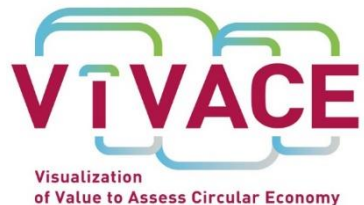




ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA



**TECNOPOLO RIMINI** **UNI.RIMINI** **CONFINDUSTRIA ROMAGNA**

**17 GIUGNO 2021 ore 10.00 – webinar online**

# **INDUSTRIA 4.0 VERSO UN'ECONOMIA CIRCOLARE**

**Valutazione di impatto ambientale di processi produttivi  
integrati con i sistemi dell'industria 4.0**

**Prof. Ing. Augusto Bianchini**

Dipartimento di Ingegneria Industriale  
[augusto.bianchini@unibo.it](mailto:augusto.bianchini@unibo.it)

17 giugno 2021

# Agenda

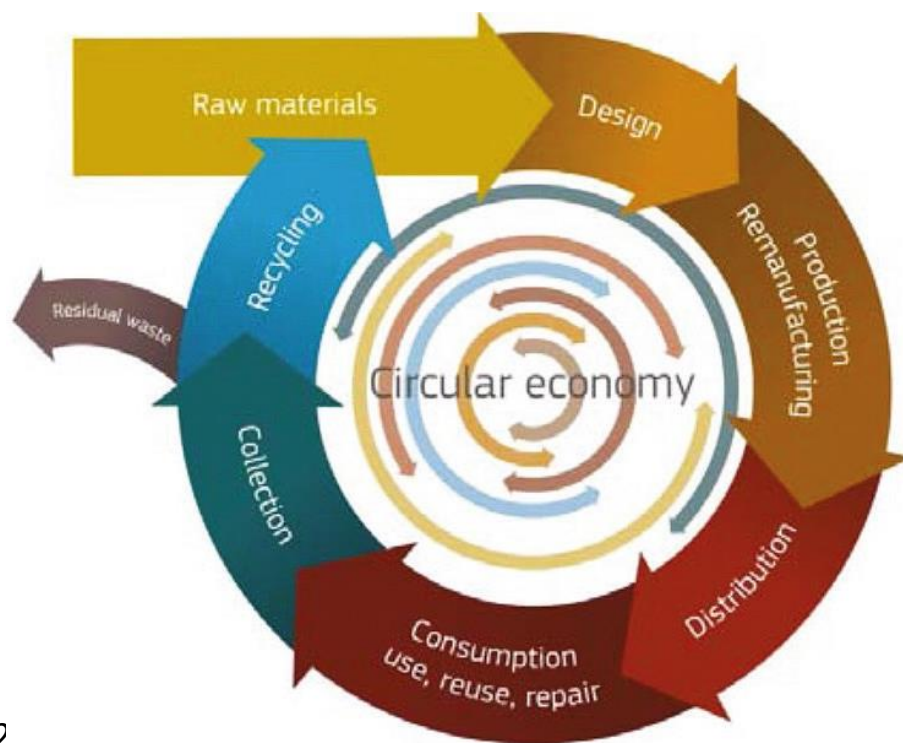
- Circular Economy
- Industry 4.0
- Modelli di business circolari
- Sostenibilità
- Quantificazione della sostenibilità
- Sondaggio
- Casi applicativi

# Circular Economy

## Definizione di economia circolare

«In un'economia circolare, il valore dei prodotti e dei materiali è mantenuto il più a lungo possibile. I rifiuti e l'utilizzo di risorse sono minimizzati, e quando un prodotto raggiunge il fine-vita, viene utilizzato nuovamente per creare nuovo valore.»

Fonte: Commissione Europea, 2015.



Considerando il contesto presentato, risulta fondamentale passare ad un'economia circolare.

# Circular Economy

## Origine e evoluzione del concetto di economia circolare (CE)



Negli ultimi anni, il concetto di economia circolare ha ricevuto una grande attenzione a livello globale ed è stata riconosciuta come alternativa rispetto all'attuale modello produttivo e di consumo.

Esiste però, ancora oggi, un **enorme divario tra il grande concetto di economia circolare e la sua effettiva implementazione pratica.**

# Circular Economy

## Principali barriere per un'effettiva implementazione dell'economia circolare

- **Processi interni:** sono richiesti sforzi per la definizione di una nuova strategia aziendale che coinvolge tutte le funzioni dell'azienda.
- **Competenze tecniche e tecnologiche:** è necessario sviluppare specifiche conoscenze e introdurre tecnologie per rivedere prodotti, processi e sistemi, mantenendo la stessa qualità e i tempi di consegna.
- **Mercato:** tale barriera è legata alla richiesta di numerose e complesse relazioni con differenti tipologie di stakeholders e alle difficoltà di accettazione di prodotti/processi circolari da parte dei clienti.
- **Investimenti economici, pratiche finanziarie e legislative:** possono essere richiesti investimenti elevati e a lungo termine e pratiche burocratiche complesse e/o limitanti potrebbero determinare alti costi di gestione.



- **Disponibilità di informazioni:**
  - una gestione coerente di dati e informazioni risulta difficile;
  - manca la valutazione di indicatori comparabili di circolarità;
  - mancano piattaforme di condivisione tra partner.

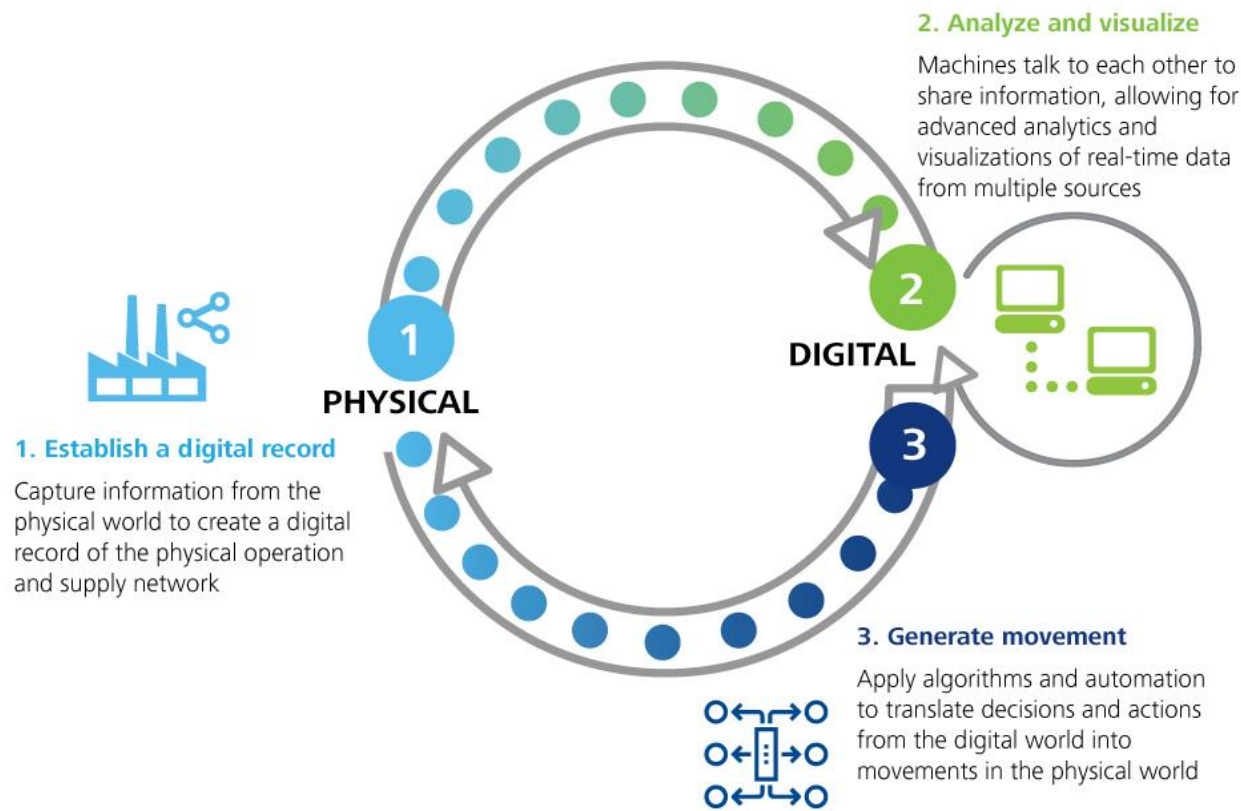
# Agenda

- **Circular Economy**
- **Industry 4.0**
- **Modelli di business circolari**
- **Sostenibilità**
- **Quantificazione della sostenibilità**
- **Sondaggio**
- **Casi applicativi**

# Industry 4.0

Il termine Industry 4.0 riguarda l'interconnessione tra il mondo fisico e quello virtuale-digitale tramite una rete di sensori e software, e coinvolge macchine, prodotti, sistemi informativi e di comunicazione e risorse umane.

La digitalizzazione della catena del valore consente il controllo, la pianificazione e la previsione di alcune attività aziendali determinando un **sistema produttivo più efficiente e flessibile**.



# Industry 4.0

## Tecnologie abilitanti



### BIG DATA

Elevata e complessa mole di dati, generati dalle tecnologia, acquisiti ed analizzati con strumenti in grado di trasformarli in informazioni con le quali supportare decisioni veloci, flessibili ed efficienti.



### INTERNET OF THINGS

Rete di oggetti fisici interconnessi a livello tecnologico (elettronica, software, sensori, attuatori e connessione) in grado di trasmettere informazioni sul loro stato o sull'ambiente in cui si trovano, tramite Internet. L'IoT include oggetti, dispositivi, sensori, applicazioni, sistemi per l'analisi dei dati, al fine di costruire nuove interazioni tra:

- **uomo e macchina - MMI: *Man-Machine Interaction*;**
- **macchine - M2M: *Machine to Machine*.**



### AUTOMATION ROBOTICS

Tecnologia di automazione dei processi basata sui concetti di programmazione dei robot e/o intelligenza artificiale. Le nuove macchine risultano sempre più autonome, flessibili e collaborative, sia tra loro che verso l'uomo, fino ad arrivare a robot con capacità cognitive.



# Industry 4.0

## Tecnologie abilitanti

Cloud computing consente la condivisione su domanda di risorse e dati tra computer o altri dispositivi, tramite Internet. È una soluzione comune, flessibile, scalabile e aperta.

Cyber security include le tecnologie, i prodotti, i processi e gli standard per proteggere il sistema informatico da furti e danni alla parte hardware, il software e le informazioni contenute.

È lo spazio dove avvengono le interazioni tra risorse umane e macchine. Il suo obiettivo è rendere efficaci le operazioni e il controllo della macchina da parte dell'uomo, mentre la macchina è in grado di fornire informazioni di feed-back per aiutare l'operatore nel processo decisionale.

Si riferisce ai processi utilizzati per creare oggetti fisici in 3D, aventi potenzialmente qualsiasi forma e geometria, senza generale truciolo (rifiuto), partendo da un oggetto digitale.

CLOUD COMPUTING  
& CYBER SECURITY



HUMAN MACHINE  
INTERFACES



ADDITIVE  
MANUFACTURING

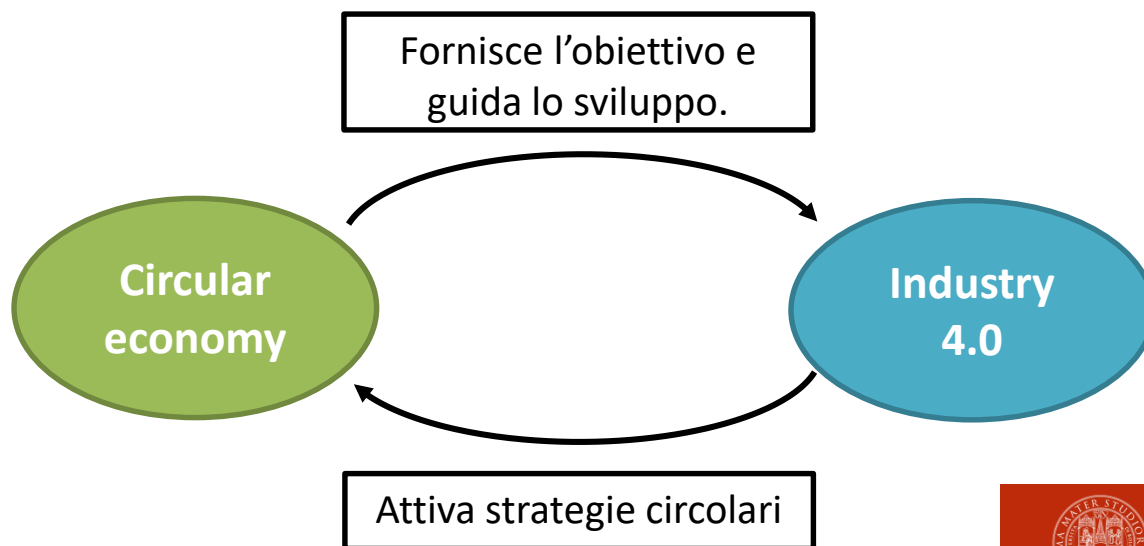


# Industry 4.0

Le informazioni generate dalle tecnologie dell'Industry 4.0 supportano quindi la transizione ad un'economia circolare attraverso:

- l'identificazione di opportunità circolari;
- lo sfruttamento del loro massimo potenziale;
- la valutazione di benefici e rischi.

→ Fornisce gli elementi necessari per valutare **nuovi modelli di business basati sull'economia circolare**.



# Agenda

- Circular Economy
- Industry 4.0
- Modelli di business circolari
- Sostenibilità
- Quantificazione della sostenibilità
- Sondaggio
- Casi applicativi

# Modelli di business circolari

Affinché un modello di business abbia successo, è necessario che questo sia in grado di creare e catturare valore, generando **benefici economici**.

Adottare principi di economia circolare nel proprio business consente di creare diverse sorgenti di valore per le aziende, che ne ricavano **vantaggi sostenibili e di competitività**:

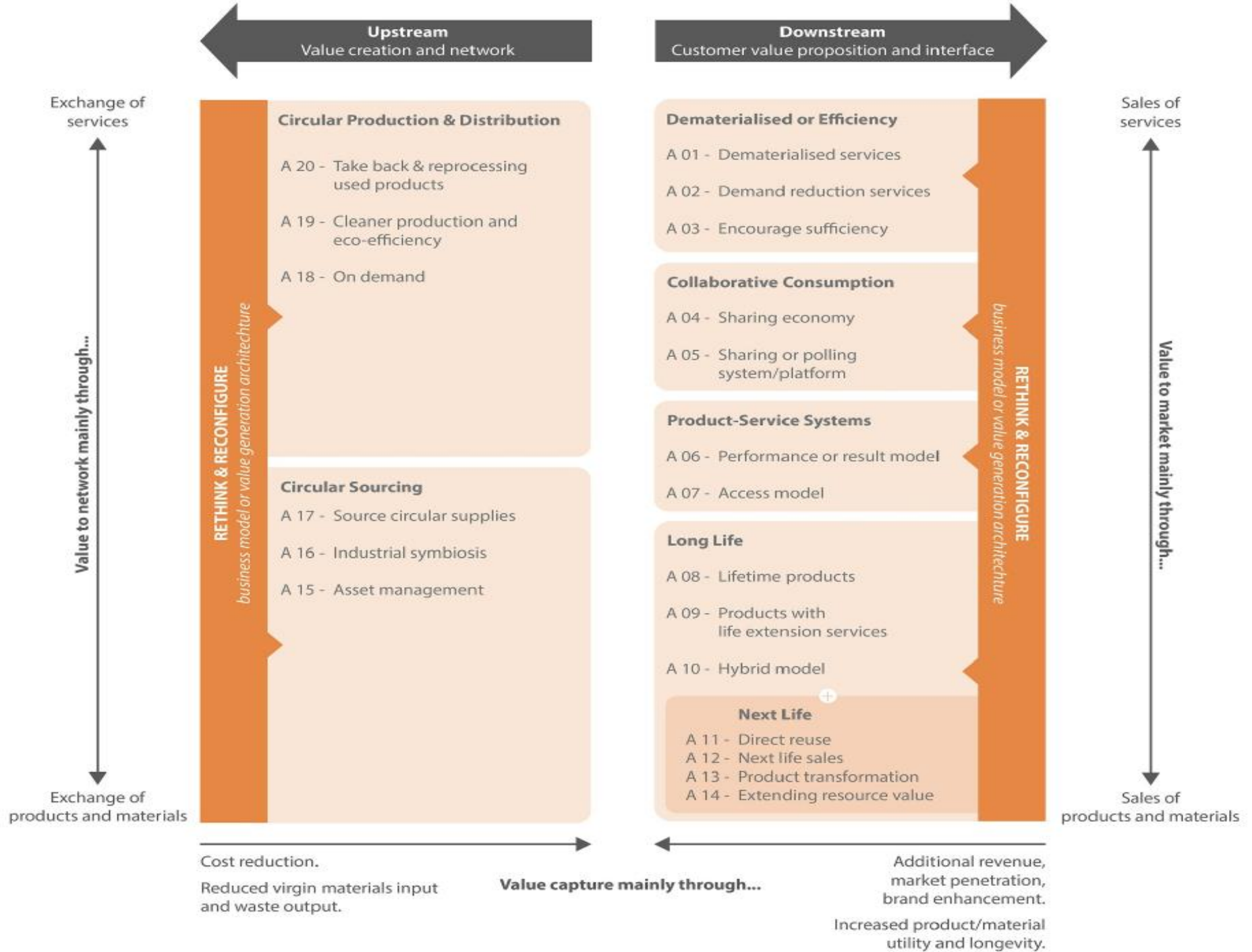
- ❖ minore rischio legato ad interruzioni nella catena di fornitura e alla volatilità dei prezzi;
- ❖ fonti di guadagno alternative, legate a nuovi mercati a domanda crescente;
- ❖ costi di produzione minori attraverso lo sviluppo di forniture circolari e recupero di risorse;
- ❖ maggior soddisfazione del cliente.

# Modelli di business circolari

## Archetipi di modelli di business circolari

In letteratura, sono stati definiti diversi archetipi di modelli di business circolari, ossia una **serie di strutture e «regole»** da imitare per implementare nuovi business.

La diversità tra settori e singoli casi rimane però una caratteristica fondamentale dell'economia circolare.

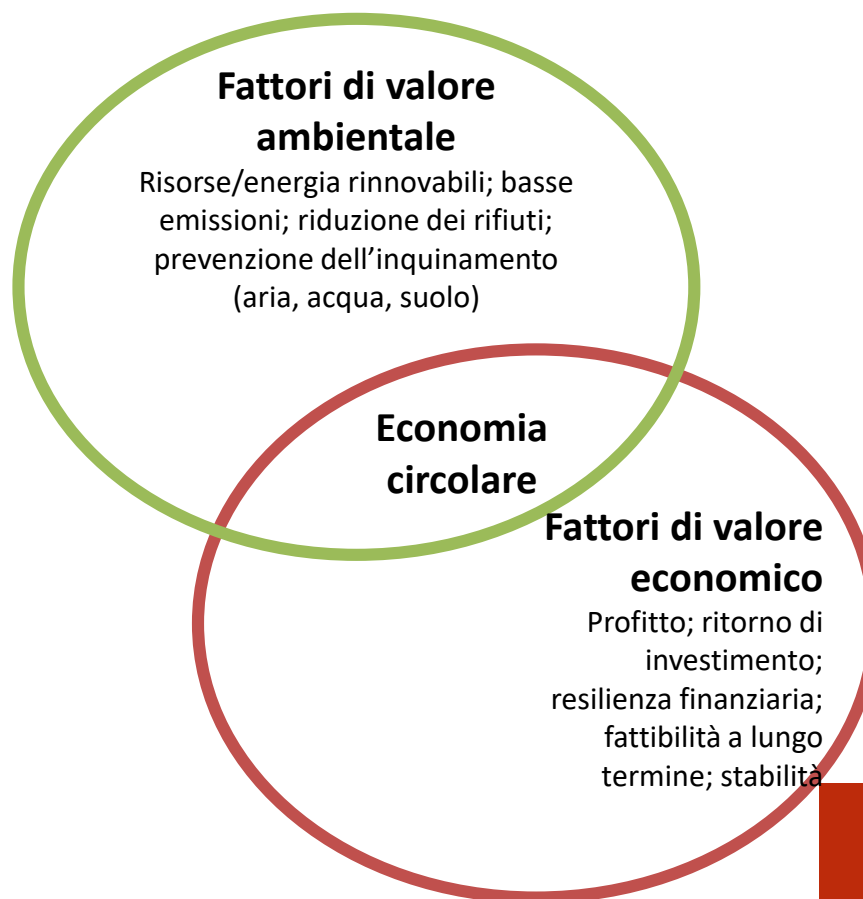


# Agenda

- Circular Economy
- Industry 4.0
- Modelli di business circolari
- Sostenibilità
- Quantificazione della sostenibilità
- Sondaggio
- Casi applicativi

# Sostenibilità

L'**innovazione**, guidata dai principi di economia circolare e supportata dalle tecnologie dell'Industria 4.0, consente di definire e implementare nuovi modelli di business (o migliorare quelli esistenti) generando quindi benefici ambientali ed economici.

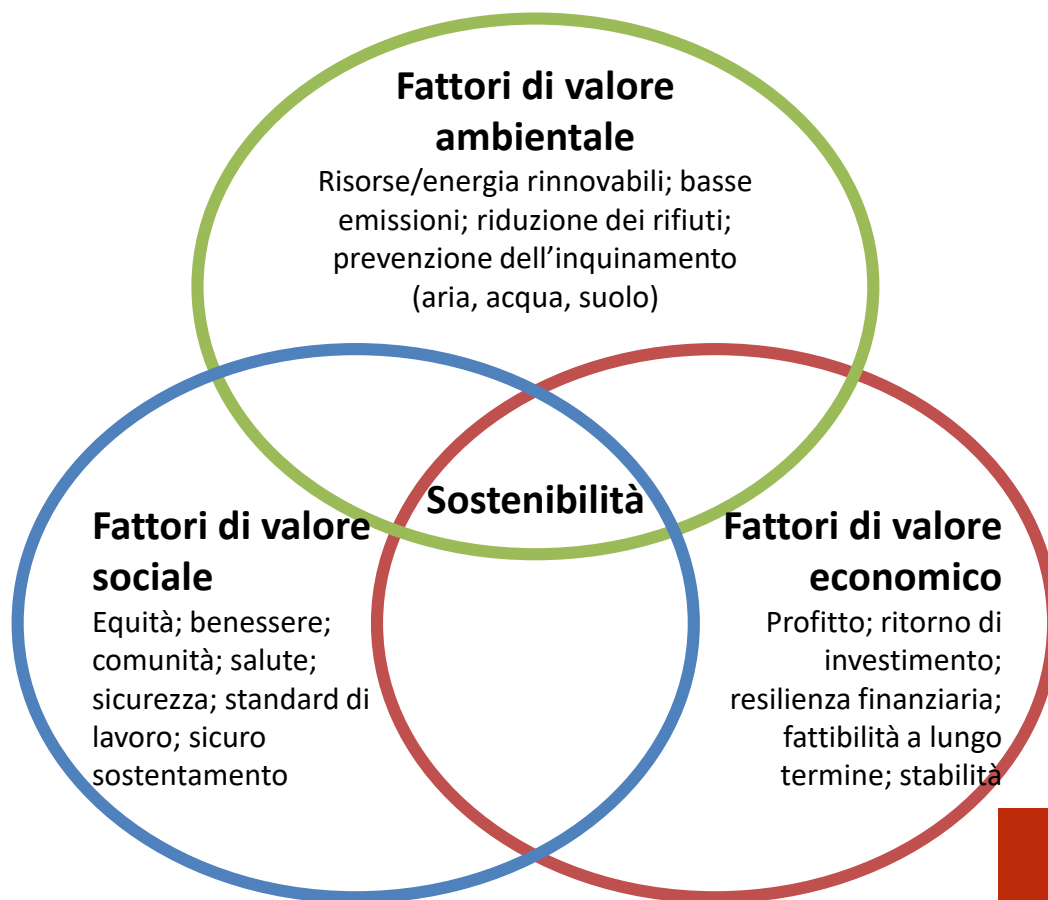




# Sostenibilità

Oltre ai pilastri ambientali ed economici, per raggiungere un modello di business sostenibile, è necessario garantire anche il **pilastro sociale**.

**Un modello di business sostenibile genera valore riducendo l'impatto negativo sull'ambiente e aumentando i benefici per la società.**



# Agenda

- Circular Economy
- Industry 4.0
- Modelli di business circolari
- Sostenibilità
- Quantificazione della sostenibilità
- Sondaggio
- Casi applicativi

# Quantificazione della sostenibilità

Passare a modelli di business sostenibili è un processo complesso che deve essere supportato da opportuni metodi e strumenti per la **valutazione quantitativa di benefici e rischi**.

→ Metodologia per valutare gli attuali modelli di business e progettare innovazioni per migliorarne la sostenibilità.

1. Conoscenza approfondita del settore e dei processi

2. Selezione di KPI significativi: trasversali e specifici per settore

3. Raccolta dati e valutazione dei KPI selezionati

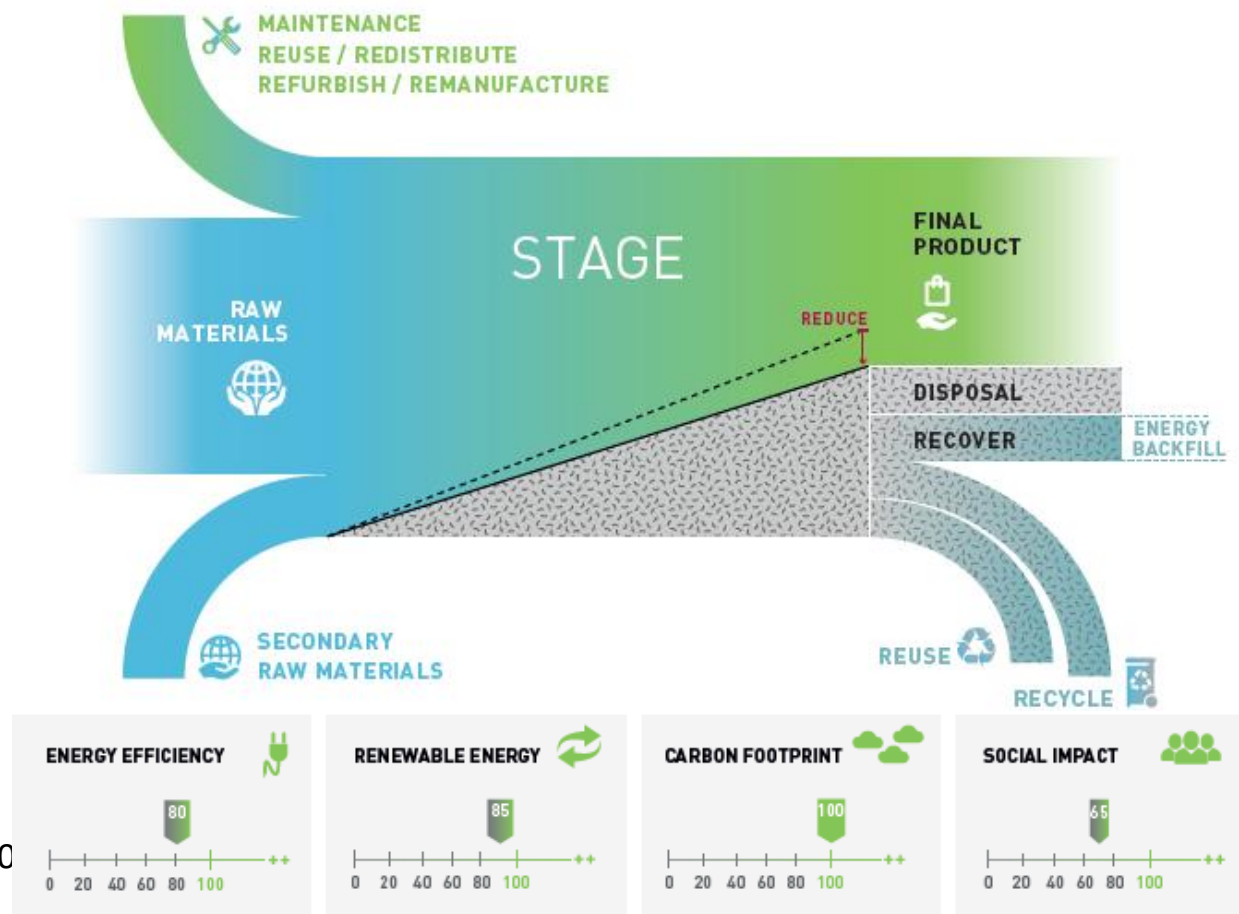
4. Confronto con target interni ed esterni e con scenari differenti

5. Sviluppo di innovazione per mantenere / migliorare le performance

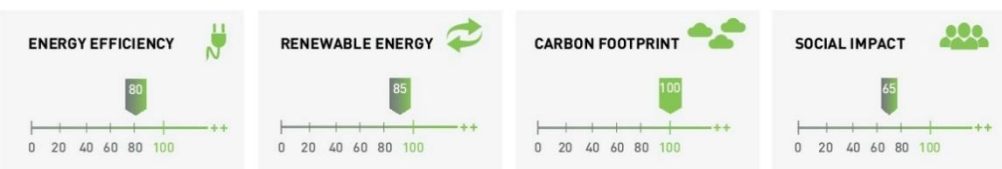
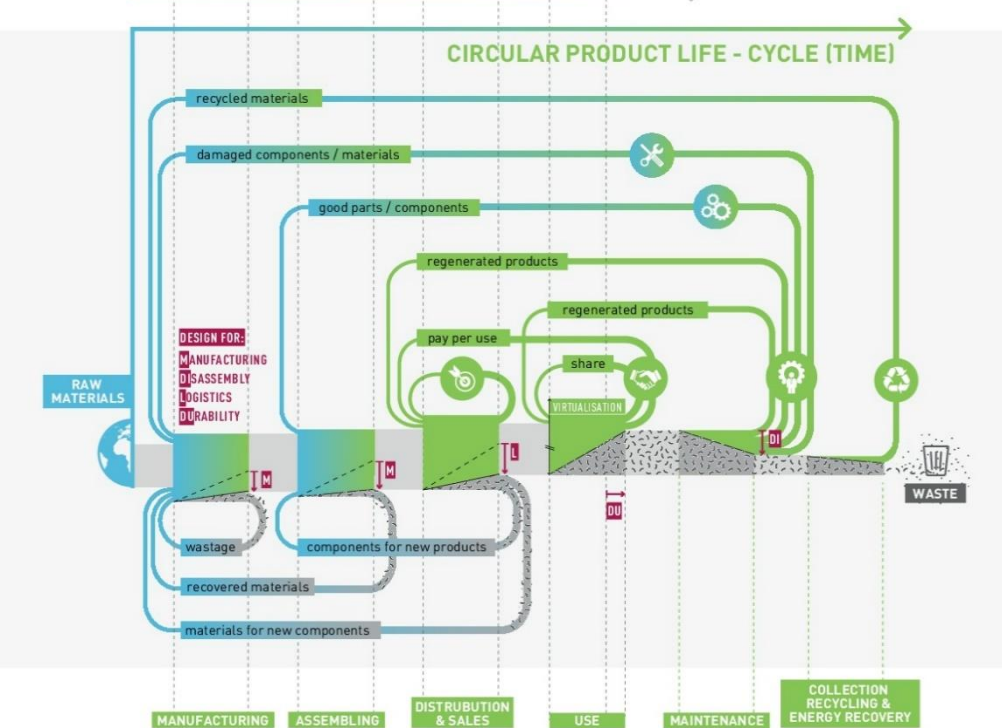
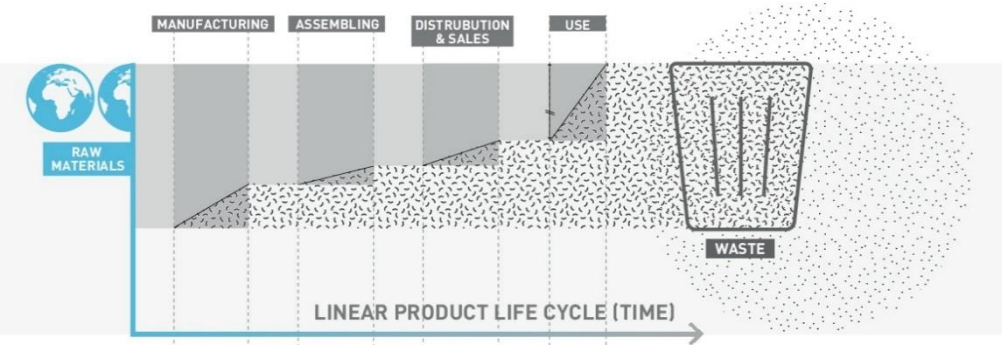
\*Key Performance Indicators

# Quantificazione della sostenibilità

Il Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Bologna ha sviluppato un **innovativo strumento di visualizzazione** che consente di quantificare i flussi di risorse in diversi scenari di business, rendendo immediatamente visibili opportunità nuove e/o inesplorate e fornendo i dati per il calcolo di KPI di interesse (ambientali, economici, sociali).



Ogni singola azienda e il suo processo produttivo sono rappresentati come un box rettangolare in cui entrano ed escono risorse più o meno 'preziose' (inclusa l'energia).



# Quantificazione della sostenibilità

Lo strumento può essere esteso a tutta la **catena di valore** e a livello di **distretto**, coinvolgendo fornitori e clienti, fino ad arrivare al consumatore finale.



Visualization  
of Value to Assess Circular Economy



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

# Quantificazione della sostenibilità

## Caratteristiche innovative dello strumento di visualizzazione

### 1. Facilità di comprensione

I modelli di business circolari possono risultare più complessi in quanto il “confine” dell'economia circolare non sono quelli aziendali, ma sono più ampi e non sempre ben definiti.

Lo strumento integra questa complessità, traducendola in una struttura visiva, rendendo i concetti e le relazioni tra elementi più concreti.

### 2. Corrispondenza con la realtà

La rappresentazione grafica deve essere coerente con la realtà per identificare potenziali barriere e inefficienze.

Per ogni fase della catena del valore sono identificati materie prime, prodotti finiti, rifiuti e perdite.

# Quantificazione della sostenibilità

## 3. Rappresentazione di tutti gli archetipi

Le aziende devono essere in grado di riconoscere prontamente potenziali modelli di business, confrontandone punti di forza e debolezze rispetto al business attuale.

Lo strumento è in grado di rappresentare tutti gli archetipi descritti.

## 4. Quantificazione della circolarità

L'impossibilità di quantificare, misurare e confrontare soluzioni circolari, ne limita l'identificazione e l'implementazione. Le aziende usano normalmente degli indicatori per misurare le attività e supportare le decisioni.

Lo strumento è in grado di quantificare le iniziative.

## 5. Adaptation of the model to every product and industrial sector

Lo strumento deve ed è in grado di adattarsi a qualunque settore industriale grazie ai metodi standardizzati su cui di basa (es. analisi dei flussi, gerarchia dei rifiuti, archetipi circolari sistematizzati).

# Quantificazione della sostenibilità

L'approccio quantitativo di ViVACE è in linea con il progetto di normativa **UNI1608856** per la misurazione della circolarità nelle organizzazioni, di prossima uscita (Gen-Feb 2022).

Gli indicatori utili alla misurazione della circolarità sono categorizzati in 7 fasi della catena del valore e in 15 domini.

## Fasi della Catena del Valore

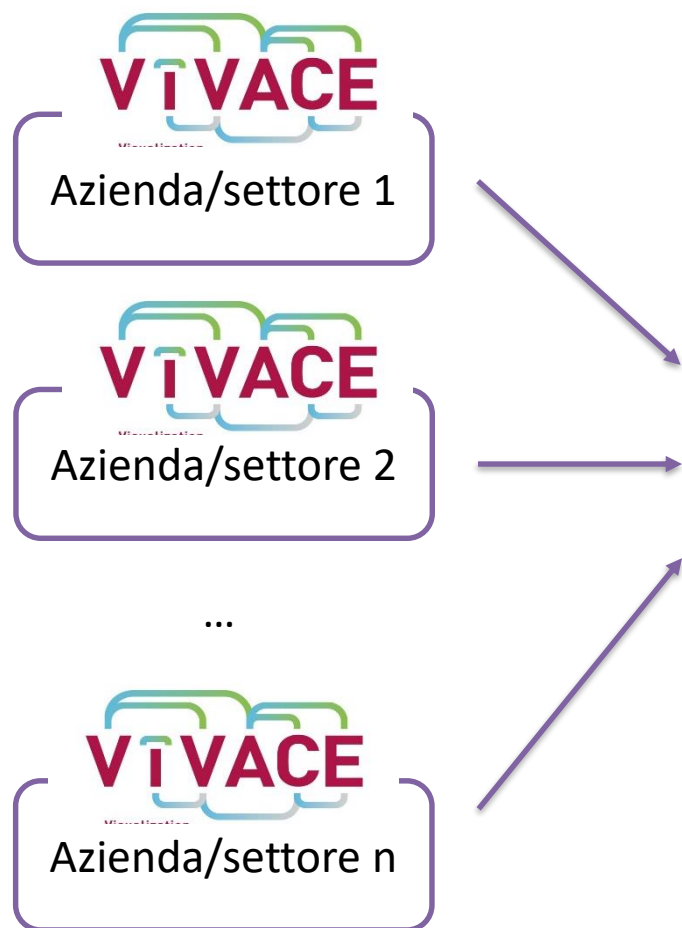
- Progettazione
- Approvvigionamento
- Produzione
- Distribuzione e Vendita
- Utilizzo – Consumo
- Fine Utilizzo
- Trasversale

- 01. Approvvigionamento di beni e servizi “Verdi” e/o Circolari;
- 02. Gestione dei Residui per la chiusura dei cicli;
- 03. Simbiosi Industriale e/o Territoriale;
- 04. Design Circolare;
- 05. Utilizzo di Prodotti, Materiali, Beni e Servizi Circolari;
- 06. Fornitura di Prodotti, Materiali, Servizi Circolari;
- 07. Investimenti Pubblici e Privati in Economia Circolare;
- 08. Certificazioni Circolari;
- 09. Valutazione degli Impatti connessi alle azioni per l’EC;
- 10. Gestione dell’Innovazione e Brevetti;
- 11. Gestione efficiente delle Risorse (materiche, energetiche, idriche, servizi e capacità;
- 12. Gestione della Logistica;
- 13. Gestione degli Asset Materiali;
- 14. Modelli di Business Circolari;
- 15. Gestione rapporti con stakeholder.



# Quantificazione della sostenibilità

La scelta e la misurazione di opportuni indicatori è anche l'aspetto chiave per integrare in maniera effettiva ed efficace i risultati di iniziative circolari nel raggiungimento degli **SDGs** (Sustainable Development Goals) dell'Agenda 2030 e nelle policy Europee come il **Green Deal**.



Risposta alle esigenze delle strategie e policy Europee.

- Misurare in modo sistematico l'impatto della circolarità.
- Monitorare i piani e le misure nazionali e la loro coerenza per accelerare la transizione.
- Sviluppo di indicatori sull'uso delle risorse (es. impronta dei consumi e dei materiali).

**Aggregazione degli indicatori su scala meso (distretti, città) e macro (Regione, Nazioni).**

# Agenda

- **Circular Economy**
- **Industry 4.0**
- **Modelli di business circolari**
- **Sostenibilità**
- **Quantificazione della sostenibilità**
- **Sondaggio**
- **Casi applicativi**

# Agenda

- **Circular Economy**
- **Industry 4.0**
- **Modelli di business circolari**
- **Sostenibilità**
- **Quantificazione della sostenibilità**
- **Sondaggio**
- **Casi applicativi**

# Casi applicativi

## Applicazione 1

Sperimentazione in collaborazione con aziende ed enti privati

**Settore:** eventi sportivi – maratona

**Focus principale:** raccolta, separazione e riciclo dei rifiuti plastici

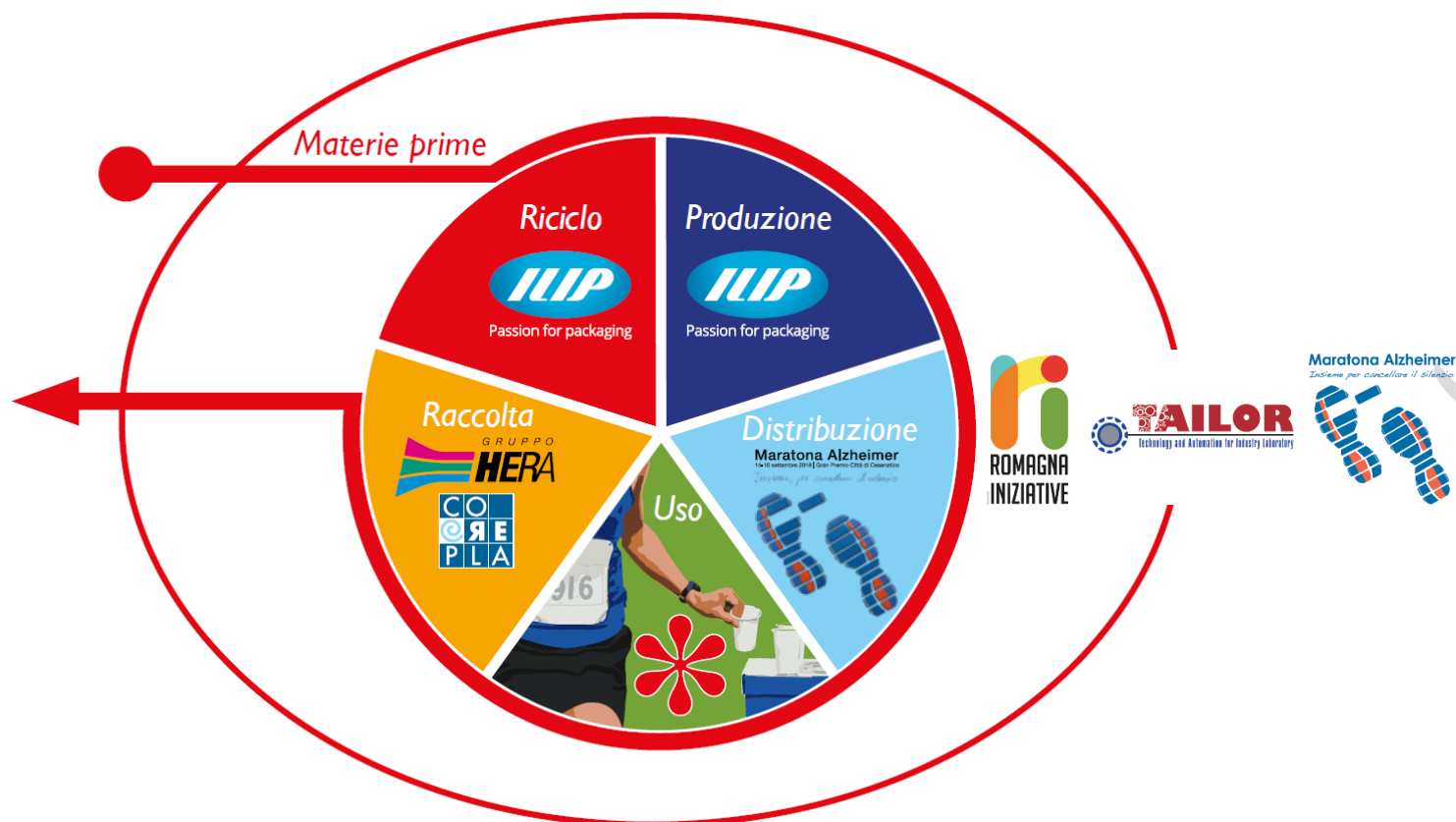
**Scala:** locale/regionale

**Durata iniziativa/progetto:** 1 giorno + quantificazione

# Casi applicativi

## 1. Eventi sportivi – plastica monouso – CONCLUSO

Il progetto **#CORRIPULITO**, tenuto in occasione della VIII Edizione della Maratona Alzheimer (15/09/2019), ha avuto come obiettivo l'**ottimizzazione della gestione dei rifiuti plastici prodotti durante l'evento** tramite una pratica implementazione di **Economia Circolare**.



# Casi applicativi

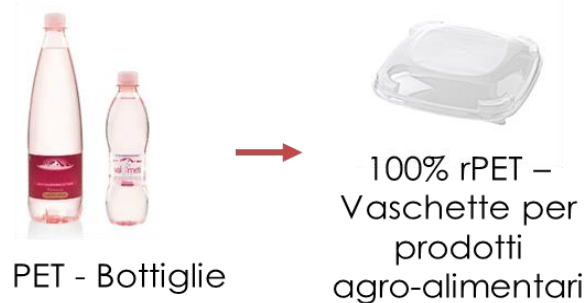
È stata effettuata la raccolta differenziata di **4 tipologie di prodotti/materiali plastici**, in opportuni punti di raccolta attrezzati e con il coinvolgimento di volontari dedicati al progetto per coinvolgere i partecipanti nell'iniziativa.

|                                             |                   |
|---------------------------------------------|-------------------|
| Isole di raccolta                           | <b>20</b>         |
| Contenitori per la raccolta di plastica     | <b>109</b>        |
| Volontari dedicati al progetto #CORRIPULITO | <b>80</b>         |
| Ore totali di volontariato #CORRIPULITO     | <b>&gt; 800 h</b> |



# Casi applicativi

La plastica raccolta e opportunamente separata è stata inviata a **riciclo**.



PS - Posate



Plastica mista



Il nuovo modello di gestione dei rifiuti plastici di un evento sportivo ha consentito di **aumentare l'efficienza di raccolta e di separazione** e quindi la plastica riciclata, **riducendo la parte inviata in discarica**.

→ È stata dimostrata quantitativamente la sostenibilità di una maratona.

# Casi applicativi

## Applicazione 2

Progetto di ricerca con aziende

**Settore:** filiera del packaging plastico per alimenti

**Focus principale:** nuovo modello di gestione delle vaschette in PET per alimenti

**Scala:** regionale

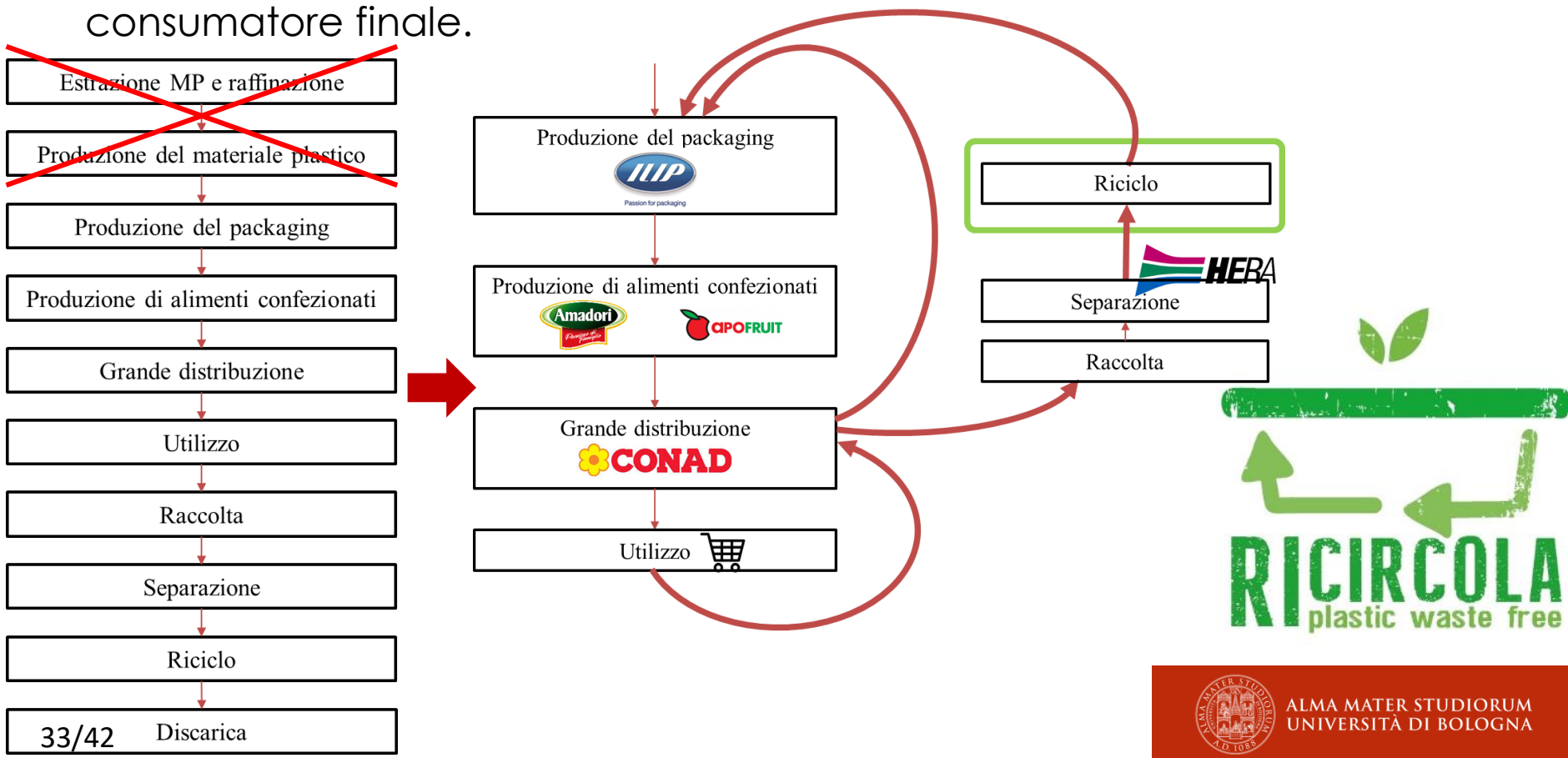
**Durata iniziativa/progetto:** 1 anno – 2 mesi di sperimentazione «in campo»



# Casi applicativi

## 2. Filiera agro-alimentare – packaging monouso – IN CORSO

Il progetto **Plastic Waste Free** punta a rivedere le attuali modalità di gestione delle vaschette per alimenti (in PET) attraverso la **responsabilizzazione di tutti gli attori coinvolti nella filiera**, compreso il consumatore finale.



# Casi applicativi

## Applicazione 3

Progetto Europeo – Climate KIC

**Settore:** fosforo

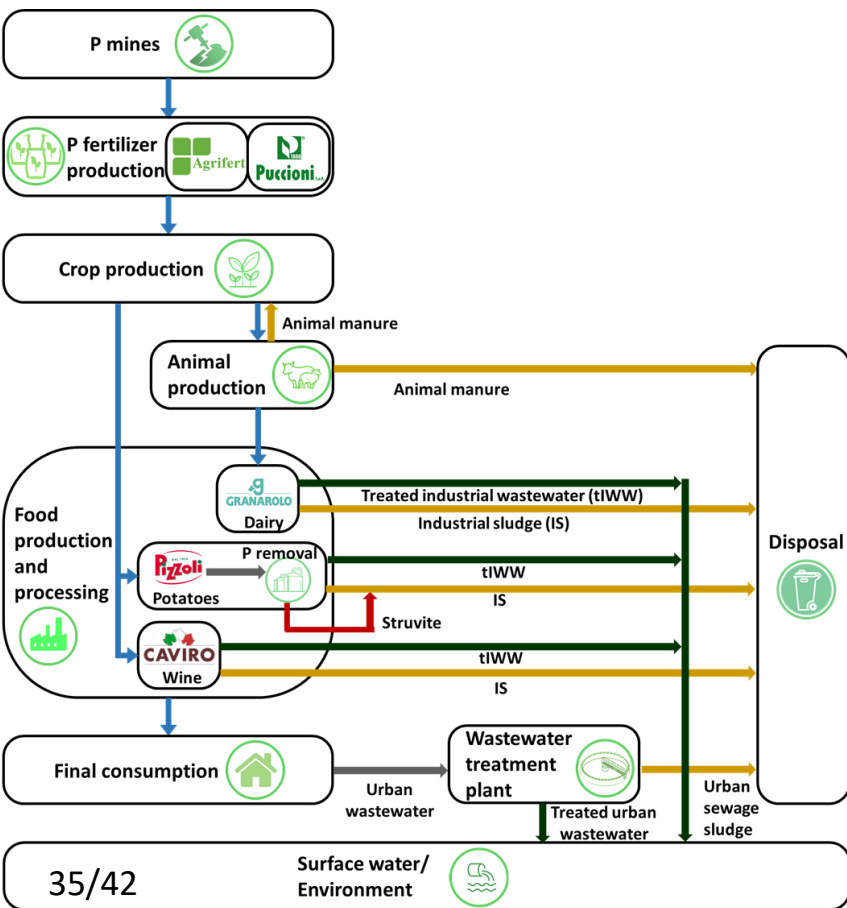
**Focus principale:** recupero del fosforo da acque reflue di diversa natura e riutilizzo in fertilizzanti

**Scala:** regionale/nazionale

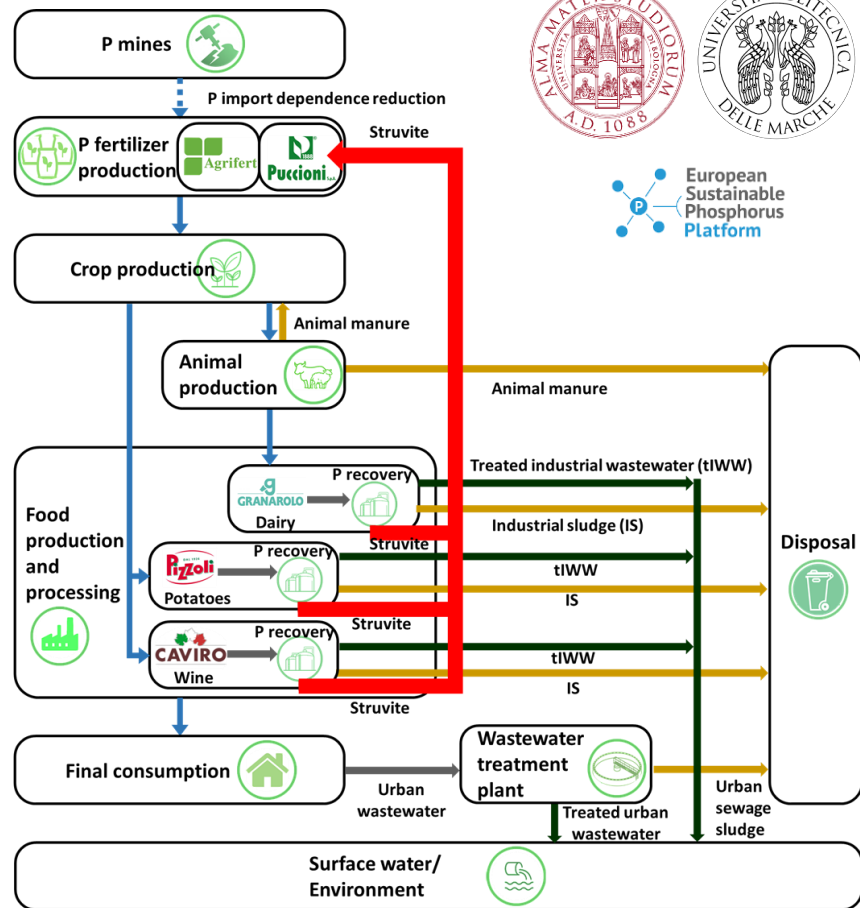
**Durata iniziativa/progetto:** 1 anno

# Casi applicativi

Il progetto vuole verificare la **fattibilità tecnico-economica ed ambientale di un ciclo chiuso del fosforo**, recuperato dalle acque di scarico delle aziende alimentari e riutilizzato nei fertilizzanti.



Prosumer



# Casi applicativi

## Applicazione 4

Progetto di ricerca in collaborazione con aziende

**Settore:** fashion

**Focus principale:** quantificazione del livello di circolarità dell'azienda (prodotto e processo)

**Scala:** locale (distretto)

**Durata iniziativa/progetto:** 18 mesi

# Casi applicativi

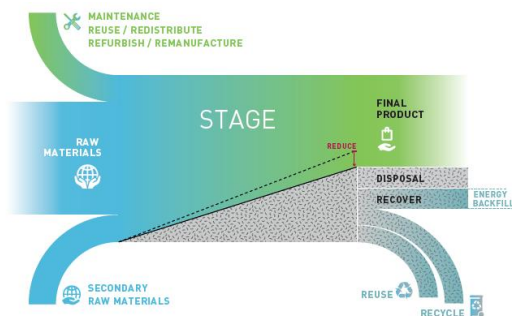
## 4. Valutazione della circolarità – settore moda di lusso – IN CORSO

Il settore della moda in generale, e ancora di più quello della moda di lusso, presenta alcune **complessità che complicano l'implementazione dell'economia circolare**:

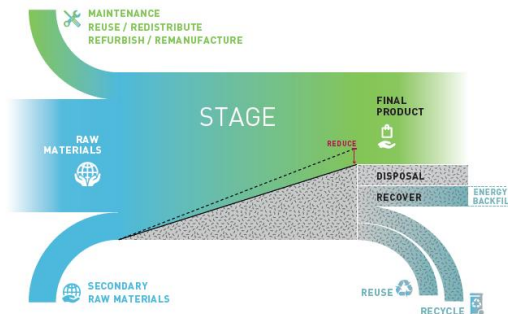
- frammentazione elevata della catena di fornitura;
- qualità delle materie prime e estetica sono di fondamentale importanza;
- le tecnologie per il recupero e il riutilizzo di prodotti a fine-vita e scarti sono ancora poco diffuse.

# Casi applicativi

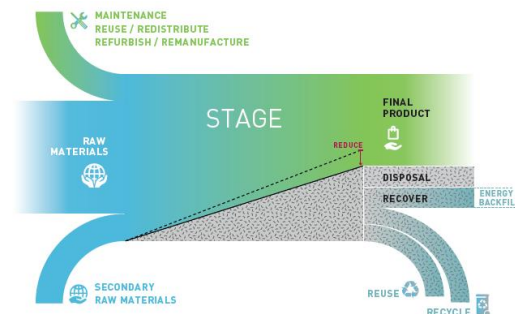
Il progetto prevede la quantificazione, tramite lo strumento di visualizzazione UNIBO, degli impatti ambientali, economici e sociali dei prodotti e dei processi di un'azienda produttrice di scarpe di alta moda con l'obiettivo di **identificare i punti critici e definire soluzioni maggiormente sostenibili**.



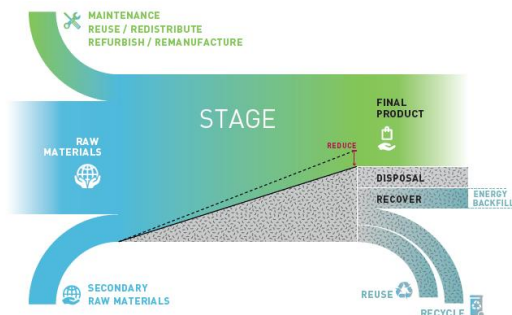
Produzione tomaia



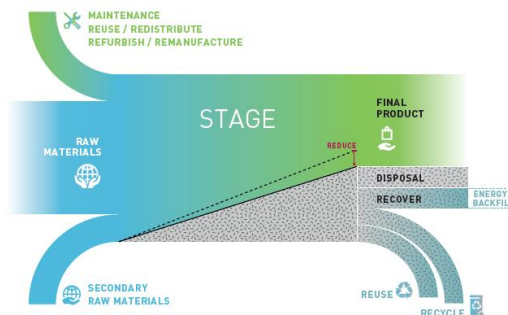
Produzione tacchi



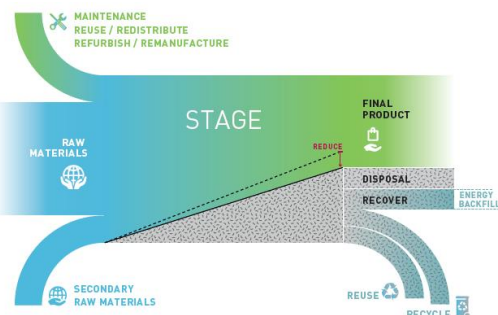
Produzione suola



38/42 Produzione accessori



Distribuzione



Fine-vita



ALMA MATER STUDIORUM  
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

**Prof. Ing. Augusto Bianchini**

Dipartimento di Ingegneria Industriale

augusto.bianchini@unibo.it

17 GIUGNO 2021 ore 10.00 – webinar online

# INDUSTRIA 4.0 VERSO UN'ECONOMIA CIRCOLARE

Valutazione di impatto ambientale di processi produttivi  
integrati con i sistemi dell'industria 4.0