



# Consumo e produzione responsabili

Il passaggio  
dall'economia lineare a circolare.  
L'ecodesign.

Ing. Ph.D. Roberta Stefanini

Ricercatrice RTDA  
presso Università di Parma  
Dipartimento di Ingegneria e Architettura

# Di cosa parliamo in questa lezione?



- ✓ Presentazione del corso: obiettivi formativi; metodi didattici; programma; modalità di verifica dell'apprendimento; suggerimenti per prepararsi all'esame; contatti docente.
- ✓ Definizione di sostenibilità nelle sue dimensioni. Tappe verso lo sviluppo sostenibile. Agenda 2030 dell'ONU: il ruolo delle persone e delle industrie.
- ✓ Lotta al **cambiamento** climatico: basi scientifiche, conseguenze e mitigazione. L'impatto ed il ruolo delle industrie. Compensazione delle emissioni di gas effetto serra. Neutralità carbonica, obiettivo Net Zero e Climate Positivity.
- ✓ Risorsa idrica: esempi e casi di consumo, spreco, dispersione. Acqua virtuale. Quanta acqua usa l'industria?
- ✓ Inquinamento delle acque marine: organico, chimico, da petrolio e rifiuti. Osservazioni sui rifiuti ed il sistema industriale. Cattiva gestione dei rifiuti plastici e microplastiche.
- ➔ **Consumo e produzione responsabili. Passaggio da economia lineare a circolare. L'importanza dell'ecodesign.** ←
- Industria alimentare & sostenibilità. Lo spreco alimentare. Piramide ambientale VS alimentare.
- Città e comunità sostenibili. L'inquinamento luminoso. L'impatto della logistica. La gestione dei rifiuti urbani ed industriali.
- Lavoro ed occupazione: nuove figure aziendali connesse alla sostenibilità.
- Il bisogno di energia rinnovabile ed accessibile.
- Green claims VS Green Washing: la comunicazione ambientale.



# Goal 12 - Consumo e produzione responsabili



Raggiungere la gestione sostenibile e l'uso efficiente delle risorse naturali

Dimezzare lo spreco pro capite globale di rifiuti alimentari

Ridurre la produzione di rifiuti (prevenzione, riduzione, riciclaggio e riutilizzo)

Ottenere la gestione ecocompatibile di sostanze chimiche e di tutti i rifiuti in tutto il loro ciclo di vita

Incoraggiare le imprese ad adottare pratiche sostenibili e integrare le informazioni sulla sostenibilità nelle loro relazioni periodiche

Fare in modo che le persone abbiano le informazioni rilevanti e la consapevolezza in tema di sviluppo sostenibile



# L'estrazione delle risorse: cosa estraiamo?



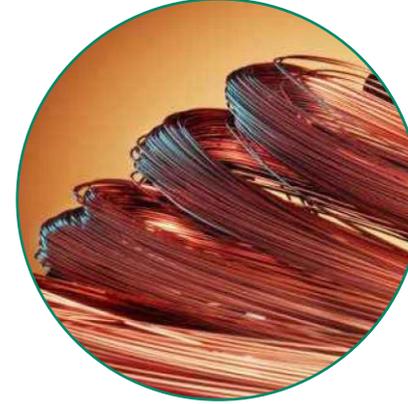
## **Biomasse**

(coltivazioni agricole per produzione cibo e legname; fini energetici ed industriali)



## **Combustibili fossili**

(carbone, petrolio, gas naturale, ecc.)



## **Minerali metallici**

(ferro, rame, alluminio ecc. usati in industrie manifatturiere)

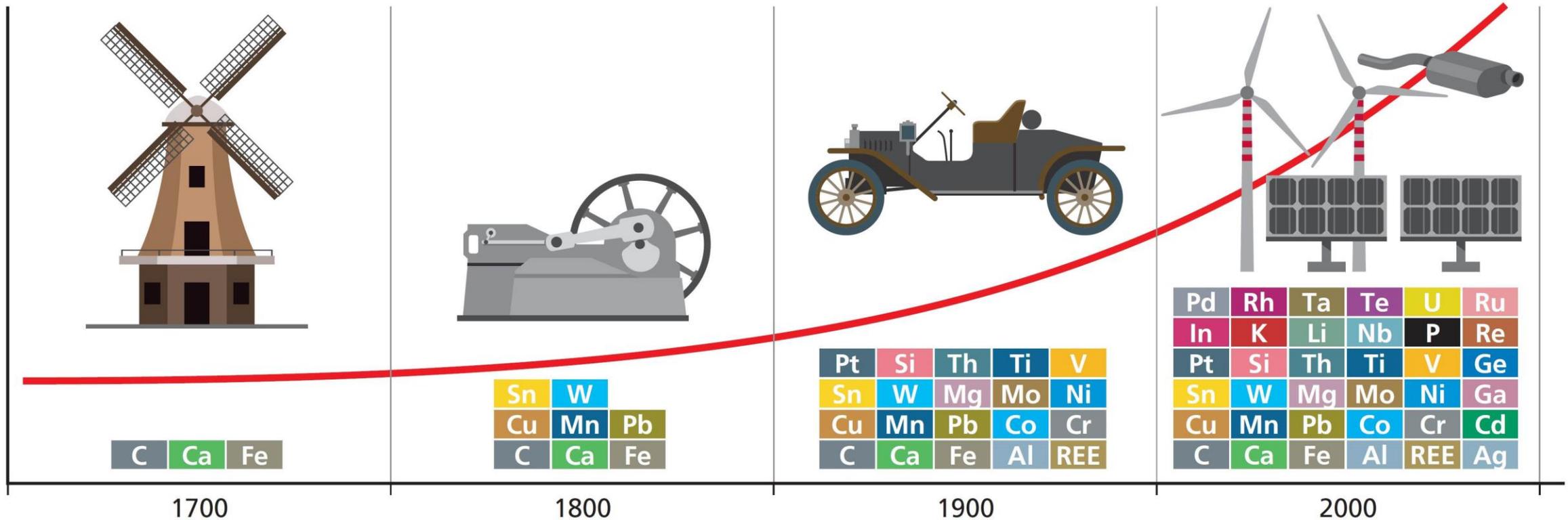


## **Minerali non metallici**

(sabbia, ghiaia, argilla, ecc. usati nel settore costruzioni)



# L'estrazione: esempio nell'uso degli elementi chimici



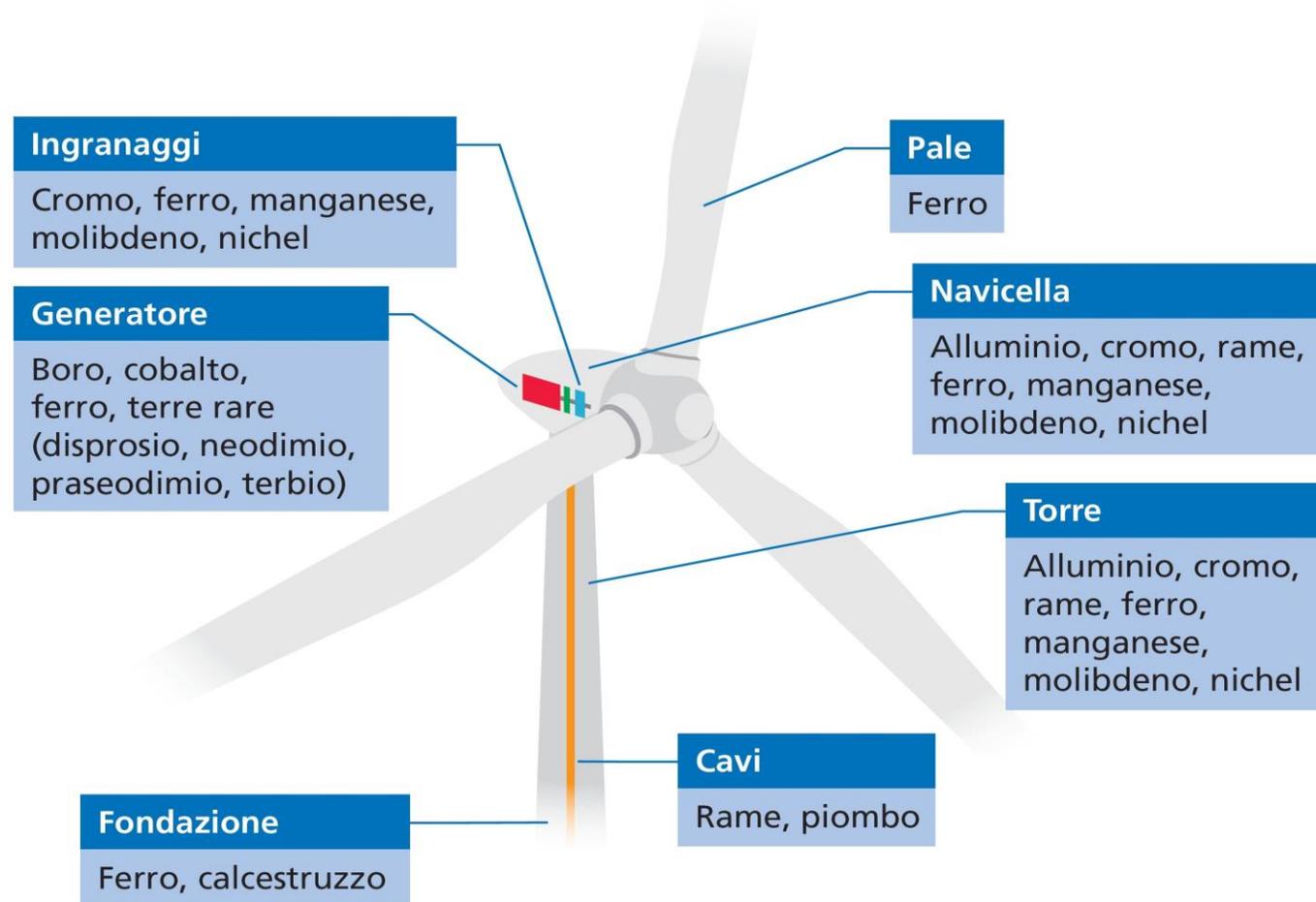
Progresso tecnologico, industrializzazione, digitalizzazione, transizione verso neutralità climatica (=tecnologie a basse emissioni di carbonio: pannelli solari, turbine eoliche, veicoli elettrici...) = esigenza di > materie prime e con > varietà (prodotti più performanti, funzioni complesse, dimensioni ridotte)

▲ **Figura 2.20** Incremento nell'uso degli elementi chimici nei secoli. (Modificata da WEF, 2017.)



# Esempio della pala eolica

► **Figura 2.25** Rappresentazione schematica di una turbina eolica e degli elementi chimici presenti nei suoi diversi componenti. È stato stimato che nel 2050 in Europa saranno dismesse 165 000 turbine eoliche, corrispondenti a quantità variabili tra 163 e 225 milioni di tonnellate di materiali che saranno disponibili per il riciclo. (Modificata da <https://eitrawmaterials.eu>)



# L'estrazione delle materie prime primarie

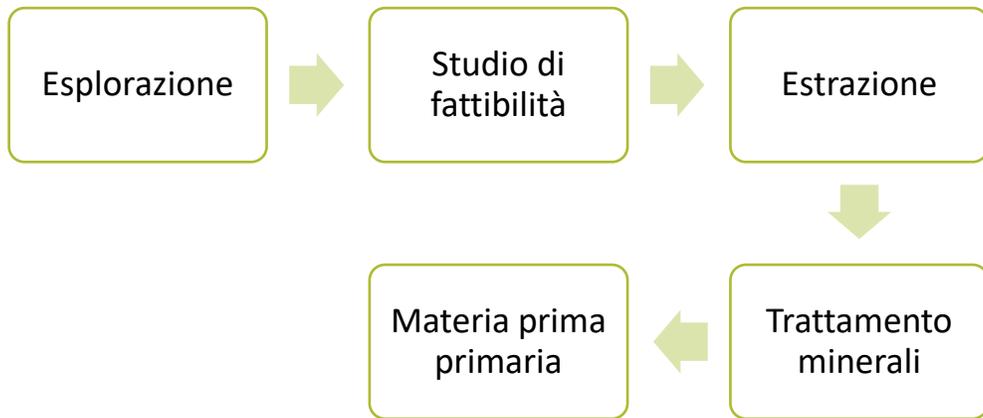
**Materie prime primarie:** materiali che derivano dallo sfruttamento di risorse naturali per essere poi sottoposte a processi di trattamento finalizzati alla produzione di beni

## ORE MINING

Estrazione e trattamento di minerali provenienti da giacimenti presenti nella crosta terrestre, sfruttati per la produzione di materie prime primarie



▼ **Figura 2.1** Da un giacimento minerario si ricavano le materie prime primarie (*ore mining*)



# L'estrazione delle risorse: conseguenze

- Estrazione delle materie prime triplicata negli ultimi 40 anni
- Depauperamento delle risorse naturali
- Impatti negativi su aria acqua e suolo
- Aumento disuguaglianze all'interno e tra i Paesi (quelli più ricchi consumano 10 volte più materie prime)

Qualche numero:

Estrazione e lavorazione delle risorse naturali producono oltre il 50% delle emissioni di gas serra totali

L'inquinamento è la principale causa ambientale di malattia e morte prematura al mondo (16% delle morti)

Ogni anno sono generati oltre 40 milioni di rifiuti elettronici, causando danni agli ecosistemi

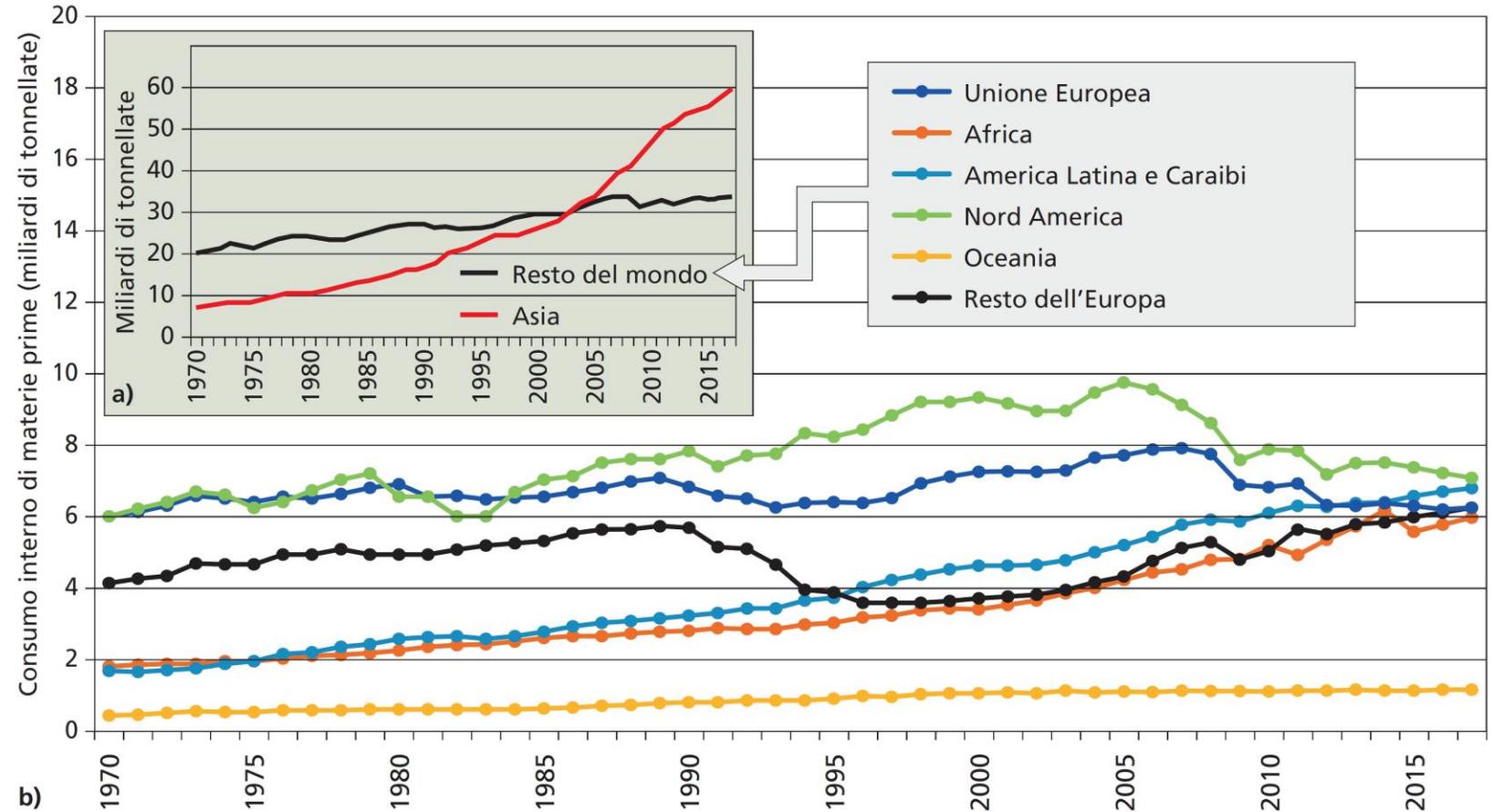
La popolazione mondiale potrebbe aumentare fino a 9,7 miliardi al 2050. Per sostenere i sistemi di vita attuali, occorrerebbero le risorse naturali corrispondenti a circa tre pianeti Terra.



# Il problema delle economie emergenti

Negli ultimi 40 anni si è verificato uno spostamento delle attività estrattive dall'Europa e dal nord America verso Paesi emergenti e in via di sviluppo, soprattutto della regione Asia e Pacifico. L'aumento è legato all'industrializzazione dei Paesi emergenti. Questo ha provocato problemi ambientali legati all'estrazione e trattamento.

▲ **Figura 2.16** Consumo interno di materie prime per regione (1970-2017). Consumo di materie prime dell'Asia rispetto al resto del mondo (a); consumo di materie prime di UE-28, Africa, America Latina e Caraibi, Nord America, Oceania e altri Paesi europei (b). (Modificata da EC, 2018b.)



ZANICHELLI

F. Cioffi, L. De Santoli, A. Lalli, F. Manes, L. Persia, S. Serranti, *Scienze della sostenibilità*, Zanichelli editore 2022



# Le materie prime critiche

La Commissione Europea ha individuato una lista di materie prime critiche (MPC): sono passate da 14 nel 2011 a 34 nel 2024. Due fattori determinano la criticità:

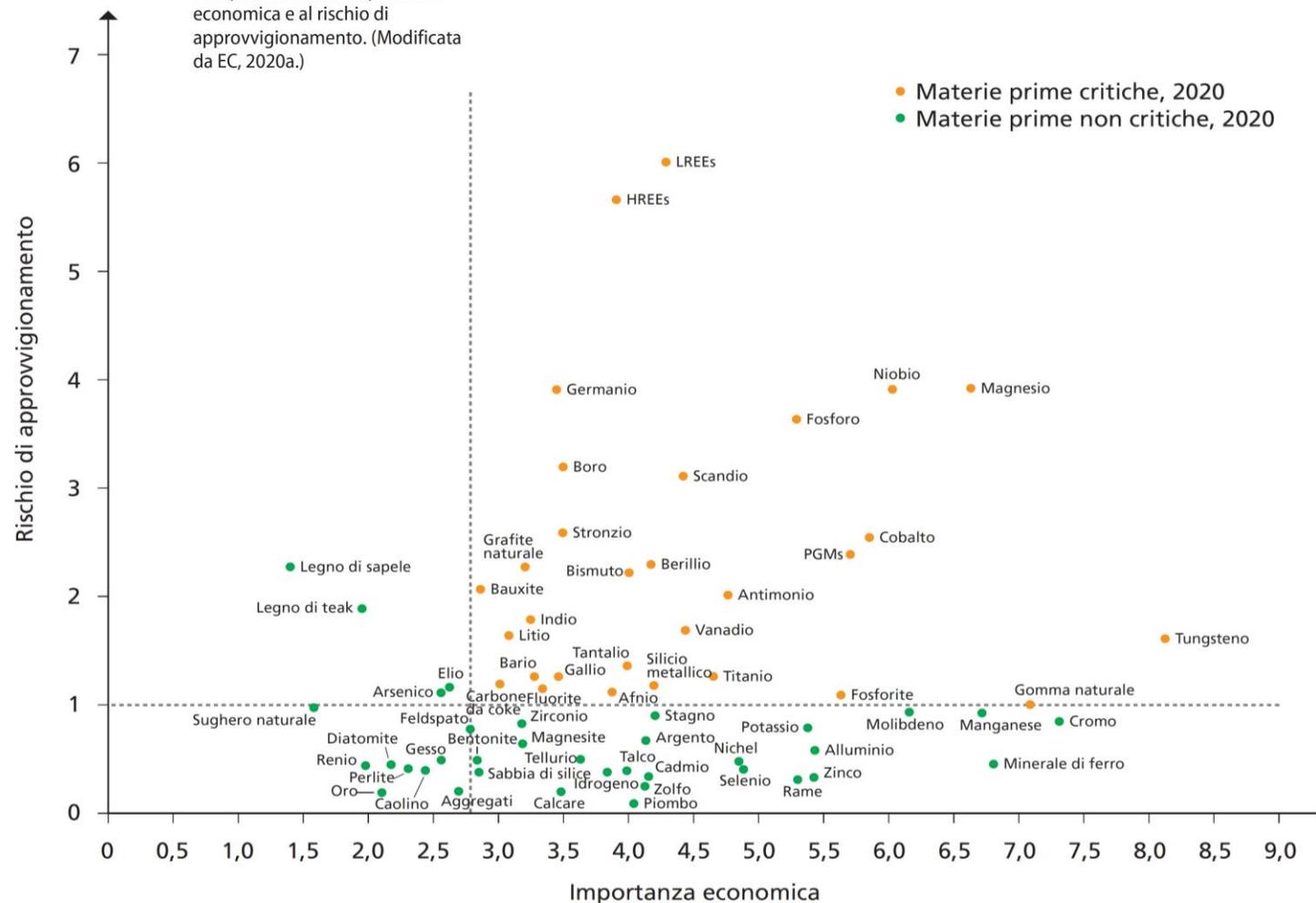
a) **importanza economica (EI)**: calcolata in base all'importanza della materia prima nel settore economico specifico e anche del settore nell'economia comunitaria

b) **Rischio approvvigionamento (SR)**: calcolato sulla base delle possibili interruzioni nella fornitura della materia prima (dipendenza dalle importazioni, condizioni di stabilità politica ed economica, esistenza di sostituti, tasso di riciclo dell'elemento considerato...)

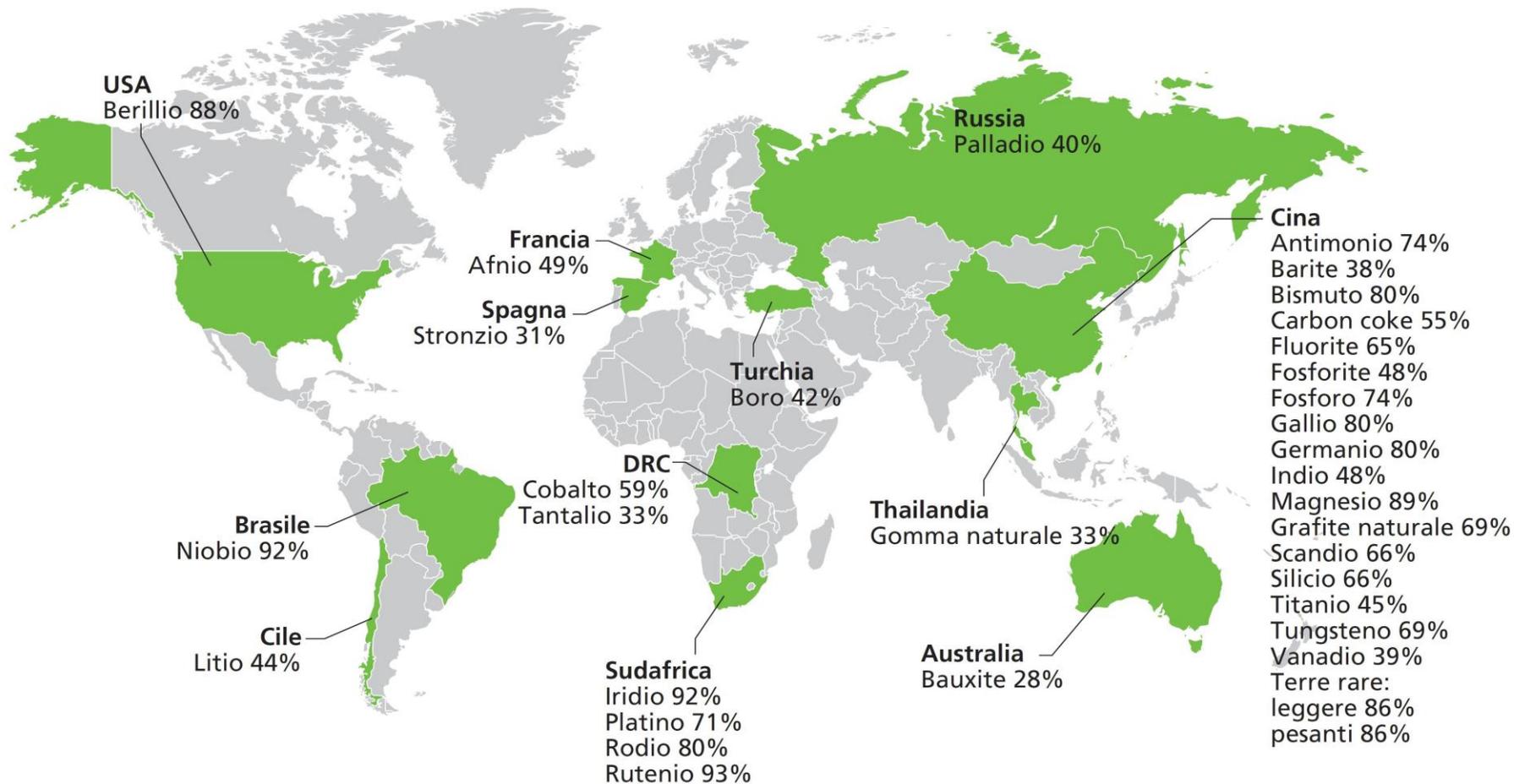
Materia prima critica =  $EI \geq 2,8$  e  $SR \geq 1$

[Link: regolamento dell'UE sulle materie prime critiche](#)

▼ **Figura 2.21** MPC (in arancione) individuate dalla Commissione Europea in base all'importanza economica e al rischio di approvvigionamento. (Modificata da EC, 2020a.)



# Le materie prime critiche



▲ **Figura 2.22** Mappa dei principali Paesi produttori di MPC. (Modificata da EC, 2020a.)



# Alcuni esempi, numeri ed applicazioni

## Terre rare

- Materie prime a più alto rischio di approvvigionamento. Fondamentali per la produzione di magneti permanenti (più potenti sono quelli a NdFeB che contengono fino al 32% di terre rare come neodimio, praseodimio, disprosio, gadolinio, terbio)
- Il peso di un magnete può variare da 1 g nella piccola elettronica fino a 4 t nelle turbine eoliche (rispettivo ciclo di vita che va da 2-3 anni a 20-30 anni)
- Essenziali in motori eolici e motori elettrici
- La Cina rifornisce all'Europa il 98-99% del fabbisogno = monopolio!

## Platino e platinoidi

- Fondamentali nei catalizzatori delle celle a combustibile.
- Europa li importa dal Sudafrica, principale produttore mondiale seguito da Russia e Zimbabwe.
- Solo l'1% dell'assemblaggio di questi materiali avviene in Europa



# Alcuni esempi, numeri ed applicazioni

## Cobalto, litio, grafite e nichel

- Essenziali nella produzione di batterie a ioni di litio usate nella mobilità elettrica, turbine eoliche, pannelli fotovoltaici e dispositivi elettronici.
- Esempio: una batteria di un veicolo elettrico ha bisogno di 50 kg di nichel, 45 kg di litio e 7 kg di cobalto
- L'Europa importa il 74% di tali materie prime da Cina, Africa, America Latina
- Europa ne produce complessivamente solo l'1%
- Crescente preoccupazione verso approvvigionamento del litio (il settore energetico ne chiederà sempre di più)

## Metalli base

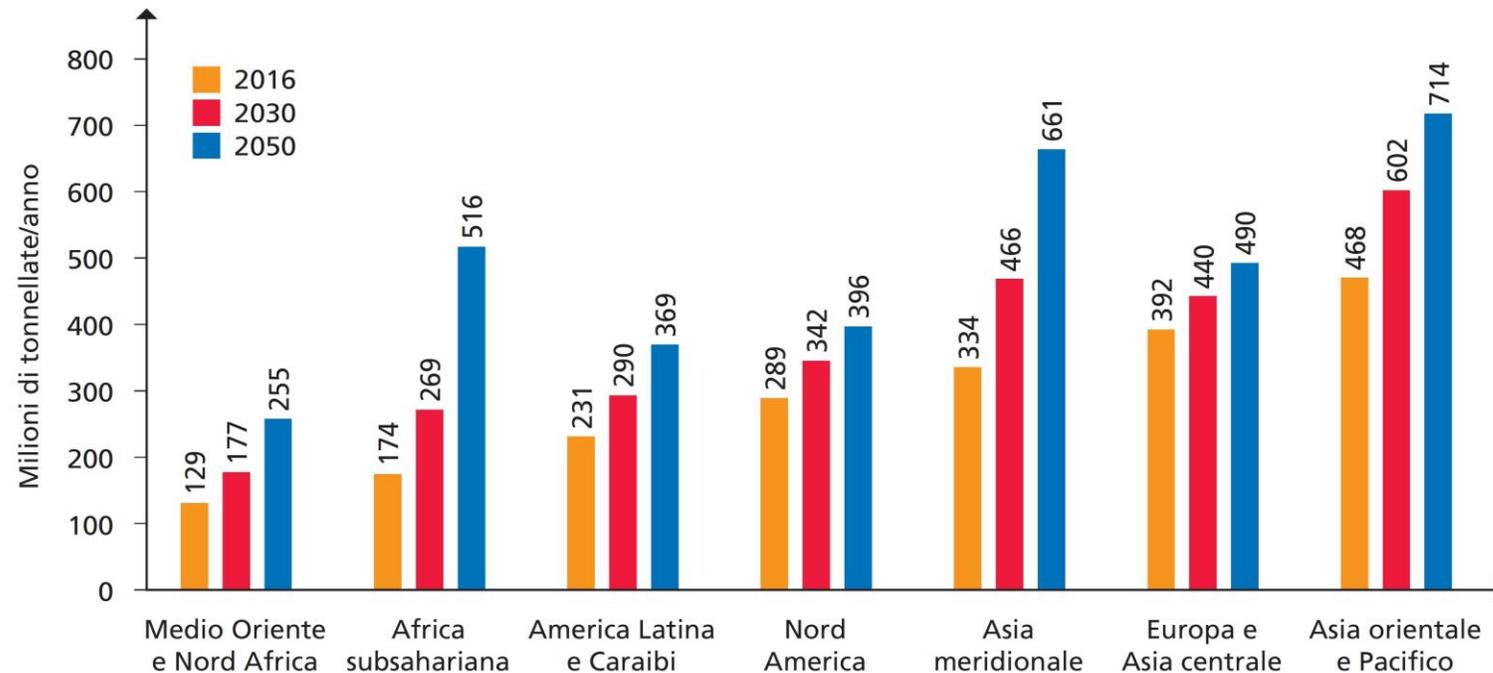
- Rame, alluminio, magnesio, ferro e altri materiali usati nelle loro leghe (tungsteno, vanadio, manganese, cromo...)
- Soprattutto il rame, essendo conduttore elettrico per eccellenza, è impiegato nelle turbine eoliche, pannelli fotovoltaici, veicoli elettrici e soprattutto nelle reti elettriche.
- Il 25% in Europa è importato



# La produzione dei rifiuti: scala globale

- Al giorno: 0,74 kg di rifiuti pro capite (variabili nei vari Paesi, da 0,11 kg a 4,54 kg)
- In futuro si stima che la produzione di rifiuti aumenterà soprattutto nei Paesi a basso e medio reddito (Africa subsahariana, Asia meridionale, Medio Oriente e Nord Africa). Problema: discariche a cielo aperto.
- **Produzione di rifiuti correlata al consumismo e alla crescita della popolazione**

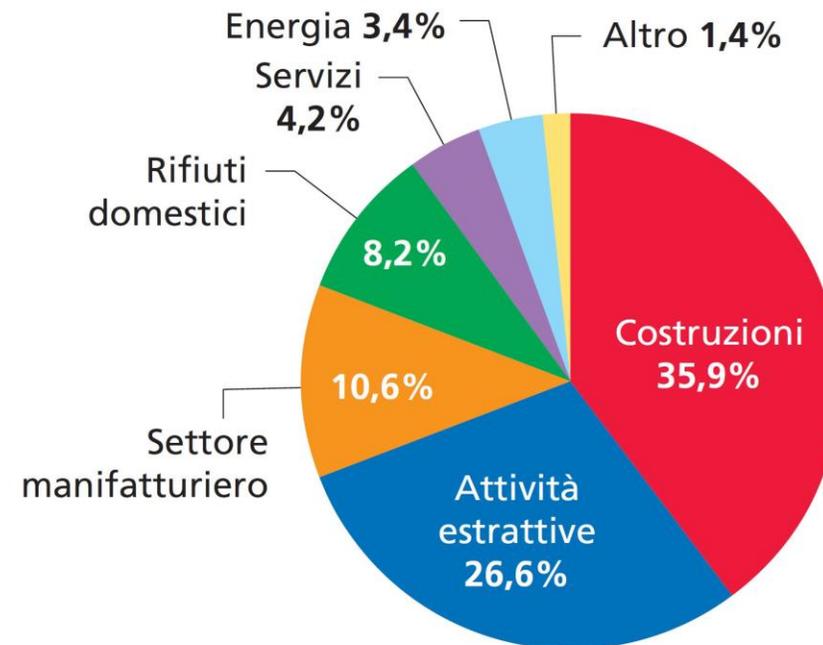
▲ **Figura 2.27** Produzione mondiale di rifiuti solidi (in milioni di tonnellate/anno) per area geografica (dati misurati al 2016 e proiezioni al 2030 e al 2050). In questo studio, per rifiuti solidi si intendono i rifiuti residenziali, commerciali e istituzionali, escludendo rifiuti industriali, sanitari, pericolosi, elettronici e da costruzione e demolizione. (Modificata da Kaza et al., 2018.)



# La produzione dei rifiuti: scala europea

- 2018: prodotte 2 miliardi e 337 milioni di tonnellate di rifiuti (Eurostat 2021)
- I rifiuti da costruzione e demolizione sarebbero una preziosa fonte di materiali (incentivare il riciclo, investire in ricerca scientifica, sviluppo e innovazione)
- Attività estrattive: consumano risorse non rinnovabili, provocano impatti ambientali, producono scarti da gestire
- Rifiuti domestici (190 milioni di tonnellate)

► **Figura 2.28** Produzione (%) di rifiuti per attività economiche e domestiche in Europa nel 2018. (Modificata da Eurostat, *Waste statistics*, 2021.)



# L'economia lineare



Il modello economico finora descritto prende il nome di economia lineare: è caratterizzato dall'approccio «estrarre (materie prime primarie), produrre, consumare (breve vita utile, consumismo estremo) e smaltire (spesso in discariche, inceneritori, o peggio abbandonare nell'ambiente)» ed ha esercitato - e in parte sta ancora esercitando - una estrema pressione sul Pianeta



E' un modello **NON PIÙ SOSTENIBILE** che va sostituito con un nuovo modello di economia: l'economia circolare



# L'economia circolare: un modello a ciclo chiuso



Il passaggio dal modello lineare al circolare comporta una trasformazione che coinvolge tutte le fasi lungo le catene produttive, dalla progettazione dei prodotti (eco-design), sviluppo di nuove tecnologie e processi, l'uso di beni, fino al fine vita.

Si ispira alla natura, in cui sistemi complessi sono organizzati per rigenerarsi in uno schema ciclico  
(in natura non esiste il concetto di rifiuto!)

Uso efficiente delle risorse: concetto del «fare meglio con meno»

Riduzione (al minimo) della produzione di rifiuti

Si allunga la durata dei prodotti (recupero, riuso, riparazione, riciclo)



# Azioni da intraprendere per il passaggio all'economia circolare

Elenco delle azioni da intraprendere in ogni fase della catena dell'economia circolare (*Circular economy in Europe Developing the knowledge base (EEA)*):

<b>Materie prime</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Ridurre gli input di materie prime primarie</li><li>• Ridurre le perdite di materiale</li><li>• Aumentare la quota di materie prime secondarie (provenienti dal riciclo) nell'input di materie prime</li><li>• Utilizzare materie prime provenienti da fonti sostenibili</li></ul>
 <b>Progettazione ed ecodesign</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Progettare prodotti che durino più a lungo</li><li>• Progettare prodotti che facilitino il loro futuro disassemblaggio (<i>design for disassembly</i>)</li><li>• Includere materiali riciclati nella progettazione del prodotto</li><li>• Progettare materiali che possano essere riciclati, in modo da ridurre al minimo gli scarti nei processi di riciclo</li></ul>
<b>Produzione e distribuzione</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Utilizzare meno materiali nella produzione</li><li>• Utilizzare una minore quantità di sostanze pericolose</li><li>• Generare meno rifiuti</li><li>• Spostare le strategie di business verso concetti circolari come la rigenerazione (<i>remanufacturing</i>)</li></ul>
<b>Consumo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Passare a modelli di consumo caratterizzati da beni e servizi più ecologici</li><li>• Usare i prodotti più a lungo</li><li>• Generare meno rifiuti</li></ul>
<b>Rifiuti e riciclo</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aumentare i tassi di riciclo dei rifiuti</li><li>• Mantenere il valore dei materiali nei processi di riciclo, evitando il <i>downcycling</i>, ossia la riduzione della qualità della materia prima secondaria</li><li>• Ottimizzare il sistema di riciclo per la sostenibilità ambientale ed economica</li></ul>



# Correlazione con gli altri SDGs

Il 12 è collegato direttamente o indirettamente a quasi tutti gli altri. Qualche esempio:

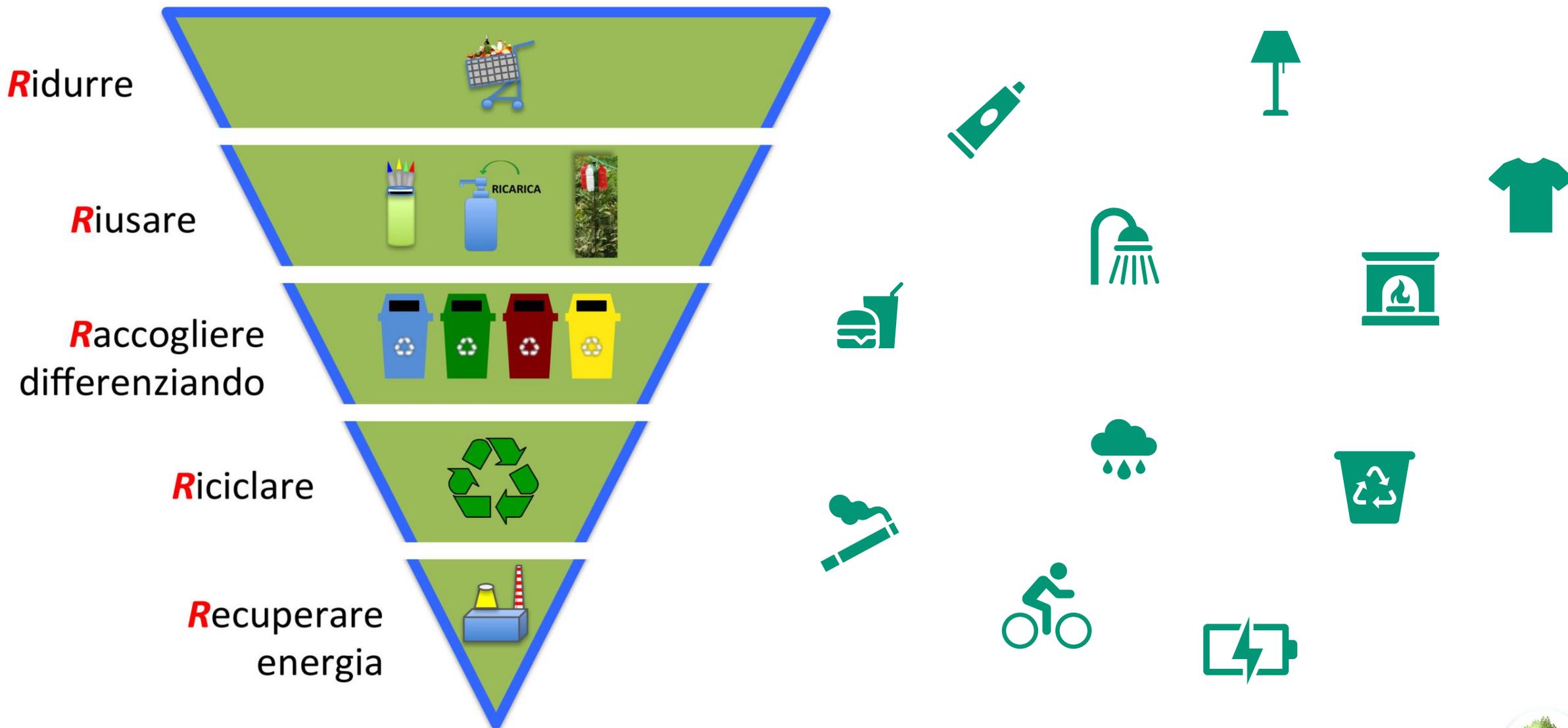
**Tabella 2.3** Principali obiettivi correlati con SDG12.

SDG e target principali	Correlazione con SDG12
 <b>Obiettivo 2</b> Porre fine alla fame, raggiungere la sicurezza alimentare, migliorare la nutrizione e promuovere un'agricoltura sostenibile	Il recupero di metà del cibo perso o sprecato sarebbe sufficiente per eliminare il problema della fame nel mondo
 <b>Obiettivo 6</b> Garantire a tutti la disponibilità e la gestione sostenibile dell'acqua e delle strutture igienico-sanitarie	Una migliore efficienza nell'uso delle risorse contribuirebbe a migliorare la qualità dell'acqua
 <b>Obiettivo 7</b> Assicurare a tutti l'accesso a sistemi di energia economici, affidabili, sostenibili e moderni	I modelli di produzione e consumo sostenibili promuovono l'uso di energie rinnovabili
 <b>Obiettivo 8</b> Incentivare una crescita economica duratura, inclusiva e sostenibile, un'occupazione piena e produttiva e un lavoro dignitoso per tutti	La crescita economica dei Paesi e delle imprese è strettamente collegata al raggiungimento dell'obiettivo 12
 <b>Obiettivo 9</b> Costruire un'infrastruttura resiliente e promuovere l'innovazione e una industrializzazione equa, responsabile e sostenibile	L'uso sostenibile delle risorse naturali, quindi la produzione di prodotti e il loro consumo, è legato ai bisogni materiali essenziali come acqua, cibo e infrastrutture

 <b>Obiettivo 11</b> Rendere le città e gli insediamenti umani inclusivi, sicuri, duraturi e sostenibili	Un uso più efficiente delle risorse naturali contribuisce a rendere le città più salubri e a ridurre il loro impatto ambientale
 <b>Obiettivo 13</b> Promuovere azioni, a tutti i livelli, per combattere il cambiamento climatico	I modelli di sviluppo e produzione sostenibili devono essere tali anche dal punto di vista delle emissioni di gas serra
 <b>Obiettivo 14</b> Conservare e utilizzare in modo durevole gli oceani, i mari e le risorse marine per uno sviluppo sostenibile	La realizzazione dell'obiettivo 12 può ridurre l'impatto dell'uomo sulle risorse marine in termini di prelievo e di inquinamento
 <b>Obiettivo 15</b> Proteggere, ripristinare e favorire un uso sostenibile dell'ecosistema terrestre	Rivedere il nostro sistema produttivo in base ai principi dell'economia circolare aiuta a mitigare gli impatti, senza sacrificare lo sviluppo



# La piramide delle 5 R



# Bibliografia: il testo consigliato per il corso



Scienze della Sostenibilità (F. Cioffi, L. De Santoli, A. Lalli, F. Manes, L. Persia, S. Serranti), Zanichelli editore, 2022.

<https://www.zanichelli.it/ricerca/prodotti/scienze-della-sostenibilit>

**ZANICHELLI**

F. Cioffi, L. De Santoli, A. Lalli, F. Manes, L. Persia, S. Serranti, *Scienze della sostenibilità*, Zanichelli editore 2022

