

RISORSE ENERGETICHE A CONFRONTO

Vantaggi e svantaggi della geotermia

Nicola Massarotti



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI
PARTHENOPE

Dipartimento di Ingegneria



UNIONE
GEOTERMICA
ITALIANA

Referente Polo Meridionale

Introduzione

Risorse energetiche

Vantaggi della geotermia

Principali svantaggi

Conclusioni

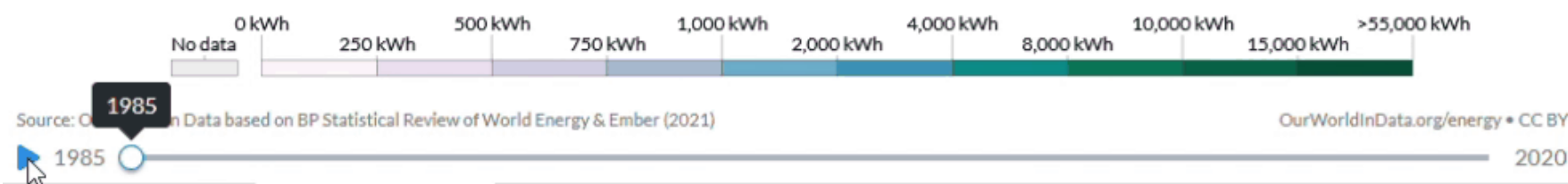
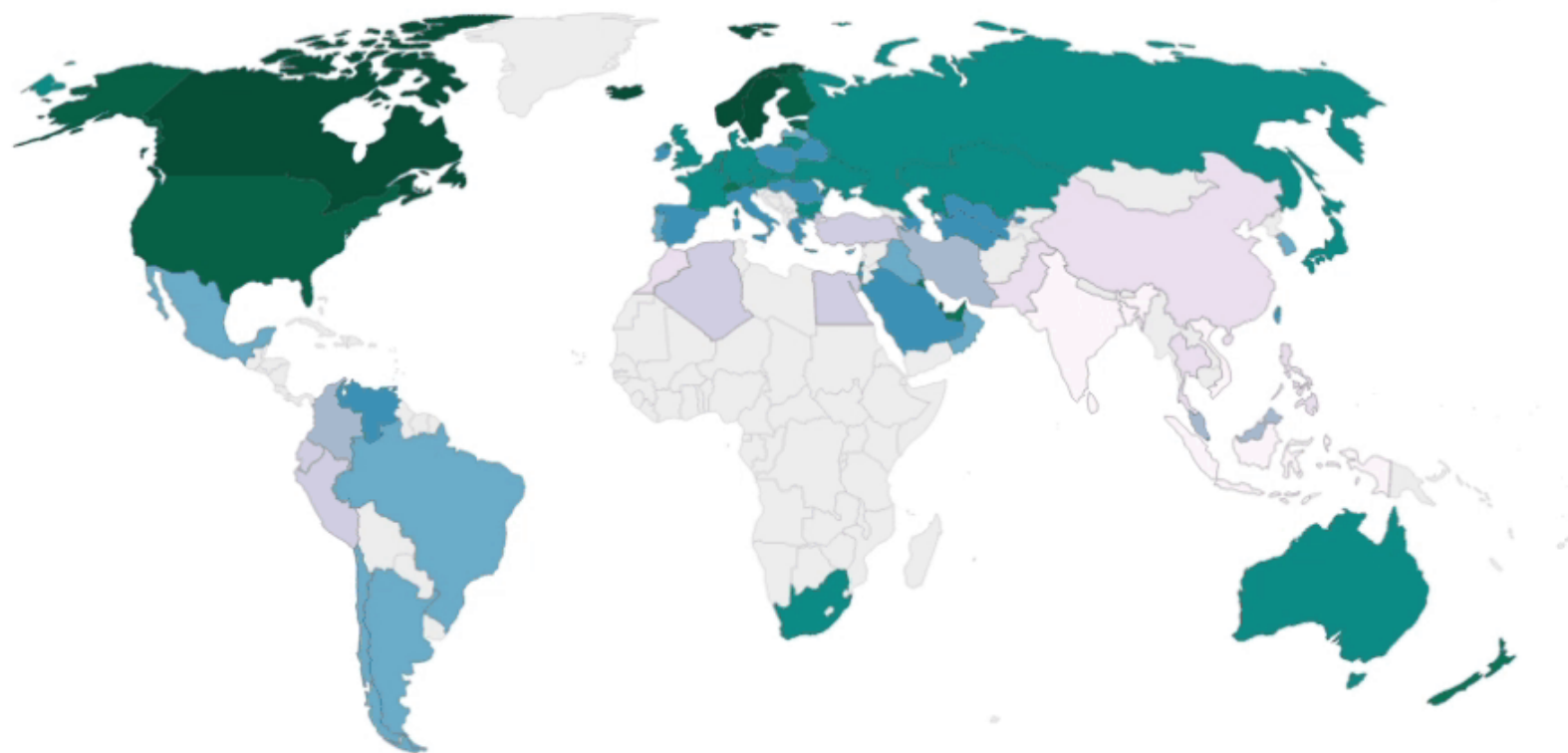


Per capita electricity consumption, 1985

Average annual electricity consumption per capita, measured in kilowatt-hours (kWh) per year.

Our World
in Data

World



Source: Our World in Data based on BP Statistical Review of World Energy & Ember (2021)

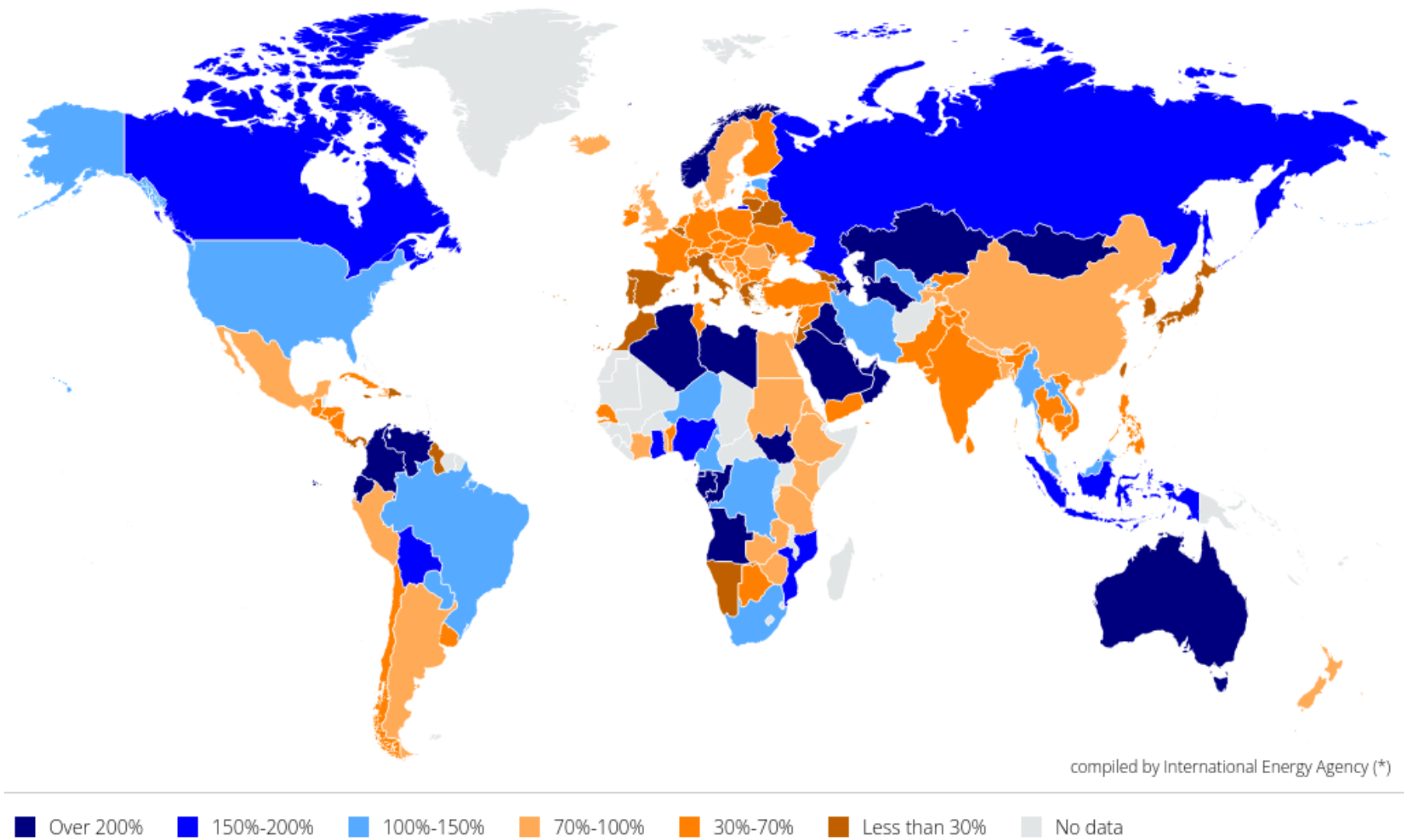
OurWorldInData.org/energy • CC BY

Il consumo di energia cresce rapidamente nelle regioni in cui aumentano popolazione e reddito, mentre diminuisce nei paesi già sviluppati (Ritchie and Roser, 2020).

Le disparità energetiche sono diffuse tra le diverse nazioni e tra i diversi livelli di reddito. Il consumo di energia del 10% della popolazione mondiale, quella più ricca, è pari a circa 20 volte quello del 10% della popolazione, quella più povera (Oswald et al., 2020).



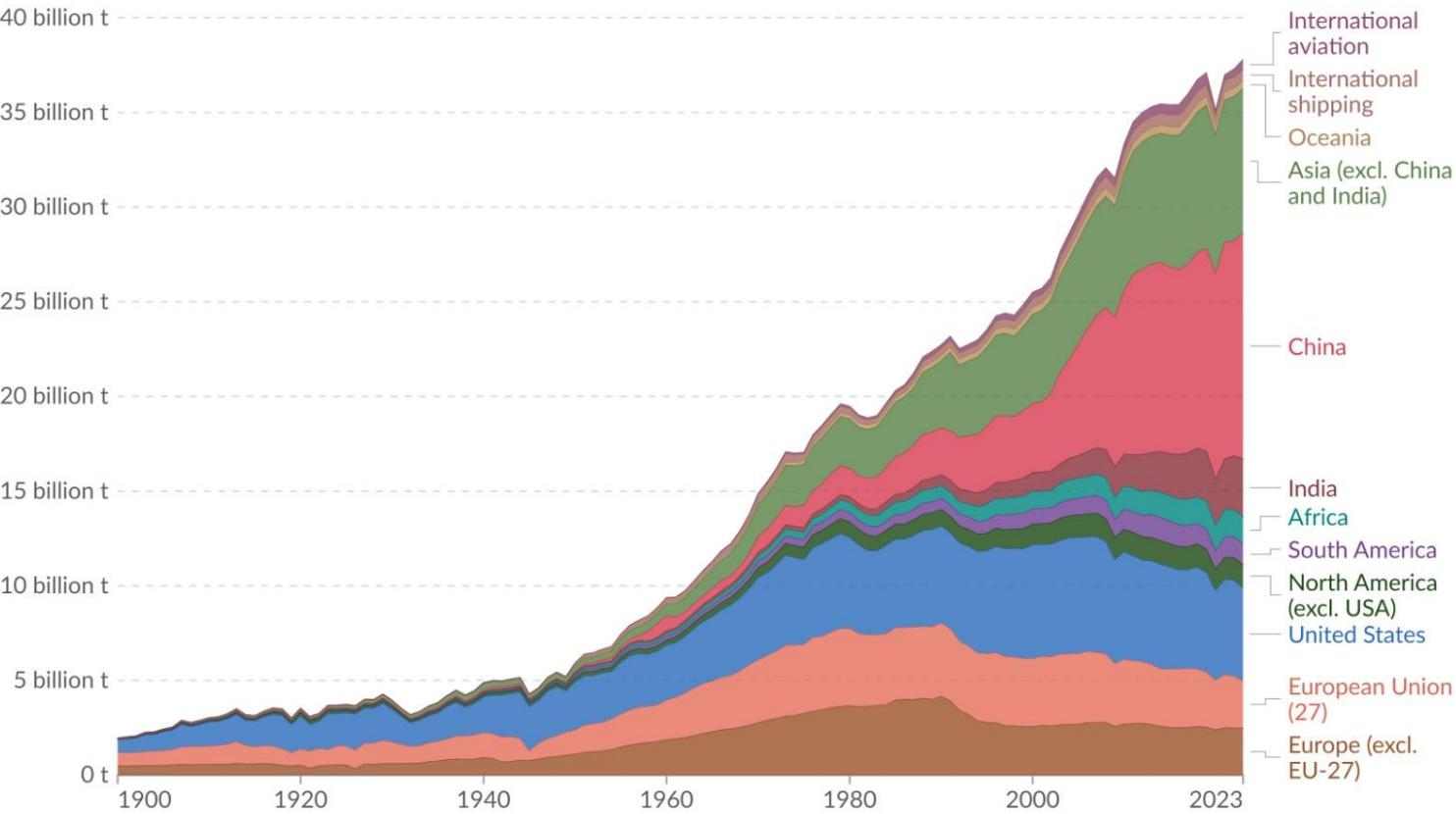
Overall Energy Self-sufficiency (%) (2019)





Annual CO₂ emissions by world region

Emissions from fossil fuels and industry are included, but not land-use change emissions. International aviation and shipping are included as separate entities, as they are not included in any country's emissions.

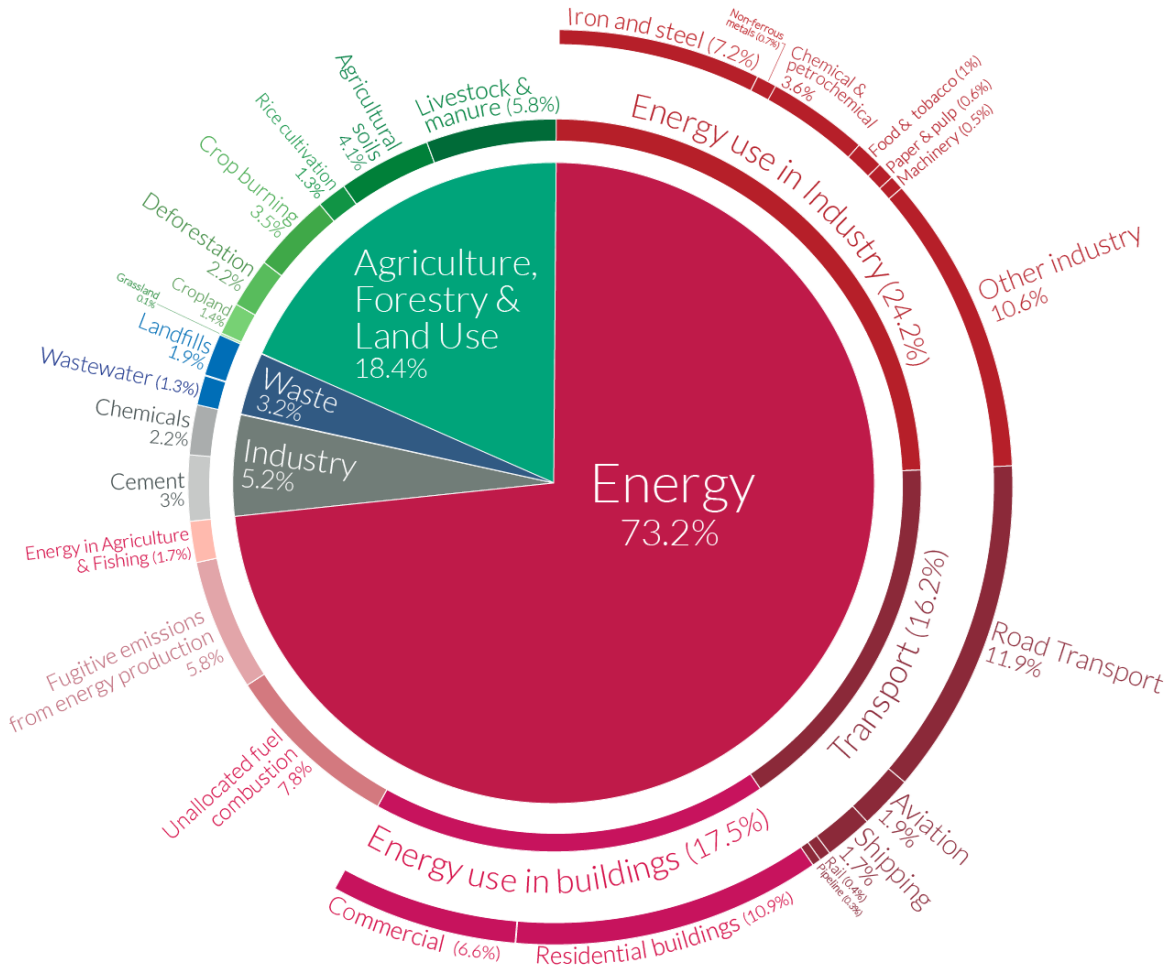


Data source: Global Carbon Budget (2024) OurWorldinData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions | CC BY

(fonte: <https://ourworldindata.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions>)

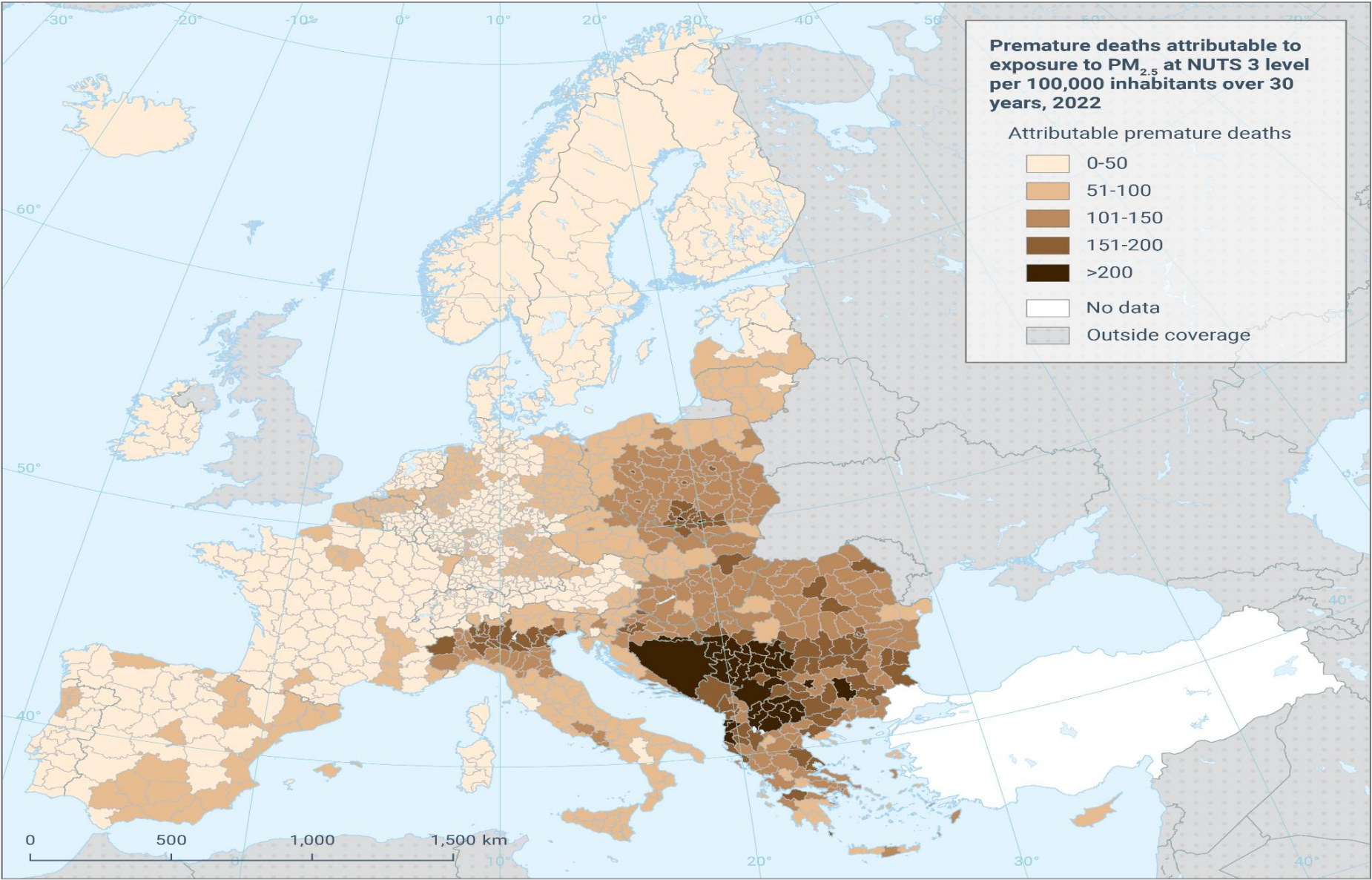
Global greenhouse gas emissions by sector

This is shown for the year 2016 – global greenhouse gas emissions were 49.4 billion tonnes CO₂eq.



OurWorldinData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.
Source: Climate Watch, the World Resources Institute (2020). Licensed under CC-BY by the author Hannah Ritchie (2020).

(fonte: <https://ourworldindata.org/emissions-by-sector>)



Provincia	Stima morti premature
Napoli	> 3500
Roma	> 3184
Milano	> 5500
Torino	> 2772
Genova	> 618

Reference data: © EuroGeographics, © FAO (UN), © TurkStat Source: European Commision – Eurostat/GISCO

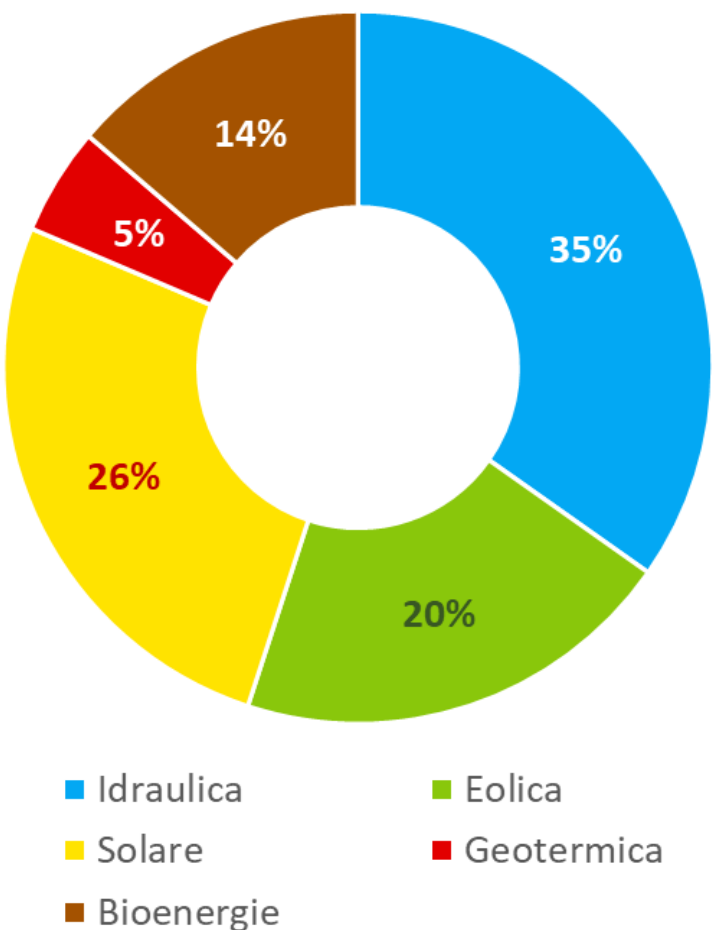
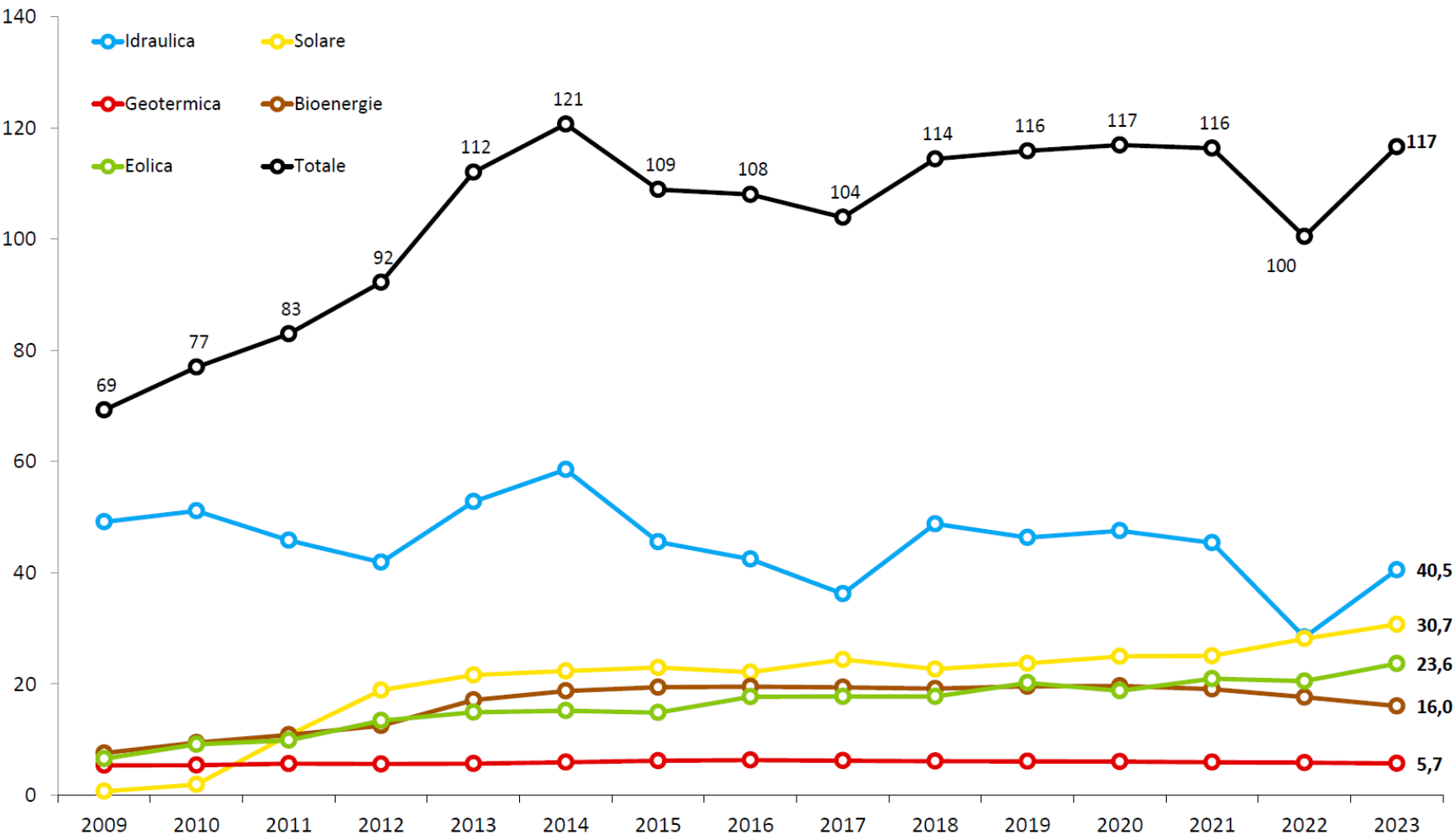
Necessario confronto che tenga conto dei diversi aspetti

				
Solar Energy	Wind Energy	Hydroelectricity	Geothermal Energy	Biomass Energy
				

(fonte: <https://www.energy.gov/>)

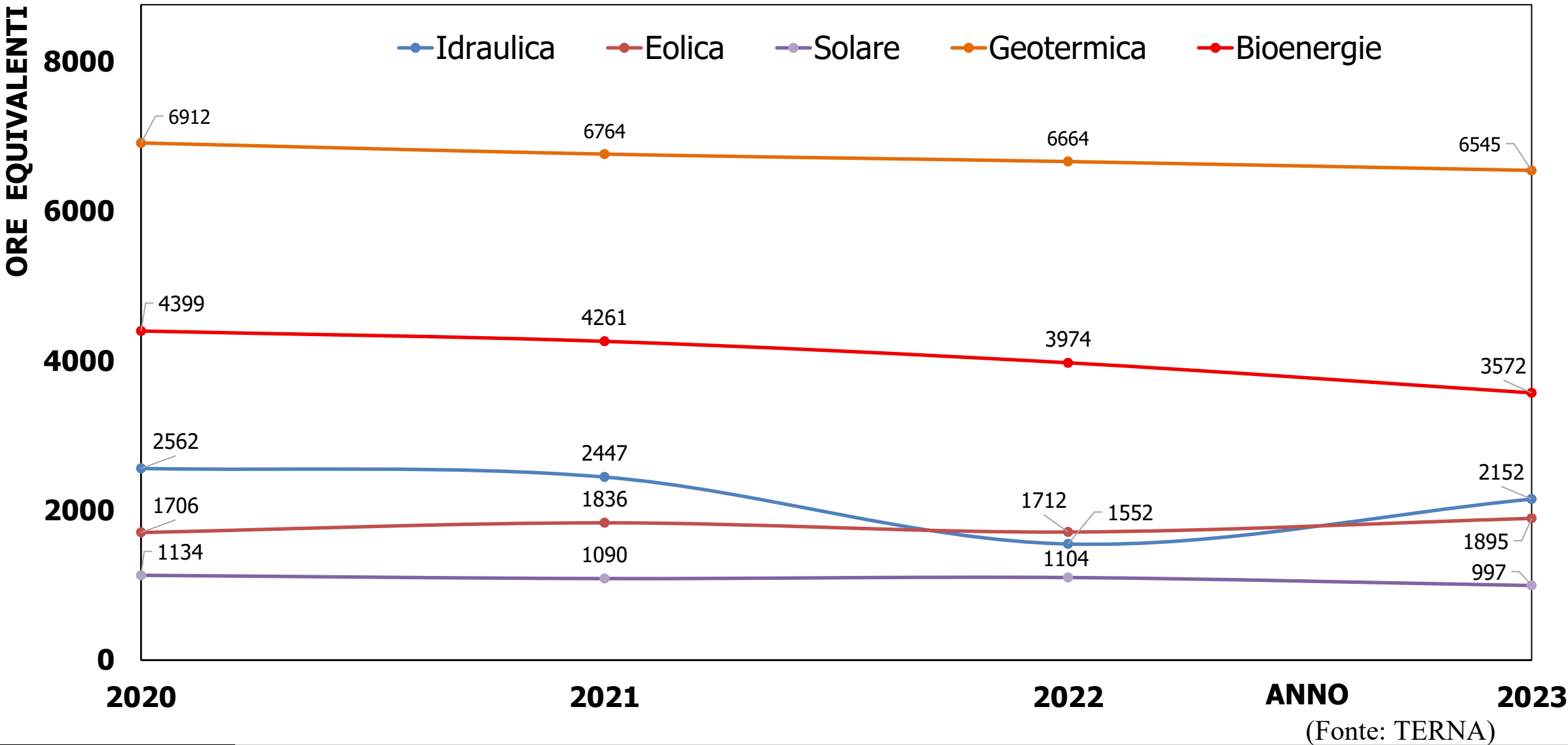


Produzione di energia elettrica degli impianti alimentati da fonti rinnovabili.
Anni 2009-2023 (TWh)

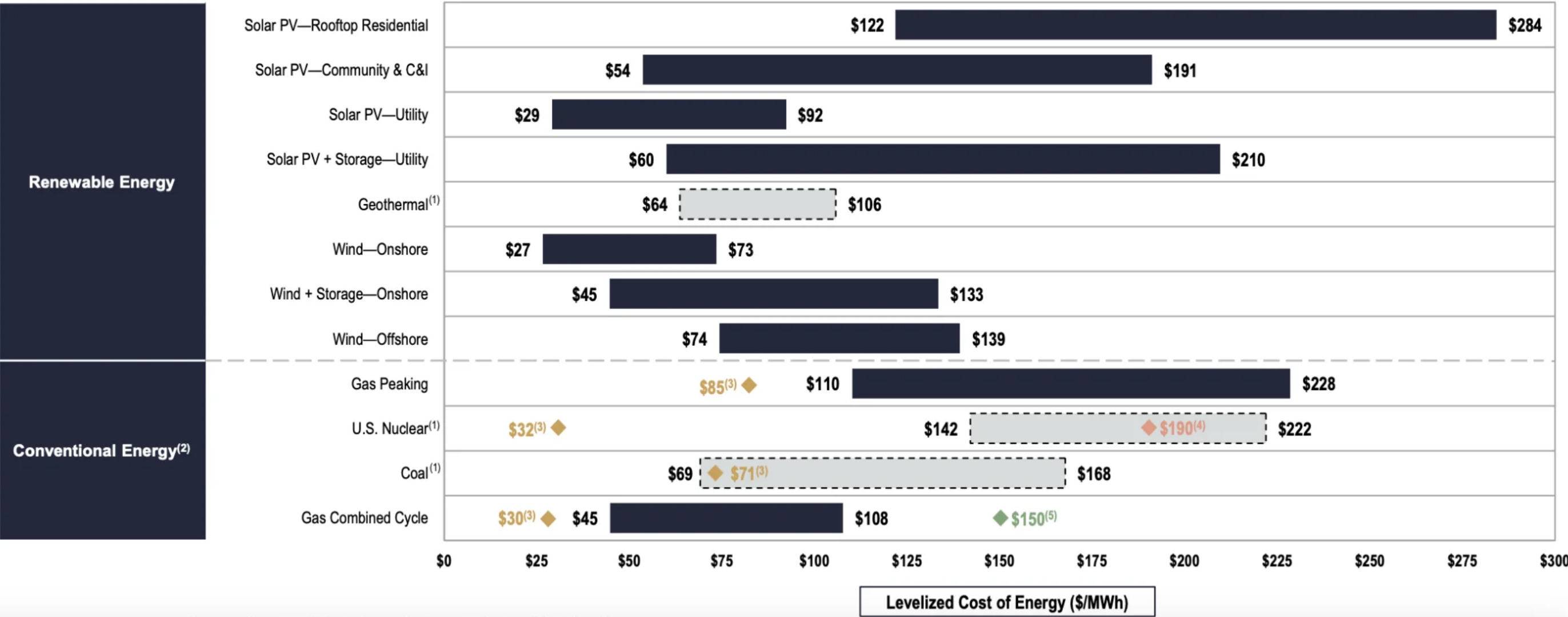


(Fonte: GSE per la fonte solare, TERNA per le altre fonti)

Rapporto tra energia prodotta e potenza installata



Costo dell'energia elettrica prodotta



Source: Lazard and Roland Berger estimates and publicly available information.

Quali costi ambientali?

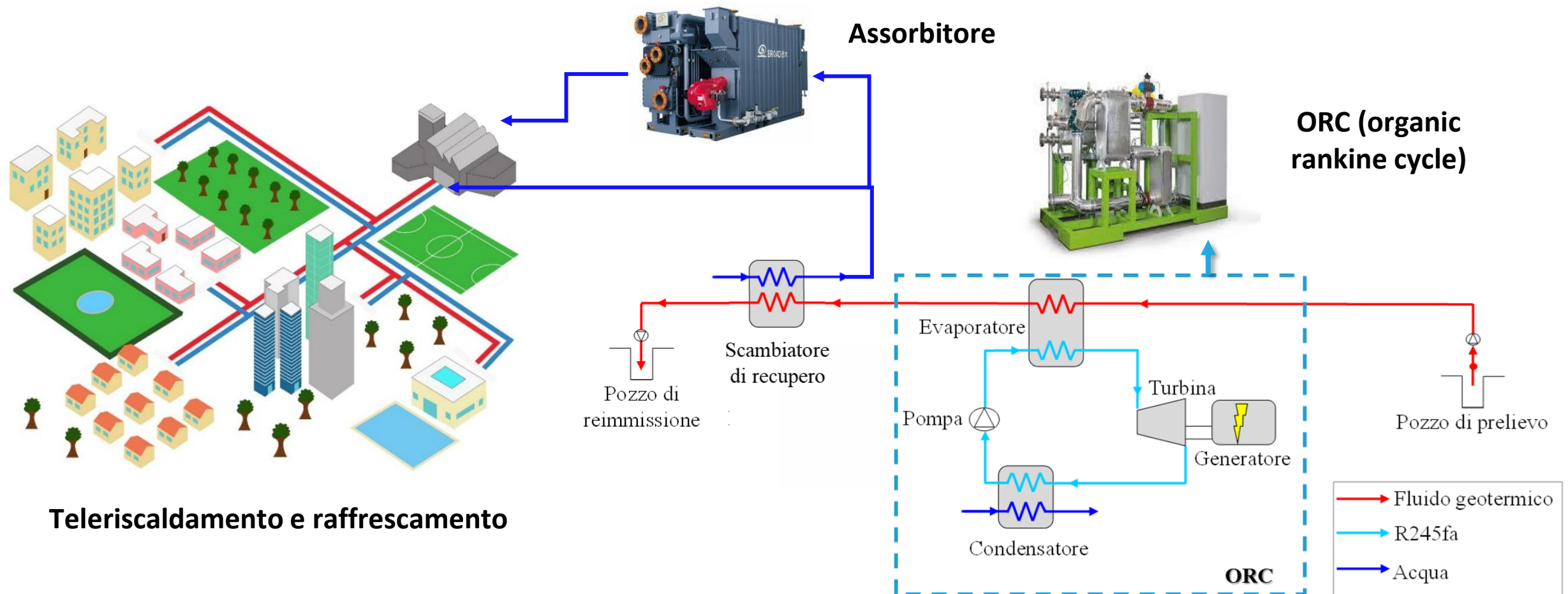


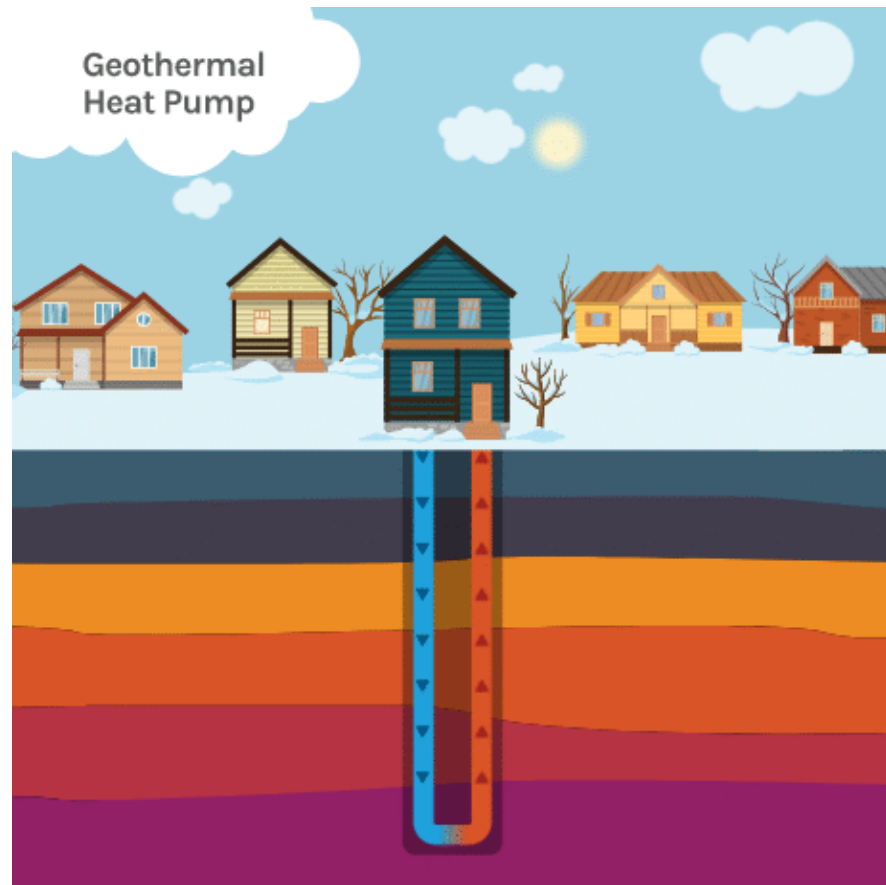
Globalmente, la potenza installata dei sistemi fotovoltaici mostra proiezioni di crescita fino a **8500 GW nel 2050** (*IRENA, 2019*).



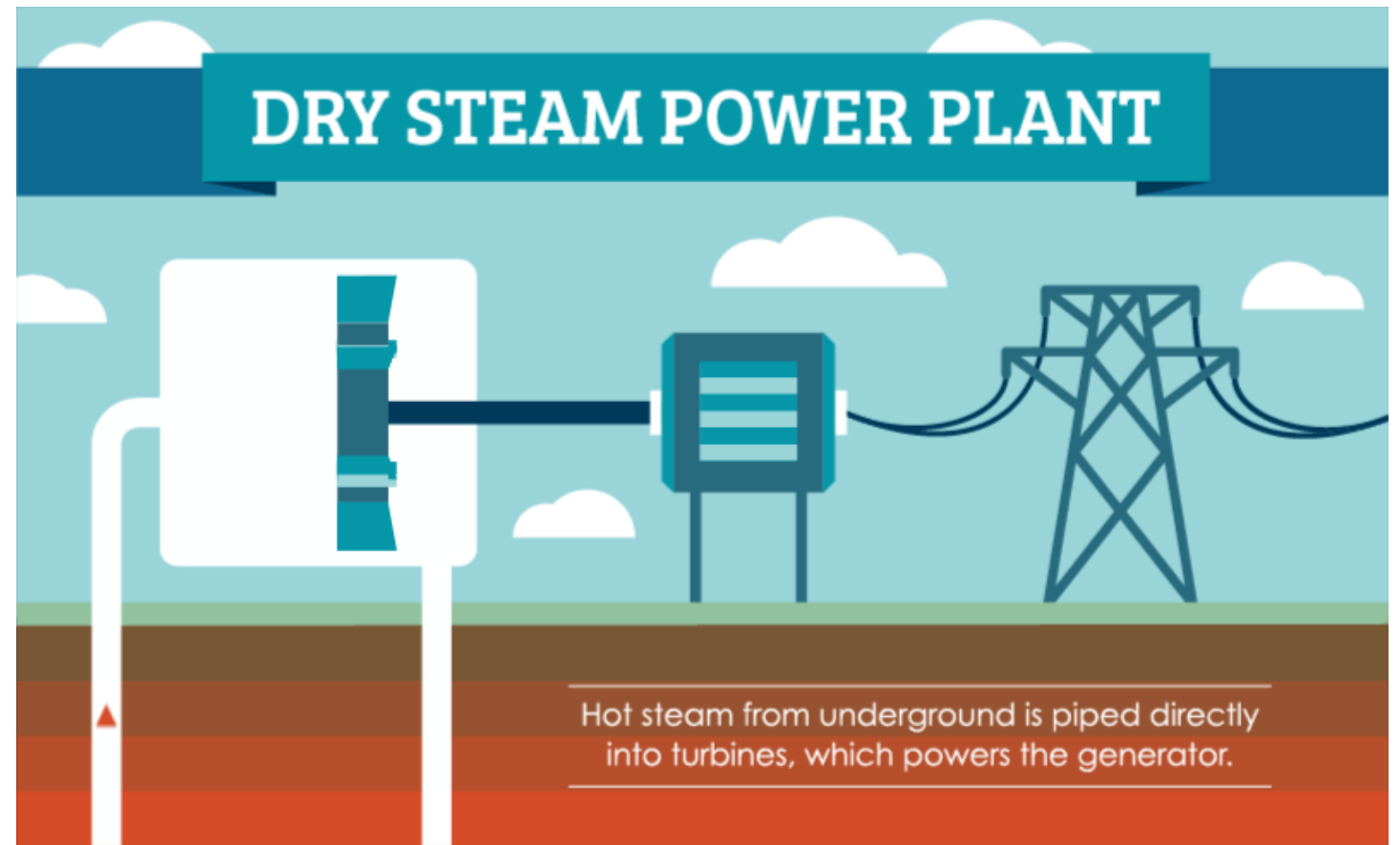
78 milioni di tonnellate di rifiuti da sistemi fotovoltaici **nel 2050**, difficili da gestire da un punto di vista sia materiale che legislativo (*Ghosh and Yadav, 2021*).

Fin qui solo energia elettrica - un vantaggio della geotermia risiede nella possibilità di utilizzare la fonte anche direttamente per gli usi termici





<https://www.energy.gov/eere/geothermal/geothermal-heat-pumps>



<https://www.saveonenergy.com/green-energy/geothermal-energy/>





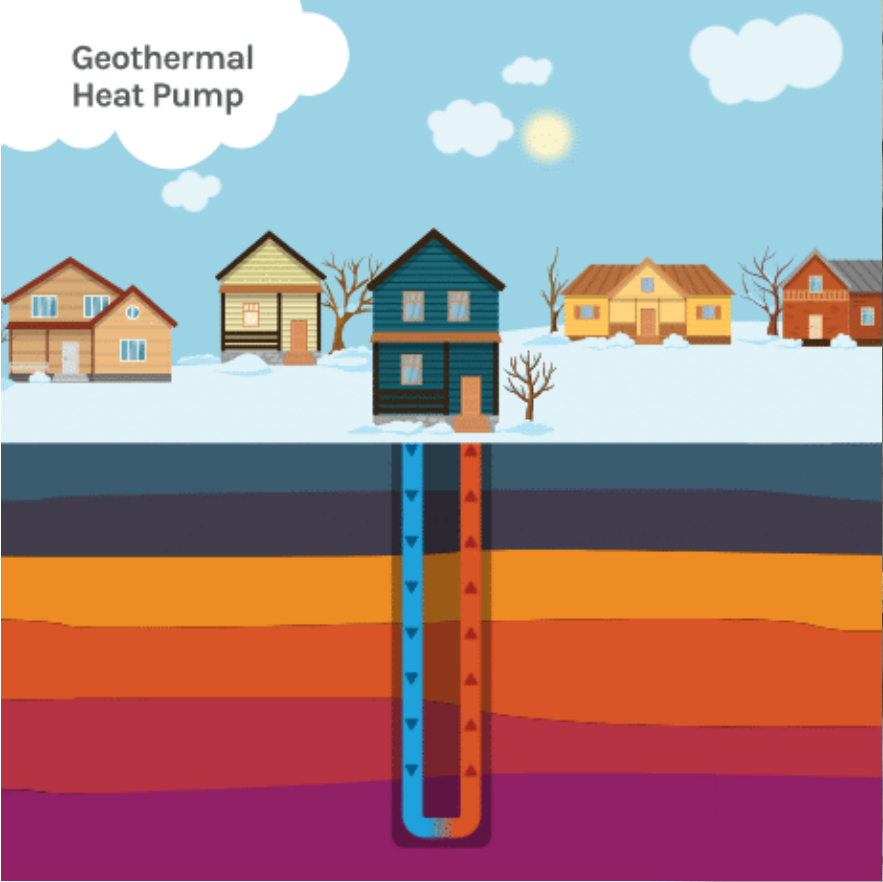
<https://www.energy.gov/eere/geothermal/geothermal-heat-pumps>

Alcuni vantaggi:

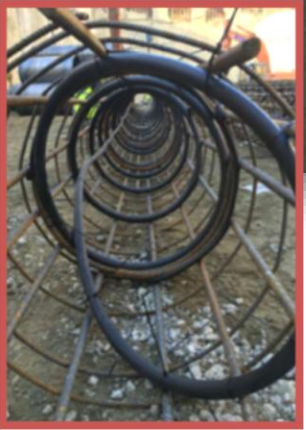
- Miglioramento efficienza energetica
- Riduzione rumore esterno

Alcuni svantaggi:

- Costi installazione elevati
- Possibili interferenze con opere del sottosuolo



<https://www.energy.gov/eere/geothermal/geothermal-heat-pumps>

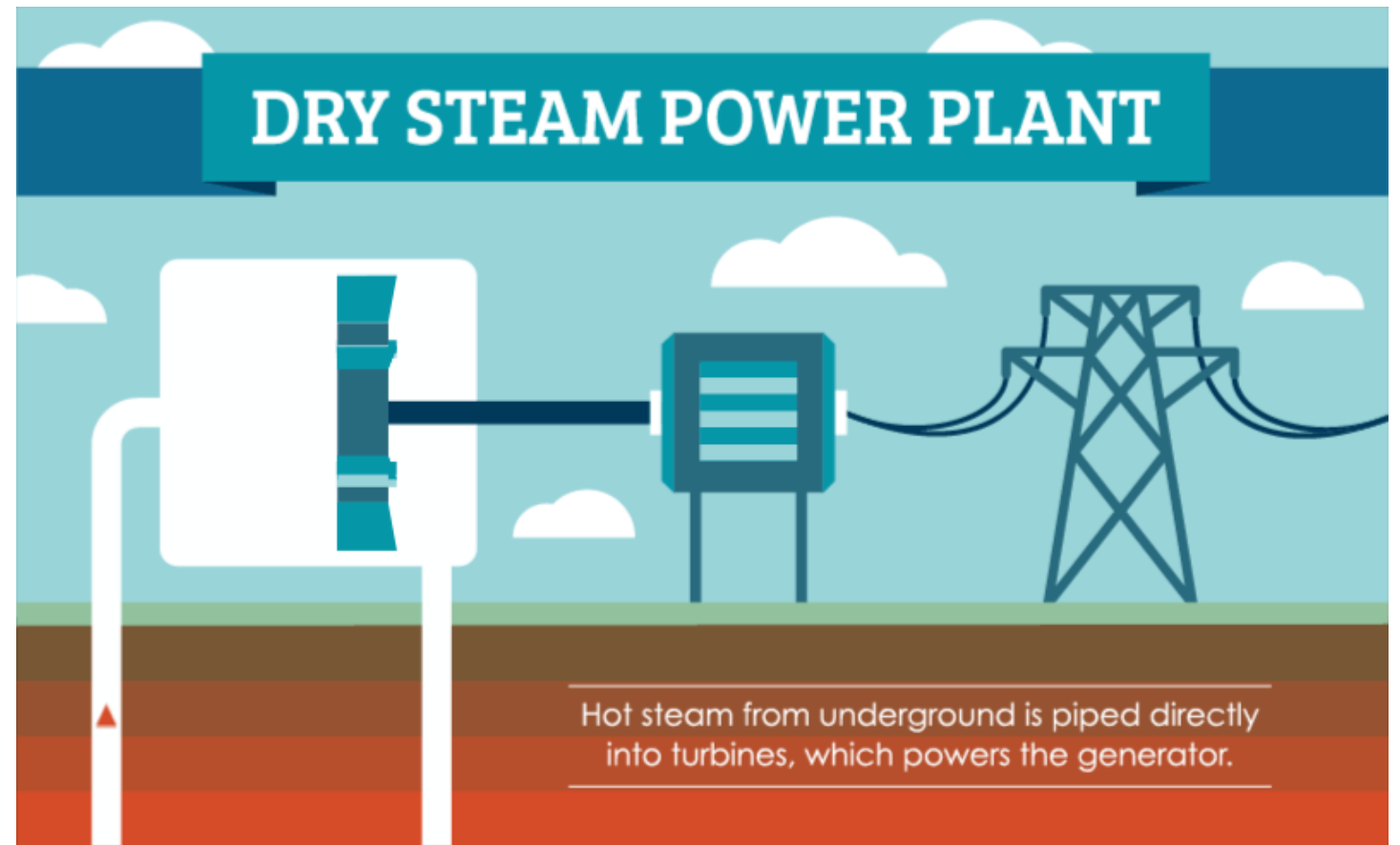




<https://www.energy.gov/eere/geothermal/geothermal-heat-pumps>

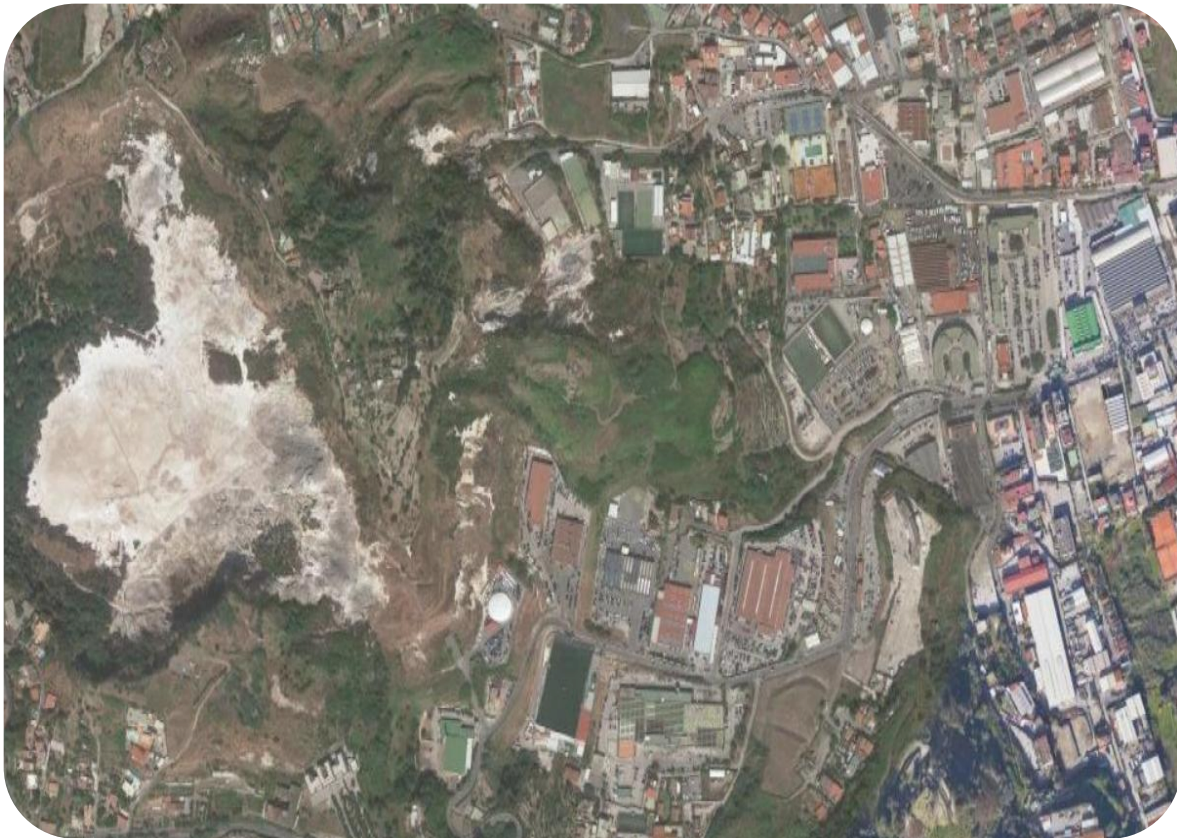


Vantaggi...



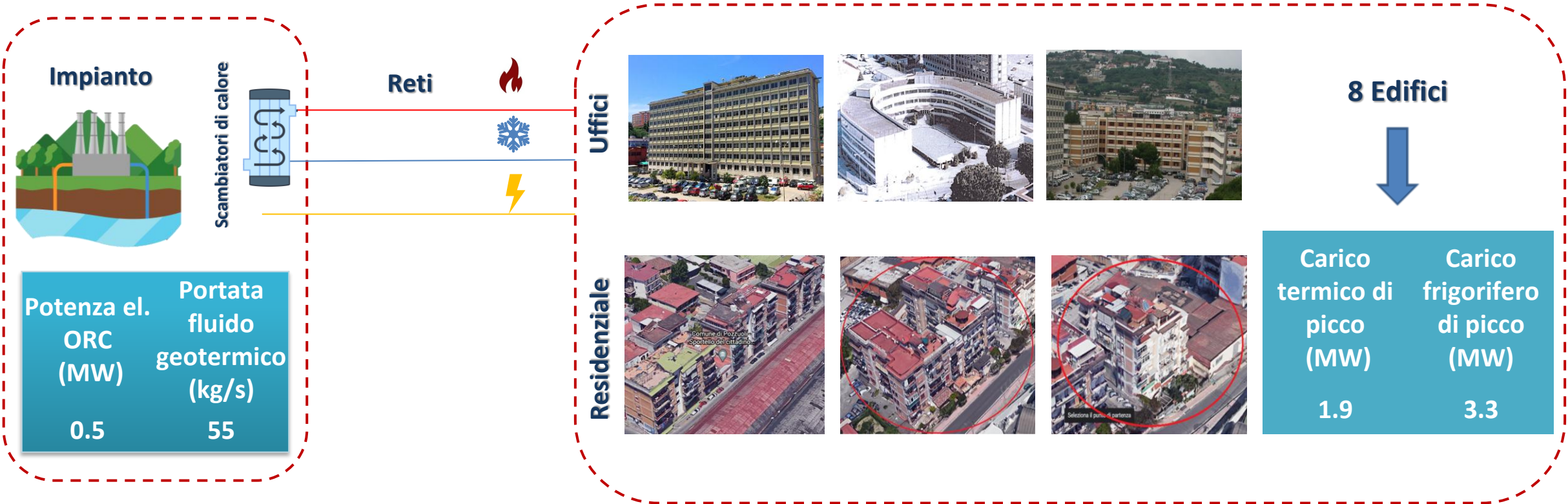
<https://www.saveonenergy.com/green-energy/geothermal-energy/>

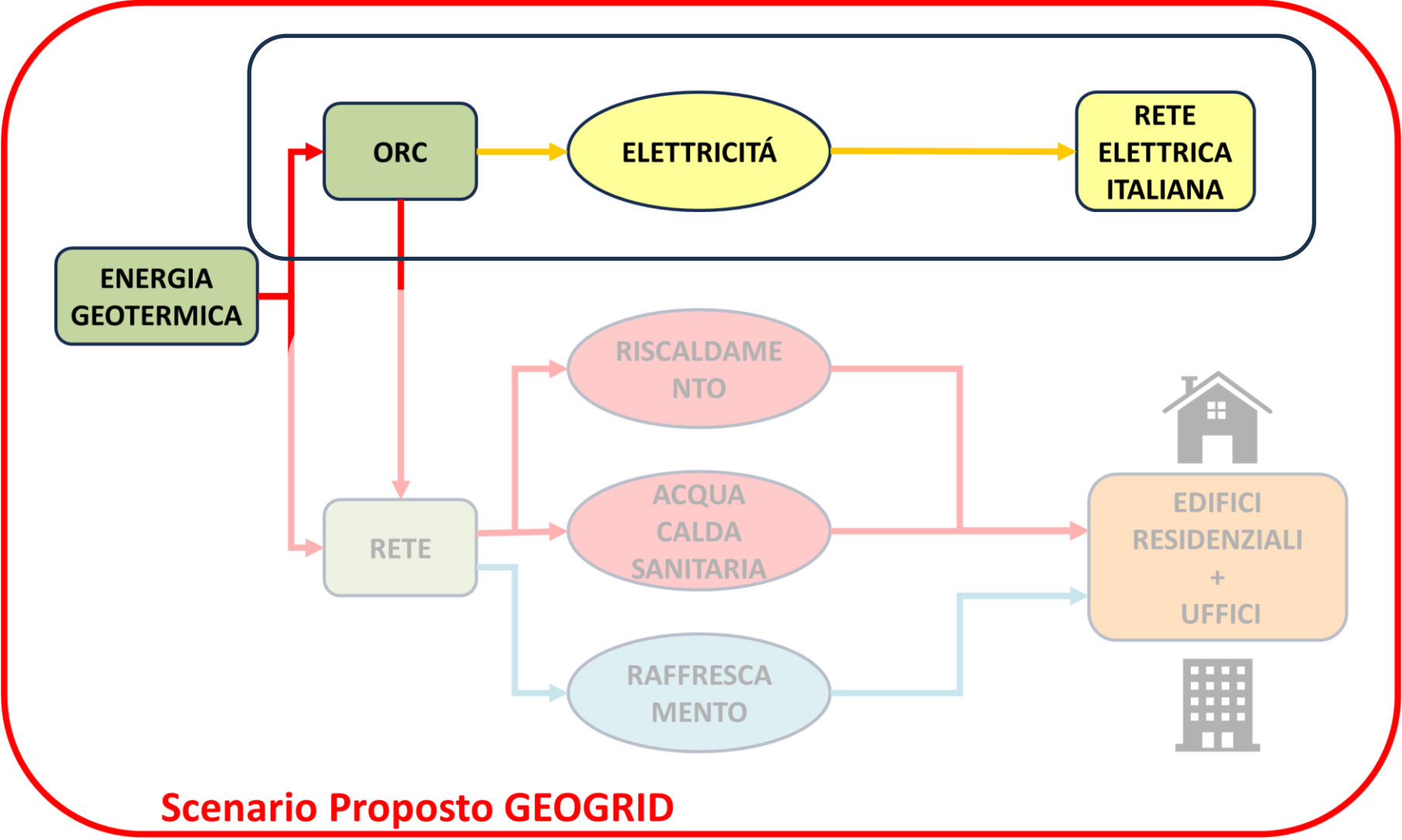
UN ESEMPIO PRATICO



Progetto finanziato dalla regione Campania con fondi europei, per l'uso sostenibile dell'energia geotermica nella regione.

Uno degli obiettivi: progettazione di un sistema geotermico innovativo, basato su impianto ORC accoppiato ad una rete di teleriscaldamento e raffrescamento, per la produzione di energia elettrica e il riscaldamento, raffrescamento e la produzione di acqua calda sanitaria per otto edifici nel Comune di Napoli.

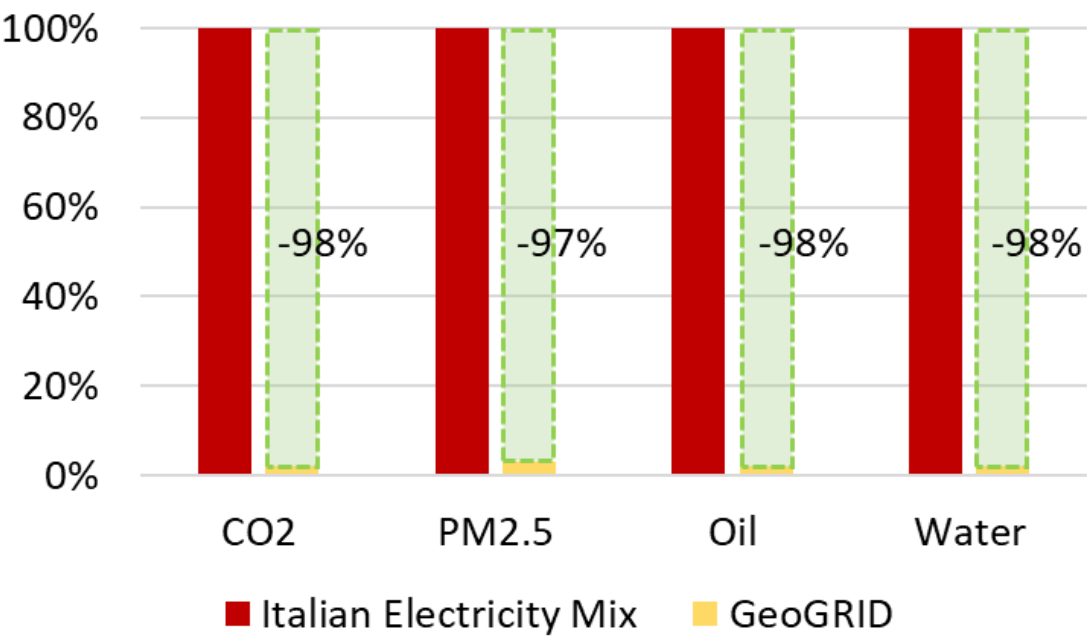






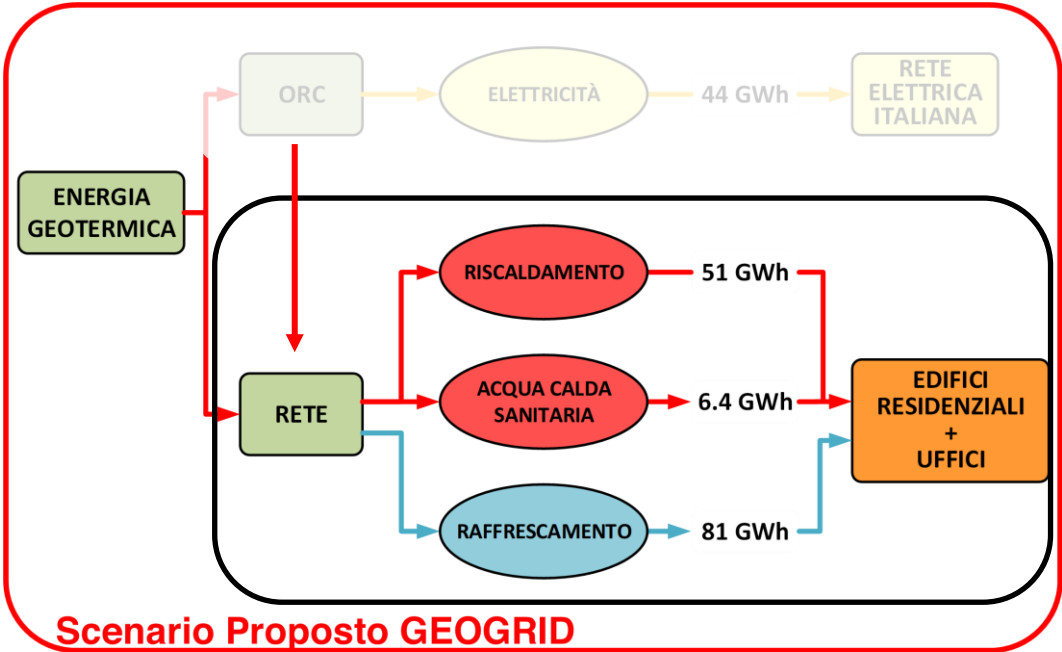
RISULTATI – IMPATTO AMBIENTALE – ENERGIA ELETTRICA

Impact category	Unit	ORC	MIX ITA	Δ%
Global warming (GWP)	kg CO ₂ eq	4.5E+05	1.9E+07	-98%
Stratospheric ozone depletion (ODP)	kg CFC11 eq	4.0E+00	1.5E+01	-73%
Ionizing radiation (IRP)	kBq Co-60 eq	3.4E+04	2.1E+06	-98%
Ozone formation, Human health (OFHP)	kg NO _x eq	1.1E+03	3.6E+04	-97%
Fine particulate matter formation (PMFP)	kg PM2.5 eq	7.0E+02	2.4E+04	-97%
Ozone formation, Terrestrial ecosystems (OFTP)	kg NO _x eq	1.1E+03	3.6E+04	-97%
Terrestrial acidification (TAP)	kg SO ₂ eq	1.5E+03	6.9E+04	-98%
Freshwater eutrophication (FEP)	kg P eq	1.6E+02	6.0E+03	-97%
Marine eutrophication (MEP)	kg N eq	1.6E+01	5.6E+02	-97%
Terrestrial ecotoxicity (TETP)	kg 1,4-DCB	2.5E+06	5.4E+07	-95%
Freshwater ecotoxicity (FETP)	kg 1,4-DCB	5.1E+04	1.9E+06	-97%
Marine ecotoxicity (METP)	kg 1,4-DCB	6.5E+04	2.3E+06	-97%
Human carcinogenic toxicity (HCTP)	kg 1,4-DCB	5.8E+04	6.2E+05	-91%
Human non-carcinogenic toxicity (HNTP)	kg 1,4-DCB	7.8E+05	1.7E+07	-95%
Land use (LUP)	m ² a crop eq	1.2E+05	7.5E+06	-98%
Mineral resource scarcity (MSP)	kg Cu eq	7.5E+03	4.0E+04	-81%
Fossil resource scarcity (FSP)	kg oil eq	1.0E+05	5.7E+06	-98%
Water consumption (WCP)	m ³	6.6E+03	3.9E+05	-98%



L’energia elettrica prodotta presenta impatti ridotti del 95% in media rispetto alla stessa quantità prodotta da mix elettrico italiano

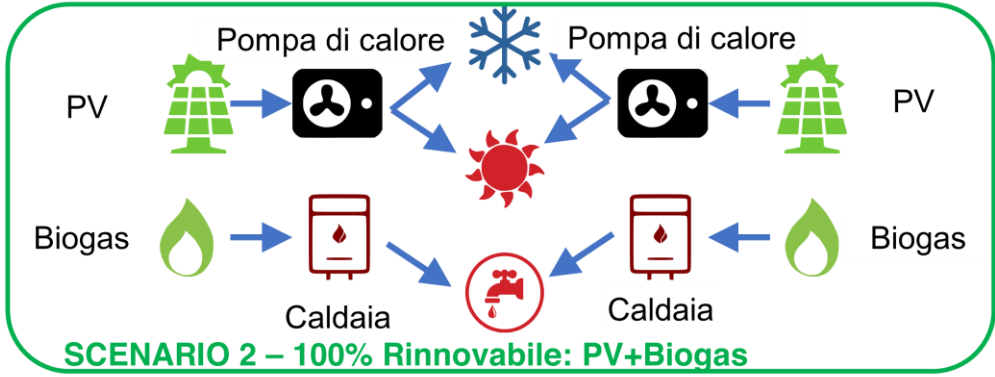
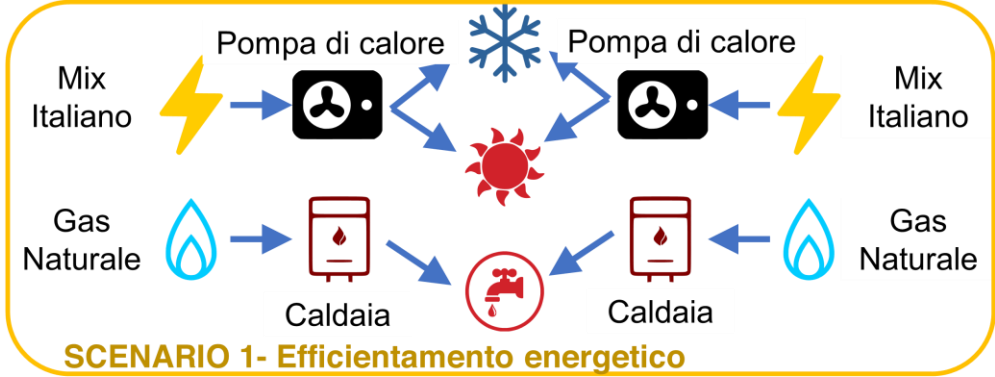
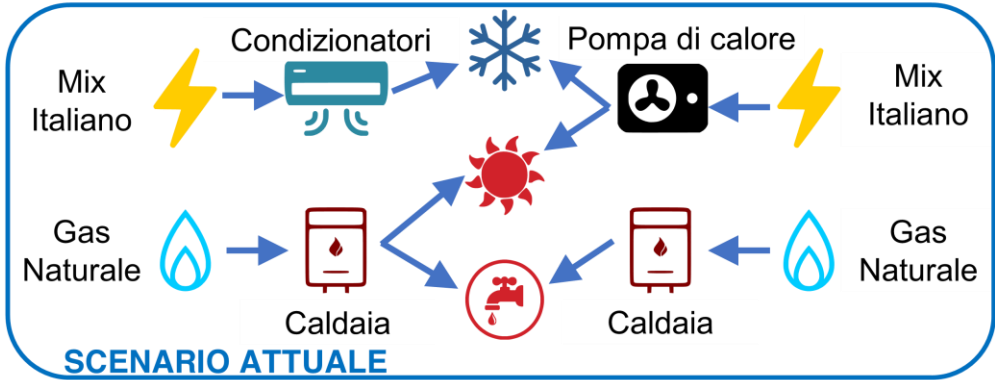




Confronto
Riscaldamento
Raffrescamento
Acqua Calda Sanitaria



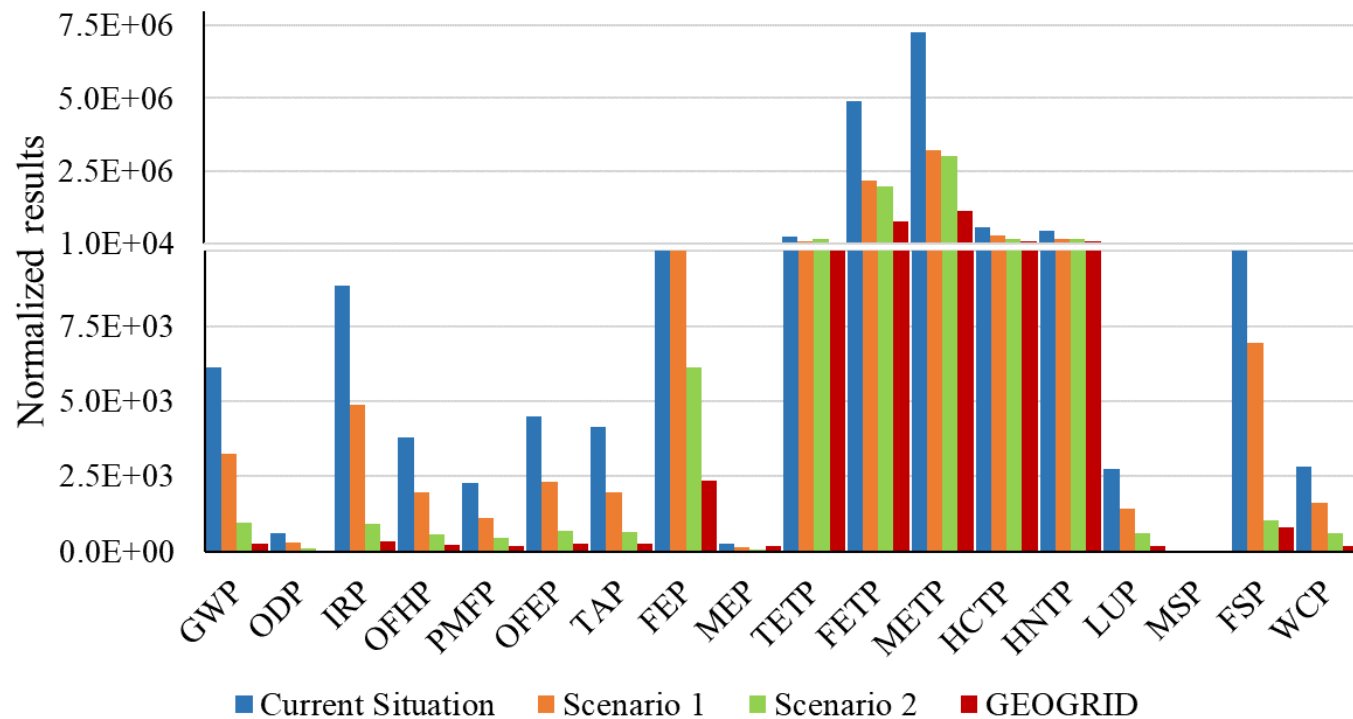
Residenziale  **Ufficio** 



RISULTATI – IMPATTO AMBIENTALE – USI TERMICI



Comparison of heating/cooling scenarios



Stato di fatto: il più impattante tra gli scenari analizzati.

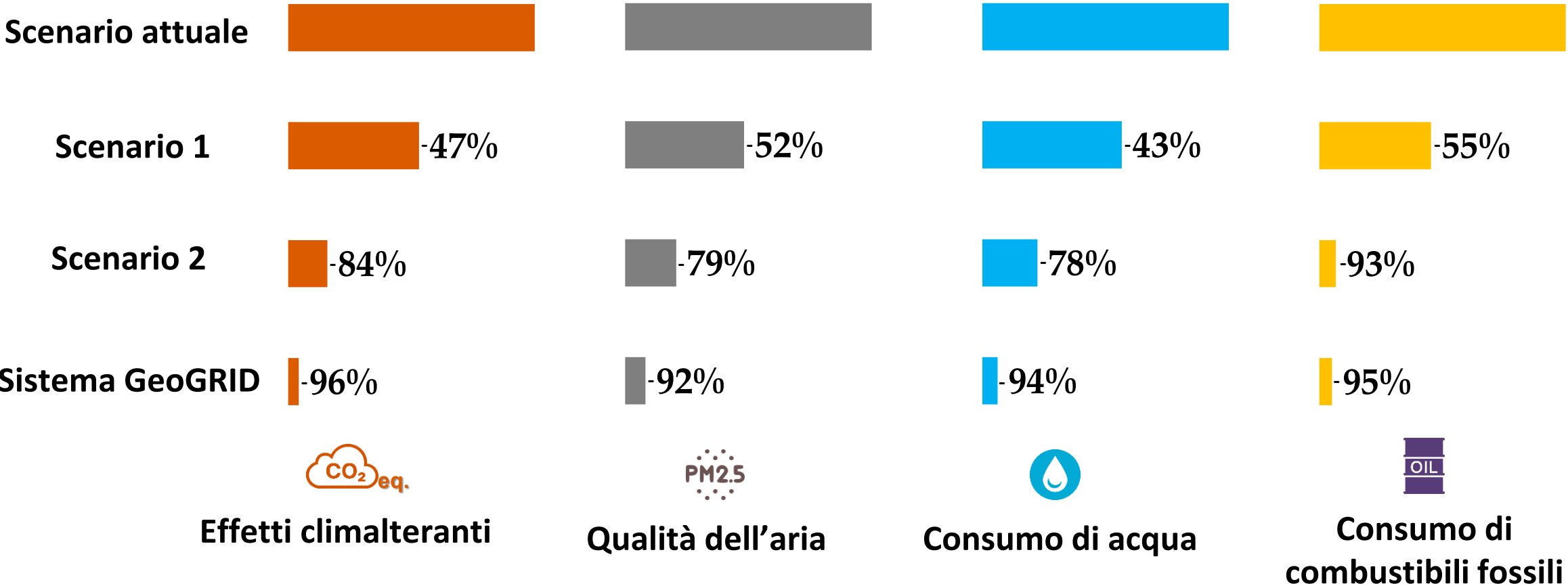
Scenario 1: pompe di calore in entrambi i tipi di edifici considerati porterebbe a una riduzione degli impatti in media del **52%**.

Scenario 2: pompe di calore alimentate con fotovoltaico e caldaie con biogas, si osserverebbe una riduzione media del **72%** rispetto alla situazione attuale.

Sistema **GeoGRID:** riduzione media in tutte le categorie di impatto di circa l'**86%** rispetto allo scenario attuale.

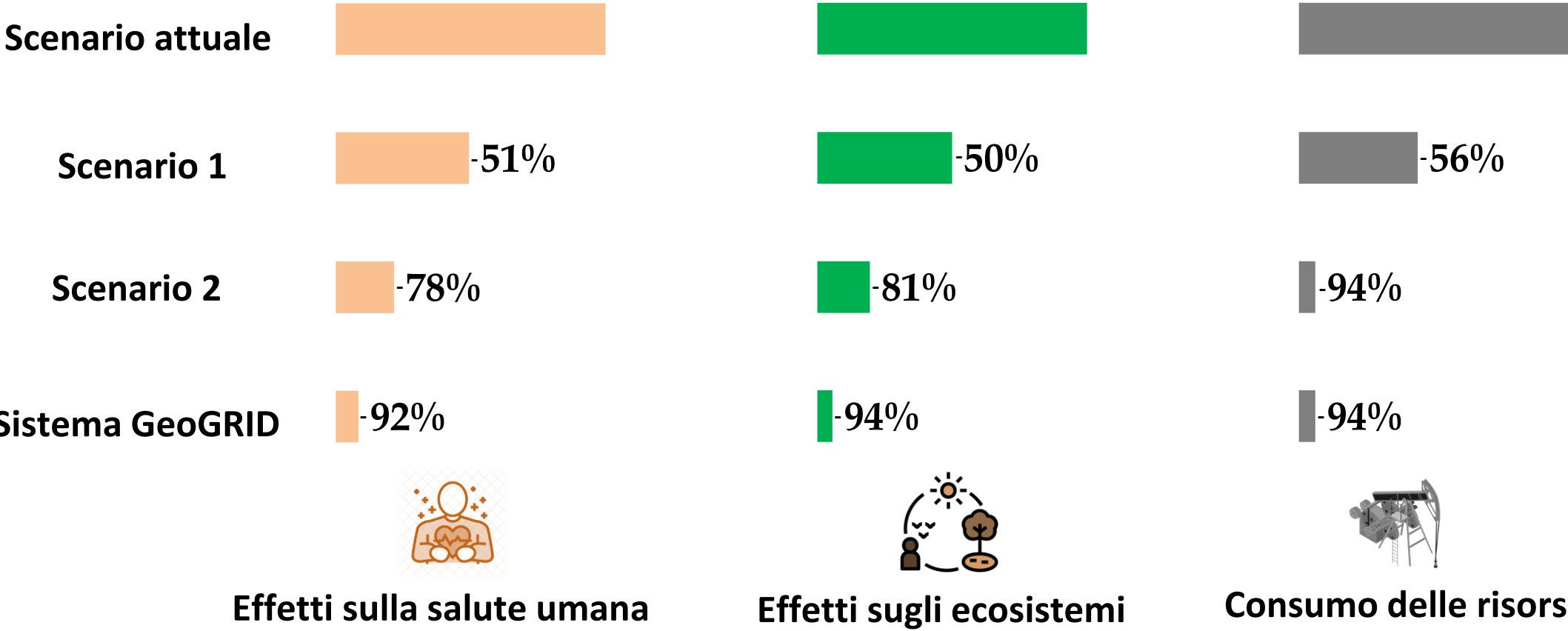


RISULTATI – IMPATTI EVITATI





RISULTATI – IMPATTI EVITATI





Rispetto allo scenario attuale di produzione di energia elettrica e termica per riscaldamento, raffrescamento e acqua calda sanitaria, considerando 20 anni di vita utile, il sistema **GEOGRID** è in grado di evitare:

- **65'300 tonnellate** di **CO₂_{eq}**
- **77 tonnellate** di **PM2.5_{eq}**
- **19'700 tonnellate** di **petrolio_{eq}**
- **1'100'000 m³** di **acqua**

I principali svantaggi sono:

- Costi e difficoltà legate alle perforazioni
- Problemi legati all'accettazione sociale
- L'utilizzo dello scambio con il terreno è utilizzabile ovunque, con il principale limite dei costi

In conclusione:

- La geotermia può contribuire a incrementare l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile e ridurre l'impatto ambientale legato alla produzione e all'utilizzo dell'energia
- Dove disponibile la geotermia dovrebbe essere sviluppata prioritariamente rispetto ad altre fonti
- Necessario sviluppare sistemi innovativi di scambio con il terreno, per aumento efficienza e riduzione costi