

Analisi di sostenibilità e Ingegneria Chimica



POLITECNICO
MILANO 1863

Prof. Giovanni Dotelli

Obiettivi internazionali per lo sviluppo sostenibile



Sviluppo sostenibile e Ingegneria Chimica





Sconfiggere la fame



Sintesi di fertilizzanti per incrementare l'efficienza di produzione di prodotti agricoli.



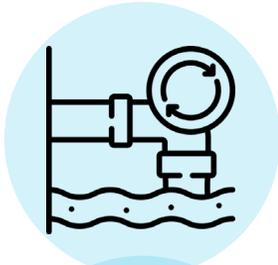
Design e ottimizzazione di processi per la produzione di prodotti alimentari.



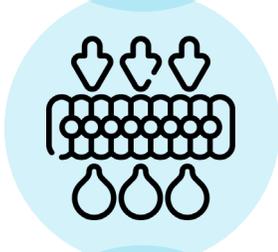
Miglioramento del packaging per estendere la durata di conservazione.



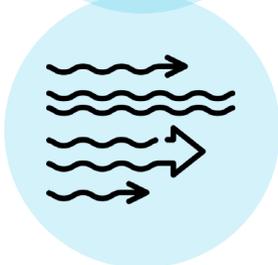
Acqua pulita e servizi igienico-sanitari



Trattamento di acque reflue per garantire la sicurezza idrica.



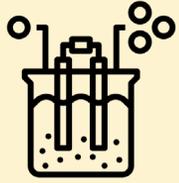
Desalinizzazione di acqua marina per assicurare maggiore accesso all'acqua potabile.



Ottimizzazione dell'uso di acqua nei processi industriali e miglioramento della qualità dell'acqua.



Energia pulita e accessibile



Produzione di idrogeno verde per elettrolisi e utilizzo in celle a combustibile.



Sviluppo di batterie ad alta efficienza per stoccaggio di energia pulita.



Produzione di biogas, vettore energetico di transizione, da fermentazione di biomasse.



Transizione energetica



Aumento della **quota di energie rinnovabili** nel mix energetico globale

Espansione dell'infrastruttura energetica per la fornitura di servizi ai paesi in via di sviluppo



Garanzia d'**accesso universale** ai **servizi energetici** a prezzi accessibili, affidabili e moderni

Raddoppio del tasso globale di miglioramento dell'**efficienza energetica**



Consumo e produzione responsabili



Implementazione di tecniche innovative per il **riciclo** di materiali.



Produzione di **bioplastiche** ecosostenibili da fonti alternative a quelle fossili.



Ottimizzazione di **processi produttivi** al fine di ridurre i consumi e l'impatto ambientale.

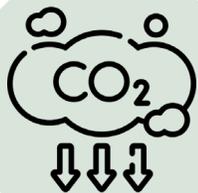
Lotta contro il cambiamento climatico



Abbattimento degli **inquinanti** azotati prodotti da motori a combustione interna.



Design di **impianti** ottimizzati al fine di minimizzare le emissioni di gas a effetto serra.



Sviluppo di tecnologie per il **sequestro** di **anidride carbonica** atmosferica.

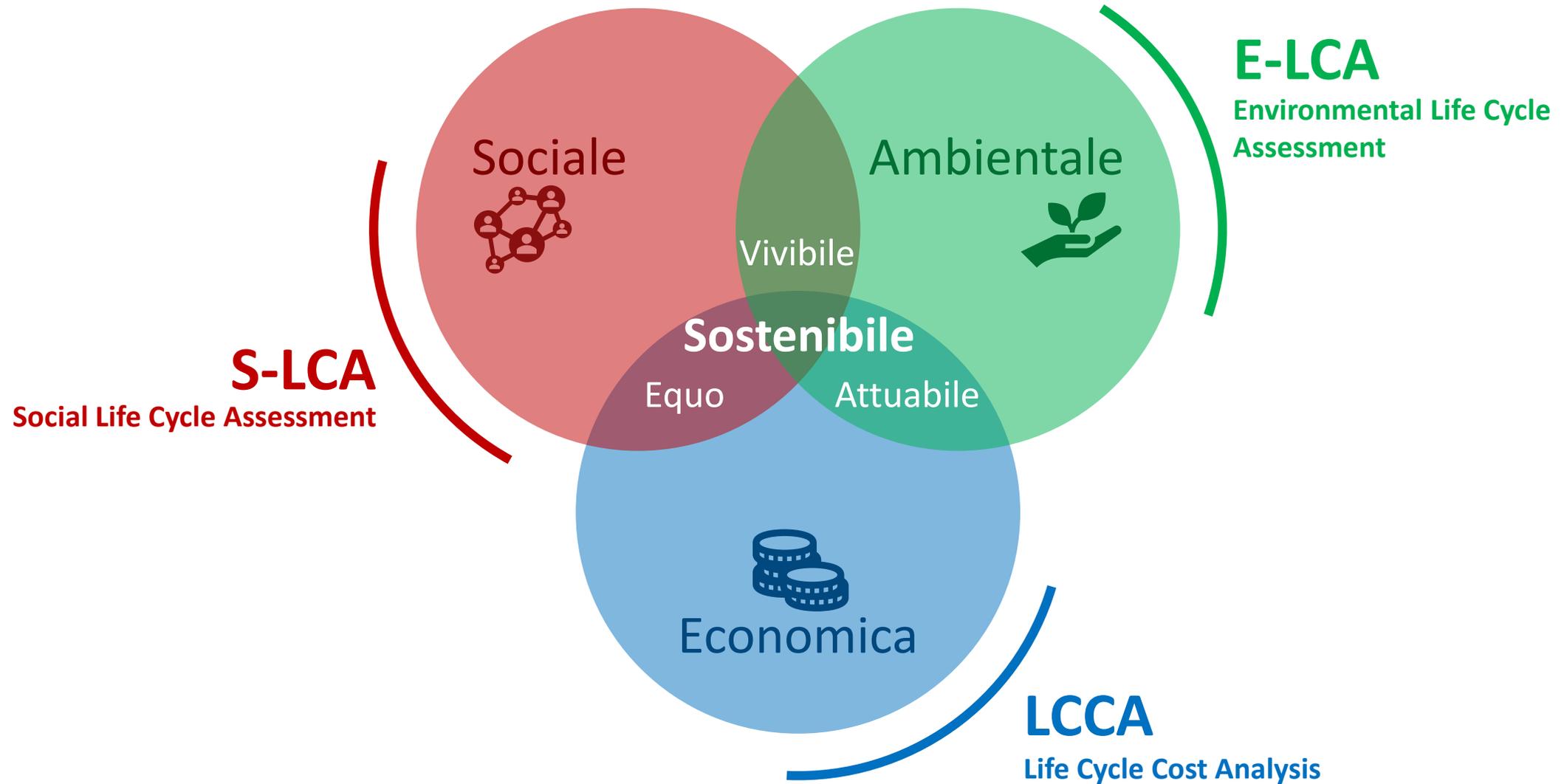
Sostenibilità

*La **Sostenibilità** è l'integrazione di salute **ambientale**, equità **sociale** e vitalità **economica** al fine di creare comunità floride, sane, diverse e resilienti per questa generazione e per quelle a venire. Praticare la **Sostenibilità** comporta accettare come tali problematiche siano interconnesse e necessitano di **approcci sistematici** e un riconoscimento di complessità.**

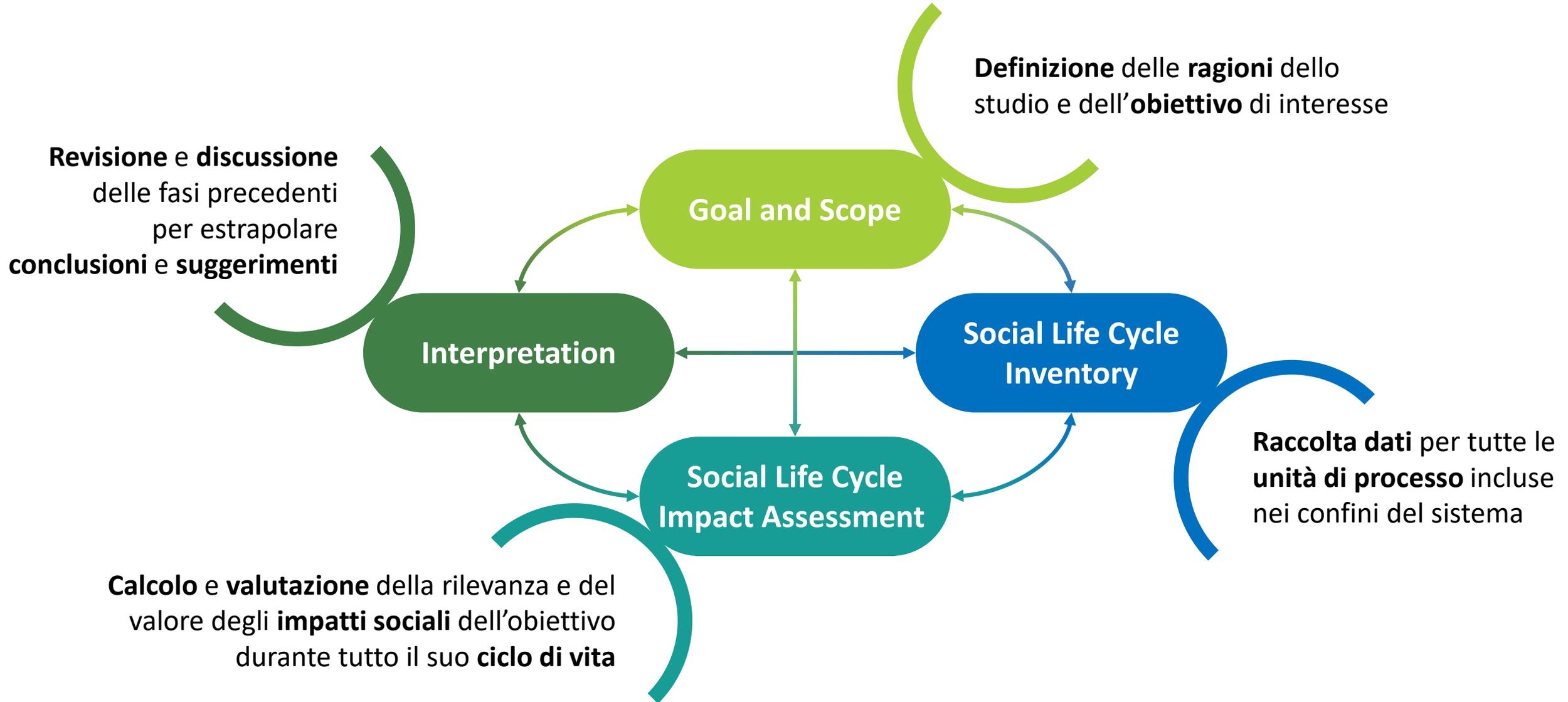


* UCLA, Sustainability Charter

Valutare la sostenibilità: i tre pilastri

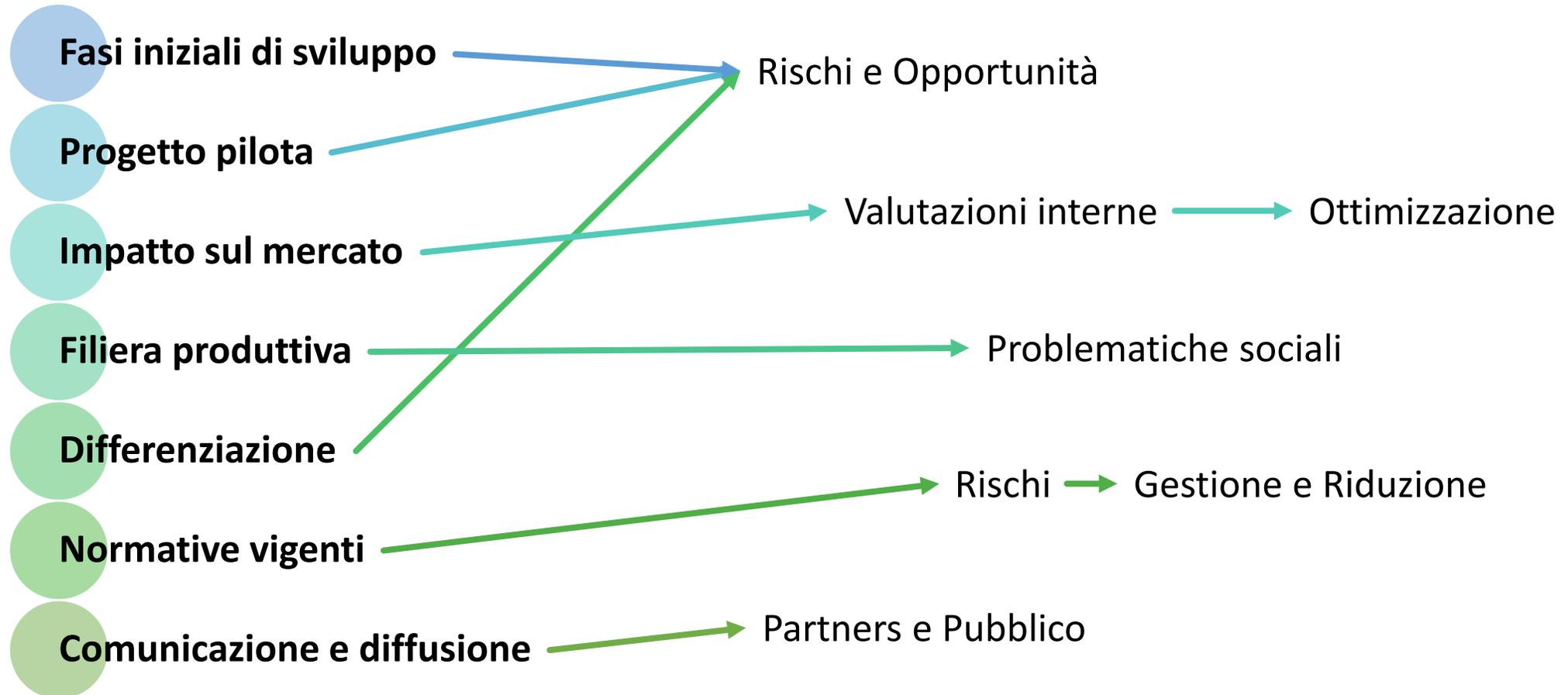


Social Life Cycle Assessment (S-LCA)



S-LCA di un prodotto chimico

L'applicazione della **metodologia S-LCA** a prodotti del **settore chimico** permette la valutazione dei loro **impatti sociali** e dei **benefici** durante l'intero ciclo di vita.

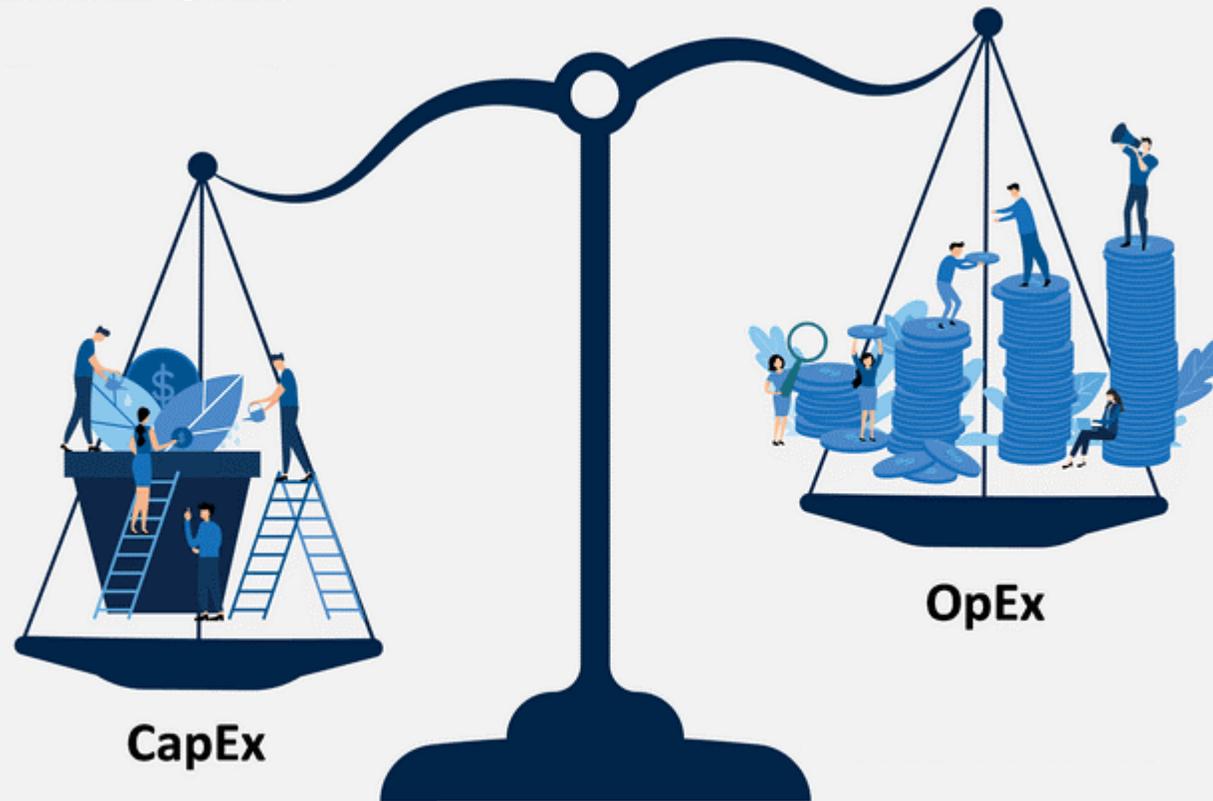


Life Cycle Cost Analysis (LCCA)

La metodologia **LCCA** valuta le **prestazioni economiche** di un processo o prodotto durante l'intera vita, bilanciando l'investimento monetario iniziale con le spese a lungo termine di possesso e funzionamento.

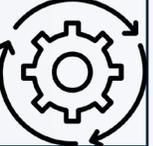
Spese di investimento:

- Acquisizione
- Riparazione
- Implementazione
- Preparazione
- Ripristino
- Avvio

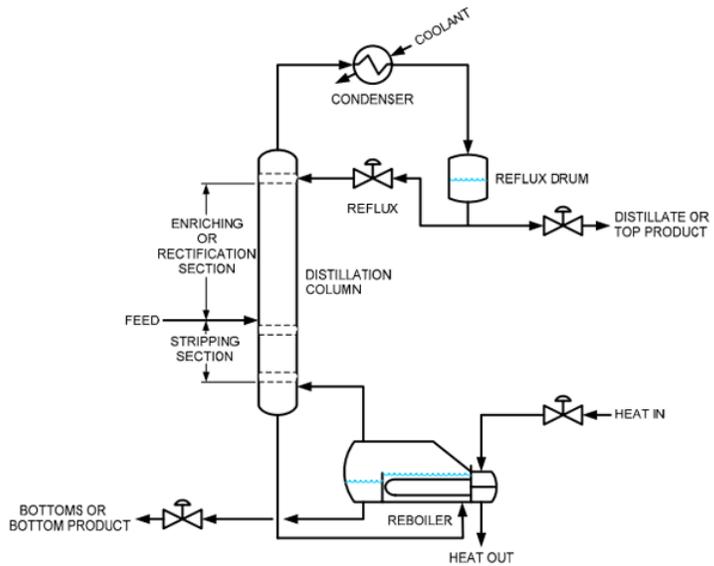


Spese di funzionamento:

- Gestione
- Operazione
- Business



LCCA di un processo chimico



Definizione del problema

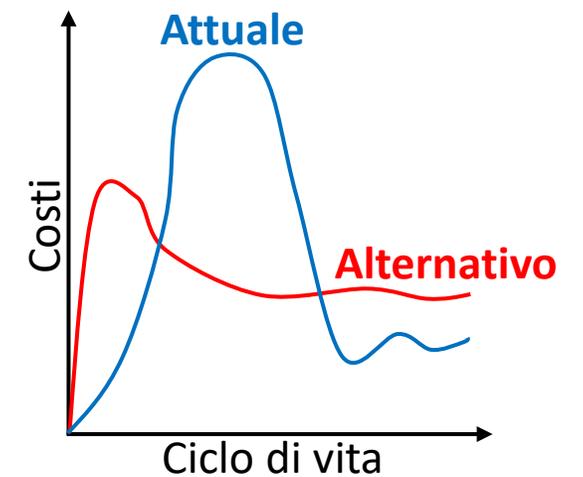
Definizione di elementi di costo

Modellazione del sistema

Raccolta dati

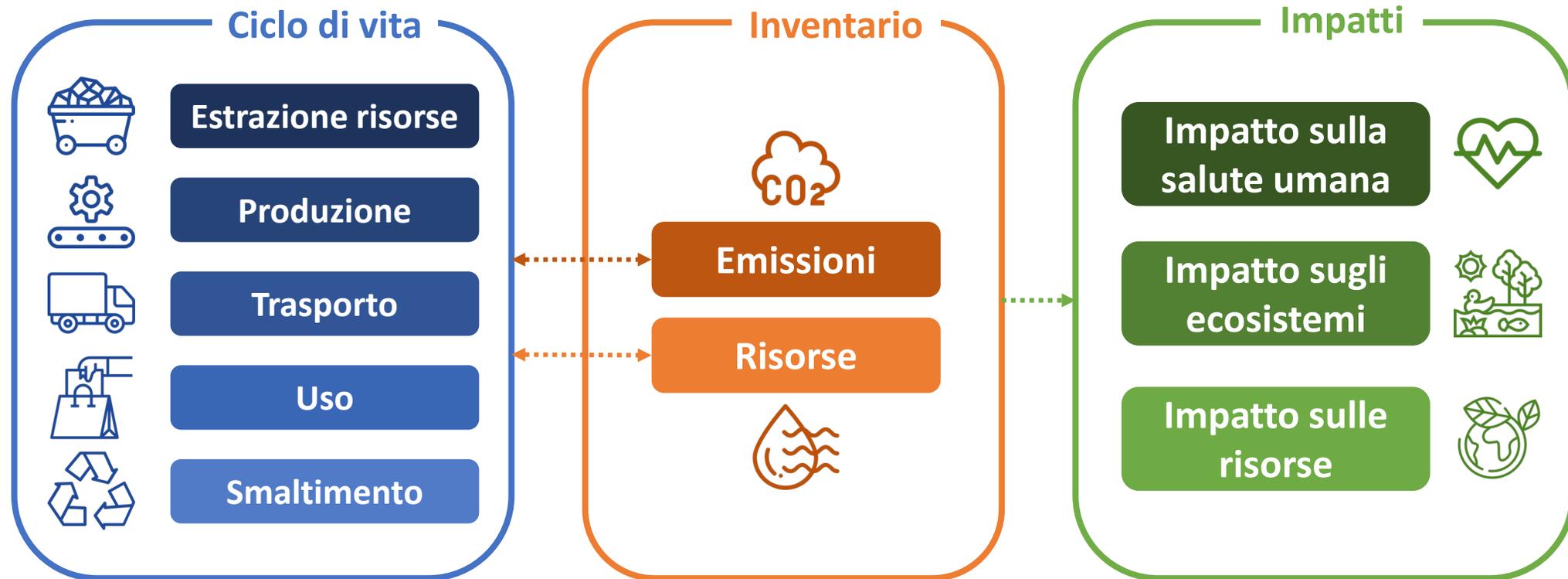
Analisi di sensitività

Ottimizzazione dei costi totali



Environmental Life Cycle Assessment

Metodo **strutturato** e **standardizzato** che permette di quantificare i potenziali **impatti** sull'**ambiente** e sulla **salute umana** associati a un **bene o servizio**, a partire dal rispettivo consumo di risorse e dalle emissioni generate durante l'intero ciclo di vita.



Environmental Life Cycle Assessment

1960s

Nascita dell'**ambientalismo di massa** → sensibilità ambientale.
La comunità scientifica riconosce la **complessità** del problema.



1969

- **Coca Cola** studia le alternative di produzione del proprio packaging, considerando le **bottiglie di plastica** tra le opzioni.
- **Harry E. Teasley, Jr.** cerca di quantificare i consumi energetici, materiali e l'**impatto ambientale** dell'intero **ciclo di vita**.
- La sua idea è rivoluzionaria, e il progetto viene sviluppato al **Midwest Research Institute (MRI)** da Hunt e Franklin.

1970

Iniziano i primi studi LCA, sotto il nome di **Resource and environmental profile analysis (REPA)**.

Environmental Life Cycle Assessment

1970s

LCA si sviluppa sulla spinta di:

- Problema dei **rifiuti** → Si studia il ruolo del riciclo e riuso.
- **Crisi energetica** (1973) → 15 REPA eseguite tra il 1970 ed il 1975.

1971

Mobil Chemical Company commissiona il secondo REPA al MRI:

- Vuole confrontare i propri contenitori per carne in **polistirene** con quelli in **carta** prodotte dalla concorrenza.
- Sorprendentemente, le vaschette in **plastica** risultano **meno impattanti** grazie alla loro leggerezza.

1972

Studio dell'EPA → Confronta 9 alternative di contenitori per bevande. Segna l'ingresso dell'LCA nel **dominio pubblico** e **riviste scientifiche**.

1974

Environmental Life Cycle Assessment

1980s

Tra il 1975 ed il 1988 l'attenzione pubblica si sposta sui **rifiuti pericolosi**. Il poco interesse governativo non ferma lo sviluppo dell'LCA nel **settore privato**, che ne riconosce l'utilità e l'importanza.



1988

Risveglio della **coscienza ambientale** negli USA spinto dal crescente problema della gestione dei rifiuti. L'evento scatenante fu l'**incidente della *Khian Sea***.

1988



1990

L'**interesse per l'LCA** esplose nel **pubblico** e nel **privato**. C'è interesse nel **ridurre la dipendenza dalle discariche** attraverso il riciclaggio, la sostituzione dei materiali e il riutilizzo dei prodotti.

Environmental Life Cycle Assessment

1990s

Ha inizio un periodo di **concettualizzazione** e **armonizzazione** della metodologia, grazie all'organizzazione e pubblicazione di numerosi workshops da parte di **SETAC** nel periodo 1990-93.

1994
•
2001



La struttura LCA definita da SETAC permette la **standardizzazione**. Entra in gioco **ISO**, che in questo periodo produce 4 standard (**ISO 14040-43**).

In pochi anni l'LCA si sposta dal mondo **privato** a quello **accademico**.

2000s

Dal 2000 ad oggi la metodologia ha visto una crescita continua, supportata da una serie di perfezionamenti, volti a migliorare aspetti quali **allocazione**, effetti **spaziali** e **temporali**.

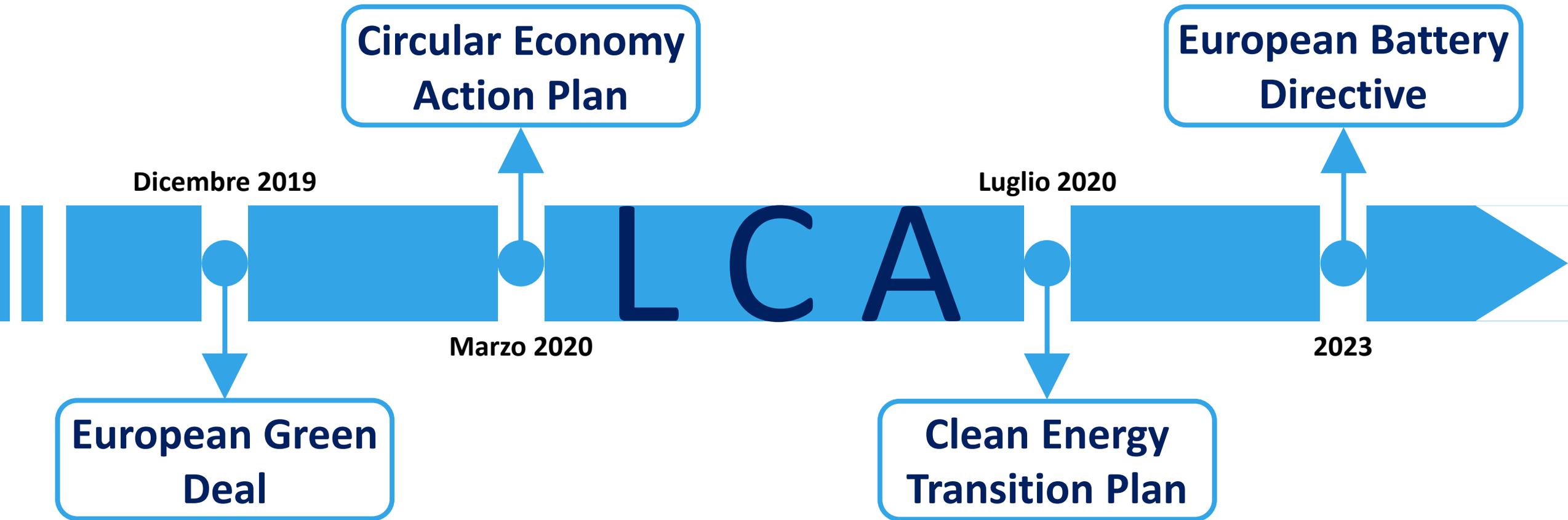
Economia circolare

L'**economia circolare** è un modello di **produzione** e **consumo** che comporta **condivisione**, **prestito**, **riutilizzo**, **riparazione**, **ricondizionamento** e **riciclo** di materiali e prodotti esistenti il più a lungo possibile, così da **estenderne il ciclo di vita** e **ridurre** al minimo i **rifiuti**.

Tale sistema economico prevede il **commercio** di prodotti e servizi in **cicli chiusi** che si prefiggono di mantenere il **massimo possibile del valore** di prodotti o loro parti attraverso un **design** rigenerativo.



Uno strumento imprescindibile



Materials for Energy and Environment

Prof. Giovanni Dotelli



Ing. Alessandro Salvi



Ing. Matteo Di Virgilio



@mat4en2_polimi

Mat4En2 Lab PoliMi

<https://mat4en2.cmic.polimi.it>

