

Il progetto LCA4NORM: integrazione dei rischi radiologici da NORM nella metodologia Life Cycle Assessment

G. Stendardo^{1*}, I. Chmielewska², E. Cuenca³, L. Ferrara³, R.V. Gagliardi¹, D. Jakab⁴, F. Leonardi⁵, J. M. Popic⁴, F. Scaini¹, A. Śliwińska², R. Trevisi⁵, G. Venoso¹, B. Michalik²

¹Istituto Superiore di Sanità, Roma, Italia;

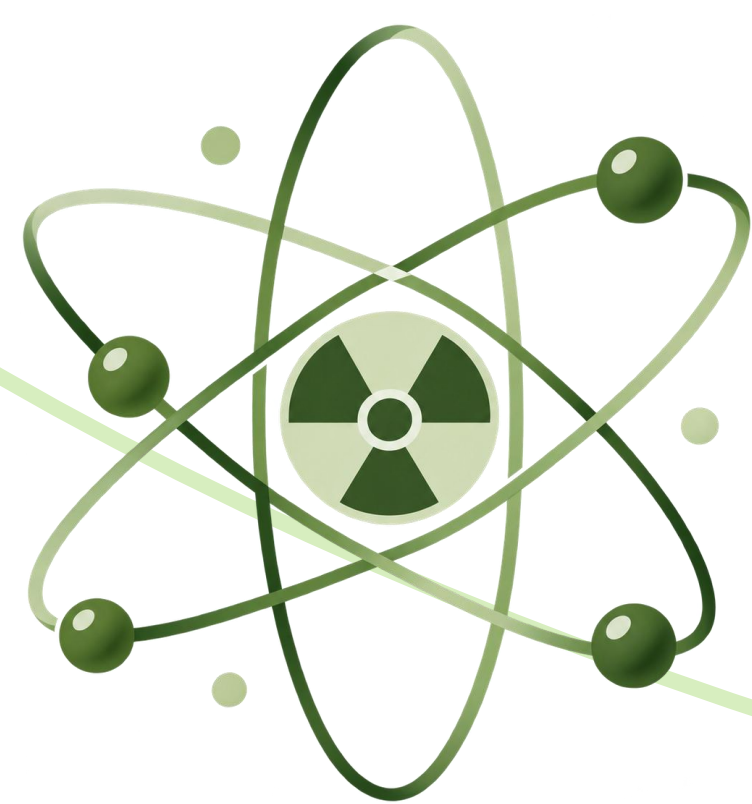
²Central Mining Institute - National Research Institute (GIG-PIB), Katowice, Poland;

³Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Politecnico di Milano, Milano, Italia;

⁴Norwegian Radiation and Nuclear Safety Authority (DSA), Østerås, Norway

⁵Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL), Monteporzio Catone, Roma, Italia

*giorgia.stendardo@iss.it

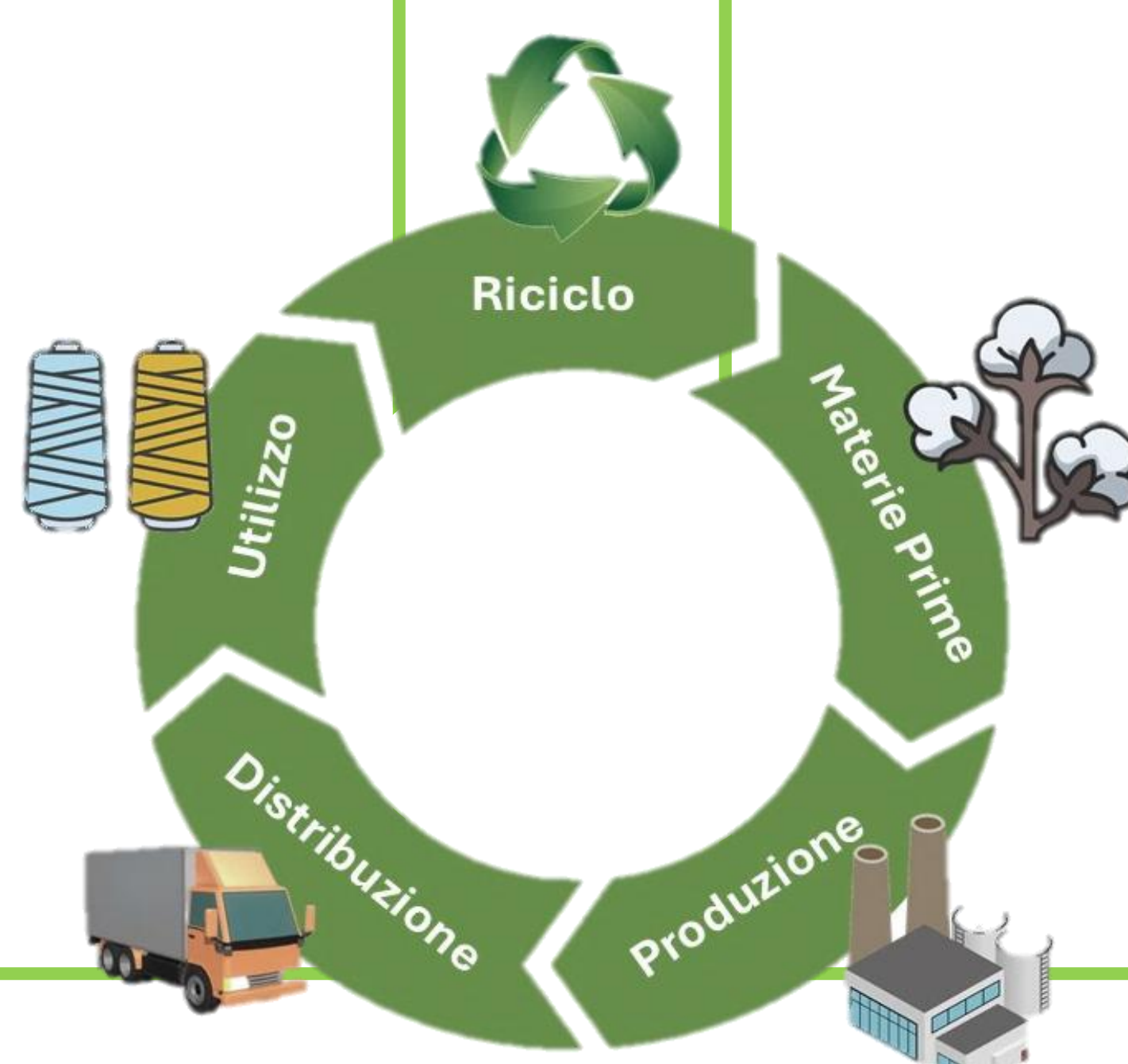


CONTESTO

Gli impatti radiologici delle industrie coinvolte nella produzione e gestione di materiali NORM sono ancora poco inseriti negli strumenti di LCA, usati per valutare la sostenibilità di prodotti e processi lungo il loro intero ciclo di vita.

Principali lacune:

- Dati radiologici incompleti nei database LCI
- Vie di esposizione NORM mancanti
- Esposizione occupazionale poco rappresentata
- Mancata integrazione delle possibili interazioni tra radionuclidi e stressori fisici/chimici



OBIETTIVI

Sviluppare un approccio innovativo per l'integrazione degli impatti NORM nella metodologia LCA, tramite:

- Creazione di un dataset armonizzato delle caratteristiche dei radionuclidi e materiali NORM
- Modellazione di scenari di esposizione standard per lavoratori, popolazione e ambiente
- Valutazione combinata degli effetti radiologici e tossicologici convenzionali, **conciliando la moderna filosofia «One Health» con i principi della radioprotezione**

WORKFLOW

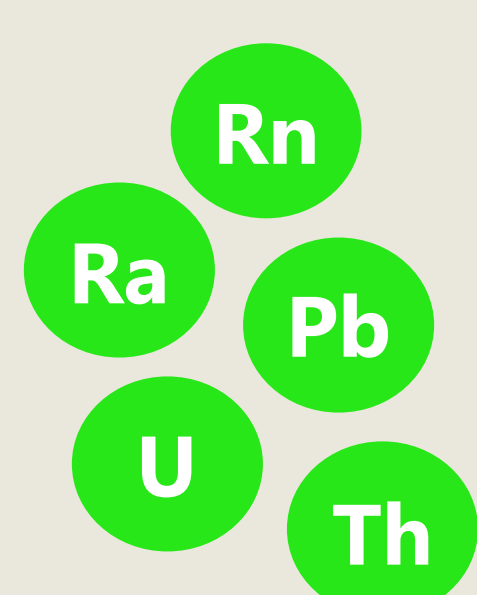
UNIT EXPOSURE SCENARIOS (UES)

Scenari di esposizione modulari, parametrizzabili per diversi recettori, radionuclidi e fasi di processo

- Parametrizzazione di vie e condizioni di esposizione
- Valutazione della dose su uomo e ambiente

WP1

Database LCI e caratterizzazione NORM



- Proprietà chimico/fisiche/radiologiche
- Processi industriali rilevanti
Oil & Gas • Fertilizzanti • Minerali • Edilizia • Gestione dei residui
- Emissioni e rilasci
- Fattori di conversione di dose

WP2

UES per l'uomo (ISS leader)



Popolazione Lavoratori
DCF
metodi point-kernel/MC

WP3

UES per l'ambiente



Biota non umano Ecosistemi
DCF
modelli radioecologici

WP4

Life Cycle Impact Assessment (LCIA)

- Valutazione di processi NORM selezionati tramite combinazione di UES
- Integrazione degli output di UES nelle categorie di impatto, usando metodi LCA esistenti (es. ReCiPe, USEtox)

WP5

Casi studio e validazione

- Analisi di sensibilità/incertezze
- Interpretazione dei risultati rispetto ai limiti normativi

Database LCI
es. concentrazione di attività Bq/kg

UES

MIDPOINT
(fattore di esposizione)
es. dose collettiva man·Sv/kg



LCIA

Cambiamento climatico
Tossicità umana
Radiazioni ionizzanti
...

ENDPOINT
(indicatore di danno)
es. DALY
(anni di vita persi per disabilità)



RISULTATI ATTESI

- Valutazione più completa degli impatti di industrie NORM sugli ecosistemi
- Supporto ad autorità regolatorie e al decision-making industriale
- Valorizzazione sostenibile dei residui NORM nell'ottica dell'economia circolare