

# II CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

17 LUGLIO 2025, FIRENZE PALAZZO SACRATI-STROZZI



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana





**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



REGIONE  
TOSCANA

## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

# Minerali strategici dalle brine geotermiche

Maurizio Guerra

ISPRA – Dipartimento per il Servizio Geologico d'Italia



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

1. Il problema delle MPC e MPCS
2. Le MPC e le MPCS... cosa bolle in pentola in Italia?
3. Cosa sono e a cosa servono le MPC e MPCS?
4. Dove si trovano le MPC?
5. Le MPC nelle brines
6. La "raffinazione" delle MPC dalle brine
7. La "MPC rush": le regole del gioco



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratì  
Strozzi

## 1. Il problema delle MPC e MPCS

# PERIODIC TABLE OF ELEMENTS

1 IA	2 IIA											13 IIIA	14 IVA	15 VA	16 VIA	17 VIIA	18 VIIIA
1 H Hydrogen 1.0079																	He Helium 4.0026
2 Li Lithium 6.941	Be Beryllium 9.0122											B Boron 10.811	C Carbon 12.011	N Nitrogen 14.007	O Oxygen 15.999	F Fluorine 18.998	Ne Neon 20.179
3 Na Sodium 22.990	Mg Magnesium 24.305											Al Aluminum 26.982	Si Silicon 28.086	P Phosphorus 30.974	S Sulphur 32.065	Cl Chlorine 35.453	Ar Argon 39.948
4 K Potassium 39.098	Ca Calcium 40.078	Sc Scandium 44.956	Ti Titanium 47.867	V Vanadium 50.942	Cr Chromium 51.996	Mn Manganese 54.938	Fe Iron 55.845	Co Cobalt 58.933	Ni Nickel 58.693	Cu Copper 63.546	Zn Zinc 65.39	Ga Gallium 69.723	Ge Germanium 72.64	As Arsenic 74.922	Se Selenium 78.96	Br Bromine 79.904	Kr Krypton 83.80
5 Rb Rubidium 85.468	Sr Strontium 87.62	Y Yttrium 88.906	Zr Zirconium 91.224	Nb Niobium 92.906	Mo Molybdenum 95.94	Tc Technetium (98)	Ru Ruthenium 101.07	Rh Rhodium 102.91	Pd Palladium 106.42	Ag Silver 107.87	Cd Cadmium 112.41	In Indium 114.82	Sn Tin 118.71	Sb Antimony 121.76	Te Tellurium 127.60	I Iodine 126.90	Xe Xenon 131.29
6 Cs Cesium 132.91	Ba Barium 137.33	La Lanthanide	Hf Hafnium 178.49	Ta Tantalum 180.95	W Tungsten 183.84	Re Rhenium 186.21	Os Osmium 190.23	Ir Iridium 192.22	Pt Platinum 195.08	Au Gold 196.97	Hg Mercury 200.59	Tl Thallium 204.38	Pb Lead 207.2	Bi Bismuth 208.98	Po Polonium (209)	At Astatine (210)	Rn Radon (222)
7 Fr Francium (223)	Ra Radium (226)	Ac Actinide	Rf Rutherfordium (261)	Db Dubnium (262)	Sg Seaborgium (266)	Bh Bohrium (264)	Hs Hassium (277)	Mt Meitnerium (268)	Uun Ununnilium (281)	Uuu Ununnilium (272)	Uub Ununbium (285)	Uut Ununtrium (284)	Uuq Ununquadium (289)	Uup Ununpentium (288)	Uuh Ununhexium (291)	Uus Ununseptium (294)	Uuo Ununoctium (294)

14	Group IUPAC
IVA	Group CAS
Atomic Number	6
Symbol	C
Name	Carbon
Electron Configuration	2,4
Selected Oxidation States	+4, -4
Atomic Mass	12.011

## Electron Shells

1	K	2	2	2	2	2
2	L	8	2	6		
3	M	18	2	6	10	
4	N	32	2	6	10	14
5	O	32	2	6	10	14
6	P	18	2	6	10	
7	Q	8	2	6		
8	R	2	2			

## Lanthanide

57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71
La Lanthanum 138.91	Ce Cerium 140.12	Pr Praseodymium 140.91	Nd Neodymium 144.24	Pm Promethium (145)	Sm Samarium 150.36	Eu Europium 151.96	Gd Gadolinium 157.25	Tb Terbium 158.93	Dy Dysprosium 162.50	Ho Holmium 164.93	Er Erbium 167.26	Tm Thulium 168.93	Yb Ytterbium 173.04	Lu Lutetium 174.97

## Actinide

89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103
Ac Actinium (227)	Th Thorium 232.04	Pa Protactinium 231.04	U Uranium 238.03	Np Neptunium (237)	Pu Plutonium (244)	Am Americium (243)	Cm Curium (247)	Bk Berkelium (247)	Cf Californium (251)	Es Einsteinium (252)	Fm Fermium (257)	Md Mendelevium (258)	No Nobelium (259)	Lr Lawrencium (262)



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



REGIONE  
TOSCANA

## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

### Il problema...

**Il problema è garantire l'approvvigionamento delle risorse minerarie indispensabili per lo sviluppo industriale**

In particolare delle **materie prime critiche (MPC)** che sono quelle che rivestono una grande importanza economica e sono esposte a un rischio di approvvigionamento elevato, spesso causato da una elevata concentrazione dell'offerta in pochi paesi terzi.

e delle MPC **di interesse strategico (MPCS)** che sono quelle indispensabili in settori strategici tra cui le energie rinnovabili, l'industria digitale e i settori aerospaziale e della difesa. La domanda supera l'offerta

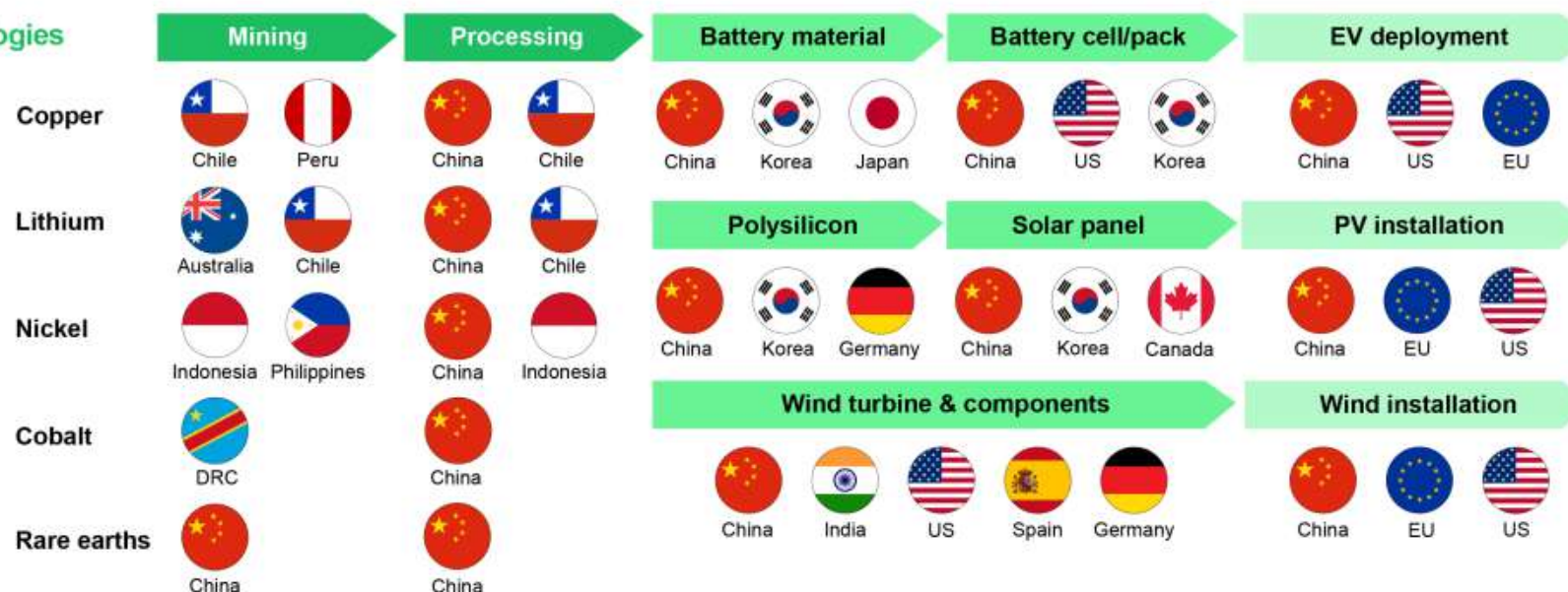


# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

## Oil and gas



## Clean technologies



IEA. All rights reserved

Notes: DRC = Democratic Republic of the Congo; EU = European Union; US = United States; Russia = Russian Federation; China = People's Republic of China.  
 Largest producers and consumers are noted in each case to provide an indication, rather than a complete account.



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



REGIONE  
TOSCANA

## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

## 2. Le MPC e le MPCS... cosa bolle in pentola in Italia?



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi



Regolamento EU1252/2024 (Critical Raw  
Materials Act - CRMA) – maggio 2024



DI 84/2024 "Disposizioni urgenti sulle materie prime  
critiche di interesse strategico" – giugno 2024

Il DI 84/2024 definisce, nelle more di una disciplina organica del settore delle CRM, misure urgenti finalizzate all'attuazione di un sistema di governo per l'approvvigionamento sicuro e sostenibile delle CRM considerate "strategiche". Il decreto ha lo scopo di rilanciare il settore minerario attraverso procedure semplificate per **i progetti strategici** (estrazione, trasformazione o riciclaggio).

I progetti strategici devono riguardare una o più CRMS, apportare un contributo significativo agli obiettivi del CRM Act, , ambientalmente e socialmente sostenibili, tecnicamente fattibili in tempi ragionevoli, il volume di produzione po' essere stimato con attendibilità, sulla base dei criteri UNFC

# Il coinvolgimento di ISPRA

## art. 9 norme per il recupero di risorse minerarie dai rifiuti estrattivi

pone le basi per il riutilizzo dei rifiuti estrattivi al fine del recupero di Materie Prime Critiche previa la loro mappatura e caratterizzazione che sarà eseguita da ISPRA nell'ambito del PNNR Repower EU, con il progetto URBES (**URBan mining and Extractive waste information System**).

**WP3 - Mappatura e caratterizzazione dei rifiuti estrattivi:** Raccolta dati pregressi sulle attività minerarie; Mappatura di campo e da remoto (satellite e droni); Caratterizzazione fisica, petrografica, mineralogica, geochimica; Rilevamento, campionature ed analisi; Riutilizzo degli sterili; prima stima dei contenuti in MPC/MPCS (valutazione operativa a carico delle società minerarie)

**WP4 - Urban Mining** Mappatura e caratterizzazione delle fonti di MPC in ambito urbano



ARPAT  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

Il coinvolgimento di ISPRA

### **art. 10 Programma Nazionale di Esplorazione**

ISPRA elabora il Programma nazionale di esplorazione, sulla base di una convenzione stipulata con il Ministero delle imprese e del made in Italy e il Ministero dell'ambiente e della sicurezza energetica. Il Programma è sottoposto a riesame almeno ogni cinque anni.

Il Programma *comprende le seguenti attività* :

- a) mappatura dei minerali su scala idonea;
- b) campagne geochemiche,
- c) indagini geognostiche, incluse le indagini geofisiche;
- d) elaborazione dei dati raccolti attraverso l'esplorazione generale, anche mediante lo sviluppo di mappe predittive.



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacra  
Strozzi

# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

Miniere in Italia

PORTALE ISPRA SNPA



Trova indirizzo o posizione



## Legenda

### Minerali estratti

Gruppi di minerali estratti

- Amianto
- Barite e Fluorite
- Combustibili fossili e Bitumi
- Marna da cemento
- Minerali ceramici
- Minerali industriali
- Minerali metalliferi
- Salgemma e Sali potassici
- Talco, Steatite e Grafite
- Zolfo
- Altri

### Siti minerari 1870-2023

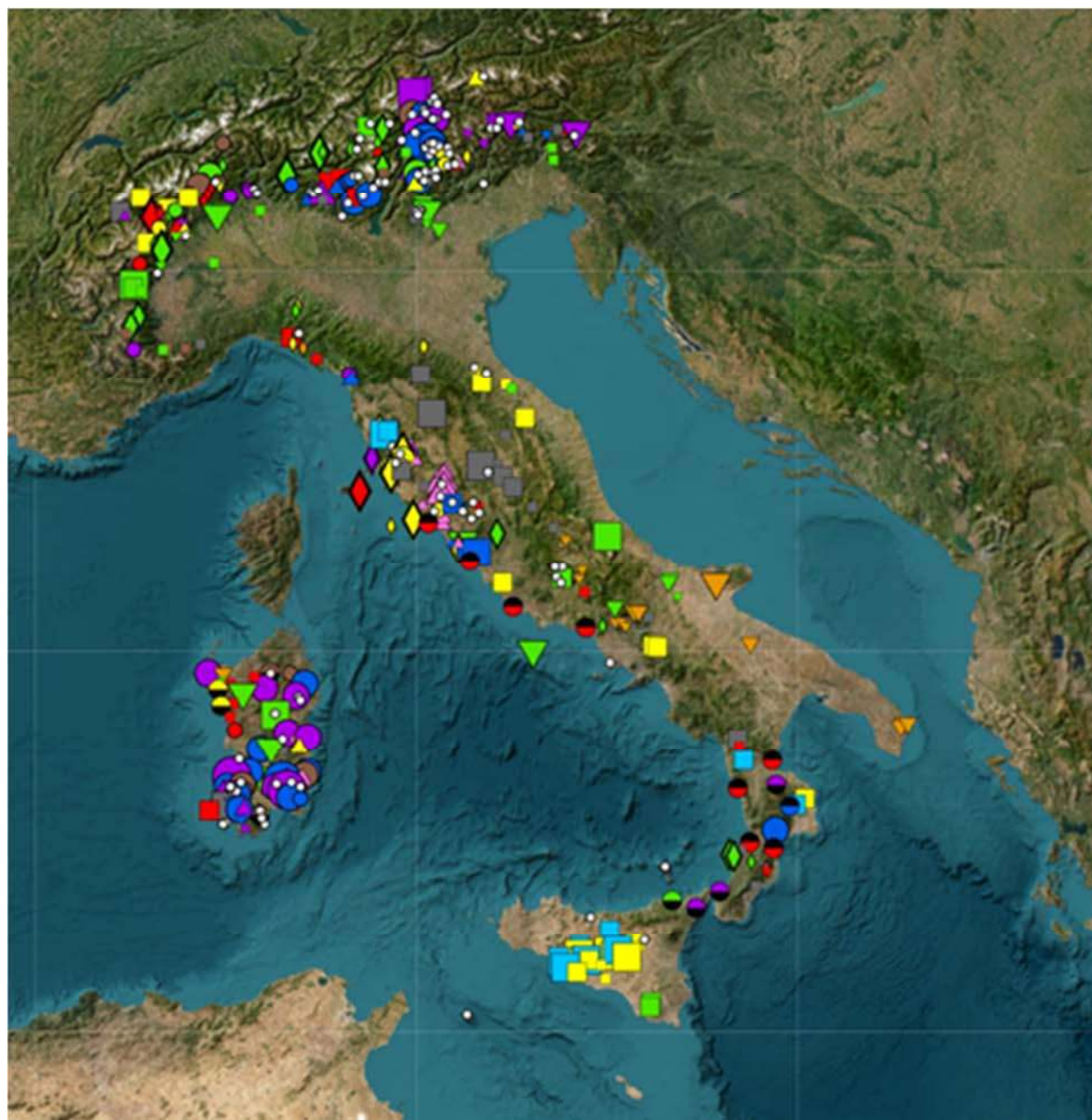
Siti minerari





**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacra  
Strozzi

# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE



Elenco layer

Corpi Minerari

- Filoniano;high;Fluorite, Barite, Celestina
- Filoniano;high;Piombo, Zinco, Argento
- Filoniano;low;Altri metalli
- Filoniano;low;Ferro, Mn, Ni, Co, Cr, Ti
- Filoniano;low;Fluorite, Barite, Celestina
- Filoniano;low;Mercurio, Antimonio, Arsenico
- Filoniano;low;Minerali e rocce industriali
- Filoniano;low;Piombo, Zinco, Argento
- Filoniano;low;Pirite, Rame, Zolfo
- Filoniano;medium;Altri metalli
- Filoniano;medium;Fluorite, Barite, Celestina
- Filoniano;medium;Minerali e rocce industriali
- Filoniano;medium;Piombo, Zinco, Argento
- Filoniano;medium;Pirite, Rame, Zolfo
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;low;Altri metalli
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;low;Ferro, Mn, Ni, Co, Cr, Ti
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;low;Fluorite, Barite, Celestina
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;low;Mercurio, Antimonio, Arsenico
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;low;Piombo, Zinco, Argento
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;low;Pirite, Rame, Zolfo
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;medium;Ferro, Mn, Ni, Co, Cr, Ti
- ▲ Stratiforme discordante con gli strati;medium;Altri metalli



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

8.000  
mineralizzazioni,  
55 aree di interesse  
per la ricerca  
operativa.

RIMIN non indizia  
aree per Co, Li, REE,  
Ti che sono ricercati  
negli attuali permessi  
di ricerca

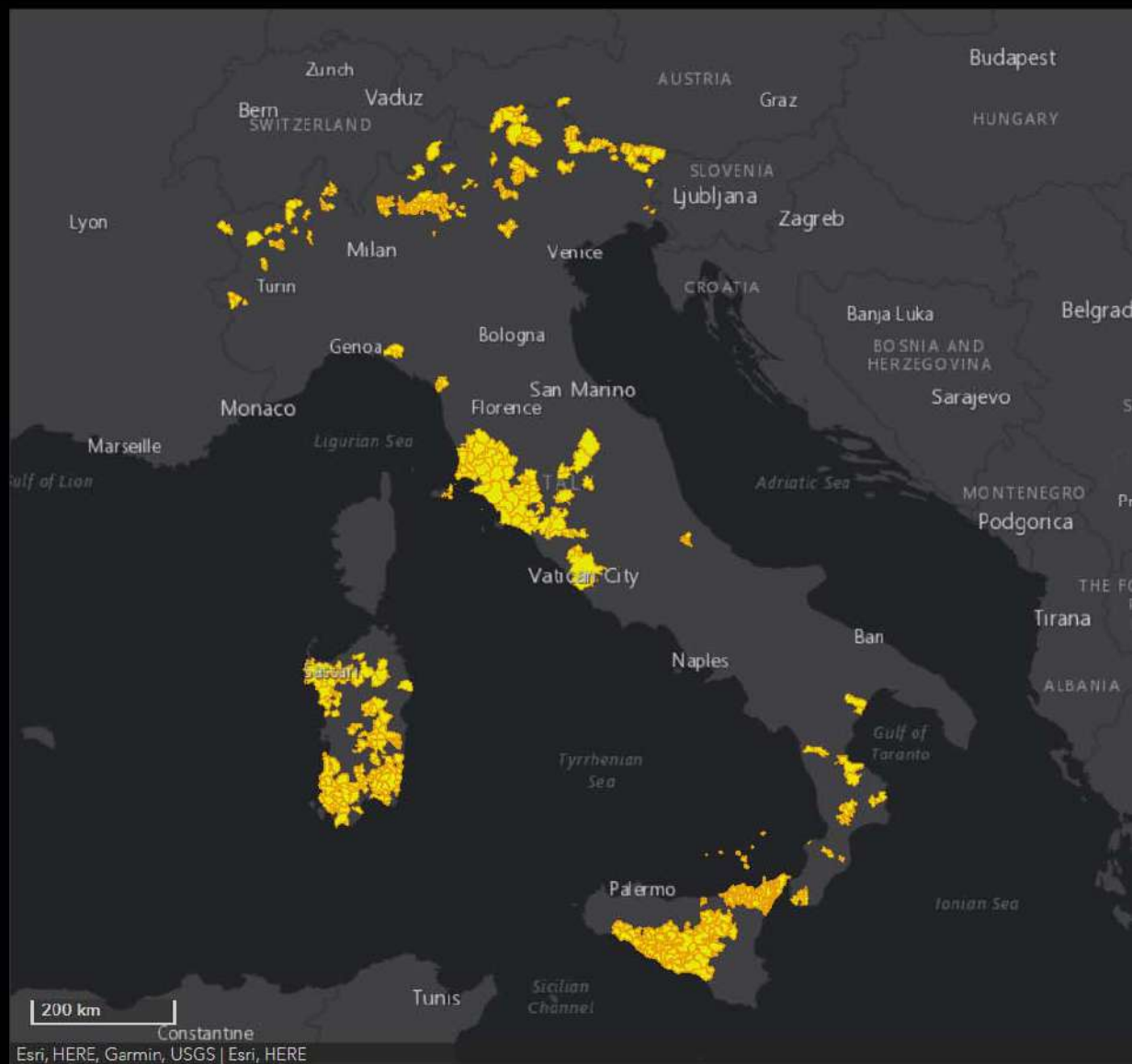
### Dashboard Aree indiziate RIMIN

Selezionare una categoria

Tutti gli elementi	Ag	Al
Amianto	Argille refrattarie	Au
Ba	Barite	Bauxite
Bitume	Caolino	Carbone
F	Fe	Feldspato
Grafite	Leucite	Lignite
Mn	Mo	Ni
Pirite	S	Salgemma
Sn	Talco	W

Selezionare una categoria

Caolino, Au	Caolino, Cu
Caolino, Cu	Caolino, Feldspato
Carbone	Carbone, Bentonite
Carbone, Pb, Zn, Cu, Ba, F	Cu
Cu, Fe	Cu, Feldspato
Cu, Pb, Zn, Au, Mo	Fe
Feldspato	Fe-Ni, amianto
Fluorite, Ferro	F, Pb, Zn, Cu
Leucite	Lignite
Mo	Mo, Feldspato
Pb, Zn	Pb, Zn, Ba
Pb, Zn, Cu, Au	Pb, Zn, Cu, Ba, F



## I criteri di selezione delle aree:

- Più promettenti dal punto di vista minerario in base delle conoscenze pregresse, a partire dalle aree indiziate durante la ricerca di base RIMIN condotta alla fine del secolo scorso
- Con presenza di studi giacimentologici moderni conclusi o in corso, editi ed inediti (Relazioni sui permessi di ricerca rilasciati, tesi di laurea/dottorato/master, pubblicazioni scientifiche, report di altri progetti nazionali/EU)
- Con accertata presenza di elementi mai ricercati nel territorio italiano ma con evidenti grandi prospettive anche sulla base dell'esperienze internazionali (**es. litio da geotermia**) o da quanto documentato in precedenti studi (es. terre rare nelle fluoriti)
- Con possibilità di integrazione con altri progetti nazionali (CARG, MER, URBES ecc..) e con altre attività di supporto alla ricerca (es. Copernicus)
- Con possibilità di utilizzo di metodiche innovative come la magnetometria aerotrasportata attiva, l'analisi delle particelle cosmiche e l'utilizzo estensivo dei software di intelligenza artificiale

I temi minerari individuati sono:

- 1) Fluorite, Barite, Terre rare (Alpi meridionali)
- 2) Elementi del gruppo del Platino (Os, Ir, Ru, Rh, Pt, Pd) (Piemonte orientale)
- 3) Rame e manganese (Liguria occidentale)
- 4) Grafite (Piemonte, Liguria, Calabria)
- 5) Litio (Lazio, Campania, Toscana, EMR, Marche, Piemonte....)
- 6) Antimonio (Toscana)
- 7) Magnesite (Toscana)
- 8) Fluorite, barite, Terre rare (Lazio)
- 9) Feldspato, Litio, Terre rare (Campania)
- 10) Feldspato, Terre rare, REE (Sardegna)
- 11) Rame, Tungsteno, Terre rare, Titanio (Piombo, Zinco, Argento)
- 12) Fluorite, barite, Terre rare (Sud Sardegna)
- 13) Tungsteno, Arsenico, Bismuto (+Stagno, Molibdeno) (SW Sardegna)
- 14) Rame (+Molibdeno, Oro) (SW Sardegna)



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



REGIONE  
TOSCANA

## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

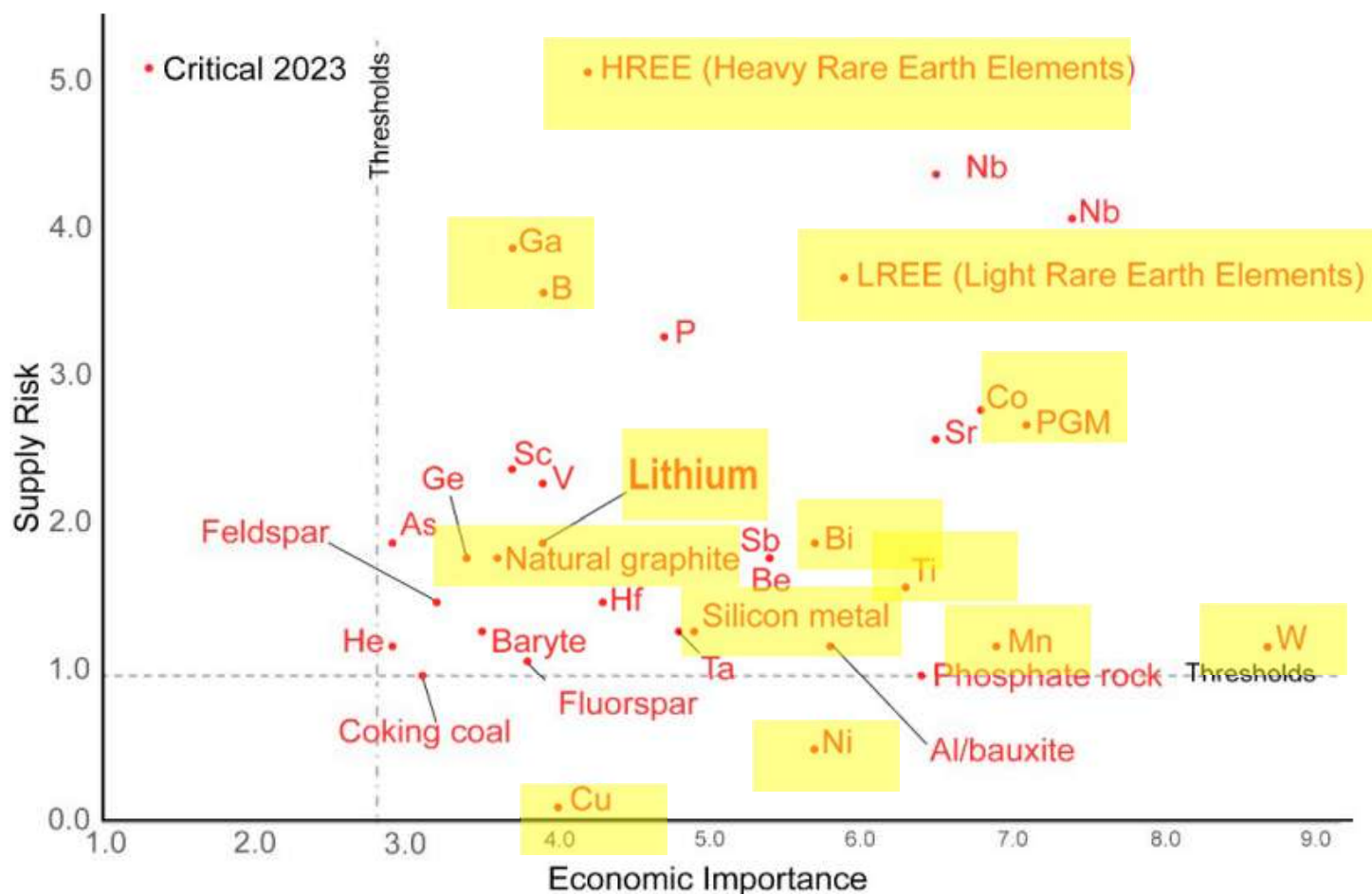
**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

3. Cosa sono e a cosa servono le MPC e MPCS?



# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
 Palazzo  
 Sacratini  
 Strozzi





**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**

# 34 Materie Prime Critiche - 17 Materie Prime Strategiche

<b>Afnio</b>	<b>Alluminio / bauxite</b>	<b>Antimonio</b>	<b>Arsenico</b>	<b>Barite</b>	<b>Berillio</b>
<b>Bismuto</b>	<b>Boro</b>	<b>Carbone da coke</b>	<b>Cobalto</b>	<b>Elio</b>	<b>Feldspato</b>
<b>Fluorite</b>	<b>Fosforite</b>	<b>Fosforo</b>	<b>Gallio</b>	<b>Germanio</b>	<b>Grafite naturale</b>
<b>Litio</b>	<b>Magnesio</b>	<b>Manganese</b>	<b>Metalli del gruppo del platino*</b>	<b>Nichel</b>	<b>Niobio</b>
<b>Rame</b>	<b>Scandio</b>	<b>Silicio metallico</b>	<b>Stronzio</b>	<b>Tantalio</b>	<b>Titanio</b>
<b>Terre rare Leggere**</b>	<b>Terre rare Pesanti***</b>	<b>Tungsteno</b>	<b>Vanadio</b>		



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

## A cosa Servono

SCRM	Usi Principali
<b>Litio</b>	Batterie per veicoli elettrici, accumulo energia
<b>Cobalto</b>	Batterie ricaricabili, aerospazio, magneti
<b>Grafite (naturale)</b>	Anodi per batterie, lubrificanti, refrattari
<b>Nichel</b>	Batterie, acciaio inossidabile, leghe speciali
<b>Terre rare (REE)</b>	Magnet permanenti, turbine eoliche, veicoli elettrici, elettronica
<b>Neodimio/Disprosio</b>	Magnet per motori elettrici e turbine eoliche
<b>Gallio</b>	Chip semiconduttori, LED, pannelli solari a film sottile
<b>Germanio</b>	Fibra ottica, pannelli solari, infrarossi
<b>Indio</b>	Schermi LCD, LED, celle solari
<b>Tungsteno</b>	Utensili da taglio, leghe ad alta resistenza, armamenti
<b>Magnesio</b>	Leghe leggere per trasporti, elettronica, aerospazio
<b>Platino/Palladio</b>	Catalizzatori per auto, industria chimica, elettronica
<b>Boro</b>	Vetroresina, detergenti, semiconduttori

	Copper	Cobalt	Nickel	Lithium	REEs	Chromium	Zinc	PGMs	Aluminium*
<b>Solar PV</b>	●	○	○	○	○	○	○	○	●
<b>Wind</b>	●	○	●	○	●	●	●	○	●
<b>Hydro</b>	●	○	○	○	○	●	●	○	●
<b>CSP</b>	●	○	●	○	○	●	●	○	●
<b>Bioenergy</b>	●	○	○	○	○	○	●	○	●
<b>Geothermal</b>	○	○	●	○	○	●	○	○	○
<b>Nuclear</b>	●	○	●	○	○	●	○	○	○
<b>Electricity networks</b>	●	○	○	○	○	○	○	○	●
<b>EVs and battery storage</b>	●	●	●	●	●	○	○	○	●
<b>Hydrogen</b>	○	○	●	○	●	○	○	●	●

Notes: Shading indicates the relative importance of minerals for a particular clean energy technology (● = high; ● = moderate; ○ = low), which are discussed in their respective sections in this chapter. CSP = concentrating solar power; PGM = platinum group metals.

\* In this report, aluminium demand is assessed for electricity networks only and is not included in the aggregate demand projections.

Importanza relativa delle MPC per lo sviluppo di tecnologie per l'energia rinnovabile



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratì  
Strozzi

### 4. Dove si trovano le MPCs?



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



REGIONE  
TOSCANA

## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

### MPC

**Dove si trovano in natura (contesto geologico / forma minerale)**

### Litio

Saline (laghi salati in ambienti aridi – *salar*, es. Cile, Bolivia), pegmatiti (es. Australia, Canada), brine

### Cobalto

Minerali di rame e nichel in rocce ultrabasiche; spesso come sottoprodotto dell'estrazione di rame (es. Congo, Zambia)

### Grafite

In rocce metamorfiche ricche in carbonio (gneiss, scisti), ma anche in vene idrotermali

### Nichel

Lateriti (zone tropicali), solfuri in rocce magmatiche (Sudbury, Canada; Russia)

### Terre rare (REE)

Minerali come bastnäsite, monazite, xenotime; pegmatiti, carbonatiti e argille ioniche (Cina, Brasile, USA)

### Neodimio/D isprosio

Comuni nei minerali delle terre rare (vedi sopra)

### Gallio

Come sottoprodotto nella bauxite (per l'alluminio) e nei minerali di zinco

# Dove si trovano



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacra  
Strozzi

## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

### MPCS

### Dove si trova in natura (contesto geologico / forma minerale)

### Germanio

Associato a minerali di zinco (sfalerite), carbone, e residui industriali  
Sottoprodotto dell'estrazione di zinco, piombo e rame (minerale:  
sfalerite)

### Indio

Minerali come scheelite e wolframite, in vene idrotermali granitiche  
(Cina, Vietnam)

### Tungsteno

### Magnesio

Dolomite, magnesite (rocce sedimentarie), sali marini

### Platino/Palladio

In giacimenti di cromite e nichel in rocce ultrabasiche (Sudafrica,  
Russia), spesso in intrusioni magmatiche stratiformi

### Boro

In evaporiti (es. borace, kernite), ambienti aridi e vulcanici (Turchia,  
California), brine



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

### 5. Le MPC nelle brines



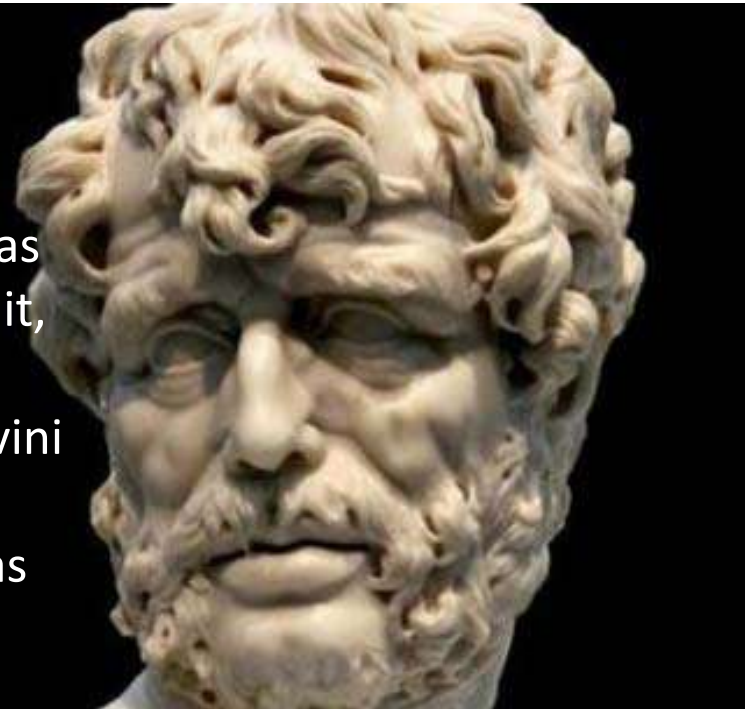
**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

Nec miror, si locus atque aer aquas  
inficit similesque regionibus reddit,  
per quas et ex quibus veniunt:  
pabuli sapor apparet in lacte, et vini  
vis existit in aceto. Nulla res est,  
quae non eius, quo nascitur, notas  
reddat.



E non mi meraviglio se il luogo e l'aria contaminano le acque e le rendono simili alle regioni che attraversano e da cui provengono: nel latte ritroviamo il sapore del pascolo, e nell'aceto il vigore del vino. Non c'è nulla che non riporti le caratteristiche del luogo in cui nasce.

Seneca, Naturales Quaestiones, liber III 21,2



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

## RUOTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA VALUTAZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE





**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

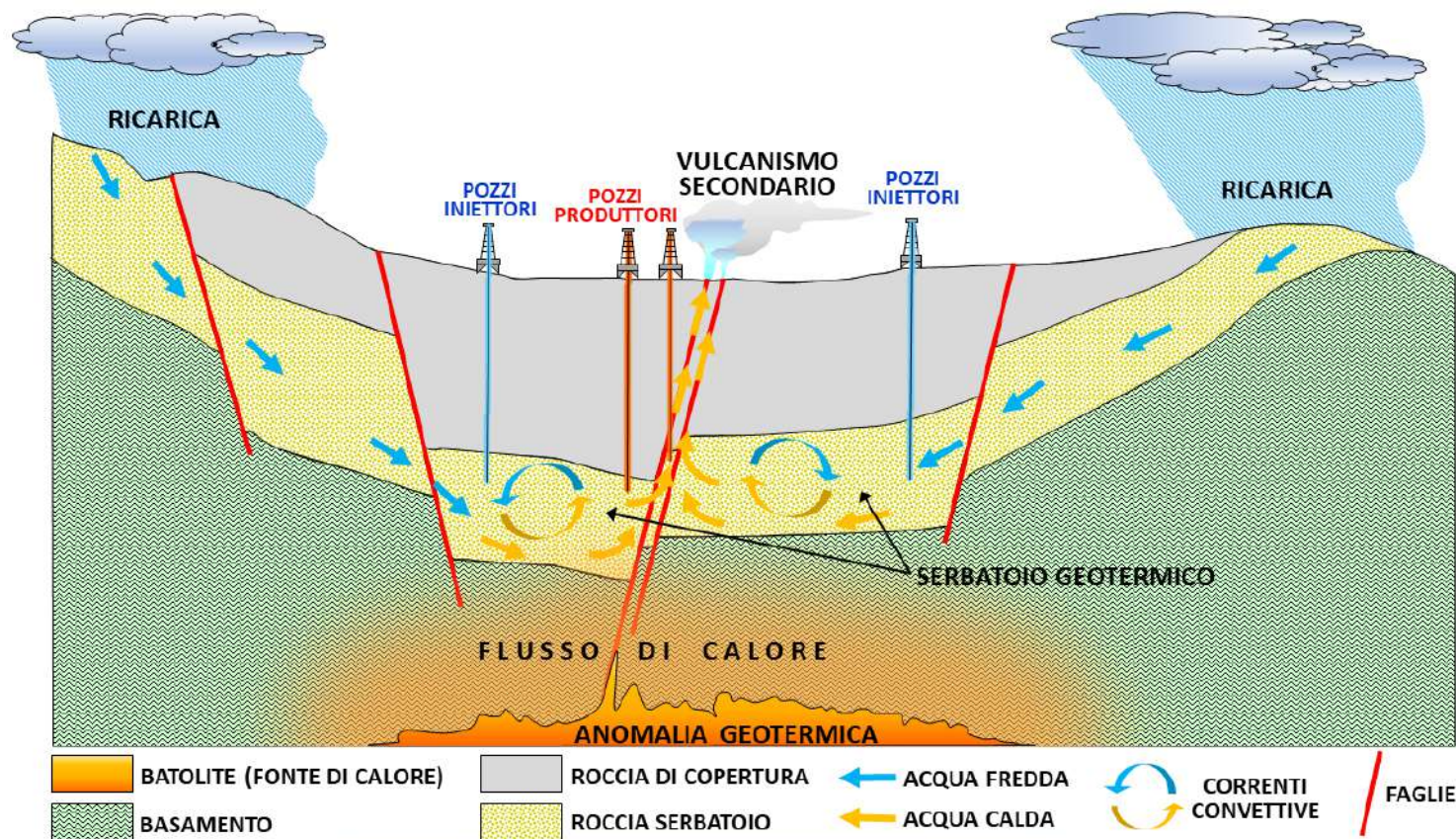
**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

### Le MPCs nelle brines

L'arricchimento di MPCs (es. B, Li, Sb, Mn) nelle brine geotermiche può avvenire per interazione acqua roccia (alte temperature, pH) o da input profondi (intrusioni magmatiche). Quindi la composizione di un fluido geotermale è controllato da processi che dipendono dallo scenario geologico (natura della roccia incassante, temperatura, processi di mixing, input di fluidi vulcanici nelle acque termali, ecc).



# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE





ARPAT  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

### Le MPCs nelle brines

Le salamoie geotermiche non sono solo ricche di litio, ma possono contenere anche altre materie prime

Salton Sea (USA) (270–370°C) : (K), boro (B), litio (Li), rubidio (Rb), cesio (Cs), e metalli pesanti come ferro (Fe), piombo (Pb), zinco (Zn) e rame (Cu).

Salamoie di Jiangnan e Jitai (Cina) : K, Rb, stronzio (Sr), Cs, bromo (Br), iodio (I) e B.

Le **terre rare** si trovano generalmente a **basse concentrazioni** nei fluidi geotermici (da centinaia di picogrammi a pochi microgrammi per litro):

**Sorgente termale in Idaho (USA):** 0,05–3,24 µg/L totali (media: 0,63 µg/L). I più abbondanti sono **La, Ce e Nd**.

**Sorgenti acide in Giappone (Kusatsu-Shirane):** 15,0–718,5 µg/L (media: 210,7 µg/L), con **La, Ce e Nd** come elementi principali.



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

**MPC**

**Litio**

**Germanio**

**Boro**

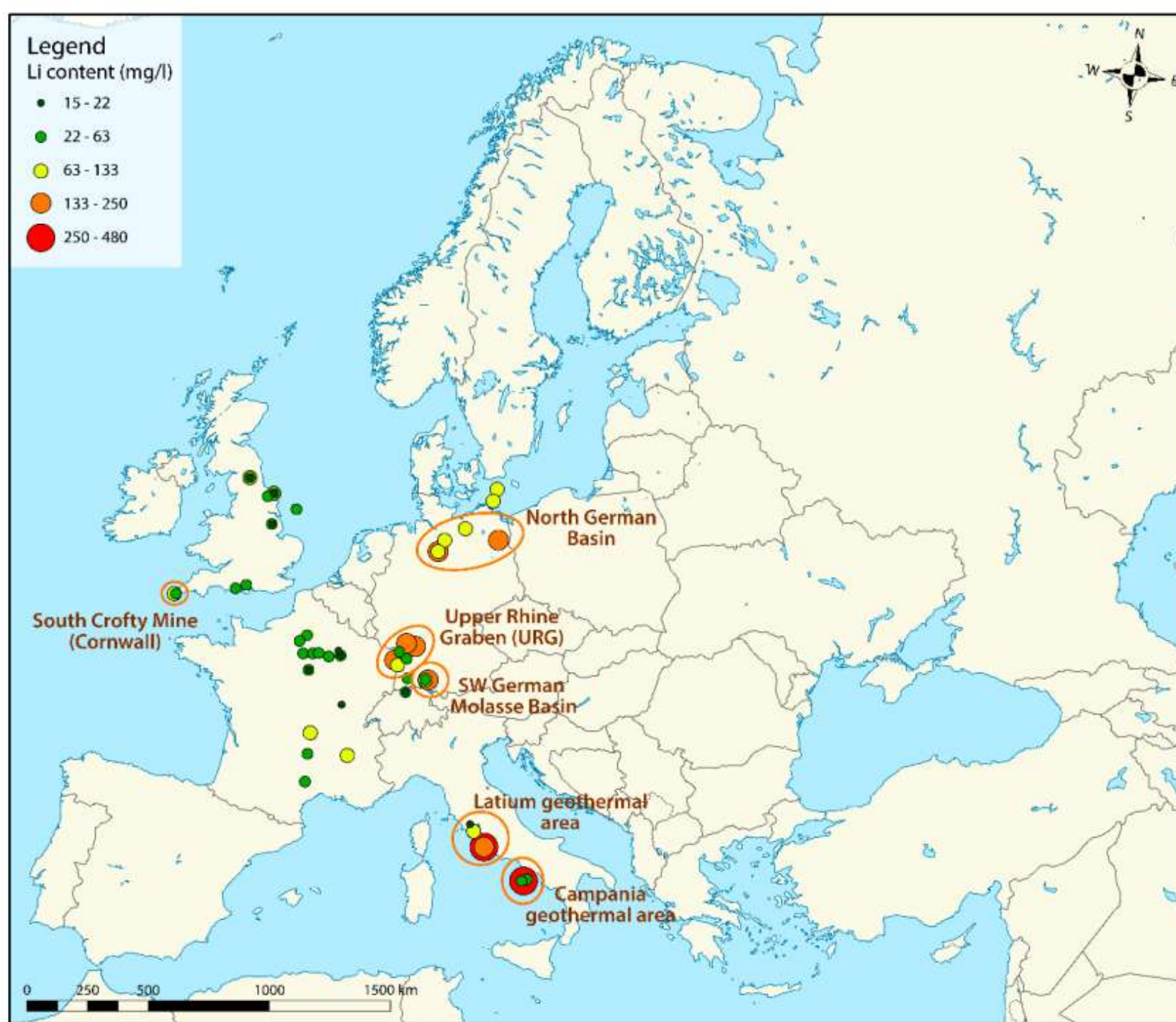
**Silice (silicio)**

**Zinco, manganese**

**Terre rare (REE)**

**Presenza Note**

***	Tra le più promettenti. Es. Salton Sea (California), Germania (Upper Rhine Valley), Italia (Toscana, Lazio)
*	In aree vulcaniche; dipende dalla geochimica locale
***	Presente in molte salamoie geotermiche (esToscana)
*	Sotto forma di acido silicico, ma difficilmente valorizzata industrialmente
**	Soprattutto in ambienti vulcanici acidi
*	Studio in corso per l'estrazione, ma ancora tecnicamente complesso



**Figure 12.** Map of Europe showing the six main geothermal areas with Li-rich fluids (Orange circles) and Li-concentration ranges in such fluids. From [14], modified.



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

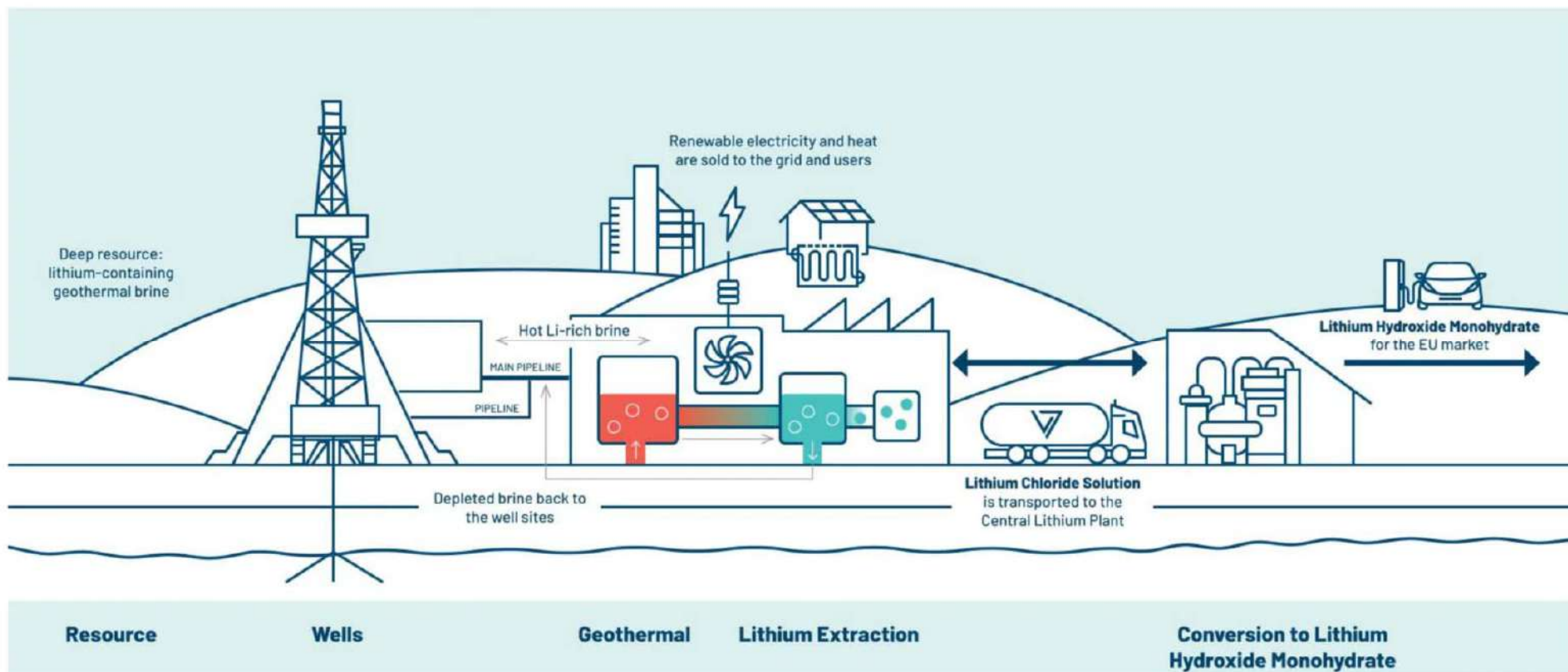
**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

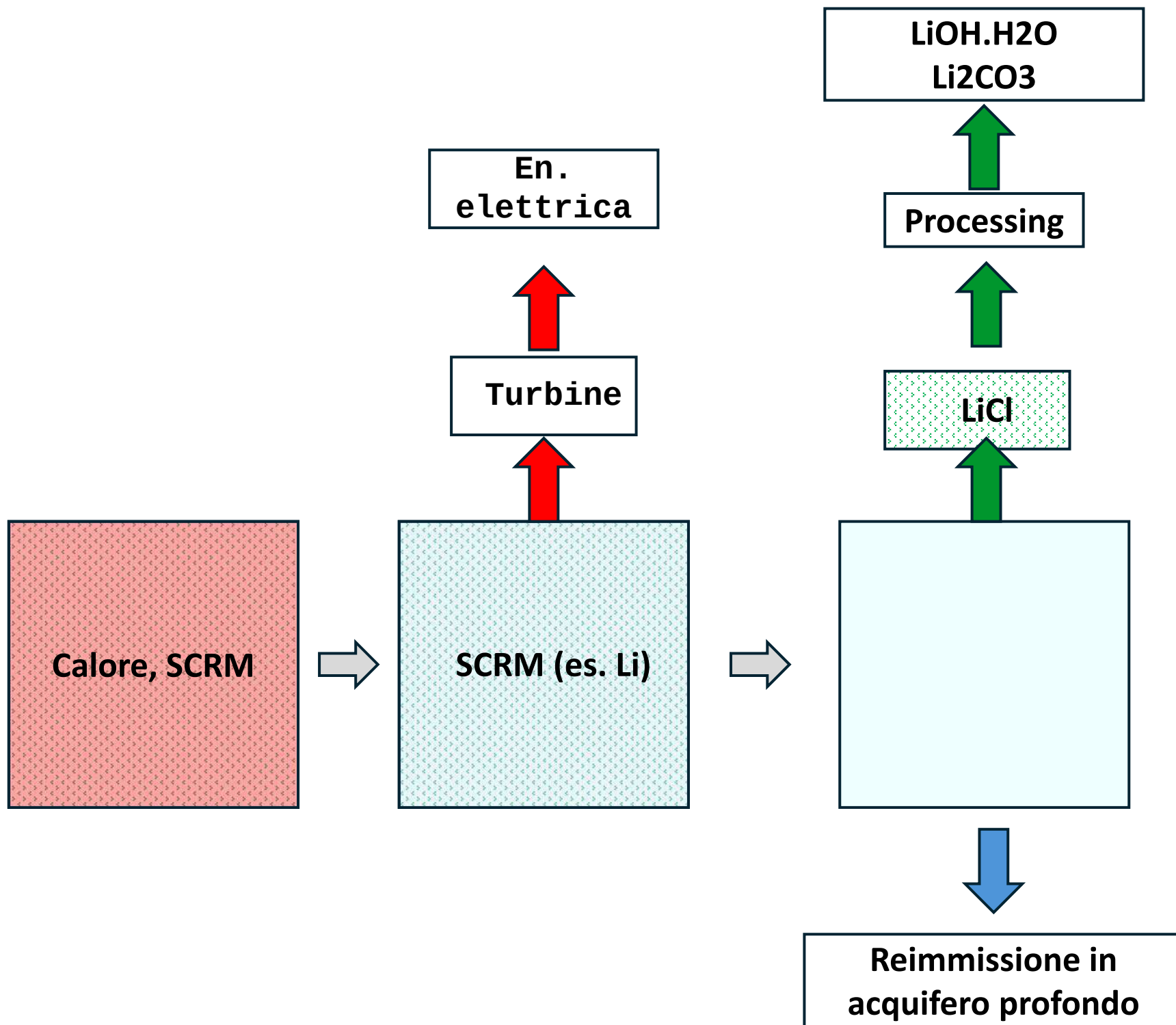
### 6. La "raffinazione" delle MPC dalle brine

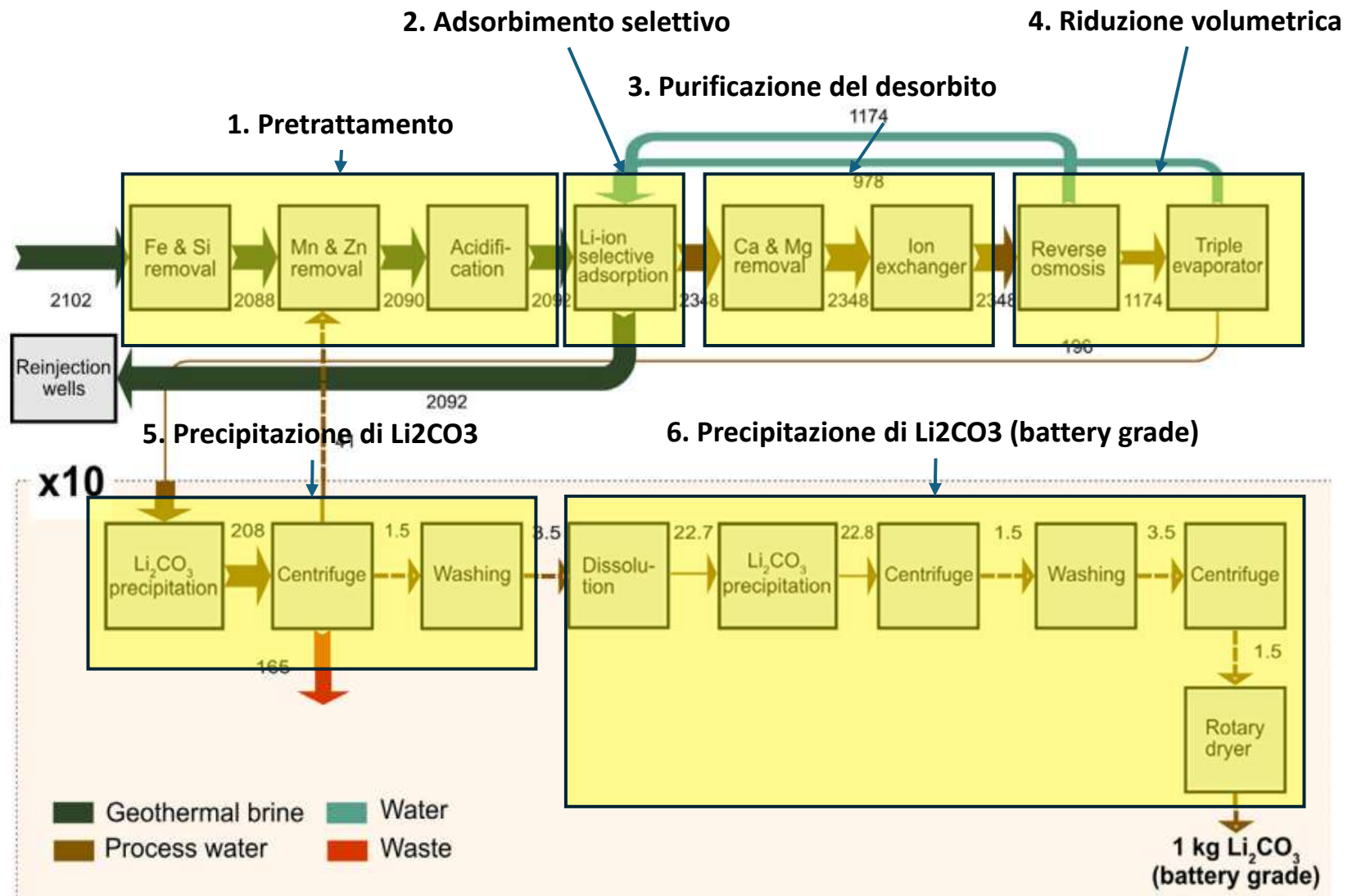


# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

## Progetto della "Vulcan" nel Reno meridionale









**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

## 7 La “MPC rush”: le regole del gioco



# IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

Areas of risks		Description
Environment	Climate change	<ul style="list-style-type: none"> <li>With higher greenhouse gas emission intensities than bulk metals, production of energy transition minerals can be a significant source of emissions as demand rises</li> <li>Changing patterns of demand and types of resource targeted for development pose upward pressure</li> </ul>
	Land use	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mining brings major changes in land cover that can have adverse impacts on biodiversity</li> <li>Changes in land use can result in the displacement of communities and the loss of habitats that are home to endangered species</li> </ul>
	Water management	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mining and mineral processing require large volumes of water for their operations and pose contamination risks through acid mine drainage, wastewater discharge and the disposal of tailings</li> <li>Water scarcity is a major barrier to the development of mineral resources: around half of global lithium and copper production are concentrated in areas of high water stress</li> </ul>
	Waste	<ul style="list-style-type: none"> <li>Declining ore quality can lead to a major increase in mining waste (e.g. tailings, waste rocks); tailings dam failure can cause large-scale environmental disasters (e.g. Brumadinho dam collapse in Brazil)</li> <li>Mining and mineral processing generate hazardous waste (e.g. heavy metals, radioactive material)</li> </ul>
Social	Governance	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mineral revenues in resource-rich countries have not always been used to support economic and industrial growth and are often diverted to finance armed conflict or for private gain</li> <li>Corruption and bribery pose major liability risks for companies</li> </ul>
	Health and safety	<ul style="list-style-type: none"> <li>Workers face poor working conditions and workplace hazards (e.g. accidents, exposure to toxic chemicals)</li> <li>Workers at artisanal and small-scale mine (ASM) sites often work in unstable underground mines without access to safety equipment</li> </ul>
	Human rights	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mineral exploitation may lead to adverse impacts on the local population such as child or forced labour (e.g. children have been found to be present at about 30% of cobalt ASM sites in the DRC)</li> <li>Changes in the community associated with mining may also have an unequal impact on women</li> </ul>



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

Il DL 84/2024 coinvolge direttamente ISPRA su diversi punti, ciò comporta:

1. Congiuntamente agli stakeholder una spinta al recupero delle competenze anche in relazione a nuovi strumenti di esplorazione (satelliti iperspettrali; tomografia muonica, veicoli a controllo remoto o autonomo, Intelligenza Artificiale e Machine Learning)
2. un possibile ruolo di ISPRA nel processo di accettabilità sociale dell'attività mineraria



E' necessario coltivare le nostre georisorse e farlo in modo sostenibile



E' necessario ricostruire le conoscenze e le competenze



E' necessario investire in ricerca e formazione



**ARPAT**  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

**FIRENZE**  
**17 LUGLIO**  
**2025**  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

### **Valutazione “super partes” dell’impatto Ambientale e Mitigazione dei Rischi.**

la protezione dell’ambiente è il “core business” di ISPRA e l’istituto ha tutte le competenze per tutte le valutazioni opportune dalla fase di esplorazione a quella della gestione dei rifiuti minerari e ripristino ambientale post miniera (si ricorda in tal senso i compiti di inventario delle strutture di deposito che hanno gravi ripercussioni negative sull’ambiente, art. 20 del d.lgs 117/08)

**Trasparenza da parte degli operatori e delle istituzioni e coinvolgimento delle comunità** (apertura di un canale comunicazione delle conoscenze scientifiche (geologico-giacimentologiche).



ARPAT  
Agenzia regionale  
per la protezione ambientale  
della Toscana



## IL CONTRIBUTO DELL'ECONOMIA CIRCOLARE ALLA PRODUZIONE DELLE MATERIE PRIME CRITICHE: IL CASO DEL LITIO NELLE BRINE GEOTERMICHE

FIRENZE  
17 LUGLIO  
2025  
Palazzo  
Sacratini  
Strozzi

*"That's all Folks!"*  
*Grazie*

*Ogniqualevolta una  
teoria ti sembra essere  
l'unica possibile,  
prendilo come un  
segno che non hai  
capito né la teoria né  
il problema che si  
intendeva risolvere*

*(K. Popper)*

**maurizio.guerra@isprambiente.it**