POLITECNICO DI TORINO
Repository ISTITUZIONALE

Nuovi materiali da risorse seconde: un framework per lo sviluppo e progettazione di materiali circolari

Original
Nuovi materiali da risorse seconde: un framework per lo sviluppo e progettazione di materiali circolari / Emidi, N.. - ELETTRONICO. - (2025), pp. 54-61. (Design e ricerca: Fonti e Risorse / Design and Research: Sources and Resources. Conferenza Nazionale SID 2024 Venezia (ITA) 4-5 luglio 2024).

Availability:
This version is available at: 11583/3001773 since: 2026-01-06T13:11:25Z

Publisher:
SID – Società Italiana Design

Published
DOI:

Terms of use:

This article is made available under terms and conditions as specified in the corresponding bibliographic description in the repository

Publisher copyright

(Article begins on next page)

10 September 2026

ATTI DELLA CONFERENZA ANNUALE **SID** SOCIETÀ ITALIANA DI DESIGN

DESIGN AND RE-SEARCH: SOURCES& RE-SOURCES

DESIGN E RICERCA: FONTI E RISORSE

4—5 luglio 2024
Università Iuav di Venezia

a cura di
Alessandra Bosco
Lucilla Calogero
Luca Casarotto
Saul Marcadent

SID Società Italiana di Design
Italian Design Society

Atti della Conferenza annuale
della Società Italiana di Design
Venezia, 4-5 luglio 2024
Università Iuav di Venezia

Design and Research:
Sources and Resources
Design e ricerca:
Fonti e Risorse

a cura di
Alessandra Bosco
Lucilla Calogero
Luca Casarotto
Saul Marcadent

Progetto grafico ed editoriale
Lucrezia Teghil – tolook

Identità visiva SID 2024
Gianni Sinni

Documentazione fotografica
Luca Pilot
con
Maddalena Celin
Filippo Susana
Eleonora Zambelli

Con il sostegno di
Fondazione Universitaria Iuav

Copyrights
CC BY-NC-ND 5.0 IT
È possibile scaricare e condividere i contenuti originali a condizione che non vengano modificati né utilizzati a scopi commerciali, attribuendo sempre la paternità dell'opera all'autore.
Gli autori dei contributi si rendono disponibili a riconoscere eventuali diritti per le immagini pubblicate.

Novembre 2025
Società Italiana di Design
societaitalianadesign.it

ISBN 9788894338034

Nuovi materiali da risorse seconde: un framework per lo sviluppo e progettazione di materiali circolari

Noemi Emidi

Politecnico di Torino

Abstract

Il contributo esplora sfide e opportunità legate all'adozione dei materiali circolari nel contesto produttivo italiano ed europeo. Tramite revisione della letteratura scientifica e l'analisi di casi studio, la ricerca identifica i principali fattori chiave che ne influenzano lo sviluppo e la diffusione, ostacolandone la scalabilità. Come parte di una ricerca di dottorato nell'ambito del Material Design, si propone un framework di mappatura del processo di evoluzione dei materiali circolari lungo quattro macro-fasi: I) sperimentazione e caratterizzazione, II) ottimizzazione e validazione, III) consolidamento e accettazione, infine, IV) industrializzazione e istituzionalizzazione. Lo strumento proposto consente di a) comprenderne le dinamiche di crescita e di adozione industriale, b) supportare aziende e designer a superare le sfide operative e a progettare strategie per la scalabilità circolare, c) suggerire nuove direzioni di ricerca per la valorizzazione della materia circolare.

Parole chiave

- MATERIALI CIRCOLARI
- BUSINESS CIRCOLARE
- DESIGN DEI MATERIALI
- RISORSE SECONDE
- MAPPATURA EVOLUZIONE MATERICA CIRCOLARE

1. Introduzione

Nel riconoscere l'urgenza di un cambiamento con cui ristabilire un equilibro tra uomo e natura, l'Europa ha definito degli obiettivi per il perseguimento di uno sviluppo più sostenibile, individuando catene di valore circolare materico da rafforzare per la resilienza a crisi geopolitiche e sociali (United Nations, 2015; European Commission, 2020). Dal 2015 gli stati europei hanno intrapreso una transizione sistemica e diffusa verso l'integrazione dei principi di Economia Circolare (EC) (European Commission, 2020) nelle agende politiche e industriali, allo scopo di limitare la dispersione del valore materico. In parallelo, sono in aumento le imprese innovative che esplorano materiali di nuova generazione finalizzati a sostituire risorse consolidate derivanti da fonti vergini per limitare l'impatto ecologico dei prodotti immessi nel mercato (Material Innovation Initiative, 2023). Nuove soluzioni materiche mirate al recupero del valore di risorse prime seconde – precedentemente scartate da produzioni con logica lineare – emergono dal contesto industriale e sperimentale, offrendo prestazioni tecniche, funzionali ed estetiche pari o migliori alle attuali (Rognoli et al., 2021) e portando alla crescita di materiali sostitutivi. Tuttavia, la penetrazione dei materiali circolari nel mercato rimane legata a applicazioni di nicchia – testati in piccoli segmenti di mercato non esposte direttamente al mercato tradizionale – e produzioni spesso frammentarie ed eterogenee (Ferrara & Squatrito, 2022), incontrando barriere socio-tecniche che ne ostacolano l'adozione industriale.

2. I materiali circolari

I materiali circolari, originati da fonti eterogenee, rappresentano un fenomeno complesso, influenzato da molteplici parametri (Winterstetter et al., 2021). Questi parametri comprendono non solo le proprietà delle risorse seconde che li compongono, ma anche le loro interazioni con contesti tecnologici, economici, legislativi, ambientali e sociali. La complessità intrinseca di questi sistemi materici alternativi e la carenza di dati sulla loro caratterizzazione quali-quantitativa ne ostacolano la scalabilità e l'implementazione industriale, con un impatto significativo sulla domanda e sull'offerta nel mercato di risorse seconde (Ferrara & Squatrito, 2022). Oltre agli aspetti tecnici legati ai processi e alle tecnologie di produzione, emergono dimensioni economiche e sociali che influenzano il successo di questi materiali. Da un lato, vi sono le sfide relative agli investimenti iniziali

e alla sostenibilità del progetto; dall'altro, vi è la necessità di una maggiore accettazione sociale per favorirne l'adozione in applicazioni concrete.

Input fondamentale per la transizione verso nuovi modelli circolari sono le risorse prima scartate da altri settori produttivi o di consumo da cui generare materiali circolari innovativi e ad alto valore aggiunto, capaci di ridurre inquinamento ed emissioni e garantire prestazioni compatibili con i sistemi esistenti (Hahladakis & Iacovidou, 2019; Dumée, 2022). Tuttavia, la materia circolare rivela modelli espressivi e qualitativi unici e di difficile replicabilità, influenzati da fattori intrinseci-inerenti (es. composizione e qualità delle risorse) ed estrinseci-relazionali (es. processi di trasformazione, uso, dismissione) alla materia stessa. Tali qualità rendono l'identità dei materiali circolari dinamica e mutevole rispetto alle loro controparti vergini, il che ne ostacola l'adattamento nei metabolismi industriali attuali, tipicamente standardizzati. Lo sviluppo di nuovi modelli di business incentrati sul recupero e sulla valorizzazione di tali risorse si configura come un ambito di progettazione sfaccettato, in continua evoluzione.

3. Obiettivo dello studio

Il contributo esplora l'evoluzione dei materiali circolari, analizzando le sfide che emergono lungo il loro percorso, dalla fase sperimentale – come in laboratorio – fino alla commercializzazione, con l'obiettivo di trasformarli in soluzioni praticabili e affidabili per il mercato manifatturiero. Lo scopo è identificare i fattori chiave che incentivano o ostacolano l'adozione dei materiali circolari da parte del settore manifatturiero, indagando le strategie impiegate per affrontare tali sfide. Particolare attenzione è dedicata all'impatto del Design a supporto di queste strategie. Per garantire una generalizzazione più ampia dei risultati, lo studio considera realtà manifatturiere operanti nel mercato italiano ed europeo, sia di carattere artigianale che industriale. Tramite revisione della letteratura e l'analisi di casi applicativi, si propone un modello di classificazione dello sviluppo dei materiali circolari per comprenderne le dinamiche e favorirne la diffusione.

4. Metodologia

Lo studio si basa su un'analisi della letteratura internazionale recente (2013-2024) inerente ai temi dello sviluppo di nuove progettualità materiche a partire da risorse prime seconde, concentrandosi su caratteristiche funzionali, strategie di sviluppo e sfide legate al mercato. I risultati sono stati confrontati con casi studio applicativi, al fine di individuare strategie operative per la valorizzazione delle risorse seconde. Partendo da una raccolta più ampia comprendente 116 casi studio di materiali in fase di prototipazione e/o commercializzati che aderiscono ai principi di EC – identificati nel contesto della ricerca di dottorato – si riporta qui un'accurata selezione esemplificativa rispondente a criteri quali:

- Materiali prodotti, prototipi o resi disponibili in commercio tra il 2015 ed il 2023 (a partire dall'introduzione dei principi di circolarità nell'agenda Europea)
- Materiali e/o semilavorati circolari risultanti da processi di recupero di sostanze-risorse seconde allo scopo di studio, sviluppo e/o commercializzazione degli stessi.
- La selezione materica è circoscritta alle risorse considerate nella definizione data (Sez. 5.1) riferenti al contesto geografico, produttivo e di mercato europeo.

Tramite criteri di esclusione – comprendenti materiali progettati a scopo artistico ed essenzialmente espositivo, non includenti risorse seconde circolari, o in fase di ricerca con limitate conoscenze sulla campionatura prototipata – l'analisi si è limitata a 32 casi rappresentativi del passaggio da materiali sperimentali a commercializzati. Attraverso una triangolazione di fonti primarie (sei interviste) e secondarie (lettura scientifica e report aziendali), sono stati collezionati sistematicamente dati inerenti ciascun caso studio, rendendo il dataset confrontabile, includenti:

- catena di valore
- modello di business e rilevanza nel mercato

- strategie di sviluppo
- implicazioni ecologiche

La revisione critica incrociata dei risultati tra la letteratura e i casi esemplificativi ha permesso di dedurre alcune assunzioni, tradotte nella progettazione di un framework qualitativo per la classificazione dei casi indagati.

5. Risultati e Discussione

5.1 Definizione dei materiali circolari

Dall'analisi delle fonti consultate emerge una significativa ambiguità legata all'assenza di una definizione univoca di materiale circolare o secondo, condivisibile a livello teorico-accademico e applicativo-industriale. Questa mancanza deriva dalla complessità della materia, caratterizzata da profili quali-quantitativi difficili da circoscrivere, sebbene questa incida meno sui problemi operativi della produzione. Le principali sfide pratiche riguardano l'assenza di una filiera di approvvigionamento circolare stabile e la necessità di integrare nuove logiche tecnologiche nei processi produttivi. Poiché la letteratura scientifica non fornisce una definizione univoca, come parte della ricerca di dottorato viene qui proposta una classificazione basata sulle risorse identificate come materiali circolari e/o secondi da diversi autori rilevanti nella letteratura contemporanea (Hahladakis & Iacovidou, 2019; Clèries et al., 2020; Winterstetter et al., 2021; Dumée, 2022; Ferrara & Squatrito, 2022). La classificazione mira a delineare i confini della ricerca di casi studio, includendo materiali e semilavorati ottenuti da risorse seconde. Tali risorse derivano da scarti, sottoprodotti o rifiuti precedentemente non recuperabili e vengono rigenerate per sostituire controparti di origine vergine, replicandone estetica e/o prestazioni. Possono essere reintegrate in biocicli o tecnocicli, re-inserendosi in sistemi a ciclo aperto o chiuso a seconda della loro natura e del processo di rigenerazione e/o recupero adottato.

5.2 Casi studio analizzati

I materiali circolari riducono l'impatto ambientale e favoriscono il riutilizzo di risorse seconde con valore economico, incluse sostanze precedentemente non recuperabili come molti *e-waste (*Dumée, 2022). Uno dei principali fattori di successo di questi materiali (e fuosiuscita dalla fase sperimentale) dipende dalla capacità del mercato delle risorse seconde di garantire un approvvigionamento stabile e di qualità per le imprese manifatturiere. Problemi sia in termini di qualità che di quantità hanno ricadute dirette sul piano economico e tecnologico della produzione di materiali circolari, ostacolandone la maturità commerciale (Dumée, 2022). Altre sfide emergenti sono legate alle strategie di scalabilità dei mercati, valorizzazione estetica e locale e alla compatibilità con i sistemi attuali. Nello specifico:

- Molti materiali commerciali impiegano sottoprodotti industriali (rifiuti pre-consumo o sotto-prodotti) per garantirne stabilità tecnica e conformità normativa. Aziende e imprese più mature si avvalgono di collaborazioni e simbiosi industriali, utilizzando sottoprodotti di altre imprese come materie prime seconde, riducendo i costi di approvvigionamento, e collaborando con enti di ricerca come il caso di Coffefrom.
- I materiali sperimentali come Plasmarock o Delerex, impiegano scarti post-consumo di alta varietà spesso difficili da riciclare, con sfide maggiori per la loro complessità compositiva e tecnologica.
- Strategie di internazionalizzazione del patrimo-

nio esperienziale e di diversificazione materica supportano la scalabilità commerciale e l'integrazione su scale di mercato ampie (internazionale e globale). Le realtà più strutturate standardizzano processi e proteggono il know-how tramite brevetti, come per i pannelli Chip[s] Board ed i mattoni WasteBasedBricks.

- La standardizzazione del processo permette di ottenere prodotti di qualità stabile, adatti a un ampio ventaglio di applicazioni – anche grazie alla diversificazione della gamma materica prodotta per colore, granulometria, composizione – rendendo i materiali circolari desiderabili anche dal punto di vista estetico, come nel caso dei pannelli Pixel, Glass e Marble.(FIG. 1) –
- Startup e piccole imprese sfruttano la vicinanza territoriale delle fonti seconde, anche con sperimentazioni su piccola scala in spazi commerciali protetti (mercati di nicchia), ottenendo un vantaggio locale e valorizzando competenze artigianali e tecnologiche, come nei casi di KeepLife e Pineskin.
- Una prevalente compatibilità con cicli tecnici caratterizza anche materiali di origine biologica, che possono perdere biocompatibilità durante i cicli di recupero, come per Fungiskin e Vegea, limitandone il contributo alla bioeconomia.

L'analisi dei casi ha portato alla progettazione di un framework che struttura le strategie di sviluppo dei materiali circolari, evidenziando percorsi evolutivi e strategie di integrazione nel mercato. Questo strumento aiuta aziende, progettisti e sviluppatori di nuove materialità circolari a comprendere le dinamiche di successo e affrontarne le criticità legate alla replicabilità, considerando sia l'evoluzione del materiale che la sua adozione industriale.

I risultati evidenziano la necessità di ulteriori studi per colmare il divario tra sperimentazione e applicazione industriale. Per garantire la trasferibilità del framework, i casi analizzati potrebbero essere ampliati includendo contesti industriali più ampi.

5.3 Framework

I casi studio mostrano che le strategie di sviluppo circolare non seguono un'evoluzione rigida e lineare, ma si articolano in percorsi differenziati secondo le risorse disponibili, il contesto produttivo e la maturità tecnologica. Il framework consente di posizionare le realtà analizzate all'interno di quattro macro-fasi di sviluppo, offrendo una visione comparativa delle dinamiche di crescita e consolidamento del materiale e della realtà produttiva.(FIG. 1) Le fasi diversificate sono state così raggruppate:

I) Sperimentazione e caratterizzazione materica, coinvolge micro-realtà e startup che esplorano nuove fonti alternative attraverso processi artigianali e innovativi;

II) Ottimizzazione e validazione produttiva cui contribuiscono startup o PMI che sfruttano risorse locali e conoscenze artigianali, sviluppando cicli produttivi di piccola dimensione (nicchie) e localizzati;

III) Consolidamento e accettazione sul mercato, cui contribuiscono aziende esperte in tecnologie di rigenerazione, attive nei mercati tradizionali e impegnate in ulteriori pratiche circolari; infine,

IV) la fase di Industrializzazione e istituzionalizza-

zione, perseguita da aziende che semplificano e brevettano processi per aumentare la replicabilità, sostituendosi alle alternative tradizionali grazie all'accettazione del mercato.

Il modello comparativo proposto non segue un'evoluzione lineare, rappresenta una risorsa conoscitiva per percorsi di innovazione circolare materica consapevoli, utile sia in ambito progettuale che manifatturiero. Il framework si configura come strumento per:

- mappare e comprendere le aree di ricerca legate a un materiale circolare, facilitando l'individuazione di potenzialità e criticità nel suo sviluppo;
- avviare linee pilota per sfruttare opportunità commerciali locali, testando nuove strategie e risorse seconde;
- stimolare nuove opportunità di business a supporto della transizione manifatturiera verso soluzioni di valorizzazione circolare.

5.4 Il ruolo del Design

In questo contesto, il Design può assumere un duplice ruolo di mediatore nel contesto di sviluppo di materiali circolari. Andando oltre gli spazi distinti della materia e del suo contesto, esso diventa mezzo riflessivo e comunicativo di continuità tra dentro e fuori il materiale e viceversa. Da un lato crea un dialogo introspettivo con la materia colto a indagarne le peculiarità talvolta sottovalutate o passive di preconcetti culturali, trasformandoli in risorse desiderabili (Ferraro & Pasold, 2020). Dall'altro lato, rende tangibili e percepibili i benefici intrinseci, relazionali e aggiunti dei materiali circolari in nuove e rinnovate possibilità applicative, con la sua capacità di riflessione e il linguaggio visivo, estetico e narrativo (Clèries et al., 2020). La continuità intrinseco-relazionale scaturita dall'azione progettuale è plasmata nel materiale tramite processi iterativi di sperimentazione e adattamento, generando qualità distintive (Hahladakis & Iacovidou, 2019; Ferraro & Pasold, 2020) finalizzate all'evoluzione e maturità commerciale. Questo studio suggerisce le seguenti riflessioni su come il Design e i suoi praticanti possano supportare il framework proposto assumendo ruoli poliedrici e talvolta complementari (De Giorgi et al., 2020) per far emergere questa continuità, nel contesto di EC: il Designer diventa esploratore tramite sperimentazioni, speculatore delle possibili identità materiche circolari, definisce strategie di processo orientate a nuovi scenari d'uso e supporta nuovi dialoghi formali che alterino la percezione materica. Esso crea un ponte tra materia e contesto, diventando strumento di comunicazione e mezzo di ricerca e sperimentazione per identificare nuove possibilità applicative, sviluppando soluzioni in grado di esprimere l'identità circolare del materiale.

6. Conclusioni

A risposta della transizione in corso verso modelli di EC, le interazioni con le fonti materiche cambiano nel tempo, nei significati e negli spazi di fruizione. Per far fronte a questi cambiamenti, risorse conoscitive e rigenerative consentono di ideare nuove strategie di adattamento al contesto in continua trasformazione. Lo sviluppo dei materiali circolari rappresenta una sfida complessa, ma anche un'opportunità per la transizione verso modelli sostenibili nel contesto produttivo italiano ed europeo. Questo studio indaga il processo transitivo di tali materiali da forme sperimentali a più mature, evidenziando come la loro evoluzione sia influenzata da molteplici aspetti. L'assenza di una definizione univoca e la difficoltà di standardizzazione rappresentano ostacoli significativi, ma le strategie adottate dalle aziende analizzate dimostrano che è possibile superare tali sfide attraverso modelli di business innovativi, collaborazioni strategiche

e processi di ottimizzazione produttiva. Il framework proposto consente di posizionare un materiale lungo un percorso di crescita per comprenderne le dinamiche evolutive, mappandone lo sviluppo e fornendo un supporto per la scalabilità nei contesti industriali e la competitività sul mercato. Un ruolo chiave in questo processo è svolto dal Design, che non solo facilita la valorizzazione estetica e funzionale dei materiali circolari, ma diventa catalizzatore per nuove opportunità di business e modelli produttivi. Il Designer, agendo come esploratore, speculatore e mediatore tra materia e contesto, può contribuire all'accettazione e alla diffusione dei materiali circolari, adottando un approccio olistico e multidisciplinare.

Riferimenti bibliografici

Clèries, L., Rognoli, V., Solanki, S., & Llorach, P. (2020). *Material Designers. Bosting talent towards circular economies*. Elisava, Politecnico di Milano, Matter

De Giorgi, C., Lerma, B., & Dal Palù, D. (2020). *The Material Side of Design*, Torino, Umberto, ↪https://www.allemandi.com/download/984/5f1691158f710/libro_matto_web_singola.pdf

Dumée, L. F. (2022). Circular Materials and Circular Design—Review on Challenges Towards Sustainable Manufacturing and Recycling. *Circular Economy and Sustainability*, 2, 9–23, ↪https://doi.org/10.1007/s43615-021-00085-2

European Commission. (2020, 11 marzo). *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – A New Circular Economy Action Plan for a Cleaner and more competitive Europe*, document 52020DC0098, 98 final, ↪https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?qid=1583933814386&uri=COM:2020:98:FIN

Ferrara, M., & Squatrito, A. (2022). Design-driven innovation of bio-based circular materials. Design strategies and skills. *AGATHÓN | International Journal of Architecture, Art and Design*, 11(online), 288–299, ↪https://doi.org/10.19229/2464-9309/11262022

Ferraro, V., & Pasold, A. (2020). *EMERGING MATERIALS & TECHNOLOGIES: New approaches in Design Teaching Methods on four exemplified areas*. Franco Angeli; Design International

Hahladakis, J. N., & Iacovidou, E. (2019). An overview of the challenges and trade-offs in closing the loop of post-consumer plastic waste (PCPW): Focus on recycling. *Journal of Hazardous Materials*, 380(120887), ↪https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2019.120887

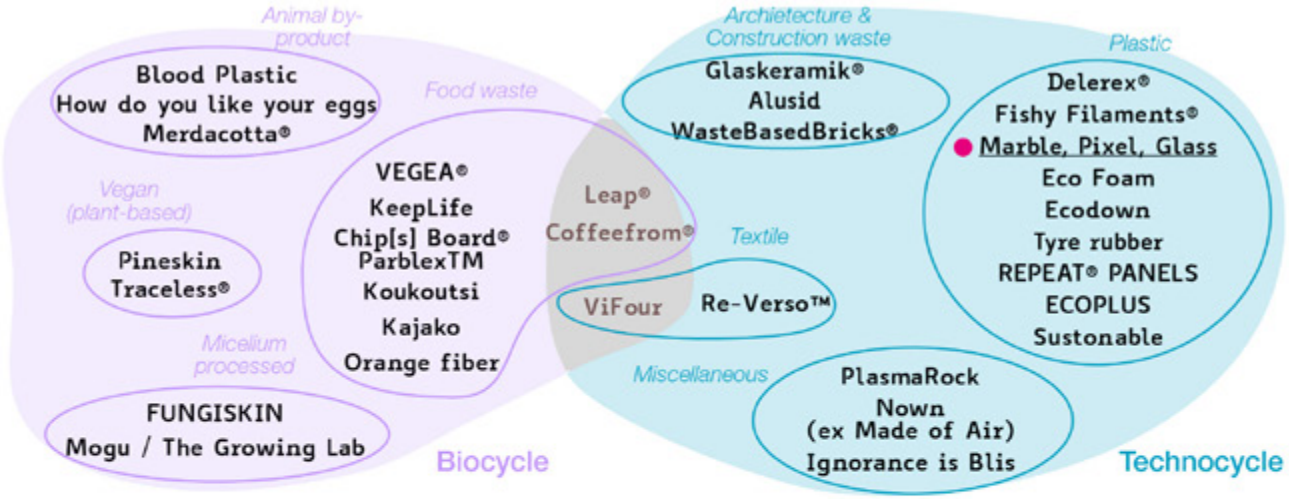
Material Innovation Initiative (2023). *Brand Engagement with Next-Gen Materials 2023*

Rognoli, V., Pollini, B., & Alessandrini, L. (2021). Design materials for the transition towards post-Anthropocene. In Camocini, B. & Verganti, R. (Eds), *From Human-Centered To More-Than-Human Design. Exploring the transition* (pp. 101-130). FrancoAngeli.

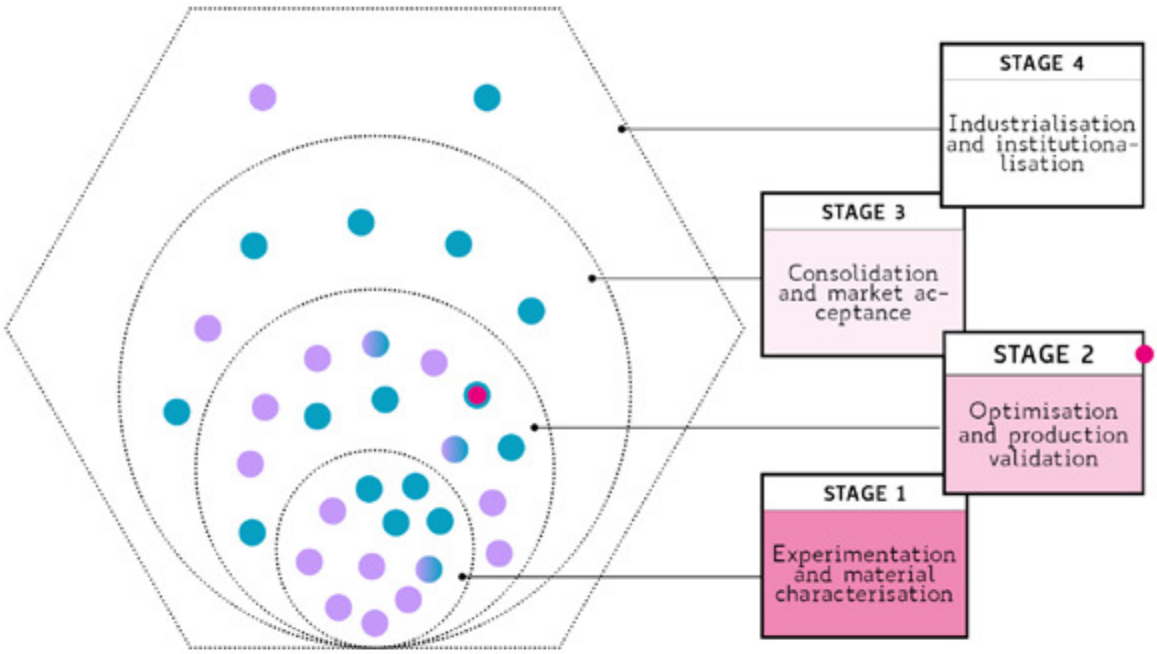
United Nations. (2015). *Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development*. ↪https://wedocs.unep.org/20.500.11822/9814

Winterstetter, A., Heuss-Assbichler, S., Stegemann, J., Kral, U., Wager, P., Osmani, M., & Rechberger, H. (2021). The role of anthropogenic resource classification in supporting the transition to a CE. *Journal of Cleaner Production*, 297(126753), 1-13, ↪https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126753

Circular Materials: Classification



Mapping through the framework

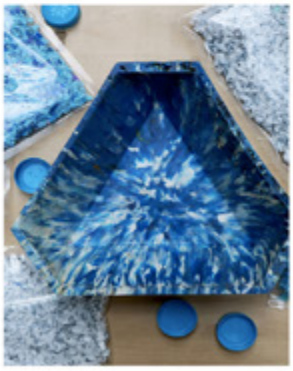


Data systematisation

Case n.12

Marble, Pixel, Glass *by Plastiz*

Framework stage **2**



Circular resource	Plastic	T	Industrial and post-consumer polymer waste			2021
Material features	Panels	Retail components	Semi-artisanal Low tech	T	N	7, 9, 11, 12, 13, 17
Company	2012	Turin, Italy	Startup	€ 120.211		

1. Noemi Emidi, *Analisi sistematica condotta sulla selezione di materiali circolari appartenenti a famiglie materiche eterogenee, compatibili con biocicli e/o tecnocicli. Per ciascun caso sono stati sistematizzati i dati permettendone la classificazione corrispondente secondo il framework proposto*, 1 2024; illustrazione dell'analisi