



TERZO SIMPOSIO NAZIONALE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE PER L'ENERGIA

WORKING GROUP — NOME DEL GRUPPO

Trattamento matrici complesse (da RAEE e catalizzatori) in siti dismessi o in declino

Ferdinando Fusco - AIDIC

Francesco Veglio' - AIDIC, Università degli Studi dell'Aquila

28 settembre 2026

Ministero delle Imprese e del Made in Italy

Palazzo Piacentini — Salone degli Arazzi

PARTECIPANTI WG



01 **Francesco Veglio'**

Università degli Studi dell'Aquila, AIDIC

03 **Roberta De Carolis**

ENEA

05 **Francesco Di Natale**

Università degli Studi "Federico II" di Napoli

02 **Ferdinando Fusco**

AIDIC

04 **Alessia Amato**

Università Politecnica delle Marche

06 **Rossana Bellopede**

Politecnico di Torino

Materie Prime Critiche: una filiera nazionale

La domanda cresce; il riciclo può rafforzare autonomia industriale e capacità produttiva.

Batterie, rinnovabili, accumuli, reti e tecnologie avanzate richiedono quantità crescenti di Materie Prime Critiche.

L'Europa dipende ancora in misura rilevante da fornitori extra-UE, soprattutto nella lavorazione e raffinazione.

Per l'Italia, il recupero da matrici complesse costituisce una leva industriale immediatamente attivabile.

OBIETTIVI UE AL 2030

10%

estrazione UE

40%

lavorazione in
Europa

25%

riciclo

Critical Raw Materials Act: estrazione, lavorazione e riciclo sono le tre leve della strategia europea.

Attività dell'Osservatorio

Il GDL fornisce le evidenze tecniche; lo Studio sui siti trasforma tali evidenze in possibili progetti industriali.

Contributo del WG B OIMCE

Riciclo di matrici complesse

- Matrici e materiali recuperabili
- Tecnologie e integrazioni di processo
- Competenze, progetti e condizioni impiantistiche

Contributo di Confindustria Energia

Studio “Rigenerare per trasformare”

- Siti dismessi o in declino
- Infrastrutture, utilities e logistica
- Nuove attività produttive e possibili insediamenti

Collegamento operativo: associare filiere, requisiti degli impianti e possibili siti di insediamento.

Matrici analizzate e possibili integrazioni

Tre filiere con materiali critici recuperabili e possibilità di trattamento in impianti polifunzionali.

1. Pannelli fotovoltaici

Silicio e argento

Integrazioni possibili:
Schede elettroniche
Catalizzatori
Pannelli LCD

2. Magnet permanenti

Terre Rare

Integrazioni possibili:
Polveri fluorescenti
Catalizzatori e fanghi rossi
Tailings minerari

3. Batterie al litio

Litio, cobalto, nichel,
manganese e grafite

Integrazioni possibili:
Catalizzatori e batterie NiMh
Geotermia e tailings minerari

Criterio guida: combinare matrici compatibili per aumentare l'utilizzo degli impianti e valorizzare più flussi materiali.

Approccio metodologico

Un percorso unico per verificare fattibilità tecnica, disponibilità dei flussi e sostenibilità economica.

01

Matrice e caratterizzazione

Flussi, composizione e trattamenti iniziali

02

Tecnologia e processo

Operazioni unitarie, brevetti e integrazioni

03

Mercato ed economia

Domanda, valore intrinseco, CAPEX e OPEX

04

Decisione industriale

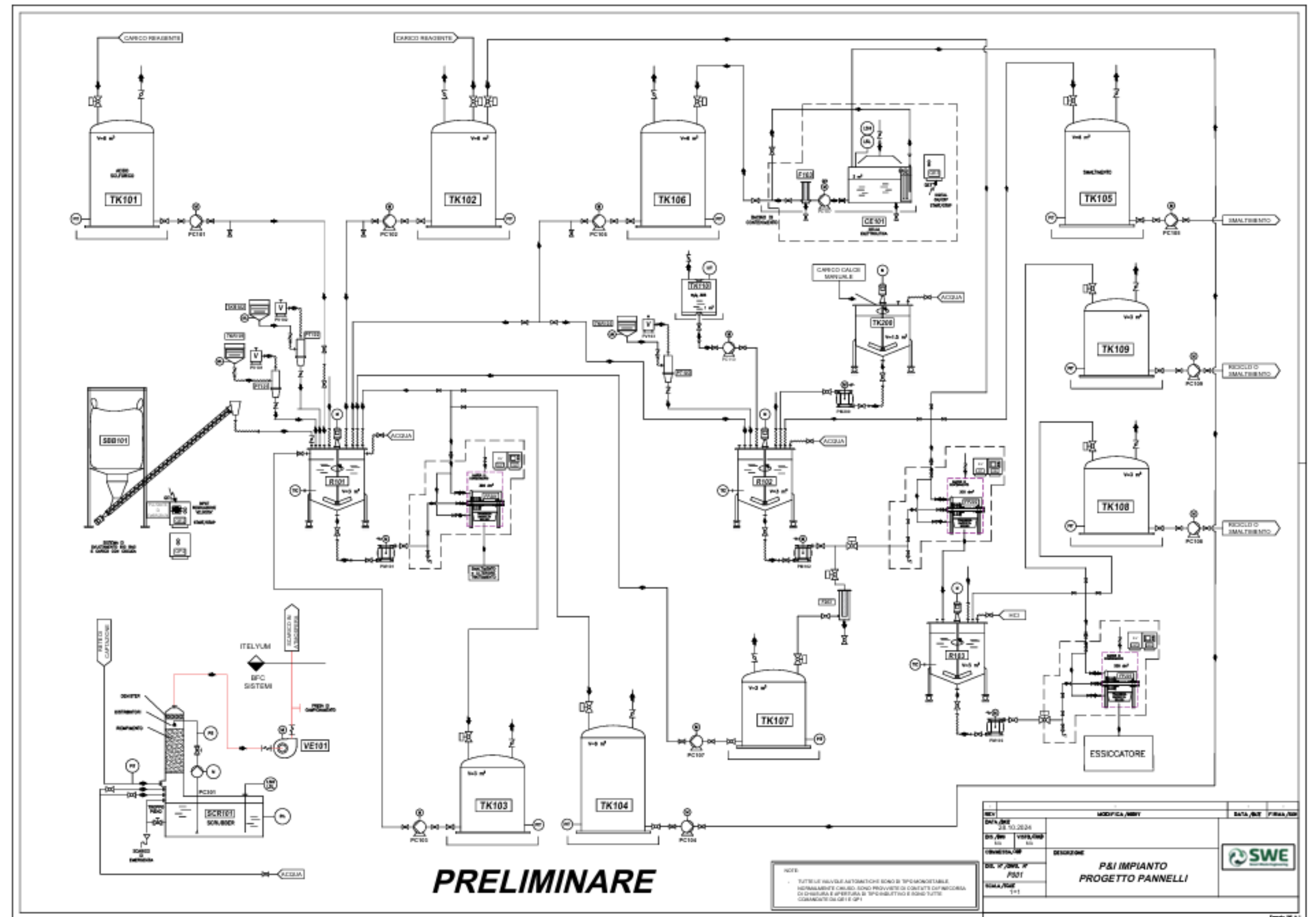
SWOT, impianti polifunzionali e possibili siti

Output: definire filiere prioritarie e condizioni per lo sviluppo di impianti industriali di recupero.

ESEMPIO DI PROCESSO IDROMETALLURGICO

Caratteristiche:

- Valorizzazione delle correnti
- Trattamento acque (water-reuse)
- Rigenerazione dei reagenti
- Integrazione di processo
- Sostenibilità:
 - Economica
 - Ambientale
 - Sociale



Prefattibilità economica delle matrici analizzate

La tabella confronta le condizioni tecnico-economiche delle filiere considerate e supporta la definizione delle priorità.



OIMCE
OSSERVATORIO ITALIANO MATERIE
PRIME CRITICHE ENERGIA

Processo	PV-REC	REE-REC	BATT-REC 1	BATT-REC 2	Catalizzatori
Capacità (t/anno)	2500	500	3000	3000	10000
CAPEX	16,000,000 €	6,000,000 €	8,000,000 €	4,000,000 €	50,000,000 €
Infrastrutture	4,800,000 €	1,500,000 €	2,400,000 €	800,000 €	7,500,000 €
Investimento totale	20,800,000 €	7,500,000 €	10,400,000 €	4,800,000 €	57,500,000 €
Area necessaria (mq)	15000	10000	15000	15000	25000
OPEX	9,500,000 €	1,500,000 €	9,000,000 €	4,500,000 €	10,000,000 €
Costo feedstock	60,000,000 €	8,557,643 €	4,541,236 €	1,035,000 €	4,000,000 €
Ricavi	90,000,000 €	12,836,464 €	19,176,000 €	8,280,000 €	35,000,000 €
EBITDA	20,500,000 €	2,778,821 €	5,634,764 €	2,745,000 €	21,000,000 €
Ammortamento	2,080,000 €	750,000 €	1,040,000 €	480,000 €	5,750,000 €
EBIT	18,420,000 €	2,028,821 €	4,594,764 €	2,265,000 €	15,250,000 €
Tasse	4,973,400 €	547,782 €	1,240,586 €	611,550 €	4,117,500 €
Profitto Netto	13,446,600 €	1,481,040 €	3,354,177 €	1,653,450 €	11,132,500 €
PBT	1.3	3.4	2.4	2.2	3.4
IRR (10 anni)	49%	20%	29%	31%	20%

Tabella 3,1 – Sintesi della prefattibilità economica per le principali matrici analizzate

Riciclo dei pannelli fotovoltaici

Potenziale industriale rilevante, con nodi da affrontare su autorizzazioni, know-how e maturità della filiera.

<u>Strengths (Punti di Forza)</u> • Alta riciclabilità dei materiali (vetro, alluminio, silicio, rame, argento) • Riduzione della dipendenza da materie prime critiche • Normativa UE consolidata (Direttiva WEEE) • Opportunità industriale per l'Italia soprattutto per gli impianti di II livello	<u>Weaknesses (Debolezze)</u> • Processi complessi di disassemblaggio • Infrastrutture insufficienti • Bassa percentuale di riciclo globale • Costi variabili per impianti industriali • Scarsa cultura nazionale sui processi idrometallurgici (anche nel settore minerario) • Tempi autorizzativi per gli impianti e per gli <u>EoW</u> troppo lunghi e complessi
<u>Opportunities (Opportunità)</u> • Crescita esponenziale dei rifiuti PV • Mercato nel settore idrometallurgico praticamente assente a livello nazionale • Economia circolare e nuovi posti di lavoro • Innovazioni tecnologiche (recuperi fino al 99%) • Supporto politico europeo (Green Deal, <u>REPowerEU</u>)	<u>Threats (Minacce)</u> • Saturazione futura dei volumi di rifiuti • Rischi ambientali (piombo, cadmio) • Dipendenza dalla Cina per la filiera PV che si sta sviluppando anche nel settore del riciclo • Incertezza normativa futura

Tabella 4.1 – Analisi SWOT riciclo pannelli fotovoltaici

<u>Strengths (Punti di Forza)</u> • Riduzione della dipendenza da Cina e Russia • Impatto ambientale inferiore rispetto all'estrazione primaria • Alta qualità delle materie prime riciclate • Tecniche di riciclo diretto efficienti (HD, HDDR) • Supporto crescente da parte dell'UE	<u>Weaknesses (Debolezze)</u> • Filiera giovane e frammentata • Processi complessi e lunghi • Difficoltà di smontaggio dei magneti • Scarsa standardizzazione geometrica • Disponibilità limitata di <u>feedstock</u> • Mancanza processi elettrochimici metallurgici a livello EU
<u>Opportunities (Opportunità)</u> • Crescita della domanda di magneti <u>NdFeB</u> • Sviluppo di impianti europei • Nuove tecnologie di riciclo diretto • Politiche UE favorevoli • Possibilità di magneti second-life • Possibile integrazione con <u>mineral processing</u>	<u>Threats (Minacce)</u> • Volatilità dei prezzi delle terre rare • Competizione con la Cina • Rischi tecnologici • Normative ambientali stringenti • Disponibilità incerta di rifiuti • Procedimenti autorizzativi e di <u>EoW</u> troppo lunghi e complessi

Tabella 4.2 – Analisi SWOT riciclo magneti permanenti

Riciclo delle batterie al litio

Domanda crescente e tecnologie disponibili, con attenzione a costi, qualità dei flussi e rischi di mercato.

<u>Strengths (Punti di Forza)</u> • Crescente domanda globale • Materiali critici recuperabili • Normativa UE favorevole • Tecnologie idrometallurgiche mature • Opportunità industriale per l'Italia soprattutto per gli impianti di II livello	<u>Weaknesses (Debolezze)</u> • Costi elevati • Complessità tecnica • Tasso di riciclo basso • Variabilità della black mass • Scarsa cultura nazionale sui processi idrometallurgici (anche nel settore minerario) • Tempi autorizzativi per gli impianti e per gli <u>EoW</u> troppo lunghi e complessi
<u>Opportunities (Opportunità)</u> • Crescita della mobilità elettrica • Seconda vita batterie • Incentivi UE (Innovation Found) • Innovazioni tecnologiche • Economia circolare e nuovi posti di lavoro • Innovazioni tecnologiche (recuperi fino al 99%) • Supporto politico europeo (Green Deal, <u>REPowerEU</u>)	<u>Threats (Minacce)</u> • Volatilità prezzi materie prime • Competizione asiatica • Rischi logistici • Crescita chimiche LFP • Incertezza normativa futura

Tabella 4.3 – Analisi SWOT riciclo BM di LISB

Recupero di Materie Prime Critiche e reindustrializzazione dei siti

Lo Studio "Rigenerare per trasformare" esamina come riutilizzare siti industriali dismessi o in declino per nuove attività produttive. Il recupero e la raffinazione delle Materie Prime Critiche figurano tra gli 8 modelli di riconversione considerati.

Lo Studio sui siti

- Valuta aree industriali da rigenerare
- Considera infrastrutture, utilities, logistica e competenze locali
- Collega la destinazione futura dell'area a un progetto industriale

Il contributo del GDL

- Individua matrici e materiali da recuperare
- Analizza tecnologie e possibili integrazioni di processo
- Valuta condizioni tecniche ed economiche della filiera

Il punto di incontro

- Gli impianti di recupero possono trovare sede in aree industriali esistenti
- Il riuso delle infrastrutture può rendere più concreto il progetto industriale
- La filiera può contribuire alla rigenerazione economica e occupazionale del sito

Passaggio operativo: per ciascuna filiera, associare disponibilità dei flussi e tecnologia di recupero ai requisiti dell'impianto e ai possibili siti di insediamento. Il GDL fornisce la base tecnica; lo Studio individua le condizioni per la reindustrializzazione.

CONCLUSIONI

Nuova capacità nazionale di recupero e raffinazione, investimenti e occupazione qualificata nei siti rigenerati

- ◆ **Aspetti tecnici:** Il GDL ha individuato matrici, competenze, materiali, tecnologie e condizioni tecnico-economiche
- ◆ **Condizioni abilitanti:** Flussi adeguati, autorizzazioni prevedibili, sostenibilità economica e competenze industriali
- ◆ **Esito atteso:** Nuova capacità nazionale di recupero e raffinazione, investimenti e occupazione qualificata nei siti rigenerati

Il salto di scala dipende dalla capacità di unire filiere, impianti e siti industriali da rigenerare.

Raccomandazioni

Sei azioni per trasformare il potenziale tecnico in impianti e filiere industriali.

01

Autorizzazioni

Rendere più prevedibili i procedimenti, compresi i percorsi di End of Waste.

02

Primi impianti

Sostenere la bancabilità e ridurre il rischio dei primi investimenti industriali.

03

Filiere e siti

Associare matrici, tecnologie, requisiti impiantistici e siti da rigenerare.

04

Infrastrutture

Valorizzare utilities, collegamenti e competenze dei siti industriali esistenti.

05

Competenze

Mettere a sistema imprese, università e centri di ricerca.

06

Obiettivi nazionali

Riconoscere il contributo al CRMA e al PNIEC.

GRAZIE PER L'ATTENZIONE

RELATORE

Francesco Veglio'

Università degli Studi dell'Aquila, AIDIC

francesco.veglio@univaq.it

WORKING GROUP

**Trattamento matrici complesse (da RAEE E
Catalizzatori) in siti dismessi o in declino**

Coordinatore: Ferdinando Fusco, AIDIC

fdn.fusco@libero.it

CONTATTI

OIMCE — Osservatorio Italiano Materie Prime Critiche Energia

c/o WEC Italia — Via Ostiense 92, 00154 Roma

Tel. +39 392 4822149

segreteria@oimce.it · segreteria@wec-italia.org

www.wec-italia.org/OIMCE