

**ZANICHELLI**

James E. Brady  
Neil D. Jespersen  
Alison Hyslop  
Maria Cristina Pignocchino

# Chimica.blu

seconda edizione

**ZANICHELLI**

## Capitolo 25

# Sostenibilità, economia circolare e riciclo dei materiali

**ZANICHELLI**

# Sommario

1. La sostenibilità
2. La chimica e la sostenibilità
3. Il problema dell'inquinamento
4. La gestione sostenibile delle risorse naturali
5. Il contributo dell'economia circolare
6. *Urban mining* e riciclo dei materiali
7. Applicazioni e materiali innovativi per la sostenibilità

# La sostenibilità

Lo **sviluppo sostenibile** persegue l'obiettivo di raggiungere un equilibrio tra l'esigenza dell'umanità di *progredire* e crescere da un punto di vista tecnologico ed economico e la protezione e la salvaguardia dell'ambiente e della nostra salute.



# La chimica e la sostenibilità

La **chimica verde** e la **chimica sostenibile** hanno l'obiettivo comune di progettare, fabbricare e utilizzare prodotti chimici e servizi efficienti, efficaci, sicuri e innocui per l'ambiente.

- *chimica verde* → progettazione e produzione di materiali, processi e sistemi chimici, come la sintesi o l'uso di solventi;
- *chimica sostenibile* → aspetti ambientali, economici e sociali di tutte le fasi del ciclo di vita delle attività industriali nelle aree circostanti agli impianti chimici, cerca di migliorare l'efficienza con cui le risorse naturali vengono utilizzate.

8 LAVORO DIGNITOSO  
E CRESCITA  
ECONOMICA



9 IMPRESE,  
INNOVAZIONE  
E INFRASTRUTTURE



12 CONSUMO E  
PRODUZIONE  
RESPONSABILI



# Il problema dell'inquinamento

L'inquinamento causato dall'uomo può essere:

- di **natura biologica** → per azione di batteri, virus o altri agenti patogeni;
- di **natura chimica** → dovuto alle sostanze chimiche solide, liquide o gassose;
- di **natura fisica** → ad opera di agenti fisici, come l'inquinamento termico o acustico.

Le fonti delle sostanze inquinanti che produciamo sono:

1. **puntiformi** → ben localizzate e identificabili;
2. **diffuse** → spesso difficili da identificare e controllare.



# Il problema dell'inquinamento

La gestione non sostenibile delle attività antropiche sta provocando gravi trasformazioni nel nostro pianeta:

- riduzione delle foreste ed espansione dei deserti;
- deterioramento dei terreni agricoli;
- riscaldamento dell'atmosfera;
- scioglimento dei ghiacciai e innalzamento del livello del mare;
- manifestazione di eventi meteorologici estremi;
- prosciugamento dei corsi d'acqua;
- rischio di estinzione per più di un milione di specie.



# Il problema dell'inquinamento

## Aria

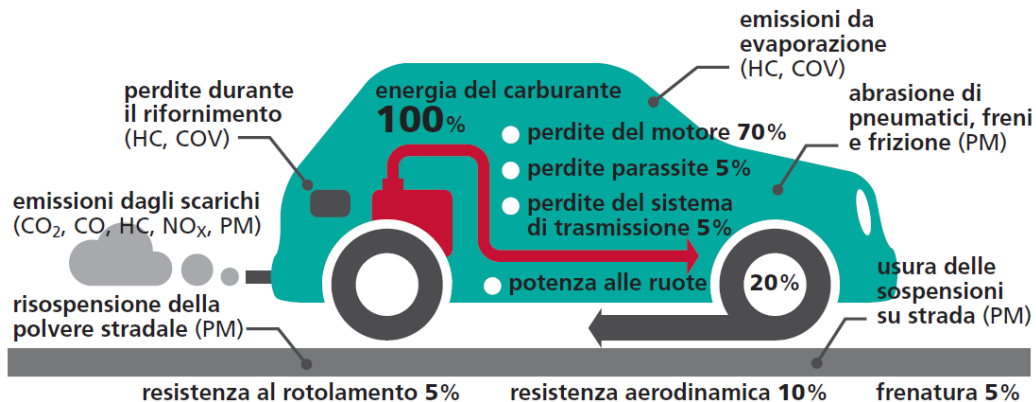
Le attività umane che provocano inquinamento atmosferico sono principalmente gli impianti di riscaldamento, i mezzi di trasporto, gli impianti industriali e gli allevamenti intensivi.

Tali attività producono emissioni in atmosfera di:

- **gas serra**, responsabili del surriscaldamento globale;
- **inquinanti gassosi**, responsabili del buco nell'ozono;
- **polveri sottili**, responsabili di patologie respiratorie.

# Il problema dell'inquinamento

Emissioni di sostanze inquinanti dei veicoli.



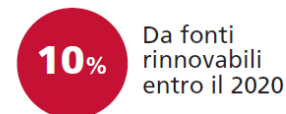
Obiettivi UE di riduzione delle emissioni di gas serra del settore dei trasporti



Ridurre entro il 2050 le emissioni di gas serra del trasporto marittimo internazionale del 40% rispetto al 2005



Ridurre entro il 2050 il consumo di petrolio nei trasporti del 70% rispetto al 2008



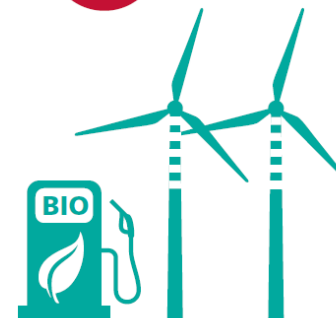
Da fonti rinnovabili entro il 2020



Ridurre le emissioni medie di CO<sub>2</sub> delle nuove auto a 95 g/km entro il 2020



Ridurre le emissioni medie di CO<sub>2</sub> dei nuovi furgoni a 147 g/km entro il 2020



# Il problema dell'inquinamento

## Acqua

Le attività umane che provocano inquinamento dell'acqua sono principalmente scarichi nei corpi idrici di sostanze biologiche o chimiche, che derivano dalle attività urbane, agricole o industriali.

Particolarmente dannose sono le elevate concentrazioni di:

- **fosfati e nitrati**, derivanti dall'uso di fertilizzanti in agricoltura;
- **composti clorurati**, derivanti dall'uso di pesticidi o di altre sostanze nell'industria.

# Il problema dell'inquinamento

Uno dei principali parametri per la valutazione della qualità delle acque è la **domanda chimica di ossigeno (COD)**.

Stato dei corpi idrici in Europa.



# Il problema dell'inquinamento

## Suolo

Le attività umane che provocano inquinamento del suolo sono le attività agricole, le modalità errate di smaltimento dei rifiuti e l'urbanizzazione.

Le principali forme di degrado del suolo sono dovute a:

- **erosione**, causata da pascolo eccessivo, piantagioni di monocolture, lavorazione del terreno;
- **sostanze tossiche e nocive**, come pesticidi e liquami zootecnici.

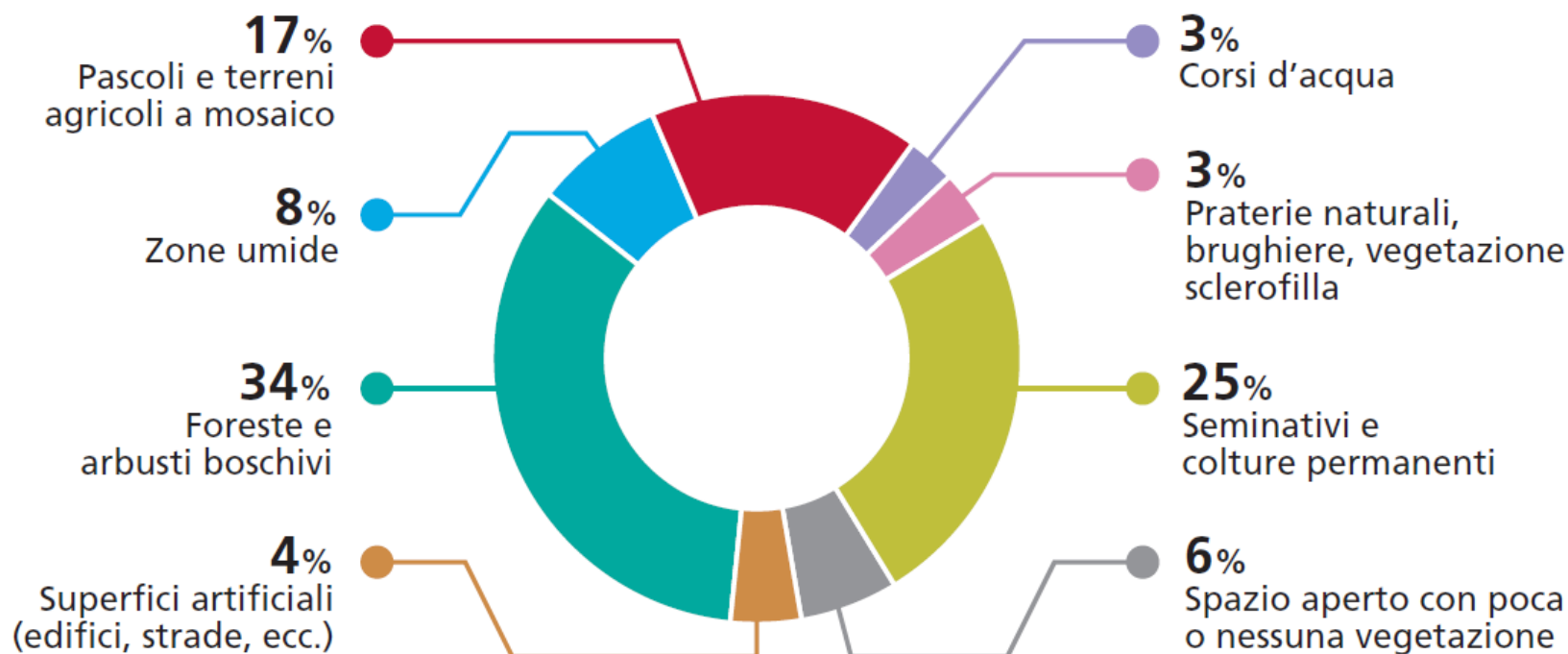
# Il problema dell'inquinamento

In un **ecosistema** (cioè in un ciclo naturale) non esistono i rifiuti, poiché tutte le sostanze si trasformano all'interno di un ciclo, in cui uno scarto di un organismo diventa nutrimento di un altro e così via.

Le attività dell'uomo non rispettano questo equilibrio, poiché producono enormi quantità di rifiuti, spesso tossici e nocivi, che non possono essere degradate dall'ambiente in tempi abbastanza rapidi da evitare che essi si accumulino.

# Il problema dell'inquinamento

Situazione attuale di copertura del suolo europeo.



# La gestione sostenibile delle risorse naturali

La maggior parte dei materiali e dell'energia impiegati nelle attività umane proviene da **fonti non rinnovabili**.

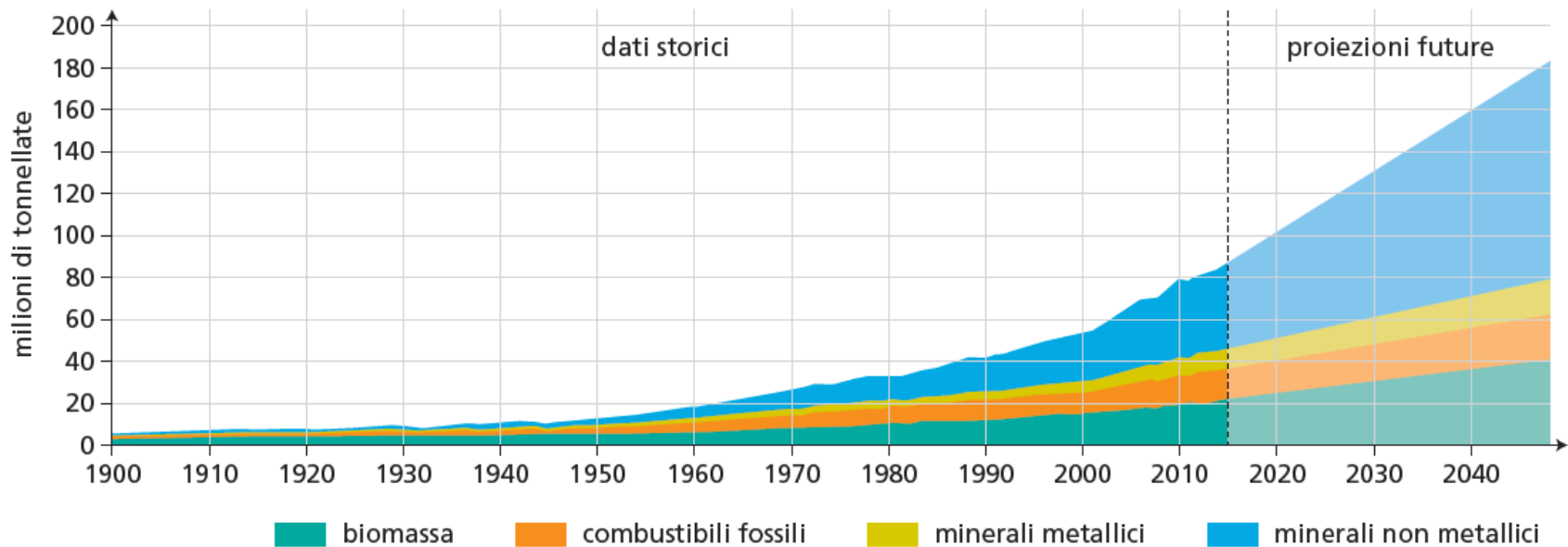
**Earth overshoot day**: è il giorno dell'anno in cui l'umanità consuma interamente le risorse disponibili prodotte dal pianeta per l'intero anno. Nel 2019 è stato il 29 luglio.





# La gestione sostenibile delle risorse naturali

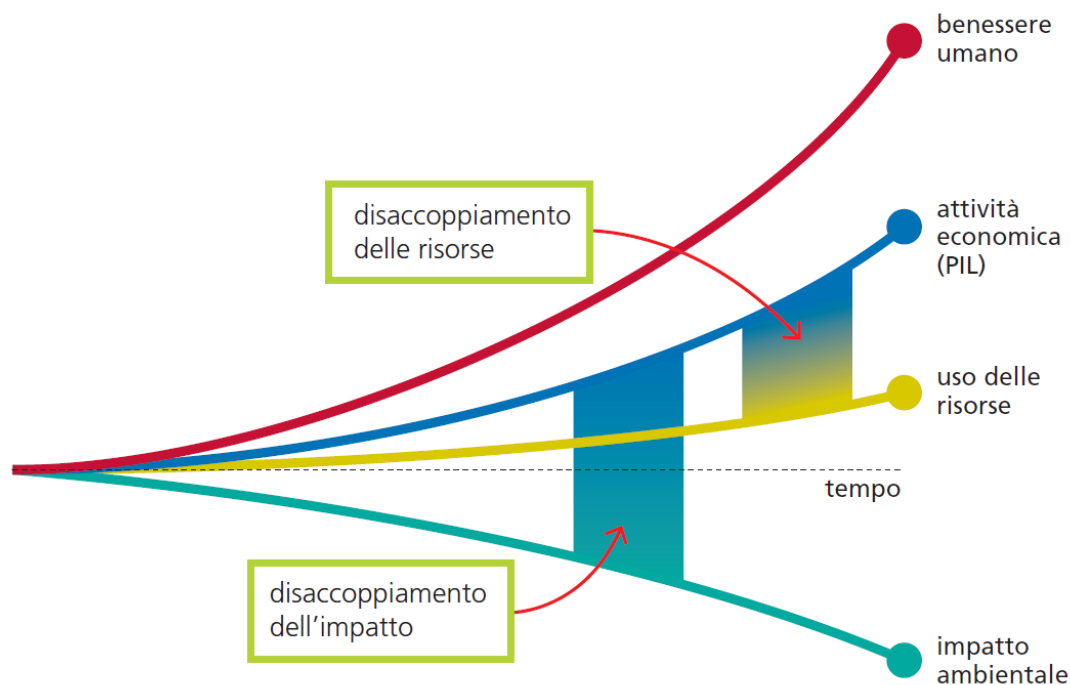
L'estrazione complessiva di risorse naturali è cresciuta da 6 miliardi di tonnellate nel 1900 fino a circa 84 miliardi di tonnellate nel 2015 (un aumento di 14 volte).



Estrazione globale per tipo di risorsa (milioni di tonnellate)

# La gestione sostenibile delle risorse naturali

Il **decoupling**, si verifica quando l'uso delle risorse cresce a un ritmo più lento o diminuisce, mentre l'attività economica che lo sta causando continua a crescere.



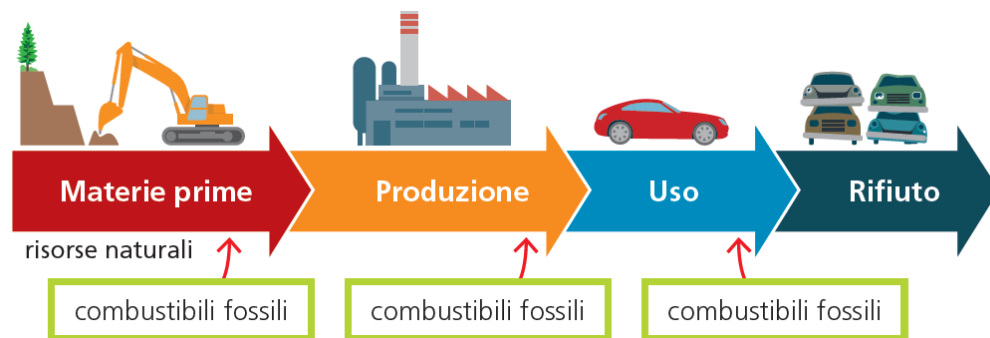
# Il contributo dell'economia circolare

In un'**economia circolare** i flussi di materiali sono:

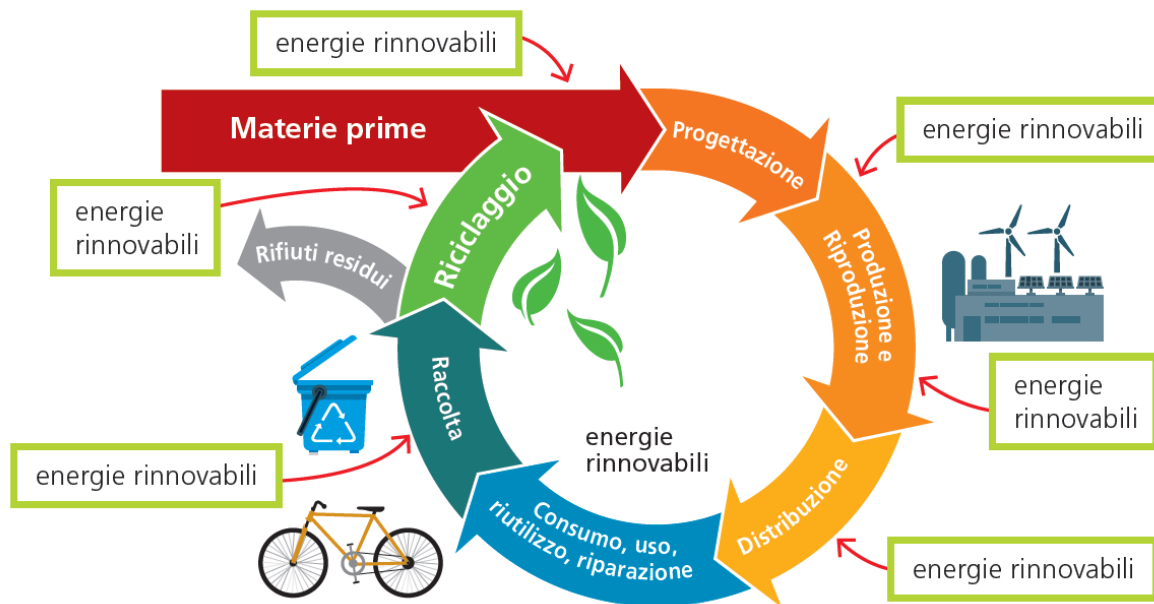
- **biologici** → materie prime e i rifiuti organici non tossici che possono essere restituiti alla biosfera, producendo in alcuni casi anche energia;
- **tecnici** → metalli, plastiche e altri materiali non biodegradabili che non possono essere assorbiti dalla biosfera ma sono destinati ad essere riutilizzati e riciclati senza entrare nella biosfera.

# Il contributo dell'economia circolare

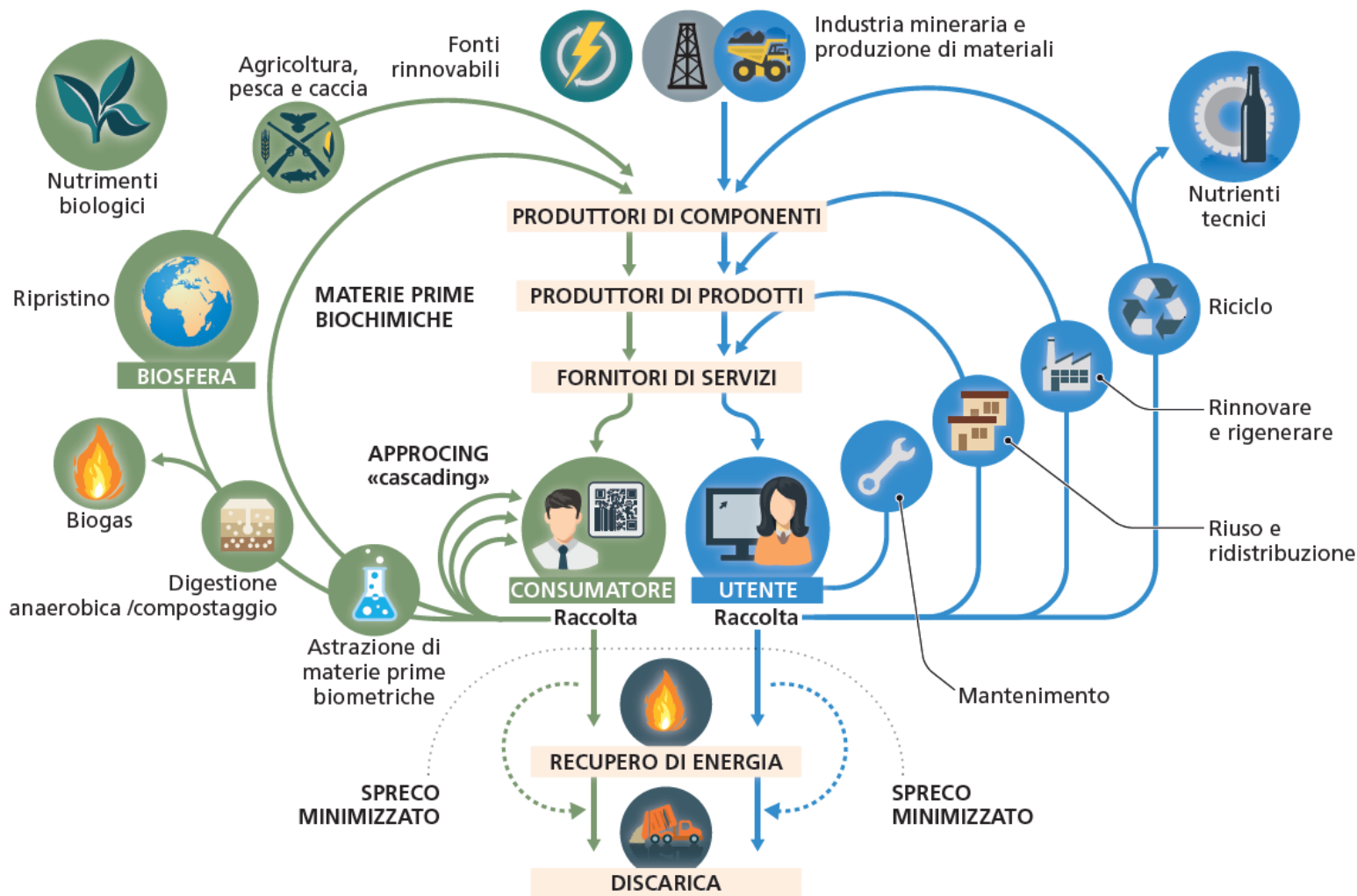
Economia lineare



Economia circolare



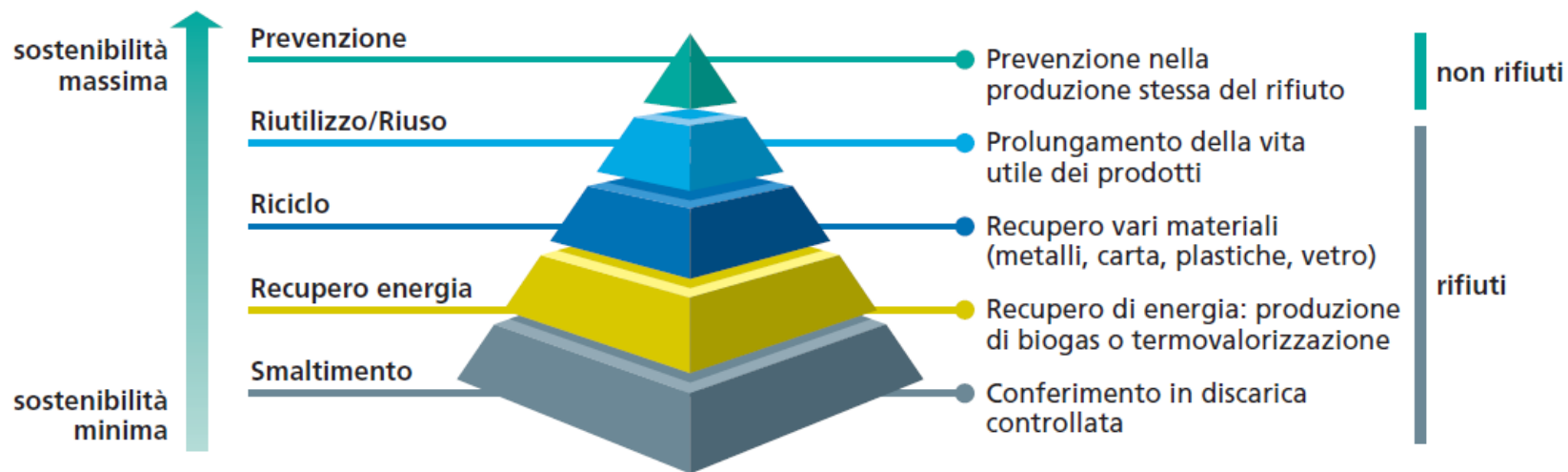
# Il contributo dell'economia circolare



# Il contributo dell'economia circolare

La trasformazione dei rifiuti in risorse è un elemento chiave dell'economia circolare.

L'approccio dell'Unione Europea alla gestione dei rifiuti si basa su una gerarchia che stabilisce un ordine di priorità nelle modalità operative di gestione e trattamento dei rifiuti.



# Urban mining e riciclo dei materiali

**Materie prime primarie:** derivano dalle risorse naturali mediante un processo di trattamento.

**Materie prime secondarie:** si ottengono dal processo di riciclo dei rifiuti di diversa origine e provenienza.

Per **urban mining** si intende l'insieme di azioni che portano al recupero di materie prime dagli scarti generati nelle aree urbane per ricavare materie prime secondarie paragonabili, se non addirittura superiori, a quelli presenti nelle riserve naturali.



# Urban mining e riciclo dei materiali

La Commissione Europea ha individuato una serie di **materie prime critiche** in base all'importanza economica e al rischio di approvvigionamento.

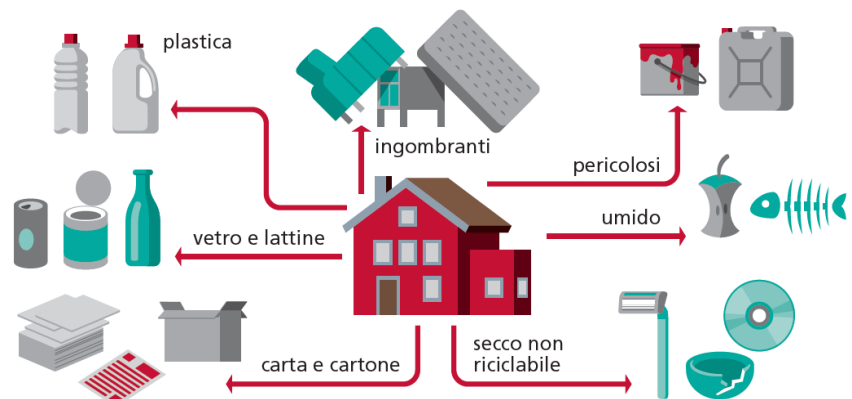
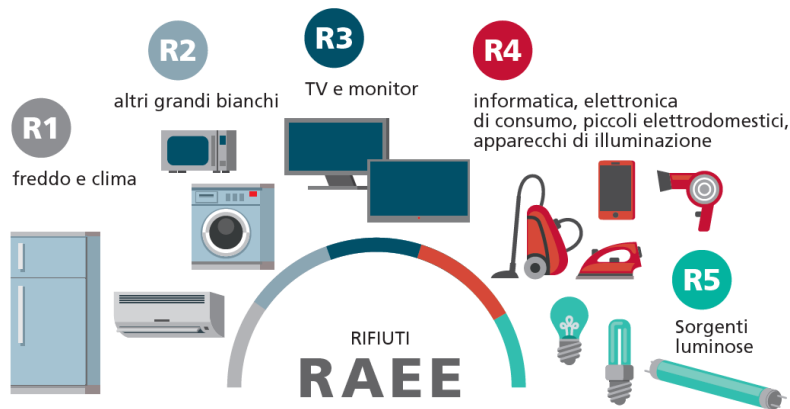
Materie prime critiche			
Afnio	Borati	Gomma naturale	Silicio metallico
Antimonio	Elio	Grafite naturale	Tantalio
Barite	Fluorite	Indio	Terre rare leggere
Berillio	Fosfatiche, rocce	Magnesio	Terre rare pesanti
Bismuto	Fosforo	Niobio	Tungsteno
Cobalto	Gallio	Platino e platinoidi	Vanadio
Carbone da coke	Germanio	Scandio	



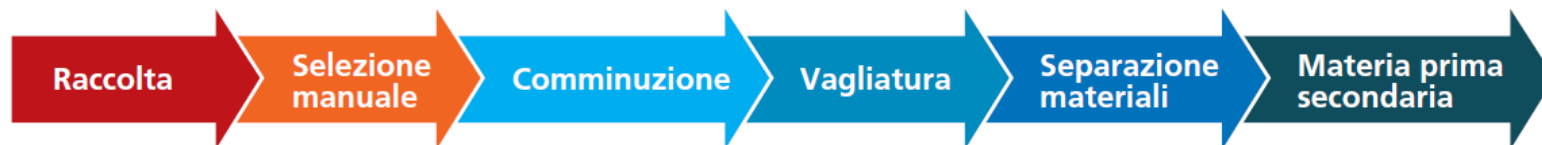
# Urban mining e riciclo dei materiali

Nell'*urban mining* rientrano 4 categorie principali di rifiuti:

- RAEE → Rifiuti di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche;
- RU → Rifiuti Urbani;
- SCD → Scarti da Costruzione e Demolizione;
- VFU → Veicoli Fuori Uso.



# Urban mining e riciclo dei materiali



# Applicazioni e materiali innovativi per la sostenibilità

La chimica contribuisce al raggiungimento degli obiettivi di sviluppo sostenibile dell'Agenda 2030 mediante lo studio e la realizzazione di nuovi materiali e tecnologie, come:

- schiume isolanti avanzate nell'edilizia
- prodotti chimici per il settore dei trasporti
- moderne lampadine fluorescenti compatte
- igienizzazione e conservazione dell'acqua
- utilizzo di enzimi nei detersivi
- batterie e biocarburanti avanzati.

## REACH: registrare, valutare e organizzare

REACH è l'acronimo di *Registration, Evaluation and Authorisation of Chemicals*. Il regolamento REACH si applica a tutte le sostanze chimiche utilizzate quotidianamente e nell'industria. Si tratta di un sistema di controllo che obbliga le aziende produttrici a «fornire dati di base sulla sicurezza sanitaria e ambientale in relazione alle sostanze chimiche prodotte» rendendo necessario: la registrazione dei composti chimici in uso, la comunicazione dei dati relativi alla loro pericolosità e l'identificazione delle sostanze «estremamente problematiche » per poter provvedere alla loro graduale eliminazione dal mercato. Autorevoli pareri del mondo scientifico spingono per una decisa estensione del principio di sostituzione, cioè, tutte le sostanze pericolose dovrebbero essere sostituite con altre non pericolose.



## Le polveri sottili

Le polveri sottili, altrimenti dette  $PM_{10}$ , sono chiamate in questo modo perché formate da particelle con un diametro inferiore a 10 micrometri. Gran parte delle  $PM_{10}$  viene prodotta per combustione dei carburanti, dalle auto, dal riscaldamento e dall'attività industriale.

La composizione chimica di queste particelle può essere molto variabile, ma ciò che importa è proprio la loro dimensione. Infatti queste polveri, proprio perché molto fini, rimangono sospese nell'aria e possono essere respirate arrecando gravi danni alle vie respiratorie. Per le possibili conseguenze negative sulla salute, i livelli di  $PM_{10}$  sono monitorati in molti Paesi industrializzati fissando dei limiti massimi oltre i quali scattano misure di contenimento, sanzioni e interventi che toccano la vita di tutti i cittadini, come il blocco del traffico e la circolazione a targhe alterne.