos,Tony Kingsbury,Chelsea M Rochman,
22 marzo 2019

Fonte:<https://setac.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/ieam.4147>
Ultima consultazione: 27.05.2022

SITOGRAFIA

CAPITOLO 1

³ Sito internet
<https://iupac.org/polymer-edu/what-are-polymers/>
Ultima consultazione: 15.02.2022

⁶ Sito internet
https://europa.eu/youreurope/business/product-requirements/chemicals/registering-chemicals-reach/index_it.htm
Ultima consultazione: 16.02.2022

CAPITOLO 2

¹⁹ Sito internet
<https://www.chimicaindustrialeessenziale.org/processi-industriali/cracking-e-relativi-processi-di-raffinazione/>
Ultima consultazione: 04.03.2022

²⁰ Sito internet
<https://www.chimicaindustrialeessenziale.org/processi-industriali/cracking-e-relativi-processi-di-raffinazione/>
Ultima consultazione: 04.03.2022

²¹ Sito internet
<https://www.chimica-online.it/download/polimerizzazione.htm>
Ultima consultazione: 04.03.2022

²² Sito internet
<https://formlabs.com/it/blog/processi-produzione-plastiche/>
Ultima consultazione: 04.03.2022

²⁴ Sito internet
<https://www.europarl.europa.eu/news/it/headlines/society/20181116STO19217/microplastiche-origini-effetti-e-soluzioni>
Ultima consultazione: 09.03.2022

²⁵ Sito internet
<https://www.plasticgarbageproject.org/it/vita-della-plastica>
Ultima consultazione: 09.03.2022

²⁶ Articolo online
It's Raining Plastic, Researchers Say,
Satviki Sanjay,
Vice IN, giugno 2020

Fonte: <https://www.vice.com/en/article/ep4z9e/its-raining-plastic-researchers-say>
Ultima consultazione: 10.03.2022

²⁸ Sito internet
<https://www.openpolis.it/in-italia-aumenta-il-riciclo-e-il-recupero-di-plastica/>
Ultima consultazione: 10.03.2022

CAPITOLO 3

³¹ Sito internet
<https://www.sfridoo.com/economia-circolare/>
Ultima consultazione: 23.03.2022

³² Sito internet:
<https://www.treccani.it/enciclopedia/club-di-roma/>
Ultima consultazione: 23.03.2022

³⁴ Sito internet
<https://archive.ellenmacarthurfoundation.org/explore/plas>
Ultima consultazione: 23.03.2022

³⁷ Sito internet
<http://natureplast.eu/it/il-mercato-delle-bioplastiche/storia-delle-bioplastiche/>
Ultima consultazione: 24.03.2022

³⁹ Sito internet
<http://natureplast.eu/it/applicazioni-industriali-delle-bioplastiche/>
Ultima consultazione: 26.03.2022

⁴⁰ Sito internet
<https://www.ademe.fr/>
Ultima consultazione: 26.03.2022

⁴¹ Sito internet
<https://biorepack.org/>
Ultima consultazione: 26.03.2022

⁴² Sito internet
https://www.consulenza-qualita.com/norma-uni-en-13432_2002/
Ultima consultazione: 27.03.2022

⁴³ Sito internet
<https://www.conai.org/>
Ultima consultazione: 27.03.2022

⁴⁵ Sito internet
<https://sumup.it/fatture/dizionario/start-up/>
Ultima consultazione: 27.03.2022

⁴⁶ Dizionario online
https://www.treccani.it/enciclopedia/startup_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza
Ultima consultazione: 27.03.2022

⁴⁷ Sito internet
<https://sumup.it/fatture/dizionario/start-up/>
Ultima consultazione: 28.03.2022

⁴⁹ Dizionario online
https://www.treccani.it/enciclopedia/incumbent_%28Dizionario-di-Economia-e-Finanza%29/
Ultima consultazione: 28.03.2022

CAPITOLO 4

⁵⁰ Sito internet
<https://davidhertzfaia.com/material-development>
Ultima consultazione: 30.04.2022

⁵³ Sito internet
<https://www.durat.com>
Ultima consultazione: 30.04.2022

⁵⁴ Sito internet
<https://www.duratpalace.com/>
Ultima consultazione: 30.04.2022

⁵⁵ Sito internet
<https://yemmhart.com/wordpress/>
Ultima consultazione: 30.04.2022

⁵⁶ Sito internet
http://www.janeatfield.com/02pages/03furniture_d/01furniture_index.html
Ultima consultazione: 26.04.2022

⁵⁷ Sito internet
<https://collections.vam.ac.uk/item/O114267/rcp2-chair-chair-atfield-jane/>
Ultima consultazione: 26.04.2022

⁵⁸ Sito internet
<https://www.dezeen.com/2022/04/05/jane-atfield-recycled-chairs-emma-scully-gallery-new-york/>
Ultima consultazione: 26.04.2022

⁵⁹ Sito internet
<https://smile-plastics.com/>
Ultima consultazione: 30.04.2022

⁶⁰ Sito internet
<https://www.cncraft.co.uk/furniture/>
Ultima consultazione: 03.05.2022

⁶¹ Sito internet
<https://www.maggitalia.it/>
Ultima consultazione: 10.06.2022

⁶² Sito internet
<http://baer-knell.de/neue-lichtsaeulen/>
Ultima consultazione: 09.05.2022

⁶³ Sito internet
<https://www.designacademy.nl/p/about-dae>
Ultima consultazione: 17.05.2022

⁶⁴ Sito internet
<https://preciousplastic.com/>
Ultima consultazione: 17.05.2022

⁶⁵ Sito internet
<https://www.dezeen.com/2013/10/21/precious-plastic-open-source-local-recycling-workshop-dave-hakkens/>
Ultima consultazione: 17.05.2022

⁶⁶ Dizionario online
<https://www.oxfordreference.com/view/10.1093/oi/authori>
Ultima consultazione: 18.05.2022

⁶⁷ Sito internet
<http://www.ecopixel.eu/>
Ultima consultazione: 22.05.2022

⁶⁸ Sito internet
<https://www.guiltlessplastic.com/>
Ultima consultazione: 20.05.2022

CAPITOLO 5

⁷¹ Sito internet
<https://www.izmade.com/>
Ultima consultazione: 24.06.2022

⁷² Sito internet
<http://www.torinosocialinnovation.it/axto-il-bando-per-sperimentare-linnovazione-sociale-nelle-periferie-torinesi/>
Ultima consultazione: 24.06.2022

⁷³ Sito internet
<https://www.izmade.com/ricerca-e-sviluppo/beautiful-precious-plastic-2/>
Ultima consultazione: 24.06.2022

⁷⁴ Sito internet
<https://www.artribune.com/progettazione/architettura/2019/01/nuove-anticipazioni-su-plartwo-la-sede-a-torino-della-fondazione-plart-di-napoli/>
Ultima consultazione: 24.06.2022

⁷⁵ Sito internet
<https://fondazioneaccenture.it/stic4crafts/>
Ultima consultazione: 24.06.2022

⁷⁶ Sito internet
<https://impacton.org/portfolio/tic4craft/>
Ultima consultazione: 24.06.2022

⁷⁷ Sito internet
<http://openincet.it/>
Ultima consultazione: 24.06.2022

CASI STUDIO - CAPITOLO 4

<https://www.mandin.earth/about>
Ultima consultazione: 13.06.2022

<http://cargocollective.com/enisakiev/PLASTIC-STONE-TILES>
Ultima consultazione: 13.06.2022

<https://bjornsteinar.com/Plastplan>
<https://plastplan.is/>
Ultima consultazione: 13.06.2022

<https://www.weezandmerl.com/>
Ultima consultazione: 13.06.2022

<https://www.stilllife.earth/about>
Ultima consultazione: 13.06.2022

<https://ateliersamji.com/materiaux-eco-responsables/sur-mesure/>
Ultima consultazione: 13.06.2022

<https://www.recyclerebuild.org/>
Ultima consultazione: 13.06.2022

<https://langleveplastic.nl/>
Ultima consultazione: 13.06.2022

<https://noplasticsunday.com/>
Ultima consultazione: 13.06.2022

<https://walticway.com/>
Ultima consultazione: 15.06.2022

<https://www.tris.cr/>
Ultima consultazione: 15.06.2022

<https://www.youtube.com/watch?v=oQF0zrqZJhI>
Ultima consultazione: 15.06.2022

<https://www.inekehans.com/studio/work/black-beauties-furniture>
Ultima consultazione: 15.06.2022

<http://thiervandaalen.com/the-plastic-mine-accessories/>
Ultima consultazione: 15.06.2022

<http://www.tom-price.com/>
<https://www.designboom.com/design/tom-price-pe-stripe-meltdown-chair-at-design-miami-basel-2011/>
Ultima consultazione: 15.06.2022

<https://jamesmichaelshaw.co.uk/>
Ultima consultazione: 15.06.2022

<https://www.behance.net/gallery/98051989/AFF-COLLECTION>
Ultima consultazione: 15.06.2022

<https://www.designboom.com/design/pressec-ping-pong-paddle-terrazzo-like-recycled-plastic-07-22-2021/>
Ultima consultazione: 15.06.2022

<https://studioswine.com/>
<https://www.dezeen.com/2013/02/16/open-source->

[sea-chair-by-studio-swine/](#)
Ultima consultazione: 16.06.2022

<http://www.vertdesign.com.au/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<https://www.studiosegers.be/nl/product/d/detail/h-bench-1>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<http://alexanderschul.com/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<https://ncp.no/en/products/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<https://www.gomi.design/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<https://dirkvanderkooij.com/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<https://www.prettyplastic.nl/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<https://thenewraw.org/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<https://bluecycle.com/en/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<https://www.ecobirdy.com/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<https://www.lukenfurniture.com/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<https://www.theplaf.com/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<https://supernovas.world/studio/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<https://volumecreative.co.uk/>
<https://www.spared.eco/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

<https://spaceavailable.tv/>
Ultima consultazione: 16.06.2022

COMPETITORS di PLASTIZ - CAPITOLO 5

<https://smile-plastics.com/>
Ultima consultazione: 28.06.2022

<https://thegoodplasticcompany.com/>
Ultima consultazione: 28.06.2022

<https://www.sasminimum.com/en/>
Ultima consultazione: 28.06.2022

<https://www.plasticiet.com/>
Ultima consultazione: 28.06.2022

<http://www.ecopixel.eu/index.html>
Ultima consultazione: 28.06.2022

ringraziamenti

Innanzitutto ringrazio la mia relatrice Beatrice Lerma per avermi assistito con grande disponibilità e precisione nella stesura di questa tesi.

Ringrazio Izmade per avermi accolta e ospitata nei suoi spazi, e i suoi artigiani per avermi fatto comprendere da vicino l'importanza del dialogo tra progettazione e fabbricazione.

Ringrazio l'architetto Giuseppe Vinci per avermi seguita e consigliata lungo il percorso.

Con stima e affetto ringrazio tutte le ragazze che hanno fatto e fanno ancora parte di Plastiz, in particolare Letizia per avermi trasmesso le sue conoscenze coinvolgendomi nelle attività quotidiane di produzione e sperimentazione, e Sara per averne curato l'aspetto fotografico.

Grazie a Torino per avermi fatta innamorare di te.

Grazie alla mia famiglia per avermi permesso di vivere in questa città e per avermi sostenuta nella realizzazione dei miei obiettivi.

A tutti i miei amici, che considero un'altra famiglia non meno importante, il mio grazie più grande.

