

# Dalle miniere urbane alla politica industriale

Il progetto FutuRaM

SPECIALE di



**EconomiaCircolare.com**

L'informazione in circolo

In collaborazione con Futu RaM



# Dalle miniere urbane alla politica industriale

Il progetto FutuRaM

SPECIALE di  **EconomiaCircolare.com**  
L'informazione in circolo

In collaborazione con Futu 

*A cura di* Daniele Di Stefano, Raffaele Lupoli, Alessandro Coltré

*Traduzione a cura di* Maria Cristina Leone, con il supporto dell'IA

*Progetto grafico, copertina e infografiche:* Chiara Arnone.

L'immagine di copertina e quelle delle pagine 19, 25 e 36 sono state generate con l'utilizzo di Gemini e Magnific.

Le altre immagini sono state selezionate dalla redazione dall'archivio Canva.

**EconomiaCircolare.com**

è una testata giornalistica registrata presso il Tribunale di Roma

Registrazione n.91 del 10/09/2020

*Sede legale:* Via Romanello Da Forlì, 18 00176 Roma

*Contatti:* [info@economicircolare.com](mailto:info@economicircolare.com)

[www.economicircolare.com](http://www.economicircolare.com)

L'editore della testata è **Editrice Circolare Società Cooperativa**



**Editrice Circolare**

Società Cooperativa

# Indice

<b>Introduzione</b>	<b>5</b>
<b>Progetto FutuRaM, le miniere urbane al centro della politica industriale europea</b>	<b>7</b>
<b>Materie prime critiche nei RAEE: non basta sapere quante sono</b>	<b>11</b>
<b>Migliorare i flussi per riciclare di più</b>	<b>17</b>
<b>Dalle informazioni sul contenuto al riciclo</b>	<b>25</b>
<b>2050: la transizione passa anche per il fine vita dei RAEE</b>	<b>31</b>
<b>Dalle miniere urbane alla strategia industriale</b>	<b>35</b>
<b>Autonomia strategica italiana? Siamo al fischio d’inizio</b>	<b>40</b>
<b>WEEE FORUM</b>	
<b>“FutuRaM abilita le norme UE sulle materie prime critiche”</b>	<b>43</b>
<b>UNITAR</b>	
<b>“Investire sulla qualità dei dati per un riciclo più efficiente”</b>	<b>46</b>
<b>ERION WEEE</b>	
<b>“Nella raccolta la sola quantità non basterà”</b>	<b>48</b>

# Introduzione

di Raffaele Lupoli  
direttore di EconomiaCircolare.com



Le materie prime critiche sono ormai uno dei punti di snodo delle twin transitions, la transizione ecologica e digitale europea. Batterie, veicoli elettrici, pannelli fotovoltaici, turbine eoliche, apparecchiature elettroniche e infrastrutture ad alta intensità tecnologica richiedono materiali indispensabili ma esposti a **rischi di approvvigionamento**, concentrazione geografica delle forniture e competizione industriale globale. Questo Speciale di EconomiaCircolare.com nasce da qui: dalla necessità di spostare lo sguardo dalle sole miniere tradizionali alle “miniere urbane”, cioè ai flussi di rifiuti, prodotti a fine vita, componenti e materiali già presenti nell’economia europea, che possono diventare una fonte strategica di materie prime seconde.

Il progetto europeo “**FutuRaM - Future Availability of Secondary Raw Materials**” offre una base conoscitiva fondamentale per leggere questa trasformazione. Finanziato da Horizon Europe, FutuRaM ha sviluppato una knowledge base europea sulla disponibilità e recuperabilità delle materie prime seconde, con un’attenzione specifica alle materie prime

critiche, nell’Unione europea più Islanda, Norvegia, Svizzera e Regno Unito (UE27+4).

Il progetto analizza **sei grandi flussi**: batterie a fine vita, rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche, veicoli fuori uso, rifiuti estrattivi, scorie e ceneri, rifiuti da costruzione e demolizione, includendo anche il caso delle turbine eoliche dismesse. L’obiettivo non è soltanto stimare quanta materia sia contenuta nei rifiuti, ma capire dove si trova, in quali prodotti e componenti, con quali livelli di qualità, quali perdite si generano lungo raccolta e trattamento e quali condizioni tecniche, economiche, normative e industriali ne rendono possibile il recupero.

“  
*La disponibilità futura di materie prime critiche dipenderà anche da quanto l’Europa saprà misurare, raccogliere, separare e recuperare. Ma soprattutto da quanto saprà mettere in campo una strategia industriale coordinata tra i diversi Paesi.*

Questo Speciale racconta come il progetto crei i presupposti per definire **un’infrastruttura di politica industriale**. I suoi modelli di stock and flow, le analisi di composizione, gli scenari al 2050 e la Urban Mine Platform permettono di individuare hotspot di materiali, stimare la disponibilità teorica di materie prime seconde e supportare decisioni pubbliche e industriali

basate su evidenze. In questa prospettiva, il recupero diventa una leva per **ridurre al contempo il sovrasfruttamento di risorse naturali e le dipendenze strategiche**, per trattenere valore nelle filiere europee, migliorare la qualità dei flussi in ingresso agli impianti e orientare ecodesign, raccolta selettiva, tecnologie di trattamento e investimenti.

Gli articoli dello Speciale seguono questo percorso partendo dal contesto europeo sulle materie prime critiche e approfondendo il caso dei RAEE e delle filiere mancanti, illustrando gli scenari al 2050 e la situazione italiana. Attraverso la lente del progetto FutuRaM, EconomiaCircolare.com realizza **un ponte ideale tra ricerca, industria e policy**, mostrando che la disponibilità futura di materie prime critiche dipenderà anche da quanto l'Europa saprà misurare, raccogliere, separare e recuperare. Ma soprattutto da quanto saprà mettere in campo una strategia industriale coordinata tra i diversi Paesi.

*I partner del progetto FutuRaM:* WEEE Forum, UNITAR, Erion WEEE, Empa, Universiteit Leiden, Technische Universität Berlin, Ludwig-Maximilians-Universität München, BRGM, Sociedade Portuguesa de Inovação, Chalmers Tekniska Högskola AB, University College London, VITO, Geološki Zavod Slovenije, Sveriges Geologiska Undersökning, Geological Survey of Finland, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Boliden Mineral AB, ecosystem, Ecogenesys, WEEECycling, Lovisagruvan, University of Belgrade Faculty of Mining & Geology, Duncan Kushnir, RECHARGE, Stiftung GRS Batterien, European Metals Recycling, Mace, Otanmäki Mine Oy.



# Progetto FutuRaM, le miniere urbane al centro della politica industriale europea

*Finanziato con fondi Horizon, il progetto FutuRaM immagina le basi dell'infrastruttura statistica necessaria per consentire al riciclo dei rifiuti elettrici ed elettronici di fare un salto di qualità: da gestione di un problema a strumento di competitività e resilienza industrial.*

di **Alessandro Coltré**

C'è un punto, nella politica industriale europea, in cui la transizione ecologica smette di essere soltanto una **questione di tecnologie pulite** e diventa una **questione di dati**. Sapere quante materie prime critiche sono già dentro l'economia europea, dove si trovano, in quali prodotti, in quali componenti e in quali flussi di rifiuti è ormai una condizione per **ridurre la dipendenza dall'estero e costruire filiere industriali più resilienti**. È in questo spazio che si colloca **FutuRaM, il progetto europeo** finanziato coi fondi Horizon e dedicato alla futura disponibilità di materie prime seconde, con un'attenzione specifica alle materie prime critiche (CRM - **Critical Raw Materials**).

FutuRaM si concentra su **sei flussi di rifiuti principali**: batterie a fine vita, apparecchiature elettriche ed elettroniche, veicoli a fine vita, rifiuti da costruzione e demolizione, scorie e ceneri, e rifiuti minerali. Il progetto ha sviluppato **metodologie, strutture di reporting e strumenti digitali** (inclusa la piattaforma Urban Mine) per modellare i flussi e gli stock di materiali secondari e CRM fino al 2050, permettendo di individuare hotspot di materiali, valutare la loro recuperabilità e simulare scenari futuri di disponibilità e circolarità. Tra i **28 partner del progetto ci sono** università, istituti di ricerca, industrie e associazioni di

settore provenienti da **11 Paesi**, che collaborano strettamente con la Commissione Europea e altri stakeholder politici chiave.

## Numeri, politiche industriali, resilienza

Se l'Europa vuole provare a rendersi più indipendente dalle catene globali di fornitura, quanto potrà contare sulle materie prime già presenti – in forma di beni – in Europa? Quanto potrà estrarre da quelle che con una metafora suggestiva chiamiamo **“miniere urbane”**?

Batterie, RAEE, veicoli a fine vita, rifiuti da costruzione e demolizione, pale eoliche dismesse, scorie e ceneri, rifiuti minerari: **non sono più soltanto problemi ambientali da gestire, ma potenziali giacimenti secondari**: da misurare, qualificare e rendere industrialmente accessibili se ne vorremo fare uno dei pilastri dell'approvvigionamento continentale e della competitività industriale. Non a caso il **Clean Industrial Deal** vede nell'economia circolare un mezzo per “ridurre l'eccessiva dipendenza dai fornitori di materie prime dei paesi terzi”, strumento “fondamentale per garantire un mercato competitivo e resiliente”.

## Il Critical Raw Materials Act e il ruolo delle miniere urbane

Il passaggio è politico prima ancora che tecnico. Il Critical Raw Materials Act (CRMA) ha fissato al 2030 obiettivi chiari: almeno il **10% del consumo annuo europeo** di materie prime strategiche coperto **da estrazione interna**, almeno il **40% da capacità di trasformazione**, almeno il **25% da riciclo**, e non più del 65% delle forniture di una MPC da un singolo Paese terzo. La Commissione europea ha poi iniziato a tradurre questo quadro in

“

*FutuRaM aggiunge un tassello essenziale: la capacità di distinguere tra ciò che è “presente” nei rifiuti, ciò che è teoricamente recuperabile e ciò che, lungo la filiera, viene disperso.*

questione di rifiuti o di politica ambientale: è, o quantomeno dovrebbe essere, a tutti gli effetti un **tassello della politica industriale europea** (il citato Clean Industrial Deal), della sicurezza degli approvvigionamenti, dell'autonomia e della resilienza del sistema industriale. Se il CRMA chiede agli stati membri di migliorare raccolta e riciclo dei rifiuti ricchi di materie prime critiche, FutuRaM aggiunge un tassello essenziale: la capacità di distinguere tra ciò che è “presente” nei rifiuti, ciò che è teoricamente recuperabile e ciò

una pipeline industriale, approvando i primi **Strategic Projects nel 2025: 47 progetti nell'UE e, successivamente, 13 progetti fuori dall'UE** (ricordiamo qui per inciso che la deregolamentazione europea, quella sulla due diligence delle imprese in particolare, **potrebbe rendere** problematici e contraddittori con le aspirazioni UE ad una transizione giusta alcuni dei progetti).

In questo quadro, sarebbe miope (e dannoso) relegare il riciclo a una

che, lungo la filiera, viene disperso. Senza questa distinzione, le miniere urbane resterebbero una metafora suggestiva, uno degli strumenti della retorica green, ma senza un **effettivo contributo alla resilienza dell'industria europea**.

FutuRaM, allora, collega il raggiungimento dell'obiettivo di riciclo del CRMA al bisogno di conoscere stock, flussi e composizione dei rifiuti. L'hardware infrastrutturale del riciclo – pur messo in difficoltà dalla mancanza di adeguato sostegno politico prima ancora che finanziario alle imprese europee, ad esempio i [riciclatori della plastica](#) – si lega al software delle informazioni e delle conoscenze che dovrebbero innervare una politica industriale degna di questo nome.

Per questo, secondo **Pascal Leroy, direttore generale del WEEE Forum** che riunisce 49 organizzazioni di responsabilità dei produttori di RAEE in tutto il mondo, questo progetto è “parte integrante di una più ampia strategia di sicurezza dell'approvvigionamento: ridurre la dipendenza da pochi fornitori extra-UE per i materiali essenziali alle transizioni verde, digitale e della difesa, e allineare la pianificazione delle risorse secondarie alla politica sulle materie prime primarie”.

## Il gap del riciclo e quello informativo

Uno dei risultati più rilevanti del progetto sono le stime sul **capitale europeo di materie prime contenuto nei nostri rifiuti elettrici ed elettronici**, e su quanto di questo capitale lasciamo vada disperso. Nel 2022, nell'area EU27+4 (Unione europea più Islanda, Norvegia, Svizzera e Regno Unito) sono stati **generati 10,7 milioni di tonnellate di rifiuti elettrici ed elettronici**, pari a circa 20 kg per abitante. Dentro questi rifiuti erano incorporati circa 1 milione di tonnellate di 29 materie prime critiche. Ma solo 5,7 milioni di tonnellate di RAEE, il 54% del totale, sono state raccolte e trattate in modo corretto; da cui sono state **recuperate circa 0,4 milioni di tonnellate di materie prime critiche**.

Ma proviamo a ribaltare la prospettiva, come quando dobbiamo trovare gli oggetti “nascosti” dentro ad una stampa che riproduce effetti ottici. Proviamo a focalizzare lo sguardo non su quanto recuperiamo e ricicliamo, ma su **quanto non siamo ancora in grado di raccogliere e riciclare, pur avendolo a portata di mano** perché sta all'interno delle nostre case, sulle nostre strade, sui nostri tetti. Passando dalla vista in positivo a quella in negativo, FutuRaM ci dice che, sempre nel 2022, circa **5 milioni di tonnellate di RAEE – il 46% del totale – non sono entrate in canali di gestione appropriati**: una parte finisce in recuperi non adeguati e non a norma, che ne sacrificano la parte più preziosa; una parte nel rifiuto indifferenziato, una parte viene esportata per riuso, di una parte si perdono addirittura le tracce. E come sappiamo, anche nei flussi trattati correttamente, una quota di materie prime critiche non viene recuperata: in particolare terre rare come neodimio, disprosio, ittrio ed europio, essenziali per magneti, polveri fluorescenti ed elettronica. Il motivo di queste ulteriori [perdite sono tecnologiche](#), economiche, ma anche informative.

## Un nuovo modo di guardare il riciclo

FutuRaM prova a cambiare la lente attraverso la quale guardiamo il riciclo. Non si accontenta di dire che un prodotto contiene rame, alluminio, palladio o terre rare ma mostra la necessità industriale di sapere anche in quale componente si trovano, a quali materiali

sono associati, se il componente può essere separato, se esiste una tecnologia di trattamento, se il recupero è economicamente sostenibile e se il quadro normativo la incentiva.

Per aumentare la raccolta ma anche per migliorarla: “FutuRaM evidenzia chiaramente che non basta raccogliere di più, perché la quantità senza qualità non porta a un recupero efficiente dei materiali critici” spiega **Giorgio Arienti, direttore generale di Erion WEEE**, sistema italiano per la responsabilità estesa del produttore dei RAEE. “È certamente importante raccogliere di più. Allo stesso tempo, però, è fondamentale raccogliere meglio, selezionando i flussi, separando i materiali e riducendo le contaminazioni. In pratica, batterie, circuiti stampati e schede elettroniche devono essere trattati in modo differenziato per massimizzare il valore recuperabile”.

Per dare corpo a questa infrastruttura immateriale di natura statistica, FutuRaM ha prodotto classificazioni, dataset, modelli di stock and flow, coefficienti di trasferimento, scenari al 2050 e proposte per migliorare le statistiche europee sulle materie prime seconde. E anche una **Urban Mine Platform** sviluppata per navigare in questa base di conoscenza e “valutare la disponibilità e la recuperabilità delle materie prime secondarie e critiche in Europa”.

Tutti strumenti necessari per costruire la **competitività**, la **resilienza** – e la **decarbonizzazione** – dell’industria europea.

“Il messaggio di FutuRaM è che i RAEE, così come altre tipologie di rifiuti analizzate nel progetto - tra cui batterie, veicoli, rifiuti da costruzione e demolizione, rifiuti minerari, scorie e ceneri industriali e turbine eoliche - rappresentano una risorsa strategica di materie prime secondarie per l’Europa”, racconta **Giulia Iattoni**, assistente responsabile di programma presso lo United Nations Institute for Training and Research (**UNITAR**). “I dati mostrano che volumi significativi di materie prime critiche sono già presenti nei flussi di rifiuti e cresceranno ulteriormente entro il 2050, ma **il loro effettivo recupero dipende da scelte politiche, infrastrutturali e tecnologiche**”.



# Materie prime critiche nei RAEE: non basta sapere quante sono

*Le stime arrivano dal progetto europeo FutuRaM: quanti RAEE produce l'Europa, quante materie prime critiche contengono e perché questo flusso va letto sempre più come una risorsa strategica*

di **Daniele Di Stefano**

**Dieci milioni e 700 mila tonnellate. Tanti sono stati nei 2022 i RAEE**, rifiuti da apparecchiature elettriche ed elettroniche, gettati via dai cittadini e imprese dei paesi UE e di Islanda, Norvegia, Svizzera e Regno Unito (EU27+4). Circa **20 kg a persona** in media. Se ci fermiamo qui vediamo solo il problema, ma se facciamo un passo ulteriore possiamo intravedere anche la soluzione: il contributo che questi rifiuti possono dare per **aumentare l'autonomia dell'industria UE** riducendone la dipendenza da forniture estere di **materie prime, in primis quelle critiche e strategiche** necessarie anche per la transizione energetica e digitale. A fare questo passo ulteriore ci aiutano le analisi, le stime e le proiezioni condotte per il progetto europeo [FutuRaM](#), finanziato coi fondi del programma Horizon. Queste analisi ci dicono che dentro quei RAEE era incorporato circa **1 milione di tonnellate (Mt) di 29 diverse materie prime critiche**. È questo il numero che trasforma cellulari, computer, schermi, lavatrici, frigoriferi, piccoli elettrodomestici e pannelli fotovoltaici da problema ambientale a potenziale risorsa industriale.

“Nel progetto FutuRaM – racconta a [EconomiaCircolare.com](#) **Giulia Iattoni**, assistente responsabile di programma presso lo **United Nations Institute for Training and Research (UNITAR)**, uno dei partner del progetto - abbiamo raccolto e armonizzato dati osservati da fonti ufficiali, a esempio Eurostat, report nazionali, letteratura scientifica e dati industriali, integrandoli con modelli matematici per colmare il gap informativo. I dati osservati descrivono lo stato dei flussi di RAEE e il loro contenuto di materie prime critiche allo stato attuale”.

Nei RAEE europei ci sono rame nei cavi, alluminio negli involucri, terre rare nei magneti e nelle polveri fluorescenti, metalli del gruppo del platino nelle schede elettroniche e nei display. Non sono materiali marginali. Sono input che servono alla chimica, alla siderurgia, all'elettronica, ai motori, ai sistemi energetici, al fotovoltaico, alla mobilità elettrica, e più in generale, alla transizione verde e digitale. Sono **materiali dei quali l'industria europea ha bisogno** e che oggi cerca fuori dai propri confini.

## Il gap tra contenuto e riciclato

Un aspetto centrale evidenziato dal progetto FutuRaM è questo: “contenere” non significa automaticamente avere la possibilità di “riciclare”. Di quei 10,7 milioni di tonnellate di RAEE, solo **5,7 milioni** (il 54%) sono stati raccolti e avviati ad un corretto trattamento. Che ha permesso rendere disponibili per il riciclo circa **0,4 milioni di tonnellate di materie prime critiche**: ad esempio 208 mila tonnellate (kt) di alluminio, 162 di rame, 12 kt di silicio, 1 kt di tungsteno e 2 tonnellate di palladio. Il resto si perde per vari motivi: mancata intercettazione, mancata identificazione dei materiali e mancato disassemblaggio o limiti tecnici delle tecnologie di riciclo.

“Non tutto il materiale presente nei prodotti è effettivamente recuperabile – chiarisce Iattoni – perché la **disponibilità come risorsa secondaria viene influenzata da diversi fattori**: una parte non viene intercettata dai sistemi di raccolta, mentre una parte, pur raccolta, non è tecnicamente o economicamente accessibile con le tecnologie attuali di riciclo, anche a causa della bassa concentrazione o della complessità dei componenti. Una quota significativa dei RAEE in Europa non entra nei circuiti formali di raccolta conformi alla WEEE Directive, e questo riduce il potenziale di recupero delle materie prime critiche contenute”.

## RAEE e materie prime critiche: il trend

Guardando al futuro, il peso dei RAEE è destinato a crescere. Ma questo, se sapremo implementare raccolta e riciclo, non costituirà solo una questione da risolvere ma anche un'opportunità (e qui solo per completezza accenniamo al trade off tra priorità ambientali che spingono ad allungare la vita utile dei beni e priorità industriali e strategiche che hanno invece bisogno di materia da riciclare). Gli studi preparati per il progetto FutuRaM (ad esempio [2050 Critical Raw Materials Outlook](#)) stimano che nell'area EU27+4 i rifiuti elettronici possano passare **nel 2050 da 10,7 Mt nel 2022** a una forchetta tra **12,5 e 19 Mt**. I pannelli fotovoltaici sono la categoria con la crescita più marcata: da **0,15 Mt nel 2022 a 2,0-2,2 Mt nel 2050**. Parallelamente aumenteranno anche le materie prime critiche contenute in quei futuri rifiuti: fino a **1,2-1,9 Mt**.

Chiarisce ancora Iattoni: “Le stime modellistiche ricostruiscono o completano informa-

zioni mancanti attraverso assunzioni coerenti, stime ponderate e bilanci di massa, quando possibile validate poi da esperti del settore. Gli scenari futuri sviluppati in FutuRaM (business-as-usual, recovery e circularity) non sono previsioni, ma rappresentano **possibili evoluzioni fino al 2050 in funzione di cambiamenti nei sistemi di raccolta, nelle tecnologie di riciclo e nelle dinamiche di mercato**, permettendo di valutare come tali condizioni influenzino disponibilità e recupero di materie prime critiche dai RAEE e il raggiungimento dei target”.

## Investire su quantità e qualità del riciclo

Secondo un altro report, *Future Trends of Secondary Materials and Critical Raw Materials*, con le tecnologie di riciclo adeguate i rifiuti elettrici ed elettronici potrebbero diventare una fonte secondaria rilevante. Il recupero oggi si concentra soprattutto su metalli preziosi, rame, ferro e alluminio, ma in prospettiva potrebbe estendersi ad altri elementi chiave grazie allo smontaggio di componenti ricchi di materie prime critiche. “FutuRaM evidenzia chiaramente che non basta raccogliere di più, perché la quantità senza qualità non porta a un recupero efficiente dei materiali critici” spiega **Giorgio Arienti, direttore generale di Erion WEEE**, sistema italiano per la responsabilità estesa del produttore dei RAEE. “È certamente importante raccogliere di più. Allo stesso tempo, però, è fondamentale raccogliere meglio, selezionando i flussi, separando i materiali e riducendo le contaminazioni. In pratica, batterie, circuiti stampati e schede elettroniche devono essere trattati in modo differenziato per massimizzare il valore recuperabile”.

## Alleggerire la dipendenza

Gli usi che possiamo fare di questi preziosi materiali ci aiutano a capire la posta in gioco. Il **rame** serve in cavi, induttori, compressori e schede elettroniche. L'**alluminio** per involucri e componenti strutturali. Il **palladio** serve per schede elettroniche, hard disk, display LCD e plasma. Le **terre rare** come il neodimio sono decisive nei magneti; altre, come ittrio ed europio, sono impiegati in specifiche applicazioni dell'elettronica e dell'illuminazione, soprattutto nei fosfori o polveri fluorescenti di lampade, display. Ma il valore strategico, la reale portata di questo ragionamento probabilmente è apprezzabile solo se inquadrata nei **flussi del commercio mondiale**, solo se commisurata alle quantità di questi materiali presenti nei RAEE - rame, alluminio, silicio, tungsteno, palladio e terre rare - che l'industria cerca e compra fuori dai confini europei.

“

*Con le tecnologie di riciclo adeguate i rifiuti elettrici ed elettronici potrebbero diventare una fonte secondaria rilevante.*

Secondo il **Centro di Ricerca Interuniversitario in Economia del Territorio (CRIET)** e **Istat**, il valore delle importazioni italiane di materie prime critiche importate nel 2023 era di 1,4 miliardi di euro: “Il saldo negativo della bilancia commerciale delle materie prime critiche rappresenta una prima testimonianza, anche abbastanza palese, della fragilità del Bel

Paese rispetto alla tematica, sottolineandone la forte dipendenza da altri Stati per questa tipologia di approvvigionamenti”, scrivono gli autori.

Sono proprio questi numeri a spiegare chiaramente perché i RAEE non possono più essere letti come un problema di gestione dei rifiuti. In molti casi, i materiali che contengono coincidono con quelli importati da pochi - e non sempre affidabili dal punto di vista geopolitico - fornitori esterni. La miniera urbana di cui si parla tanto non elimina certo la dipendenza, ma può contribuire a ridurla e ad aumentare così competitività e resilienza dell'industria continentale.

## Raccolta, riciclo, materie prime critiche: le stime al 2050

	<b>2022</b>	<b>2050</b>
<b>RAEE generati totale</b>	<b>10,7</b> Mt*	<b>12,5-19</b> Mt*
<b>RAEE generati pro capite</b>	<b>20</b> kg	<b>23,5-36,2</b> kg
<b>Pannelli fotovoltaici totali</b>	<b>0,15</b> Mt*	<b>2,2</b> Mt*
<b>Piccole apparecchiature</b>	<b>3,2</b> Mt*	<b>2,5-4,5</b> Mt*
<b>MPC raccolti</b>	<b>5,7</b> Mt* <b>54%</b>	<b>11-17</b> Mt* <b>54-85%</b>
<b>MPC nei RAEE</b>	<b>1</b> Mt*	<b>1,2-1,9</b> Mt*
<b>MPC recuperate</b>	<b>0,4</b> Mt*	<b>0,9-1,5</b> Mt*

\* Milioni di tonnellate

Dati EU27+4 (Unione europea, Islanda, Norvegia, Svizzera, Regno Unito)  
Fonte e stime: FutuRaM - 2050 Critical Raw Materials Outlook

# I numeri del Critical Raw Material Act

## 34 Le materie prime critiche identificate dalla Commissione UE, di cui 17 definite strategiche



**10%** l'obiettivo di capacità estrattiva dell'UE stabilito al 2030 dal CRMA rispetto al consumo annuo europeo di materie prime strategiche

**40%** l'obiettivo minimo di capacità di trasformazione al 2030

**25%** l'obiettivo minimo di capacità di riciclo al 2030

**65%** la soglia massima del consumo annuo UE di materie prime strategiche acquistabile da un unico Paese terzo, in ogni fase di lavorazione

**27 mesi** il limite temporale stabilito dal CRMA per autorizzare progetti di estrazione a partire dal 23 maggio 2024, data della sua entrata in vigore

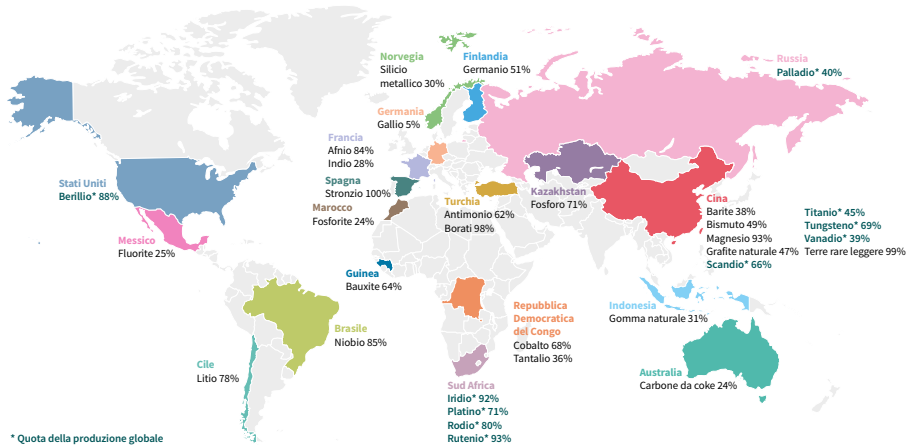
**15 mesi** il limite temporale fissato dal CRMA per autorizzare progetti di riciclo e trasformazione

**60** i progetti strategici approvati sotto il mandato del CRMA: 47 i nell'UE e 13 in Paesi terzi

Fonte: Regolamento UE 2024/1252

# Le dipendenze europee

Paesi che esprimono quota maggiori di offerta di Critical Raw Materials per l'Unione Europea  
[anno 2020]



Fonte: European Commission [2020, 474, Critical Raw Materials Resilience: Charting a Path towards greater Security and Sustainability]



## Migliorare i flussi per riciclare di più

*Il progetto europeo FutuRaM mostra le miniere urbane come un potenziale disperso in milioni di prodotti, componenti e flussi. E indica dove intervenire per trasformare questo potenziale in approvvigionamento secondario effettivo*

di **Daniele Di Stefano**

Per ottimizzare un processo lo si analizza, lo si mette sotto una lente per vedere nel dettaglio le fasi meno efficienti, per capire le ragioni dei rendimenti non ottimali e cercare di correggere gli errori. Oggi in Europa acquistiamo tantissime apparecchiature elettriche ed elettroniche (AEEE) che contengono **grandi quantità e varietà di materiali preziosi**, come le cosiddette **materie prime critiche** (MPC): preziosi dal punto di vista degli impatti ambientali legati all'estrazione trasporto e lavorazione; dal punto di vista dei costi sul mercato (costi legati spesso a complesse condizioni geopolitiche e alla concentrazione dell'estrazione in pochi paesi); preziosi dal punto di vista dei bisogni dell'industria europea, anche quella legata alla decarbonizzazione.

Questo che appare un quadro positivo – un continente che non possiede nel proprio sottosuolo le materie prime di cui ha bisogno ma può trovarle nei beni di consumo sul mercato – lo è solo a livello potenziale: perché l'Europa non è in grado – non ancora – di fare tesoro di tutte le apparecchiature elettriche ed elettroniche (AEEE) in circolazione, quando queste saranno diventati rifiuti. Cosa c'è che non funziona?

Sappiamo che la “miniera urbana” europea solo in minima parte è una miniera già disponibile. Grazie al progetto europeo **FutuRaM**, finanziato nell’ambito del programma Horizon Europe, oggi appare più chiaro che abbiamo a che fare con un **potenziale disperso in milioni di prodotti, componenti e flussi**. Per trasformarlo in approvvigionamento secondario affettivo servono tecnologie, certo. Ma prima ancora è necessario intercettare questo potenziale, servono **tracciabilità, qualità dei flussi, capacità di sapere dove si trovano le materie prime critiche** prima che vadano perse. E **qualità dei dati**.

## Il cuore del problema sta nelle perdite

Nel 2022, nell’area EU27+4 - Unione Europea, Islanda, Norvegia, Svizzera e Regno Unito - dalle apparecchiature elettriche ed elettroniche sono stati generati **10,7 milioni di tonnellate di rifiuti (RAEE)**, pari a circa 20 kg per abitante. Non sono pochi. Al loro interno erano incorporate **circa 1 milione di tonnellate di materie prime critiche**: rame nei cavi, alluminio negli involucri, terre rare nei magneti e nelle polveri fluorescenti, metalli del gruppo del platino nelle schede elettroniche.

Da qui inizia l’entropia. Solo la metà o poco più - solo 5,7 milioni di tonnellate di RAEE, il

“

*Servono tracciabilità, qualità dei flussi, capacità di sapere dove si trovano le materie prime critiche prima che vadano perse. E qualità dei dati.*

**54% - sono stati raccolti e trattati in modo conforme**, cioè in modo da abilitare il recupero del valore (industriale, ambientale, economico) che contengono. Su 1 milione circa di tonnellate di materie prime critiche presenti nei RAEE, solo 0,4 milioni diventano materia prima teoricamente disponibile per il recupero; 0,5 milioni si perdono già nella raccolta e 0,1 milioni durante il recupero. La perdita più grande, quindi, avviene prima dell’impianto di trattamento e riciclo.

Da questi flussi sono state rese disponibili per il recupero circa **0,4 milioni di tonnellate** di quelle preziose materie prime. Se avessimo avuto a che fare con una collana di perle cui dover cambiare il filo rotto, ne avremmo perse più della metà. Una situazione difficilmente accettabile alla luce del grande fabbisogno europeo. La distanza tra questi numeri è il cuore del problema, un problema che si spalma lungo tutte le fasi della filiera del riciclo.

# I limiti del riciclo sono limiti di filiera

Come sa bene chi legge EconomiaCircolare.com e [i dati](#) (bassissimi) sulla raccolta dei rifiuti elettrici ed elettronici, le perdite iniziano molto prima del processo di riciclo. Ma neanche una raccolta insufficiente basta a spiegare la dimensione degli sprechi. Alziamo allora lo sguardo per osservare tutta la filiera.

## Quante materie prime recuperiamo dai RAEE?



**10,7**  
*milioni*  
*di tonnellate*  
**di Rifiuti**  
**di apparecchiature**  
**elettriche**  
**ed elettroniche**  
**(RAEE)**

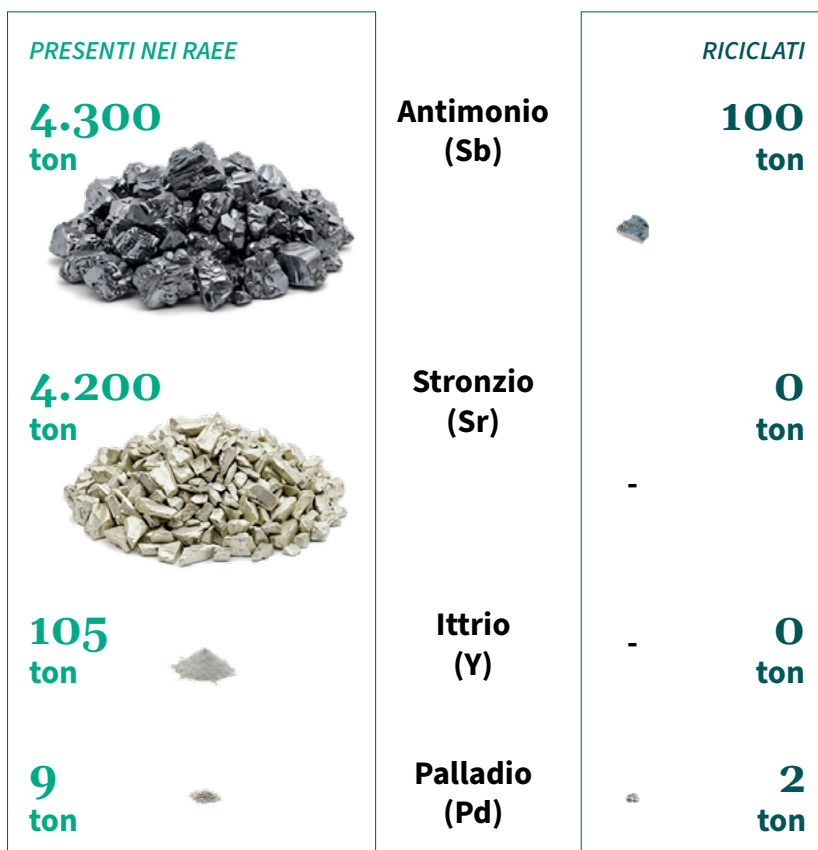
**1**  
*milione*  
*di tonnellate*  
**di materie**  
**prime**  
**critiche**  
**contenute**  
**in quei**  
**RAEE**

**0,4**  
*milioni*  
*di tonnellate*  
**di materie**  
**prime**  
**critiche**  
**recuperate**

Dati 2022, U27+4 (Unione europea, Islanda, Norvegia, Svizzera, Regno Unito). Fonte: FutuRaM - 2050 Critical Raw Materials Outlook

# Irrecuperabili?

## Ecco le materie prime più difficili da riciclare



Dati 2022, U27+4 (Unione europea, Islanda, Norvegia, Svizzera, Regno Unito). Fonte: FutuRaM - 2050 Critical Raw Materials Outlook

I passaggi critici, come mostrano [le analisi](#) del progetto FutuRaM, sono almeno quattro:

- la **raccolta**, dove i RAEE possono non essere intercettati;
- i **flussi non conformi**, dove i rifiuti vengono mescolati, esportati o non documentati;
- il **pretrattamento**, dove smontaggio e separazione possono non riuscire a isolare i componenti ricchi di materiali critici;
- il **riciclo**, dove alcune materie, soprattutto se presenti in piccole quantità o molto disperse, non vengono recuperate.

## La raccolta che manca

Il primo punto dove si osserva una parte relevantissima dello spreco di cui stiamo raccontando è la raccolta. Nel 2022, secondo FutuRaM, **circa 0,5 milioni di tonnellate di materie prime critiche** presente nei RAEE

“

*Quasi metà dei RAEE generati sfugge alla gestione conforme. Dei 10,7 milioni di tonnellate prodotti nel 2022, 5 milioni - il 46% - non sono stati raccolti o trattati correttamente.*

**sono andate perse in questa fase:** 257 kt (migliaia di tonnellate) di alluminio, 187 kt di rame, 10 kt di silicio, 2 kt di tungsteno, 4 tonnellate di palladio e circa 9 kt di altri materiali, incluse terre rare. È il dato che sposta il fuoco della discussione: **senza intercettazione dei flussi non c'è recupero possibile**, per quanto avanzata sia la tecnologia a valle.

La ragione, come abbiamo accennato, è che quasi metà dei RAEE generati sfugge alla gestione conforme. Dei 10,7 milioni

di tonnellate prodotti nel 2022, 5 milioni — il 46% — non sono stati raccolti o trattati correttamente. Di questi:

- **3,3 milioni di tonnellate finiscono in forme di recupero non conforme**, spesso mescolate con rifiuti metallici o plastici;
- **0,7 milioni di tonnellate sono smaltiti con il rifiuto indifferenziato** e avviati a discarica o incenerimento;
- **0,4 milioni sono esportati per riuso**;
- **0,6 milioni di tonnellate scompaiono dai radar**, restano non documentati, probabilmente esportati illegalmente o trattati in canali informali.

## Un mix che impoverisce

Il secondo punto cruciale in cui l'economia UE viene privata dei suoi preziosi RAEE e quindi di materiali importanti per il nostro futuro sta nella **perdita di qualità nei flussi di rifiuti**. Quando i RAEE vengono mescolati con altri rifiuti, il sistema può solo riuscire a recuperare alcune frazioni più semplici — ad esempio ferro, acciaio, talvolta rame o alluminio — mentre non avremo speranze di poter accedere ai materiali contenuti in componenti complessi, magari

in quantità piccolissime. Sbaglieremmo infatti se pensassimo che la “miniera urbana” di cui tanto si parla possa essere ridotta esclusivamente ad una questione di quantità: conta anche, e tanto, la qualità del flusso che arriva agli impianti.

## Pretrattamento e informazione

Il terzo anello debole del processo è il pretrattamento: **smontaggio, pulizia, triturazione, separazione**. I RAEE sono prodotti complessi, fatti di materiali diversi collegati tra loro a livello di assemblaggio o anche a livello chimico. Dopo lo smontaggio selettivo, i prodotti o i componenti vengono spesso triturati e separati, ma il processo riesce solo in parte: **alcuni materiali restano uniti o mescolati ad altri**, e questo condiziona la possibilità di recuperarli.

[Per questo](#) non basta sapere che una materia prima critica è presente in un rifiuto: **bisogna sapere in quale componente si trova e se (e come) quel componente può essere separato al resto**. Palladio, terre rare, tungsteno o neodimio non sono distribuiti in modo uniforme nei RAEE. Possono concentrarsi in schede elettroniche, hard disk, magneti permanenti, display, cavi, compressori o celle fotovoltaiche. Se questi componenti non vengono identificati e separati, il materiale critico resta invisibile dentro il flusso.

## Il riciclo

E arriviamo al riciclo, anch'esso protagonista della perdita di materiali che entrano nel suo processo. Anche quando i RAEE entrano nei canali adatti, infatti, non tutte le materie prime vengono recuperate. Nel 2022, nonostante raccolta e trattamento corretti, circa **0,1 milioni di tonnellate di materie prime critiche non sono state recuperate**. La perdita riguarda soprattutto terre rare come neodimio, disprosio, ittrio ed europio, materiali essenziali per magneti, polveri fluorescenti ed elettronica.

Le ragioni sono tecniche ed economiche. Alcune materie prime critiche sono presenti in **quantità molto piccole**, disperse in molti prodotti o **incorporate in componenti difficili da trattare**. **Antimonio, stronzio e ittrio**, ad esempio, risultano quasi interamente non recuperati nella gestione 2022; il **palladio** mostra ad esempio un recupero basso, con appena 2 tonnellate teoricamente disponibili su 9 tonnellate presenti. Senza tecnologie e politiche dedicate, molte di queste materie continueranno a perdersi anche in futuro.

È la differenza decisiva tra “recupero” e “recuperabilità”. Il recupero indica ciò che effettivamente avviene nel processo: misura quello che resta poi disponibile ai fini produttivi. La recuperabilità indica invece se una materia prima critica può (potenziale) essere recuperata, tenendo conto di fattori tecnici, economici, ambientali e legali. Una materia può essere presente in un rifiuto, ma **non essere realisticamente recuperabile** se è troppo dispersa in altri materiali, se manca una tecnologia matura per il recupero, se il flusso è di bassa qualità o se non esistono condizioni economiche che ne rendono profittevole il recupero.

## Il ruolo cruciale dei dati

Se dunque l'aspetto tecnico, come noto, è importantissimo, altrettanto importante è quello delle informazioni: anche i dati – la **limitata disponibilità di dati** – è parte del problema. Se non si conoscono composizione, componenti, qualità e destino dei flussi, è difficile stimare quali materiali si perdono, dove e come convenga intervenire. Anche questo è il ruolo del progetto FutuRaM, i cui risultati hanno appunto evidenziato le difficoltà dovute alla **disponibilità insufficiente e alla scarsa granularità dei dati**: mancano informazioni su alcuni gruppi di prodotto, su alcuni livelli della gerarchia prodotto-componente-materiale-elemento, o su specifiche componenti. Per valutare il tantalio in un laptop, ad esempio, e poi riciclarlo, non basta sapere che in un prodotto c'è una scheda elettronica: bisogna sapere se ci sono condensatori al tantalio.

Il tema, come spesso accade, riguarda anche la misurazione, è quindi anche statistico. L'**analisi dei flussi materiali**, su cui il progetto europeo appunta l'attenzione, serve a stimare non solo la quantità di materie prime seconde disponibili, ma anche la loro collocazione, qualità e accessibilità. Per le materie prime critiche, dove l'approvvigionamento primario può essere limitato da vincoli geopolitici, economici e ambientali, monitorare stock e flussi lungo tutto il ciclo di vita — estrazione, produzione, uso, fine vita e recupero — diventa essenziale per decisioni pubbliche non distorte, che non siamo vittima di miopia o strabismo.

## Come ridurre i bug nel sistema

Da qui la proposta di migliorare anche i codici statistici. Tra le raccomandazioni del progetto europeo troviamo anche quella di “**adeguare i codici PRODCOM** (la rilevazione annuale della produzione industriale armonizzata a livello europeo, ndr) e dell'**elenco UE dei rifiuti** per migliorare la raccolta dei dati relativi alle materie prime secondarie”. Si tratterebbe di aggiungere 30 nuovi codici nella classificazione PRODCOM e di 43 nell'elenco UE dei rifiuti. Servirebbero a “prendere in considerazione in particolare i componenti che possono essere smontati durante la gestione dei rifiuti e che presentano un elevato potenziale di recupero di materie prime critiche e sono menzionati nell'articolo 26 del **Critical Raw Materials Act (Regolamento (UE) 2024/1252)**, quali i circuiti stampati di scarto, i magneti permanenti contenenti elementi delle terre rare, la massa nera e le batterie che possono essere preparate per il riutilizzo”.

Ma le [soluzioni indicate](#) nell'ambito del progetto FutuRaM interessano ovviamente tutte le fasi lungo le quali sono state osservate perdite rilevanti. Ecco:

- La prima non poteva non essere che **umentare la raccolta conforme**: più RAEE nei canali ufficiali significa più materiali potenzialmente recuperabili;
- La seconda è **migliorare la separazione alla fonte e la qualità dei flussi**, evitando che le apparecchiature elettroniche finiscano mescolate in rifiuti metallici, plastici o nei rifiuti misti;
- La terza è **identificare e separare i componenti ricchi di materie prime critiche** prima che vengano triturati o dispersi;

- La quarta soluzione riguarda la fase a monte della filiera e il **design dei prodotti**: apparecchiature più facili da smontare, riparare e separare consentono di recuperare meglio i componenti strategici;
- La quinta riguarda i dati, affinché progressivamente si possa disporre di **dati armonizzati, granulari e confrontabili, raccolti secondo classificazioni comuni e liste standardizzate di prodotti/componenti**. Digital Product Passport, Battery Passport, report di composizione, Bill of Materials e classificazioni armonizzate possono rendere più visibile ciò che oggi si perde nella complessità dei flussi;
- La sesta proposta riguarda gli **impianti e le politiche industriali**: servono capacità europee di recupero, tecnologie più selettive, incentivi economici e una pianificazione capace di collegare raccolta, trattamento e domanda industriale di materie prime seconde.



## Dalle informazioni sul contenuto al riciclo

*La differenza tra potenzialmente riciclabile ed effettivamente disponibile per il riciclo è il cuore del progetto europeo FutuRaM, che ha misurato questo gap in termini di tonnellate di materie prime critiche perdute. Indicando anche le misure da mettere in campo per ridurre questo spreco*

di **Daniele Di Stefano**

Dentro un vecchio smartphone, una lavatrice fuori uso, un monitor dismesso o un pannello fotovoltaico arrivato a fine vita possono esserci **rame, alluminio, palladio, silicio, tungsteno, terre rare**. Tutti materiali cruciali per la transizione verde e digitale, esposti però in Europa a rischi di approvvigionamento e a forte dipendenza da fornitori esterni. E proprio questa dipendenza rende i rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche (RAEE) come quelli appena citati un bacino potenziale di queste preziose materie prime. Da lì potremmo approvvigionarci e rispondere ai bisogni della decarbonizzazione e dell'elettrificazione della società e dell'economia. Ma la domanda da porsi non è soltanto quanta materia prima critica (CRM nella sigla in inglese) contengano i RAEE. La domanda decisiva è piuttosto: **quanta di quella materia possiamo davvero recuperare?**

La differenza sembra tecnica, ma è politica, industriale e ambientale. Perché un materiale può essere presente in un rifiuto e, allo stesso tempo, essere quasi irraggiungibile: disperso in piccole quantità, incorporato in componenti miniaturizzati, miscelato ad altri materiali, perso in raccolte non conformi o avviato a trattamenti che recuperano solo le

frazioni più facili. Il [progetto europeo FutuRaM](#), finanziato dall'Unione Europea col programma Horizon Europe, prova a rendere esplicito e misurabile lo scarto tra contenuto e recuperabilità. Non basta sapere “quanto materiale c'è”: bisogna sapere **dove si trova, come è legato al prodotto e che cosa succede quando quel prodotto diventa rifiuto**.

Per questo, secondo **Pascal Leroy, direttore generale del WEEE Forum** che riunisce 49 organizzazioni di responsabilità dei produttori di RAEE in tutto il mondo, FutuRaM è “parte integrante di una più ampia strategia di sicurezza dell'approvvigionamento: ridurre la dipendenza da pochi fornitori extra-UE per i materiali essenziali alle transizioni verde, digitale e della difesa, e allineare la pianificazione delle risorse secondarie alla politica sulle materie prime primarie”.

## Obiettivo recuperabilità

Nei rifiuti elettrici ed elettronici - RAEE, o WEEE nella sigla inglese - le materie prime critiche ci sono, lo sappiamo. Ma questo non basta. Il punto decisivo è capire **dove** si trovano, **in quale specifica componente, in quale forma**, quanto sono disperse e se i sistemi di raccolta e trattamento sono in grado di intercettarle, separarle e avviarle a riciclo senza perderle.

“La sola presenza di un materiale nei RAEE non implica la sua effettiva recuperabilità. La recuperabilità dipende da diversi fattori abilitanti o, viceversa, barriere: design del prodotto, concentrazione e distribuzione dei materiali, tecnologie di riciclo disponibili, fattibilità economica e sistemi di raccolta e pre-trattamento” racconta a [EconomiaCircolare.com](#) **Giulia Iattoni, assistente responsabile di programma presso lo United Nations Institute for Training and Research (UNITAR)**. “Alcuni materiali presentano oggi livelli di recupero già elevati grazie a proprietà favorevoli e tecnologie consolidate. Altri rappresentano flussi con crescente interesse strategico e potenziale di recupero, legato all'evoluzione e alla diffusione sul mercato di prodotti che li contengono e ai processi di trattamento esistenti. Al contrario, alcuni materiali restano oggi difficilmente recuperabili a causa della loro dispersione nei prodotti e dei limiti tecnologici attuali, e vengono recuperati solo in quantità limitate o tramite processi ancora in fase di sviluppo”.

Il progetto FutuRaM sposta l'attenzione dal semplice “contenuto” alla “recuperabilità”. Come sintetizza uno dei documenti prodotti per il progetto (“[D3.1 Extended Waste Stream Composition Assessment to Enable Secondary Raw Material Assessment](#)”), **dati dettagliati sulla composizione** sono essenziali per capire quali materie prime critiche e strategiche sono presenti nei flussi di rifiuti, dove si trovano, ad esempio in quali componenti o materiali, e come possono essere recuperate”.

## Una miniera urbana “disordinata”

Il report [2050 Critical Raw Materials Outlook](#) fornisce dati illuminanti a questo riguardo. Nel 2022, nell'area UE27+4 (Unione europea, Regno Unito, Islanda, Norvegia e Svizzera), sono stati generati **10,7 milioni di tonnellate di RAEE: 20 kg per abitante**. Dentro questi rifiuti era contenuto circa **1 milione di tonnellate** di 29 di quelle che l'UE [ha ribattezzato](#)

**materie prime critiche:** “Materie prime di grande importanza per l’economia dell’UE e caratterizzate da un elevato rischio legato alla loro fornitura”. Il report cita esempi molto concreti: **rame nei cavi, alluminio negli involucri, terre rare nei magneti, metalli del gruppo del platino nelle schede elettroniche e nei display.** Abbiamo imparato a considerare i RAEE come una “miniera urbana”: ma è essenziale non dimenticare che si tratta di una “miniera urbana disordinata”, fatta di oggetti diversi, componenti incollati, saldati, miniaturizzati o difficili da raggiungere.

La differenza tra contenuto e recuperabilità emerge con una domanda semplice: se in un vecchio laptop o in uno schermo ci sono rame, palladio o terre rare, questi materiali sono automaticamente e facilmente recuperabili? Niente affatto.

## Un approccio gerarchico

La recuperabilità delle materie prime critiche dipende da vari fattori, di cui peraltro sarebbe saggio tenere conto nella fase di design dei prodotti. **Dipende dalla loro posizione**, innanzitutto. Un materiale presente in un cavo facilmente separabile non ha lo stesso destino di un elemento disperso in piccolissime quantità dentro una scheda, un magnete, un display o un componente composito. Per questo FutuRaM usa un approccio che **procede seguendo una struttura gerarchica**: prodotto, componente, materiale, elemento. Non si limita cioè a registrare che in un RAEE c’è una certa quantità di rame, alluminio, terre rare ma cerca di ricostruire dove quei materiali si trovano all’interno del prodotto, passando via via da un livello sovraordinato ad uno subordinato.

Nell’approccio impiegato nel progetto ogni elemento (il neodimio, ad esempio) è associato a un materiale (magnete permanente), ogni materiale a un componente (hard disk) e ogni componente a un prodotto (laptop). Il documento specifica anche che il dataset di

“

*La recuperabilità delle materie prime critiche dipende da vari fattori, di cui peraltro sarebbe saggio tenere conto nella fase di design dei prodotti.*

apparecchiature elettriche ed elettroniche/RAEE realizzato per il progetto copre **80 componenti, 23 materiali e 64 elementi**, proprio per mapparne in modo granulare la composizione.

Questo approccio gerarchico può essere risolutivo perché i **RAEE sono oggetti complessi e multi-materiale**. Il riciclo non consiste nel “fondere tutto” e ottenere automaticamente materie prime seconde di qualità. Prima bisogna “liberare” i materia-

li: smontare, separare, tritare, selezionare. E ogni passaggio può generare perdite. Il documento “[Extended Waste Stream Composition Assessment](#)” spiega che le possibilità e i limiti del riciclo sono “**fortemente influenzati dalla performance dei processi di liberazione e separazione**”. Per aggiungere che questi processi sono spesso “solo parzialmente riusciti”: lasciando materiali preziosi fissati o mescolati tra loro a causa di connessioni stabilite nella fase progettuale.

## Recoverability o recovery? I dati

È qui che “recoverability” (recuperabilità) e “recovery” (recupero) [si allontanano](#): “Mentre recupero e riciclo misurano l’efficienza nell’ottenere un costituente o un materiale dopo il trattamento, la recuperabilità riguarda il potenziale di recuperare quel costituente o materiale in primo luogo”. **Il recupero misura l’efficienza del processo**, misura il risultato finale effettivamente ottenuto, mentre la recuperabilità si ferma prima, al potenziale di riciclo, valuta se un materiale può essere recuperato, con quali tecnologie, con quali costi, con quali ostacoli normativi e ambientali.

Questa che può apparire una questione puramente terminologica si traduce invece in risultati a tratti impressionanti.

Guardando al 2022, dei **10,7 milioni di tonnellate di RAEE generati** (UE+4), solo **5,7 milioni di tonnellate**, cioè il **54%**, sono state raccolte e trattate in modo appropriato. Da questi flussi sono state recuperate circa **0,4 milioni di tonnellate di materie prime critiche**: tra queste, 208 kt (migliaia di tonnellate) di alluminio, 162 kt di rame, 12 kt di silicio, 1 kt di tungsteno e 2 tonnellate di palladio. Ma anche dentro il flusso di una gestione corretta ci sono delle perdite: circa **100 mila tonnellate di CRM** non sono state recuperate, in particolare terre rare come neodimio, disprosio, ittrio ed europio, presenti in magneti, polveri fluorescenti ed elettronica.

La perdita più grande, però, avviene prima ancora del trattamento: nella raccolta. Il **46% dei RAEE**, circa **5 milioni di tonnellate**, nel 2022 non è entrata in circuiti di raccolta e trattamento corretti. Una parte è finita in recuperi non conformi, dove possono essere recuperati solo materiali più facili come ferro o acciaio, spesso con standard inferiori; **0,7 milioni di tonnellate** sono finiti nei rifiuti indifferenziati, e quindi in discarica o incenerimento; **0,4 milioni** sono esportati per riuso; il resto è “non documentato”, probabilmente esportato illegalmente o trattato in canali informali.

Qui la materia critica non manca: manca il sistema che la intercetti.

## Tecnica ed economia del riciclo

Per capirci, **rame** e **alluminio** vengono già recuperati su scala significativa, anche perché presenti in componenti o frazioni più riconoscibili, come cavi, involucri, telai. Ma persino per materiali come questi non tutto è semplice: i cavi interni o i componenti molto piccoli possono essere difficili da gestire. Alcuni materiali critici sono invece presenti in quantità piccole, disperse o inglobate in componenti difficili da separare. È il caso delle **terre rare nei magneti permanenti**, delle polveri fluorescenti o di alcuni **metalli preziosi nelle schede elettroniche** e nei display.

“Le materie prime critiche con basse percentuali in massa o bassi tenori nei prodotti e nei flussi di rifiuti, con quantità o tonnellaggi ridotti e un elevato tasso di dispersione – [si legge](#) – hanno generalmente mostrato una minore recuperabilità”. In questi casi il riciclo è davvero **una sfida: tecnica ma anche economica**: se il materiale è poco concentrato, se i flussi sono piccoli o variabili, se non esiste un mercato stabile o un obbligo specifico di recupero previsto per legge, l’operazione di recupero può non essere conveniente.

## Il paradosso del palladio

Un caso esemplare può essere quello del palladio. Nei RAEE il Pd, questo il simbolo nella tavola degli elementi, si trova soprattutto in schede elettroniche, hard disk, display LCD e plasma. Secondo le stime FutuRaM relative al 2022, circa 2 tonnellate di palladio sono state recuperate, mentre 4 tonnellate (il doppio) sono state perse in fase di raccolta e 3 addirittura durante la fase di trattamento e recupero. **Solo poco più di un quinto risulta quindi teoricamente disponibile per il recupero.** Assistiamo dunque ad un paradosso: la gran parte di questo materiale di alto valore viene persa perché non entra nel flusso giusto o non viene separato nel modo corretto.

Le stime per il futuro prevedono miglioramenti, ma non così risolutivi. Nel 2050, a fronte di 6-12 tonnellate annue di palladio stimate nei RAEE (a seconda dello scenario), la quota teoricamente disponibile per il recupero è stimata tra 2 e 9 tonnellate

Spiega ad esempio [uno dei report](#) del progetto: “La possibilità di **recuperare platino, palladio e rodio dai catalizzatori presenti nei veicoli fuori uso** è ormai consolidata, grazie al loro elevato valore economico e alla loro presenza concentrata nei catalizzatori. Tuttavia, le fluttuazioni dei prezzi dei metalli preziosi e la necessità di tecnologie efficienti di smantellamento e trattamento rimangono fattori importanti che influenzano l'efficienza del recupero”.

## Le stime al 2050

Nel complesso, i modelli previsionali al 2050 impiegati nel progetto europeo confermano che non basterà aumentare i volumi raccolti: bisognerà migliorare il sistema nel suo insieme. Secondo FutuRaM, la quantità di RAEE nell'area UE27+4 potrebbe passare da **10,7 Mt nel 2022** a una forchetta tra **12,5 e 19 Mt**. Le materie prime critiche contenute nei RAEE potrebbero salire a **1,2-1,9 Mt**. La quota disponibile per il recupero potrebbe arrivare a **0,9-1,5 Mt**, ma resterebbero perdite importanti: tra 200.000 e 800.000 tonnellate nella raccolta e tra 100 e 200 mila nel recupero. Quindi, anche nello scenario migliore, la miniera urbana non si svuota da sola: i rifiuti che la contengono vanno ri-progettati, raccolti, smontati e trattati in modo corretto.

Come spiega ancora **Iattoni**, “gli scenari futuri sviluppati in FutuRaM non sono previsioni, ma rappresentano possibili evoluzioni fino al 2050 in funzione di cambiamenti nei sistemi di raccolta, nelle tecnologie di riciclo e nelle dinamiche di mercato, permettendo di valutare come tali condizioni influenzino disponibilità e recupero di materie prime critiche dai RAEE e il raggiungimento dei target”.

Perché queste stime sono importanti? Secondo il direttore generale del WEEE Forum Pascal Leroy consentiranno di “**fissare obiettivi realistici ma ambiziosi** in materia di recupero, progettazione ecocompatibile, raccolta e riciclaggio dei CRM nell'attuazione del CRMA (ad esempio, gli articoli sul recupero dai rifiuti di estrazione e dai prodotti contenenti CRM) e nella revisione della legislazione sui rifiuti e sui prodotti (RAEE, batterie, veicoli fuori uso, edilizia)”. E di “**dare priorità ai flussi di rifiuti e alle tecnologie con il più alto potenziale di recupero dei CRM** nell'assegnazione dei finanziamenti UE, nella designazione dei progetti strategici nell'ambito del CRMA o nella definizione delle misure di sostegno dell'Industrial Accelerator Act (IAA) per i materiali a basse emissioni di carbonio di origine UE”.

## Un ventaglio di interventi necessari

La soluzione indicata dai documenti non è - e non potrebbe essere - una sola, ma una catena di interventi.

Eccone i passi elencati di seguito:

**Aumentare la raccolta conforme**, perché ciò che non entra nel sistema formale di raccolta e trattamento difficilmente potrà diventare materia prima seconda. Anche **nuove tecnologie di selezione** (come LIBS, spettroscopia di plasma indotto da laser, o XRF – fluorescenza a raggi X, strumenti utili per distinguere composizioni, materiali e leghe) possono aiutare, ma non sostituiscono la buona raccolta, la separazione alla fonte e la progettazione per il disassemblaggio;

**Identificare prodotti e componenti ricchi di materie prime critiche**, per indirizzarli verso trattamenti mirati;

**Progettare prodotti più facili da smontare**, perché l'ecodesign finalizzato anche alla separazione evita che materiali preziosi finiscano dispersi in flussi misti o nella triturazione indifferenziata. Anche l'**etichettatura** sarà importante: per sapere, magari grazie al **passaporto digitale del prodotto**, quali e quante materie prime ci sono nei rifiuti e dove sono localizzate (e magari come separarle dal resto delle componenti);

“

*Anche l'etichettatura sarà importante: per sapere, magari grazie al passaporto digitale del prodotto, quali e quante materie prime ci sono nei rifiuti e dove sono localizzate.*

zioni indirizzare verso recuperi mirati. Serviranno dati di composizione armonizzati e sufficientemente granulari rispetto alla separabilità delle parti contenenti materie prime critiche. E per veicarli serviranno strumenti come il passaporto digitale di prodotto.

**Creare condizioni economiche e normative** che rendano conveniente il recupero delle CRM, anche quando sono presenti in piccole quantità o in componenti difficili da separare;

**Potenziare le infrastrutture dati.** Anche i dati, infatti, sono un'infrastruttura del riciclo. Se produttori, sistemi collettivi, impianti e autorità non usano classificazioni e linguaggi compatibili su prodotti, componenti, materiali e codici, sarà difficile sapere dove intervenire e quali fra-



## 2050: la transizione passa anche per il fine vita dei RAEE

*L'obiettivo della decarbonizzazione e della transizione energetica porterà con sé una montagna di rifiuti elettrici ed elettronici. Il progetto europeo FutuRaM ci fornisce alcuni degli strumenti concettuali necessari affinché questa crescita non resti solo un problema di gestione*

di **Alessandro Coltré**

Quando si discute di transizione energetica siamo soliti parlare di CO<sub>2</sub>, elettrificazione, pannelli fotovoltaici, elettrolizzatori, stoccaggio di energia. Ma c'è, spesso, un grande assente, un invitato di pietra dal ruolo non secondario, come ci ricorda il progetto europeo [FutuRaM](#). La transizione energetica non riguarda solo produzione, consumo e riduzione delle emissioni, ma chiama in causa – soprattutto in Europa e in Italia – la **gestione dei rifiuti elettrici ed elettronici (RAEE)**. L'Europa è un grande mercato per tutta una serie di prodotti che contengono materie prime critiche (CRM) essenziali per l'elettronica, la mobilità elettrica, il fotovoltaico e altre tecnologie strategiche.

### Rifiuti e materie prime

Le [analisi](#) prodotte per il progetto europeo FutuRaM forniscono dati utilissimi per comprendere il presente e il futuro della sfida che vede l'Europa impegnata a trasformare – effettivamente e oltre la retorica – questi rifiuti in flussi di materiali abilitanti la transizione energetica.

Qualche numero. [Come abbiamo raccontato](#) nel 2022, nell'area EU27+4 (Unione europea, Islanda, Norvegia, Svizzera e Regno Unito) sono stati generati **10,7 milioni di tonnellate di RAEE** che contenevano circa **1 milione di tonnellate di materie prime critiche (MPC)**: rame nei cavi e induttori, alluminio negli involucri, terre rare nei magneti permanenti e nelle polveri fluorescenti, metalli del gruppo del platino nelle schede elettroniche e nei display, silicio nei pannelli fotovoltaici, tungsteno e vanadio in componenti speciali. Ma a causa di diversi fattori – limiti legati alla raccolta, alla maturità delle tecnologie di riciclo, al design delle apparecchiature, alle informazioni su presenza, distribuzione, concentrazione delle MPC – solo 400 mila **tonnellate di materie prime critiche** sono state rese disponibili per il riciclo. Anche questo recupero così parziale contribuisce alla dipendenza italiana ed europea dall'estero, non di dato paesi problematici dal punto di vista geopolitico, anche se la crisi di Hormuz ci insegna che forse nel nuovo scenario mondiale non esistono paesi non problematici.

Le analisi di FutuRaM ci portano al 2050. Ci spiega **Giulia Iattoni, assistente responsabile di programma presso lo United Nations Institute for Training and Research (UNITAR)**: “Gli scenari futuri sviluppati in FutuRaM non sono previsioni, ma rappresentano possibili evoluzioni fino al 2050 in funzione di cambiamenti nei sistemi di raccolta, nelle tecnologie di riciclo e nelle dinamiche di mercato, permettendo di valutare come tali condizioni influenzino disponibilità e recupero di materie prime critiche dai RAEE e il raggiungimento dei target”.

## I tre scenari di FutuRaM

Per il 2050, FutuRaM ha definito **tre scenari principali**:

- **Business-as-Usual (BAU)**: proiezione delle tendenze attuali. I RAEE generati arrivano a 19 Mt, con forte crescita dei prodotti elettronici e pannelli fotovoltaici. Il recupero delle CRM resta limitato alle capacità tecnologiche attuali.
- **Recovery (REC)**: integra tecnologie avanzate di riciclo e raccolta più efficiente. La quantità di RAEE generati è simile allo scenario BAU, ma aumenta la frazione di CRM recuperabili, grazie a smontaggio e selezione più mirati.
- **Circularity (CIR)**: promuove durata estesa dei prodotti, riuso e riparazione, riducendo la generazione totale di RAEE a 12,5 Mt. La frazione recuperata aumenta perché i flussi sono di qualità superiore e più tracciabili, sebbene il volume complessivo di rifiuti sia minore.

Sintetizzando, possiamo dire che secondo le stime di FutuRaM la quantità di RAEE nell'area UE27+4 potrebbe passare da **10,7 Mt nel 2022** a una forchetta tra **12,5 e 19 Mt**. Le materie prime critiche contenute nei RAEE potrebbero salire a **1,2-1,9 Mt**. La quota disponibile per il recupero potrebbe arrivare a **0,9-1,5 Mt**, ma resterebbero perdite importanti: tra 200.000 e 800.000 tonnellate nella raccolta e tra 100 e 200 mila nel recupero. Quindi, anche nello scenario migliore, la miniera urbana non si svuota da sola: i rifiuti che la contengono vanno ri-progettati, raccolti, smontati e trattati in modo corretto.

## Gerarchia e transfer coefficients

Per delineare questi diversi futuri possibili, gli analisti hanno messo a punto una metodologia che combina modelli stock-and-flow con dati POM (placed-on-market) per stimare RAEE e CRM fino al 2050. Il modello segue i materiali lungo la gerarchia che va dal macro al micro (prodotto–componente–materiale–elemento).

Un elemento importante del metodo FutuRaM sono i **transfer coefficients** (coefficienti di trasferimento): parametri che stimano, per ciascun materiale o componente nei RAEE o altri rifiuti, la frazione che viene **trattenuta, recuperata o persa** in ogni fase della filiera (raccolta, smontaggio, triturazione, separazione, recupero). Permettono di tradurre la **composizione dei prodotti** in una stima della **recuperabilità teorica delle materie prime critiche**. E possono essere utilizzati per modellare scenari futuri e calcolare il **mass balance** dei flussi di materiali fino al 2050.

Quello che è evidente è che **la transizione energetica porta con sé nuovi flussi di rifiuti che andranno ad alimentare una miniera urbana di materiali strategici**: ma se non vogliamo che questa montagna di rifiuti sia solo un problema e diventi invece (anche) un’occasione di natura industriale e di autonomia strategica dovremo mettere in campo **pianificazione, tecnologie avanzate, un’adeguata raccolta conforme, identificazione dei componenti e dati granulari** per monitorare quantità, qualità e accessibilità dei materiali.

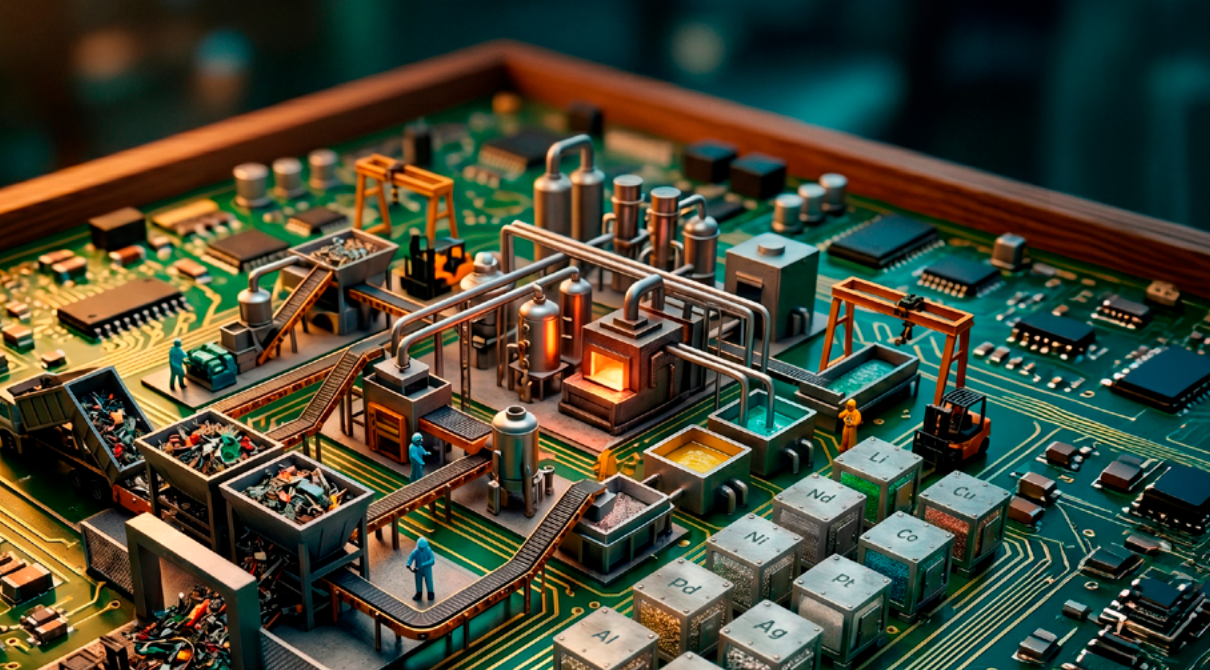
Per questo, secondo **Pascal Leroy, direttore generale del WEEE Forum** che riunisce 49 organizzazioni di responsabilità dei produttori di RAEE in tutto il mondo, FutuRaM è “parte integrante di una più ampia strategia di sicurezza dell’approvvigionamento: ridurre la dipendenza da pochi fornitori extra-UE per i materiali essenziali alle transizioni verde, digitale e della difesa, e allineare la pianificazione delle risorse secondarie alla politica sulle materie prime primarie”.

## Quanto si riciclerà nel 2050

		2022	2050
	<b>Rame</b>	<b>162</b> kt*/anno	<b>307-533</b> kt*/anno
	<b>Alluminio</b>	<b>208</b> kt*/anno	<b>506-806</b> kt*/anno
	<b>Silicio</b>	<b>12</b> kt*/anno	<b>17-28</b> kt*/anno
	<b>Tungsteno</b>	<b>1</b> kt*/anno	<b>1-3</b> kt*/anno
	<b>Palladio</b>	<b>2</b> t/anno	<b>2-9</b> t/anno

\* Kt= 1.000 tonnellate

Dati EU27+4 (Unione europea, Islanda, Norvegia, Svizzera, Regno Unito)  
Fonte e stime: FutuRaM - 2050 Critical Raw Materials Outlook



# Dalle miniere urbane alla strategia industriale

*La dipendenza dalle materie prime critiche non si riduce solo con miniere, accordi commerciali, autorizzazioni accelerate, ma anche costruendo una capacità pubblica e industriale di leggere la “miniera urbana” europea come infrastruttura strategica*

di **Raffaele Lupoli**

La nuova fase della strategia europea sulle materie prime critiche ha assunto una consapevolezza importante: è necessario sapere **quante materia prime ci sono** nelle apparecchiature elettriche ed elettroniche, ma è altrettanto necessario sapere **dove sono, in quali componenti, con quale grado di recuperabilità, in quale anno diventeranno disponibili e con quali tecnologie** potranno rientrare nell'economia. È qui che un progetto apparentemente tecnico come **FutuRaM** sostenuto dall'Unione Europea incrocia il cuore della politica industriale del Vecchio Continente. Perché la dipendenza dalle materie prime critiche non si riduce solo aprendo miniere, firmando accordi commerciali o accelerando autorizzazioni. Si riduce anche costruendo una capacità pubblica e industriale di leggere la **“miniera urbana” europea come infrastruttura strategica**.

Il **Critical Raw Materials Act (CRMA)** stabilisce target ambiziosi al 2030 in termini di estrazione, trattamento, riciclo e riduzione della dipendenza, ma il vero obiettivo da raggiungere è quello di tradurre quei target in politiche linee guida operative, impianti, dati condivisi e interoperabili, autorizzazioni celeri, mercati secondari, capacità di recupero e costruzione di filiere in grado di tenere entro i confini europei trattamento e trasformazione in prodotti.

**[LEGGI IL DOSSIER COMPLETO SUL PROGETTO FUTURAM](#)**

## La nuova geografia della sicurezza industriale

Com'è noto, le materie prime critiche sono indispensabili per rinnovabili, accumulo, digitale, aerospazio e difesa. In questo quadro, la Commissione [segnala](#) che la domanda europea di **terre rare** potrebbe crescere di sei volte entro il 2030 e sette volte entro il 2050, mentre quella di **litio** potrebbe aumentare di dodici volte entro il 2030 e ventuno volte entro il 2050. Il problema europeo però non è semplicemente la dipendenza dall'importazione di queste materie prime. La vera vulnerabilità sta nel fatto che alcune fasi decisive della catena del valore come **raffinazione, separazione, produzione di magneti, componentistica** sono concentrate fuori dal territorio dell'Unione. Il rischio, allora, è che l'Europa finanzia la decarbonizzazione e la cosiddetta "doppia transizione" senza possedere abbastanza leve industriali per governarla: per questo è di fondamentale importanza mettere in campo una politica delle materie prime che combini autonomia strategica, sicurezza economica, sostenibilità e politica industriale.

Il CRMA interviene su più piani: liste di materie prime critiche e strategiche, progetti strategici, autorizzazioni più rapide, stress test, monitoraggio delle catene di fornitura, programmi nazionali di esplorazione, recupero da rifiuti e scarti estrattivi, requisiti su magneti permanenti e maggiore circolarità. Per i progetti selezionati come "Strategic Projects", il regolamento prevede anche supporto all'accesso alla finanza e tempi autorizzativi più brevi: 27 mesi per i permessi di estrazione e 15 mesi per trasformazione e riciclo. È una trasformazione profonda del ruolo pubblico. Si cerca così di **orientare direttamente l'architettura delle filiere**, ma proprio qui emerge il primo collo di bottiglia. Senza dati affidabili sulle risorse secondarie disponibili, sulle perdite lungo la filiera e sui componenti prioritari, la **politica europea rischia di muoversi tra obiettivi ambiziosi e capacità operative insufficienti**.

## La miniera urbana come infrastruttura di conoscenza

Il primo banco di prova è arrivato nel 2025, con la selezione dei progetti strategici. La Commissione ha approvato quelli localizzati nell'UE il 25 marzo 2025 e quelli fuori dall'UE il 4 giugno 2025: riguardano l'estrazione, la trasformazione, il riciclo e la sostituzione di 14 materie prime strategiche. I **47 progetti localizzati nell'Unione Europea** sono pensati per rafforzare le capacità domestiche sulle materie prime strategiche, mentre i primi **13 progetti individuati fuori dall'UE** sono volti a diversificare le fonti di approvvigionamento. Una forte spinta a ridurre le dipendenze più rischiose, costruire capacità in segmenti oggi deboli e usare il mercato unico come leva per sostenere progetti lungo l'intera catena del valore. Una spinta che necessita di tempi celeri ma si scontra con la necessità di avviare l'esplorazione di nuovi impianti estrattivi, di autorizzare impianti di recupero, trattamento e trasformazione, di reperire capitale, competenze e tecnologie, nonché di tenere nel dovuto conto il coinvolgimento delle comunità e l'accettabilità sociale delle

infrastrutture proposte. La **Corte dei conti europea**, nel suo [Special Report](#) su materie prime critiche e transizione energetica, ha avvertito che le misure per diversificare le importazioni, aumentare la produzione domestica e migliorare la gestione delle risorse non stanno ancora producendo risultati sufficienti per mettere in sicurezza il processo. Per questo le **miniere urbane diventano un terreno decisivo**, dal momento che possono ridurre la pressione sui mercati globali, abbassare la vulnerabilità e **creare filiere europee meno esposte agli shock geopolitici in tempi probabilmente meno lunghi rispetto all'approvvigionamento primario**.

Il [progetto FutuRaM](#) si colloca esattamente in questa zona grigia tra conoscenza, statistica e politica industriale, sviluppando una base di conoscenza sulle materie prime secondarie, con particolare attenzione a quelle critiche, producendo utilissima dataset, ma soprattutto orientando **l'attenzione sulla conoscenza specifica dei flussi, delle componenti in cui sono contenute, della loro recuperabilità**. Queste informazioni consentono a loro volta di rivolgere l'attenzione alla catena tecnica ed economica che serve per valorizzare davvero le miniere urbane. Una scheda elettronica, un magnete permanente, un motore elettrico, una batteria o un pannello fotovoltaico non sono equivalenti dal punto di vista del recupero. Cambiano la concentrazione dei materiali, la dissipazione, la possibilità di smontaggio, la tecnologia disponibile, il valore economico della frazione recuperata, la normativa applicabile e la presenza di un mercato. Qui il collegamento con il Critical Raw Materials Act diventa diretto. Se l'Europa vuole arrivare al 25% di capacità di riciclo rispetto al consumo annuo di materie prime strategiche, deve **sapere quali flussi possono contribuire realmente a quell'obiettivo**.

## Dalla diplomazia delle materie prime alla domanda aggregata

Su questa linea d'azione si colloca la costruzione, da parte dell'Unione Europea, di strumenti di mercato comuni. Il **Raw Materials Mechanism**, inserito nella EU Energy and Raw Materials Platform, è stato lanciato a novembre 2025 con lo scopo di connettere domanda industriale, fornitori globali, istituzioni finanziarie e soluzioni di stoccaggio. La Commissione [lo descrive](#) come uno strumento per aggregare domanda, favorire acquisti congiunti, sviluppare progetti strategici e mettere in contatto off-taker (i produttori che si impegnano a fornire un bene a un certo prezzo per un determinato periodo) e investitori.

Oltre a promuovere partenariati o a finanziare singoli progetti, l'Europa prova dunque a costruire una **capacità collettiva di acquisto e coordinamento della domanda**, per sostenere le imprese che, da sole, non hanno abbastanza forza contrattuale, orizzonte temporale o strumenti finanziari per sostenere progetti alternativi alle catene dominate da grandi player extraeuropei.

Ma anche qui la dimensione secondaria è decisiva. Se la piattaforma servirà solo a comprare meglio materie prime primarie, resterà uno strumento di diversificazione. Se invece saprà includere materie prime secondarie, accordi di off-take per materiali recuperati, stock strategici e dati sugli hotspot di rifiuti, potrà diventare un pezzo di politica circolare industriale. FutuRaM offre il supporto informativo per questo salto: la [Urban Mine Platform](#) è pensata

per integrare dataset utili a identificare hotspot materiali e supportare politiche coerenti di recupero di materie prime critiche e strategiche.

## Clean Industrial Deal e Industrial Accelerator Act

La strategia sulle materie prime critiche non procede isolata. Il Clean Industrial Deal, presentato dalla Commissione il 26 febbraio 2025, nasce per **trasformare la decarbonizzazione in motore di crescita industriale**, con attenzione alle industrie energivore - acciaio, metalli, chimica - e al cleantech. In questo quadro la circolarità è esplicitamente indicata come strumento per ridurre sprechi, allungare la vita dei materiali e diminuire le dipendenze da fornitori extra-UE di materie prime. Il successivo **Industrial Accelerator Act**, proposto dalla Commissione il 4 marzo 2026, spinge ancora più avanti questa logica. Le nuove misure riguardano settori strategici come acciaio, cemento, alluminio, automotive e tecnologie net-zero, con la possibilità di estensione ad altri comparti energivori. L'obiettivo è accelerare capacità industriale e decarbonizzazione, anche attraverso procedure autorizzative digitali e più rapide.

Il nesso con le materie prime critiche è più profondo di quanto appaia a prima vista. Se l'Europa vuole rilanciare manifattura pulita, batterie, veicoli elettrici, rinnovabili, elettrolizzatori, semiconduttori, difesa e data center, dovrà **governare contemporaneamente tre mercati: energia, tecnologia e materiali**. In questo senso il Clean Industrial Deal e il CRMA sono due aspetti della stessa politica: il primo prova a creare domanda e capacità industriale, il secondo prova a mettere in sicurezza gli input materiali di quella capacità.

Il rischio, però, è che la domanda pubblica o incentivata si concentri sul contenuto "Made in Europe" senza una sufficiente infrastruttura europea di materiali secondari. Premiare prodotti europei realizzati con materiali critici importati da filiere fragili o concentrate, non renderebbe davvero resiliente l'economia UE. La politica industriale europea dovrà quindi **evitare una separazione artificiale tra manifattura e riciclo**, tra prodotto finale e materia prima, tra appalti verdi e capacità di recupero.

## RESourceEU, tra sicurezza economica e circolarità

Un ruolo di rilievo nel quadro europeo delle iniziative pensate per accelerare la possibilità di costruire un mercato e una filiera europea delle materie prime critiche ce l'ha anche RE-SourceEU, il piano d'azione adottato dalla Commissione nel dicembre 2025 come **applicazione alle materie prime della logica di REPowerEU: ridurre dipendenze profonde attraverso diversificazione, strumenti finanziari, coordinamento pubblico-privato e capacità operative comuni**. RESourceEU introduce o rafforza strumenti come un European Critical Raw Materials Centre, un approccio coordinato agli stock, un meccanismo di acquisto congiunto attraverso la Raw Materials Platform e misure per rafforzare il mercato secondario, in particolare per magneti permanenti e materiali critici collegati a settori industriali strategici.

L'Europa ha cominciato a costruire il quadro: CRMA, Strategic Projects, Raw Materials Mechanism, RESourceEU, Clean Industrial Deal, Industrial Accelerator Act. Ora deve evitare che questi strumenti procedano in parallelo senza integrarsi. La riduzione della dipendenza non sarà il risultato di un singolo regolamento, ma della **capacità di connettere politica industriale, circolarità e conoscenza materiale**. È questo il punto in cui FutuRaM si innesta nelle policy europee mettendo in campo le condizioni informative affinché l'autonomia strategica non resti uno slogan e la nuova politica industriale europea non resti vittima dei materiali che dovrebbe imparare a governare.



# Autonomia strategica italiana? Siamo al fischio d'inizio

*L'Italia è ancora lontana dal chiudere la filiera dei rifiuti elettrici ed elettronici e delle materie preziose che contengono. E il valore maggiore è proprio nelle fasi a valle che mancano al nostro Paese e più in generale all'Europa*

di **Raffaele Lupoli**

Per l'Italia la partita delle materie prime critiche è praticamente al fischio d'inizio. I timidi segnali di miglioramento della raccolta non sono sufficienti ad avvicinare il nostro Paese al target europeo: stando ai dati del Rapporto Gestione RAEE 2024 elaborato dal Centro di Coordinamento RAEE (CdC RAEE) per monitorare i RAEE domestici e professionali avviati a riciclo e trattati negli impianti, siamo al **29,64% a fronte di un target UE del 65%**, in vigore dal 2019. Ma non è purtroppo soltanto questo il nodo critico del sistema. **Giorgio Arienti, direttore generale di Erion WEEE**, spiega a EconomiaCircolare.com che “ancora oggi mancano dati completi e standardizzati, infrastrutture di riciclo avanzate e processi industriali integrati, e questo fa sì che gran parte dei materiali critici presenti nei RAEE venga esportata o persa, con conseguente perdita economica e tecnologica”.

La partita dunque inizia dai nostri cassettei pieni di cavi, elettrodomestici e device da conferire correttamente, ma deve necessariamente proseguire **allargando lo sguardo oltre la raccolta**, che pure va decisamente potenziata, ma che deve trovare come sbocco un sistema in grado di costruire filiere nazionali capaci di trattenere valore.

## Una filiera industriale tutta da costruire

Fortunatamente aumenta – per ora nella società civile più che nell’azione politica – la consapevolezza che i RAEE non sono più soltanto un flusso di rifiuti da gestire correttamente, ma **una componente della politica industriale**. Una politica tutta da costruire

“

*Fortunatamente aumenta – per ora nella società civile più che nell’azione politica – la consapevolezza che i RAEE non sono più soltanto un flusso di rifiuti da gestire correttamente, ma una componente della politica industriale.*

e da fondare su una programmazione basata su dati e proiezioni, come prova a fare **FutuRaM, il progetto Horizon Europe** dedicato alla disponibilità futura di materie prime seconde. Anche perché non tutte le materie prime critiche si comportano allo stesso modo. Alluminio e rame, presenti in masse più elevate e in frazioni più consolidate, sono già recuperati su scala significativa. Elementi come neodimio, disprosio, palladio o tungsteno richiedono invece identificazione dei componenti, smontaggio selettivo, tecnologie dedicate, mercati di sbocco e volumi stabili. Le

proiezioni di crescita dei RAEE, in particolare dei pannelli fotovoltaici ma non solo, rende ancora più **necessaria una strategia coordinata a livello europeo** per individuare Paese per Paese e dunque anche in Italia, quali soni i flussi da trattare e auspicabilmente reimmettere nel sistema produttivo dentro i confini europei.

Dire “riciclo” dunque non basta. Bisogna entrare fin dentro la singola apparecchiatura elettrica ed elettronica diventata rifiuto per conoscerne nel dettaglio il potenziale e, dall’altro lato, avere abbastanza materiali da rendere sostenibile la creazione di impianti in grado di trattarli e individuare le industrie interessate a utilizzarli.

## Senza flussi stabili il sistema non parte

Il **presidente del CdC RAEE, Giuliano Maddalena**, introducendo il Rapporto annuale 2025, evidenzia che il sistema è consolidato, ma le differenze territoriali “lasciano l’Italia lontana dagli obiettivi europei di intercettazione”. In effetti i numeri della raccolta dei RAEE domestici raccontano, come spesso accade, di velocità molto diverse: il Nord arriva a 192.952 tonnellate e 7,02 chilogrammi per abitante (kg/ab), il Centro a 85.854 tonnellate e 6,61 kg/ab, mentre il Sud si ferma a 88.085 tonnellate e 4,76 kg/ab. La Campania, con 2,95 kg/ab, resta il fanalino di coda nazionale.

Incrementare la raccolta significa rendere più stabili i flussi. E senza flussi stabili si riduce la possibilità di dar vita a impianti avanzati. Arienti chiarisce che oggi molti impianti italiani si limitano a separare componenti ricchi di valore, come schede

elettroniche e circuiti stampati, che vengono poi **esportati verso Paesi dotati di tecnologie più avanzate**. L'Italia dunque è ancora molto lontana dal chiudere la filiera. E il valore maggiore è proprio nelle fasi a valle che mancano al nostro Paese e più in generale all'Europa: raffinazione, separazione fine, recupero di elementi presenti in piccole quantità, produzione di materiali e componenti per nuove filiere industriali.

## Cosa serve per trattenere valore nel Paese

Per gli addetti ai lavori è ormai **paradigmatico il caso del neodimio**, elemento fondamentale per realizzare i magneti permanenti presenti ad esempio negli smartphone, nelle turbine eoliche, nei motori dei veicoli ibridi ed elettrici, nei dischi fissi dei computer. Se un'azienda italiana lo recupera dai RAEE, dovrà esportarlo per farlo lavorare e il componente che lo contiene dovrà essere

poi acquistato da aziende quasi sempre extraeuropee.

“

*Creare domanda industriale per le materie recuperate è un'urgenza che il nostro Paese deve affrontare in coordinamento con gli altri Paesi europei.*

Creare domanda industriale per le materie recuperate è un'urgenza che il nostro Paese deve affrontare **in coordinamento con gli altri Paesi europei**. Intanto, senza accordi di filiera, contratti di lungo periodo, standard tecnici e sbocchi manifatturieri, la materia prima seconda continua ad essere una risorsa contabilizzata ma non valorizzata.

Le barriere indicate dal progetto europeo FutuRaM rappresentano bene la situazione italiana: mancano infrastrutture di riciclo per flussi emergenti come batterie agli ioni di litio, veicoli elettrici, magneti NdFeB (Neodimio-Ferro-Boro) e fotovoltaico; mancano target specifici di recupero ed end-of-waste adeguati; le materie presenti in basse concentrazioni hanno recuperabilità più debole se non sono concentrate in componenti separabili.

Da qui l'importanza di **garantire tracciabilità e dati**, anche grazie ai **passaporti digitali di prodotto**, al **Battery Passport** e ai **sistemi interoperabili di reporting**, necessari se si vuole evitare che le materie critiche restino invisibili dentro prodotti complessi.

Un'invisibilità che non possiamo più permetterci, per la duplice urgenza di garantire l'autonomia strategica al nostro Paese e porre un argine agli squilibri prodotti dal sovrasfruttamento delle risorse naturali.



## WEEE FORUM

# “FutuRaM abilita le norme UE sulle materie prime critiche”

Pascal Leroy, direttore generale del WEEE Forum, che riunisce 49 organizzazioni di responsabilità dei produttori di RAEE in tutto il mondo: “Il progetto sostiene l’attuazione degli obblighi del Critical Raw Materials Act in materia di recupero e circolarità”

di **Raffaele Lupoli**

*Pascal Leroy, direttore generale del WEEE Forum, perché FutuRaM è un progetto strategico per l’Europa e non semplicemente un’attività di ricerca sui rifiuti?*

L’Unione europea è passata dalla discussione sulle materie prime critiche alla definizione di obiettivi vincolanti attraverso il **Critical Raw Materials Act** per quanto riguarda estrazione, trasformazione e riciclo, fissando un obiettivo del **25% di capacità di riciclo per le materie prime strategiche entro il 2030**. Per raggiungerlo è necessario sapere dove si trovano le materie prime critiche secondarie, in quali quantità e a quali condizioni possano essere recuperate.

FutuRaM risponde a questa esigenza costruendo una base di conoscenza sulle **materie prime seconde** e un quadro di valutazione basato sulla **UNFC**, la classificazione quadro delle Nazioni Unite per le risorse, applicato ai principali flussi di rifiuti: batterie, RAEE, veicoli, rifiuti estrattivi, scorie e ceneri, materiali da costruzione e demolizione. In questo modo il progetto sostiene direttamente l’attuazione degli obblighi del CRMA in materia di recupero e circolarità.

Per questo FutuRaM rientra in una più ampia strategia di **sicurezza dell'approvvigionamento**, il cui scopo è ridurre la dipendenza da pochi fornitori extra-UE per materiali essenziali alle transizioni verde, digitale e della difesa e, al tempo stesso, allineare la pianificazione delle risorse secondarie con la politica sulle materie prime primarie.

### **Quale vuoto di conoscenza vuole colmare FutuRaM sul rapporto tra materie prime critiche, economia circolare e autonomia strategica europea?**

Prima di FutuRaM, l'Unione europea disponeva di dati frammentati e difficilmente comparabili sulle materie prime critiche presenti nei flussi di rifiuti, con una capacità limitata di collegare in modo coerente e aperto gli stock di prodotti, i flussi di materiali, le prestazioni di riciclo e gli scenari di disponibilità futura.

FutuRaM punta esplicitamente a **“migliorare i fondamenti di conoscenza sulle materie prime”**, allineando metodologie, strutture di rendicontazione e linee guida sulla disponibilità e recuperabilità delle materie prime seconde e critiche fino al 2050. Questo lavoro integra dimensioni economiche, tecnologiche, normative, sociali e ambientali.

Dal punto di vista delle materie prime critiche e dell'economia circolare, le lacune da colmare riguardano tre ambiti. Primo: capire **dove** e in quali concentrazioni le materie prime critiche siano presenti oggi e saranno presenti in futuro nei sei segmenti di rifiuti analizzati, tra cui i RAEE, considerando stock e flussi. Secondo: valutare quanta parte di queste risorse sia tecnicamente ed economicamente recuperabile in diversi scenari di policy e di sviluppo tecnologico e capire quali progetti risultino sostenibili se analizzati attraverso la classificazione UNFC. Terzo: rendere queste informazioni accessibili, ad esempio attraverso un sistema informativo aperto a tutti e il potenziamento della **Urban Mine Platform**, affinché possano orientare investimenti e scelte politiche concrete, invece di restare confinate in studi isolati.

### **Come possono essere utilizzati concretamente i risultati del progetto da parte di decisori politici, consorzi e filiere industriali?**

#### **Per quanto riguarda i decisori politici, si potrà:**

- Utilizzare la base di conoscenza sulle materie prime seconde (SRM) e le proiezioni al 2050 sulle materie prime critiche (CRM) per fissare obiettivi realistici ma ambiziosi di recupero delle CRM, ecodesign, raccolta e riciclo, nell'implementazione del CRMA - ad esempio con articoli relativi al recupero da rifiuti estrattivi e da prodotti contenenti CRM - e nella revisione della normativa su rifiuti e prodotti come RAEE, batterie, veicoli a fine vita e costruzioni.
- Dare priorità ai flussi di rifiuti e alle tecnologie con il maggiore potenziale di recupero di CRM quando si assegnano finanziamenti UE, si designano progetti strategici ai sensi del CRMA o si definiscono misure di supporto dell'**Industrial Accelerator Act (IAA)** per materiali a basso contenuto di carbonio di origine UE.

#### **I Consorzi (Product Responsibility Organization) potranno:**

- Utilizzare i dati di FutuRaM per individuare dove una maggiore raccolta, pre-trattamento o recupero specializzato possa generare i maggiori guadagni di CRM per euro investito e costruire business case per nuove strutture o aggiornamenti di impianti esistenti.

- Basarsi sulle classificazioni dei progetti secondo UNFC e sugli studi di caso per ridurre i rischi nelle discussioni sugli investimenti con regolatori, investitori e fornitori di tecnologie, dimostrando che i progetti di recupero di CRM soddisfano i criteri di sostenibilità ambientale, sociale ed economica.

### **Per quanto riguarda i soggetti di filiera industriale come OEM, riciclatori e utilizzatori di materiali:**

- **Gli OEM e gli utilizzatori a valle** potranno integrare negli acquisti e nelle strategie di progettazione gli scenari di FutuRaM, ad esempio anticipando le forniture di materie prime seconde, progettando prodotti per lo smontaggio e il recupero delle CRM o pianificando contratti di offtake per CRM riciclate.
- Per i **riciclatori e le industrie di trasformazione** sarà possibile usare il dataset per valutare e confrontare i flussi di rifiuti ricchi di CRM disponibili, decidere dove collocare gli impianti e allineare gli investimenti ai progetti strategici del CRMA e alle future regole di approvvigionamento dell'IAA che favoriscono materiali di origine UE a basso contenuto di carbonio.

### ***Dopo il Critical Raw Materials Act e i primi progetti strategici europei, quale ruolo può svolgere FutuRaM, anche alla luce del recente Industrial Accelerator Act?***

Il CRMA è ora in vigore e fissa **benchmark quantitativi**, istituisce “**progetti strategici**” lungo l'intera filiera e obbliga stati membri e operatori a migliorare il recupero delle materie prime critiche dai rifiuti, soprattutto nelle sezioni relative ai **rifiuti estrattivi e di produzione**.

FutuRaM si posiziona, attraverso il proprio approfondimento al CRMA, come fornitore di una **base conoscitiva** e di **strumenti allineati alla UNFC** necessari per:

- 1) identificare quali flussi di rifiuti e progetti dovrebbero essere prioritizzati;
- 2) fornire dati di alta qualità a supporto della designazione e del monitoraggio dei progetti strategici, in particolare per l'**Articolo 27** e le disposizioni correlate.

L'**Industrial Accelerator Act (IAA)**, attualmente in discussione, mira a ricostruire la base industriale europea e richiede quote minime specifiche di materiali a basso contenuto di carbonio, spesso di origine UE, nei progetti pubblici (ad esempio acciaio, alluminio, cemento a basso carbonio), aumentando direttamente la domanda di flussi affidabili di materiali secondari europei.

In questo contesto, FutuRaM può, da una parte, aiutare a calcolare quanta di questa domanda potrebbe essere soddisfatta in modo realistico da fonti secondarie UE e in quali tempistiche, rafforzando l'opportunità di collegare l'attuazione dell'IAA a investimenti nell'economia circolare e nel recupero di materie prime critiche; dall'altra, fornire prove per integrare considerazioni sulle materie prime (compreso il recupero di CRM da RAEE, batterie e rifiuti da costruzione) nella pianificazione industriale guidata dall'IAA e negli aggiornamenti futuri sia del CRMA sia della normativa relativa a prodotti e rifiuti.

In altre parole, **FutuRaM funge da “supporto abilitante”**: traduce le ambizioni di alto livello del CRMA e dell'IAA in una mappa che segnali dove si trovano effettivamente le materie prime critiche secondarie in Europa, quanto rapidamente saranno disponibili e quali progetti concreti dovrebbero essere perseguiti per primi.



UNITAR

## “Investire sulla qualità dei dati per un riciclo più efficiente”

Giulia Iattoni, assistente responsabile di programma presso lo United Nations Institute for Training and Research ([UNITAR](#)): "Le materie prime critiche sono già presenti nei flussi di rifiuti e cresceranno ulteriormente entro il 2050, ma il loro effettivo recupero dipende da scelte politiche, infrastrutturali e tecnologiche".

di **Daniele Di Stefano**

*Qual è la differenza tra dato osservato, stima modellistica e scenario futuro nei risultati del progetto FutuRaM?*

Nel progetto FutuRaM abbiamo raccolto e armonizzato dati osservati da fonti ufficiali (es. Eurostat), report nazionali, letteratura scientifica e dati industriali, integrandoli con modelli matematici per colmare i gap informativi. I dati osservati descrivono lo stato dei flussi di RAEE e il loro contenuto di materie prime critiche allo stato attuale. **Le stime modellistiche ricostruiscono o completano informazioni mancanti** attraverso assunzioni coerenti, stime ponderate e bilanci di massa, quando possibile validate poi da esperti del settore. Gli scenari futuri sviluppati in FutuRaM (business-as-usual, recovery e circularity) non sono previsioni, ma rappresentano possibili evoluzioni fino al 2050 in funzione di cambiamenti nei sistemi di raccolta, nelle tecnologie di riciclo e nelle dinamiche di mercato, permettendo di valutare come tali condizioni influenzino disponibilità e recupero di materie prime critiche dai RAEE e il raggiungimento dei target.

### *Cosa significa, in termini semplici, misurare la disponibilità di materie prime critiche nei RAEE?*

Misurare la disponibilità di materie prime critiche nei RAEE significa quantificare l'intera catena del valore del rifiuto: dalla generazione e raccolta dei flussi, alla loro composizione in termini di materiali ed elementi critici, fino ai processi di trattamento e recupero. Non tutto il materiale presente nei prodotti è effettivamente recuperabile, perché **la disponibilità come risorsa secondaria viene influenzata** da diversi fattori: una parte non viene intercettata dai sistemi di raccolta, mentre una parte, pur raccolta, non è tecnicamente o economicamente accessibile con le tecnologie attuali di riciclo, anche a causa della bassa concentrazione o della complessità dei componenti. **Una quota significativa dei RAEE in Europa non entra nei circuiti formali di raccolta** conformi alla WEEE Directive, e questo riduce il potenziale di recupero delle materie prime critiche contenute. FutuRaM integra quindi dati di composizione, flussi di rifiuti e processi di trattamento per stimare quanta materia può essere ottenuta come risorsa secondaria.

### *Perché è importante distinguere tra materiali presenti nei rifiuti e materiali realmente recuperabili?*

È fondamentale perché la sola presenza di un materiale nei RAEE non implica la sua effettiva recuperabilità. La recuperabilità dipende da diversi fattori abilitanti o, viceversa, barriere: design del prodotto, concentrazione e distribuzione dei materiali, tecnologie di riciclo disponibili, fattibilità economica e sistemi di raccolta e pre-trattamento. Alcuni materiali presentano oggi livelli di recupero già elevati grazie a proprietà favorevoli e tecnologie consolidate. Altri rappresentano flussi con crescente interesse strategico e potenziale di recupero, legato all'evoluzione e alla diffusione sul mercato di prodotti che li contengono e ai processi di trattamento esistenti. Al contrario, alcuni materiali restano oggi difficilmente recuperabili a causa della loro dispersione nei prodotti e dei limiti tecnologici attuali, e vengono recuperati solo in quantità limitate o tramite processi ancora in fase di sviluppo.

### *Qual è il messaggio principale che i dati FutuRaM consegnano oggi all'Europa?*

Il messaggio di FutuRaM è che i RAEE, così come altre tipologie di rifiuti analizzate nel progetto — tra cui batterie, veicoli, rifiuti da costruzione e demolizione, rifiuti minerari, scorie e ceneri industriali e turbine eoliche — rappresentano una risorsa strategica di materie prime secondarie per l'Europa. I dati mostrano che volumi significativi di materie prime critiche sono già presenti nei flussi di rifiuti e cresceranno ulteriormente entro il 2050, ma **il loro effettivo recupero dipende da scelte politiche, infrastrutturali e tecnologiche**. È quindi necessario rafforzare raccolta e capacità di riciclo, promuovendo al contempo strategie di prevenzione. Un elemento chiave è il passaggio da una valutazione basata principalmente sulla fattibilità economica a una **visione che includa anche benefici ambientali, sicurezza di approvvigionamento e riduzione delle emissioni** da produzione primaria. Fondamentale è infine investire sulla qualità dei dati per guidare decisioni politiche e industriali realmente efficaci.



ERION WEEE

## “Nella raccolta la sola quantità non basterà”

Intervista a Giorgio Arienti, direttore generale di Erion WEEE, sui risultati del progetto europeo FutuRaM

di **Alessandro Coltré**

*Giorgio Arienti, direttore generale di Erion WEEE, il più grande sistema italiano per la responsabilità estesa del produttore dei rifiuti di apparecchiature elettriche ed elettroniche, ci può spiegare dove si concentrano oggi le principali perdite di valore nei flussi RAEE?*

Secondo i risultati del progetto FutuRaM, l'Europa produce ogni anno oltre 12 milioni di tonnellate di RAEE, ma solo una parte di questi viene trattata in modo da recuperare metalli critici e preziosi: solo la metà dei RAEE generati è infatti sottoposta a un trattamento adeguato, permettendo di ricavare circa 0,4Mt di materie prime critiche (dato 2022). **Le principali perdite di valore si verificano soprattutto nei flussi non selezionati o contaminati**, dove i materiali critici (presenti ad esempio in batterie, circuiti stampati e componenti elettronici avanzati) finiscono per diluirsi in frazioni metalliche. In termini concreti, fino al 70% del potenziale di recupero dei metalli preziosi e critici può andare perso se non vengono adottate tecnologie e processi adeguati. Inoltre, la mancanza di dati dettagliati e di metodologie standardizzate rende difficile individuare dove intervenire: una

soluzione come la Urban Mine Platform sviluppata dal progetto FutuRaM ci permette invece di identificare i cosiddetti **'material hotspot'**, cioè quei flussi ad alto contenuto di **materiali critici** che, se gestiti correttamente, possono generare grande valore economico e industriale.

### *Conta maggiormente raccogliere più RAEE o raccogliarli meglio, e quali sono le iniziative prioritarie da mettere in campo su entrambi i fronti?*

FutuRaM evidenzia chiaramente che non basta raccogliere di più, perché la quantità senza qualità non porta a un recupero efficiente dei materiali critici. È certamente importante raccogliere di più, e per questo è necessario sia spiegare ai cittadini cosa sono i RAEE e perché è essenziale la raccolta differenziata di questi rifiuti, sia portare la raccolta dei RAEE nei luoghi ad alta e ripetuta frequentazione, come uffici, scuole, supermercati di prossimità: limitare le modalità di raccolta dei RAEE alle isole ecologiche comunali e ai negozi di Apparecchiature Elettriche ed Elettroniche non consente di aumentare in modo considerevole le quantità inviate a un corretto trattamento. Allo stesso tempo, però, è fondamentale raccogliere meglio, selezionando i flussi, separando i materiali e riducendo le contaminazioni. In pratica, batterie, circuiti stampati e schede elettroniche devono essere trattati in modo differenziato per massimizzare il valore recuperabile. Le iniziative prioritarie devono puntare a sviluppare e implementare tecnologie avanzate di separazione che permettano di estrarre metalli critici con la massima efficienza, affiancate da processi standardizzati di classificazione e tracciamento dei RAEE, indispensabili per disporre di dati affidabili a supporto di decisioni strategiche. È altrettanto fondamentale ottimizzare la logistica, riducendo al minimo scarti e perdite lungo tutta la filiera. Solo combinando in modo efficace quantità e qualità della raccolta e del trattamento possiamo aumentare significativamente il valore recuperato dai RAEE e contribuire concretamente alla sicurezza di approvvigionamento di materie prime strategiche in Europa.

### *Quali categorie di prodotti o componenti meritano oggi più attenzione se si vogliono recuperare materie prime critiche?*

Il progetto FutuRaM ha mostrato che i flussi più ricchi di materiali critici sono quelli dei RAEE contenenti batterie al litio e NiMH, circuiti stampati e schede elettroniche (dalle quali si possono recuperare terre rare, rame, cobalto, nichel e altri metalli preziosi), i LED e le lampade al neon, e i componenti avanzati di elettrodomestici come motori elettrici, sensori e microchip.

I dati raccolti dal progetto attraverso i campionamenti effettuati sui RAEE in diversi Stati membri indicano come circa **il 10-15% del peso dei RAEE domestici e professionali sia costituito da metalli critici o preziosi** concentrati principalmente in rame nei cavi, alluminio nelle scocche, terre rare nei magneti e nelle polveri fluorescenti, e metalli del gruppo del platino presenti nelle schede elettroniche e nei display. Nei flussi di lampade a LED e lampade al neon le terre rare rappresentano fino al 5% del contenuto totale, un valore significativo considerando la diffusione crescente di questi prodotti, mentre i motori elettrici e i sensori di elettrodomestici complessi contengono piccole ma concentrate quantità di rame, nichel e terre rare. Trattare adeguatamente i RAEE e recuperare le materie prime critiche presenti permette di valorizzare questi prodotti, ridurre la dipendenza dalle importazioni esterne e rafforzare la sovranità materiale dell'Europa. In questo modo, **i RAEE possono essere trasformati da rifiuti a risorse industriali strategiche**, contribuendo in

modo significativo a un'economia più circolare e sostenibile.

***Che cosa manca ancora, in Italia, per trattenere più valore industriale dai RAEE? E cosa serve a livello europeo per essere pronti alla sfida della “sovranià materiale”?***

In Italia ancora oggi **mancano dati completi e standardizzati, infrastrutture di riciclo avanzate e processi industriali integrati**, e questo fa sì che gran parte dei materiali critici presenti nei RAEE venga esportata o persa, con conseguente perdita economica e tecnologica. A livello europeo, il progetto FutuRaM sottolinea l'importanza di adottare metodologie comuni e linee guida standardizzate per la classificazione e il recupero dei RAEE, di sviluppare scenari di previsione fino al 2050 per garantire la disponibilità di materie prime critiche e strategiche e di rafforzare il coordinamento tra Stati membri per ottimizzare la raccolta, il trattamento e il riciclo dei flussi ad alto contenuto di materiali preziosi. Solo con queste misure integrate sarà possibile affrontare con successo la sfida della sovranità materiale, trattenere valore industriale e **garantire all'Europa autonomia strategica e sostenibilità economica**.

Le materie prime critiche sono ormai uno dei punti di snodo delle twin transitions, la transizione ecologica e digitale europea. Batterie, veicoli elettrici, pannelli fotovoltaici, turbine eoliche, apparecchiature elettroniche e infrastrutture ad alta intensità tecnologica richiedono materiali indispensabili ma esposti a rischi di approvvigionamento, concentrazione geografica delle forniture e competizione industriale globale. Questo Speciale di EconomiaCircolare.com nasce da qui: dalla necessità di spostare lo sguardo dalle sole miniere tradizionali alle “miniere urbane”, cioè ai flussi di rifiuti, prodotti a fine vita, componenti e materiali già presenti nell’economia europea, che possono diventare una fonte strategica di materie prime seconde.

*A cura di* Daniele Di Stefano, Raffaele Lupoli, Alessandro Coltré



**EconomiaCircolare.com**

L'informazione in circolo