

L'ecosistema dell'economia circolare: casi d'impresa tra pratica e teoria

Fausto Cammarano, Raffaella Manzini, Gloria Puliga

Questa ricerca è finanziata dal Ministero dell'Università e della Ricerca (MUR) nell'ambito del bando PRIN 2022 – progetto n. 2022T2M9E5 “Innovation policies and economic measures for sustainable development and inequality mitigation after global crises”.

L'ecosistema dell'economia circolare: casi d'impresa tra pratica e teoria

Fausto Cammarano*, Raffaella Manzini**, Gloria Puliga***

Abstract

La crescente rilevanza delle sfide ambientali e sociali ha reso la sostenibilità e l'economia circolare temi centrali nel dibattito accademico e industriale, evidenziando la necessità di modelli capaci di preservare il valore delle risorse e ridurre gli impatti lungo i cicli produttivi. In questa prospettiva, il presente *Research Report* ha l'obiettivo di fornire una rappresentazione degli ecosistemi circolari di tre imprese italiane, Ricehouse, Feralpi Siderurgica e Favini, che hanno avviato percorsi di circolarità integrando pratiche e principi del modello della *Circular Economy* (CE) all'interno delle proprie strategie e modelli organizzativi. La rappresentazione è stata sviluppata a partire da un'analisi descrittiva volta a evidenziare la struttura dei flussi materiali, informativi ed economici e le relazioni tra i diversi agenti che compongono ciascun ecosistema. Il *research report* è strutturato in quattro sezioni, sviluppate sulla base della letteratura scientifica, della letteratura grigia e di fonti secondarie: introduzione, economia circolare, casi di studio e conclusioni. L'introduzione contestualizza i riferimenti teorici del lavoro. La sezione dedicata all'economia circolare fornisce una panoramica del modello e delle sue principali caratteristiche. La terza sezione presenta i tre casi di studio delle aziende italiane analizzate in relazione alle innovazioni circolari e agli ecosistemi nei quali operano. Infine, le conclusioni sintetizzano i risultati emersi e offrono indicazioni per futuri approfondimenti.

Keywords: Circular Economy, Case studies, Innovation, Ecosystem perspective

* Università Carlo Cattaneo, Corso Matteotti 22, 21053 Castellanza (VA), Italy; fcammarano@liuc.it

** Università Carlo Cattaneo, Corso Matteotti 22, 21053 Castellanza (VA), Italy; rmanzini@liuc.it

*** Università Carlo Cattaneo, Corso Matteotti 22, 21053 Castellanza (VA), Italy; gpuliga@liuc.it

1. Introduzione

Le crescenti preoccupazioni di natura ambientale, sociale ed economica hanno portato imprese e industrie a una maggiore consapevolezza degli effetti generati dalle proprie attività. In questo contesto, l'innovazione è riconosciuta come un motore essenziale della transizione verso la sostenibilità, e il paradigma della *Sustainability-Oriented Innovation* (SOI) ha progressivamente attirato l'attenzione della comunità scientifica (Adams et al., 2016, Franceschini et al., 2016, Cancino et al., 2018, Sanchez-Planeless et al., 2020, Maier et al., 2020). Tale approccio si configura come un campo di ricerca multidisciplinare che integra la prospettiva della TBL (*Triple Bottom Line*) di Elkington (1998) articolata nelle tre dimensioni ambientale, economica e sociale, con le differenti tipologie di innovazione, di prodotto, di processo e di modello di *business*, attraverso una visione olistica, sistemica e sistematica. In questo contesto emerge l'economia circolare (*circular economy* o CE) come un modello per supportare il paradigma SOI. La CE promuove il superamento della logica lineare *take-make-dispose*, con l'obiettivo di mantenere il valore delle risorse il più a lungo possibile all'interno dei cicli economici, perseguendo la progettazione di sistemi che mirino all'eliminazione della produzione di rifiuti e favorendo il recupero e la rigenerazione dei materiali.

La gestione dell'innovazione orientata a una crescita sostenibile non può essere concepita come un processo meccanico e lineare, ma deve essere interpretata come un processo *network-based*, inserito in un ecosistema complesso caratterizzato da interazioni continue, sia interne sia esterne all'impresa. Questa visione trova riscontro in diversi modelli teorici di riferimento, tra cui il *framework* della *Sustainability-Oriented Innovation* (SOI) di Adams et al. (2016) e il modello MOTIGS (*Management of Technological Innovation to Sustainable Growth*) sviluppato da Cancino et al. (2018). In questa prospettiva si colloca il paradigma della *Open Sustainability Innovation* (OSI) (Arcese et al., 2015) che integra i principi dell'innovazione aperta con gli obiettivi della sostenibilità, promuovendo il coinvolgimento di molteplici attori e consentendo l'adozione di pratiche sostenibili lungo l'intero ciclo di vita di prodotti e servizi (Yun e Liu, 2019).

Sulla base di queste considerazioni, il presente *research report* propone un'analisi descrittiva di tre realtà italiane che hanno integrato i principi dell'economia circolare all'interno delle proprie strategie aziendali, ridefinendo processi e modelli di gestione delle risorse. Il lavoro si propone di rappresentare i rispettivi ecosistemi circolari, elaborando una sintesi derivante da un'analisi descrittiva delle informazioni raccolte, al

fine di evidenziare la configurazione dei flussi materiali, informativi ed economici le relazioni tra i diversi agenti che li caratterizzano.

2. L'economia circolare

Il concetto di economia circolare ha assunto negli ultimi anni una rilevanza crescente sia a livello accademico sia nell'ambito professionale, configurandosi come uno degli approcci più diffusi per l'attuazione del principio di sviluppo sostenibile (Khitous et al., 2020). Si tratta di un "nuovo" paradigma che sostituisce il modello "*take-make-dispose*" dell'economia lineare, proponendo un utilizzo più efficiente e consapevole delle risorse disponibili. Essendo un "concetto di tendenza", vengono fornite una varietà di interpretazioni che possono portare ad un "*deadlock*" concettuale (Kirchherr et al., 2017). La seguente tabella riporta le definizioni che maggiormente sono utilizzate in letteratura (Bjørnbet et al., 2021, Ranta et al., 2021, Donner et. al., 2021, Saidani et al., 2019, Nascimento et al., 2019, Kirchherr et al., 2017).

Tabella 1. Definizioni di economia circolare più utilizzate

Fonte	Definizione
Ellen MacArthur Foundation (2013)	"Un sistema industriale che è riparativo o rigenerativo per intenzione e <i>design</i> . Sostituisce il concetto di 'fine vita' con il ripristino, si sposta verso l'uso di energia rinnovabile, elimina l'uso di sostanze chimiche tossiche, che compromettono il riutilizzo e mira all'eliminazione dei rifiuti attraverso il <i>design</i> superiore di materiali, prodotti, sistemi, e, all'interno di questo, modelli di <i>business</i> "
Ellen MacArthur Foundation (2013)	Viene presentato il <i>Butterfly Diagram</i> che fornisce una rappresentazione delle opportunità dell'economia circolare
Kirchherr et al. (2017)	"Un'economia circolare descrive un sistema economico che si basa su modelli di <i>business</i> che sostituiscono il concetto di 'fine vita' con la riduzione, il riutilizzo alternativo, il riciclo e il recupero dei materiali nei processi di produzione/distribuzione e consumo, operando così a livello micro (prodotti, aziende, consumatori), livello meso (parchi ecoindustriali) e livello macro (città, regione, nazione e oltre), con l'obiettivo di

	realizzare uno sviluppo sostenibile, che implica la creazione di qualità ambientale, prosperità economica ed equità sociale, al beneficio delle generazioni presenti e future.”
Geissdoerfer et al. (2017)	"un sistema rigenerativo in cui l'input di risorse, l'emissione di rifiuti e la dispersione di energia sono ridotti al minimo rallentando, chiudendo e restringendo i circuiti di materiale ed energia"

Secondo la definizione proposta da Kirchherr et al. (2017), l'economia circolare si configura come un modello che sostituisce il concetto di end-of-life con strategie di riutilizzo, recupero e riciclo dei materiali, unitamente alla riprogettazione dei processi di produzione, distribuzione e consumo. Tale approccio implica inoltre l'adozione di una prospettiva sistemica, articolata sui livelli macro, meso e micro, con l'obiettivo di contribuire alla sostenibilità ambientale, economica e sociale.

In linea con questa visione, Geissdoerfer et al. (2017) sottolineano la necessità di ridurre al minimo l'impiego di risorse, le emissioni e i rifiuti, attraverso meccanismi che mirano a rallentare, chiudere e restringere i circuiti materiali ed energetici:

1. chiudere i flussi di risorse: impedire che i prodotti e i materiali fuori uso diventino rifiuti reindirizzandoli come materia prima per la produzione;
2. rallentare i flussi di risorse: estendere la vita del prodotto attraverso la progettazione e i servizi come la riparazione, il riutilizzo, la rigenerazione e la manutenzione;
3. restringere i flussi di risorse: utilizzare meno risorse per la realizzazione di un prodotto.

Un ulteriore contributo concettuale è stato fornito dall'Ellen MacArthur Foundation, che in una delle prime definizioni descrive la CE come “un'economia in grado di rigenerarsi da sola”, attribuendo al *design* un ruolo cruciale in tale processo. In continuità con questa impostazione, la fondazione ha elaborato nel 2013 il *Butterfly Diagram*, oggi considerato uno dei principali strumenti di riferimento per rappresentare i flussi e le dinamiche dell'economia circolare.

Al fine di fornire una panoramica sui principi e sulle logiche operative e organizzative del modello economico della CE, la sezione sull'economia circolare è strutturata nei seguenti paragrafi: il *framework* di riferimento, il *Circular Business Model* (CBM), il *circular product*, il *circular manufacturing*, la *reverse logistics* e la gestione del fine vita. L'analisi, sviluppata sulla base della letteratura scientifica e grigia, approfondisce i principi teorici,

le strategie di progettazione orientate alla sostenibilità, all'economia circolare e all'efficienza produttiva, nonché le dinamiche di chiusura dei cicli e di valorizzazione delle risorse lungo la catena del valore.

2.1 | Framework di riferimento

I principali *framework* di riferimento per l'analisi e l'implementazione dell'economia circolare possono essere ricondotti a tre modelli concettuali: il *Butterfly Diagram*, il *framework* delle 10R e il modello ReSOLVE (Ranta et al., 2021; Borrello et al., 2020; Kirchherr et al., 2017; Ellen MacArthur Foundation, 2013).

Il *Butterfly Diagram*, rappresentato nella figura seguente, si sviluppa a partire dal pensiero *cradle-to-cradle* di Braungart e McDonough, considerando tutte le fasi del ciclo di vita di un prodotto, dalla progettazione fino alla sua reimmissione nel sistema produttivo.

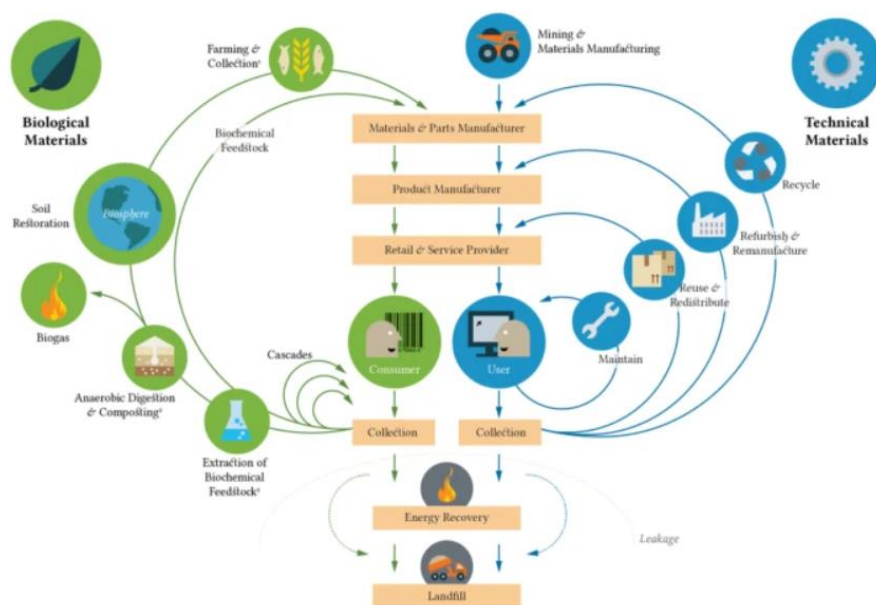


Figura 1. Butterfly Diagram per la rappresentazione della Circular Economy (Fonte: Ellen MacArthur Foundation, 2013)

La parte centrale del diagramma richiama il modello lineare tradizionale, articolato nelle seguenti fasi: (i) prelievo dei flussi materiali ed energetici, (ii) produzione, (iii) utilizzo e (iv) smaltimento tramite incenerimento o discarica.

A destra e a sinistra del diagramma sono rappresentati i cicli all'interno dei "metabolismi" biologici e tecnici del sistema economico con l'obiettivo di ridurre le perdite e generare valore per un periodo di tempo più esteso. Il concetto di metabolismo, mutuato dalle

scienze naturali, viene qui applicato ai sistemi industriali per evidenziare l'analogia con i processi rigenerativi che caratterizzano organismi ed ecosistemi, sottolineando la necessità di una conciliazione tra la sfera economica e naturale (Borrello et al., 2020, Velenturf et al., 2019). Il ciclo tecnico (in blu) si riferisce ai materiali e ai componenti richiesti dalla tecnosfera, ovvero dal sistema produttivo industriale. Le principali strategie di circolarità, che mirano a prolungare la vita utile dei beni e a massimizzare l'utilizzo delle risorse si concretizzano in (Ellen MacArthur Foundation, 2013):

1. *recycle*: i materiali vengono reintrodotti nel flusso delle materie prime. Tale opzione rappresenta l'ultimo loop da considerare, poiché da un lato comporta la perdita del valore aggiunto incorporato nel prodotto (manodopera, energia, ecc.), e dall'altro, richiede nuova energia per il processamento e la raffinazione dei materiali;
2. *refurbish/remanufacture*: nel primo caso, i prodotti giunti a fine vita per malfunzionamento vengono riparati o aggiornati per essere reimmessi sul mercato (*refurbished product*). Nel secondo caso, i prodotti sono disassemblati per recuperare componenti riutilizzabili nel ciclo produttivo;
3. *reuse/redistribute*: nel primo caso il prodotto è utilizzato nella sua forma originale o con piccole modifiche senza lavoro o materiale extra. Nel secondo caso, una volta terminato il percorso legato ad un determinato utente, il prodotto viene recuperato per renderlo disponibile ad altri;
4. *maintain/prolong*: l'attività di manutenzione consente di prolungare la vita utile dei beni, mantenendone inalterata la qualità e prevenendo guasti e deterioramenti;

I cicli biologici, invece, si riferiscono a materiali e risorse compatibili con la biosfera e comprendono l'impiego di materie prime rinnovabili ed energie pulite. Anche in questo caso è possibile distinguere diversi *loop*:

1. *cascades*: questo ciclo presenta affinità concettuali con le pratiche tecniche di *maintenance*, *reuse* e *redistribute*, poiché prevede l'impiego di un materiale per usi successivi e differenti, così da valorizzarne progressivamente il potenziale residuo. Esempi di applicazione includono la trasformazione di sottoprodotti alimentari in nuove risorse, come la produzione di tessuti derivati dalle bucce di agrumi o di alimenti innovativi ottenuti da ingredienti solitamente considerati scarti (ad esempio, la preparazione di salse a partire dalle bucce di banana). Analogamente, un pallet in legno dismesso può essere riadattato come arredo

urbano o da interni, mentre l'acqua impiegata nei processi industriali può essere successivamente riutilizzata come fluido di raffreddamento;

2. estrazione di materie prime biochimiche: consiste nell'impiego di processi e tecnologie di conversione della biomassa, intesa come qualunque sostanza di origine organica, vegetale o animale (ad esempio, scarti agricoli, residui forestali, reflui zootecnici, scarti legnosi), per ottenere prodotti a elevato valore aggiunto. Attraverso l'utilizzo di bioraffinerie, tali flussi possono essere trasformati in biopolimeri, biocompositi e biocarburanti, oltre che impiegati per la produzione di energia termica ed elettrica derivante dalla biomassa;

3. digestione anaerobica e compostaggio: entrambi i processi costituiscono strategie biologiche per la valorizzazione dei materiali organici, ma si differenziano per le condizioni operative e i prodotti ottenuti. La digestione anaerobica avviene in assenza di ossigeno e sfrutta l'azione di specifici microrganismi per degradare scarti organici come residui alimentari o residui agricoli. Il risultato principale è la produzione di biogas, costituito prevalentemente da metano e anidride carbonica, utilizzabile come fonte energetica rinnovabile alternativa al gas naturale. Contestualmente, viene generato un residuo solido che può essere impiegato come ammendante. Il compostaggio, al contrario, è un processo aerobico che coinvolge microrganismi naturalmente presenti nell'ambiente (batteri, funghi, insetti ecc.), i quali trasformano residui organici di origine domestica o vegetale, come foglie, erba, scarti alimentari e detriti da giardino, in compost, un materiale simile al terriccio ricco di nutrienti. Questo processo rappresenta una forma di riciclo biologico che consente di restituire sostanza organica al suolo, riducendo l'impiego di fertilizzanti chimici.

Per tale modello si evidenziano 3 aspetti fondamentali:

1. maggiore è la capacità di operare all'interno dei cerchi più interni, tanto più l'azione implementata risultata sostenibile e circolare, in quanto, minore sarà il tempo per reintrodurre il materiale all'interno del ciclo economico e maggiore sarà il valore recuperato;

2. la volontà, a seconda della complessità del prodotto, di spostare la composizione dei materiali di consumo dai nutrienti tecnici ai nutrienti biologici che possono essere restituiti alla biosfera. Per i nutrienti inadatti alla biosfera il ciclo tecnico è dunque da considerarsi riparativo, ciò significa che i prodotti e i materiali conservano la loro integrità e massima utilità in ogni momento;

3. si tratta di un sistema di *feedback* che richiede la collaborazione di filiera e inter-filiera: è necessario valorizzare e apprezzare i flussi di materiale, energia e informazioni per ricostruire il sistema ed estendere il ciclo di vita del prodotto.

Il secondo *framework* di riferimento è rappresentato dal modello delle 10R, il quale non solo riprende le strategie già incluse nel Butterfly Diagram della Ellen MacArthur Foundation, ma le integra con ulteriori approcci, ampliando così lo spettro delle pratiche riconducibili ai principi dell'economia circolare. (Kirchherr et al., 2017).

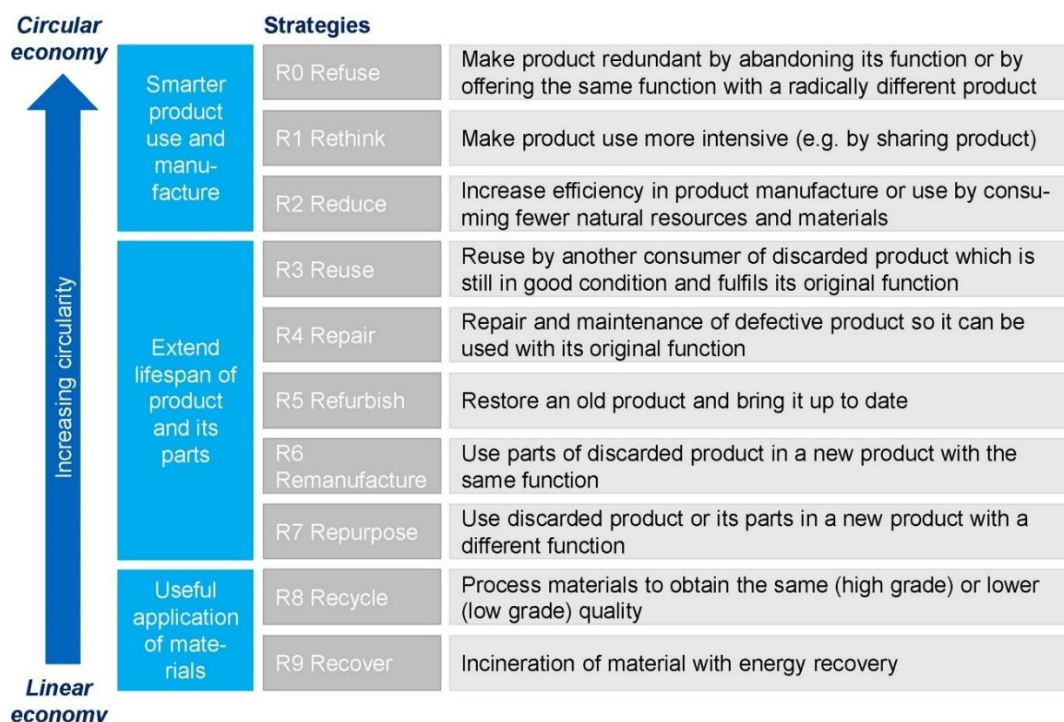


Figura 2. Framework 10R (Fonte: Kirchherr et al., 2017)

Le 10R sono intese come una diversa versione della gerarchia dei rifiuti dove il livello di circolarità aumenta dalla strategia R9 alla strategia R0 (Ranta et al., 2021). Le 10R possono essere considerate come un'evoluzione della tradizionale gerarchia dei rifiuti, in cui le diverse strategie vengono ordinate in base al grado di circolarità. In questo schema, il livello di circolarità cresce progressivamente dalla strategia R9 fino alla strategia R0, che rappresenta l'approccio più radicale e completo alla riduzione e prevenzione dei rifiuti. (Ranta et al., 2021).

L'ultimo *framework*, che viene riportato nella figura successiva, è il modello *ReSOLVE* (*Regenerate, Share, Optimize, Loops, Virtualize, Exchange*) elaborato sempre dalla Fondazione Ellen MacArthur Foundation.

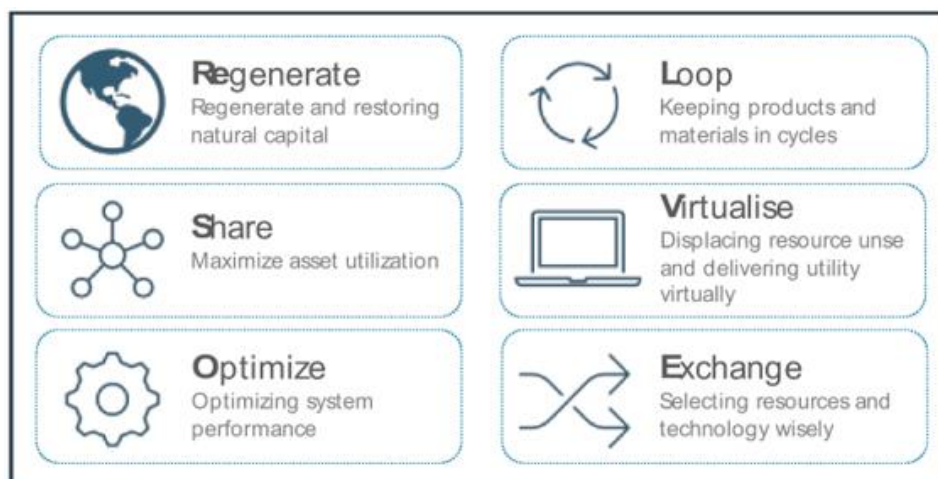


Figura 3. Il framework ReSOLVE (Fonte: Cagno et al., 2021)

Tale modello riporta 6 azioni che guidano operativamente le imprese industriali verso l'economia circolare (Cagno et al., 2021).

1. *regenerate*: rigenerare e conservare la salute degli ecosistemi utilizzando energie e materiali rinnovabili restituendo le risorse biologiche recuperate alla biosfera;
2. *share*: massimizzare l'utilizzo di prodotti attraverso la condivisione. Ciò vuol dire prolungare la vita tecnica (di seconda mano) attraverso la progettazione per la durata (manutenzione, riparazione, ecc.) e il riutilizzo;
3. *optimise*: l'ottimizzazione coinvolge non solo l'incremento dell'efficienza e dell'efficacia di un prodotto ma anche la riduzione degli sprechi nella catena di approvvigionamento e nei processi produttivi sfruttando i *big data*, il telerilevamento e l'automazione;
4. *loop*: i componenti e i materiali devono essere mantenuti in circuiti chiusi dando la priorità ai cicli interni. Ciò vuol dire, per i materiali finiti, rigenerare componenti e prodotti e riciclarli come ultima risorsa;
5. *virtualise*: offrire utilità attraverso la virtualizzazione ovvero gli *smart service*;
6. *exchange*: applicare l'innovazione tecnologica ai sistemi tecnici (es. produzione additiva, impiega materiali rinnovabili avanzati ecc.).

Tenuto conto delle possibili azioni operative per la transizione verso la CE la seguente tabella propone il collegamento tra gli aspetti dell'economia circolare e il modello ReSOLVE.

Tabella 2. Collegamento tra il framework ReSOLVE e i 10 aspetti della CE (Fonte: Cagno et al., 2021).

Modello ReSOLVE	Aspetti CE
Regenerate	Gestione del ciclo di vita
Share	Riutilizzare
Optimise	Efficienza delle risorse Gestione della catena di fornitura
Loop	Disassemblaggio Rigenerazione Riciclo
Virtualise	Servizi intelligenti
Exchange	Trasformazione digitale

Kirchherr et al. (2017) sostengono che l'economia circolare "soffre" ancora della mancanza di una definizione unificata e rimane indefinito la relazione tra CE e sostenibilità. Tuttavia, dall'analisi dei quadri di riferimento proposti, è possibile constatare il potenziale della CE per contribuire agli SDGs (*Sustainable Development Goals*) delle Nazioni Unite:

1. l'economia circolare propone la negazione o comunque la riduzione, dei rifiuti, la riduzione della domanda di materie prime vergini in modo da sfruttare la "capacità sottoutilizzata" delle risorse già inserite all'interno della catena del valore;
2. viene abbandonata la visione dell'ambiente naturale come un "pozzo" di risorse illimitate.

Tenuto conto di queste osservazioni e delle tre dimensioni della TBL (*Triple Bottom Line*) di Elkington (1998), secondo la quale la qualità del sistema sostenibile, dipende dall'integrazione equilibrata di tre pilastri fondamentali la seguente tabella propone di delineare il legame, tra CE e SDGs.

Tabella 3. Elaborazione personale del legame tra CE e SDGs

Dimensione TBL	SDGs
Ambientale	<ul style="list-style-type: none"> • SDG 6 (acqua pulita e servizi igienico-sanitari) • SDG 7 (Energia pulita e accessibile) • SDG 12 (Consumo e produzione responsabile) • SDG 12.5 (Gestione dei rifiuti) • SDG 15 (Vita sulla terra)
Economica	<ul style="list-style-type: none"> • SDG8 (Lavoro dignitoso e crescita economica) • SD9 (Industria, Innovazione e infrastrutture)
Sociale	Legame tra CE e SDG assente

L'attenzione dell'economia circolare è quindi concentrata sulla prosperità economica e sulla qualità ambientale; il suo impatto sulla dimensione sociale e sulle generazioni future è appena menzionato nella definizione di Kirchherr et al. (2017).

2.2 Circular Business Model (CBM)

La definizione della Ellen MacArthur Foundation (2013) evidenzia il ruolo dei nuovi modelli di *business* come *driver* per abilitare nella transizione verso la CE. I modelli di *business* lineari sono definiti come degli strumenti che consentano di creare, trasferire e catturare valore (Barth et al., 2021), la transizione verso i *Circular Business Model* (CBM) richiede che queste dimensioni integrino i principi dell'economia circolare. Nella seguente tabella vengono riassunte le azioni da intraprendere per creare, trasferire e catturare valore considerando le definizioni e i *framework* precedentemente analizzati.

Tabella 4. Rielaborazione personale delle attività per implementare l'economia circolare lungo le tre dimensioni del modello di business

Dimensione del modello di <i>business</i>	Attività per implementare l'economia circolare
Creazione di valore	Restringimento, rallentamento e chiusura dei cicli (biologici e tecnici), impiego materiali riciclati e riciclabili, <i>design</i> prodotto/servizio (innovazione di prodotto), valorizzazione degli scarti, innovazioni di processo
Trasferimento di valore	Piattaforme digitali, coinvolgimento consumatori
Cattura di valore	PSS (<i>Product-Service-System</i>)

La creazione del valore è abilitata dal restringimento o rallentamento del flusso di risorse (riduzione risorse impiegate per prodotto) ma importante, per l'economia circolare, è la chiusura del flusso ovvero impedire ai prodotti di “trasformarsi in rifiuti”. Per questa ragione sempre più attenzione viene posta nel “valore recuperabile” attraverso la valorizzazione degli scarti e dei rifiuti ottenendo non solo il ricavo dalla vendita ma anche una riduzione di costo dovuta al mancato smaltimento (Barth et al., 2021). Tuttavia, ciò richiede l'accettazione e la collaborazione dei consumatori che rappresentano un fattore abilitante per la transizione (Aschemann-Witzel e Stangherlin, 2021, Donner e Vries, 2021).

Attraverso queste strategie, è possibile creare lo stesso valore o aumentare il valore attraverso l'uso drasticamente ridotto delle materie prime vergini e la generazione di rifiuti. La strategia di rallentamento consente a un singolo prodotto di mantenere il suo valore più a lungo attraverso il suo *design*, la strategia di chiusura consente di produrre prodotti di valore da materiali già in circolazione e la strategia di restringimento riduce il numero di risorse necessarie per produrre lo stesso valore (Ranta et al., 2021). Come sostenuto da Harris et al. (2021), la dimensione di creazione del valore, può essere implementata anche attraverso sistemi di valutazione e monitoraggio del grado di circolarità. Per la costruzione di un CBM è infatti necessario fornire al cliente informazioni sulla circolarità del prodotto/servizio che si sta offrendo. L'innovazione di prodotto non è

l'unico aspetto da considerare per la creazione del valore ma è necessaria una riconfigurazione e una riprogettazione dei sistemi di produzione, catene di approvvigionamento ecc. (Bjørnbet et al., 2021, Rosa et al., 2020). Un prodotto, infatti, può essere realizzato in modo da essere disassemblato una volta giunto il suo fine vita, ma allo stesso tempo, deve essere facilitato il processo di ritorno in azienda.

Per il trasferimento di valore un ruolo importante svolgono le piattaforme digitali di scambio (Vidmar et al., 2021, De Felice e Petrillo, 2021). Per estendere il ciclo di vita del prodotto sono coinvolti più attori ed è quindi necessario abilitare "l'effetto di rete" in modo da facilitare l'incontro tra domanda e offerta e l'implementazione delle 3 strategie del flusso di risorse (Urbinati et al., 2020, Chamberlin e Boks, 2018). Il consumatore è considerato un altro importante *driver* per la transizione verso la *circular economy*, tuttavia, poca attenzione viene posta "sulla volontà del consumatore a partecipare alla CE" e sul coinvolgimento diretto dei clienti in iniziative circolari (Centobelli et al. 2020, Kirchherr et al. 2017).

Per quanto riguarda la cattura del valore la letteratura include suggerimenti provenienti dai sistemi prodotto-servizio (PSS, *product as service*) (Bjørnbet et al., 2021, Borrello et al., 2020, Centobelli et al., 2020, Urbinati et al., 2020, Korhonen et al., 2018, Muto et al., 2016).

In particolare, come riportato da Centobelli et al. (2020) in "*Designing business models in circular economy: A systematic literature review and research agenda*" i servizi associati al prodotto possono essere distinti in:

1. *product service system product-oriented*: vi è un trasferimento dell'*ownership* dal produttore al consumatore ma vengono offerti servizi orientati al prodotto che ne aumentano la longevità. Nei PSS *product-oriented* è ancora legato ad un'ottica lineare ma consente di migliorare l'immagine dell'impresa attraverso i servizi connessi al prodotto;
2. *product service system use-oriented*: non vi è un trasferimento di proprietà ma l'accesso ai prodotti è garantito attraverso servizi orientati all'utilizzo. In questo caso il bene è veicolato al consumatore dietro il pagamento di un canone. Tuttavia, nei PSS *use-oriented*, la monetizzazione non è diretta e i ricavi dipendono dalla cumulata delle quote versate;
3. *product service system result-oriented*: il bene è veicolato al cliente attraverso il pagamento in base all'utilizzo del bene/servizio. In questo caso, ad esempio, il

cliente, può anche restituire il prodotto eventualmente acquistato al produttore, ottenendo una remunerazione sottoforma di buoni spesa. Ovviamente, devono essere rispettati determinati requisiti di qualità e strutturali. Viene prolungato il ciclo di vita dei prodotti e ridotto il quantitativo di risorse necessarie.

Attraverso i PSS viene rivisto il concetto di *ownership* del prodotto considerando la servitizzazione come lo strumento per incentivare le imprese a prolungare la *shelf life* dei prodotti trasformando, le risorse di input, in costi da evitare (P. Pieroni et al., 2019).

2.4 Circular product

Come riportato precedentemente l'innovazione di prodotto rappresenta una delle attività per implementare l'economia circolare lungo la dimensione di creazione di valore del modello di business. È importante integrare i principi della CE nella fase iniziale del processo di progettazione questo perché, una volta stabilite le specifiche del prodotto, può essere difficile apportare modifiche. Urbinati et al. (2019) evidenziano 4 principi principali per l'adozione dell'economia circolare a livello di prodotto:

1. Efficienza energetica e utilizzo di fonti di energia rinnovabili;
2. Ottimizzazione di prodotti e processi per l'efficienza delle risorse;
3. *Design* del prodotto per la circolarità;
4. Sfruttamento dei rifiuti come risorsa.

Il *design* è stato riconosciuto in letteratura come un catalizzatore per allontanarsi dal modello tradizionale del “*take-make-dispose*” per ottenere un'economia più rigenerativa, riparativa e circolare (Korhonen et al., 2018). Pertanto, affinché l'economia circolare possa prosperare, i prodotti devono essere progettati per circuiti chiusi e adattati per generare entrate (Garcia-Muiña et al., 2019). A tal scopo, l'*eco-design*, rappresenta l'approccio maggiormente impiegato poiché consente di progettare un prodotto rispettando l'ambiente e le sue risorse (Hernandez et al., 2020). Il DfE (*Design for Environment*) rappresenta una delle tecniche per supportare e favorire il processo progettuale in una prospettiva circolare (Ioppolo et al., 2014) e nella seguente tabella vengono riportati i criteri che supportano le fasi di sviluppo di un prodotto circolare.

Tabella 5. Rielaborazione personale dei criteri del DfE applicati allo sviluppo di un prodotto circolare (Fonte: Citterio et al., 2009)

Criteri del DfE	Circolarità
DfE per il progetto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ridefinire/eliminare o modificare le funzionalità del prodotto; 2. Incrementare la vita dei prodotti.
DfE per le materie prima	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ridurre sostanze tossiche e impiegare materiali riciclati e riciclabili; 2. Minimizzare la tipologia e la quantità di materiali (dematerializzare); 3. Utilizzare materiali compatibili per facilitare il processo di riciclo.
DfE per la produzione	<ol style="list-style-type: none"> 1. Minimizzare la quantità di rifiuti e sprechi
DfE per il trasporto	<ol style="list-style-type: none"> 1. Minimizzare e ottimizzare gli imballaggi; 2. Utilizzare imballaggi riutilizzabili.
DfE per la fase d'uso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Aumentare l'efficienza energetica con un giusto rapporto qualità/consumo energetico.
DfE per la fase di manutenzione	<ol style="list-style-type: none"> 1. Facilità di accesso agli elementi per la sostituzione/manutenzione.
DfE per il disassemblaggio	<ol style="list-style-type: none"> 1. Favorire lo smontaggio dei componenti
DfE per riciclo e il riuso	<ol style="list-style-type: none"> 1. Fornire informazioni per il cliente; 2. Utilizzare dei marchi per facilitare la riciclo/recupero/smaltimento; 3. Facilitare il recupero dei componenti.

2.5 Circular manufacturing (CM)

Il *Buttefly Diagram* classifica la produzione industriale in due distinti tipi di cicli: biologici e tecnici. Mentre i "nutrienti" del ciclo biologico sono progettati per rientrare nella biosfera attraverso dei processi a cascata, quelli tecnici sono reinseriti in sistemi a ciclo chiuso di produzione durante i cicli di vita del prodotto idealmente infiniti. I cicli tecnici, però, sono finiti e per questo motivo risulterebbe opportuno spostare la composizione dei materiali di consumo dai nutrienti tecnici ai nutrienti biologici. Tuttavia, non tutti i nutrienti sono

adatti alla biosfera (es. settore prodotti elettronici), per questo motivo non è sempre possibile selezionare materie rispettose dell'ambiente. A tal proposito, Kirchherr et al. (2017), considerano il *framework* delle 10R per rappresentare i *driver* strategici per il *Circular Manufacturing* (CM) (Bjørnbet et al., 2021). Il CM viene definito come "l'adozione simultanea di diverse strategie di CE, che consentono di ridurre il consumo di risorse, estendere i cicli di vita delle risorse e chiudere i cicli delle risorse, facendo affidamento sulle attività interne ed esterne dei produttori che sono modellate per soddisfare le esigenze degli *stakeholder*" (Acerbi et al., 2021). Questi concetti non sono nuovi in letteratura, ma rappresentano un'estensione dei principi e dei processi introdotti nel *Toyota Production System* (TPS) ovvero, la *Lean Manufacturing* (LM) che è considerata come un insieme di tecniche e strumenti che consentono di "fare di più con meno", eliminando scarti e sprechi per generare valore (Ioppolo et al., 2014, Lieder e Rashid, 2016, Yu et al., 2015). Non solo i flussi biologici e tecnici devono essere considerati per implementare l'economia circolare ma è necessario valorizzare e apprezzare anche i flussi informativi. Per tale ragione la *digital transformation*, con particolare attenzione all'*Industry 4.0*, può abilitare l'implementazione della CE e il raggiungimento dell'SDG 12 (Produzione e consumo responsabili) (Cagno et al., 2021, Rosa et al., 2020, Bonilla et al., 2018, Yang et al., 2018). Facendo riferimento ai risultati ottenuti da Cagno et al. (2021) nella tabella successiva vengono riportate i novi pilastri dell'*Industry 4.0* e il collegamento alle sei aree di azione del *framework ReSOLVE*.

Tabella 6. Rielaborazione personale delle 6 aree del framework ReSOLVE e i 9 pilastri dell'Industry 4.0 (Fonte: Cagno et al., 2021)

Tecnologia Industry 4.0	Area Framework ReSOLVE
IoT (<i>Internet of Things</i>)	<i>Regenerate; Share; Loop; Virtualise; Exchange.</i>
BDA (<i>Big Data Analytics</i>)	<i>Regenerate; Optimize; Share; Loop; Virtualise; Exchange.</i>
CLOUD (<i>Cloud/fog/edge technologies</i>)	<i>Optimize; Virtualise; Exchange.</i>
CYB (<i>Cybersecurity and blockchain</i>)	<i>Regenerate; Optimize; Share.</i>
HVSYS (<i>Horizontal/Vertical system integration</i>)	<i>Regenerate; Optimize; Loop.</i>
SIM (<i>Simulation</i>)	<i>Optimize; Loop.</i>
ROBs (<i>Autonomous robots</i>)	<i>Loop.</i>
AM (<i>Additive Manufacturing</i>)	<i>Loop; Virtualise; Exchange.</i>
AR (<i>Augmented Reality</i>)	<i>Loop.</i>

L'analisi condotta evidenzia come l'IoT e i BDA rappresentino le tecnologie cardine in quanto, insieme, possono supportare aspetti specifici in ogni fase del ciclo di vita del prodotto consentendo di sfruttare in maniera efficiente sia le risorse tecniche che naturali (progettazione del prodotto, attività di *marketing*, monitoraggio e tracciamento del prodotto, supporto tecnico e manutenzione, uso ottimizzato del prodotto, aggiornamento ecc.). Kristoffersen et al. (2020), attraverso l'utilizzo delle tecniche di BDA e dell'IoT, propongono lo *smart CE framework* che consente di elaborare strategie circolari intelligenti all'interno delle organizzazioni. L'AM è legata al riciclo di prodotti e materiali. Nascimento et al. (2019) forniscono prove empiriche sul potenziale di questa tecnologia per abilitare un modello di *business* circolare basato sul riutilizzo di rifiuti. L'obiettivo era reinserire materiali di scarto, obsoleti o non desiderati in una catena di processo innovativa come materia prima. I CYB supportano lo sviluppo di servizi innovativi, in particolare per le applicazioni di manutenzione e sono considerati buoni elementi di supporto per lo sviluppo di strategie innovative di gestione del ciclo di vita; infine, la

simulazione, è correlata a una migliore gestione di catene di approvvigionamento complesse o alla rigenerazione di prodotti complessi.

2.6 Reverse logistics

Uno degli obiettivi fondamentali dell'economia circolare è prolungare il ciclo di vita dei prodotti. Ciò richiede la trasformazione dei modelli organizzativi da strutture lineari a sistemi chiusi, in cui venga valorizzato il potenziale di recupero insito in ciascun componente e nelle risorse impiegate. In questa prospettiva, i processi logistici sono ripensati integrando la strategia della *Reverse Logistics* (RL), considerata un elemento imprescindibile per la chiusura dei cicli materiali. L'*American Reverse Logistics Executive Council* definisce la RL come "il processo di pianificazione, implementazione e controllo del flusso efficiente ed economico di materie prime, inventario in lavorazione, prodotti finiti e informazioni correlate dal punto di consumo al punto di origine allo scopo di recuperare valore o di smaltire correttamente" (Fofou et al., 2021). Secondo questa definizione la logistica inversa include una serie di processi che comprendono la restituzione del prodotto, il riutilizzo, la riparazione, la rigenerazione, e lo smaltimento dei prodotti *end of life* con l'obiettivo di minimizzare i costi, massimizzare il profitto, la soddisfazione del cliente e il beneficio ambientale (Genovese et al., 2017). Per stabilire un'efficiente rete di logistica inversa è necessario considerare il valore cumulato recuperabile e ciò, ovviamente, dipende dal settore, dalla natura delle componenti, dalla qualità e dalla quantità dei prodotti recuperati. Per quanto riguarda i CBM, la RL consente di implementare l'economia circolare lungo la dimensione di cattura del valore del modello di *business*. Infatti, attraverso una infrastruttura di RL ben gestita, si ottiene un aumento della fedeltà dei clienti attraverso la prospettiva prodotto-servizio (es. servizi di riparazione). Come evidenziato da Plaza-Úbeda et al. (2020) la RL non comprende solo la determinazione delle ubicazioni, il numero e la capacità di flusso inviata da un impianto all'altro ma anche l'analisi dei prodotti idonei a partecipare alla logistica inversa. Secondo gli autori al fine di rendere i processi di separazione e recupero dei materiali efficienti è necessario considerare:

1. il tipo di materiale del prodotto e il numero di componenti: è necessario rendere il materiale del prodotto omogeneo o comunque con un numero inferiore di materiali diversi per facilitare le attività di separazione e recupero;
2. il deterioramento del prodotto: il grado di deterioramento del prodotto influenza la scelta delle azioni per poterlo riutilizzare;

3. il modello di utilizzo: è necessario considerare la posizione, l'intensità e la durata dell'uso perché incide sul processo di raccolta;
4. la possibilità di installare *drop-point*: una struttura dove i clienti portano i loro prodotti;
5. l'ispezione e la classificazione dei prodotti: i dipendenti devono possedere le conoscenze necessarie su come manipolare i resi, non solo per ordinarli, a seconda della loro condizione e del modo di riutilizzarli, ma anche per proteggere se stessi, i colleghi e l'ambiente da eventuali caratteristiche negative (es. i materiali pericolosi richiedono l'adozione di misure speciali e maggiore attenzione).

Pushpamali et al., 2019 e Plaza-Úbeda et al. (2020) sottolineano rispettivamente come la RL differisca dai concetti di *supply chain* e *waste management*. La logistica inversa è solo uno dei processi alla base della *reverse supply chain* che si integra con il processo di pianificazione della produzione, il controllo delle scorte e il processo di distribuzione. In particolare, tale concetto, si combina con quello della *forward supply chain* con l'obiettivo di creare valore durante tutto il ciclo di vita del prodotto mediante la *Closed-Loop Supply Chain* (CLSC) (Fofou et al., 2021). In questa prospettiva i prodotti vengono spostati all'interno di una catena di approvvigionamento inversa dopo aver raggiunto la fine del loro ciclo di vita, creando così una catena di approvvigionamento a ciclo chiuso e promuovendo un'economia circolare. Questo aspetto, che mette in relazione la *supply chain management* con la sostenibilità, rappresenta la maggiore tendenza riscontrata dagli autori per la letteratura della GSCM (*Green Supply Chain Management*) (Pushpamali et al., 2019). Nel secondo caso, la gestione dei rifiuti, è il risultato di un'implementazione di successo della logistica inversa. Infatti, adottando una prospettiva *input-output*, l'*input* della gestione dei rifiuti, si riferisce al materiale usato senza valore, mentre, nella logistica inversa, l'*input* riguarda nuovi prodotti, prodotti usati e materiali usati con valore. Il risultato della gestione dei rifiuti è la riduzione dell'impatto ambientale negativo; l'*output* principale della logistica inversa è il guadagno economico considerando allo stesso tempo l'ambiente. Quindi, nell'ambito della RL, solo ciò che non può essere riutilizzato, riparato, rigenerato o riciclato viene dismesso in discarica.

2.7 Gestione del fine vita

Il rapporto della Ellen MacArthur Foundation (2015) intitolato "*Towards the circular economy: an economic and business rationale for an accelerated transition*", sottolinea,

attraverso il *Butterfly Diagram*, la necessità di progettare prodotti e processi in modo che il concetto di “rifiuto” venga completamente eliminato. In questo nuovo sistema economico i rifiuti vengono trasformati nei “nutrienti”, in modo da ridurre sia le risorse naturali, che i rifiuti prodotti per soddisfare i bisogni della società. Attraverso questa prospettiva vi è la cessazione della qualifica di rifiuto (*End of Waste*) ed è possibile rigenerare il sistema naturale, preservare e valorizzare le risorse mantenendo in uso materiali e prodotti. L'*End of Waste* è disciplinato dall'articolo 6 della direttiva 2008/98/CE secondo il quale un rifiuto perde tale qualifica una volta sottoposto ad un'operazione di recupero per trasformarsi in un prodotto utile sostituendo, ad esempio, altri materiali. Tuttavia, l'ecologia industriale, sottolinea che i circuiti chiusi di risorse non sono strutturati soltanto utilizzando i rifiuti ma anche i sottoprodotti (Borrello et al., 2020). Come riportato dall'art. 184-bis del D.Lgs. 152/06 il sottoprodotto si differenzia dal rifiuto in quanto si intende un residuo di produzione con caratteristiche tali da consentirne la reintroduzione senza alcun trattamento (es. scarti di produzione). Secondo Acerbi et al. (2021) per un'efficace gestione del fine vita è necessario svolgere una serie di attività: raccolta, smistamento, smontaggio e analisi dei dati riguardanti il tipo, il peso del materiale, la qualità dei flussi di materiali, la massa, il volume e la quantità di rifiuti utilizzati. Per queste attività devono essere considerate una serie di informazioni fondamentali: il tipo di prodotto, le componenti, l'approvvigionamento dei materiali, la fase de ciclo di vita, livello di circolarità, posizione del prodotto nella catena di fornitura, capacità di stoccaggio interno e consumo dell'utente finale e modalità di consegna. Tutti questi aspetti sono mirati per la raccolta di dati relativi al tipo e alla quantità di rifiuti per valutarne la possibilità di riutilizzo dopo trattamenti specifici rilevando la presenza di sostanze pericolose per valutare come gestirle ed evitare impatti negativi. Il concetto di gestione del fine vita si collega anche al concetto di valorizzazione dei rifiuti e dei sottoprodotti attraverso la collaborazione inter-filiera realizzando così la simbiosi industriale (Aschemann-Wiltzel e Stangherlin, 2021, Donner et al., 2021). Ragionando attraverso un'ottica *input-output* possiamo distinguere due tipologie di chiusura dei cicli con l'obiettivo di pianificare “nuovi scopi” per i materiali, cercando di ritardare in maniera indefinita lo smaltimento:

1. *upcycling*: l'output di un settore diventa l'input per un settore di maggior valore;
2. *downcycling*: l'output di un settore diventa l'input per un settore di minor valore.

Di solito, i materiali sottoposti a *downcycling* sono materiali la cui natura impedisce di mantenere la precedente durabilità una volta rielaborato e, per questo motivo, vengono

trasferiti per un settore di minor valore. L'*upcycling*, invece, prevede delle vere e proprie strategie di design che offrono molte vite successive agli oggetti materiali con funzionalità completamente diversi. Le piattaforme collaborative, o piattaforme web, possono essere considerati gli strumenti abilitatori per la condivisione delle risorse in questa prospettiva di "collaborazione e corrispondenza *input-output*". Per garantire l'orchestrazione della simbiosi industriale potrebbe essere necessario modificare le procedure gestionali e introdurre di nuove poiché è necessario il coinvolgimento di *stakeholder* sia interni che esterni alla catena di fornitura (produttore, utilizzatore, aziende di trattamento e di trasporto dei materiali). Inoltre, altrettanto importante, è il tipo di domanda dei clienti poiché permette di capire se l'azienda è in grado sia di rispondere alle esigenze del mercato sia di stimolare una domanda allineata ai valori circolari. Da questo punto di vista importante è comprendere quali sono i motivi che influiscono sull'accettazione e sul rifiuto da parte dei consumatori dei prodotti valorizzati attraverso la simbiosi industriale. La Direttiva Europea 2008/98/CE definisce un'altra importante strategia ambientale per la gestione del fine vita in un'ottica circolare ovvero l'EPR (*Extended Producer Responsibility*). La responsabilità estesa del produttore è uno strumento che "trasferisce ai produttori la responsabilità della gestione dei rifiuti generati quando il loro prodotto viene trasformato in rifiuto" (Shooshtarian et al., 2021). I produttori hanno una significativa responsabilità finanziaria e/o fisica per il trattamento o lo smaltimento dei loro prodotti oltre il loro consumo, per questo motivo l'obiettivo è generare incentivi economici diretti affinché i produttori investano nella fase di progettazione del prodotto in modo che sia facilmente riutilizzabile o riciclabile e durevole. Sebbene l'EPR abbia chiari vantaggi ambientali, il sistema produttivo presenta una serie di problematiche per i produttori, infatti, non è stato identificato un marchio di qualità ecologica; non esiste un meccanismo di controllo da parte del regolatore per la conformità finanziaria dell'EPR né sanzioni per il mancato rispetto, ad esempio, ritiro delle autorizzazioni per i riciclatori; è necessario istituire un meccanismo per l'informazione pubblica sul riciclaggio, per coinvolgere i consumatori nella continuazione del ciclo (Avilés-Palacios e Rodríguez-Olalla, 2021).

3. Casi di studio: metodologia

Nella seguente sezione vengono analizzati i tre casi di studio relativi ad altrettante realtà italiane. I casi analizzati sono stati selezionati in quanto appartenenti a settori produttivi differenti, con l'obiettivo di evidenziare come i principi dell'economia circolare possano essere applicati in filiere diverse. Questa eterogeneità consente di osservare forme differenti di innovazione, che possono manifestarsi sia a livello di prodotto sia di processo, offrendo una prospettiva comparata sulla capacità delle imprese di tradurre i principi circolari in pratiche operative coerenti con le specificità del proprio contesto produttivo. Dal punto di vista metodologico, l'analisi si è fondata sull'utilizzo di fonti secondarie, i cui contenuti sono stati oggetto di una rielaborazione integrata finalizzata al confronto e alla sintesi delle differenti informazioni. Le fonti sono state classificate in tre macrocategorie, illustrate nella seguente tabella, in base alla loro natura e alla tipologia di contenuti analizzati ((Bowen, 2009; Sherif, 2018, Morgan, 2022).

Macrocategoria	Tipologia delle fonti
Documenti istituzionali e aziendali	Report istituzionali e tecnici, bilanci e relazioni di sostenibilità, dichiarazioni ambientali, documenti aziendali, schede e guide tecniche, brevetti.
Fonti digitali (siti e portali ufficiali)	Siti e portali aziendali o istituzionali, sezioni dedicate a prodotti, sostenibilità, certificazioni e strategie ambientali, blog e piattaforme informative online.
Fonti giornalistiche e di settore	Articoli di stampa e approfondimenti pubblicati su testate giornalistiche, riviste di settore o portali specializzati.

Ogni caso di studio è stato sviluppato secondo una struttura articolata in quattro sezioni: introduzione, economia circolare, ecosistema circolare e performance economico-finanziarie elaborate sulla base delle informazioni fornite dalla piattaforma AIDA (Analisi Informatizzata delle Aziende Italiane). Di seguito si riporta la legenda utilizzata per la lettura delle rappresentazioni grafiche, sviluppate in coerenza con l'obiettivo del *research report*, volto a rappresentare gli ecosistemi circolari delle imprese analizzate e a mettere

in evidenza i flussi materiali, informativi ed economici, insieme alle relazioni che caratterizzano l'azienda oggetto del caso di studio e i diversi agenti coinvolti. I flussi possono essere monodirezionali, quando lo scambio avviene in un'unica direzione, oppure bidirezionali, quando lo scambio si articola in entrambe le direzioni.

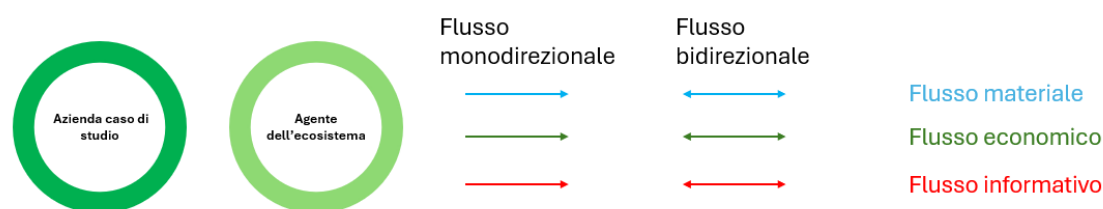


Figura 4. Legenda utilizzata per la rappresentazione dell'ecosistema dei casi di studio

3.1 Ricehouse

3.1.1 Introduzione

Ricehouse nasce nel 2016 come *startup* innovativa su iniziativa di Tiziana Monterisi, architetta con una esperienza in architettura bioecologica e oggi CEO (*Chief Executive Officer*) dell'organizzazione, e di Alessio Colombo, geologo e attuale COO (*Chief Operating Officer*). La sede principale si trova ad Andorno Micca, in provincia di Biella, e al 31 dicembre 2024, secondo i dati di bilancio, il fatturato è pari a 2.161.096 euro e il numero di dipendenti è pari a 8.

Fin dalle origini, *Ricehouse* si è posta come esempio di realtà imprenditoriale impegnata nel settore della bioedilizia, sviluppando un modello capace di coniugare innovazione tecnologica con principi di sostenibilità ed economia circolare.

L'attuale progetto, tuttavia, si colloca a valle di un precedente tentativo imprenditoriale, orientato alla commercializzazione di materiali naturali per l'edilizia, che si concluse con la chiusura dell'attività poiché il mercato non era ancora pronto ad accogliere tali soluzioni. Questa prima esperienza, considerata un "fallimento" dal punto di vista commerciale, ha tuttavia costituito un passaggio cruciale, poiché ha favorito l'acquisizione di una conoscenza più approfondita del settore e ha stimolato processi di riprogettazione che hanno condotto all'elaborazione di strategie più efficaci per lo sviluppo degli attuali prodotti. Il fallimento ha agito, in questo senso, come catalizzatore di consapevolezza, concretizzatosi nella definizione di un modello produttivo basato sull'impiego degli scarti della risicoltura nel settore edile. Proprio da questa consapevolezza prende forma l'attuale mission aziendale, che consiste nel "costruire la casa di riso", valorizzando le risorse inutilizzate della filiera risicola e assicurando che

ogni prodotto sia realizzato in maniera responsabile, sia dal punto di vista ambientale sia da quello sociale (Belardi, s.d., Rossi, 2021).

L'innovazione alla base di *Ricehouse* nasce dall'esigenza di ridurre l'impatto ambientale del settore edile, tradizionalmente caratterizzato da elevati consumi energetici e da un rilevante livello di emissioni. Come evidenziato nel report "*Addressing the Environmental and Climate Footprint of Buildings*" dell'Agenzia Europea dell'Ambiente (EEA), l'edilizia è responsabile del 42% del consumo energetico annuale dell'Unione Europea e del 35% delle emissioni di gas a effetto serra. Inoltre, circa un terzo dei materiali utilizzati a livello europeo, è destinato alla costruzione degli edifici, mentre le attività di demolizione, generano i più consistenti flussi di rifiuti.

È in questo contesto che si colloca la proposta di *Ricehouse*, fondata sull'impiego degli scarti della filiera risicola come la paglia, ovvero la parte vegetale secca della pianta di riso lasciata sul campo dopo la mietitura e la lolla di riso, ossia l'involucro esterno del chicco, rimosso durante la lavorazione *post-raccolta*. L'idea prende forma a partire da una riflessione sul potenziale inutilizzato di questi residui agricoli, che rappresentano circa il 30% della produzione risicola e che, nella maggior parte dei casi, vengono smaltiti mediante combustione, contribuendo significativamente alle emissioni di CO₂ (Belardi, s.d.).

Ricehouse propone una vasta gamma di prodotti che possono essere raggruppati in un insieme integrato di 4 soluzioni pensate sia per le nuove costruzioni sia per gli interventi di ristrutturazioni (Ricehouse Srl SB, s.d. a., Ricehouse Srl SB, 2025a)

1. soluzioni per la ristrutturazione interna;
2. soluzioni per l'efficientamento energetico;
3. soluzioni per la ristrutturazione di edifici indipendenti e ristrutturazione totale;
4. soluzioni per nuove costruzioni.

Queste quattro aree di intervento trovano una concreta applicazione attraverso differenti linee di prodotto sviluppate con l'obiettivo di coprire l'intero spettro delle esigenze costruttive, fatta eccezione per la struttura portante che continua a essere realizzata con materiali tradizionali quali cemento, legno e acciaio, con una preferenza per questi ultimi due per la loro leggerezza e per le migliori prestazioni in termini di resistenza sismica (Vantaggi, 2025).

L'offerta di *Ricehouse* si articola pertanto in un portafoglio ampio e diversificato che comprende le diverse linee di prodotto:

- Materiali vegetali per l'isolamento;
- Pannelli isolanti;
- Intonaci di fondo;
- Massetti e sottofondi;
- Finiture;
- Sistemi di rivestimento;
- Elementi di chiusura verticale opaca.

Accanto a questi prodotti, sono integrati nel proprio portafoglio anche servizi di consulenza tecnica per supportare la progettazione di soluzioni per l'edilizia basate su materie prime naturali e innovative (Rinnovabili.it, 2021).

Operativamente, *Ricehouse* collabora strettamente con produttori terzi, studi e imprese edili, ed è presente in diversi paesi europei (Italia, Francia, Germania, Spagna, Svizzera) ma punta ad espandere il suo modello di *business* e *know-how* anche in Asia, come in Birmania, Indonesia e Giappone, ovvero quei paesi caratterizzati da una forte produzione risicola. (B Corporation, 2025, Belardi, s.d., Exportiamo.it, 2021).

Ricehouse non limita la propria attività al settore delle costruzioni. Attraverso altri progetti di *open innovation* l'azienda collabora con realtà industriali di diversa natura, esplorando ambiti che vanno dal tessile alla calzatura, fino al *packaging* e al *design*. Tra le sperimentazioni in corso vi sono tessuti ricavati dalla lolla, suole per scarpe, materiali alternativi come fibre e similpelle, oltre a oggetti stampati in 3D e soluzioni di imballaggio sostenibile (Rossi, 2021).

3.1.2 L'economia circolare

Alla base della visione di *Ricehouse* si collocano principi fondamentali del *circular design*, tra cui il *design* per la materia prima e la simbiosi industriale.

Il portafoglio di *Ricehouse* si articola in diverse linee di prodotto, ognuna caratterizzata da specifiche proprietà tecniche e potenzialità applicative. I materiali per l'isolamento sfruttano fibre vegetali derivate esclusivamente dalla lolla e dalla paglia di riso, senza l'aggiunta di additivi o trattamenti chimici. La loro composizione, ricca di silice, garantisce una naturale resistenza agli attacchi di muffe e insetti, oltre a una notevole durabilità nel tempo. Dal punto di vista prestazionale, i valori contenuti di conducibilità termica, pari a 0,051 W/mK per la lolla e 0,044 W/mK per la paglia, assicurano elevate *performance*

isolanti, cui si aggiungono le buone proprietà fonoassorbenti, che contribuiscono al *comfort* acustico degli edifici. La paglia di riso, in particolare, presenta due caratteristiche di rilievo. Da un lato, la sua energia grigia, ovvero la quantità di energia non rinnovabile necessaria per le fasi di vita di un prodotto, risulta significativamente più bassa rispetto a quella di molti materiali edilizi convenzionali, rendendola una soluzione più sostenibile. Dall'altro, la capacità della fibra di assorbire CO₂ la rende un materiale con un contributo positivo al bilancio emissivo. Inoltre, quando impiegata in combinazione con il legno, la paglia garantisce anche eccellenti proprietà antisismiche, rafforzando ulteriormente il valore tecnico di questo materiale naturale. (Ricehouse Srl SB, 2022a, Ricehouse Srl SB, 2025b, Ricehouse Srl SB, 2023a, Ricehouse Srl SB, 2025c). Le stesse proprietà della fibra vegetale si ritrovano nel pannello isolante sviluppato da *Ricehouse*, composto per il 92% da fibre di paglia di riso e per l'8% da fibre termofusibili che ne assicurano la coesione. Si presenta come un materassino semirigido a bassa densità, impiegato sia nelle nuove costruzioni sia negli interventi di ristrutturazione termica e igrometrica su edifici esistenti. Il pannello è privo di sostanze nocive, offre prestazioni elevate sia sul piano termoisolante che su quello acustico e, grazie al ridotto contenuto di carbonio, garantisce una notevole resistenza al deterioramento nel tempo (Ricehouse Srl SB, 2025d, Ricehouse Srl SB, 2025e). Gli scarti del riso vengono impiegati anche in combinazione con inerti silicei e calcarei e con calce idraulica NHL (*Natural Hydraulic Limes*), dando origine a intonaci di fondo leggeri e traspiranti. Le formulazioni a base di argilla, arricchite con lolla, permettono inoltre di regolare naturalmente gli odori (Ricehouse Srl SB, 2025f, Ricehouse Srl SB 2025g, Ricehouse Srl SB, 2025h). Le potenzialità della lolla emergono con chiarezza anche nella produzione di massetti e sottofondi. In combinazione con la calce, essa consente di realizzare strati di base leggeri, duttili e traspiranti, caratterizzati da tempi di asciugatura ridotti e da una buona lavorabilità in fase di posa. Queste proprietà rendono il materiale adatto non solo alle nuove costruzioni, ma anche agli interventi di risanamento igrometrico e termico su edifici esistenti, inclusi i progetti di recupero di strutture storiche. Nei massetti, invece, la cenere di lolla e la paglia, combinate con calce idraulica naturale, pozzolana e pomice in granuli, danno origine a miscele dalle prestazioni avanzate, in cui la pomice assicura un'elevata resistenza meccanica mentre i componenti vegetali migliorano le capacità isolanti e acustiche come nelle altre linee di prodotto (Ricehouse Srl SB, 2025i, Ricehouse Srl SB, 2025j). Nella linea delle finiture, gli scarti della filiera risicola vengono combinati con diversi leganti, tra cui calce aerea, calce idraulica, argilla e polveri di marmo, a seconda del prodotto da realizzare. L'impiego della pula di riso conferisce alle

miscele una notevole plasticità e tutte le differenti formulazioni del prodotto assicurano stabilità ai raggi UV e una buona capacità di evaporazione dell'umidità dalle murature (Ricehouse Srl SB, 2025k). All'interno di questa linea, un prodotto di particolare interesse è rappresentato dall'ecopittura, utilizzata soprattutto negli interventi di recupero dell'edilizia storica e nel restauro, in cui il pH elevato della calce naturale svolge un'azione antimuffa efficace (Ricehouse Srl SB, 2025l). Dalla valorizzazione della lolla di riso nascono anche i sistemi di rivestimento, ottenuti dalla combinazione di questo scarto agricolo con una minima percentuale di cloruro di polivinile riciclato. Nei rivestimenti utilizzati nelle pavimentazioni per esterni realizzate con questi materiali non è necessaria, a differenza del legno, l'oliatura periodica per mantenere l'aspetto originale, riducendo così in modo significativo la necessità di manutenzione e garantendo nel tempo la conservazione delle proprietà meccaniche ed estetiche. Inoltre, sono disponibili versioni con qualificazione NRO (certificato di non propagazione del fuoco), che rendono il prodotto idoneo anche in contesti dove siano richieste specifiche prestazioni di resistenza al fuoco (Ricehouse Srl SB, 2025m, Ricehouse Srl SB, 2025n). L'ultima linea di prodotti comprende gli elementi di chiusura verticale opaca, che rappresentano un'alternativa ai materiali convenzionali, garantendo al tempo stesso elevate prestazioni tecniche. Tra questi figurano i pannelli compatti in paglia di riso per costruzioni a secco, ottenuti con l'impiego di leganti naturali derivati dalla canna da zucchero, completamente privi di componenti petrolchimici e formaldeide. A essi si affiancano i blocchi prefabbricati in lolla e paglia di riso, composti da fibre vegetali selezionate e depolverizzate insieme a cemento naturale *Prompt*, privo di additivi chimici, utilizzati per la realizzazione di murature isolanti interne ed esterne in abbinamento a strutture portanti in cemento armato, acciaio o legno. A differenza dei mattoni tradizionali, cotti in forni ad alte temperature (800-1.200 °C), questi "mattoni di riso" non richiedono alcun processo di cottura, riducendo così l'impatto energetico del ciclo produttivo. Un prodotto particolarmente innovativo di questa linea è la miscela per stampa 3D, un premiscelato a base di argilla naturale proveniente dai terreni di risicoltura, combinata con lolla e paglia di riso sviluppata per i processi di stampa additiva in 3D (Ricehouse Srl SB, 2025o, Ricehouse Srl SB, 2025p, Ricehouse Srl SB, 2025r). Le abitazioni costruite impiegando le differenti soluzioni proposte di *Ricehouse* sono concepite per garantire condizioni di salubrità e un ridotto impatto energetico: non prevedono l'utilizzo del gas e possono fare a meno di sistemi convenzionali di riscaldamento e condizionamento. L'accurato orientamento dell'edificio, associato all'integrazione di impianti fotovoltaici, consente infatti di mantenere in modo naturale un

intervallo termico interno stabile, compreso tra i 18 e i 25 °C, accompagnato da valori costanti di umidità relativa (Vantaggi, 2025). Per quanto riguarda invece il ciclo produttivo, dal punto di vista operativo, gli scarti della filiera del riso vengono trattati in modo differenziato in base alla destinazione d'uso: in alcune applicazioni la paglia e la lolla possono essere impiegate direttamente, mentre in altri casi sono necessarie lavorazioni meccaniche preliminari come la macinazione e la sfibratura, che vengono affidate a terzisti specializzati, in modo che i materiali vengano realizzati secondo le specifiche tecniche richieste dal prodotto finale. Tali interventi vengono affidati a terzisti specializzati, che preparano il materiale secondo le specifiche tecniche richieste dal prodotto finale. Un esempio significativo è rappresentato dallo sviluppo della miscela a base di lolla per la stampa 3D di oggetti di design: in questo caso, la pelle del chicco, di circa 5 mm, viene micronizzata per consentire la corretta lavorabilità durante il processo additivo (Belardi, s.d.). *Ricehouse* svolge un ruolo di coordinamento strategico all'interno del proprio ecosistema. Non disponendo di un impianto produttivo interno, affida a terzisti specializzati le lavorazioni necessarie per trasformare la paglia e la lolla di riso in materiali innovativi, sviluppando il *know-how* tecnico e garantendo la qualità dei prodotti immessi sul mercato (Liwanag, 2021). L'azienda ha avviato un percorso di tutela della propria proprietà intellettuale, depositando brevetti su alcune delle soluzioni tecniche progettate. Due brevetti individuati nella banca dati *Espacenet* sono particolarmente rappresentativi: “*System and method for the production of 3D printable eco-friendly construction elements*” e “*System and method for the production of eco-friendly construction materials*”. Questi brevetti documentano processi e formulazioni sostenibili per materiali da costruzione, inclusi quelli destinati alla stampa 3D, che valorizzano risorse della filiera risicola.

Il modello produttivo di *Ricehouse* non si limita al *design* della materia prima, ma si fonda sulla costruzione di una filiera edilizia chiusa al fine di eliminare la produzione di rifiuti, prolungando il valore d'uso delle risorse. In questo approccio il legante riveste un ruolo fondamentale: l'azienda impiega infatti leganti formaldeide-*free*, come amidi e argilla, che consentono di mantenere aperte diverse possibilità di gestione a fine vita. L'utilizzo di queste tipologie di legante permette, dopo il primo ciclo di vita del prodotto, di indirizzare i materiali verso tre possibili destinazioni (Belardi, s.d.):

1. riciclo: i materiali vengono riciclati per ottenere lo stesso prodotto;
2. simbiosi industriale: quando il legante rende inerte il materiale, questo viene triturato e impiegato nella produzione di sottofondi stradali;

3. ritorno al ciclo biologico: i materiali compostabili vengono destinati al biodigestore, dove generano energia elettrica e termica e producono *compost*, successivamente utilizzato come fertilizzante per le coltivazioni di riso.

3.1.3 L'ecosistema circolare

La trasformazione dello scarto in risorsa non avviene esclusivamente sul piano tecnologico, ma è resa possibile dalla costruzione di un ecosistema relazionale che abilita processi di simbiosi industriale lungo tutta la filiera. Questi si manifestano a monte, nella riconversione dei residui della risicoltura in materiali per l'edilizia, e a valle, dove i prodotti sviluppati da *Ricehouse* possono essere ulteriormente valorizzati, ad esempio come sottofondi stradali.

Alla base di questo sistema si colloca un modello di gestione che coinvolge 4 figure chiave:

1. le aziende produttrici, le quali generano lo scarto;
2. i terzisti che eseguono lavorazioni come la macinazione e la sfibratura per rendere il materiale della filiera risicola idoneo all'impiego industriale.
3. le aziende utilizzatrici che valorizzano tali risorse utilizzandole, totalmente o parzialmente, in sostituzione delle materie prime vergini;
4. gli studi di architettura.

Il primo attore coinvolto nella filiera è l'agricoltore, responsabile della raccolta, dello stoccaggio e dell'imballaggio dei residui della coltivazione del riso, secondo specifici protocolli che ne garantiscono l'idoneità all'impiego industriale. In questo modo, paglia e lolla possono essere effettivamente utilizzati come *input* circolari per la produzione di materiali da costruzione. Particolare rilievo la collaborazione con gli agricoltori dell'azienda Riso Gallo, che fornisce a *Ricehouse* gli scarti della trasformazione risicola destinati ai processi di valorizzazione (Ricehouse Srl SB, 2023b).

Le aziende utilizzatrici sono invece le imprese edili e gli studi di progettazione con cui *Ricehouse* collabora, come CRA Associati, Italo Rota e Park Associati che integrano tali materiali nei cantieri e nelle soluzioni architettoniche, oltre ad altri settori industriali, come le infrastrutture stradali, dove i prodotti trovano applicazioni attraverso processi di simbiosi industriale (Belardi, s.d., Liwanag, 2021, Oddo, 2025). Le soluzioni sviluppate da *Ricehouse* si collocano in un contesto normativo e tecnologico attuale di grande rilievo, in linea con gli obiettivi fissati dalla Direttiva Europea *Case Green - Energy Performance of Buildings Directive* (EPBD). Tale direttiva prevede una progressiva riduzione del consumo medio di energia primaria negli edifici residenziali: -16% entro il 2030 e un ulteriore calo fino al 20-22% entro il 2035 (Unione Europea, 2024). La

strategia di *Ricehouse* dimostra come la riconfigurazione circolare dei flussi materiali possa generare benefici economici, ambientali e sociali lungo tutta la catena del valore. Gli agricoltori, ad esempio, coinvolti nella filiera *Ricehouse* beneficiano di un vantaggio economico duplice: da un lato, ottengono un ricavo per le attività di raccolta, stoccaggio, imballaggio e vendita della paglia e della lolla di riso; dall'altro, conseguono un risparmio significativo sui costi operativi. Evitano infatti di sostenere le spese legate alla trinciatura, al consumo di carburante agricolo e alla manodopera necessaria per lo smaltimento tradizionale dei residui colturali. Inoltre, non sono più soggetti al rischio di incorrere in sanzioni amministrative regionali connesse alla pratica della combustione in campo. In questo modo, il residuo agricolo non solo viene sottratto a un destino di smaltimento, ma si trasforma in una risorsa con valore economico, riducendo la pressione sui margini economici delle imprese agricole e favorendo la stabilità delle relazioni tra attori della filiera. A questi effetti si somma una riduzione del rischio di approvvigionamento per le imprese utilizzatrici, grazie alla disponibilità abbondante, stabile e prossima della materia prima: l'Italia è infatti il primo produttore di riso in Europa, e la concentrazione geografica della filiera, circoscritta entro un raggio di circa 400 km tra Biella, Pavia, Lombardia e Veneto configura un modello di filiera corta (Balocchi, 2024). Il modello di *business* di *Ricehouse* così sviluppato ha favorito l'interesse di diversi *stakeholder* nel tempo, la crescita dell'impresa è stata infatti sostenuta da strumenti di finanziamento e dall'ingresso di investitori strategici. In seguito alla vittoria del programma di accelerazione *B-Heroes*, la società ha aperto il capitale a soggetti come Riso Gallo, Jean-Sébastien Decaux, il Fondo Avanzi e Banca Etica (Rinnovabili.it, 2021, Belardi, s.d., Forbes Italia, 2020). Parallelamente, il percorso aziendale è stato accompagnato dall'adozione di strumenti di trasparenza e *accountability*, come la certificazione B Corp, e dal riconoscimento in premi di settore: *Klimahouse Startup Award* dell'Agenzia CasaClima (2018), il grant dell'ING *Challenge*, il Premio Speciale *Repower* per l'Innovazione (2019), il *WPP Innovators* (2021) e il Compasso d'Oro (2022), per l'intonaco RH120 nella categoria "Design dei materiali e dei sistemi tecnologici" (B Corporation, 2025, InfoBuild Energia, 2018, ING Italia, 2018, Ricehouse Srl SB, 2025q, Oliva, 2021, la Repubblica, 2022). La possibilità di scalare il modello è stata inoltre favorita dal ricorso a incentivi pubblici, in particolare il *Superbonus 110%*, che ha sostenuto la domanda e reso possibile l'avvio di progetti di maggiore dimensione, inclusi interventi su complessi condominiali in aree urbane (Edilizia News, 2022).

Per rappresentare l'ecosistema circolare analizzato, nella tabella seguente sono riportati in forma sintetica i principali agenti e la tipologia di flussi coinvolti nelle relazioni tra essi

e l'azienda oggetto del caso di studio. L'obiettivo è rappresentare come le interazioni contribuiscano a configurare l'ecosistema circolare integrato caratterizzato dai differenti flussi introdotti precedentemente.

Tabella 7. Agenti, flussi e relazioni nell'ecosistema circolare di Ricehouse

Agenti dell'ecosistema	Flussi e relazioni nell'ecosistema Ricehouse
Fornitori lolla e paglia di riso	Forniscono gli scarti agricoli attraverso la filiera corta, attivando un flusso materiale monodirezionale destinato alla simbiosi industriale. La relazione prevede inoltre un flusso economico monodirezionale, rappresentato dal pagamento da parte di <i>Ricehouse</i> .
Stakeholder finanziari	La relazione, in questo caso con gli investitori strategici, è caratterizzata da un flusso economico bidirezionale (capitale in cambio di quote societarie) e da un flusso informativo bidirezionale in quanto basato sullo scambio di informazioni necessarie agli <i>stakeholder</i> finanziari per valutare le opportunità di investimento e, al contempo, sui dati e sulle rendicontazioni che l'azienda deve fornire per accedere e mantenere tali investimenti.
Autorità legislative e regolatorie	Definiscono il quadro normativo e gli strumenti di incentivazione che incidono sulle attività di <i>Ricehouse</i> , come nel caso delle misure di sostegno al settore edilizio (es. Superbonus 110%) e la direttiva europea <i>Case Green</i> . La relazione si configura come un flusso informativo monodirezionale, in cui l'azienda recepisce regole e opportunità definite dalle istituzioni.
Terzisti	Svolgono lavorazioni specifiche per conto di <i>Ricehouse</i> , come la macinazione, la sfibratura e lavorazioni attraverso la stampa 3D. La relazione prevede un flusso materiale bidirezionale, con l'invio degli scarti del riso ai terzisti e la restituzione del

	<p>materiale semilavorato a <i>Ricehouse</i>, e un flusso economico monodirezionale, rappresentato dal pagamento dei servizi di lavorazione.</p>
<p>Studi di architettura/impresedi edili</p>	<p>Integrano i materiali di <i>Ricehouse</i> nei cantieri e nelle soluzioni architettoniche. Il rapporto prevede un flusso materiale monodirezionale. A ciò si aggiunge un flusso economico monodirezionale, rappresentato dall'acquisto dei prodotti e un flusso informativo bidirezionale per integrare al meglio i prodotti <i>Ricehouse</i> all'interno delle soluzioni.</p>
<p>Organismi di tutela della proprietà intellettuale (IP)</p>	<p>Gestiscono la protezione dei brevetti dall'azienda. La relazione si articola attraverso un flusso informativo bidirezionale: <i>Ricehouse</i> trasmette la documentazione tecnica e le informazioni necessarie alla registrazione, mentre gli organismi rilasciano le informazioni brevettuali e garantiscono la tutela dei diritti del <i>know-how</i>.</p>
<p>Enti di certificazione e validazione</p>	<p>Rilasciano certificazioni e attestazioni di conformità (es.B-corp). La relazione si sviluppa attraverso un flusso informativo bidirezionale, in cui <i>Ricehouse</i> trasmette le informazioni necessarie e riceve in cambio la validazione ufficiale o eventuali <i>feedback</i> di miglioramento.</p>
<p>Clienti finali</p>	<p>Acquistano i prodotti e le soluzioni di <i>Ricehouse</i>. La relazione è caratterizzata da un flusso economico monodirezionale, rappresentato dal pagamento dei materiali, e da due flussi materiali monodirezionali, in quanto i clienti ricevono i prodotti e, al contempo, i materiali possono essere recuperati da <i>Ricehouse</i> per tre possibili destinazioni (riciclo, simbiosi industriale, ritorno al ciclo biologico).</p>

Clienti infrastrutture stradali

Comprendono le imprese che utilizzano i materiali *Ricehouse* in applicazioni diverse attraverso la simbiosi industriale, come i sottofondi stradali. La relazione si sviluppa attraverso un flusso materiale monodirezionale: *Ricehouse* fornisce materiali circolari e riceve, a sua volta, il compenso attraverso il flusso economico monodirezionale.

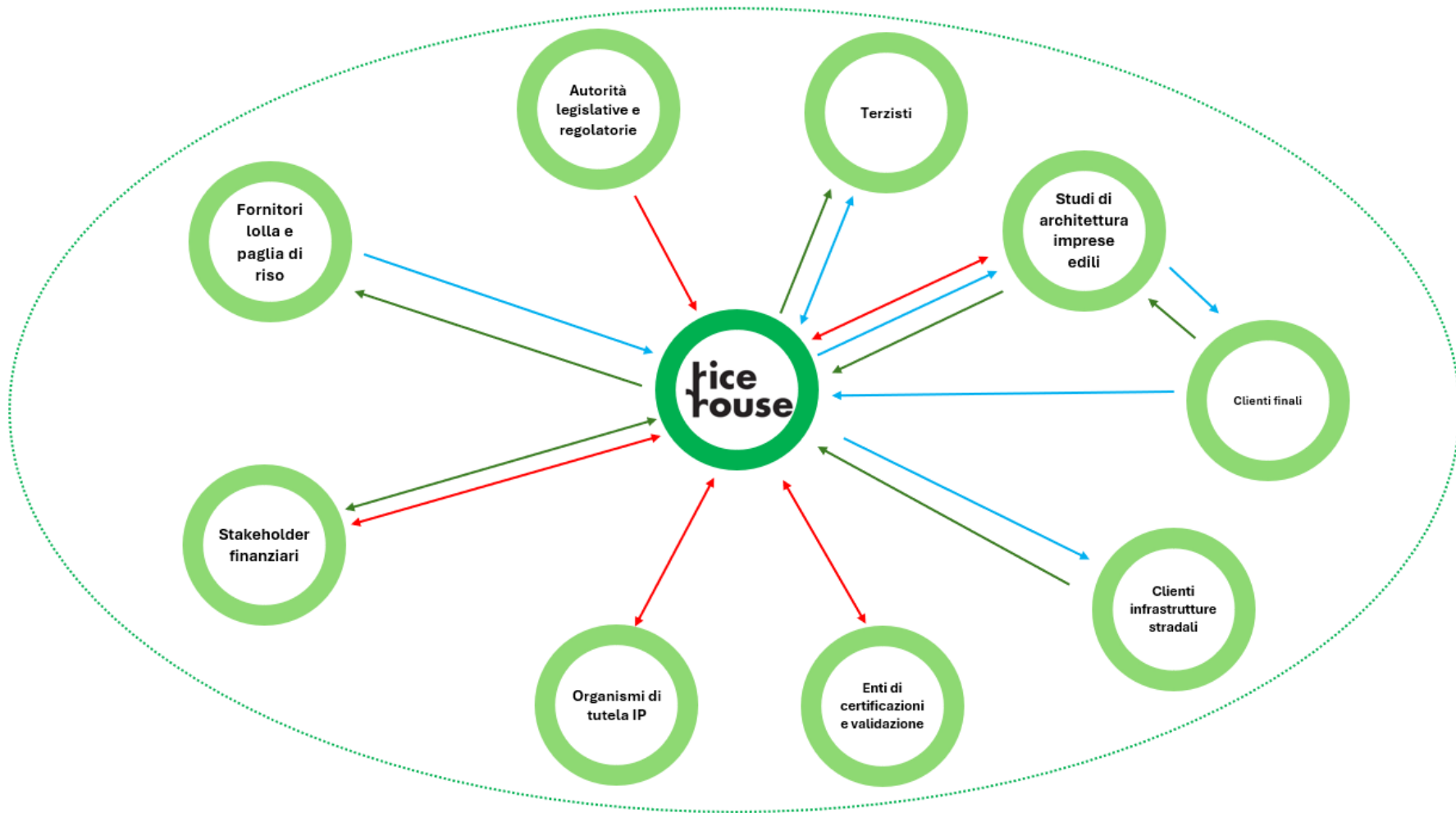


Figura 5. Elaborazione personale della rappresentazione dell'ecosistema Ricehouse

3.1.4 Performance economiche-finanziarie

Nella seguente tabella sono riportati alcuni indicatori economico-finanziari dell'azienda *Ricehouse*.

Tabella 8. Performance economiche-finanziarie Ricehouse

Anno	Ricavi delle vendite (euro)	EBITDA/Vendite (%)	Redditività delle vendite (ROS) (%)	Redditività del capitale proprio (ROE) (%)	Redditività capitale investito (ROI)
2024	2.161.096	10,79	2,71	0,52	n.d.
2023	2.164.192	10,29	3	2,01	n.d.
2022	1.415.057	7,91	1,7	1,43	n.d.
2021	1.356.778	5,28	0,73	0,07	n.d.
2020	268.087	6,87	-4,97	-5,67	-4,37
2019	119.935	16,86	6,62	53,82	n.d.
2018	59.606	1,14	0,15	0,37	n.d.
2017	42.789	-0,53	-2,05	-8,94	n.d.
2016	0	n.d.	n.d.	-50,44	n.d.

Nel periodo 2016–2019 l'azienda attraversa una fase di avvio, con ricavi ancora limitati e indicatori di redditività per lo più negativi o marginali. In questa fase si registra una anomalia nel 2019, quando EBITDA/Vendite e soprattutto ROE mostrano valori eccezionalmente elevati rispetto agli anni precedenti. L'anno 2020 segna una fase di transizione: i ricavi crescono sensibilmente, ma si accompagnano a valori negativi di ROS, ROE e ROI. Questo andamento indica che l'aumento del fatturato non si è tradotto in una corrispondente capacità di generare margini e ritorni economici. Nel periodo 2021–2024 emerge una fase di consolidamento. I ricavi si stabilizzano su livelli significativamente più alti rispetto al passato, mentre EBITDA/Vendite, ROS e ROE si attestano su valori positivi e relativamente stabili. In questa fase non si rilevano anomalie evidenti: la dinamica dei ricavi risulta più coerente con quella degli indici di redditività, a differenza delle oscillazioni osservate negli anni precedenti.

3.2 Feralpi Siderurgica

3.2.1 Introduzione

Il Gruppo Feralpi è uno dei principali operatori europei nel settore siderurgico, con una specializzazione nella produzione di acciai destinati principalmente all'edilizia e ad applicazioni speciali. Fondato nel 1968 da Carlo Pasini con il primo stabilimento a Lonato del Garda (BS), il gruppo ha progressivamente consolidato la propria posizione fino a sviluppare una presenza internazionale articolata. Oggi la capogruppo Feralpi Holding S.p.A. coordina una rete di società attive lungo tutta la filiera dell'acciaio: in Italia operano realtà come Feralpi Siderurgica S.p.A., Acciaierie di Calvisano, Caleotto, Defim Orsogril e Feralpi Power On, a cui si aggiungono diverse filiali produttive e commerciali in Europa (Feralpi Group, 2025a). Per l'anno 2024, i ricavi di Feralpi ammontano a 1.652,9 milioni di euro. La distribuzione geografica mostra che l'Italia rappresenta il 37,9% del totale con 626,6 milioni di euro, seguita dalla Germania con 389,8 milioni (23,6%), dagli altri Paesi dell'Unione Europea con 479,2 milioni (28,9%) e dalle aree extra-UE con 157,4 milioni (9,5%). Il gruppo occupa complessivamente 1.986 persone (circa 1/4 è impiegato nello stabilimento di Feralpi Siderurgica a Lonato sul Garda), di cui il 94% con contratto a tempo indeterminato, registrando una crescita del +3,33% rispetto al 2023. Le attività del Gruppo Feralpi si articolano in tre principali aree di *business*. La prima e più rilevante è rappresentata dagli acciai per l'edilizia, settore core del Gruppo. Quest'area è suddivisa in due *business unit*: Edilizia Italia ed Edilizia Germania. L'attività ha avuto inizio nel 1968 in Italia e nel 1992 in Germania. Le due *business unit* operano nei settori dell'edilizia civile, residenziale e industriale, con particolare attenzione alle grandi opere. La *business unit* Italia è focalizzata sui mercati di Italia, Francia, Svizzera e Austria, mentre la *business unit* Germania è rivolta ai mercati della Germania e dell'Europa dell'Est. All'interno della *business unit* Italia rientra Feralpi Siderurgica S.p.A., con sede a Lonato del Garda, nucleo storico del Gruppo. Essa svolge il ruolo di capogruppo, detenendo la proprietà delle principali società operative e controllate. La seconda area è suddivisa in due *business unit*. La business unit Prodotti Speciali, avviata nel 2014, è focalizzata sui settori della meccanica e dell'*automotive*, con attività concentrate principalmente nei mercati di Italia e Germania. La *business unit* prodotti diversificati, avviata nel 2009, opera invece nei settori delle costruzioni e dei rivestimenti, con particolare attenzione all'industria e alla logistica nei mercati di Italia, Francia, Spagna e Regno Unito. La terza area di *business* è dedicata all'Energia e riguarda la produzione

da fonti rinnovabili, in particolare impianti fotovoltaici ed eolici *onshore*, con una destinazione prevalente all'autoconsumo.

Il posizionamento del Gruppo, e in particolare di Feralpi Siderurgica, si inserisce in un contesto caratterizzato da un andamento complesso del settore siderurgico. Secondo la *World Steel Association*, nel 2024 la produzione mondiale di acciaio grezzo ha raggiunto 1.839,4 milioni di tonnellate, registrando una lieve contrazione rispetto all'anno precedente. Tra i principali produttori mondiali, Cina, Giappone, Stati Uniti, Russia e Corea del Sud hanno riportato una riduzione delle produzioni, mentre India, Germania, Turchia e Brasile hanno registrato un incremento. In questo scenario, Feralpi Siderurgica mantiene un ruolo attivo nella ricerca e sviluppo attraverso la *Business Unit* Acciai per l'Edilizia Italia, che partecipa a progetti quali *Coralis* (recupero di scorie e residui attraverso processi innovativi di riduzione degli ossidi), *Steel Zero Waste* (eliminazione degli scarti e riduzione delle emissioni tramite tecnologie avanzate), *ModHeaTec* (riduzione della CO₂ durante la produzione dell'acciaio attraverso l'introduzione di sistemi di riscaldamento alternativi), *Modiplant* (sviluppo di un metodo innovativo di riscaldamento billette) e *Sunshine* (miglioramento della qualità del semiprodotto tramite sensoristica e intelligenza artificiale) (Feralpi Siderurgica S.p.A., 2024).

Con riferimento al ciclo produttivo, questo si basa in larga parte sull'impiego di rottame ferroso come *input* circolare. L'acciaio ottenuto presenta infatti una quota di materiale riciclato pari al 98,6%, configurandosi come un modello produttivo fondato sul recupero e riciclo e sulla reimmissione dei flussi metallici a fine vita (Feralpi Group, 2025b). Un ulteriore elemento dell'approccio di Feralpi Siderurgica all'economia circolare è rappresentato dalla valorizzazione dei residui di produzione, che l'azienda considera come risorse da reinserire nei cicli industriali o da destinare a nuovi utilizzi. Attorno a questo principio si articola una strategia di recupero che coinvolge diversi flussi materiali, con l'obiettivo di ridurre la dipendenza da materie prime vergini e massimizzare l'efficienza delle risorse. I principali flussi materiali oggetto di recupero e valorizzazione nell'ambito della strategia di economia circolare del gruppo sono i seguenti (Feralpi Group, 2025b, Feralpi Group, 2025c):

1. refrattari esausti: materiali refrattari esausti derivanti dalla demolizione di siviera vengono reintegrati nel processo produttivo, impiegati come sostituti parziali delle materie prime. In particolare, essi vengono riutilizzati per sostituire la calce calcica e della calce dolomitica ("CaO zolle" e "CaO 40%");
2. polveri e fumi: dalle polveri da abbattimento fumi generate durante il processo di fusione è recuperata una frazione di zinco metallico che viene riutilizzato. Le

- polveri di abbattimento dell'impianto ferroleghe vengono direttamente reintrodotte nel processo produttivo;
3. scaglia di laminazione: destinata a impieghi nella filiera delle costruzioni. Dalla scaglia di laminazione è sviluppato il prodotto circolare *Green Iron*;
 4. metalli non ferrosi: alluminio, ottone e rame sono separati e valorizzati durante la selezione del rottame;
 5. fanghi: sottoposti a processi di recupero presso lo stabilimento di Lonato del Garda, Feralpi Siderurgica ha installato un nuovo sistema di filtrazione dei fanghi, capace di ottenere uno scarto di produzione con ridotto livello di umidità, rendendolo così maggiormente idoneo a essere riutilizzato nel settore dell'edilizia;
 6. calore: gli stabilimenti di Feralpi Siderurgica a Lonato del Garda e di Feralpi *Stahl* a Riesa adottano soluzioni di recupero energetico sfruttando il calore residuo dei processi produttivi: nel primo caso dalle acque di raffreddamento, nel secondo direttamente dal forno di fusione. A Lonato, l'energia termica viene utilizzata sia per il riscaldamento degli edifici interni allo stabilimento, sia per fornire calore a strutture pubbliche e a un numero selezionato di abitazioni private del territorio grazie a un accordo con l'Amministrazione comunale;
 7. scorie: all'interno dello stabilimento di Lonato del Garda, la scoria nera viene trattata e valorizzata fino a diventare il prodotto commerciale *Greenstone*, certificato con marcatura CE 2+. Feralpi Stahl ha avviato le iniziative preliminari per rendere possibile il riutilizzo della scoria bianca nello stabilimento di Riesa, replicando quanto già realizzato presso il sito di Lonato del Garda.

3.2.2 L'economia circolare

Proprio in riferimento alle scorie nera, Feralpi Siderurgica ha negli anni collaborato con il Politecnico di Milano nello sviluppo di studi scientifici dedicati alla loro caratterizzazione e valorizzazione. I lavori "*Survey about Safe and Reliable Use of EAF Slag*" (Barella et al., 2012), pubblicato su *ISIJ International*, e "*Analysis of Electric Arc Furnace Slag*" (Mombelli et al., 2012), pubblicato su *Steel Research International*, hanno analizzato gli elementi inquinanti che compromettono la stabilità chimica e individuato le condizioni necessarie per un impiego sicuro delle scorie da forno elettrico ad arco. Quest'ultimo contributo sottolinea esplicitamente come, sulla base dei risultati conseguiti, Feralpi

Siderurgica abbia depositato la domanda di brevetto PCT/IT2010/056048, successivamente confluita nel brevetto EP2614164B1 "*Method and Plant for Treating Metallurgical Slag*", metodologia applicata negli stabilimenti industriali del gruppo (Mombelli et al., 2012). Tale innovazione di processo descrive in particolare un trattamento in grado di rendere chimicamente inerte la scoria mediante una procedura semplificata, caratterizzata dalla riduzione della complessità impiantistica e dal minor fabbisogno energetico rispetto ai metodi tradizionali (Feralpi Siderurgica S.p.A., 2010, Feralpi Siderurgica S.p.A., 2025). Nel ciclo siderurgico, la scoria costituisce uno dei principali residui prodotti durante la fusione del rottame ferroso all'interno del forno elettrico ad arco per la produzione di acciaio. Durante il processo di fusione, le componenti metalliche e quelle non metalliche tendono a separarsi in virtù della differente densità: il metallo si concentra nella parte inferiore formando un bagno di acciaio liquido, mentre le fasi non metalliche, più leggere, si accumulano in superficie dando origine alla scoria. Dal punto di vista chimico, la scoria è prevalentemente costituita da ossido di calcio (CaO), biossido di silicio (SiO₂) e ossidi di ferro (FeO) e, altri composti che contengono metalli pesanti, tra cui cromo, bario, vanadio e nichel, la cui potenziale dispersione nell'ambiente risulta nociva sia per gli ecosistemi sia per la salute umana. Per rispondere a questa criticità, Feralpi Siderurgica ha brevettato un processo finalizzato a rendere chimicamente inerte la scoria mediante l'impiego di sabbia. In questo processo, il termine "sabbia" si riferisce generalmente ai minerali contenenti silicio, come silicati, quarzite o altre rocce di diversa origine. A tale scopo è stato sviluppato un impianto specifico, costituito dal forno elettrico dotato di un'apertura che convoglia la scoria in una zona di miscelazione, nella quale un dispositivo di dosaggio introduce in modo controllato un flusso continuo di sabbia in forma granulosa. Secondo quanto riportato nel documento brevettuale "*Method and Plant for Treating Metallurgical Slag*", questa configurazione consente di semplificare le operazioni necessarie al trattamento della scoria, riducendo tempi e costi rispetto a metodi precedentemente utilizzati. La scoria, già in fase liquida al momento dell'estrazione dal forno, possiede infatti una temperatura tale da permettere la corretta interazione con la sabbia, senza necessità di ulteriori fasi di riscaldamento o rifusione. Il testo del brevetto evidenzia inoltre che, tale approccio, comporterebbe una diminuzione dei consumi energetici e dei costi complessivi di produzione e raffinazione dell'acciaio. Il processo, così strutturato, non richiede l'impiego di apparecchiature complesse a valle del forno, poiché la sabbia può essere introdotta manualmente o mediante sistemi automatizzati. In conclusione, si afferma che l'invenzione proposta rappresenterebbe una soluzione

economicamente vantaggiosa per il trattamento delle scorie metallurgiche. L'aggiunta controllata di sabbia granulare alla scoria fusa favorisce un processo di vetrificazione, in cui i componenti silicatici originano strutture vetrose capaci di inglobare i metalli pesanti presenti, come cromo, bario e vanadio. In questo modo tali elementi vengono segregati all'interno della matrice cristallina, dando luogo a una scoria chimicamente stabile e inerte, nella quale i contaminanti risultano immobilizzati e non soggetti a rilascio nel tempo. Il trattamento non solo modifica la composizione chimica del materiale di partenza, ma produce un flusso continuo di scoria trattata con caratteristiche costanti e idonee al successivo impiego in ottica circolare. Il metodo descritto si propone di ridurre i rischi per l'ambiente e la salute associati alla presenza di metalli pesanti nelle scorie, rendendole chimicamente stabili e sicure. Al tempo stesso, il trattamento consente di trasformare questo residuo in una risorsa che può essere reinserita all'interno di altre catene del valore, l'output circolare e inerte è infatti idoneo a impieghi come materiale da costruzione, con la conseguente diminuzione dei volumi destinati allo smaltimento e dei relativi costi di gestione. Affinché la scoria trattata presenti caratteristiche chimico-fisiche uniformi, è necessario che la miscelazione con la sabbia risulti omogenea e che quest'ultima si dissolva correttamente all'interno del materiale fuso. A tale scopo la granulometria media della sabbia deve essere inferiore a 5 mm, con risultati preferibili al di sotto dei 2 mm e ottimali se minore di 1 mm, condizione che favorisce il regolare svolgimento del processo di vetrificazione. La granulometria non è l'unico fattore da modulare, anche la portata massica della sabbia deve essere controllata. Il processo di trattamento delle scorie prevede l'aggiunta controllata di sabbia granulare in percentuali comprese tra il 5% e il 15% della portata massica della scoria estratta, con valori ottimali generalmente collocati nell'intervallo 8–12%. All'interno di questi margini, la portata massica e la granulometria della sabbia possono essere modulate in funzione di diversi fattori: la tipologia di scoria estratta, che è funzione del rottame impiegato, così come dalle caratteristiche desiderate della scoria trattata, determinate dagli specifici requisiti applicativi a cui il materiale è destinato.

L'impianto destinato al trattamento delle scorie metallurgiche risulta strutturato in tre componenti principali. In primo luogo, un forno elettrico ad arco impiegato per la fusione del rottame ferroso, dotato di una camera di fusione e di un'apertura che consente la fuoriuscita di un flusso continuo di scorie verso una zona di miscelazione. In tale area confluisce un dispositivo di dosaggio, configurato per immettere un flusso continuo e controllato di sabbia granulare, garantendo al contempo il rispetto della corretta portata massica necessaria al processo di inertizzazione. Infine, al di sotto della zona di

miscelezioni, è prevista una sezione di raccolta nella quale confluisce il materiale risultante dall'interazione tra scoria e sabbia, destinato alle successive fasi di trattamento e gestione (Feralpi Siderurgica S.p.A., 2013). Proprio in riferimento alla scoria nera, Feralpi Siderurgica ha sviluppato prodotti innovativi come il *Greenstone*, frutto dei processi di frantumazione e inertizzazione. *Greenstone* è oggi un aggregato artificiale che, come riportato anche nella Dichiarazione Ambientale di Prodotto (EPD *Environmental Product Declaration*), deriva da scoria resa "100% inerte" grazie a un processo brevettato in collaborazione con il Politecnico di Milano (Feralpi Siderurgica S.p.A., 2019). Questa evoluzione rappresenta l'applicazione industriale di un percorso di ricerca e sviluppo culminato nella realizzazione di un prodotto certificato e idoneo a sostituire aggregati naturali in molteplici ambiti edilizi e infrastrutturali. In ambito infrastrutturale, è utilizzato come componente per conglomerati bituminosi destinati ai manti stradali urbani ed extraurbani e in miscele prestazionali per autostrade, in linea con la norma UNI EN 14227-1 (Miscele legate con leganti idraulici – Specifiche – Parte 1: Miscele legate con cemento). Inoltre, viene impiegato nei sottofondi stradali conformemente alla UNI EN 13242 (Aggregati per materiali non legati e legati con leganti idraulici per l'impiego in opere di ingegneria civile e nella costruzione delle strade), come strato drenante nelle discariche e nelle sottofondazioni, e come materiale per la copertura di tubazioni. Sostituisce l'inerte naturale anche nella produzione di calcestruzzi, malte e prefabbricati, come le barriere stradali *New Jersey*. La Lega Nazionale Dilettanti ne ha validato l'uso come sottofondo per i campi da calcio (Tolettini, 2021, Feralpi Siderurgica S.p.A., 2025). L'attenzione di Feralpi verso la valorizzazione delle scorie rimane costante e in continua evoluzione. Accanto allo sviluppo del *Greenstone* a partire dalla scoria nera, il gruppo sta conducendo ulteriori studi finalizzati a individuare soluzioni tecnologiche per il riutilizzo della scoria bianca nelle calce da edilizia, nelle plastiche e all'interno dei processi produttivi. (Feralpi Group, 2025b).

3.2.3 L'ecosistema circolare

Nell'ecosistema produttivo di Feralpi Siderurgica i fornitori rivestono un ruolo centrale, in particolare per quanto riguarda il rottame ferroso, che costituisce l'*input* principale del ciclo siderurgico. Il rapporto con essi si sviluppa non solo sul piano commerciale, ma anche attraverso pratiche di qualificazione e monitoraggio volte a garantire qualità del materiale e conformità agli *standard* ambientali e sociali. Per regolare le relazioni lungo la catena di fornitura, nel 2024 il gruppo ha aggiornato la *Policy* sui Diritti Umani e introdotto il Codice di Condotta dei fornitori, strumenti che stabiliscono criteri di riferimento in materia di etica, sicurezza, diritti umani e tutela ambientale. Tali misure si

inseriscono in un percorso di rafforzamento delle pratiche di *due diligence*, in linea con le direttive europee più recenti (CSRD- *Corporate Sustainability Reporting Directive* e CSDDD- *Corporate Sustainability Due Diligence Directive*), con l'obiettivo di estendere la responsabilità e la trasparenza a tutta la *supply chain*. Dal 2018 è attiva una mappatura sistematica dei fornitori, con particolare attenzione a quelli di rottame, valutati secondo parametri di sostenibilità ambientale e sociale. Nel 2024, il 95,2% dei fornitori italiani di rottame risultava qualificato, mentre per quelli esteri vengono raccolte informazioni ambientali per verificarne la conformità agli *standard* richiesti. Oltre agli strumenti di controllo, Feralpi ha introdotto momenti di confronto periodico: dal 2023, gli incontri denominati “*Scrap Suppliers Dialogue*” e dal 2024 il progetto Feralpi *Value Alliance* con l'obiettivo di coinvolgere fornitori e intermediari per discutere sugli aspetti ESG. L'approccio consente di integrare criteri di sostenibilità nei processi di approvvigionamento e di ridurre i rischi lungo la filiera. La gestione delle relazioni non si limita tuttavia ai soli fornitori, ma si estende a un più ampio ecosistema di *stakeholder*. In questa prospettiva si colloca l'iniziativa *Sustainable Dialogues*, un *network* di sostenibilità aperto a *stakeholder* esterni come azionisti, investitori, organizzazioni territoriali, istituzioni, media, terzo settore, operatori di mercato e istituzioni accademiche (Feralpi Group, 2025d). Per quanto riguarda la commercializzazione dei prodotti derivanti delle scorie nere e bianche, Feralpi Siderurgica si affida ad aziende specializzate esterne. Accanto a queste collaborazioni, Feralpi Siderurgica opera anche attraverso la società partecipata DI.MA. S.r.l., attiva nella gestione e valorizzazione degli scarti. L'impianto della società è dotato di linee specifiche per la lavorazione delle scorie nere di acciaieria (frantumazione, deferrizzazione, vagliatura e selezione) che consente di ottenere aggregati non legati di diverse pezzature, certificati CE 2+ in conformità alle principali norme di settore come la UNI EN 13242. È inoltre presente un impianto di miscelazione a freddo che, tramite il dosaggio controllato di aggregati e leganti idraulici, consente la produzione di conglomerati cementizi, conglomerati bituminosi a freddo e calcestruzzi. Presso lo stabilimento di Lonato del Garda, la scoria nera è trasformata nel prodotto *Greenstone*, destinato al settore edilizio e infrastrutturale (Feralpi Group, 2025c, Feralpi Siderurgica S.p.A., 2025, MASE, 2019, DI.MA Inerti, 2025, Feralpi Group, 2021, DI.MA Inerti, 2024, Feralpi Siderurgica S.p.A., 2024). Questa configurazione evidenzia che l'ecosistema circolare di Feralpi Siderurgica comprende, oltre agli stabilimenti del gruppo, anche il contributo di ditte terze specializzate e di realtà partecipate come DI.MA. S.r.l., coinvolte nelle attività di recupero e valorizzazione delle scorie.

Seppur non siano stati individuati nelle fonti analizzate finanziamenti esclusivamente legati al prodotto *Greenstone* e al suo processo produttivo, negli ultimi anni Feralpi ha siglato accordi e ottenuto supporti rilevanti nel quadro delle strategie di sostenibilità. Un esempio è rappresentato dal finanziamento di circa 40 milioni di euro erogato da Intesa Sanpaolo per sostenere la produzione di acciaio a basso impatto ambientale e lo sviluppo di un modello industriale “green, circolare e innovativo” (IMI Intesa Sanpaolo, 2022). Nel 2025 il gruppo ha inoltre ottenuto un *sustainability-linked loan* da 170 milioni di euro, sottoscritto con un pool di banche, tra cui Intesa San Paolo S.p.A. e Unicredit S.p.A., a supporto degli investimenti industriali previsti dal piano strategico 2022-2026. Questo strumento di finanziamento include tranche dedicate a efficienza, sostenibilità e ampliamento della capacità produttiva, vincolate al raggiungimento di due indicatori di performance ESG: la riduzione delle emissioni *Scope 1*, *Scope 2* e parte delle *Scope 3* e l'aumento della quota di dipendenti certificata secondo lo standard ISO45001 (Feralpi Group, 2025e, Intesa Sanpaolo Group, 2025).

Un ulteriore aspetto rilevante dell'ecosistema circolare di Feralpi Siderurgica è rappresentato dalla misurazione e valutazione delle *performance* ambientali, strumenti fondamentali per garantire trasparenza e credibilità alle pratiche di sostenibilità. In questo quadro, un esempio significativo è costituito da *Greenstone*, corredato dalla Dichiarazione Ambientale di Prodotto elaborata secondo la metodologia del *Life Cycle Assessment* (LCA), normata dagli standard ISO 14040 e ISO 14044, che ne certifica le prestazioni lungo l'intero ciclo di vita. Inoltre, *Greenstone* è munito della marcatura CE (2+) come aggregato da costruzione, requisito che ne consente l'impiego in edilizia e infrastrutture (Feralpi Siderurgica S.p.A., 2019).

Per rappresentare l'ecosistema circolare analizzato, nella tabella seguente sono riportati in forma sintetica i principali agenti e la tipologia di flussi coinvolti nelle relazioni tra essi e l'azienda oggetto del caso di studio. L'obiettivo è rappresentare come le interazioni contribuiscano a configurare l'ecosistema circolare integrato caratterizzato dai differenti flussi introdotti precedentemente.

Tabella 9. Agenti, flussi e relazioni nell'ecosistema circolare di Feralpi Siderurgica

Agenti dell'ecosistema	Flussi e relazioni nell'ecosistema Feralpi Siderurgica
Fornitori rottame ferroso	Coinvolti attraverso flussi materiali, fornendo l'input circolare principale (rottame) che consente di ridurre l'impiego di materie prime vergini e favorire il <i>design</i> per il riciclo; attraverso flussi informativi bidirezionali, che comprendono la verifica della qualità e della conformità ambientale e sociale da parte dell'azienda e, in senso inverso il coinvolgimento dei fornitori in iniziative di rete e confronto come gli incontri " <i>Scrap Suppliers Dialogue</i> " e il progetto " <i>Feralpi Value Alliance</i> "; e infine attraverso il flusso economico monodirezionale, rappresentato dal pagamento del rottame da parte di Feralpi.
Stakeholder esterni	Includono soggetti come azionisti, organizzazioni territoriali, istituzioni, media, terzo settore e mondo accademico. La relazione si sviluppa attraverso flussi informativi bidirezionali, che trovano espressione in iniziative come i <i>Sustainable Dialogues</i> , finalizzate a discutere e condividere temi legati alla sostenibilità ambientale e sociale, ma anche nello scambio di informazioni necessarie per la valutazione e la rendicontazione dei progetti finanziati. È inoltre presente un flusso economico monodirezionale, rappresentato dall'erogazione di finanziamenti, come il <i>sustainability-linked loan</i> da 170 milioni di euro sottoscritto con un pool di banche, destinati a sostenere gli investimenti del gruppo.
Università e centri di ricerca	<i>Partner</i> scientifici (es. Politecnico di Milano per gli studi sulle scorie nere), contribuiscono con conoscenze e attività di ricerca e ricevono a loro volta

	dati e casi applicativi provenienti dall'azienda. La relazione di <i>open innovation</i> si sviluppa attraverso un flusso informativo bidirezionale, che favorisce lo scambio di competenze teoriche ed evidenze empiriche.
Organismi di tutela della proprietà intellettuale (IP)	Gestiscono la protezione dei brevetti dall'azienda. La relazione si articola attraverso un flusso informativo bidirezionale: Feralpi Siderurgica trasmette la documentazione tecnica e le informazioni necessarie alla registrazione, mentre gli organismi rilasciano certificati e garantiscono la tutela dei diritti di proprietà del know-how.
Autorità legislative e regolatorie	Emanano norme e direttive (es. CSRD, CSDDD, UNI EN 14227-1, UNI EN 13242) a cui l'azienda deve conformarsi. La relazione si configura come un flusso informativo unidirezionale, in cui Feralpi recepisce le disposizioni.
Enti di certificazione e validazione	Rilasciano certificazioni e validazioni specifiche (es. EPD, marcatura CE). La relazione si sviluppa attraverso un flusso informativo bidirezionale, in cui Feralpi Siderurgica trasmette dati tecnici e ambientali e riceve in cambio la validazione ufficiale o eventuali <i>feedback</i> di miglioramento.
Società partecipata	DI.MA S.r.l è attiva nella gestione e valorizzazione delle scorie nere, con impianti dedicati a Calvisano. Il flusso principale è materiale e bidirezionale: la scoria nera prodotta da Feralpi Siderurgica viene conferita a DI.MA. S.r.l ed è sottoposta a processi di frantumazione e selezione. Presso lo stabilimento di Lonato del Garda, la scoria nera è trasformata nel prodotto Greenstone, destinato al settore edilizio e infrastrutturale.
<i>Retailer</i>	Gestiscono la commercializzazione dei prodotti derivanti dalle scorie nere per conto di Feralpi Siderurgica, attraverso un flusso materiale

	<p>monodirezionale che porta i prodotti al mercato e un flusso economico monodirezionale (pagamenti derivanti dalle vendite). La relazione comprende anche un flusso informativo bidirezionale, rafforzato dal 2024 con il progetto <i>Feralpi Value Alliance</i>, che coinvolge fornitori e intermediari in momenti di confronto sugli aspetti ESG.</p>
<p>Clienti <i>Greenstone</i> infrastrutture-edilizia</p>	<p>Acquistano i prodotti siderurgici o derivati (es. <i>Greenstone</i>) dai <i>retailer</i>, generando un flusso materiale monodirezionale dall'azienda verso il mercato e un corrispondente flusso economico monodirezionale sotto forma di pagamento.</p>

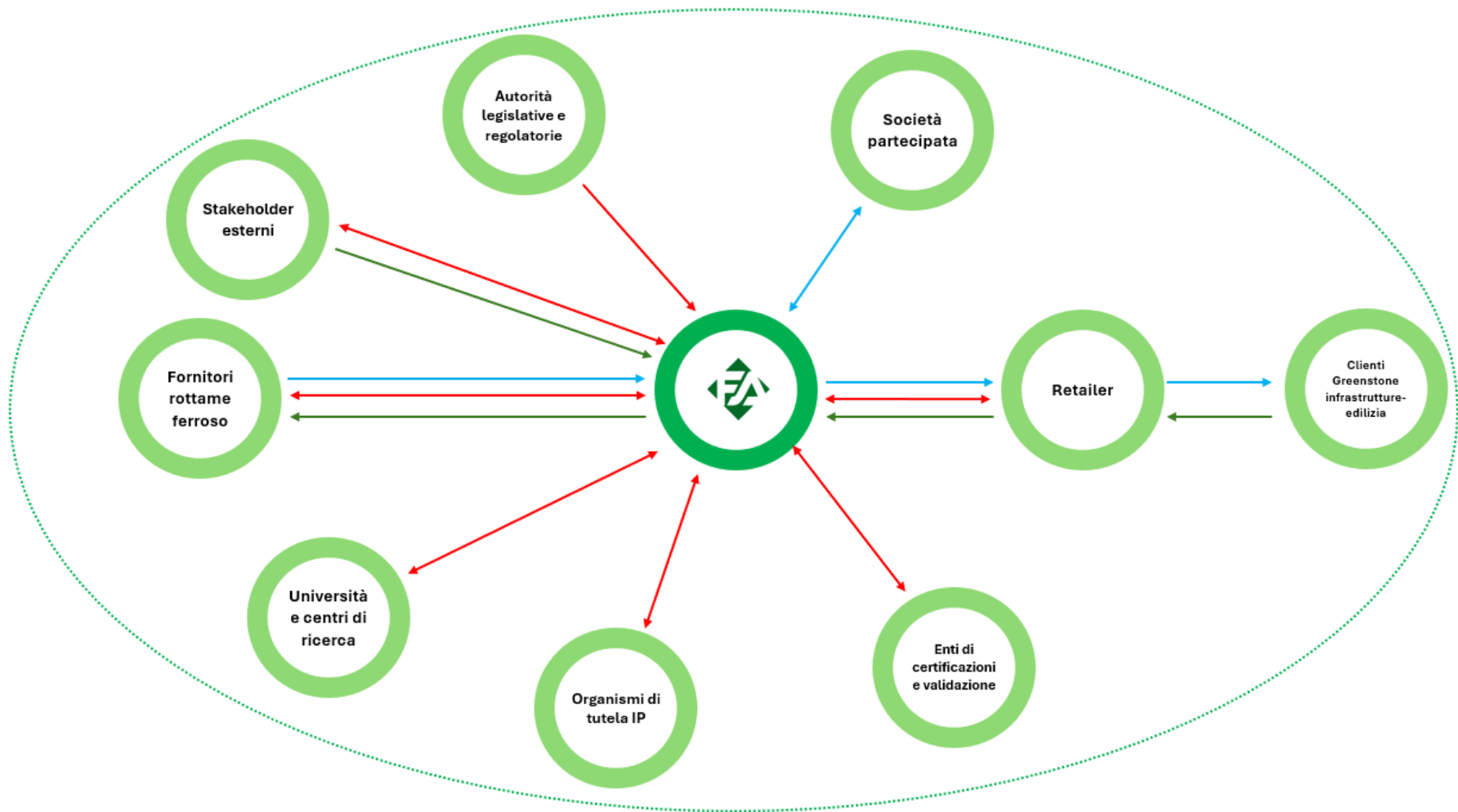


Figura 6. Elaborazione personale della rappresentazione dell'ecosistema Feralpi Siderurgica

3.2.4 Performance economiche-finanziarie

Nella seguente tabella sono riportati alcuni indicatori economico-finanziari dell'azienda Feralpi Siderurgica.

Tabella 10. Performance economiche-finanziarie Feralpi Siderurgica

Anno	Ricavi delle vendite (euro)	EBITDA/Vendite (%)	Redditività delle vendite (ROS) (%)	Redditività del capitale proprio (ROE) (%)	Redditività capitale investito (ROI)
2023	831.247.849	4,58	1,77	5,78	2,33
2022	1.193.922.500	19,72	18,11	40,18	n.d.
2021	966.810.314	11,33	9,29	20,95	20,20
2020	566.984.672	3,15	-1,05	4,24	-1,65
2019	638.681.469	10,05	6,91	30,33	12,72
2018	612.132.107	6,56	3,64	20,98	6,50
2017	525.573.805	-0,05	-3,40	4,90	-6,18
2016	454.952.270	5,20	1,37	1,92	2,20
2015	469.880.852	1,53	-2,70	-1,13	-4,41
2014	492.680.822	2,27	-1,71	-0,96	-3,21

Nel periodo 2014–2016 la performance economico-finanziaria evidenzia ricavi relativamente stabili ma accompagnati da indicatori di redditività contenuti o negativi. L'anno 2017 rappresenta un punto critico, con valori negativi sia sul fronte operativo sia in termini di ritorno sugli investimenti; mentre il ROE, a differenza degli altri indicatori, assume un valore positivo.

Nel biennio 2018–2019 si osserva un miglioramento diffuso, con tutti gli indici che mostrano un rafforzamento e riflettono una fase di recupero rispetto agli anni precedenti. L'anno 2020 introduce una nuova discontinuità: a fronte di una riduzione della redditività operativa, ROS e ROI tornano su valori negativi, mentre il ROE resta positivo ma su livelli più contenuti.

Il triennio 2021–2023 segna una fase di consolidamento. In questa fase gli indici tornano complessivamente positivi, con un picco nel 2022, quando le diverse misure di redditività raggiungono valori superiori. Nel 2023, tuttavia, si rileva una contrazione rispetto all'anno precedente, pur mantenendo indicatori positivi.

3.3 Favini

3.3.1 Introduzione

Favini è un'azienda italiana con sede a Rossano Veneto, le cui origini risalgono al 1736, anno in cui la Repubblica di Venezia autorizzò la conversione di un mulino in cartiera, successivamente acquisito in via definitiva dalla famiglia Favini nel 1906. L'azienda opera nel settore cartotecnico con un fatturato pari a 182.506.899 euro e una forza lavoro composta da 561 dipendenti (dati bilancio 2024).

L'offerta si articola in tre aree di *business* principali: le carte speciali destinate al packaging di lusso, all'editoria pregiata e alla comunicazione visiva; le soluzioni tecniche di *casting release* per applicazioni industriali in ambiti come automotive, moda, arredamento e sport; e, infine, i prodotti per scuola, ufficio e creatività (Favini, 2025a, Favini, 2024a). All'interno dell'area delle specialità grafiche trova collocazione il progetto Shiro Alga Carta, sviluppato nei primi anni Novanta come una delle prime applicazioni industriali europee dei principi di economia circolare per la valorizzazione di biomasse eutrofizzanti (alghe). L'iniziativa fu sviluppata come risposta a una duplice problematica: da un lato, la proliferazione incontrollata di alghe nella Laguna di Venezia, che comprometteva la stabilità dell'ecosistema lagunare; dall'altro, le criticità operative e gestionali legate alle modalità di smaltimento di tali biomasse (Favini, 2025b).

Da questa esperienza è progressivamente maturato un orientamento verso l'*upcycling* e l'innovazione orientata all'economia circolare che ha condotto alla creazione della linea "*Paper from our Echosystem*", comprendente diverse tipologie di carte ecologiche.

L'azienda dispone di una presenza commerciale estesa a oltre cento Paesi, con una quota di fatturato estero pari al 64,4% dei ricavi complessivi. La ripartizione geografica evidenzia come l'Italia rappresenti circa il 35% delle vendite, seguita dagli altri Paesi europei con il 30%, dall'Asia con il 16%, dall'America con il 14%, e da altri mercati minori che incidono per il restante 3%. (Favini, 2024a).

L'azienda redige annualmente il proprio *Report* di Sostenibilità seguendo gli *standard* GRI (*Global Reporting Initiative*), al fine di garantire una rendicontazione trasparente e comparabile delle *performance* ambientali, sociali ed economiche. Come evidenziato nel Bilancio di sostenibilità 2023, Favini adotta inoltre una strategia di approvvigionamento orientata alla filiera corta, privilegiando l'utilizzo di residui provenienti da fornitori italiani, tuttavia, tale scelta è influenzata anche dalla categoria merceologica, non sempre disponibile a livello locale, e dalla qualità del prodotto acquistato (Favini, 2024a).

3.3.2 L'economia circolare

La linea denominata *Paper from our Ecosystem* raccoglie una serie di soluzioni in cui i principi dell'economia circolare, in particolare il *design* per la materia prima, il riciclo e la simbiosi industriale, trovano applicazione concreta nel settore cartario. Il modello che sostiene questa linea si fonda sulla valorizzazione sistematica di materiali inutilizzati provenienti da filiere eterogenee, tra cui quelle agroalimentare, tessile e della pelletteria, integrata dall'impiego di fonti energetiche rinnovabili. In questo modo, Favini mira a consolidare processi produttivi capaci di ridurre l'impiego di materie prime vergini e di reintegrare nel ciclo produttivo materiali di scarto altrimenti destinati allo smaltimento.

La gamma di prodotti della linea comprende diverse formulazioni. Il primo prodotto, Alga Carta, contiene il 10% di biomassa algale, ma è possibile utilizzare anche una quantità massima di alghe pari al 30% del peso totale. L'elemento innovativo risiede nella capacità di integrare all'interno della matrice cartaria particelle algali, le quali sono visibili sulla superficie del prodotto. La principale criticità tecnologica affrontata riguardava la rapida decomposizione delle alghe raccolte, che comprometteva la stabilità del materiale. Per risolvere questa problematica, l'azienda ha introdotto una fase specifica di essiccazione, necessaria per stabilizzare le biomasse e garantirne la compatibilità con le successive fasi di produzione. Questa soluzione è stata tutelata negli anni '90 con il brevetto "*Paper comprising cellulose fiber and seaweed particles in integral form*" e ha ricevuto riconoscimenti significativi, tra cui il premio *LIFE* della Commissione Europea e il *Philip Morris Award* per l'innovazione ambientale nel 1993 (Favini, 2025c, Rinnovabili.it, 2022, Favini S.r.l, 1995). Se con Alga Carta l'azienda ha affrontato le prime sfide tecnologiche legate all'uso di biomasse, con carta *Crush* la sperimentazione si è estesa all'utilizzo degli scarti agroalimentari. Questo prodotto prevede una formulazione composta dal 15% di scarti agroalimentari e dal 40% di fibre riciclate post-consumo, con l'obiettivo di sostituire parzialmente la cellulosa vergine (Favini, 2025d). Tra gli scarti valorizzati rientrano il pastazzo depectinizzato, derivato dalle lavorazioni degli agrumi e anche i residui della filiera del caffè. Nello specifico, durante la fase di *defruiting* del ciclo di lavorazione del caffè, il chicco è protetto da una pellicola argentata chiamata *silverskin*, che rappresenta il 4,2% del peso totale del chicco. Questa pellicola, separata poi dal chicco in seguito alla tostatura, viene sottoposta al processo di micronizzazione e valorizzata da Favini come materia prima seconda per la produzione della carta *Crush* Caffè. Analoga metodologia è applicata ad altre varianti di *Crush*, che impiegano la micronizzazione di residui vegetali quali lo stelo essiccato della lavanda, sottoprodotto derivante dall'estrazione di oli essenziali; i noccioli di ciliegie, eliminati durante la

lavorazione per la produzione delle composte di ciliegie; e la vinaccia dealcolata, ottenuta dalla spremitura degli acini d'uva, essiccata e micronizzata per essere reinserita all'interno della filiera della carta. Un ulteriore processo di simbiosi industriale particolarmente rilevante riguarda l'utilizzo degli scarti di cocco, ovvero la fibra e il guscio. In particolare, il guscio è sottoposto a un processo di combustione privo di emissioni di CO₂, da cui si ricava il carbone vegetale utilizzato come pigmento naturale, conferendo alla carta una tonalità scura. Le biomasse analizzate non sono le uniche, Favini valorizza anche il malto d'orzo esausto (o trebbia), derivante dalla fermentazione impiegata nella produzione di birra e whisky, nonché scarti di diverse colture quali kiwi, mais, cacao, cocco, mandorle e nocciole (Favini, 2022a, Favini, 2022b, Favini, 2022c, Favini, 2022d, Favini, 2022e, Favini, 2022f, Favini, 2022g, Favini, 2022h). Il percorso di innovazione circolare d'azienda include anche relazioni di simbiosi industriale con la filiera della pelletteria. Favini utilizza due principali tipologie di scarti derivanti dalla lavorazione delle pelli: le rasature, ottenute dal processo di rasatura delle pelli stesse, e gli sfridi, ovvero le porzioni residue non utilizzabili per la produzione di altri articoli a seguito del processo di taglio. Questi materiali costituiscono la base per la realizzazione del prodotto denominato *Remake*, una carta che integra il 25% di residui provenienti dalla lavorazione del cuoio e della pelletteria, sostituendo parzialmente la cellulosa di origine vergine e un 40% di cellulosa riciclata post-consumo. La selezione dei materiali di scarto utilizzati è inoltre orientata a escludere la presenza di cromo e di metalli, garantendo la compatibilità ambientale del prodotto. Dal punto di vista tecnologico il processo produttivo per sviluppare l'impasto per la carta *Remake* prevede la pulizia e la sfibratura meccanica dei residui di cuoio, seguita dalla loro miscelazione con le fibre di cellulosa, senza l'uso di agenti chimici aggiuntivi rispetto a quelli impiegati nei metodi tradizionali di produzione cartaria. Il risultato del processo è una carta idonea a numerosi processi, come cordonatura, fustellatura, verniciatura UV e accoppiatura, preservando le prestazioni funzionali tipiche della carta tradizionale (Favini, 2022a, Favini, 2022i). Un ulteriore sviluppo della linea *Paper from our Echosystem* è rappresentato da *Refit*, una gamma di carte che integra fibre provenienti dal settore tessile. Le principali tipologie di materiali utilizzati comprendono lana e cotone, recuperati dai cascami generati durante la lavorazione dei filati, e denim, proveniente dai jeans giunti a fine vita. Nel caso della lana e del cotone, durante i processi di filatura si originano fibre residue che, a causa della loro lunghezza ridotta o di caratteristiche che ne limitano la qualità, non risultano idonee alla produzione tessile convenzionale. Tali scarti vengono sottoposti a lavorazioni meccaniche di sfilacciatura, che consentono di trasformarli in fibre utilizzabili per la

realizzazione delle carte *Refit Wool* e *Refit Cotton*. Per quanto riguarda *Refit Denim*, il processo produttivo ha inizio con la selezione di jeans usurati o danneggiati, non più idonei alla commercializzazione. Da questi capi vengono rimossi gli elementi non idonei come zip, bottoni, etichette e componenti sintetici, in modo da isolare la sola fibra tessile. La fibra residua viene quindi ridotta in frammenti e successivamente integrata nella matrice cartaria insieme a fibre di cellulosa riciclata e certificata FSC™ (*Forest Stewardship Council*), dando origine a un materiale che unisce componenti tessili post-consumo con fibre provenienti da fonti gestite in modo responsabile. L'intera gamma *Refit* è inoltre conforme agli standard GRS (*Global Recycled Standard*) (Favini, 2025i, Favini, 2022j, Favini, 2024b). Proprio sul principio del *design* per il riciclo è stato sviluppato *Shiro Echo*, il prodotto della linea *Paper from our Ecosystem* con il più alto contenuto di fibre riciclate, realizzato al 100% con cellulosa post-consumo certificata FSC™ Recycled (Favini, 2025e, Favini, 2022k). In continuità con questo orientamento, l'azienda ha introdotto *Tree Free*, una carta che si distingue per l'assenza di cellulosa proveniente da alberi. La sua composizione, infatti, è costituita per il 75% da bambù, una pianta a rapido accrescimento, e per il 25% da *linters* di cotone, residui della lavorazione tessile che, non trovando impiego nel settore di origine, vengono valorizzati come materia prima alternativa nel processo cartario (Favini, 2025f).

3.3.3 L'ecosistema circolare

L'ecosistema circolare di Favini si configura come una rete di simbiosi industriale che coinvolge diversi attori per l'*upcycling* di residui agro-industriali, di pelletteria e tessili. Una *partnership* rilevante è quella sviluppata con Barilla per la produzione di CartaCrusca per la carta *Crush*: i *team* di ricerca e sviluppo delle due imprese hanno coprogettato un processo di purificazione e micronizzazione della crusca non più idonea all'alimentazione umana, che viene impiegata come materia prima seconda in sostituzione parziale della fibra vergine, con una percentuale pari a circa il 20% della composizione finale (Ellen MacArthur Foundation, 2021, Favini, 2022l). Ulteriori collaborazioni hanno portato allo sviluppo di prodotti realizzati con *partner* di filiere specifiche: Domori, con l'utilizzo di residui derivanti dalla lavorazione del cioccolato; Pedon, per l'integrazione di scarti della lavorazione delle lenticchie; Veuve Clicquot, con l'impiego di bucce e vinacce di uva; Dior, attraverso l'utilizzo dei residui della trasformazione delle rose in acqua di rose per la produzione del *packaging*; e Bulgari, che ha scelto di utilizzare scarti della lavorazione del limone per la realizzazione del proprio imballaggio. Queste relazioni sono caratterizzate da logiche di *open innovation*,

in cui l'impresa cartaria e i *partner* industriali condividono competenze e risorse per sviluppare materiali innovativi (Favini, 2022).

In diversi casi si realizza una dinamica particolarmente integrata, poiché le aziende conferiscono i propri residui a Favini e, una volta trasformati in carta, li riutilizzano come materia prima per il proprio imballaggio in carta, riducendo la dipendenza da risorse vergini e massimizzando la valorizzazione degli scarti lungo la filiera. Questo modello trova ulteriore consolidamento attraverso il coinvolgimento di università, centri di ricerca e istituzioni, che affiancano l'azienda nello sviluppo di progetti congiunti finalizzati a esplorare nuove applicazioni dei sottoprodotti e a verificarne la fattibilità tecnica. Iniziative di ricerca integrata, come il progetto di bioeconomia CirCo (*Circular Coffee*), sono promosse in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), il Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali dell'Università di Milano, *Eurac Research* di Bolzano e la multinazionale cosmetica Intercos (Favini, 2022m). Questo approccio rafforza la capacità dell'impresa di sperimentare soluzioni innovative ed estendere il modello di simbiosi industriale oltre le relazioni dirette con i fornitori di residui, includendo anche il contributo del mondo accademico e della ricerca applicata. Questo approccio trova un ulteriore completamento nelle relazioni instaurate da Favini con partner del settore energetico e negli impegni assunti per l'approvvigionamento sostenibile. In particolare, per le carte delle linee *Shiro Echo*, *Remake* e *Crush* l'azienda utilizza energia da fonti rinnovabili Enel Energia certificata dal sistema di "garanzia di origine" del gestore servizi energetici in base alla direttiva 2009/28/CE. (Favini, 2025g). Dal punto di vista commerciale, Favini non opera attraverso punti vendita diretti ma si affida a una rete di distributori e partner specializzati che consentono di raggiungere clienti nei settori della grafica, del packaging e dell'editoria in gran parte del mondo (Favini, 2025h).

A livello di governance ambientale e gestionale, Favini è certificata secondo lo *standard* ISO 14001 (Certificazione del Sistema di Gestione Ambientale) e aderisce al sistema europeo EMAS, oltre ad aver ottenuto la certificazione ISO 9001 per la qualità e la ISO 45001 per la salute e sicurezza sul lavoro. L'impegno per la sostenibilità si riflette inoltre nel possesso della certificazione FSC™, dell'eco-etichetta EKOenergy, dall'adesione alla piattaforma internazionale Sedex per il monitoraggio delle pratiche di sostenibilità lungo la catena di fornitura, e dalla valutazione EcoVadis, nella quale l'azienda ha conseguito un punteggio di 80/100 (Favini, 2025g, Favini, 2025i). A queste credenziali si affianca la certificazione *Global Recycled Standard* (GRS) per il prodotto *Refit* e i riconoscimenti nazionali e internazionali ricevuti negli ultimi anni, in ambito *packaging* e cartotecnico. Uno dei primi riconoscimenti è legato al prodotto Alga Carta e al premio

LIFE della Commissione Europea e il *Philip Morris Award* per l'innovazione ambientale nel 1993. Per la collaborazione con Barilla Favini ha ricevuto il *Settegreen Awards* con il progetto "Selezione Italiana", un cofanetto di prodotti gastronomici realizzato interamente in CartaCrusca, derivata da residui alimentari ottenuti dai processi produttivi di Barilla (Romagno, 2015). Nel 2017 l'azienda è stata premiata con gli *European Paper Recycling Awards* per il progetto "Remake", una carta composta in parte da sottoprodotti della filiera della pelletteria, fibre di cellulosa vergine certificata FSC™ e cellulosa di riciclo post-consumo (Industria Vicentina, 2017). Nel 2019 ha ottenuto il *LUXE PACK in Green* di Shanghai grazie al packaging in Shiro Alga Carta sviluppato per la linea cosmetica BIO+ di Vagheggi, caratterizzato dall'uso di materiali certificati e facilmente riciclabili (Industria Vicentina, 2019). A questi, si aggiunge il Premio Formes De Luxe per il *packaging* "Naturally Clicquot 3," sviluppato per Veuve Clicquot, un packaging 100% sostenibile e innovativo nel settore del lusso realizzato a partire dalle bucce dell'uva (By Innovation, 2016).

Per rappresentare l'ecosistema circolare analizzato, nella tabella seguente sono riportati in forma sintetica i principali agenti e la tipologia di flussi coinvolti nelle relazioni tra essi e l'azienda oggetto del caso di studio. L'obiettivo è rappresentare come le interazioni contribuiscano a configurare l'ecosistema circolare integrato caratterizzato dai differenti flussi introdotti precedentemente.

Tabella 11. Agenti, flussi e relazioni nell'ecosistema circolare di Favini

Agenti dell'ecosistema	Flussi e relazioni nell'ecosistema Favini
Fornitori filiera agro-alimentare/ Clienti Paper from our Echosystem. Fornitori filiera tessile e filiera della pelletteria.	Coinvolti attraverso flussi materiali bidirezionali, poiché da un lato forniscono gli scarti della filiera agroalimentare destinati all' <i>upcycling</i> (es. crusca, sottoprodotti agricoli), dall'altro ricevono imballaggi e prodotti cartari realizzati proprio con i loro residui. La relazione include anche flussi informativi bidirezionali, che si sviluppano in progetti di <i>open innovation</i> e cosviluppo di soluzioni (es. la collaborazione con Barilla per la <i>CartaCrusca</i>). Infine, sono presenti flussi economici bidirezionali, in quanto i fornitori, in alcuni casi, richiedono a Favini la realizzazione di imballaggi utilizzando i propri scarti come input produttivo. (riferimento: filiera agroalimentare). Per i fornitori della

	<p>filiere tessile e pelletteria i flussi che caratterizzano la relazione sono materiale ed economico entrambi monodirezionali.</p>
Comunità locali	<p>Forniscono le alghe in eccesso raccolte ad esempio nella Laguna di Venezia, che rappresentano un problema ambientale per l'ecosistema lagunare. La relazione si configura come un flusso materiale monodirezionale, in cui il residuo viene trasferito a Favini per essere valorizzato come materia prima alternativa nella produzione cartaria.</p>
Centri di ricerca e partner di ricerca	<p>Iniziative di ricerca integrata, come il progetto di bioeconomia CirCo (<i>Circular Coffee</i>), sono promosse in collaborazione con il Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR), il Dipartimento di Scienze e Politiche Ambientali dell'Università di Milano, <i>Eurac Research</i> di Bolzano e la multinazionale cosmetica. La relazione si configura come un flusso informativo bidirezionale, in cui si trasferiscono conoscenze e risultati di ricerca.</p>
Stakeholder finanziari	<p>Programma LIFE dell'UE che ha sostenuto <i>Shiro Alga Carta</i>. La relazione prevede un flusso economico monodirezionale (erogazione di fondi) e un flusso informativo bidirezionale legato a criteri di valutazione e rendicontazione.</p>
Organismi di tutela della proprietà intellettuale (IP)	<p>Gestiscono la protezione dei brevetti dall'azienda. La relazione si articola attraverso un flusso informativo bidirezionale: Favini trasmette la documentazione tecnica e le informazioni necessarie alla registrazione, mentre gli organismi rilasciano certificati e garantiscono la tutela dei diritti di proprietà del <i>know-how</i>.</p>
Enti di certificazione e validazione	<p>Rilasciano attestazioni ambientali e di qualità come la certificazione FSC™, GRS (<i>Global Recycled</i></p>

	<p><i>Standard</i>). La relazione si basa su un flusso informativo bidirezionale, in cui Favini fornisce dati tecnici e ambientali e riceve in cambio la validazione ufficiale necessaria per l'immissione sul mercato e la comunicazione trasparente delle performance.</p>
<p><i>Retailer</i></p>	<p>Favini non opera tramite punti vendita diretti ma si affida a una rete di distributori e partner specializzati che servono i settori della grafica, del packaging e dell'editoria a livello internazionale. La relazione prevede un flusso materiale monodirezionale (distribuzione dei prodotti cartari verso il mercato) e un flusso economico monodirezionale (pagamenti derivanti dalle vendite)</p>
<p>Clienti <i>Paper from our system</i></p>	<p>Aziende, che scelgono i materiali cartari Favini per realizzare imballaggi sostenibili e innovativi. La relazione si basa su un flusso materiale monodirezionale (fornitura di carta e <i>packaging</i> ecologico) e un flusso economico monodirezionale (pagamento dei prodotti da parte dei clienti).</p>

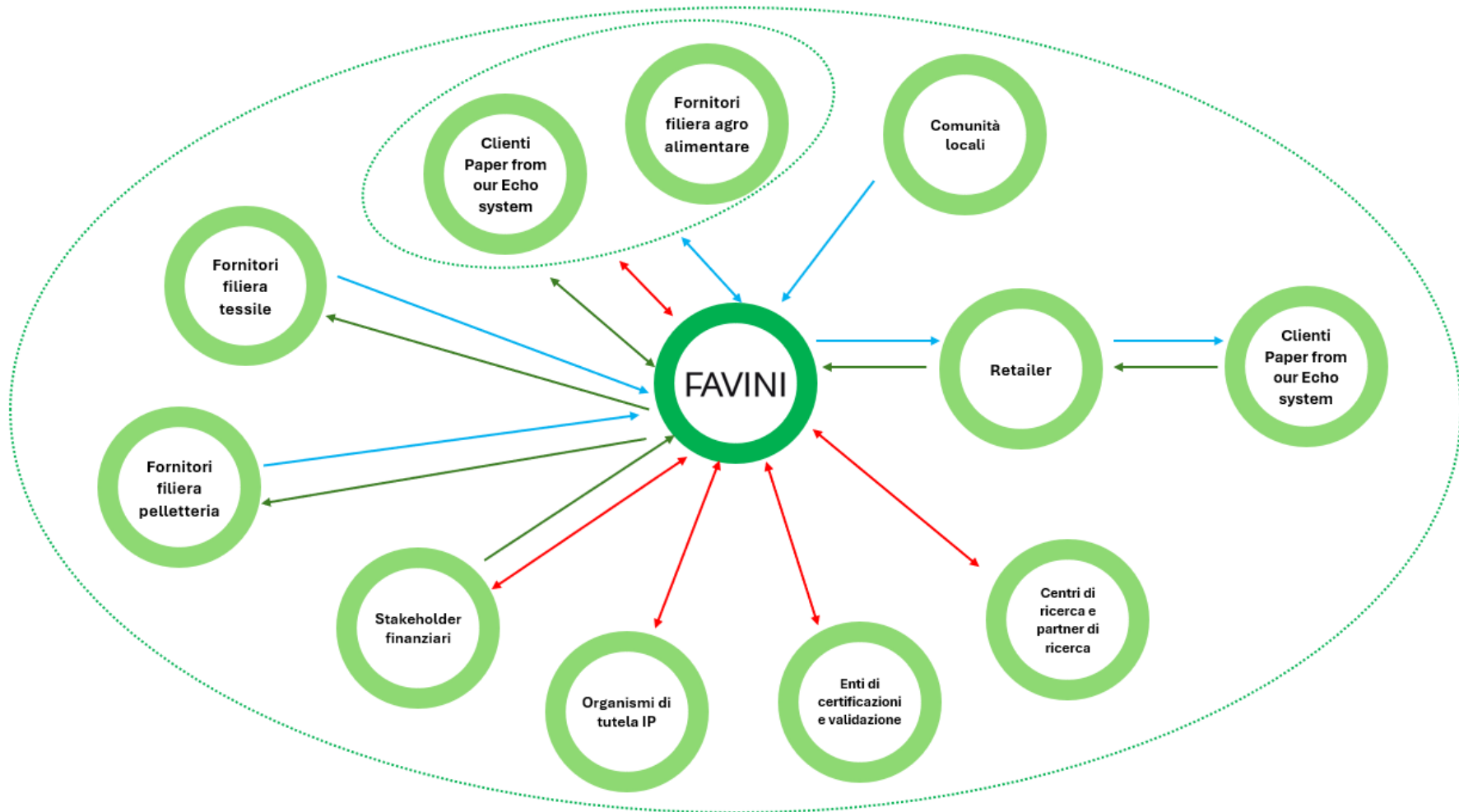


Figura 7. Elaborazione personale della rappresentazione dell'ecosistema Favini

3.3.4 Performance economiche-finanziarie

Nella seguente tabella sono riportati alcuni indicatori economico-finanziari dell'azienda Favini.

Tabella 12. Performance economiche-finanziarie Favini

Anno	Ricavi delle vendite (euro)	EBITDA/Vendite (%)	Redditività delle vendite (ROS) (%)	Redditività del capitale proprio (ROE) (%)	Redditività capitale investito (ROI)
2024	182.506.889	11,66	6,97	16,81	11,04
2023	174.762.219	13,68	8,11	14,79	11,94
2022	189.173.080	8,08	2,76	8,65	4,20
2021	156.321.155	10,48	4,27	5,73	5,48
2020	130.546.091	8,12	0,90	2,16	0,87
2019	153.295.221	9,56	3,85	5,81	4,77
2018	152.679.187	9,76	4,15	7,78	6,68
2017	147.117.095	11,87	6,49	12,19	11,56
2016	146.534.217	10,05	4,58	7,35	8,14

Nel periodo 2016–2019 l'andamento economico-finanziario di Favini si mantiene complessivamente stabile, con livelli di ricavi simili e indicatori di redditività che, pur variando, riflettono una capacità di generare margini positivi. L'anno 2020 segna un punto di discontinuità, caratterizzato da una contrazione generalizzata della redditività che ha inciso sulla capacità di remunerare capitale proprio e investimenti, riducendo sensibilmente l'efficienza economica complessiva. A partire dal 2021 si osserva invece un progressivo recupero che porta a un rafforzamento della performance, con valori che nel 2023 e 2024 evidenziano una condizione di maggiore solidità e coerenza tra la dinamica dei ricavi e gli indici di ritorno.

4. Conclusioni

L'analisi dei casi di studio evidenzia tre realtà italiane che, attraverso innovazioni di prodotto e di processo, hanno implementato principi e strategie di economia circolare nei rispettivi sistemi produttivi. Nel caso di *Ricehouse* e Favini, l'attenzione si è concentrata sull'utilizzo di materiali di scarto provenienti da diverse filiere: risicola nel primo caso, agroalimentare, tessile e pelletteria nel secondo, per sviluppare nuove applicazioni, come materiali per l'edilizia e carte ecologiche per il *packaging*. Feralpi Siderurgica, invece, è stata analizzata in relazione al percorso di trasformazione e valorizzazione della scoria nera derivante dal ciclo siderurgico, resa nuovamente disponibile per impieghi produttivi attraverso il prodotto *Greenstone*. In tutti i casi emerge con chiarezza la centralità della valorizzazione delle risorse, che consente di impedire la loro classificazione come rifiuti e di sostituire il concetto tradizionale di *end of life* del modello *take-make-dispose* dell'economia lineare. Attraverso strategie riconducibili all'economia circolare, come ad esempio la simbiosi industriale e il *design* per la materia prima, le aziende analizzate riescono a mantenere i materiali e le risorse all'interno della catena del valore. Il raggiungimento di questi risultati non è riconducibile esclusivamente al ruolo delle singole organizzazioni, ma dipende dalla capacità di attivare e coordinare ecosistemi circolari. Dall'analisi emerge che diversi agenti contribuiscono in modo decisivo alla circolazione di flussi materiali, informativi ed economici, indispensabili per sostenere i processi di innovazione. Le interazioni all'interno di questi ecosistemi diventa condizione abilitante per chiudere i cicli e sviluppare modelli circolari. L'elemento trasversale che accomuna i casi analizzati è l'innovazione, intesa non soltanto come capacità tecnologica ma anche come revisione dei modelli organizzativi e relazionali. L'innovazione guida, infatti, l'individuazione di nuovi usi per le risorse scartate, abilita la trasformazione dei processi produttivi e favorisce la costruzione dell'ecosistema circolare.

In linea con la finalità del *research report*, l'indagine ha consentito di ricostruire la configurazione degli ecosistemi circolari delle imprese considerate, evidenziando l'articolazione dei flussi materiali, informativi ed economici e le relazioni che ne sostengono il funzionamento. La rappresentazione è stata elaborata attraverso una sintesi integrata di fonti secondarie eterogenee, che ha permesso di delineare un quadro dei sistemi analizzati. Sviluppi futuri della ricerca potranno orientarsi verso l'impiego di fonti primarie, con l'obiettivo di ampliare la base empirica e consolidare la robustezza

delle evidenze. In tale prospettiva, il lavoro costituisce un contributo preliminare per l'estensione dell'analisi ad altre realtà produttive italiane che stanno progressivamente adottando i principi dell'economia circolare come riferimento per la trasformazione dei propri modelli organizzativi e industriali.

Bibliografia

- Acerbi, F., Sassanelli, C., Terzi, S., Taisch, M. (2021), "A Systematic Literature Review on Data and Information Required for Circular Manufacturing Strategies Adoption", *Sustainability* 13, 2047.
- Adams, R., Jeanrenaud, S., Bessant, J., Denyer, D., Overy P. (2016), "Sustainability-oriented Innovation: A Systematic Review: Sustainability-oriented Innovation", *International Journal of Management Reviews* 18, 180–205.
- Arcese G., Flammini S., Lucchetti M., Martucci O. (2015), "Evidence and Experience of Open Sustainability Innovation Practices in the Food Sector" *Sustainability* 7, 8067–8090.
- Aschemann-Witzel J., Stangherlin I.D.C. (2021), "Upcycled by-product use in agri-food systems from a consumer perspective: A review of what we know, and what is missing", *Technological Forecasting and Social Change* 168, 120749.
- Avilés-Palacios, C., Rodríguez-Olalla, A. (2021), "The Sustainability of Waste Management Models in Circular Economies", *Sustainability* 13, 7105.
- Barella, S., Gruttadauria, A., Magni, F., Mapelli, C., Mombelli, D., 2012. Survey about Safe and Reliable Use of EAF Slag. *ISIJ Int.* 52, 2295–2302.
- Barth, H., Ulvenblad, P., Ulvenblad, P.-O., Hoveskog, M. (2021), "Unpacking sustainable business models in the Swedish agricultural sector– the challenges of technological, social and organisational innovation", *Journal of Cleaner Production* 304, 127004.
- Bjørnbet, M.M., Skaar, C., Fet, A.M., Schulte, K.Ø. (2021), "Circular economy in manufacturing companies: A review of case study literature", *Journal of Cleaner Production* 294, 126268.
- Bonilla S., Silva H., Terra da Silva M., Franco Gonçalves R., Sacomano J. (2018), "Industry 4.0 and Sustainability Implications: A Scenario-Based Analysis of the Impacts and Challenges", *Sustainability* 10, 3740.
- Borrello, M., Pascucci, S., Cembalo, L. (2020), "Three Propositions to Unify Circular Economy Research: A Review *Sustainability* 12, 4069.
- Bowen, G., (2009), Document Analysis as a Qualitative Research Method, *Qualitative Research Journal*, 9(2), pp. 27–40.
- Cagno, E., Neri, A., Negri, M., Bassani, C.A., Lampertico, T. (2021), "The Role of Digital Technologies in Operationalizing the Circular Economy Transition: A Systematic Literature Review", *Applied Sciences* 11, 3328.
- Cancino, C.A., La Paz A.I., Ramaprasad A., Syn T. (2018), "Technological innovation for sustainable growth: An ontological perspective", *Journal of Cleaner Production* 179, 31–41.
- Centobelli, P., Cerchione, R., Chiaroni, D., Del Vecchio, P., Urbinati, A. (2020), "Designing business models in circular economy: A systematic literature review and research agenda", *Bus Strat Env* 29, 1734–1749.
- Chamberlin, L., Boks, C., (2018), "Marketing Approaches for a Circular Economy: Using Design Framework to Interpret Online Communications", *Sustainability* 10, 2070.
- Citterio A., Migliavacca S., Pizzurno E. (2009), "Impresa e ambiente: un'intesa sostenibile: strategie, strumenti ed esperienze", *Libri Scheiwiller*, Milano, pag 76-78
- De Felice, F., Petrillo, A. (2021), "An interdisciplinary framework to define strategies for digitalization and sustainability: Proposal of a 'digicircular' model", *IET collob. intell. manuf.* 3, 75–84.
- Donner M., Verniquet A., Broeze J., Kayser K., De Vries H. (2021), "Critical success and risk factors for circular business models valorising agricultural waste and by-products", *Resources, Conservation and Recycling* 165, 105236.

- Donner, M., Vries, H. (2021), "How to innovate business models for a circular bio-economy?", *Bus Strat Env* 30, 1932–1947.
- Elkington, J., (1998). "Cannibals with forks: the triple bottom line of 21st century business, Conscientious commerce", New Society Publishers, Gabriola Island, BC ; Stony Creek, CT.
- Fofou, R.F., Jiang, Z., Wang, Y. (2021), "A Review on the Lifecycle Strategies Enhancing Remanufacturing", *Applied Sciences* 11, 5937.
- Franceschini, S., Faria, L.G.D., Jurowetzki, R. (2016), "Unveiling scientific communities about sustainability and innovation. A bibliometric journey around sustainable terms." *Journal of Cleaner Production* 127, 72–83.
- Garcia-Muiña, González-Sánchez, Ferrari, Volpi, Pini, Settembre-Blundo (2019), "Identifying the Equilibrium Point between Sustainability Goals and Circular Economy Practices in an Industry 4.0 Manufacturing Context Using Eco-Design", *Social Sciences* 8, 241.
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N.M. and Hultink, E.J. (2017), "The circular economy – a new sustainability paradigm?", *Journal of Cleaner Production*, Vol. 143, Supplement C, pp. 757-768.
- Genovese, A., Acquaye, A.A., Figueroa, A., Koh, S.C.L. (2017), "Sustainable supply chain management and the transition towards a circular economy: Evidence and some applications", *Omega* 66, 344–357.
- Harris, S., Martin, M., Diener, D. (2021), "Circularity for circularity's sake? Scoping review of assessment methods for environmental performance in the circular economy", *Sustainable Production and Consumption* 26, 172–186.
- Hernandez, R.J., Miranda, C., Goñi, J. (2020), "Empowering Sustainable Consumption by Giving Back to Consumers the 'Right to Repair.'" *Sustainability* 12, 850.
- Ioppolo G., Cucurachi S., Salomone R., Saija G., Ciralo L., (2014), "Industrial Ecology and Environmental Lean Management: Lights and Shadows. *Sustainability*" 6, 6362–6376.
- Khitous, F., Strozzi, F., Urbinati, A., Alberti, F. (2020), "A Systematic Literature Network Analysis of Existing Themes and Emerging Research Trends in Circular Economy", *Sustainability* 12, 1633.
- Kirchherr, J., Reike, D., Hekkert, M. (2017), "Conceptualizing the circular economy: An analysis of 114 definitions", *Resources, Conservation and Recycling* 127, 221–232.
- Korhonen, J., Honkasalo, A., Seppälä, J. (2018), "Circular Economy: The Concept and its Limitations", *Ecological Economics* 143, 37–46.
- Kristoffersen, E., Blomsma, F., Mikalef, P., Li, J. (2020), "The smart circular economy: A digital-enabled circular strategies framework for manufacturing companies", *Journal of Business Research* 120, 241–261.
- Lieder, M., Rashid, A. (2016), "Towards circular economy implementation: a comprehensive review in context of manufacturing industry", *Journal of Cleaner Production* 115, 36–51.
- Maier, D., Maier, A., Aşchilean, I., Anastasiu, L., Gavriş, O. (2020), "The Relationship between Innovation and Sustainability: A Bibliometric Review of the Literature" *Sustainability* 12, 4083.
- Mombelli, D., Mapelli, C., Gruttadauria, A., Baldizzone, C., Magni, F., Levrangi, P.L., Simone, P., 2012. Analysis of Electric Arc Furnace Slag. *Steel Res. Int.* 83, 1012–1019.
- Morgan, H. (2022), *Conducting a Qualitative Document Analysis, The Qualitative Report*, 27(1), pp. 64–77.
- Muto, K., Kimita, K., Tanaka, H., Numata, E., Hosono, S., Izukura, S., Shimomura, Y. (2016), "A Task Management Method for Product Service Systems Design", *Procedia CIRP* 47, 537–542.
- Nascimento D.L.M, Alencastro V., Quelhas O.L.G, Caiado R.G.G, Garza-Reyes J.A, Rocha-Lona L., Tortorella G. (2019), "Exploring Industry 4.0 technologies to enable circular economy

- practices in a manufacturing context: A business model proposal, *Journal of Manufacturing Technology Management*
- P. P. Pieroni, M., C. McAloone, T., C. A. Pigosso, D. (2019), "Configuring New Business Models for Circular Economy through Product–Service Systems", *Sustainability* 11, 3727.
- Plaza-Úbeda, J.A., Abad-Segura, E., de Burgos-Jiménez, J., Boteva-Asenova, A., Belmonte-Ureña, L.J. (2020), "Trends and New Challenges in the Green Supply Chain: The Reverse Logistics", *Sustainability* 13, 331.
- Plaza-Úbeda, J.A., Abad-Segura, E., de Burgos-Jiménez, J., Boteva-Asenova, A., Belmonte-Ureña, L.J. (2020), "Trends and New Challenges in the Green Supply Chain: The Reverse Logistics", *Sustainability* 13, 331.
- Pushpamali, N., Agdas, D., Rose, T.M. (2019), "A Review of Reverse Logistics: An Upstream Construction Supply Chain Perspective", *Sustainability* 11, 4143.
- Ranta, V., Aarikka-Stenroos, L., Väisänen, J.-M. (2021), "Digital technologies catalyzing business model innovation for circular economy—Multiple case study", *Resources, Conservation and Recycling* 164, 105155.
- Rosa, P., Sassanelli, C., Urbinati, A., Chiaroni, D., Terzi, S. (2020), "Assessing relations between Circular Economy and Industry 4.0: a systematic literature review", *International Journal of Production Research* 58, 1662–1687.
- Saidani, M., Yannou, B., Leroy, Y., Cluzel, F., Kendall, A. (2019), "A taxonomy of circular economy indicators", *Journal of Cleaner Production* 207, 542–559.
- Sanchez-Planelles, J., Segarra-Oña, M., Peiro-Signes, A. (2020), "Building a Theoretical Framework for Corporate Sustainability", *Sustainability* 13, 273.
- Sherif, V. (2018), Evaluating Preexisting Qualitative Research Data for Secondary Analysis, *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 19(2), Art. 7.
- Shooshtarian, S., Maqsood, T., Wong, P.S., Khalfan, M., Yang, R.J. (2021), "Extended Producer Responsibility in the Australian Construction Industry" *Sustainability* 13, 620.
- Urbinati, A., Chiaroni, D., Chiesa, V., Frattini, F. (2020), "The role of digital technologies in open innovation processes: an exploratory multiple case study analysis", *R&D Management* 50, 136–160.
- Urbinati, A., Chiaroni, D., Toletti, G. (2019), "Managing the Introduction of Circular Products: Evidence from the Beverage Industry", *Sustainability* 11, 3650.
- Urbinati, A., Rosa, P., Sassanelli, C., Chiaroni, D., Terzi, S. (2020), "Circular business models in the European manufacturing industry: A multiple case study analysis" *Journal of Cleaner Production* 274, 122964.
- Velenturf, A.P.M., Archer, S.A., Gomes, H.I., Christgen, B., Lag-Brotons, A.J., Purnell, P. (2019), "Circular economy and the matter of integrated resources", *Science of The Total Environment* 689, 963–969.
- Vidmar, D., Marolt, M., Pucihar, A. (2021), "Information Technology for Business Sustainability: A Literature Review with Automated Content Analysis", *Sustainability* 13, 1192.
- Yang, S., M. R., A., Kaminski, J., Pepin, H. (2018), "Opportunities for Industry 4.0 to Support Remanufacturing", *Applied Sciences* 8, 1177.
- Yu, C., Xu, X., Lu, Y., 2015. Computer-Integrated Manufacturing, Cyber-Physical Systems and Cloud Manufacturing – Concepts and relationships. *Manufacturing Letters* 6, 5–9.
- Yun, J.J., Liu, Z. (2019), "Micro- and Macro-Dynamics of Open Innovation with a Quadruple-Helix Model", *Sustainability* 11, 3301.

Sitografia

- B Corporation (2025), Ricehouse Srl Società Benefit. In: B Corporation, <https://www.bcorporation.net/en-us/find-a-b-corp/company/ricehouse-srl-societ-benefit/> (consultato il 14/05/2025).
- Balocchi, Andrea (2024), Edilizia sostenibile e circolare: da buone idee e scarti naturali i componenti per costruzioni e ristrutturazioni In: InfoBuild, 2024, <https://www.infobuild.it/approfondimenti/edilizia-sostenibile-circolare-ricehouse/> (consultato il 20/05/2025).
- Belardi, Lijo (s.d.), RiceHouse: la soluzione per un'architettura sostenibile. Intervista a Tiziana Monterisi. In: iBicocca, <https://ibicocca.unimib.it/ricehouse-la-soluzione-per-unarchitettura-sostenibile-intervista-a-tiziana-monterisi/> (consultato il 5/05/2025)
- By Innovation (2016), Premio Formes De Luxe a Ds Smith e Favini packaging Veuve Clicquot. In: By Innovation, 2016, <https://byinnovation.eu/premio-formes-de-luxe-a-ds-smith-e-favini-packaging-veuve-clicquot/> (consultato il 20/06/2025).
- DI.MA Inerti (2024), Reduce reuse recycle. Montichiari (BS): DI.MA Inerti, https://dimainerti.com/wp-content/uploads/2024/10/DIMA_company.pdf (consultato il 11/06/2025).
- DI.MA Inerti (2025), Unità produttive Nei nostri impianti di produzione trasformiamo rifiuti in risorse. In: DI.MA Inerti, <https://dimainerti.com/unita-produttive/> (consultato il 06/06/2025).
- Edilizia News (2022), Ricehouse. Evitata l'immissione nell'ambiente di 266 tonnellate di CO₂ in un anno. In: Edilizia News, 2022, <https://www.edilizianews.it/ricehouse-un-anno-allinsegna-delledilizia-sostenibile/> (consultato il 30/05/2025).
- Ellen MacArthur Foundation (2013), Towards the Circular Economy, Vol. 2: Opportunities for the consumer goods sector. Cowes: Ellen MacArthur Foundation, <https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/50c85a620a58955/original/Towards-the-circular-economy-Vol-2.pdf> (consultato il 14/04/2025).
- Ellen MacArthur Foundation (2015), Towards a Circular Economy: Business rationale for an accelerated transition. Cowes: Ellen MacArthur Foundation, <https://content.ellenmacarthurfoundation.org/m/4384c08da576329c/original/Towards-a-circular-economy-Business-rationale-for-an-accelerated-transition.pdf> (consultato il 14/04/2025)
- Ellen MacArthur Foundation (2021), High-value products from organic waste. In: Ellen MacArthur Foundation, <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/articles/high-value-products-from-organic-waste> (consultato il 20/06/2025).
- European Environment Agency – EEA (2024), Addressing the environmental and climate footprint of buildings (EEA Report No 09/2024). Copenhagen: European Environment Agency, <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/addressing-the-environmental-and-climate-footprint-of-buildings> (consultato il 10/05/2025)
- Exportiamo.it (2021), Ricehouse: dal Chicco alla Casa Strizzando l'Occhio all'Ambiente. In: Exportiamo.it, 6 aprile 2021, <https://www.exportiamo.it/rubriche/14439/ricehouse-dal-chicco-alla-casa-strizzando-l-occhio-all-ambiente/> (consultato il 14/05/2025).
- Favini (2022a), Storie di riciclo ed economia circolare In: Favini, <https://www.favini.com/news/esempi-economia-circolare-simbiosi-industriale/> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2022b), Crush story: dagli agrumi alla carta. In: Favini, <https://www.favini.com/news/crush-story-dagli-agrumi-alla-carta/> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2022c), Dal chicco a Crush Caffè. In: Favini, <https://www.favini.com/news/dal-chicco-a-crush-caffe/> (consultato il 14/06/2025).

- Favini (2022d), Crush story: dai fiori a Crush Lavanda. In: Favini, <https://www.favini.com/news/crush-story-dai-fiori-a-crush-lavanda/> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2022e), Crush story: dagli alberi di ciliegio alla carta Crush Ciliegia. In: Favini, <https://www.favini.com/news/crush-story-dagli-alberi-di-ciliegio-alla-carta-crush-ciliegia/> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2022f), Dai vigneti a Crush Uva. In: Favini, <https://www.favini.com/news/dai-vigneti-a-crush-uva/> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2022g), Crush story: dalla noce di cocco alla carta. In: Favini, <https://www.favini.com/news/crush-cocco-la-nuova-carta-dalla-noce-di-cocco/> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2022h), La storia di Favini e della carta. In: Favini, <https://www.favini.com/news/la-storia-di-favini-e-della-carta/> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2022i), Dalla lavorazione del cuoio nasce Remake. In: Favini, <https://www.favini.com/news/dalla-lavorazione-del-cuoio-nasce-remake/> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2022j), From cotton into the ecological paper Refit Cotton. In: Favini, <https://www.favini.com/en/news/from-cotton-into-the-ecological-paper-refit-cotton/> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2022k), La carta 100% riciclata Shiro Echo. In: Favini, <https://www.favini.com/news/la-carta-100-riciclata-shiro-echo/> (consultato il 14/10/2025).
- Favini (2022l), The infinite possibilities of Crush. In: Favini, <https://www.favini.com/en/news/the-infinite-possibilities-of-crush/> (consultato il 20/06/2025).
- Favini (2022m), Circular Coffee: nuova vita agli scarti del caffè. In: Favini, <https://www.favini.com/news/circular-coffee-nuova-vita-agli-scarti-del-caffe/> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2024a), Report di sostenibilità 2023. Rossano Veneto (VI): Favini S.r.l., <https://www.favini.com/wp-content/uploads/2024/07/Report-di-sostenibilita-2023-2.pdf> (consultato il 13/06/2025).
- Favini (2024b), Favini presenta Refit Denim. In: Favini, <https://www.favini.com/news/favini-presenta-refit-denim/> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2025a), I settori che ci hanno scelto. In: Favini, <https://www.favini.com/settori/> (consultato il 13/06/2025).
- Favini (2025b), Dalle alghe sovrabbondanti nasce Alga Carta. In: Favini, <https://www.favini.com/news/dalle-alghe-sovrabbondanti-nasce-alga-carta/> (consultato il 13/06/2025).
- Favini (2025c), Alga Carta. In: Favini, <https://www.favini.com/gs/products/alga-carta/> (consultato il 13/06/2025).
- Favini (2025d), Refit. In: Favini, <https://www.favini.com/gs/products/refit/> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2025e), Shiro Echo. In: Favini, <https://www.favini.com/gs/products/shiro-echo/> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2025f), Tree Free. In: Favini, <https://www.favini.com/gs/products/tree-free/#approfondimenti> (consultato il 14/06/2025).
- Favini (2025g), Certificazioni. In: Favini, <https://www.favini.com/sostenibilita/certificazioni/> (consultato il 20/06/2025).
- Favini (2025i), Certificazioni. In: Favini, <https://www.favini.com/su-di-noi/certificazioni/> (consultato il 20/06/2025).

- Favini S.r.l. (1995), Paper comprising cellulose fiber and seaweed particles in integral form, US5472569A, United States, 5 dicembre 1995, <https://patents.google.com/patent/US5472569A> (consultato il 14/06/2025).
- Feralpi Group (2021), Dichiarazione Volontaria Consolidata di Carattere Non Finanziario. Brescia: Feralpi Group, <https://www.feralpigroup.com/sites/default/files/media/documents/2021-07/Feralpi%20Group%20DNF%202020.pdf> (consultato il 11/06/2025).
- Feralpi Group (2025a), Global Feralpi. In: Feralpi Group, <https://www.feralpigroup.com/en/group/global-feralpi> (consultato il 28/05/2025).
- Feralpi Group (2025b), Circolarità delle risorse. In: Feralpi Group, <https://www.feralpigroup.com/it/sostenibilita/la-strategia-esg/environment/circolarita-delle-risorse> (consultato il 30/10/2025).
- Feralpi Group (2025c), Il nostro approccio circolare. In: Feralpi Group, <https://www.feralpigroup.com/it/innovazione-e-futuro/circolarita-e-impegno-ambiente/il-nostro-approccio-circolare> (consultato il 03/06/2025).
- Feralpi Group (2025d), La catena del valore e i partner. In: Feralpi Group, <https://www.feralpigroup.com/it/sostenibilita/la-catena-del-valore-e-i-partner> (consultato il 05/06/2025).
- Feralpi Group (2025e), Feralpi: siglato un sustainability-linked loan da 170 milioni di euro. In: Feralpi Group, febbraio 2025, <https://www.feralpigroup.com/it/media/news-e-comunicati/feralpi-siglato-un-sustainability-linked-loan-da-170-milioni-di-euro> (consultato il 11/06/2025).
- Feralpi Siderurgica S.p.A. (2010), Bilancio di Sostenibilità 2010. Brescia: Feralpi Siderurgica S.p.A., https://feralpi-stahl.com/sites/default/files/media/documents/2022-06/Bilancio-Sostenibilita-Feralpi-2010_0.pdf (consultato il 04/06/2025).
- Feralpi Siderurgica S.p.A. (2013), Method and plant for treating metallurgical slag, EP2614164A1, European Patent Office, 17 luglio 2013, <https://patents.google.com/patent/EP2614164A1> (consultato il 05/10/2025).
- Feralpi Siderurgica S.p.A. (2019), Environmental Product Declaration GREENSTONE INDUSTRIAL CONSTRUCTION AGGREGATE. Brescia: Feralpi Siderurgica S.p.A., <https://www.feralpigroup.com/sites/default/files/EPD%20%20Greenstone.pdf> (consultato il 05/06/2025).
- Feralpi Siderurgica S.p.A. (2024), Bilancio Integrato 2024. Brescia: Feralpi Siderurgica S.p.A., https://report.feralpigroup.com/sites/default/files/documents/feralpi-bilancio-integrato-2024_low.pdf (consultato il 30/05/2025).
- Feralpi Siderurgica S.p.A. (2025), Dichiarazione Ambientale EMAS 2025. Lonato del Garda: Feralpi Siderurgica S.p.A., https://www.feralpigroup.com/sites/default/files/Feralpi_EMAS-dichiarazione-ambientale_2025_low_CONVALIDATA.pdf (consultato il 04/06/2025).
- Forbes Italia (2020), B Heroes: ACBC è la migliore startup dell'anno. In: Forbes Italia, 11 giugno 2020, <https://forbes.it/2020/06/11/b-heroes-acbc-e-la-migliore-startup-dellanno> (consultato il 22/05/2025).
- IMI Intesa Sanpaolo (2022), Feralpi: sustainability in steel industry, in: IMI Intesa Sanpaolo, maggio 2022, <https://imi.intesasanpaolo.com/en/insights/side-by-side/feralpi/> (consultato il 11/06/2025).
- Industria Vicentina (2017), Favini vince gli European Paper Recycling Awards 2017 con Remake. In: Industria Vicentina, 2017, <https://www.industriavicentina.it/imprese/favini-vince-gli-european-paper-recycling-awards-2017-remake-IV6736> (consultato il 20/06/2025).
- Industria Vicentina (2019), Favini vince il Luxe Pack in Green con il pack ecologico Shiro Alga Carta Bio+ di Vagheggi. In: Industria Vicentina, 2019,

- <https://www.industriavicentina.it/impres/favini-vince-il-luxe-pack-green-il-pack-ecologico-shiro-alga-carta-bio+-vagheggi-IV9532> (consultato il 20/06/2025).
- InfoBuild Energia (2018), Il riso, risorsa per l'edilizia del futuro, vince il premio dell'Agenzia CasaClima. In: InfoBuild Energia, 2018, <https://www.infobuildenergia.it/ricehouse-il-riso-come-risorsa-edilizia-del-futuro/> (consultato il 22/05/2025).
- ING Italia (2018), ING Challenge 2018 sulla Green Economy: vince Ricehouse. In: ING Italia, <https://www.ing.it/chi-e-ing/area-stampa/news/ing-challenge-2018-sulla-green-economy-vince-ricehouse.html> (consultato il 22/05/2025).
- Intesa Sanpaolo Group (2025), Intesa Sanpaolo participates in the €170 mln financing of Feralpi Siderurgica, In: Intesa Sanpaolo Group, <https://group.intesasanpaolo.com/en/newsroom/all-news/news/2025/sustainability-linked-loan-feralpigroup> (consultato il 11/06/2025).
- Liwanag, Vanessa (2021), Q&A: Italian startup Ricehouse builds houses from rice. In: eMAG ArchiExpo, febbraio 2021, <https://emag.archiexpo.com/qa-italian-startup-ricehouse-builds-houses-from-rice/> (consultato il 24/05/2025).
- Sostenibilità ed Economia Circolare nel Gruppo Feralpi (2019), Tolettini, Feralpi, ottobre 2019. Ministero dell'Ambiente e della Sicurezza Energetica, https://www.mase.gov.it/portale/documents/d/guest/tolettini_feralpi_30_ottobre_2019-pdf (consultato il 05/06/2025).
- Oddo, Francesca (2025), Ricehouse, dagli scarti del riso nasce l'edilizia del futuro. In: Pantografo Magazine, 2025, <https://www.pantografomagazine.com/ricehouse-dagli-scarti-del-riso-nasce-edilizia-del-futuro/> (consultato il 24/05/2025).
- Oliva, Cristina (2021), Ricehouse vince il Premio WPP Innovators 2021. In: Engage.it, 2021, <https://www.engage.it/eventi/ricehouse-vince-il-premio-wpp-innovators-2021.aspx> (consultato il 22/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2022a), Scheda tecnica – Isolante naturale. Milano: Ricehouse Srl SB, <https://drive.google.com/file/d/1eBg302hYUqXXD9-S8gbncFKYji6bAwAZ/view> (consultato il 15/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2023a), Scheda tecnica – Biomassa isolante. Milano: Ricehouse Srl SB, <https://drive.google.com/file/d/1eSu-Hf6B10lfCCQHFwh1-ngnRSVORnIH/view> (consultato il 15/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2023b), Relazione d'Impatto 2023. Milano: Ricehouse Srl SB, https://www.ricehouse.it/wp-content/uploads/2023/06/Relazione-di-Impatto_2023_firmata.pdf (consultato il 10/10/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025a), Prodotti. In: Ricehouse, <https://www.ricehouse.it/prodotti/> (consultato il 13/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025b), Isolante naturale. In: Ricehouse Srl SB, <https://www.ricehouse.it/prodotto/materiali-vegetali/isolante-naturale/> (consultato il 15/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025c), Biomassa isolante. In: Ricehouse Srl SB, <https://www.ricehouse.it/prodotto/materiali-vegetali/biomassa-isolante/> (consultato il 15/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025d), Pannello isolante. In: Ricehouse Srl SB, <https://www.ricehouse.it/prodotto/pannelli-isolanti/pannello-isolante/> (consultato il 15/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025e), Pannelli isolanti RH P50. In: Ricehouse Srl SB – Blog, https://blog.ricehouse.it/pannelli-isolanti-rh-p50?utm_campaign=Prodotti&utm_source=sito&utm_content=RH-P50 (consultato il 15/05/2025).

- Ricehouse Srl SB (2025f), Intonaco di fondo termico. In: Ricehouse Srl SB, <https://www.ricehouse.it/prodotto/intonaci-di-fondo/intonaco-di-fondo-termico/> (consultato il 15/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025g), Termointonaco isolante. In: Ricehouse Srl SB, <https://www.ricehouse.it/prodotto/intonaci-di-fondo/termointonaco-isolante/> (consultato il 20/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025h), Intonaco di fondo in argilla. In: Ricehouse Srl SB, <https://www.ricehouse.it/prodotto/intonaci-di-fondo/intonaco-di-fondo-in-argilla/> (consultato il 20/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025i), Sottofondo alleggerito. In: Ricehouse Srl SB, <https://www.ricehouse.it/prodotto/massetti-e-sottofondi/sottofondo-alleggerito/> (consultato il 20/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025j), Biomassetto di ripartizione. In: Ricehouse Srl SB, <https://www.ricehouse.it/prodotto/massetti-e-sottofondi/biomassetto-di-ripartizione/> (consultato il 20/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025k), Finiture. In: Ricehouse Srl SB, <https://www.ricehouse.it/prodotto/finiture/> (consultato il 20/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025l), Ecopittura. In: Ricehouse Srl SB, <https://www.ricehouse.it/prodotto/finiture/ecopittura/> (consultato il 20/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025m), Sistemi di pavimentazione per esterni. In: Ricehouse Srl SB, <https://www.ricehouse.it/prodotto/sistemi-di-rivestimento/sistemi-di-pavimentazione-per-esterni/> (consultato il 20/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025o), Pannello rigido. In: Ricehouse Srl SB, <https://www.ricehouse.it/prodotto/elementi-di-chiusura-verticale-opaca/pannello-rigido/> (consultato il 20/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025p), Blocco prefabbricato in lolla di riso. In: Ricehouse Srl SB, <https://www.ricehouse.it/prodotto/elementi-di-chiusura-verticale-opaca/blocco-prefabbricato-in-lolla-di-riso/> (consultato il 20/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025q), Ricehouse finalista della 2ª edizione Premio speciale Repower per l'innovazione. In: Coltivare la Città, <http://www.coltivarelacitta.it/ricehouse-finalista-della-2-edizione-premio-speciale-repower-per-linnovazione/> (consultato il 22/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (2025r), RH-B. In: Ricehouse Srl SB – Blog, https://blog.ricehouse.it/lp-rhb?utm_campaign=Prodotti&utm_source=sito-RH-B (consultato il 20/05/2025).
- Ricehouse Srl SB (s.d. a.), Il riso per le case. Materiali in riso per ristrutturare e costruire Soluzioni Green per un'edilizia in linea con la Direttiva Europea. Milano: Ricehouse Srl SB, <https://27039363.fs1.hubspotusercontent-eu1.net/hubfs/27039363/Guida%20Materiali/Ricehouse%20-%20Il%20riso%20per%20le%20case%20-%20Guida%20ai%20materiali%20edili.pdf> (consultato il 13/05/2025).
- Rinnovabili.it (2021), Ricehouse: aumento di capitale e nuovi soci nell'azionario. In: Rinnovabili.it, 16 marzo 2021, <https://www.rinnovabili.it/mercato/le-aziende-informano/ricehouse-aumento-di-capitale-e-nuovi-soci-nellazionario/> (consultato il 14/05/2025).
- Rinnovabili.it (2022), Una carta dal cuore "bio". In: Rinnovabili.it, 15 maggio 2022, <https://www.rinnovabili.it/clima-e-ambiente/una-carta-dal-cuore-bio/> (consultato il 13/06/2025).
- Romagno, Marilisa (2015), Favini e Barilla vincono il premio LuxePack in Green Shanghai 2015. In: Alternativa Sostenibile, aprile 2015, <https://www.alternativasostenibile.it/articolo/favini-e-barilla-vincono-il-premio-luxepack-in-green-shanghai-2015-.html> (consultato il 14/06/2025).

Rossi, Alessia (2021), Ricehouse, la start up innovativa che parte dagli scarti del riso per creare la casa del futuro. In: Il Giornale del Cibo, 28 giugno 2021, <https://www.ilgiornaledelcibo.it/ricehouse/> (consultato il 5/05/2025)

Unione Europea (2024), Direttiva (UE) 2024/1275 del Parlamento europeo e del Consiglio del 24 aprile 2024 relativa alla prestazione energetica nell'edilizia. Bruxelles: Unione Europea, https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202401275 (consultato il 13/05/2025).

Vantaggi, Valeria (2025), Dal riso al mattone: l'edilizia circolare di RiceHouse. In: Vanity Fair, 12 luglio 2025, <https://www.vanityfair.it/article/tiziana-monterisi-ricehouse> (consultato il 25/08/2025).

Tolettini Ercole (2021), Dieci sfumature di Greenstone. In: Verde Feralpi, 21 maggio 2021, <https://www.feralpigroup.com/it/verde-feralpi/2021-05-21/dieci-sfumature-di-greenstone> (consultato il 06/06/2025).

Indice delle tabelle

Tabella 1. Definizioni di economia circolare più utilizzate	5
Tabella 2. Collegamento tra il framework ReSOLVE e i 10 aspetti della CE (Fonte: Cagno et al., 2021).	12
Tabella 3. Elaborazione personale del legame tra CE e SDGs	13
Tabella 4. Rielaborazione personale delle attività per implementare l'economia circolare lungo le tre dimensioni del modello di business.....	14
Tabella 5. Rielaborazione personale dei criteri dell DfE applicati allo sviluppo di un prodotto circolare (Fonte: Citterio et al., 2009).....	17
Tabella 6. Rielaborazione personale delle 6 aree del framework ReSOLVE e i 9 pilastri dell'Industry 4.0 (Fonte: Cagno et al., 2021).....	19
Tabella 7. Agenti, flussi e relazioni nell'ecosistema circolare di Ricehouse	33
Tabella 8. Performance economiche-finanziarie Ricehouse.....	37
Tabella 9. Agenti, flussi e relazioni nell'ecosistema circolare di Feralpi Siderurgica	46
Tabella 10. Performance economiche-finanziarie Feralpi Siderurgica	50
Tabella 11. Agenti, flussi e relazioni nell'ecosistema circolare di Favini	56
Tabella 12. Performance economiche-finanziarie Favini	60

Indice delle figure

Figura 1. Butterfly Diagram per la rappresentazione della Circular Economy (Fonte: Ellen MacArthur Foundation, 2013).....	7
Figura 2. Framework 10R (Fonte: Kirchherr et al., 2017)	10
Figura 3. Il framework ReSOLVE (Fonte: Cagno et al., 2021).....	11
Figura 4. Legenda utilizzata per la rappresentazione dell'ecosistema dei casi di studio	25
Figura 5. Elaborazione personale della rappresentazione dell'ecosistema Ricehouse	36
Figura 6. Elaborazione personale della rappresentazione dell'ecosistema Feralpi Siderurgica	49
Figura 7. Elaborazione personale della rappresentazione dell'ecosistema Favini	59

